



Optimasi Sistem Pemantauan Akademik Siswa dengan Collaborative Filtering dan Decision Tree

Gracia Napare Sihombing

Universitas Negeri Medan

Afif Hamzah

Universitas Negeri Medan

Julio Aldrin Purba

Universitas Negeri Medan

Alamat: Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221

Korespondensi penulis: naparegraciaa@mhs.unimed.ac.id

Abstrak. *This research aims to develop a student academic monitoring website that integrates Machine Learning technology, with Collaborative Filtering and Decision Tree methods. This website is designed to improve the quality of education by providing effective tools for students, teachers, and parents in monitoring and analyzing academic performance. The main feature of the website is an interactive dashboard that displays students' grades, attendance, and extracurricular participation data in an easy-to-understand format. The implementation of a personalized academic recommendation system using the Collaborative Filtering method enables the provision of learning material suggestions that suit the individual needs of students. The Decision Tree method is used to classify academic progress, helping to identify areas that require improvement.*

Keywords: *Website, Machine Learning, Collaborative Filtering, Decision Tree, Educational Information System.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah website pemantauan akademik siswa yang mengintegrasikan teknologi Machine Learning, dengan metode Collaborative Filtering dan Decision Tree. Website ini dirancang untuk meningkatkan kualitas pendidikan dengan menyediakan alat yang efektif bagi siswa, guru, dan orang tua dalam memantau dan menganalisis kinerja akademik. Fitur utama dari website ini adalah dashboard interaktif yang menampilkan data nilai, kehadiran, dan partisipasi ekstrakurikuler siswa dalam format yang mudah dipahami. Implementasi sistem rekomendasi akademik yang dipersonalisasi menggunakan metode Collaborative Filtering memungkinkan pemberian saran materi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan individu siswa. Metode Decision Tree digunakan untuk mengklasifikasikan perkembangan akademik, membantu mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan.

Kata Kunci: *Website, Machine Learning, Collaborative Filtering, Decision Tree, Sistem Informasi Pendidikan.*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan fondasi utama bagi pembangunan suatu bangsa, sehingga pemantauan terhadap perkembangannya menjadi hal yang sangat penting. Namun, metode konvensional yang sering digunakan dalam proses pemantauan tersebut masih memiliki keterbatasan dalam hal efektivitas dan efisiensi. Di era pendidikan abad ke-21, dibutuhkan sebuah sistem pemantauan yang lebih canggih untuk menganalisis pola-pola kompleks dan dinamis dalam perkembangan peserta didik. Sistem ini diharapkan mampu menghasilkan model pembelajaran yang dipersonalisasi serta memberikan solusi atas permasalahan pembelajaran yang dihadapi oleh peserta didik.

Pandemi Covid-19 yang melanda beberapa tahun terakhir telah membawa perubahan signifikan pada model pembelajaran, termasuk cara pemantauan akademis dilakukan. Hal ini

menjadi tantangan tersendiri bagi para pendidik, mengingat perubahan pendekatan pembelajaran yang terus berlangsung serta meningkatnya kebutuhan kompetensi di dunia kerja. Kompleksitas ini menuntut adanya sistem pemantauan berbasis machine learning yang mampu mengintegrasikan metode *collaborative filtering* dan *decision tree* untuk memberikan solusi yang lebih efektif dalam memahami dan memprediksi perkembangan akademik peserta didik.

Selain faktor-faktor akademik, aspek sosial, emosional, dan kognitif peserta didik juga memainkan peran penting dalam perkembangan mereka. Interaksi sosial, keterlibatan dalam kegiatan ekstrakurikuler, serta faktor-faktor personal lainnya menjadi elemen kunci dalam menciptakan sistem pemantauan yang komprehensif. Di era big data saat ini, tantangan yang muncul adalah bagaimana menganalisis dan memanfaatkan data yang tersedia secara melimpah untuk memberikan gambaran holistik mengenai faktor-faktor yang memengaruhi perkembangan akademik peserta didik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan tersebut dengan mengembangkan sistem berbasis machine learning yang menggabungkan metode *collaborative filtering* dan *decision tree*. Sistem ini diharapkan mampu menangkap dinamika serta kompleksitas perkembangan akademis peserta didik secara keseluruhan, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam proses pembelajaran.

KAJIAN TEORITIS

Sistem Informasi Kependidikan

Sistem informasi kependidikan adalah platform yang dirancang untuk mengelola data pendidikan, seperti informasi siswa, guru, kurikulum, dan administrasi sekolah. Sistem ini memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan efisiensi operasional, seperti pencatatan nilai, pengelolaan jadwal, dan pendaftaran siswa, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Hidayati, 2022). Meskipun memberikan manfaat signifikan, tantangan seperti keterbatasan anggaran, kesiapan sumber daya manusia, dan keamanan data menjadi hambatan dalam implementasinya.

Website

Website merupakan kumpulan halaman web yang terhubung melalui internet dan digunakan untuk menyampaikan informasi atau menyediakan layanan. Terdapat dua jenis utama: website statis, yang memiliki konten tetap dan tidak interaktif, serta website dinamis, yang menggunakan database untuk menampilkan konten yang berubah sesuai interaksi pengguna. Website dinamis lebih relevan untuk aplikasi yang membutuhkan pembaruan konten atau interaksi pengguna yang intensif.

Machine Learning dalam Pendidikan

Machine learning adalah cabang kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem belajar dari data untuk meningkatkan akurasi secara otomatis (Diana, Warni, & Sutabri, 2023). Dalam pendidikan, machine learning digunakan untuk personalisasi pembelajaran, pemantauan kinerja siswa, dan pengembangan konten. Salah satu keunggulan utamanya adalah mendukung guru dalam memahami kemajuan siswa melalui sistem pemantauan akademik berbasis data.

Collaborative Filtering

Collaborative filtering (CF) adalah teknik machine learning yang memprediksi preferensi pengguna berdasarkan data dari pengguna lain yang serupa. Algoritma CF terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi prediksi di berbagai bidang, termasuk pendidikan (Koren et al., 2022). Menurut Gómez-Pulido et al. (2020), CF dapat membantu peserta didik memprediksi hasil tugas yang belum selesai berdasarkan data rekan sejawat, sementara guru dapat memantau tingkat keberhasilan tugas dengan lebih baik. Optimalisasi faktor laten dan tingkat pembelajaran menjadi kunci peningkatan akurasi prediksi.

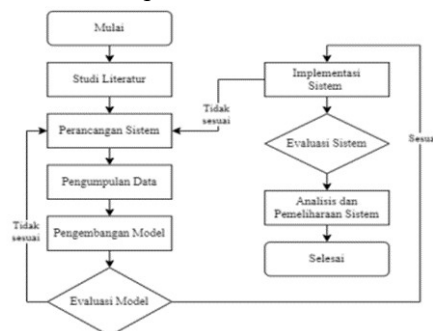
Untuk menerapkan *collaborative filtering* terdapat kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Kelebihannya, CF dapat memberikan rekomendasi yang personal dan disesuaikan, meningkatkan retensi siswa, serta memfasilitasi pembelajaran yang adaptif namun kekurangannya CF melibatkan kebutuhan akan data yang cukup besar dan representatif, penanganan perubahan dalam perilaku siswa, dan keamanan data. Maka dari itu, perlu diingat bahwa keberhasilan implementasi tergantung pada kualitas data dan pemilihan model yang tepat.

Decision trees

Decision trees merupakan salah satu teknik yang banyak digunakan dalam pembangunan model klasifikasi berdasarkan dataset yang dikumpulkan (Matzavela and Alepis, 2021). Oleh karena itu, decision tree bukan hanya alat klasifikasi, tetapi juga merupakan wujud dari kemampuan data mining dalam menghadapi kompleksitas dan memberikan wawasan bernilai. Teknik ini menciptakan pohon aturan dengan menghitung rasio keuntungan yang memberikan bobot tertentu pada atribut yang terdapat dalam dataset. Atribut yang paling efektif dapat diantisipasi sesuai dengan aturan yang dihasilkan. Selain itu, model ini dapat digunakan kembali untuk data masa depan untuk memprediksi kelas yang diperlukan.

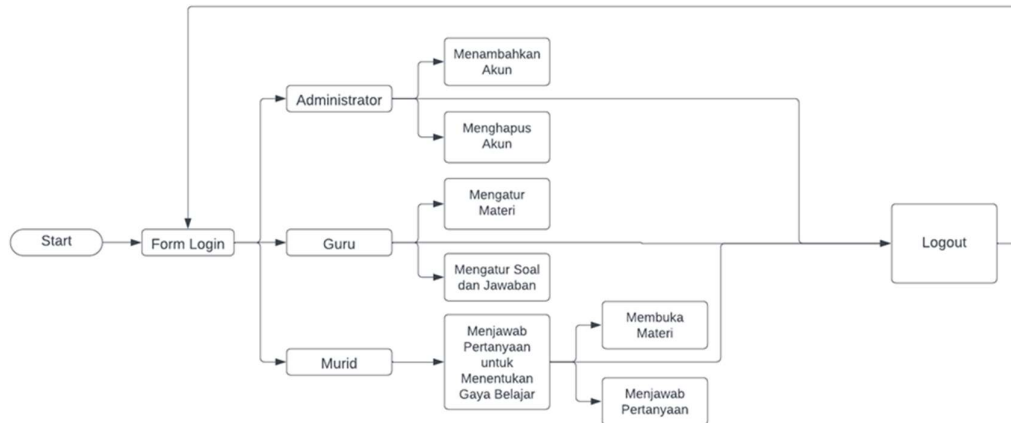
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk mengembangkan sistem pemantauan perkembangan akademik berbasis *Collaborative Filtering* dan *Decision Tree*. Tahapan pertama adalah studi literatur, yang bertujuan untuk mengkaji referensi terkait teori machine learning, Collaborative Filtering, Decision Tree, serta penerapan teknologi dalam pendidikan. Langkah ini memberikan pemahaman mendalam tentang konsep dasar dan membantu dalam mengidentifikasi fokus penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan selanjutnya adalah perancangan sistem, di mana desain arsitektur, pemilihan algoritma, dan penyusunan basis data dilakukan untuk mendukung penyimpanan serta pengolahan informasi akademik siswa. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan meliputi nilai ujian, kehadiran, dan partisipasi ekstrakurikuler siswa. Data tersebut digunakan untuk melatih dan menguji model machine learning.

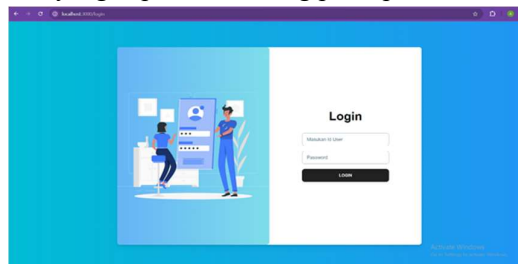


Gambar 2. Flowchart Sistem

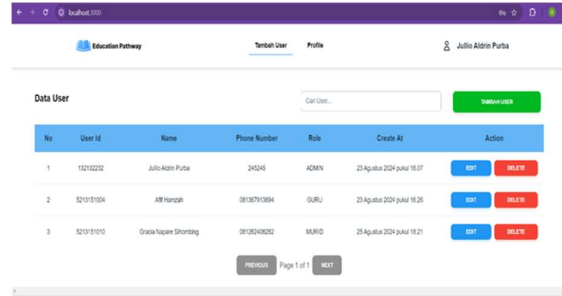
Model dikembangkan dengan menggunakan metode *Collaborative Filtering* dan *Decision Tree*, yang kemudian diuji menggunakan data uji. Pengujian ini melibatkan penghitungan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score untuk memastikan model dapat memprediksi perkembangan akademik secara akurat. Setelah model diuji dan dinyatakan layak, implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan model ke dalam sistem pemantauan akademik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

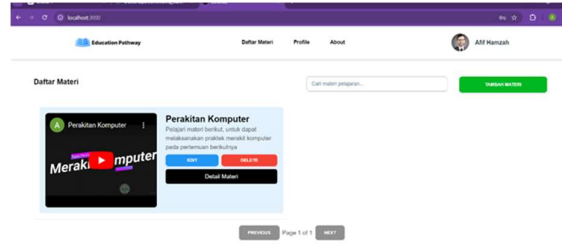
Pengembangan website pemantauan akademik siswa menghasilkan sebuah inovasi berbasis teknologi yang memanfaatkan metode *Collaborative Filtering* dan *Decision Tree*. Sistem ini dirancang untuk memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi dan prediksi perkembangan akademik siswa, guna mendukung proses pendidikan yang lebih efisien dan terstruktur. Penelitian ini bertujuan membantu guru, siswa, dan orang tua dalam memahami performa akademik siswa, sekaligus memberikan saran yang dapat mendukung pencapaian hasil belajar optimal.



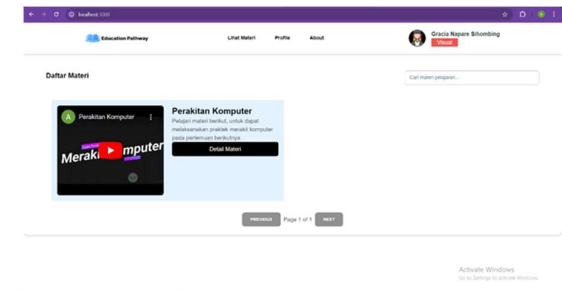
Gambar 3. Halaman Login



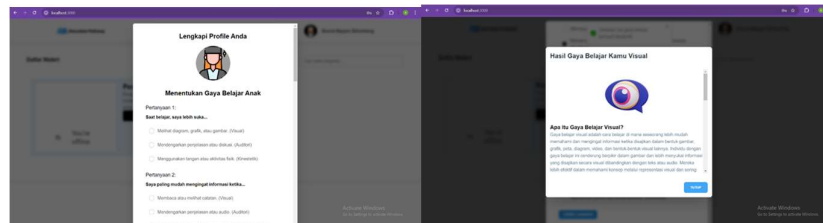
Gambar 4. Dashboard Admin



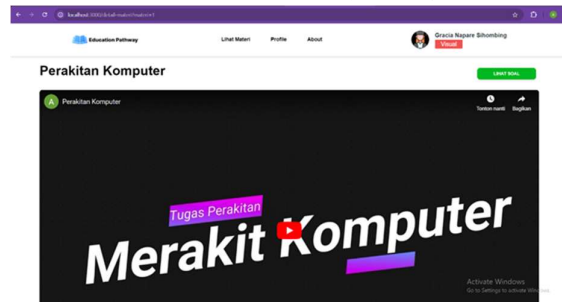
Gambar 5. Dashboard Guru



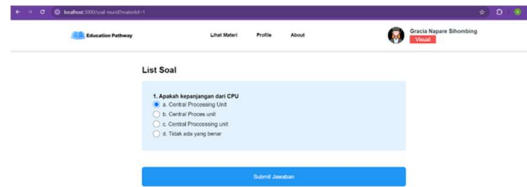
Gambar 6. Dashboard Siswa



Gambar 7. Menu Gaya Belajar



Gambar 8. Menu Materi



Gambar 9. Menu Kuis

Sistem yang dikembangkan melalui beberapa tahap yang sistematis ini berhasil mengintegrasikan dua metode utama machine learning. Collaborative Filtering digunakan untuk menyarankan langkah-langkah pembelajaran yang relevan berdasarkan data historis siswa, seperti mata pelajaran yang perlu mendapatkan perhatian lebih atau materi tambahan. Sementara itu, Decision Tree diterapkan untuk mengklasifikasikan siswa berdasarkan performa akademik mereka, mempermudah guru mengidentifikasi siswa yang memerlukan intervensi khusus.

Pembahasan

Proses pengembangan dimulai dengan perancangan arsitektur sistem, yang mengadopsi pendekatan berbasis layanan dengan pemisahan antara frontend dan backend. Backend dibangun menggunakan framework NestJS, didukung oleh Prisma sebagai ORM, serta HeidiSQL untuk pengelolaan basis data. Teknologi frontend menggunakan NextJS dan Tailwind CSS untuk menciptakan antarmuka pengguna yang responsif dan menarik. Sistem ini dirancang dengan mekanisme akses berbeda sesuai peran pengguna, seperti administrator, guru, dan siswa.

Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap komponen sistem berfungsi sesuai spesifikasi. Pada backend, modul-modul inti seperti pengguna, nilai, dan kehadiran diuji menggunakan framework Jest. Pada frontend, pengujian interaksi antarmuka dilakukan dengan React Testing Library. Integrasi antara frontend dan backend diuji menggunakan library Axios untuk memastikan data dapat dipertukarkan dengan baik melalui API berbasis REST.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan prediksi dan rekomendasi akademik dengan akurasi tinggi, terbukti dari hasil evaluasi model Collaborative Filtering dan Decision Tree yang mencapai nilai akurasi, presisi, dan recall yang memuaskan. Sistem juga dinilai efisien dalam menangani data akademik siswa yang besar, dengan waktu respons API yang cepat dan performa stabil meskipun digunakan oleh banyak pengguna secara bersamaan.

Selain itu, implementasi antarmuka yang responsif dan intuitif mendapat tanggapan positif dari pengguna selama pengujian awal. Fitur-fitur utama seperti dashboard guru dan siswa, halaman rekomendasi akademik, serta pengelolaan data oleh administrator telah memenuhi kebutuhan pengguna dalam memantau perkembangan akademik siswa secara efektif.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode machine learning dalam sistem pemantauan akademik tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi proses pendidikan, tetapi juga membantu siswa mencapai hasil belajar yang lebih baik. Sistem ini diharapkan dapat terus dikembangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan di masa mendatang, termasuk integrasi dengan fitur tambahan seperti analitik berbasis visual atau pelaporan otomatis untuk mendukung pengambilan keputusan pendidikan.

KESIMPULAN

Pengembangan website pemantauan akademik siswa berbasis Machine Learning berhasil menciptakan sistem yang mampu mendukung proses pendidikan secara lebih efektif dan efisien.

Dengan mengintegrasikan metode Collaborative Filtering untuk memberikan rekomendasi akademik yang dipersonalisasi dan Decision Tree untuk klasifikasi perkembangan siswa, website ini memberikan solusi inovatif dalam memantau dan meningkatkan kualitas pendidikan.

Sistem ini menyediakan fitur-fitur utama, seperti dashboard interaktif yang memvisualisasikan data nilai, kehadiran, dan partisipasi siswa dalam format yang mudah dipahami. Implementasi antarmuka pengguna yang responsif mempermudah akses dan meningkatkan pengalaman pengguna. Selain itu, pengujian awal menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi yang akurat dan relevan, sehingga mendukung siswa, guru, dan orang tua dalam memahami dan merencanakan langkah-langkah strategis untuk peningkatan akademik.

Website ini tidak hanya terbukti efektif tetapi juga memiliki potensi besar untuk diadaptasi dalam skala yang lebih luas, guna memperkuat integrasi teknologi informasi dalam dunia pendidikan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan alat bantu pendidikan berbasis teknologi yang berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsaman, Y.S. et al. (2019) 'Using Decision Tree and Artificial Neural Network to Predict Students Academic Performance', 2019 10th International Conference on Information and Communication Systems, ICICS 2019, pp. 104–109. Available at: <https://doi.org/10.1109/IACS.2019.8809106>.
- Diana, R., Warni, H. and Sutabri, T. (2017) 'Penggunaan Teknoogi Machine Laerning untuk Pelayanan Monitoring Kegiatan Belajar Mengajar pada SMK Bina Sriwijaya Palembang', Jurnal Teknik Informatika, 5(1), pp. 41–50. Available at: <https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jutekin/article/view/709/630>.
- Gómez-Pulido, J.A., Durán-Domínguez, A. and Pajuelo-Holguera, F. (2020) 'Optimizing latent factors and collaborative filtering for students' performance prediction', Applied Sciences (Switzerland), 10(16). Available at: <https://doi.org/10.3390/app10165601>.
- Hidayati, D., 2022. Sistem Informasi Pendidikan dan Transformasi Digital. Cetakan pertama. Yogyakarta: UAD Press.
- Matzavela, V. and Alepis, E. (2021) 'Decision tree learning through a Predictive Model for Student Academic Performance in Intelligent M-Learning environments', Computers and Education: Artificial Intelligence, 2. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100035>.
- Koren, Y., Rendle, S., Bell, R. (2022). Advances in Collaborative Filtering. In: Ricci, F., Rokach, L., Shapira, B. (eds) Recommender Systems Handbook. Springer, New York, NY. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2197-4_3