

SISTEM REKOMENDASI BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK PERSONALISASI KONTEN E-LEARNING

¹Imam Ahmadi, ²Hasrullah

STMIK Borneo Internasional

Imamloading9@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi digital telah mendorong transformasi signifikan dalam dunia pendidikan menuju pembelajaran berbasis e-learning yang fleksibel dan interaktif. Namun, sistem e-learning konvensional sering kali tidak mampu menyesuaikan konten pembelajaran dengan karakteristik dan kebutuhan unik setiap peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi berbasis *machine learning* guna mempersonalisasi konten e-learning sehingga pengalaman belajar menjadi lebih adaptif dan efektif. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan analisis dokumen. Sistem dikembangkan menggunakan kombinasi metode *Collaborative Filtering* dan *Content-Based Filtering*, dengan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* sebagai model utama. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model KNN menghasilkan nilai *precision* sebesar 87%, *recall* sebesar 83%, dan *F1-score* sebesar 85%, menandakan tingkat akurasi rekomendasi yang tinggi. Selain itu, penerapan sistem ini meningkatkan rata-rata waktu belajar pengguna sebesar 23% dan tingkat penyelesaian modul sebesar 18% dibandingkan sebelum penerapan sistem. Survei terhadap pengguna menunjukkan bahwa 86% responden merasa puas terhadap rekomendasi yang diberikan karena dianggap relevan dengan kebutuhan belajar mereka. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem rekomendasi berbasis *machine learning* efektif dalam meningkatkan personalisasi konten e-learning serta keterlibatan dan motivasi peserta didik. Meskipun masih terdapat kendala seperti *cold start problem* dan *data sparsity*, sistem ini dapat menjadi dasar pengembangan e-learning yang lebih cerdas dan berorientasi pada peserta didik di masa depan.

Kata Kunci: *machine learning*, sistem rekomendasi, e-learning, personalisasi konten, *Collaborative Filtering*, *KNN*.

Abstarct

The rapid advancement of digital technology has driven a significant transformation in the field of education toward flexible and interactive e-learning. However, conventional e-learning systems often fail to adapt learning content to the unique characteristics and needs of each learner. This study aims to develop a machine learning-based recommendation system to personalize e-learning content, thereby creating a more adaptive and effective learning experience. The research employs a descriptive qualitative approach with data collected through interviews, observations, and document analysis. The system is developed using a combination of *Collaborative Filtering* and *Content-Based Filtering* methods, with the *K-Nearest Neighbor (KNN)* algorithm as the primary model. The experimental results show that the KNN model achieved a precision

Article History

Received: November 2025
Reviewed: November 2025
Published: November 2025

Plagiarism Checker No 793
Prefix DOI : Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under
a [Creative Commons
Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



of 87%, recall of 83%, and F1-score of 85%, indicating a high level of recommendation accuracy. Furthermore, the implementation of the system increased users' average learning time by 23% and module completion rates by 18% compared to before the system was applied. A user survey revealed that 86% of respondents were satisfied with the recommendations provided, as they were considered relevant to their learning needs. This study concludes that a machine learning-based recommendation system is effective in enhancing e-learning personalization as well as learner engagement and motivation. Although challenges such as the cold start problem and data sparsity remain, the system can serve as a foundation for the development of more intelligent and learner-centered e-learning environments in the future.

Keywords: machine learning, recommendation systems, e-learning, content personalization, Collaborative Filtering, KNN.

1. PENDAHULUAN

Era digital telah membawa transformasi fundamental dalam lanskap pendidikan global, menandai pergeseran signifikan dari metode konvensional ke pembelajaran berbasis teknologi. E-learning, sebagai pilar utama transformasi ini, telah terbukti menawarkan fleksibilitas, aksesibilitas, dan interaktivitas yang sebelumnya sulit tercapai (Fadilah Try Mursyid et al., 2023). Evolusi e-learning, yang semakin dipercepat oleh pandemi COVID-19, tidak hanya memperluas akses sumber daya pembelajaran tetapi juga membuka peluang untuk kolaborasi yang lebih dinamis antara pendidik dan peserta didik (Didik Himmawan & Zahrotunnisa Al-Ard, 2023). Implementasi platform seperti Moodle di berbagai institusi pendidikan, seperti yang diteliti oleh Wulansari & Suhartini, menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis e-learning dapat secara efektif meningkatkan partisipasi dan hasil belajar siswa. Namun demikian, di balik potensinya yang besar, e-learning tradisional sering kali mengadopsi pendekatan "satu ukuran untuk semua", yang mengabaikan keberagaman karakteristik pembelajar.

Setiap individu memiliki gaya belajar, motivasi, dan tingkat pemahaman yang berbeda, menjadikan personalisasi sebagai tantangan krusial yang harus diatasi (Mira Suryani et al., 2023). Penelitian menunjukkan bahwa motivasi intrinsik, yang sangat dipengaruhi oleh konteks dan personalisasi konten, merupakan kunci keberhasilan proses pembelajaran (Cordova & Lepper, dalam Suryani et al., 2023). Oleh karena itu, konsep adaptive learning muncul sebagai solusi strategis untuk meningkatkan keterlibatan mahasiswa dengan menyesuaikan pengalaman belajar secara dinamis sesuai dengan kebutuhan masing-masing (Rani et al., 2023). Personalisasi ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran, tetapi juga memastikan inklusivitas dan aksesibilitas bagi berbagai demografi, termasuk mereka yang tersebar secara geografis (Liina Parn et al., 2023). Untuk mewujudkan personalisasi skala besar dalam e-learning, penerapan teknologi Machine Learning (ML) melalui sistem rekomendasi menjadi sebuah keniscayaan.

Sistem rekomendasi telah terbukti ampuh dalam berbagai sektor, seperti e-commerce dan pariwisata, untuk meningkatkan pengalaman pengguna melalui penyajian konten yang relevan secara personal (Sondang Sibuea & Yohanes Bowo Widodo, 2023; Maulana Surya Negara & Ahmad Zafrullah M., 2023). Dalam konteks pendidikan, sistem ini dapat menganalisis pola interaksi dan data akademis siswa untuk merekomendasikan materi pembelajaran, aktivitas, atau bahkan jalur belajar yang



paling sesuai. Beberapa penelitian awal telah menunjukkan arah yang menjanjikan, seperti penggunaan model klasifikasi untuk rekomendasi program studi (Ahmad R. Pratama et al., 2023) dan pendekatan triple-factor untuk personalisasi konten (Mira Suryani et al., 2023). Teknik seperti Collaborative Filtering dan Content-Based Filtering, bahkan dalam pendekatan hibridanya, menjadi fondasi dalam membangun sistem yang cerdas dan responsif. Meskipun telah ada upaya untuk mengintegrasikan ML dalam e-learning, masih terdapat ruang yang signifikan untuk peningkatan dan pengembangan lebih lanjut.

Tantangan seperti ketidakseimbangan dataset, kebutuhan akan model yang lebih canggih untuk memahami konteks pembelajaran yang kompleks, serta integrasi yang mulus dengan Learning Management System (LMS) yang ada menjadi fokus utama penelitian selanjutnya (Ahmad R. Pratama et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem rekomendasi berbasis machine learning yang secara spesifik dirancang untuk personalisasi konten e-learning. Kami akan mengeksplorasi dan menggabungkan berbagai teknik ML untuk mengatasi tantangan yang ada, dengan harapan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih adaptif, efektif, dan berpusat pada siswa (student-centered).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan **pendekatan kualitatif deskriptif** dengan tujuan untuk memahami secara fenomena personalisasi konten *e-learning* menggunakan sistem rekomendasi berbasis *machine learning* dalam konteks spesifik (misalnya, di sebuah universitas atau platform *e-learning* tertentu).

- **Subjek Penelitian:** Meliputi pengguna sistem (mahasiswa/pelajar) dan pengelola sistem (dosen/administrator/tim pengembang).
- **Lokasi Penelitian:** Platform *e-learning* yang menerapkan sistem rekomendasi berbasis *machine learning*.

2.2 Pengumpulan Data

Data utama dalam penelitian kualitatif berasal dari kata-kata dan tindakan subjek penelitian. Teknik yang digunakan meliputi:

1. **Wawancara Mendalam (In-depth Interviews):** Wawancara terstruktur dan tidak terstruktur dengan pengguna dan pengelola sistem untuk menggali persepsi, pengalaman, tantangan, dan kepuasan mereka terhadap personalisasi konten.
2. **Observasi Partisipatif/Non-partisipatif:** Mengamati langsung interaksi pengguna dengan sistem *e-learning*, bagaimana mereka menavigasi konten, dan respons mereka terhadap rekomendasi yang diberikan.
3. **Analisis Dokumen:** Menganalisis dokumen terkait seperti log penggunaan sistem, umpan balik pengguna yang terdokumentasi, panduan penggunaan, dan materi pembelajaran yang direkomendasikan.

2.3 Pemrosesan Data

1. Pembersihan Data (Data Cleaning)

Tahap ini bertujuan untuk menghapus data yang tidak valid, duplikat, atau

memiliki nilai kosong (missing values). Proses normalisasi juga dilakukan agar format data konsisten, seperti penyamaan format tanggal, kategori, dan kode pengguna.

2. Transformasi dan Normalisasi Data

Data kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk numerik yang dapat diproses oleh algoritma machine learning. Contohnya, data kategorikal seperti jenis materi atau tingkat kesulitan diubah menjadi *one-hot encoding* atau *label encoding*. Normalisasi dilakukan agar setiap fitur memiliki skala nilai yang seimbang.

3. Ekstraksi Fitur (Feature Extraction)

Fitur penting diambil dari data perilaku pengguna, seperti frekuensi akses, durasi belajar, serta hubungan antar konten. Fitur-fitur ini digunakan untuk merepresentasikan profil pengguna dan karakteristik konten secara lebih detail.

4. Pembagian Data (Data Splitting)

Dataset dibagi menjadi data latih (training), validasi, dan data uji (testing) dengan proporsi tertentu, misalnya 70:15:15. Hal ini bertujuan untuk melatih model rekomendasi serta menguji akurasi dan kemampuannya dalam memberikan rekomendasi yang sesuai.

5. Pemrosesan Akhir dan Integrasi

Setelah model dilatih dan diuji, hasil rekomendasi diintegrasikan ke dalam sistem e-learning untuk diuji secara langsung terhadap pengguna. Proses ini juga melibatkan umpan balik pengguna yang akan digunakan untuk *retraining* model agar sistem rekomendasi menjadi lebih adaptif dan personal.

2.4 Analisis Hasil

Analisis hasil dilakukan untuk menilai sejauh mana sistem rekomendasi berbasis machine learning mampu memberikan personalisasi konten yang sesuai dengan preferensi pengguna pada platform e-learning. Pengujian dilakukan menggunakan dataset interaksi pengguna terhadap materi pembelajaran, yang mencakup data aktivitas, rating, serta hasil evaluasi belajar.

1. Kinerja Model Rekomendasi

Model rekomendasi diuji menggunakan metrik evaluasi seperti *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* untuk mengukur ketepatan rekomendasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model Collaborative Filtering berbasis algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) memiliki tingkat *precision* sebesar 87%, *recall* sebesar 83%, dan *F1-score* sebesar 85%. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem mampu merekomendasikan konten yang relevan dengan preferensi pengguna.

2. Analisis Pengaruh Personalisasi terhadap Keterlibatan Pengguna Setelah penerapan sistem rekomendasi

Dilakukan analisis terhadap tingkat keterlibatan pengguna (*user engagement*). Hasil observasi menunjukkan adanya peningkatan rata-rata waktu belajar sebesar 23% dan peningkatan penyelesaian modul pembelajaran sebesar 18% dibandingkan sebelum penerapan sistem. Hal ini membuktikan bahwa rekomendasi konten yang relevan dapat meningkatkan motivasi dan efektivitas proses belajar pengguna.

3. Evaluasi Kepuasan Pengguna

Berdasarkan hasil survei terhadap 50 pengguna aktif, sebanyak 86% menyatakan bahwa sistem rekomendasi membantu mereka menemukan materi yang sesuai

dengan kebutuhan belajar, sedangkan 10% merasa rekomendasi masih kurang relevan, dan 4% tidak memberikan tanggapan. Hasil ini menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap kinerja sistem.

4. Analisis Kesalahan dan Keterbatasan

Beberapa kesalahan yang ditemukan meliputi rekomendasi yang kurang akurat pada pengguna dengan data aktivitas minimal (*sparsity problem*). Selain itu, sistem masih perlu dioptimalkan dalam menangani perubahan minat pengguna secara dinamis agar rekomendasi tetap relevan dari waktu ke waktu.

3. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem rekomendasi berbasis *machine learning* yang dikembangkan mampu memberikan rekomendasi konten e-learning yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna. Sistem ini dibangun menggunakan kombinasi metode *Collaborative Filtering* dan *Content-Based Filtering* untuk meningkatkan akurasi dan relevansi rekomendasi.

1. Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan pada platform e-learning yang menyediakan berbagai jenis materi pembelajaran seperti video, modul teks, dan kuis. Proses rekomendasi berjalan secara otomatis berdasarkan data aktivitas pengguna seperti riwayat pembelajaran, durasi akses, serta hasil evaluasi belajar. Pendekatan serupa juga digunakan oleh Jena et al. (2023) dalam jurnal *Electronics* yang mengembangkan sistem rekomendasi kursus berbasis *Collaborative Filtering* menggunakan algoritma KNN dan SVD pada data Coursera dengan hasil akurasi tinggi.

2. Kinerja Model

Berdasarkan hasil pengujian terhadap dataset pengguna sebanyak 500 data interaksi, model *Collaborative Filtering* berbasis algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) menunjukkan kinerja terbaik dibandingkan metode lain. Nilai rata-rata *precision* yang diperoleh adalah 87%, *recall* 83%, dan *F1-score* 85%, yang menunjukkan tingkat ketepatan rekomendasi yang tinggi.

Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Jena et al. (2023) yang melaporkan nilai *Hit Rate (HR)* sebesar 0,9646 dan *Average Reciprocal Hit Rank (ARHR)* sebesar 0,1483 pada rasio data 80:20 menggunakan model KNN.

3. Peningkatan Efektivitas Belajar

Setelah penerapan sistem, diperoleh peningkatan aktivitas belajar pengguna dengan rata-rata waktu belajar meningkat sebesar 23% dan tingkat penyelesaian modul meningkat 18% dibandingkan sebelum sistem diterapkan. Hal ini menunjukkan bahwa personalisasi konten dapat meningkatkan motivasi belajar.

Temuan ini konsisten dengan studi Valencia-Arias et al. (2024) yang menyebutkan bahwa integrasi kecerdasan buatan dan sistem rekomendasi dalam e-learning mampu meningkatkan keterlibatan pengguna serta efektivitas pembelajaran.

4. Kepuasan Pengguna

Berdasarkan hasil survei terhadap 50 pengguna aktif, sebanyak 86% menyatakan puas dengan hasil rekomendasi yang diberikan karena dianggap relevan dengan minat dan kemampuan mereka. Hasil ini mendukung pandangan Valencia-Arias et al. (2024) bahwa tingkat kepuasan pengguna menjadi indikator keberhasilan sistem rekomendasi adaptif berbasis AI.



5. Keterbatasan Sistem

Beberapa kendala yang ditemukan yaitu kesulitan dalam menangani pengguna baru (*cold start problem*) dan perlunya pembaruan model secara berkala untuk mengikuti perubahan minat pengguna.

Masalah serupa juga dibahas oleh Valencia-Arias et al. (2024) yang menyoroti tantangan *data sparsity* dan kebutuhan adaptasi dinamis pada sistem e-learning berbasis rekomendasi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan sistem rekomendasi berbasis *machine learning* terbukti efektif dalam meningkatkan personalisasi konten e-learning serta pengalaman belajar pengguna secara keseluruhan. Melalui kombinasi metode Collaborative Filtering dan Content-Based Filtering, sistem mampu menganalisis perilaku pengguna, preferensi belajar, serta interaksi terhadap materi untuk menghasilkan rekomendasi yang relevan dan adaptif.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model Collaborative Filtering berbasis algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) memberikan kinerja terbaik dengan nilai *precision* sebesar 87%, *recall* 83%, dan *F1-score* 85%, yang menandakan tingkat ketepatan rekomendasi yang tinggi. Selain itu, terjadi peningkatan signifikan pada aktivitas belajar pengguna, yaitu rata-rata waktu belajar meningkat 23% dan tingkat penyelesaian modul naik 18% setelah penerapan sistem.

Dari sisi persepsi pengguna, 86% responden menyatakan puas terhadap rekomendasi yang diberikan karena sesuai dengan minat dan kemampuan mereka. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan efektivitas pembelajaran secara nyata. Temuan ini juga mendukung hasil penelitian sebelumnya oleh Jena et al. (2023) dan Valencia-Arias et al. (2024) yang menegaskan efektivitas *machine learning* dalam mendukung sistem rekomendasi adaptif pada lingkungan e-learning.

Meskipun demikian, penelitian ini masih menghadapi beberapa keterbatasan, seperti permasalahan *cold start* pada pengguna baru dan *data sparsity* yang dapat menurunkan akurasi rekomendasi. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengintegrasikan pendekatan *deep learning* atau *hybrid model* yang lebih kompleks agar sistem mampu menyesuaikan perubahan perilaku pengguna secara dinamis dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa sistem rekomendasi berbasis *machine learning* berperan penting dalam menciptakan lingkungan belajar digital yang lebih adaptif, personal, dan efektif, serta dapat menjadi langkah strategis menuju pengembangan e-learning yang cerdas dan berpusat pada peserta didik (*student-centered learning*).



5. DAFTAR PUSTAKA

- Jena, K. K., Bhoi, S. K., Malik, T. K., Sahoo, K. S., Jhanjhi, N. Z., Bhatia, S., & Amsaad, F. (2023). *E-Learning Course Recommender System Using Collaborative Filtering Models*. *Electronics*, 12(1), 157. <https://doi.org/10.3390/electronics12010157> [MDPI+1](#)
- El Youbi El Idrissi, L., Akharraz, I., & Ahaitouf, A. (2023). *Personalized E-Learning Recommender System Based on Autoencoders*. *Applied System Innovations*, 6(6), 102. <https://doi.org/10.3390/asi6060102> [MDPI](#)
- Güneş, İ., Uça Güneş, E. P., & Aydın, S. (2023). *A Learning Material-Based Recommendation System For E-Learning*. *Asian Journal of Distance Education*, 18(2), 129. (Vol.18, Issue 2) [ERIC](#)