

OPTIMASI REKOMENDASI PRODUK MENGGUNAKAN ALGORITMA COLLABORATIVE FILTERING PADA PLATFORM MARKETPLACE

Salma Ashillah¹, Steven Adventino Gulo², Clara Kresensia Panjaitan³, Febrina Suleho⁴, Yoseph Cristian Sitanggang⁵, Arnita⁶, Fanny Ramadhani⁷
silaksp26@gmail.com¹, stevenadventgulo@gmail.com², ckresensia@gmail.com³,
febrinasuleho26@gmail.com⁴, yosephchristiansitanggang@gmail.com⁵, arnita@unimed.ac.id⁶,
fannyr@unimed.ac.id⁷

Universitas Negeri Medan

ABSTRAK

Penelitian ini membahas implementasi dan evaluasi sistem rekomendasi produk pada platform marketplace menggunakan pendekatan Collaborative Filtering (CF), khususnya User-Based dan Item-Based Collaborative Filtering. Dataset yang digunakan terdiri dari 500 data interaksi, namun hanya 20 data yang digunakan sebagai sampel pengujian. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk membandingkan kinerja kedua pendekatan dalam menghasilkan rekomendasi produk yang relevan. Evaluasi dilakukan menggunakan tiga metrik: Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), dan Precision@10. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai MAE dan RMSE pada kedua pendekatan identik, masing-masing sebesar 3.8610 dan 4.0134, yang menunjukkan bahwa tingkat kesalahan prediksi keduanya serupa. Namun, pada metrik Precision@10, pendekatan Item-Based memiliki performa lebih baik dengan skor 0.80 dibandingkan User-Based yang hanya mencapai 0.60. Hal ini menunjukkan bahwa rekomendasi berdasarkan kemiripan produk lebih relevan di posisi 10 teratas, yang krusial dalam konteks marketplace. Visualisasi rekomendasi juga disajikan untuk memberikan gambaran lebih jelas tentang produk-produk yang dihasilkan sistem. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami efektivitas pendekatan CF dalam sistem rekomendasi skala kecil serta membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dengan data yang lebih besar dan parameter yang dioptimalkan.

Kata Kunci: Penyaringan Kolaboratif, Evaluasi Sistem, Marketplace, Presisi@10, Rekomendasi Produk.

ABSTRACT

This study discusses the implementation and evaluation of a product recommendation system on a marketplace platform using Collaborative Filtering (CF) methods, specifically User-Based Collaborative Filtering (UBCF) and Item-Based Collaborative Filtering (IBCF). The original dataset contained 500 user-product interaction records, but only 20 randomly selected data points were used for testing purposes. The main goal of the research is to compare the performance of both approaches in generating relevant product recommendations. The system's performance was evaluated using three key metrics: Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), and Precision@10. Results showed that both UBCF and IBCF achieved identical values for MAE and RMSE 3.8610 and 4.0134, respectively indicating a similar level of prediction error. However, IBCF outperformed presenting relevant products among the top 10 suggestions, which is critical in a marketplace context where users are more likely to engage with top-listed items. A visualization of the recommended products was also provided to offer better insight into the system's output. This study contributes to understanding the effectiveness of CF techniques in small-scale systems and highlights the potential for further development using larger datasets and optimized model parameters.

Keywords: Collaborative Filtering, Evaluation, Marketplace, Precision@10, Product Recommendation.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai sektor, salah satunya adalah e-commerce. Dalam beberapa tahun terakhir, pertumbuhan platform marketplace di Indonesia semakin meningkat seiring dengan kemudahan akses internet dan meningkatnya transaksi digital. Kondisi ini menyebabkan pengguna sering dihadapkan pada pilihan produk yang sangat banyak sehingga menimbulkan permasalahan information overload [1]. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan suatu sistem yang mampu memberikan rekomendasi produk yang relevan bagi pengguna, yaitu sistem rekomendasi.

Sistem rekomendasi adalah sistem penyaringan informasi yang menangani masalah kelebihan informasi dengan memfilter fragmen informasi penting dari sejumlah besar informasi yang dihasilkan secara dinamis sesuai dengan preferensi pengguna, minat atau perilaku yang diamati tentang item [2]. Sistem ini telah banyak diterapkan pada berbagai platform seperti toko buku, film, makanan, fashion, pariwisata, hingga aksesoris smartphone. Pada prinsipnya, sistem rekomendasi memiliki tiga pendekatan utama, yaitu content-based filtering, collaborative filtering, dan hybrid filtering. Dari ketiganya, collaborative filtering menjadi pendekatan yang paling banyak digunakan karena mampu memberikan rekomendasi berdasarkan pola atau kesamaan perilaku antar pengguna maupun antar item.

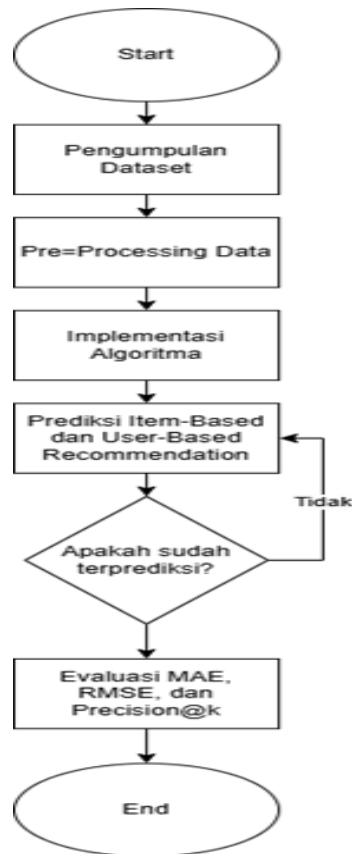
Collaborative filtering terbagi menjadi dua jenis, yaitu user-based dan item-based [3]. User-based collaborative filtering memberikan rekomendasi berdasarkan kemiripan antar pengguna, sedangkan item-based collaborative filtering memberikan rekomendasi berdasarkan kemiripan antar item berdasarkan rating yang diberikan oleh pengguna [4]. User-based filtering mengasumsikan bahwa cara untuk menemukan item yang menarik bagi user tertentu adalah dengan mencari user lain yang memiliki minat yang sama. Jadi, User-based filtering mencoba untuk menemukan user lain berdasarkan pada user similarity dan kemudian setiap nilai rating dari user lain akan dijadikan bahan rekomendasi bagi user aktif [5]. bersandar pada relasi antar item, dianalisa dari informasi historis sehingga pembelian dari suatu item mengarahkan pembelian terhadap item lain (himpunan item). Rekomendasi didasarkan pada fakta bahwa seorang user cenderung memilih item yang mirip dengan item-item yang telah dipilihnya di masa lampau [6].

Metode Collaborative Filtering pada sistem rekomendasi penjualan mebel berbasis e-commerce. Sistem ini memberikan rekomendasi produk berdasarkan kemiripan preferensi antar pengguna dan berhasil menyarankan hingga tiga produk yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa collaborative filtering efektif dalam mengenali pola pembelian pelanggan serta meningkatkan relevansi rekomendasi. Temuan ini memperkuat penerapan metode serupa dalam pengembangan sistem rekomendasi produk pada platform marketplace, seperti yang dilakukan dalam penelitian ini [7]. Dalam hal ini sistem rekomendasi menggunakan metode collaborative filtering dipilih karena metode ini memiliki kelebihan yaitu rekomendasi akan tetap berkerja dalam keadaan dimana konten sulit dianalisis sekalipun dan hasil akan lebih akurat jika jumlah data yang digunakan banyak serta pengguna yang memberikan rating juga banyak [8].

penelitian ini akan membahas penerapan dan optimasi algoritma collaborative filtering dalam konteks platform marketplace. Tujuannya adalah untuk meningkatkan akurasi dan relevansi rekomendasi produk, serta mengurangi beban pengguna dalam memilih produk yang sesuai kebutuhan mereka.

METODOLOGI

Flowchart



Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian tahapan sistematis yang dimulai dari pengumpulan data, pengolahan data, penerapan algoritma, hingga evaluasi hasil rekomendasi. Tahap awal dimulai dengan pengumpulan dataset yang memuat interaksi pengguna terhadap produk, seperti klik, pemberian rating, maupun riwayat transaksi pembelian. Dataset tersebut dapat diperoleh dari sumber terbuka seperti MovieLens atau Amazon Review Dataset, atau dari data internal platform marketplace apabila tersedia. Data ini menjadi landasan utama dalam proses pembangunan sistem rekomendasi.

Setelah data terkumpul, dilakukan proses preprocessing guna memastikan data yang digunakan bersih dan siap untuk dianalisis. Proses ini mencakup penghapusan data duplikat dan nilai kosong, normalisasi skala rating jika diperlukan, serta penyusunan data ke dalam format matriks interaksi pengguna-produk. Matriks ini merepresentasikan preferensi masing-masing pengguna terhadap produk-produk tertentu, yang nantinya akan digunakan dalam penerapan metode rekomendasi.

Tahap selanjutnya adalah implementasi algoritma Collaborative Filtering. Dua pendekatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah User-Based Collaborative Filtering dan Item-Based Collaborative Filtering. Pendekatan User-Based bekerja dengan mencari kemiripan pola interaksi antar pengguna, sehingga sistem dapat merekomendasikan produk yang disukai oleh pengguna lain dengan selera serupa. Sementara itu, pendekatan Item-Based menghitung kesamaan antar produk berdasarkan interaksi pengguna, dan

merekomendasikan produk-produk yang mirip dengan produk yang telah disukai atau digunakan sebelumnya.

Dalam pengembangan sistem ini, pendekatan Collaborative Filtering dipilih karena kemampuannya dalam menangani data eksplisit seperti rating. Selain itu, pendekatan hybrid yang menggabungkan Collaborative Filtering dan Content-Based Filtering telah terbukti efektif dalam mengatasi masalah cold start dan sparsity pada sistem rekomendasi, seperti yang ditunjukkan oleh Rachmaniar et al. [18]. [19] juga menunjukkan bahwa integrasi analisis sentimen dengan Collaborative Filtering dapat menghasilkan rekomendasi yang lebih personal dan kontekstual, meskipun pendekatan tersebut belum diterapkan dalam penelitian ini.

Setelah sistem rekomendasi diimplementasikan, dilakukan evaluasi untuk mengukur performa dari masing-masing pendekatan yang digunakan. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan tiga metrik utama, yaitu Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), dan Precision@10. MAE digunakan untuk mengukur rata-rata selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual, memberikan gambaran umum mengenai akurasi sistem. RMSE menghitung akar dari rata-rata kuadrat selisih prediksi dan aktual, yang lebih sensitif terhadap kesalahan besar. Precision@10 mengukur proporsi item relevan yang berhasil direkomendasikan dalam sepuluh posisi teratas hasil sistem. Ketiga metrik ini digunakan untuk membandingkan efektivitas pendekatan User-Based dan Item-Based dalam memberikan rekomendasi yang akurat dan relevan.

Melalui tahapan-tahapan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas metode Collaborative Filtering dalam sistem rekomendasi produk, khususnya dalam konteks skala data yang terbatas namun tetap relevan untuk implementasi di platform marketplace.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Collaborative Filtering

Pada penelitian ini, dua pendekatan utama dari algoritma Collaborative Filtering (CF) diterapkan, yaitu User-Based Collaborative Filtering (UBCF) dan Item-Based Collaborative Filtering (IBCF). Kedua metode ini diterapkan pada dataset interaksi pengguna terhadap produk di sebuah platform marketplace. Dataset awal terdiri dari 500 data interaksi pengguna dan produk. Namun, untuk tujuan pengujian dan efisiensi, sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 20 data yang mencakup kombinasi antara user_id, item_id, dan rating. Dataset ini dipilih secara acak.

User-Based Collaborative Filtering (UBCF)

Memberikan rekomendasi berdasarkan kesamaan preferensi antar pengguna yang memiliki perilaku serupa.

Item-Based Collaborative Filtering (IBCF)

Memberikan rekomendasi berdasarkan kemiripan antar produk yang telah diberikan rating oleh pengguna.

Hasil Rekomendasi Produk

Sistem ini menghasilkan rekomendasi produk untuk masing-masing pengguna, dengan pendekatan User-Based dan Item-Based. Berikut adalah contoh hasil rekomendasi untuk beberapa pengguna:

Tabel 1. Rekomendasi Produk untuk Setiap User

User ID	Item-Based	User-Based
AEC6UDCEAUIBIFHGQDQ4 KR67GC4A	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK
AHRKSUOZXKKDERRY3V ZBVMMWX37Q	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK
AH4F4OZIOIIBXGLL6IZIJA XSTDXA	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK
AEGBGS574C35NMBICCM QLC5ODEKQ	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK
AGM7ETOYBL3UFKCLZW3 6JM6POQ6A	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK

AHM4G7MHKTEAZ7KQ6A DSZOTL5BEA	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK
AHHYFEVKBVQB52YMNN KAZT6C75LA	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK
AGZ54F47MOFAEMWXXR7 6OUBC75SQ	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK	B0B61GCHC1, B09HCH3JZG, B014I8SSD0, B00NH11KIK, B07GQD4K6L, B09LQQYNZQ, B095RTJH1M, B0993BB11X, B08ZN4B121, B005LJQMCK

Produk yang direkomendasikan di atas dihitung berdasarkan pola interaksi pengguna dan kemiripan produk. Pendekatan User-Based menyarankan produk yang relevan berdasarkan perilaku pengguna lain yang memiliki preferensi serupa, sementara Item-Based merekomendasikan produk berdasarkan kemiripan produk yang telah digunakan oleh pengguna sebelumnya.

Hasil Evaluasi Kinerja Sistem

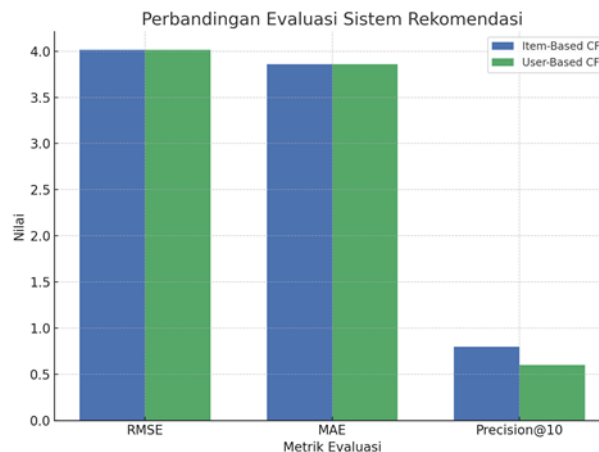
Evaluasi sistem dilakukan dengan menggunakan tiga metrik evaluasi utama untuk mengukur performa model, yaitu Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), dan Precision@10. Hasil evaluasi ini mencerminkan sejauh mana prediksi model mendekati nilai aktual dan seberapa relevan rekomendasi yang diberikan. Pendekatan penggunaan metrik gabungan ini telah dibuktikan dalam penelitian sebelumnya sebagai cara yang efektif untuk mengukur kinerja sistem rekomendasi secara menyeluruh [20].

Tabel 2. Hasil Evaluasi Model

Metrik	Item-Based CF	User-Based CF
RMSE	4,0134	4,0134
MAE	3,8610	3,8610
Precision@10	0,80	0,60

Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa baik Item-Based Collaborative Filtering (CF) maupun User-Based CF memiliki performa yang serupa pada beberapa metrik. Nilai RMSE (Root Mean Square Error) yang identik pada kedua metode, yaitu 4.0134, menunjukkan bahwa keduanya menghasilkan kesalahan prediksi yang hampir sama dalam konteks dataset ini, dengan nilai RMSE yang lebih tinggi mengindikasikan kesalahan prediksi yang lebih besar. Selain itu, MAE (Mean Absolute Error) yang juga identik pada

kedua pendekatan dengan nilai 3.8610, menunjukkan bahwa kesalahan rata-rata absolut pada kedua metode tidak berbeda. Namun, pada metrik Precision@10, Item-Based CF menunjukkan nilai yang lebih tinggi (0.80) dibandingkan User-Based CF yang hanya 0.60. Ini mengindikasikan bahwa Item-Based lebih efektif dalam menyarankan produk yang relevan di posisi 10 teratas, yang sangat penting dalam sistem rekomendasi marketplace, di mana produk-produk teratas memainkan peran besar dalam pengambilan keputusan pengguna.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Nilai RMSE, MAE, dan Precision@10 antara User-Based dan Item-Based CF

Meskipun nilai error rata-rata sama, perbedaan Precision@10 menunjukkan bahwa pendekatan item-based lebih efektif dalam konteks nyata seperti marketplace, di mana urutan produk penting dalam menarik klik dan pembelian.

Penyajian Hasil Rekomendasi Produk

Untuk mempermudah pemahaman dan interpretasi hasil, rekomendasi produk disajikan dalam bentuk tabel. Tabel ini mencakup Produk ID, Nama Produk, Kategori, dan Rating dari produk yang direkomendasikan oleh sistem menggunakan pendekatan Item-Based. Penambahan kolom Rating bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kualitas atau popularitas produk berdasarkan penilaian pengguna sebelumnya. Dengan informasi ini, pengguna dapat memilih produk yang lebih sesuai dengan preferensi mereka, serta memberikan konteks yang lebih mendalam tentang relevansi rekomendasi produk yang dihasilkan oleh sistem.

Tabel 3. Hasil Rekomendasi Produk Berdasarkan Item-Based Collaborative Filtering

Produk ID	Nama Produk Singkat	Kategori Umum	Rating
B0B61GCHC1	LS LAPSTER Kabel USB Morpho	Kabel USB – Biometrik	4,3
B09HCH3JZG	Bestor HDMI 2.1 8K – 1 Meter	Kabel HDMI – Elektronik	4,4
B014I8SSD0	Amazon HDMI High-Speed 6 Ft	Kabel HDMI – Elektronik	4,4
B00NH11KIK	Amazon USB 2.0 A to B – 6 Ft	Kabel USB – Komputer	4,5
B07GQD4K6L	boAt Earphone Kabel dengan Mic	Headphone – In-Ear	4,1

B09LQQYNZQ	Realme Smart TV Stick 4K	Streaming Media – TV	4,5
B095RTJH1M	Spigen Tempered Glass iPhone (2 Pack)	Pelindung Layar – Aksesori HP	4,6
B0993BB11X	Ambrane Power Bank 10000mAh – 20W Fast Charge	Power Bank – Aksesori HP	4,0
B0B8ZN4Z4B	WeCool Selfie Stick + Tripod Bluetooth	Tripod – Aksesori HP	3,8
B005LJJQMCK	BlueRigger Kabel Audio Digital Toslink – 1 Meter	Kabel Audio Optik – Home Theater	4,2

Analisis Perbandingan Kinerja Sistem Rekomendasi Kesesuaian Hasil Rekomendasi

Hasil rekomendasi menunjukkan bahwa meskipun Item-Based dan User-Based memberikan rekomendasi produk yang hampir identik, ada perbedaan yang dapat dilihat pada metrik Precision@10. Pendekatan Item-Based menghasilkan nilai yang lebih tinggi, yang menunjukkan bahwa rekomendasi produk pada posisi top-10 lebih relevan untuk pengguna. Ini mengindikasikan bahwa berdasarkan kemiripan antar produk, sistem mampu menyarankan produk yang lebih sesuai dengan preferensi pengguna.

Kesamaan Nilai MAE dan RMSE

- Meskipun nilai MAE dan RMSE untuk kedua pendekatan sama, hal ini bisa dijelaskan oleh faktor berikut:
- Dataset yang digunakan relatif kecil (hanya 20 data) sehingga pola interaksi antar pengguna dan produk menjadi cukup seragam.
- Model dilatih dengan parameter default dan tidak melalui fine-tuning, sehingga kesalahan prediksi pada kedua model cenderung serupa.

Analisis Precision@10

Nilai Precision@10 yang lebih tinggi pada Item-Based mengindikasikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan berdasarkan kemiripan produk memberikan hasil yang lebih relevan bagi pengguna pada posisi rekomendasi teratas. Ini penting dalam konteks marketplace, karena seringkali pengguna tertarik untuk mengeksplorasi produk yang terletak pada urutan atas.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma Collaborative Filtering dapat diimplementasikan secara efektif dalam sistem rekomendasi produk berbasis interaksi pengguna di platform marketplace, dengan menggunakan dua pendekatan utama: User-Based dan Item-Based. Kedua pendekatan mampu menghasilkan rekomendasi yang relevan terhadap kebutuhan pengguna, meskipun hasilnya cenderung identik akibat keterbatasan jumlah data yang digunakan (hanya 20 interaksi). Evaluasi performa menggunakan metrik RMSE dan MAE memperlihatkan bahwa akurasi prediksi rating dari kedua pendekatan berada pada tingkat kesalahan yang sama (RMSE = 4.0134, MAE = 3.8610). Namun, Item-Based Collaborative Filtering menunjukkan nilai Precision@10 yang lebih tinggi (0.80 dibanding 0.60), mengindikasikan kemampuannya dalam menghasilkan rekomendasi yang

lebih relevan pada posisi 10 teratas. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan Item-Based lebih unggul dalam konteks e-commerce, di mana urutan produk memengaruhi keputusan pembelian pengguna.

Adapun kelebihan dari pendekatan Item-Based adalah konsistensinya dalam menghasilkan rekomendasi berdasarkan kemiripan produk, yang bermanfaat terutama saat menghadapi pengguna baru (cold start). Di sisi lain, User-Based lebih bersifat personal karena memanfaatkan kesamaan preferensi antar pengguna, meskipun kinerjanya cenderung menurun dalam kondisi data yang sangat jarang (sparse). Penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti ukuran dataset yang kecil, belum diterapkannya teknik tuning parameter, serta terbatasnya metrik evaluasi. Oleh karena itu, untuk pengembangan ke depan, disarankan agar penelitian dilakukan dengan dataset yang lebih besar dan beragam, menerapkan optimasi parameter untuk meningkatkan akurasi model, serta mengeksplorasi pendekatan hybrid guna menggabungkan kelebihan kedua metode sekaligus, sehingga sistem rekomendasi yang dihasilkan menjadi lebih akurat, adaptif, dan andal dalam skenario nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Prasetyo, H. Haryanto, S. Astuti, E. Z. Astuti, and Y. Rahayu, "Implementasi metode item-based collaborative filtering dalam pemberian rekomendasi calon pembeli aksesoris smartphone," *Jurnal Eksplora Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 17–24, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30864/eksplora.v9i1.244>
- P. A. S. Sukmawati, L. Hiryanto, and V. C. Mawardi, "Implementasi metode collaborative filtering based untuk sistem rekomendasi buku fiksi," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 2, pp. 1–10, 2022. [Online]. Available: <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/52707706/1c0927c4-8246-4379-b2bb-2f11590b2cfc/j8.pdf>
- F. Nugroho and M. I. Rahayu, "Sistem rekomendasi produk UKM di Kota Bandung menggunakan algoritma collaborative filtering," *JURSISTEKNI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 23–31, 2020. [Online]. Available: <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/52707706/fb43b65a-4a78-4658-9657-783eb76986a9/j4.pdf>
- Y. V. L. Jaja, B. Susanto, and L. R. Sasongko, "Penerapan metode item-based collaborative filtering untuk sistem rekomendasi data MovieLens," *d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi*, vol. 9, no. 2, pp. 78–83, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian/article/view/28191>
- M. I. Wardah and S. D. Putra, "Implementasi machine learning untuk rekomendasi film di IMDB menggunakan collaborative filtering berdasarkan analisa sentimen IMDB," *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, vol. 2, no. 3, pp. 243–249, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v2i3.868>
- L. Dzumiroh and R. Saptono, "Penerapan metode collaborative filtering menggunakan rating implisit pada sistem perekomendasi pemilihan film di rental VCD," *Jurnal ITSMART*, vol. 1, no. 2, pp. 54–59, Dec. 2012.
- H. Februariyanti, A. D. Laksono, J. S. Wibowo, and M. S. Utomo, "Implementasi metode collaborative filtering untuk sistem rekomendasi penjualan pada toko mebel," *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 43–50, 2021. [Online]. Available: <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/52707706/a85d19c1-07f9-40e2-8aba-dec96c22ba81/j5.pdf>
- M. Khusnah, R. Gernowo, and B. Surarso, "Implementasi e-commerce dengan sistem informasi rekomendasi menggunakan metode collaborative filtering untuk pengembangan penjualan pada UMKM," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 15, no. 1, pp. 134–141, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.21456/vol15iss1pp134-141>
- C. Koloman, R. Maulana, R. D. Z. Putri, dan W. A. Harahap, "Sistem Rekomendasi Pekerjaan di

- bidang IT Menggunakan Algoritma Content-Based Filtering," *Journal of Creative Student Research (JCSR)*, vol. 1, no. 6, pp. 78–88, Des. 2023, doi: 10.55606/jcsrpolitama.v1i6.2992.
- E. A. R. Kasim, Statiswaty, N. Ransi, dan Isnawaty, "Sistem Rekomendasi Produk UMKM Menggunakan Algoritma User-Based Collaborative Filtering Berbasis Website," *Jurnal Sisfotenika*, vol. 14, no. 2, pp. 152–155, Jul. 2024, doi: 10.30700/sisfotenika.v14i2.447.
- N. K. Ayyiyah, R. Kusumaningrum, dan R. Rismiyati, "Film Recommender System Menggunakan Metode Neural Collaborative Filtering," *Jurnal Ilmiah XYZ* (gantilah dengan nama jurnal yang sebenarnya jika ada), 2025.
- F. R. Hariri dan L. W. Rochim, "Sistem Rekomendasi Produk Aplikasi Marketplace Berdasarkan Karakteristik Pembeli Menggunakan Metode User-Based Collaborative Filtering," *TEKNIKA: Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 3, pp. 208–217, Nov. 2022.
- M. T. Hidayat dan Supriyono, "Manajemen Populasi Kucing Liar Melalui Collaborative Filtering untuk Kesehatan dan Ekosistem Lokal," *INDEXIA: Informatic and Computational Intelligent Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 12–21, Mei 2024.
- M. R. Waskito, A. D. Rahajoe, dan A. L. Nurlaili, "Implementasi Metode Collaborative Filtering Menggunakan Algoritma Cosine Similarity dan Jaccard Similarity pada Sistem E-Commerce," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, no. 3S1, pp. 4307–4310, Okt. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3S1.5315.
- K. R. Putra dan I. F. Rahman, "Pemanfaatan Metode Collaborative Filtering dengan Algoritma KNN pada Sistem Rekomendasi Produk," *MIND: Multimedia Artificial Intelligent Networking Database Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 113–123, Jun. 2024.
- C. Y. Hazizah dan T. Widiyaningtyas, "Analisis Metode Collaborative Filtering Menggunakan KNN dan SVD++ untuk Rekomendasi Produk E-commerce Tokopedia," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 595–604, Dec. 2024.
- L. R. Cahyo, A. Lisdiyanto, dan M. M. Alamin, "Pengembangan Sistem Rekomendasi Thrifting pada E-Commerce Menggunakan Metode Collaborative Filtering," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 3, pp. 4523–4525, Jun. 2025.
- A. Rachmaniar, S. Widayati, dan K. Rokoyah, "Sistem Rekomendasi Produk E-Commerce Menggunakan Collaborative Filtering dan Content-Based Filtering," *J. of Information System, Informatics and Computing (JISICOM)*, vol. 9, no. 1, pp. 40–54, 2025. [Online]. Tersedia: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id>
- E. S. Phalguna Krishna et al., "Enhancing E-commerce Recommendations with Sentiment Analysis using MLA-EDTCNet and Collaborative Filtering," *Scientific Reports*, vol. 15, no. 6739, 2025. doi: 10.1038/s41598-025-91275-7
- W.-E. Kong, T.-E. Tai, P. Naveen, dan H. A. Santoso, "Performance Evaluation on E-Commerce Recommender System based on KNN, SVD, CoClustering and Ensemble Approaches," *Journal of Informatics an.*