

Implementasi User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity untuk Sistem Rekomendasi Produk pada Marketplace Botol Plastik Berbasis Web

Ridho Alvin Saputra

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi,
Universitas Semarang
ridho.alvinsaputra@gmail.com

ABSTRACT

The development of web-based marketplaces has increased the number of available products, making it difficult for users to find products that match their needs and preferences. This condition creates information overload, which can reduce the effectiveness of product searching in marketplaces. This study aims to implement the User-Based Collaborative Filtering method with Cosine Similarity in a product recommendation system for a web-based plastic bottle marketplace. The research used a quantitative method with an implementation approach using real rating data from the marketplace consisting of 108 ratings, 36 users, and 15 products with a sparsity level of 80%. The research stages included building a user-product matrix, calculating cosine similarity, selecting $K=5$ neighbors, and predicting ratings using weighted average. The results showed that the system was able to generate product recommendations based on user preference similarities with the highest similarity value of 0.9939 and the highest predicted rating of 5.0000. The study also found that high sparsity caused many user pairs to have only a few co-rated items, resulting in trivial similarity values of 1.0000. Therefore, the User-Based Collaborative Filtering method with Cosine Similarity can be implemented in a web-based plastic bottle marketplace to support personalized product recommendations.

Keywords: collaborative filtering, cosine similarity, marketplace, recommendation system, user-based collaborative filtering

ABSTRAK

Perkembangan marketplace berbasis web menyebabkan jumlah produk yang tersedia semakin banyak sehingga pengguna sering mengalami kesulitan dalam menemukan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensinya. Kondisi tersebut menimbulkan information overload yang dapat menurunkan efektivitas proses pencarian produk pada marketplace. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity pada sistem rekomendasi produk marketplace botol plastik berbasis web. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan implementatif menggunakan data rating nyata dari marketplace yang terdiri dari 108 rating, 36 user, dan 15 produk dengan tingkat sparsity sebesar 80%. Tahapan penelitian meliputi pembentukan user-product matrix, perhitungan cosine similarity, pemilihan $K=5$ neighbor, serta prediksi rating menggunakan weighted average. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan rekomendasi produk berdasarkan kemiripan preferensi pengguna dengan nilai similarity tertinggi sebesar 0.9939 dan predicted rating tertinggi sebesar 5.0000. Penelitian juga menemukan bahwa sparsity tinggi menyebabkan banyak pasangan user hanya memiliki sedikit co-rated items sehingga menghasilkan similarity trivial sebesar 1.0000. Dengan demikian, metode User-Based

Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity dapat diterapkan pada marketplace botol plastik berbasis web untuk mendukung personalisasi rekomendasi produk.

Kata kunci: *collaborative filtering, cosine similarity, marketplace, sistem rekomendasi, user-based collaborative filtering*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan internet telah mendorong transformasi besar dalam aktivitas perdagangan digital di Indonesia (Sutjiningtyas & Dharmawan, 2022). Marketplace berbasis web menjadi salah satu media utama yang digunakan masyarakat untuk melakukan transaksi jual beli secara lebih cepat, praktis, dan efisien (Roy et al., 2024). Berbagai jenis produk kini dipasarkan secara daring, termasuk produk kebutuhan industri seperti botol plastik, jerigen, galon, dan kemasan HDPE yang banyak digunakan oleh pelaku usaha makanan, minuman, kosmetik, hingga bahan kimia (Mustafa et al., 2024). Semakin banyaknya produk yang tersedia pada marketplace menyebabkan pengguna sering mengalami kesulitan dalam menemukan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensinya (Krishna et al., 2025). Kondisi tersebut menimbulkan fenomena information overload, yaitu situasi ketika pengguna dihadapkan pada terlalu banyak pilihan produk sehingga proses pengambilan keputusan menjadi kurang efektif (Chen, 2024).

Pertumbuhan e-commerce di Indonesia menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan dalam beberapa tahun terakhir (Dennis et al., 2026). Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2024 terdapat 42,02% pelaku usaha yang telah melakukan penjualan secara online dengan jumlah usaha Perdagangan Melalui Sistem Elektronik (PMSE) mencapai 4,40 juta unit usaha. Selain itu, tingkat penetrasi internet di Indonesia telah mencapai 80,66% dengan jumlah pengguna e-commerce diproyeksikan mencapai 73,06 juta pengguna pada tahun 2025 (Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2025). Statistik tersebut menunjukkan bahwa aktivitas perdagangan digital telah menjadi bagian penting dalam ekosistem ekonomi modern di Indonesia. Di sisi lain, peningkatan jumlah pengguna dan produk pada marketplace menyebabkan persaingan produk semakin tinggi sehingga dibutuhkan teknologi yang mampu membantu pengguna menemukan produk yang relevan secara personal. Sistem rekomendasi menjadi salah satu solusi yang banyak digunakan pada platform e-commerce untuk meningkatkan pengalaman pengguna dan efisiensi pencarian produk.

Marketplace botol plastik berbasis web memiliki karakteristik produk yang cukup beragam, mulai dari botol PET ukuran kecil, botol HDPE, jerigen, hingga galon kapasitas besar. Keragaman jenis, ukuran, dan fungsi produk tersebut menyebabkan pengguna membutuhkan waktu lebih lama untuk mencari produk yang sesuai dengan kebutuhannya (Harun et al., 2025). Permasalahan menjadi lebih kompleks ketika pengguna baru belum mengetahui produk mana yang paling relevan atau paling banyak diminati oleh pengguna lain dengan preferensi serupa (Putri et al., 2024). Apabila sistem marketplace hanya menampilkan produk secara umum tanpa personalisasi, maka pengguna harus melakukan pencarian manual yang kurang

efisien (Stiansyah et al., 2025). Kondisi ini dapat berdampak pada rendahnya kenyamanan pengguna dalam berbelanja dan berpotensi menurunkan tingkat transaksi pada marketplace (Kurniawan et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu mekanisme cerdas yang mampu memberikan rekomendasi produk secara otomatis berdasarkan pola interaksi dan preferensi pengguna.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem rekomendasi adalah Collaborative Filtering. Metode ini bekerja dengan memanfaatkan pola perilaku pengguna untuk menemukan hubungan preferensi antaruser tanpa perlu memahami karakteristik detail dari produk yang direkomendasikan (Alfarrel et al., 2025). User-Based Collaborative Filtering merupakan salah satu teknik collaborative filtering yang menghasilkan rekomendasi berdasarkan kemiripan antar pengguna (Hazizah & Widiyaningtyas, 2024). Apabila dua pengguna memiliki pola rating yang mirip terhadap beberapa produk, maka sistem dapat merekomendasikan produk yang disukai oleh salah satu pengguna kepada pengguna lainnya (Ramadhani et al., 2025). Pendekatan ini dinilai efektif untuk marketplace karena mampu menghasilkan rekomendasi yang bersifat personal dan dinamis sesuai aktivitas pengguna (Mustafa et al., 2024). Dalam implementasinya, pengukuran tingkat kemiripan antar pengguna dapat dilakukan menggunakan metode Cosine Similarity yang menghitung kedekatan arah vektor rating antaruser (Chen, 2024).

Meskipun metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity banyak digunakan pada sistem rekomendasi, implementasinya pada marketplace dengan jumlah data rating terbatas masih menghadapi berbagai tantangan (Rasman et al., 2026). Salah satu permasalahan utama adalah sparsity atau tingginya jumlah data kosong pada user-product matrix akibat tidak semua pengguna memberikan rating pada seluruh produk (Krishna et al., 2025). Kondisi sparsity dapat menyebabkan rendahnya jumlah co-rated items antar pengguna sehingga hasil similarity menjadi kurang representatif (Harun et al., 2025). Selain itu, pada dataset dengan overlap rating yang kecil, nilai cosine similarity dapat menghasilkan similarity sempurna secara trivial meskipun hanya didasarkan pada sedikit data yang sama (Hazizah & Widiyaningtyas, 2024). Tantangan tersebut juga muncul pada marketplace botol plastik berbasis web yang memiliki distribusi rating terbatas dan variasi preferensi pengguna yang cukup beragam (Putri et al., 2024). Oleh karena itu, implementasi sistem rekomendasi pada marketplace ini menjadi penting untuk dianalisis guna mengetahui bagaimana metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity bekerja pada kondisi dataset nyata yang memiliki tingkat sparsity tinggi.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode collaborative filtering banyak digunakan dalam pengembangan sistem rekomendasi pada platform e-commerce dan marketplace. Suhada et al. (2023) berhasil mengimplementasikan metode User-Based Collaborative Filtering pada sistem digital marketing dan menunjukkan bahwa rekomendasi produk dapat membantu pengguna menemukan produk sesuai preferensi pembelian. Hariri dan Rochim (2022) mengembangkan

sistem rekomendasi produk marketplace berdasarkan karakteristik pembeli menggunakan User-Based Collaborative Filtering dan memperoleh hasil bahwa metode tersebut mampu meningkatkan relevansi rekomendasi produk bagi pengguna. Waskito et al. (2024) menerapkan algoritma Cosine Similarity dan Jaccard Similarity pada sistem e-commerce dan menemukan bahwa cosine similarity mampu memberikan tingkat kemiripan pengguna yang lebih baik dalam proses rekomendasi produk.

Penelitian lain juga menunjukkan perkembangan implementasi collaborative filtering pada berbagai domain sistem rekomendasi berbasis web. Frediansa et al. (2025) mengembangkan sistem rekomendasi produk berbasis web menggunakan collaborative filtering dan menunjukkan bahwa kesamaan preferensi antar pembeli dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih personal. Permana (2024) melakukan perbandingan antara User-Based dan Item-Based Collaborative Filtering pada sistem rekomendasi restoran dan menyimpulkan bahwa pendekatan User-Based lebih efektif dalam merepresentasikan preferensi pengguna. Tartila et al. (2025) menerapkan adjusted User-Based Collaborative Filtering pada platform e-commerce dan menemukan bahwa pendekatan tersebut mampu mengurangi pengaruh sparsity pada data rating sehingga hasil rekomendasi menjadi lebih stabil dan akurat.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, diketahui bahwa metode collaborative filtering telah banyak diterapkan pada sistem rekomendasi e-commerce, namun sebagian besar penelitian masih berfokus pada marketplace umum, restoran, produk digital, atau platform dengan dataset yang relatif besar dan padat. Penelitian terkait implementasi User-Based Collaborative Filtering menggunakan Cosine Similarity pada marketplace botol plastik berbasis web dengan kondisi dataset nyata yang memiliki tingkat sparsity tinggi masih belum banyak ditemukan. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya lebih menitikberatkan pada hasil rekomendasi tanpa membahas secara mendalam pengaruh sparsity terhadap nilai similarity dan proses prediksi rating. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity pada sistem rekomendasi produk marketplace botol plastik berbasis web menggunakan data transaksi nyata pengguna. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem rekomendasi e-commerce berbasis web serta menjadi referensi terkait analisis pengaruh sparsity terhadap performa collaborative filtering pada dataset dengan jumlah rating terbatas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan implementatif dalam pengembangan sistem rekomendasi produk pada marketplace botol plastik berbasis web. Fokus penelitian terletak pada penerapan metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity untuk menghasilkan rekomendasi produk berdasarkan kemiripan preferensi antar pengguna. Sistem dikembangkan menggunakan framework Laravel dan memanfaatkan data rating

produk yang berasal dari aktivitas nyata pengguna marketplace. Dataset penelitian diperoleh langsung dari database aplikasi yang telah berjalan sehingga mencerminkan kondisi aktual interaksi pengguna terhadap produk. Data yang digunakan terdiri dari 108 rating, 36 user, dan 15 produk dengan skala rating 1–5. Setiap pengguna memberikan tepat tiga rating produk sehingga menghasilkan tingkat sparsity sebesar 80% pada user-product matrix.

Tahapan pertama penelitian dimulai dengan proses pengumpulan dan pembentukan User-Product Matrix sebagai dasar perhitungan collaborative filtering. Matriks dibangun menggunakan data rating yang tersimpan pada database dengan struktur baris sebagai user dan kolom sebagai produk. Nilai pada setiap sel matriks menunjukkan rating yang diberikan pengguna terhadap suatu produk, sedangkan sel kosong menunjukkan bahwa produk belum pernah dirating oleh pengguna tersebut. Seluruh data rating diproses menggunakan fungsi `buildMatrix()` pada `RecommendationService.php` untuk membentuk array dua dimensi (Zhang et al., 2023). Setelah matriks terbentuk, sistem menghitung tingkat kemiripan antar pengguna menggunakan metode Cosine Similarity berdasarkan co-rated items atau produk yang sama-sama dirating oleh dua pengguna. Nilai similarity berada pada rentang 0 hingga 1, di mana semakin mendekati 1 menunjukkan tingkat kemiripan preferensi yang semakin tinggi (Ricci et al., 2022).

Tahapan berikutnya adalah proses pemilihan neighbor dan prediksi rating produk. Setelah seluruh nilai similarity diperoleh, sistem memilih $K=5$ neighbor dengan nilai similarity tertinggi sebagai pengguna terdekat yang akan digunakan dalam proses rekomendasi. Pemilihan nilai K dilakukan karena dianggap mampu memberikan keseimbangan antara akurasi rekomendasi dan cakupan neighbor yang digunakan (Aggarwal, 2024). Sistem kemudian melakukan prediksi rating terhadap produk yang belum pernah dirating oleh user aktif menggunakan metode weighted average. Pada tahap ini, setiap rating dari neighbor diberi bobot berdasarkan nilai similarity masing-masing sehingga neighbor dengan tingkat kemiripan lebih tinggi memiliki pengaruh lebih besar terhadap hasil prediksi. Produk dengan nilai predicted rating tertinggi akan direkomendasikan kepada pengguna sebagai hasil akhir sistem rekomendasi.

Tahap akhir penelitian dilakukan melalui pengujian dan analisis hasil rekomendasi yang dihasilkan sistem. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan manual dengan output sistem Laravel untuk memastikan konsistensi nilai similarity dan prediksi rating. Contoh pengujian dilakukan pada pasangan user U1 dan U9 yang menghasilkan similarity sebesar 0.9740 serta pasangan U16 dan U18 dengan similarity sebesar 0.9400. Selain itu, penelitian juga menganalisis pengaruh sparsity terhadap proses rekomendasi, terutama pada kondisi ketika banyak pasangan user hanya memiliki sedikit co-rated items sehingga menghasilkan similarity trivial sebesar 1.0000. Hasil rekomendasi kemudian ditampilkan dalam bentuk daftar produk dengan predicted rating tertinggi untuk masing-masing pengguna. Melalui tahapan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menunjukkan implementasi metode User-Based Collaborative Filtering

dengan Cosine Similarity pada marketplace botol plastik berbasis web secara sistematis dan terukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

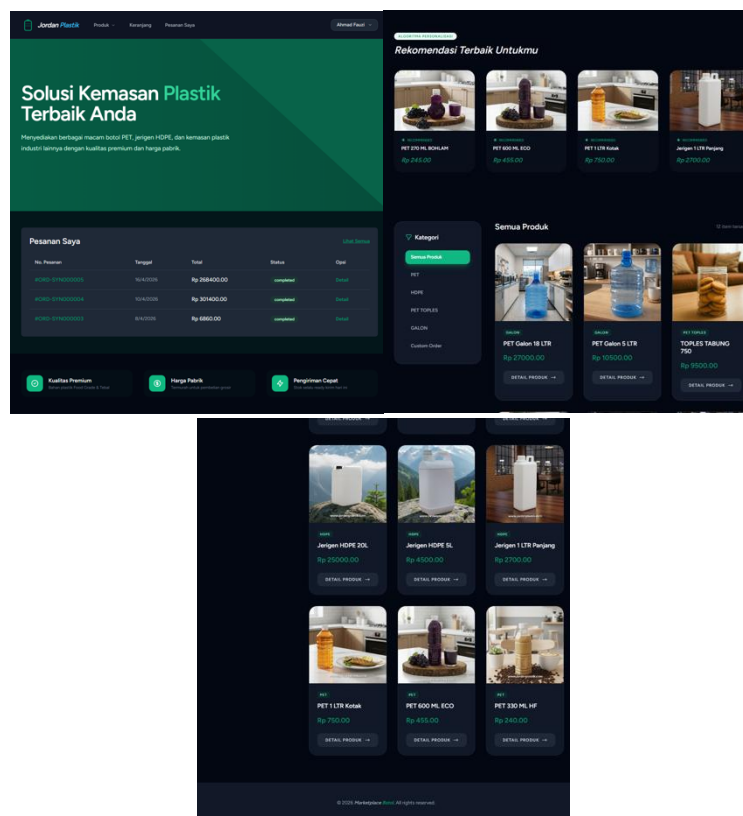
Hasil

Hasil penelitian ini menunjukkan implementasi metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity pada marketplace botol plastik berbasis web mampu menghasilkan rekomendasi produk berdasarkan kemiripan preferensi antar pengguna.

Tabel 1. Informasi Dataset Penelitian

Parameter Dataset	Nilai
Total Rating	108 rating
Jumlah User	36 user
Jumlah Produk	15 produk
Sparsity	80%
Rating per User	3 rating
Skala Rating	1–5

Tabel 1 menunjukkan karakteristik dataset yang digunakan dalam penelitian. Dataset diperoleh langsung dari database marketplace botol plastik berbasis web yang telah berjalan dan berisi data rating nyata dari pengguna. Total data yang digunakan sebanyak 108 rating yang diberikan oleh 36 pengguna terhadap 15 produk dengan skala penilaian 1 sampai 5. Setiap pengguna memberikan tepat tiga rating produk sehingga menghasilkan tingkat sparsity sebesar 80%. Tingginya sparsity menunjukkan bahwa sebagian besar sel pada user-product matrix tidak memiliki nilai rating karena pengguna hanya memberikan penilaian pada sebagian kecil produk yang tersedia.



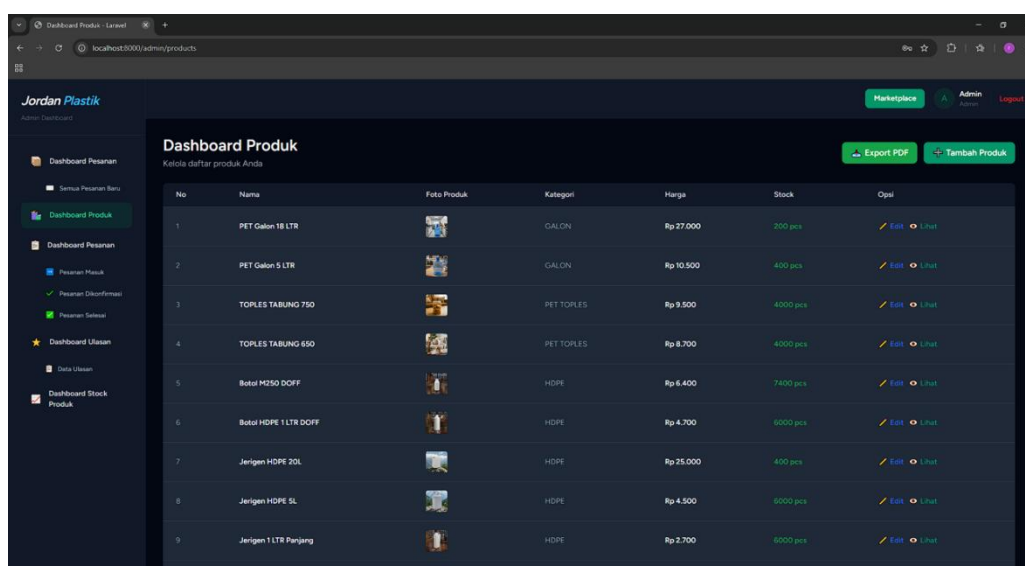
Gambar 1. Tampilan Dashboard Utama Marketplace

Gambar 1 menampilkan tampilan dashboard utama marketplace botol plastik berbasis web yang digunakan dalam penelitian. Pada halaman utama, pengguna dapat melihat daftar produk yang tersedia beserta informasi produk seperti nama produk, gambar, harga, dan kategori produk. Dashboard utama juga menyediakan fitur pencarian produk dan navigasi kategori untuk mempermudah pengguna dalam menemukan produk yang dibutuhkan. Sistem rekomendasi yang diterapkan pada marketplace ini akan menampilkan produk rekomendasi berdasarkan hasil perhitungan User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity. Tampilan antarmuka dirancang agar pengguna dapat melakukan interaksi dengan sistem secara mudah dan efisien.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Cosine Similarity

Pasangan User	Co-rated Items	Dot Product	Magnitude A	Magnitude B	Similarity
U1 – U9	P1, P2, P4	52	$\sqrt{57} \approx 7.5498$	$\sqrt{50} \approx 7.0711$	0.9740
U16 – U18	P9, P10, P12	47	$\sqrt{50} \approx 7.0711$	$\sqrt{50} \approx 7.0711$	0.9400

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan manual cosine similarity terhadap dua pasangan pengguna yang digunakan sebagai sampel pengujian sistem. Pasangan U1 dan U9 memperoleh nilai similarity sebesar 0.9740 karena memiliki pola rating yang sangat mirip pada tiga produk yang sama-sama dirating. Sementara itu, pasangan U16 dan U18 menghasilkan similarity sebesar 0.9400 meskipun memiliki jumlah co-rated items yang sama. Perbedaan nilai similarity tersebut dipengaruhi oleh perbedaan pola preferensi pada produk tertentu sehingga nilai dot product menjadi lebih rendah. Hasil perhitungan manual ini juga telah diverifikasi dengan output sistem Laravel dan menghasilkan selisih yang sangat kecil akibat presisi floating point.



Gambar 2. Tampilan Dashboard Produk dan Rekomendasi

Gambar 2 menunjukkan tampilan dashboard produk yang menampilkan daftar produk beserta hasil rekomendasi yang dihasilkan sistem. Pada halaman ini, pengguna dapat melihat produk yang direkomendasikan berdasarkan predicted rating tertinggi dari hasil perhitungan collaborative filtering. Sistem secara otomatis menampilkan rekomendasi produk yang belum pernah dirating oleh pengguna aktif namun memiliki kemungkinan disukai berdasarkan preferensi neighbor terdekat. Informasi yang ditampilkan meliputi nama produk, gambar produk, kategori, dan nilai predicted rating. Halaman ini menjadi implementasi utama dari sistem rekomendasi yang dibangun dalam penelitian.

Tabel 3. Hasil Rekomendasi Produk untuk User U1

Rank	Produk	Nama Produk	Predicted Rating	Neighbor
1	P6	PET 1 LTR Kotak	5.0000	U7
2	P5	PET 600 ML ECO	3.5039	U11, U3
3	P8	Jerigen HDPE 5L	2.0000	U5

Tabel 3 menunjukkan hasil rekomendasi produk yang diberikan sistem kepada user U1 berdasarkan hasil prediksi rating menggunakan weighted average. Produk PET 1 LTR Kotak memperoleh predicted rating tertinggi sebesar 5.0000 sehingga menjadi rekomendasi utama bagi pengguna. Produk PET 600 ML ECO memperoleh predicted rating sebesar 3.5039 berdasarkan kontribusi dua neighbor, yaitu U11 dan U3. Sementara itu, produk Jerigen HDPE 5L memperoleh predicted rating sebesar 2.0000 karena hanya dipengaruhi oleh satu neighbor. Hasil rekomendasi tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan tingkat relevansi produk berdasarkan pola preferensi pengguna lain yang memiliki kemiripan tinggi dengan user aktif.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity pada marketplace botol plastik berbasis web mampu menghasilkan rekomendasi produk berdasarkan pola kesamaan preferensi antar pengguna. Sistem bekerja dengan memanfaatkan data rating pengguna yang disusun ke dalam user-product matrix untuk menghitung tingkat kemiripan antaruser menggunakan cosine similarity. Nilai similarity yang dihasilkan berada pada rentang 0 hingga 1, di mana semakin tinggi nilainya menunjukkan tingkat kesamaan preferensi yang semakin besar. Pada penelitian ini, pasangan pengguna U1 dan U9 memperoleh similarity sebesar 0.9740, sedangkan pasangan U16 dan U18 memperoleh similarity sebesar 0.9400. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode cosine similarity mampu mendeteksi pola kemiripan preferensi pengguna meskipun terdapat perbedaan nilai rating pada beberapa produk.

Implementasi sistem rekomendasi dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu pembentukan user-product matrix, perhitungan similarity, pemilihan neighbor, prediksi rating, dan pemberian rekomendasi produk. Tahapan tersebut memungkinkan sistem untuk menghasilkan rekomendasi secara otomatis berdasarkan perilaku pengguna lain yang memiliki preferensi serupa. Penelitian ini menunjukkan bahwa collaborative filtering tidak memerlukan analisis karakteristik produk secara detail karena rekomendasi dibangun dari hubungan antar pengguna. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Suhada et al. (2023) yang menyatakan bahwa User-Based Collaborative Filtering mampu menghasilkan rekomendasi produk berdasarkan pola interaksi pengguna pada platform digital marketing. Selain itu, Hariri dan Rochim (2022) juga menjelaskan bahwa pendekatan berbasis kesamaan pengguna efektif digunakan untuk meningkatkan relevansi produk yang ditampilkan kepada pembeli pada marketplace.

Proses pembentukan user-product matrix menjadi fondasi utama dalam implementasi collaborative filtering pada penelitian ini. Matriks dibangun dari 108 data rating yang diberikan oleh 36 pengguna terhadap 15 produk marketplace botol plastik. Struktur matriks yang terbentuk memperlihatkan adanya banyak sel kosong karena setiap pengguna hanya memberikan tiga rating produk. Kondisi tersebut

menghasilkan sparsity sebesar 80%, yang berarti sebagian besar kombinasi user dan produk tidak memiliki nilai rating. Tingginya sparsity menunjukkan bahwa perilaku pengguna pada marketplace nyata cenderung terbatas pada beberapa produk tertentu saja. Temuan ini memiliki karakteristik yang serupa dengan penelitian Patil et al. (2024) yang menyebutkan bahwa sistem rekomendasi e-commerce umumnya menghadapi masalah data sparsity akibat rendahnya partisipasi pengguna dalam memberikan rating produk.

Hasil perhitungan cosine similarity pada penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah co-rated items sangat memengaruhi kualitas similarity antar pengguna. Pasangan U1 dan U9 memiliki tiga co-rated items sehingga menghasilkan similarity sebesar 0.9740 yang menunjukkan tingkat kemiripan sangat tinggi. Sebaliknya, pada beberapa pasangan pengguna lain yang hanya memiliki satu co-rated item, sistem menghasilkan similarity trivial sebesar 1.0000. Kondisi tersebut terjadi karena cosine similarity pada vektor satu dimensi akan selalu menghasilkan sudut 0° selama nilai rating bersifat positif. Fenomena ini menunjukkan bahwa nilai similarity tinggi tidak selalu merepresentasikan kesamaan preferensi yang kuat apabila overlap data terlalu sedikit. Hasil tersebut mendukung penelitian Rajesh dan Kumar (2025) yang menjelaskan bahwa collaborative filtering berbasis similarity sangat sensitif terhadap jumlah data overlap antar pengguna.

Pemilihan $K=5$ neighbor pada penelitian ini memberikan pengaruh penting terhadap hasil rekomendasi produk yang dihasilkan sistem. Neighbor dipilih berdasarkan lima nilai similarity tertinggi dengan syarat memiliki similarity lebih besar dari nol. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk mengambil pengguna yang paling relevan sebagai dasar prediksi rating produk baru. Pada user U1, neighbor yang terpilih adalah U5, U11, U3, U9, dan U7 dengan similarity berkisar antara 0.9683 hingga 0.9939. Nilai similarity yang relatif tinggi menunjukkan bahwa neighbor memiliki pola preferensi yang cukup dekat dengan pengguna aktif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kusumawati (2022) yang menyatakan bahwa pemilihan neighbor menggunakan pendekatan K-nearest neighbor mampu meningkatkan kualitas rekomendasi karena sistem hanya mempertimbangkan pengguna dengan tingkat kemiripan tertinggi.

Hasil prediksi rating pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode weighted average mampu menghasilkan rekomendasi produk berdasarkan kontribusi neighbor terdekat. Produk P6 memperoleh predicted rating sebesar 5.0000 karena dipengaruhi oleh satu neighbor dengan similarity tinggi dan rating maksimum terhadap produk tersebut. Produk P5 memperoleh predicted rating sebesar 3.5039 karena dipengaruhi oleh dua neighbor berbeda yang memberikan rating tidak sama. Sementara itu, produk P8 memperoleh predicted rating sebesar 2.0000 karena hanya memperoleh kontribusi dari satu neighbor dengan rating rendah. Variasi nilai prediksi tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan tingkat relevansi produk berdasarkan pola preferensi neighbor. Hasil penelitian ini mendukung penelitian Frediansa et al. (2025) yang menjelaskan bahwa

collaborative filtering dapat menghasilkan rekomendasi personal dengan mempertimbangkan kesamaan preferensi antar pembeli.

Implementasi collaborative filtering pada marketplace botol plastik berbasis web juga menunjukkan bahwa sistem rekomendasi mampu membantu proses personalisasi produk pada platform e-commerce. Sebelum sistem rekomendasi diterapkan, pengguna harus mencari produk secara manual dari daftar produk yang cukup banyak dan beragam. Setelah sistem diterapkan, pengguna dapat memperoleh rekomendasi produk yang belum pernah dirating tetapi memiliki kemungkinan sesuai dengan preferensinya. Hal tersebut membuat proses pencarian produk menjadi lebih cepat dan efisien. Penelitian Halim dan Wijaya (2022) menyebutkan bahwa penerapan collaborative filtering pada e-commerce dapat meningkatkan pengalaman pengguna karena sistem mampu menampilkan produk yang lebih relevan secara personal. Dengan demikian, implementasi sistem rekomendasi pada marketplace botol plastik dapat menjadi solusi untuk mengurangi information overload pada pengguna.

Meskipun sistem berhasil menghasilkan rekomendasi produk, penelitian ini menemukan bahwa sparsity menjadi salah satu tantangan utama dalam implementasi collaborative filtering. Dengan tingkat sparsity mencapai 80%, sebagian besar pasangan pengguna hanya memiliki sedikit co-rated items sehingga similarity yang dihasilkan kurang representatif. Kondisi tersebut menyebabkan sistem sulit membedakan kualitas neighbor secara optimal karena banyak similarity bernilai sempurna akibat overlap data yang sangat kecil. Fenomena ini menunjukkan bahwa kualitas rekomendasi sangat dipengaruhi oleh jumlah interaksi pengguna terhadap produk. Temuan penelitian ini sejalan dengan Tartila et al. (2025) yang menjelaskan bahwa sparsity merupakan salah satu kelemahan utama User-Based Collaborative Filtering sehingga diperlukan pendekatan seperti adjusted collaborative filtering untuk menghasilkan similarity yang lebih stabil.

Penelitian ini juga menemukan adanya fenomena single-neighbor prediction pada beberapa produk rekomendasi. Produk P6 dan P8 diprediksi hanya berdasarkan satu neighbor yang memberikan rating terhadap produk tersebut. Kondisi ini menyebabkan hasil prediksi menjadi sangat sensitif terhadap satu data rating dan berpotensi kurang representatif terhadap preferensi umum pengguna. Prediksi yang hanya bergantung pada satu neighbor juga meningkatkan risiko bias rekomendasi apabila rating yang diberikan neighbor tidak benar-benar mencerminkan kualitas produk. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa collaborative filtering pada dataset kecil memiliki keterbatasan dalam menghasilkan distribusi rekomendasi yang merata. Temuan ini mendukung penelitian Trinh et al. (2025) yang menyatakan bahwa collaborative filtering pada e-commerce berskala besar memerlukan jumlah interaksi pengguna yang tinggi agar proses prediksi dapat berjalan lebih stabil dan akurat.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity dapat diimplementasikan dengan baik pada marketplace botol plastik berbasis web dan mampu menghasilkan

rekomendasi produk berdasarkan kemiripan preferensi pengguna. Sistem berhasil melakukan proses pembentukan matrix, perhitungan similarity, pemilihan neighbor, hingga prediksi rating produk secara sistematis menggunakan data transaksi nyata pengguna marketplace. Namun demikian, penelitian juga menunjukkan bahwa kualitas rekomendasi masih dipengaruhi oleh tingkat sparsity dan jumlah co-rated items antar pengguna. Oleh karena itu, pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan jumlah data rating, menerapkan metode adjusted cosine similarity atau Pearson correlation, serta mengombinasikan collaborative filtering dengan pendekatan lain untuk meningkatkan stabilitas dan kualitas rekomendasi produk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity pada marketplace botol plastik berbasis web berhasil diterapkan untuk menghasilkan rekomendasi produk berdasarkan kemiripan preferensi antar pengguna. Sistem bekerja melalui tahapan pembentukan user-product matrix, perhitungan similarity antaruser, pemilihan $K=5$ neighbor, serta prediksi rating menggunakan weighted average. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan rekomendasi produk yang relevan dengan predicted rating tertinggi sebesar 5.0000 pada produk PET 1 LTR Kotak untuk user U1. Nilai similarity yang diperoleh juga menunjukkan kemampuan metode dalam mengidentifikasi kesamaan preferensi pengguna, seperti similarity U1 dan U9 sebesar 0.9740 serta U16 dan U18 sebesar 0.9400. Namun demikian, penelitian juga menemukan bahwa tingkat sparsity sebesar 80% menyebabkan banyak pasangan user hanya memiliki sedikit co-rated items sehingga menghasilkan similarity trivial sebesar 1.0000. Secara keseluruhan, metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity mampu diimplementasikan dengan baik pada marketplace botol plastik berbasis web dan dapat digunakan untuk mendukung personalisasi rekomendasi produk.

Penelitian ini memberikan implikasi praktis dan akademis dalam pengembangan sistem rekomendasi pada platform e-commerce berbasis web. Secara praktis, implementasi sistem rekomendasi dapat membantu pengguna marketplace botol plastik menemukan produk yang sesuai dengan preferensi mereka secara lebih cepat dan efisien sehingga meningkatkan pengalaman pengguna dalam berbelanja. Sistem juga dapat membantu pemilik marketplace meningkatkan peluang transaksi melalui rekomendasi produk yang lebih personal dan relevan. Secara akademis, penelitian ini menunjukkan bahwa metode User-Based Collaborative Filtering dengan Cosine Similarity masih efektif digunakan pada dataset nyata dengan jumlah data terbatas. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran mengenai pengaruh sparsity terhadap hasil similarity dan prediksi rating pada collaborative filtering. Temuan tersebut dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas sistem rekomendasi berbasis collaborative filtering pada marketplace dengan karakteristik data yang serupa.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Dataset yang digunakan hanya terdiri dari 108 rating dengan tingkat sparsity sebesar 80% sehingga sebagian besar pasangan pengguna memiliki sedikit co-rated items. Kondisi tersebut menyebabkan banyak nilai similarity menjadi trivial sebesar 1.0000 dan memengaruhi kualitas neighbor dalam proses rekomendasi. Selain itu, beberapa prediksi produk hanya dipengaruhi oleh satu neighbor sehingga hasil rekomendasi menjadi sangat sensitif terhadap satu data rating. Penelitian ini juga belum melakukan pengujian performa menggunakan metrik evaluasi seperti MAE, RMSE, precision, atau recall sehingga kualitas rekomendasi belum diukur secara kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih besar dan lebih padat agar sparsity dapat dikurangi. Penelitian berikutnya juga dapat menerapkan metode lain seperti Adjusted Cosine Similarity, Pearson Correlation, atau hybrid recommendation system untuk meningkatkan stabilitas dan akurasi rekomendasi produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, C. C. (2024). *Recommender Systems: The Textbook* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-45167-9>
- Alfarrel, M. R., Witanti, W., & Ramadhan, E. (2025). Sistem Rekomendasi Snack and Beverages Menggunakan Metode Item Based Collaboration Filtering. *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 18(2), 180–188. <https://doi.org/10.51903/pixel.v18i2.3319>
- Chen, Y. E. (2024). Collaborative filtering and recommendation algorithm for artificial intelligence live streaming e-commerce platforms based on big data. *Procedia Computer Science*, 247, 826–833. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.10.100>
- Dennis, D., Mulyawan, B., & Lauro, M. D. (2026). Implementasi Metode Market Basket Analysis dan Collaborative Filtering untuk Rekomendasi Produk pada E-Commerce: VariasimotorJKT. *Sci-Tech Journal*, 5(1), 41–51. <https://doi.org/10.56709/stj.v5i1.956>
- Frediansa, D., Mahmudi, A., & Pranoto, Y. A. (2025). Sistem Rekomendasi Produk Berdasarkan Kesamaan Preferensi Antarpembeli dengan Menggunakan Collaborative Filtering Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(6), 10587–10595. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i6.15413>
- Halim, F., & Wijaya, A. H. (2022). Analisis dan Perancangan E-Commerce Berbasis Web Dengan Penerapan Sistem Perekomendasi Menggunakan Metode Collaborative Filtering Serta Metode Up, Down, Cross Selling. *ALGOR*, 4(1), 28–43. <https://doi.org/10.31253/algor.v4i1.1516>
- Hariri, F. R., & Rochim, L. W. (2022). Sistem rekomendasi produk aplikasi marketplace berdasarkan karakteristik pembeli menggunakan metode user based collaborative filtering. *Teknika*, 11(3), 208–217. <https://doi.org/10.34148/teknika.v11i3.538>
- Harun, J., Yulianto, D., Andrywinata, C., Hermawan, E. S., Pranoto, H., & Tarigan, G. A. (2025). Product sales recommendation system using item-based collaborative

- and content-based filtering. *Procedia Computer Science*, 269, 1643–1653. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.09.107>
- Hazizah, C. Y., & Widiyaningtyas, T. (2024). Analisis Metode Collaborative Filtering menggunakan KNN dan SVD++ untuk Rekomendasi Produk E-commerce Tokopedia. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 8(2), 595–604. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v8i2.27793>
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2025). *Kinerja Perdagangan Melalui Sistem Elektronik (PMSE) dan Ekonomi Digital Indonesia*. <https://bkperdag.kemendag.go.id/unduh-an-file/a11ba920-123c-4a4f-856b-cdbb1f0f64c4>
- Krishna, E. P., Ramu, T. B., Chaitanya, R. K., Ram, M. S., Balayesu, N., Gandikota, H. P., & Jagadesh, B. N. (2025). Enhancing E-commerce recommendations with sentiment analysis using MLA-EDTCNet and collaborative filtering. *Scientific Reports*, 15(1), 6739. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91275-7>
- Kurniawan, F., Ningsih, A. K., & Komarudin, A. (2024). Sistem Rekomendasi Channel YouTube Resep Masakan Menggunakan Collaborative Filtering. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 5849–5855. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10107>
- Kusumawati, R. (2022). Implementasi Metode Algoritma Collaborative Filtering Dan K-Nearest Neighbor Pada Sistem Rekomendasi E-Commerce. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer*. <https://doi.org/10.55606/juisik.v2i3.314>
- Mustafa, G., Jhamat, N. A., Arshad, Z., Yousaf, N., Abdal, M. N., Maray, M., & Ahmad, T. (2024). OntoCommerce: Incorporating ontology and sequential pattern mining for personalized e-commerce recommendations. *IEEE Access*, 12, 42329–42342. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3377120>
- Patil, P., Kadam, S. U., Aruna, E. R., More, A., Balajee, R. M., & Rao, B. N. K. (2024). Recommendation system for e-commerce using collaborative filtering. *Journal Européen Des Systèmes Automatisés*, 57(4), 1145. <https://doi.org/10.18280/jesa.570421>
- Permana, K. E. (2024). Comparison of User Based and Item Based Collaborative Filtering in Restaurant Recommendation System. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 11(7). <https://doi.org/10.18280/mmep.110723>
- Putri, K. S. Y., Suarjaya, I. M. A. D., & Vihikan, W. O. (2024). Sistem Rekomendasi Skincare Menggunakan Metode Content Based Filtering dan Collaborative Filtering. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(3), 764–774. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i3.601>
- Rajesh, D. B., & Kumar, A. (2025). Collaborative filtering models an experimental and detailed comparative study. *Scientific Reports*, 15(1), 31667. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15096-4>
- Ramadhani, T., Nabilah, S., Abimayu, A., & Loi, T. (2025). Pengembangan sistem rekomendasi produk e-commerce menggunakan algoritma collaborative filtering. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(2), 4848–4854. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.1349>

- Rasman, K. K., Akbar, M. F., & Sinaga, Z. M. R. (2026). Sistem Rekomendasi Buku Menggunakan Algoritma Use-Based Collaborative Filtering. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 12841–12852. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.5675>
- Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2022). *Recommender Systems Handbook* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2197-4>
- Roy, S. S., Kumar, A., & Kumar, R. S. (2024). Metadata and review-based hybrid apparel recommendation system using cascaded large language models. *IEEE Access*, 12, 140053–140071. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3462793>
- Stiansyah, I. S., Rudhistiar, D., & Vendyansyah, N. (2025). Implementasi Collaborative Filtering untuk Sistem Rekomendasi Bundling Produk Skincare. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(6), 10866–10874. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i6.15428>
- Suhada, S., Bahri, S., Nugraha, S. B., Hidayatulloh, T., & Wintana, D. (2023). Sistem Rekomendasi Produk Menggunakan Metode User-Based Collaborative Filtering Pada Digital Marketing. *J-INTECH*, 11(1), 158–166. <https://doi.org/10.32664/j-intech.v11i1.866>
- Sutjiningtyas, S., & Dharmawan, A. A. (2022). Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Produk Sepatu pada Toko Online Menggunakan Metode User-Base Collaborative Filtering. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 3(2), 143–148. <https://doi.org/10.47065/bit.v3i2.288>
- Tartila, G. R., Akbar, H., Firmansyah, G., & Widodo, A. M. (2025). Product Recommendations Using Adjusted User-Based Collaborative Filtering on E-Commerce Platforms. *Eduvest-Journal of Universal Studies*, 5(1), 470–480. <https://doi.org/10.59188/eduvest.v5i1.50224>
- Trinh, T., Nguyen, V. H., Nguyen, N., & Nguyen, D. N. (2025). Product collaborative filtering based recommendation systems for large-scale E-commerce. *International Journal of Information Management Data Insights*, 5(1), 100322. <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2025.100322>
- Waskito, M. R., Rahajoe, A. D., & Nurlaili, A. L. (2024). Implementasi Metode Collaborative Filtering menggunakan Algoritma Cosine Similarity dan Jaccard Similarity pada Sistem E-Commerce. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5315>
- Zhang, S., Yao, L., Sun, A., & Tay, Y. R. (2023). *Deep Learning Based Recommender System: A Survey and New Perspectives*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-99-1633-3>