

PENGEMBANGAN SISTEM REKOMENDASI THRIFTING PADA E-COMMERCE MENGGUNAKAN METODE COLLABORATIVE FILTERING

Laksono Ridho Cahyo, Angga Lisdiyanto, Moch Machlul Alamin

Informatika, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo

Jl. Lingkar Timur KM 5,5 Rangkah Kidul, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo

laksonorc11@gmail.com

ABSTRAK

Pada zaman sekarang ini, semakin populernya tren thrifting membuat platform e-commerce yang menjual pakaian bekas berkualitas semakin berkembang. Namun, banyaknya pilihan sering kali membuat pengguna kesulitan menemukan produk yang sesuai dengan preferensi mereka. Platform e-commerce thrifting seperti Lekk.stuff masih mengandalkan pencarian manual, yang itu mengakibatkan kurang efisien dan memakan waktu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi berbasis *Collaborative Filtering* agar pengguna dapat menemukan produk yang lebih relevan dengan minat mereka. Sistem ini menganalisis interaksi pengguna, seperti melihat produk (*view*), menambahkan ke keranjang (*add to cart*), dan melakukan pembelian (*purchase*), yang masing-masing diberi bobot nilai untuk menentukan relevansi produk. Sehingga hasilnya, sistem dapat memberikan tiga rekomendasi utama serta menampilkan produk best seller berdasarkan interaksi tertinggi dalam periode tertentu. Dari perhitungan yang dilakukan, diperoleh nilai rekomendasi tertinggi sebesar 8.13, 6.13, dan 3.34, di mana produk dengan nilai similaritas tertinggi menjadi prioritas utama. Dengan adanya sistem ini, proses belanja menjadi lebih efisien bagi pengguna, sekaligus membantu pemilik usaha meningkatkan pengalaman pelanggan serta potensi penjualan.

Kata kunci : Sistem Rekomendasi, Collaborative Filtering, E-commerce Thrifting, Interaksi Pengguna, Nilai Similaritas.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, perkembangan teknologi yang begitu pesat telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk di dunia bisnis. Di era digital seperti sekarang, teknologi berkembang dengan sangat pesat dan mengubah banyak aspek kehidupan, termasuk cara berbelanja. E-commerce kini menjadi bagian penting dalam dunia bisnis karena memungkinkan transaksi jual beli dilakukan dengan lebih mudah dan cepat tanpa harus datang langsung ke toko fisik [1].

Salah satu tren yang semakin populer adalah thrifting, yaitu membeli pakaian bekas berkualitas dengan harga lebih terjangkau. Selain menawarkan alternatif yang lebih ekonomis, thrifting juga dianggap sebagai gaya hidup ramah lingkungan karena dapat membantu mengurangi limbah tekstil yang terus meningkat [2].

Namun, seiring dengan meningkatnya minat terhadap produk thrifting, membuat pengguna merasa kesulitan dalam menemukan barang yang benar-benar sesuai dengan selera atau kebutuhan mereka. Hal ini disebabkan oleh banyaknya pilihan yang tersedia serta metode pencarian yang masih mengandalkan sistem manual atau fitur pencarian standar. Cara ini kurang efisien karena memakan waktu lebih lama dan belum mampu menyesuaikan hasil pencarian dengan preferensi masing-masing pengguna [3].

Dalam dunia e-commerce modern, personalisasi menjadi salah satu faktor utama dalam meningkatkan pengalaman belanja pengguna dan mendorong loyalitas pelanggan.

Salah satu solusi untuk menjawab permasalahan tersebut khususnya dalam mengatasi masalah ini, banyak platform e-commerce mulai mengadopsi sistem rekomendasi yang dapat membantu pengguna menemukan produk dengan lebih mudah. Salah satu metode yang paling banyak digunakan adalah Collaborative Filtering, yang bekerja dengan menganalisis pola interaksi pengguna seperti melihat produk, menambahkan ke keranjang, dan melakukan pembelian. Dengan metode ini, sistem dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat tanpa harus bergantung pada deskripsi produk secara langsung [5].

Penerapan metode ini telah terbukti meningkatkan kepuasan pengguna di berbagai platform e-commerce karena mampu menyesuaikan rekomendasi berdasarkan preferensi dan kebiasaan belanja masing-masing individu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi berbasis *Collaborative Filtering* pada platform e-commerce thrifting Lekk.stuff. Sistem ini dirancang agar pengguna dapat menemukan produk yang sesuai dengan minat mereka tanpa harus mencarinya satu per satu, sehingga proses belanja menjadi lebih efisien. Dengan adanya sistem rekomendasi ini, diharapkan pengalaman belanja pengguna menjadi lebih nyaman, sekaligus membantu pemilik usaha dalam meningkatkan keterlibatan pelanggan serta mendorong pertumbuhan penjualan..

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berbagai penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa metode *Collaborative Filtering*

menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam meningkatkan akurasi sistem rekomendasi di berbagai platform e-commerce, diantaranya adalah sebagai berikut:

Yusuf Aminu & Arief Ichwani [4] meneliti penerapan *User-Based Collaborative Filtering* untuk meningkatkan rekomendasi produk pada platform e-commerce pakaian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak data interaksi yang dikumpulkan, semakin akurat sistem dalam memberikan rekomendasi kepada pengguna.

Herny Februariyanti dkk. [6] mengembangkan sistem rekomendasi berbasis *Collaborative Filtering* untuk toko mebel online. Sistem ini mampu memberikan saran produk berdasarkan analisis interaksi pengguna terhadap berbagai jenis produk mebel.

Muhammad Eko Prasetyo dkk. [5] menerapkan *Collaborative Filtering* dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) pada aplikasi penyewaan kostum cosplay. Dengan menggunakan implicit feedback, sistem ini dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat tanpa perlu masukan langsung dari pengguna.

2.1. Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi merupakan sebuah teknologi yang dirancang untuk mempermudah pengguna dalam menemukan produk atau layanan yang sesuai dengan preferensi mereka. Dalam konteks e-commerce, sistem ini berperan penting dalam menyajikan pilihan produk yang relevan berdasarkan analisis terhadap interaksi pengguna dan karakteristik produk [3].

Dalam sistem rekomendasi, terdapat tiga pendekatan utama yang sering digunakan, yaitu *Collaborative Filtering*, *Content-based Filtering*, dan *Hybrid Recommendation*. *Collaborative Filtering* bekerja dengan menganalisis pola interaksi antar pengguna untuk memberikan saran yang lebih personal [9].

Pendekatan ini dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan memberikan rekomendasi berdasarkan preferensi pengguna lain yang memiliki kesamaan. Di sisi lain, *Content-based Filtering* lebih menitikberatkan pada karakteristik produk yang sebelumnya disukai oleh pengguna, kemudian merekomendasikan produk lain yang memiliki kemiripan. Sementara itu, pendekatan *Hybrid Recommendation* merupakan kombinasi dari kedua metode tersebut, yang bertujuan untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih relevan dan tepat sasaran. Dengan demikian, sistem rekomendasi dapat memberikan pengalaman yang lebih memuaskan bagi pengguna sekaligus mendorong peningkatan loyalitas pelanggan dalam platform e-commerce.

2.2. Collaborative Filtering

Collaborative Filtering merupakan salah satu pendekatan dalam sistem rekomendasi yang bertujuan untuk menyajikan saran produk yang lebih sesuai

dengan kebutuhan pengguna. Metode ini bekerja dengan cara mengenali pola interaksi dan perilaku pengguna, lalu mencari kesamaan preferensi antar pengguna atau antar produk. Artinya, jika ada dua pengguna yang memiliki kebiasaan atau riwayat interaksi yang mirip, maka produk yang disukai oleh salah satu pengguna kemungkinan besar juga akan menarik bagi pengguna lainnya. Dengan pendekatan ini, sistem dapat menyajikan rekomendasi yang terasa lebih personal dan relevan [2].

Pendekatan *Collaborative Filtering* terbagi menjadi dua jenis utama:

- a. *User-Based Collaborative Filtering*, yaitu menganalisis kesamaan antar pengguna untuk memberikan rekomendasi berdasarkan preferensi pengguna lain yang memiliki pola interaksi yang serupa.
- b. *Item-Based Collaborative Filtering*, yaitu mengidentifikasi hubungan antar produk berdasarkan pola interaksi pengguna, lalu merekomendasikan produk yang memiliki keterkaitan tinggi dengan produk yang diminati.

Dalam penelitian ini, sistem rekomendasi menganalisis tiga jenis interaksi pengguna, yaitu melihat produk (*view*), menambahkan ke keranjang (*add to cart*), dan melakukan pembelian (*purchase*), dengan masing-masing interaksi diberikan bobot yang berbeda:

- a. *View* (1), menunjukkan bahwa pengguna mulai tertarik pada produk, tetapi belum cukup kuat sebagai tanda niat membeli.
- b. *Add to Cart* (3), mencerminkan ketertarikan yang lebih serius karena pengguna sudah mempertimbangkan untuk membeli produk tersebut.
- c. *Purchase* (5), merupakan indikasi ketertarikan paling tinggi karena pengguna sudah memutuskan untuk membeli produk tersebut.

Pemilihan bobot 1, 3, dan 5 ini dilakukan untuk menjaga keseimbangan pengaruh dari tiap jenis interaksi dalam sistem. Jika perbedaan bobot terlalu jauh, misalnya 1, 10, dan 20, maka interaksi pembelian akan terlalu dominan dan membuat sistem hanya fokus merekomendasikan produk yang sudah sering dibeli, sementara produk yang sering dilihat atau masuk keranjang bisa saja terabaikan. Oleh karena itu, penggunaan bobot yang lebih proporsional akan membantu sistem mempertimbangkan semua jenis interaksi secara adil, sehingga hasil rekomendasi tetap akurat, relevan, dan mewakili minat pengguna dengan lebih baik.

2.3. Metode Prototype

Metode prototyping merupakan salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam pengembangan sistem informasi dan berfungsi sebagai rancangan awal sebelum sistem sepenuhnya dibangun. Tujuan utamanya adalah menciptakan model sederhana yang dapat menjadi sarana komunikasi antara pengembang (*developer*) dan pengguna (*user*),

sehingga memudahkan pengguna dalam memahami cara kerja sistem serta menyampaikan kebutuhan dan harapan mereka. Tahapan dalam metode ini umumnya meliputi pengumpulan kebutuhan, pembuatan prototipe, evaluasi, pengkodean sistem, pengujian, hingga penerapan sistem. Dalam penerapannya, terdapat empat jenis prototipe yang dapat digunakan, yaitu *illustrative*, *simulated*, *functional*, dan *evolutionary*, yang masing-masing memiliki peran dan tujuan yang berbeda [10].

Penggunaan metode ini dalam pengembangan sistem berbasis web mampu meningkatkan keterlibatan antara pengembang dan pengguna. Selain itu, pendekatan ini juga membantu pengembang memperoleh masukan berharga dari pengguna yang nantinya dapat digunakan untuk penyempurnaan sistem. Dengan metode ini, pengembangan sistem dapat lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan pengguna sebelum sistem akhir benar-benar dirilis.

Metode prototyping digunakan dalam pengembangan sistem informasi penjualan online di Toko Herbal Pahlawan [7]. Pendekatan ini dipilih agar pengguna dapat lebih mudah memahami sistem yang dirancang sekaligus memberikan masukan terkait kebutuhan dan keluhan yang mereka alami. Dengan demikian, pengembang dapat membangun sistem yang lebih sesuai dengan harapan pengguna serta mendukung proses penjualan dan pengelolaan data toko secara lebih efektif dan efisien.

2.4. E-commerce

E-commerce merupakan aktivitas jual beli barang dan jasa yang dilakukan secara online melalui internet. Menurut Tuti Lisnawati, dkk. (2023). E-commerce tidak hanya sebatas transaksi jual beli, tetapi juga melibatkan berbagai tantangan seperti risiko aktivitas digital, keamanan data, potensi penipuan, hingga kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku. Dengan semakin pesatnya perkembangan dunia digital, pelaku bisnis dituntut untuk mampu mengantisipasi dan mengelola risiko-risiko tersebut agar tetap dapat menjaga kepercayaan pelanggan serta menjaga keberlangsungan bisnisnya di tengah persaingan yang semakin ketat.

Dalam masa sekarang ini, e-commerce telah mengubah cara masyarakat melakukan transaksi dan memberikan dampak besar bagi konsumen maupun pelaku usaha. Melalui model bisnis *Business to Consumer* (B2C), perusahaan dapat langsung menjual produknya kepada pelanggan melalui platform digital yang mudah diakses dan praktis digunakan.

Menurut Niki Ratama dkk. [8], e-commerce membuka kesempatan yang sama bagi setiap orang di seluruh dunia untuk bersaing dan meraih kesuksesan dalam bisnis online. Bagi pelaku usaha, terutama yang sebelumnya hanya mengandalkan toko fisik, kehadiran e-commerce menjadi peluang besar untuk menjangkau pasar yang lebih luas dengan cara yang lebih efisien. Teknologi digital tidak hanya mempercepat proses pembayaran, tetapi juga

membantu menganalisis perilaku konsumen, sehingga strategi pemasaran dapat disusun dengan lebih tepat sasaran. Dengan kemudahan akses bagi konsumen dan potensi pengembangan bisnis yang ditawarkan kepada pelaku usaha, e-commerce menjadi salah satu faktor penting dalam mendorong pertumbuhan usaha di era digital saat ini.

Dalam dunia e-commerce, platform besar seperti Tokopedia dan Shopee menggunakan berbagai metode rekomendasi untuk meningkatkan kenyamanan dan pengalaman pengguna dalam berbelanja:

- a. Tokopedia menggunakan *Content-Based Filtering* (CBF) untuk merekomendasikan produk berdasarkan kesamaan atribut atau deskripsi dengan produk yang pernah dicari atau dibeli pengguna. Namun, metode ini memiliki kekurangan karena hanya fokus pada karakteristik produk, sehingga sulit untuk menyarankan item baru yang belum pernah dijelajahi oleh pengguna.
- b. Shopee menggabungkan *Rule-Based Filtering* dan *Machine Learning-Based Recommendations* untuk memberikan saran produk berdasarkan tren pasar, promo yang sedang berlangsung, serta pola kebiasaan belanja pengguna. Meski pendekatan ini cukup ampuh dalam memberikan saran produk yang relevan, penerapannya membutuhkan data yang sangat besar dan dukungan teknologi yang canggih untuk bisa berjalan optimal.

Berbeda dengan pendekatan yang digunakan oleh Tokopedia maupun Shopee, penelitian ini memilih *Collaborative Filtering* sebagai metode utama, karena dinilai lebih efektif dalam memahami perilaku pengguna tanpa harus mengandalkan deskripsi produk secara langsung. Metode ini memungkinkan sistem untuk mengenali pola kesamaan antar pengguna berdasarkan riwayat interaksi mereka, sehingga mampu merekomendasikan produk yang bahkan belum pernah dicari oleh pengguna itu sendiri.

Dibawah ini keunggulan *Collaborative Filtering* dibandingkan metode lain dalam konteks e-commerce *thrifting* adalah:

- a. Tidak bergantung pada atribut produk, berbeda dengan *Content-Based Filtering*, metode ini tidak membutuhkan informasi detail atau metadata produk untuk memberikan rekomendasi, sehingga lebih fleksibel dalam menangani variasi produk yang unik.
- b. Mampu menangkap preferensi tersembunyi, dengan menganalisis pola interaksi pengguna, sistem dapat merekomendasikan produk yang sesuai bahkan jika pengguna belum pernah mencari atau melihat produk tersebut sebelumnya.
- c. Cocok untuk e-commerce *thrifting*, karena dalam bisnis *thrifting*, stok produk sering berubah dan banyak produk yang hanya tersedia dalam jumlah yang terbatas. Karena itu pendekatan *Content-Based Filtering* kurang efektif dalam skenario ini sebab produk serupa mungkin tidak tersedia. Sebaliknya, *Collaborative Filtering* tetap mampu

memberikan rekomendasi yang yang akurat dengan memanfaatkan pola interaksi pengguna lain yang memiliki selera yang mirip.

Dengan keunggulan – keunggulan tersebut, metode *Collaborative Filtering* menjadi pilihan yang tepat untuk menciptakan pengalaman belanja yang lebih personal, efisien, dan relevan bagi pengguna di platform e-commerce thrifting seperti Lekk.stuff.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem ini adalah dengan menggunakan metode prototyping yang mana sistem dikembangkan secara bertahap dengan melibatkan umpan balik dari pengguna hingga mencapai hasil yang optimal, Tahap-tahap pengembangannya adalah:

3.1. Metode Tahap Pengembangan

3.1.1. Pengumpulan Kebutuhan

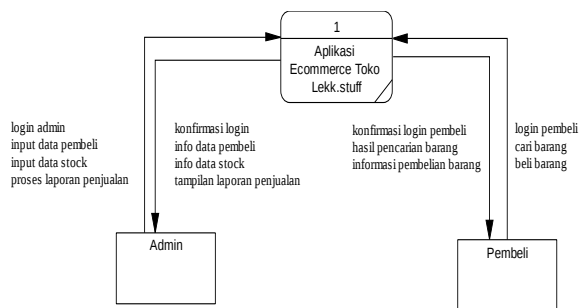
Tahap pengumpulan kebutuhan dilakukan identifikasi kebutuhan dalam pengembangan sistem rekomendasi *Collaborative Filtering* dari Toko Lekk.stuff. Seperti identifikasi kebutuhan *software* (perangkat lunak) dan kebutuhan *hardware* (perangkat keras). Serta menganalisa terhadap kebutuhan pengguna untuk memahami fitur-fitur penting yang harus tersedia dalam sistem rekomendasi pada platform e-commerce Lekk.stuff.

3.1.2. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem, akan dilakukan proses perancangan menggunakan *Data Flow Diagram (DFD)* untuk menggambarkan aliran data serta *Conceptual Data Model (CDM)* dan *Physical Data Model (PDM)* untuk menyusun desain basis data, dan kamus data yang selanjutnya akan dibuat perancangan antar muka sistem untuk dikembangkan.

a. Context Diagram

Pada Gambar 1. *Context Diagram* memberikan gambaran bagaimana sistem berinteraksi dengan pengguna. Dalam sistem ini, terdapat dua entitas utama, yaitu admin dan pembeli. Admin bertanggung jawab mengelola data produk, pengguna, dan transaksi, sedangkan pembeli dapat mencari produk, melihat produk dan produk yang di rekomendasikan, menambahkan produk ke keranjang, serta melakukan pembelian.



Gambar 1. Context diagram

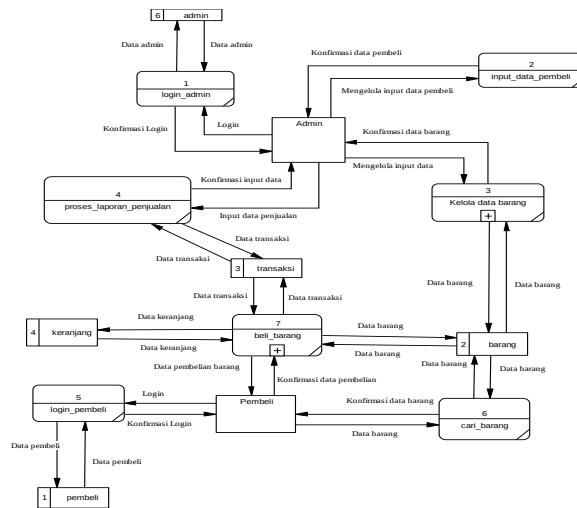
- b. *Flowchart* Pengambilan Data Interaksi Pengguna
- Pada Gambar 2 diperlihatkan *Flowchart* Pengambilan Data Interaksi Pengguna. Pada bagian ini menggambarkan bagaimana sistem mencatat aktivitas pengguna, seperti melihat produk, menambahkan ke keranjang, atau melakukan pembelian, dan menyimpannya dalam database. Jika jumlah data interaksi yang dikumpulkan sudah mencukupi, sistem akan memprosesnya menggunakan metode *Collaborative Filtering* untuk menghasilkan rekomendasi produk yang sesuai dengan preferensi pengguna. Namun, jika data yang tersedia masih belum mencukupi, sistem akan terus mencatat aktivitas pengguna hingga data yang dibutuhkan terkumpul dengan optimal yang nantinya akan diperhitungkan lagi oleh sistem.



Gambar 2. Flowchart pengambilan data interaksi pengguna

c. Data Flow Diagram level 1

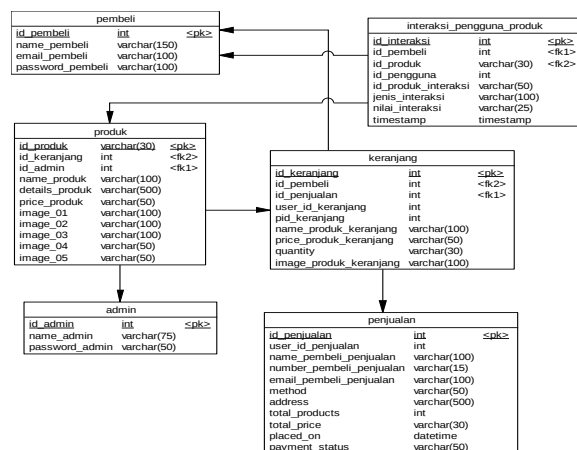
Pada Gambar 3. *Data Flow Diagram Level 1* menggambarkan aliran data dari proses login admin dan pembeli hingga transaksi pembelian. Admin dapat mengelola data pembeli, produk, dan laporan penjualan serta memperbarui informasi barang agar tetap akurat, sementara pembeli dapat mencari produk, menambahkannya ke keranjang dan menyelesaikan transaksi melalui halaman checkout dengan opsi meninjau atau menghapus barang sebelum pembayaran. Sistem mencatat setiap transaksi, termasuk detail barang, harga, dan metode pembayaran, yang digunakan untuk pelaporan serta analisis penjualan, sekaligus menyimpan riwayat interaksi pengguna guna meningkatkan akurasi rekomendasi produk.



Gambar 3. *Data flow diagram level 1*

d. Perancangan Basis Data

Pada Gambar 4. *Physical Data Model* berfungsi untuk memastikan penyimpanan dan pengolahan data pengguna berlangsung secara efisien. Serta menentukan bagaimana data disimpan dalam database, mencakup struktur tabel, relasi antar tabel, indeks, serta optimasi kueri agar sistem dapat berjalan dengan cepat dan akurat. Dirancang dengan beberapa tabel utama, seperti tabel pengguna, produk, interaksi pengguna, dan transaksi. Dengan perancangan yang optimal, sistem mampu mengelola data dalam jumlah besar tanpa menurunkan performa, serta memastikan setiap interaksi pengguna terdokumentasi dengan baik untuk menghasilkan rekomendasi produk yang lebih relevan.



Gambar 4. *Physical data model*

e. Implementasi Sistem

Setelah tahap perancangan sistem kemudian dilanjutkan dengan proses implementasi sistem, yaitu sistem diimplementasikan menggunakan *PHP* dan *MySQL*, yang pengembangannya berfokus pada pemrosesan interaksi pengguna, seperti melihat produk, menambah ke keranjang, dan melakukan pembelian. Kemudian data

interaksi ini akan dianalisis untuk menghasilkan rekomendasi produk yang sesuai dengan preferensi pengguna

f. *Pengujian Sistem*

Pada tahap pengujian sistem dilakukannya uji coba menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan setiap fitur berfungsi dengan baik. Dalam pengujian ini mencakup beberapa aspek utama, seperti keakuratan rekomendasi, pengolahan data interaksi pengguna, serta tampilan antarmuka agar lebih mudah digunakan.

g. *Evaluasi Sistem*

Pada tahap akhir ini sistem dievaluasi untuk memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan sudah sesuai dengan preferensi pengguna. Dan jika masih terdapat kekurangan atau ketidaksesuaian, maka dilakukan perbaikan dan penyempurnaan agar rekomendasi menjadi lebih akurat.

3.2. Persamaan

Metode *Collaborative Filtering* dalam penelitian ini menggunakan *Cosine Similarity* untuk menghitung tingkat kesamaan antara pengguna berdasarkan interaksi mereka. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Sim}(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}} \quad (1)$$

- A_i dan B_i adalah nilai interaksi pengguna A dan B terhadap produk ke-i.
- n adalah jumlah total produk
- $\text{Sim}(A, B)$ adalah nilai kesamaan antara pengguna A dan B.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada sistem rekomendasi *Collaborative Filtering* Toko Leukk.stuff dengan berbasis *e-commerce* dari salah satu contoh pelanggan Rizki Wahyudi mendapatkan rekomendasi produk yang belum pernah ia lihat atau beli oleh pelanggan tersebut yaitu:

- Stripe Tee Uniqlo Dilan Blue, dengan skor 8.13 menjadikan produk ini mendapatkan skor tertinggi karena memiliki kesamaan interaksi tinggi dengan pelanggan lain yang memiliki pola pembelian serupa.
- Rugger Uni Dilan Hijau, dengan skor 6.13 yang berada di urutan kedua, lalu direkomendasikan karena banyak pengguna dengan preferensi serupa telah menambahkan atau membeli produk ini sebelumnya.
- Stripe Tee Uniqlo White Cream, dengan skor 3.34 walaupun skornya lebih rendah, produk ini tetap direkomendasikan sebagai alternatif yang mungkin menarik minat bagi Rizki Wahyudi.

Proses perhitungan rekomendasi produk dengan metode *Collaborative Filtering* dari pelanggan Andre Setiawan terdiri dari proses sebagai berikut:

Menghitung kesamaan antar pelanggan Rizki Wahyudi dan pengguna lain menggunakan rumus Cosine Similarity

$$\text{Sim}(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}} \quad (2)$$

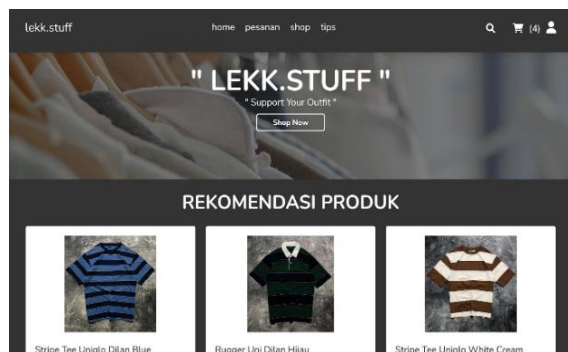
- a. Hitung similaritas produk berdasarkan interaksi pengguna dengan rumus

$$\text{Sim} \times R = \text{Nilai Cosine Similarity} \times \text{Nilai Interaksi Produk} \quad (3)$$

- b. Hitung tingkat rekomendasi produk berdasarkan similaritas pengguna dengan rumus

$$R = \frac{\sum(\text{Sim} \times R)}{\sum \text{Sim}} \quad (4)$$

Pada Gambar 5. hasil rekomendasi hanya akan ditampilkan maksimal 3 produk yang belum pernah dilihat atau dibeli, nilai similaritas produk yang tertinggi sampai tingkat rekomendasi dengan similaritas terendah. Hasil rekomendasi diperlihatkan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Contoh rekomendasi produk untuk pelanggan

Proses perhitungan sistem rekomendasi dengan metode *Collaborative Filtering* dari contoh pelanggan Rizki Wahyudi yaitu:

- Sistem rekomendasi *Collaborative Filtering* dengan 3 pelanggan yaitu Rizki Wahyudi (8), Bima Sujadi (1), dan Muhammad Kiki (6).
- Data rating berdasarkan transaksi penjualan pada platform Lekk.stuff disusun dalam tabel berdasarkan aktivitas interaksi pelanggan. Untuk pelanggan hanya melihat produk, interaksinya diberi nilai 1, saat produk ditambahkan ke keranjang, nilainya meningkat menjadi 3, dan jika terjadi pembelian, produk tersebut mendapatkan nilai 5.

Tabel 1. Rating transaksi penjualan berdasarkan interaksi pengguna

id_pengguna	id_produk	jenis_interaksi	nilai_interaksi
8	15	add_to_cart	3
8	15	view	1
8	15	view	1
8	15	add_to_cart	3
8	15	add_to_cart	3
8	15	view	1

id_pengguna	id_produk	jenis_interaksi	nilai_interaksi
1	17	view	1
1	11	view	1
1	17	add_to_cart	3
1	15	add_to_cart	3
1	8	purchase	5
1	15	purchase	5
6	14	add_to_cart	3
6	13	add_to_cart	3
6	8	purchase	5
6	14	add_to_cart	3
6	15	view	1
6	15	add_to_cart	3

- c. Hitung tingkat kesamaan (*similarity*) terhadap pelanggan Andre Setiawan dengan pelanggan lain menggunakan cosine similarity

- Perhitungan pelanggan Rizki Wahyudi dengan Bima Sujadi dengan cosine similarity

$$\text{Sim}(8,1) = \frac{(11 \times 8)}{\sqrt{(11^2)} \times \sqrt{(5^2 + 1^2 + 8^2 + 4^2)}} =$$

$$\frac{88}{\sqrt{121} \times \sqrt{106}} \approx 0.808 \quad (5)$$

- Perhitungan pelanggan Rizki Wahyudi dengan Muhammad Kiki dengan cosine similarity

$$\text{Sim}(8,6) = \frac{(11 \times 8)}{\sqrt{(11^2)} \times \sqrt{(5^2 + 0^2 + 3^2 + 3^2 + 8^2 + 4^2)}} =$$

$$\frac{44}{\sqrt{121} \times \sqrt{103}} \approx 0.418 \quad (6)$$

- d. Menghitung kontribusi nilai interaksi setiap pelanggan terhadap produk yang belum pernah dilihat atau dibeli oleh Rizki Wahyudi menggunakan rumus:

$$\text{Sim} \times R = \text{Nilai Cosine Similarity} \times \text{Nilai Interaksi Produk} \quad (7)$$

- Sim = Nilai *Cosine Similarity* antara pengguna target (Rizki Wahyudi) dan pengguna lain.
- R = Nilai interaksi pengguna lain terhadap suatu produk ($\text{view} = 1$, $\text{add_to_cart} = 3$, $\text{purchase} = 5$).
- $\text{Sim} \times R$ = Kontribusi nilai rekomendasi dari masing-masing pengguna terhadap produk tertentu.
- Menghitung tingkat rekomendasi produk berdasarkan similaritas pengguna dalam sistem *Collaborative Filtering*.

$$R = \frac{\sum(\text{Sim} \times R)}{\sum \text{Sim}} \quad (8)$$

Dimana :

R = Nilai rekomendasi untuk suatu produk.

$\sum(\text{Sim} \times R)$ = Total kontribusi dari pengguna serupa terhadap produk tertentu.

$\sum \text{Sim}$ = Total nilai *Cosine Similarity* dari semua

Pengguna yang berkontribusi dalam perhitungan. Perhitungan skor rekomendasi untuk masing-masing produk berdasarkan kontribusi dari pengguna serupa ada di Tabel 2

Tabel 2. Perhitungan rekomendasi setiap produk

Produk	Sim (BS)	Nilai Interaksi (BS)	Sim * Nilai	Sim (MK)	Nilai Interaksi (MK)	Sim * Nilai	Total
8	0.808	5	4.04	0.418	5	2.09	6.13
11	0.808	1	0.81	0.418	0	0	0.81
12	0.808	0	0	0.418	3	1.25	1.25
13	0.808	0	0	0.418	3	1.25	1.25
14	0.808	0	0	0.418	8	3.34	3.34
15	0.808	8	6.46	0.418	4	1.67	8.13
17	0.808	4	3.23	0.418	0	0	3.23

Dari tabel 2 hasil perhitungan, produk dengan nilai rekomendasi tertinggi menjadi prioritas utama dalam sistem rekomendasi untuk Rizki Wahyudi. Produk dengan skor tertinggi, yaitu Stripe Tee Uniqlo Dilan Blue (15) dengan nilai 8.13, memiliki tingkat relevansi yang paling tinggi, produk Rugger Uni Dilan Hijau (8) dengan skor 6.13 juga menjadi rekomendasi yang cukup kuat karena memiliki keterkaitan preferensi yang signifikan dengan pengguna lain. Lalu, produk Stripe Tee Uniqlo White Cream (14) dengan skor 3.34 tetap direkomendasikan, meskipun memiliki tingkat kesesuaian yang lebih rendah dibandingkan dua produk sebelumnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian sistem rekomendasi *Collaborative Filtering* berbasis e-commerce pada toko Lekstuff terbukti efektif dalam menampilkan produk yang relevan bagi pengguna. Dengan menggunakan perhitungan *Cosine Similarity*, sistem dapat menganalisis pola interaksi pelanggan dengan kesimpulan bahwa sistem bisa memberikan rekomendasi sejumlah 3 (tiga) produk dan rekomendasi dengan *value* penjualan terbanyak (best seller). Dilihat dari data penjualan paling banyak pada bulan dan tahun berjalan sebanyak 3 (tiga) produk. Dari proses rekomendasi tersebut didapatkan nilai rekomendasi dari setiap produk untuk pelanggan. Hasil perhitungan menunjukkan Stripe Tee Uniqlo Dilan Blue memiliki skor tertinggi (8.13), diikuti Rugger Uni Dilan Hijau (6.13), dan Stripe Tee Uniqlo White Cream (3.34). Dengan hasil perhitungan tersebut produk dengan nilai tertinggi lebih diutamakan untuk ditawarkan ke pelanggan. Untuk memberikan fitur tambahan kepada user maka dapat ditambahkan fasilitas *up selling* sehingga juga dapat menampilkan rekomendasi produk dengan kualitas diatas produk yang sedang dilihat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tuti Lisnawati, Saddam Hussaen, Siti Nuridah, Nuniek Dewi Pramanik, Samuel Y. Warella, M Yusuf Bahtiar., 2023. Manajemen Risiko dalam Bisnis E-commerce: Mengidentifikasi, Mengukur, dan Mengelola Risiko-risiko yang Terkait. Halaman 8252-8259 Volume 7 Nomor 2 Tahun 2023. ISSN: 2614-6754 (print). ISSN: 2614-3097(online).
- [2] Siti Aminah., 2024. Perbandingan Keakuratan Sistem Rekomendasi Produk Berbasis *Content-Based Filtering* Dan *Collaborative Filtering* Pada E-Commerce Shopee Menggunakan Matrik Precision, Recall Dan F1-Score. Online Repository of Universitas NU Kalimantan Selatan.
- [3] Sitti Aliyah Azzahra, Syafran Nurrahman, Aep Saefullah., 2024. Integrasi Kecerdasan Buatan Dalam Sistem Rekomendasi Produk Untuk E-Commerce. Jurnal Sains dan Teknologi (SAINTEK) Vol. 3, No. 1 Juni 2024. e-ISSN: 2961-936X; p-ISSN: 2962-0236, Hal 21-28.
- [4] Yusuf Aminu & Arief Ichwani., 2024. Penggunaan Algoritma *Collaborative Filtering* pada Sistem Rekomendasi Aplikasi E-Commerce berbasis Website pada Toko Pakaian Biostuff.Id. Jurnal SIMETRIS, Vol. 15 No. 1 April 2024 ISSN: 2252-4983.
- [5] Muhammad Eko Prasetyo, Andreas N. Sihananto, Firza P. Aditiawan., 2024. Implementasi *Collaborative Filtering* Pada Aplikasi E-Commerce Penyewaan Costume Cosplay. Jurnal Publikasi Teknik Informatika (JUPTI) Vol.3, No.1 Januari 2024 e-ISSN: 2808-8972, p-ISSN: 2808-9367, Hal 64-72.
- [6] Herny Februriyanti, Aryo D. Laksono, Jati Sasongko W, Mardi Siswo Utomo., 2021. Implementasi Metode *Collaborative Filtering* untuk Sistem Rekomendasi Penjualan pada Toko Mebel. Jurnal Khatulistiwa Informatika Vol. IX, No. I Juni 2021 p-ISSN: 2339-1928 e-ISSN: 2579-633X, 43-50.
- [7] Al Muhtadi, A. Z., & Junaedi, L., 2021. Implementasi Metode Prototype dalam Membangun Sistem Informasi Penjualan Online pada Toko Herbal Pahlawan. *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, 3(1), 31–41.
- [8] Niki Ratama, Munawaroh, Sri Mulyati., 2022. Sosialisasi Penggunaan Ecommerce Dalam Perkembangan Bisnis Di Era Digital. Abdi Jurnal Publikasi. Vol. 1, No. 1, September 2022. ISSN : 2963-3486.
- [9] A.A.P. Adnyana, I.D.M.B.A Darmawan, dan I.G.A Wibawa., 2023. Perancangan Website E-commerce Dengan Sistem Rekomendasi Berbasis *Collaborative Filtering*. Jurnal Pengabdian Informatika. Volume 1 Nomor 2.
- [10] Ichwani, A., Anwar, N., Karsono, K., & Alrifqi, M., 2021. Sistem Informasi Penjualan Berbasis Website dengan Pendekatan Metode Prototype. Prosiding SISFOTEK, 5(1), 1 - 6.