

IMPLEMENTASI COLLABORATIVE FILTERING UNTUK SISTEM REKOMENDASI BUNDLING PRODUK SKINCARE (STUDI KASUS TOKO WONGAYU)

Indra Syaputra Stiansyah, Deddy Rudhistiar, Nurlaily Vendyansyah

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2118099@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Industri kosmetik dan skincare yang terus berkembang mendorong Toko Wongayu untuk menyediakan berbagai produk dari beragam merek. Namun, pelanggan sering membeli produk secara terpisah tanpa panduan yang jelas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem rekomendasi bundling produk skincare menggunakan pendekatan item-based collaborative filtering untuk mengidentifikasi keterkaitan antar produk, serta algoritma backtracking untuk menyusun kombinasi produk berdasarkan kategori dan batas jumlah tertentu. Collaborative filtering merupakan teknik untuk memperkirakan preferensi pengguna dengan memanfaatkan pola historis, sedangkan item-based collaborative filtering menghitung kemiripan antar produk berdasarkan frekuensi kemunculan bersama dalam transaksi. Algoritma backtracking sendiri merupakan metode pencarian solusi yang mengeksplorasi kemungkinan secara bertahap, dan akan kembali ke langkah sebelumnya jika kombinasi yang dibangun tidak memenuhi kriteria. Sistem dibangun menggunakan data histori transaksi penjualan di Toko Wongayu. Hasil evaluasi menunjukkan performa yang bervariasi. Pada Bundling 1 menghasilkan nilai precision, recall, dan F1 Score sebesar 0,75, sedangkan Bundling 2 memperoleh nilai 0. Dengan demikian, sistem rekomendasi memiliki potensi mendukung strategi penjualan melalui bundling produk otomatis, meskipun masih memerlukan penyempurnaan untuk mencapai hasil yang lebih konsisten di berbagai kasus.

Kata kunci : Sistem rekomendasi, Bundling produk, Collaborative filtering, Backtracking

1. PENDAHULUAN

Industri kosmetik dan skincare terus mengalami pertumbuhan pesat, ditandai dengan semakin banyaknya toko yang menyediakan beragam produk kecantikan [1]. Produk kosmetik sendiri secara umum terbagi menjadi dua jenis, yaitu kosmetik perawatan kulit (skincare) yang berfungsi untuk menjaga dan merawat kondisi kulit, serta kosmetik riasan (makeup) yang digunakan untuk mempercantik penampilan dan menutupi ketidaksempurnaan wajah.

Di toko wongayu, tersedia berbagai macam produk skincare dan makeup dari beragam merek. Dalam praktiknya, pelanggan cenderung membeli produk secara individual sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Untuk mendukung proses pengambilan keputusan saat berbelanja, diperlukan strategi penjualan berupa bundling produk yang dapat disusun secara otomatis berdasarkan produk yang sedang dipilih oleh pelanggan.

Sistem rekomendasi yang diusulkan dalam penelitian ini dikembangkan dengan memanfaatkan data histori transaksi penjualan di toko untuk mengidentifikasi keterkaitan antar produk yang sering dibeli secara bersamaan. Dalam tahap ini, metode collaborative filtering item-based digunakan untuk menghasilkan daftar produk yang relevan berdasarkan pola transaksi. Metode item-based collaborative filtering memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi hubungan implisit antar produk berdasarkan pola pembelian, yang dapat berkontribusi pada peningkatan ketepatan dalam hasil rekomendasi [2].

Untuk menyusun bundling produk dari daftar produk rekomendasi tersebut, digunakan algoritma

backtracking. Algoritma ini memungkinkan pembentukan kombinasi produk berdasarkan kriteria tertentu, seperti kategori produk yang diperlukan dan batasan jumlah produk dalam bundel, sehingga menghasilkan bundling yang sesuai dengan konteks pembelian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi bundling produk skincare dengan pendekatan collaborative filtering item-based dan algoritma backtracking, dengan studi kasus di toko wongayu. Sistem ini diharapkan dapat membantu pelanggan dalam menemukan produk pelengkap yang sesuai serta mendukung strategi pemasaran yang lebih adaptif di industri kosmetik dan skincare.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi merupakan sistem yang dibuat dengan tujuan untuk menyajikan daftar item yang berpotensi menarik minat pelanggan. Berdasarkan pendekatan yang digunakan dalam menghasilkan rekomendasi, sistem rekomendasi dapat dibagi menjadi tiga pendekatan utama, yakni pendekatan berbasis konten, pendekatan kolaboratif, dan pendekatan hybrid [3]. Sistem rekomendasi menerima dua tipe masukan yang berbeda, yaitu *implicit input* dan *explicit input*. Masukan implisit diperoleh dari pengamatan terhadap aktivitas pengguna, seperti histori pemesanan, pencarian, penelusuran, serta kebiasaan penggunaan lainnya. Di sisi lain, masukan eksplisit berasal dari umpan balik langsung pengguna, misalnya melalui pemberian rating, menandai item sebagai favorit, atau

memberikan reaksi suka (thumbs-up) dan tidak suka (thumbs-down) terhadap suatu item [4].

2.2. Bundling Produk

Dalam kegiatan pemasaran produk, berbagai strategi penjualan kerap digunakan, seperti promosi, pemberian diskon, penyediaan sampel produk, program afiliasi, serta salah satu strategi yang cukup populer, yaitu *bundling*. Strategi *bundling* merupakan pendekatan pemasaran di mana dua atau lebih produk digabungkan dan dijual dalam satu paket dengan harga khusus. Terdapat dua aspek utama dalam konsep ini, yaitu keberadaan produk yang berbeda serta penawaran dalam satu kesatuan harga. Produk yang digabungkan umumnya memiliki pasar atau segmen konsumen masing-masing, namun dikemas bersama untuk meningkatkan daya tarik penjualan [5].

2.3. Collaborative Filtering

Collaborative filtering merupakan teknik yang digunakan untuk memperkirakan keinginan pengguna dengan menyaring informasi suatu item berdasarkan opini atau pengalaman pengguna lain. Konsep dasar dari sistem ini adalah menggunakan data umpan balik pengguna lain guna memprediksi item yang berpotensi menarik minat pengguna tertentu [2]. Dalam penerapannya, *collaborative filtering* menganalisis kumpulan data dari sejumlah pengguna untuk tujuan mendapatkan informasi yang relevan dalam menyajikan hasil rekomendasi. Metode ini bekerja dengan mengidentifikasi kesamaan karakteristik antar produk, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat dan menyesuaikan dengan kebutuhan atau minat pengguna secara personal [4].

2.4. Item-Based Collaborative Filtering

Item-based collaborative filtering adalah salah satu teknik dalam metode *collaborative filtering* yang menghitung nilai kemiripan antar produk (item), bukan antar pengguna [6]. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan ini digunakan untuk merekomendasikan *bundling* produk skincare berdasarkan pola pembelian pelanggan di toko wongayu. Metode ini menganalisis histori transaksi penjualan untuk mengidentifikasi produk-produk yang sering dibeli bersama atau memiliki pola pembelian yang serupa.

Dengan menggunakan data transaksi, sistem dapat menghitung tingkat kemiripan antar produk berdasarkan frekuensi kemunculannya dalam transaksi. Produk-produk yang memiliki pola pembelian yang mirip diasumsikan memiliki kemiripan, meskipun secara konten atau karakteristik produk bisa saja berbeda. Kemudian, produk yang paling mirip dengan produk yang akan dibeli oleh calon pelanggan akan direkomendasikan sebagai bagian dari *bundling* skincare yang sesuai.

2.5. Cosine Similarity

Cosine Similarity dalam konteks item-based digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan antar produk berdasarkan pola kemunculannya dalam riwayat transaksi. Setiap produk direpresentasikan dalam bentuk vektor yang menunjukkan frekuensi atau kehadirannya dalam berbagai transaksi. Nilai similarity berada dalam rentang 0 hingga 1, di mana nilai 0 berarti tidak ada kesamaan sama sekali, dan nilai 1 berarti produk tersebut selalu muncul bersama dalam transaksi yang sama [7]. Berikut rumus perhitungan *Cosine similarity* (1).

$$\cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \cdot \|B\|} \quad (1)$$

Keterangan :

$A \cdot B$: dot product antara vektor A dan B.
 $\|A\|$: norma (panjang) vektor A
 $\|B\|$: norma (panjang) vektor B

2.6. Algoritma Backtracking

Algoritma *backtracking* merupakan salah satu strategi penyelesaian masalah yang dirancang untuk menelusuri seluruh kemungkinan solusi secara sistematis. Pendekatan ini bekerja dengan cara mengeksplorasi setiap pilihan secara rekursif, sambil mengevaluasi apakah solusi sementara tersebut memenuhi kriteria yang ditentukan. Dalam prosesnya, solusi dibangun secara bertahap melalui serangkaian keputusan. Jika pada suatu titik ditemukan bahwa jalur yang ditempuh tidak menghasilkan solusi yang valid, maka algoritma akan kembali ke tahap sebelumnya untuk mencoba alternatif lain yang tersedia. Secara umum, algoritma ini banyak diterapkan pada tiga jenis permasalahan, yaitu permasalahan keputusan (*decision problem*), optimasi, dan enumerasi [8].

2.7. F1 Score

Sistem rekomendasi dikategorikan sebagai bagian dari sistem pengambilan informasi (*information retrieval*), sehingga evaluasi kinerjanya umumnya menggunakan metrik *precision*, *recall*, dan *F1-score*. *Precision* merepresentasikan rasio item relevan terhadap seluruh item yang direkomendasikan, sedangkan *recall* mengukur proporsi item relevan yang berhasil direkomendasikan dari keseluruhan item relevan yang tersedia. Untuk memberikan penilaian yang seimbang antara kedua metrik tersebut, *F1-score* digunakan sebagai nilai rata-rata harmonis dari *precision* dan *recall*. [9].

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

Keterangan:

TP : True Positive (TP) adalah Produk yang direkomendasikan oleh sistem dan juga ada di ground truth.

- FP : False Positive (FP) adalah Produk yang direkomendasikan oleh sistem namun tidak ada di ground truth.
- FN : False Negative (FN) adalah Produk yang ada di ground truth namun tidak direkomendasikan oleh sistem.

$$F1\ Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

F1 Score mengukur keseimbangan antara precision dan recall. Nilainya dihitung dari rata-rata harmonis precision dan recall, sehingga mencerminkan kinerja sistem secara keseluruhan dalam memberikan rekomendasi yang tepat dan menyeluruh.

2.8. Javascript

JavaScript adalah salah satu bahasa pemrograman yang dirancang untuk menunjang pengembangan berbagai jenis aplikasi, seperti aplikasi mobile, permainan digital, situs web, hingga manajemen basis data [10]. Bahasa ini pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan Netscape pada tahun 1995 dengan nama awalnya, yaitu LiveScript, sebelum akhirnya dikenal luas sebagai JavaScript. Seiring perkembangan teknologi internet, JavaScript menjadi bahasa skrip pertama yang diimplementasikan secara luas untuk pengembangan web. Selain itu, JavaScript mendukung *event-driven programming*, yang meningkatkan kapabilitas HTML dan memberikan fleksibilitas serta interaktivitas yang lebih tinggi dalam pembuatan aplikasi berbasis web [11].

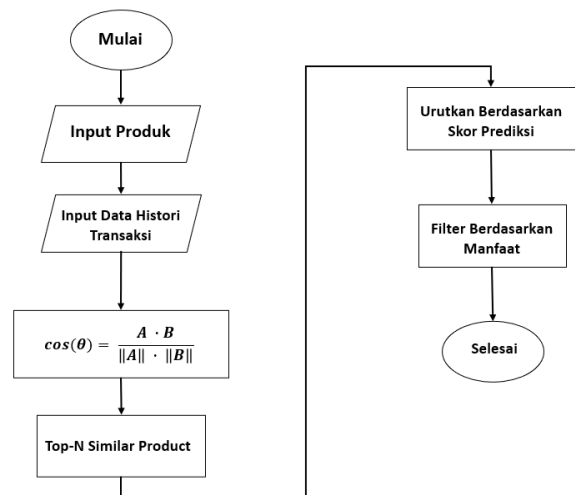
2.9. Website

Website merupakan gabungan berbagai komponen seperti teks, gambar, suara, dan animasi yang saling mendukung untuk menciptakan tampilan yang terpadu. Dengan menghadirkan konten-konten tersebut secara menarik dan interaktif, situs web berfungsi sebagai sarana informasi yang mampu menarik perhatian serta mendorong minat pengguna untuk mengunjunginya [12].

3. METODE PENELITIAN

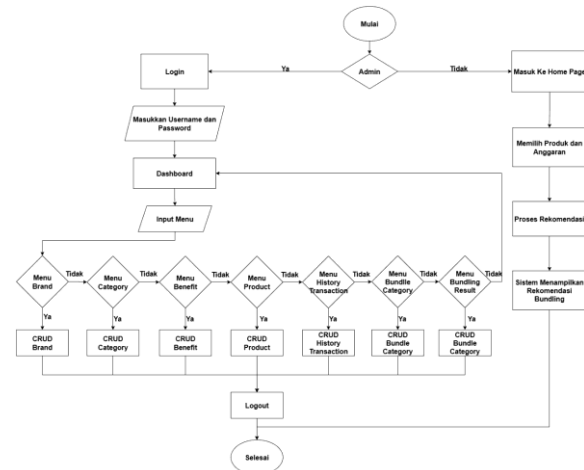
3.1. Flowchart Metode

Flowchart pada gambar 1 menggambarkan alur perhitungan kemiripan produk menggunakan metode cosine similarity. Proses dimulai dengan input data produk (nama, kategori, manfaat) dan histori transaksi penjualan. Dari data transaksi, sistem menghitung kemiripan antar produk ($\cos(\theta)$) dengan menghitung *dot product* serta panjang vektor masing-masing produk, lalu membaginya untuk memperoleh nilai similarity. Hasil perhitungan ini menghasilkan daftar Top-N produk dengan kemiripan tertinggi. Selanjutnya, sistem memfilter produk berdasarkan manfaat dan anggaran pelanggan untuk menentukan produk dalam bundling.



Gambar 1. Flowchart metode

3.2. Flowchart Sistem



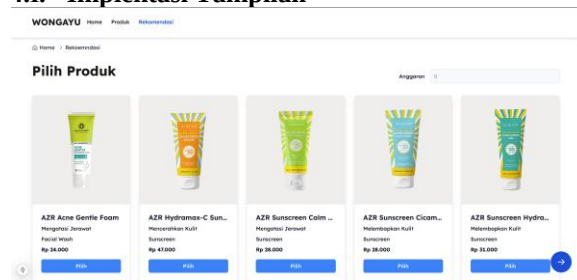
Gambar 2. Flowchart Sistem

Flowchart pada gambar 2 menggambarkan alur interaksi pengguna dalam mengakses aplikasi. Alur dimulai dengan pengecekan status pengguna, apakah admin atau bukan. Jika pengguna adalah admin, maka akan diminta untuk login dengan memasukkan username dan password. Setelah berhasil login, admin dapat mengakses halaman dashboard untuk mengelola data (CRUD) pada entitas seperti brand, kategori, manfaat, produk, riwayat transaksi, kategori *bundling*, dan hasil *bundling*. Setelah selesai, admin dapat logout.

Jika pengguna bukan admin, mereka akan langsung diarahkan ke halaman utama, di mana mereka dapat memilih produk dan menentukan anggaran di menu rekomendasi. Sistem akan memproses data input dan menghasilkan rekomendasi *bundling* produk yang sesuai dengan anggaran dan preferensi pengguna, yang kemudian ditampilkan untuk dipertimbangkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Tampilan

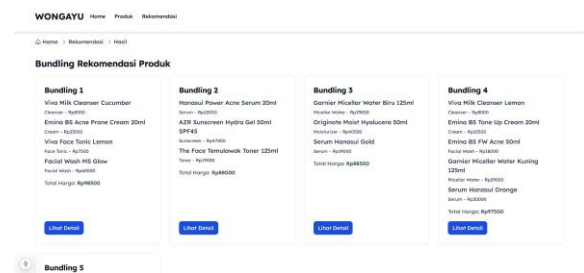


Gambar 3. Halaman rekomendasi

Gambar 3 menunjukkan halaman yang digunakan untuk memperoleh rekomendasi *bundling* produk. Pada halaman ini, pengguna dapat memilih produk dan memasukkan anggaran, kemudian menekan tombol panah di pojok kanan bawah untuk memproses dan menampilkan hasil rekomendasi.

Gambar 4 menunjukkan halaman yang digunakan untuk menampilkan hasil rekomendasi

bundling produk berdasarkan produk dan anggaran yang telah dimasukkan sebelumnya oleh pengguna.



Gambar 4. Halaman Hasil Rekomendasi

4.2. Perhitungan Metode

Dalam studi ini, data yang digunakan adalah data produk sebanyak 170 dan data transaksi pada tahun 2023 dan 2024 dengan total 22247 transaksi untuk mendapatkan rekomendasi *bundling* produk pada saat memilih dua produk dengan anggaran sebesar Rp.100.000,-.

Tabel 1. List produk

No	Kode Produk	Nama Produk	Manfaat	Kategori	Harga
1	ACNES002	Acnes Creamy Wash 100gr	Mengatasi jerawat	Facial Wash	27000
2	ACNES001	Acnes Sealing Jell	Mengatasi jerawat	Spot Treatment	19000
3	AZR001	AZR Acne Gentle Foam	Mengatasi jerawat	Facial Wash	24000
4	AZR002	AZR Hydramax-C Sunscreen Serum 40ml	Mencerahkan kulit	Sunscreen	47000
5	AZR003	AZR Sunscreen Calm My Acne SPF35 40ml	Mengatasi jerawat	Sunscreen	28000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
170	XXU007	Xixiu Sheetmask Peach	Mencerahkan kulit	Sheetmask	4000

Tabel 2. Transaksi penjualan

Kode Transaksi	Kode Produk
T1	MSG001
	PMSG004
	TFC001
	TFC002
	TFC004
	TFC005
T2	ULVR002
	WRDH001
	WRDH006
T3	WRDH015
	WRDH011
	WRDH001
T4	WRDH013
	WRDH021
⋮	⋮
T22247	G2G012
	HNSI015

Setelah dataset tersedia pada tabel 1 dan tabel 2, dibuat sebuah tabel matriks produk × transaksi, di mana setiap baris merepresentasikan produk, dan setiap kolom merepresentasikan transaksi. Pada matriks ini, jika suatu produk muncul dalam suatu transaksi, maka nilainya adalah 1, dan 0 jika tidak.

Tabel 3. Matrik produk x transaksi

	T1	T2	T3	T4	T5	...	T22247	Pelanggan
ACNES001	0	0	0	0	0	...	0	1
ACNES002	0	0	0	0	0	...	0	0
AZR001	0	0	0	0	0	...	0	1
AZR002	0	0	0	0	0	...	0	0
AZR003	0	0	0	0	0	...	0	0
XXU007	0	0	0	0	0	...	0	0

Selain kolom transaksi, ditambahkan satu kolom tambahan bernama pelanggan yang berfungsi sebagai penanda identitas pelanggan yang melakukan transaksi tersebut. Nilai pada kolom pelanggan berbeda-beda tergantung pelanggan yang melakukan transaksi, dan menjadi acuan dalam proses analisis data pelanggan.

Dari matrik yang sudah tersedia, hitung nilai kemiripan antar produk pada tiap transaksi dengan persamaan 1.

$$\cos(\text{ACNES001}, \text{ACNES001}) = \frac{(0 \times 0) + (0 \times 0) + \dots + (1 \times 1)}{\sqrt{(0)^2 + \dots + (1)^2} \times \sqrt{(0)^2 + \dots + (1)^2}} = 1$$

$$\cos(\text{ACNES001}, \text{ACNES002}) = \frac{(0 \times 0) + (0 \times 0) + \dots + (1 \times 0)}{\sqrt{(0)^2 + \dots + (1)^2} \times \sqrt{(0)^2 + \dots + (0)^2}} = 0,027$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot \\
 & \cdot \\
 & \cdot \\
 \cos(\text{ACNES001}, \text{XXU007}) \\
 &= \frac{(0 \times 0) + (0 \times 0) + \dots + (1 \times 1)}{\sqrt{(0)^2 + \dots + (1)^2} \times \sqrt{(0)^2 + \dots + (1)^2}} = 0 \\
 \text{Dan} \\
 \cos(\text{AZR001}, \text{ACNES002}) \\
 &= \frac{(0 \times 0) + (0 \times 0) + \dots + (0 \times 0)}{\sqrt{(0)^2 + \dots + (0)^2} \times \sqrt{(0)^2 + \dots + (0)^2}} = 0,168 \\
 \cos(\text{AZR001}, \text{AZR001}) \\
 &= \frac{(0 \times 0) + (0 \times 0) + \dots + (0 \times 0)}{\sqrt{(0)^2 + \dots + (0)^2} \times \sqrt{(0)^2 + \dots + (0)^2}} = 0,276 \\
 & \cdot \\
 & \cdot
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot \\
 \cos(\text{AZR001}, \text{XXU007}) \\
 &= \frac{(0 \times 0) + (0 \times 0) + \dots + (0 \times 0)}{\sqrt{(0)^2 + \dots + (0)^2} \times \sqrt{(0)^2 + \dots + (0)^2}} = 1
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Baris produk yang dipilih

	ACNE S001	ACNE S002	AZR 001	AZR 002	AZR 003	.. .	XXU 007
ACNE S001	1	0,027	0	0,009	0,016	.. .	0
AZR 001	0	0	1	0,006	0,059	.. .	0,006

Hasil perhitungan kemiripan (*similarity*) dari $\cos(\text{ACNES001}, \text{ACNES001})$ sampai $\cos(\text{ACNES001}, \text{XXU007})$ dan $\cos(\text{AZR001}, \text{AZR001})$ sampai $\cos(\text{AZR001}, \text{XXU007})$ menghasilkan nilai *similarity* produk x produk. Kemudian jika pada hasil *similarity* sama-sama memiliki nilai maka ambil nilai yang terbesar.

Tabel 5. Produk terpilih

No	Produk	Kategori	Manfaat	Harga	Similarity
1	AZR Sunscreen Cicamide Barrier SPF35 40ml	Sunscreen	Melembapkan Kulit	28000	0.066
2	AZR Sunscreen Hydra Gel 30ml SPF45	Sunscreen	Melembapkan Kulit	31000	0.041
3	AZR Sunscreen Hydra Gel 50ml SPF45	Sunscreen	Melembapkan Kulit	47000	0.036
4	AZR Hydramax-C Sunscreen Serum 40ml	Sunscreen	Mencerahkan Kulit	47000	0.03
5	Serum Hanasui Pink Anti Acne	Serum	Mengatasi Jerawat	19000	0.028
135	Whitening Day Cream MS Glow	Day Cream	Mencerahkan Kulit	70000	0.003

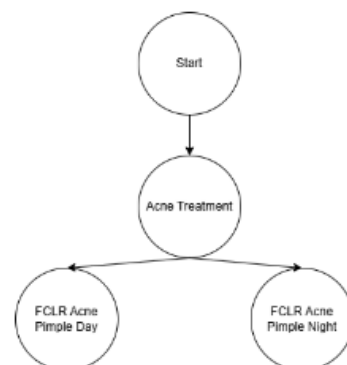
Dari daftar produk yang telah terpilih, produk-produk tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori produk yang dimiliki. Selain itu,

hanya produk yang memiliki manfaat (benefit) tertentu sesuai dengan manfaat produk yang dipilih pelanggan yang akan dipertimbangkan.

Tabel 6. Pengelompokan Produk Berdasarkan Manfaat

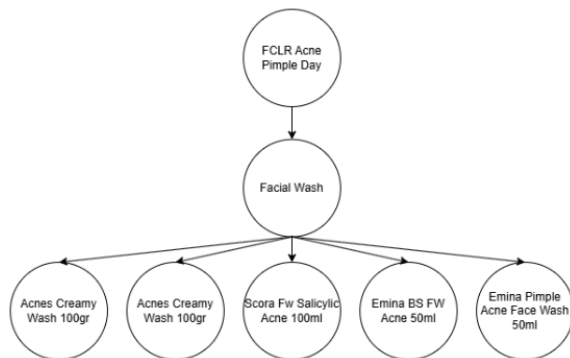
No	Produk	Kategori	Manfaat	Harga	Similarity
1	Serum Hanasui Pink Anti Acne	Serum	Mengatasi jerawat	19000	0,028
2	Acnes Creamy Wash 100gr	Facial Wash	Mengatasi jerawat	27000	0,016
3	Acnes Sealing Jell	Spot Treatment	Mengatasi jerawat	19000	0,016
4	Hanasui Power Acne Serum 20ml	Serum	Mengatasi jerawat	22000	0,015
5	Scarlett Acne Day Cream	Day Cream	Mengatasi jerawat	50000	0,015
6	Emina BS FW Acne 100ml	Facial Wash	Mengatasi jerawat	28500	0,014
7	Scarlett Serum Acne	Serum	Mengatasi jerawat	50000	0,012
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18	WD Acnederm Pure Cleanser 60ml	Cleanser	Mengatasi jerawat	21500	0,005

Setelah proses pengelompokan pada tabel 6, Langkah selanjutnya Adalah menyusun *bundling* produk menggunakan algoritma backtracking berdasarkan dua kriteria utama, yaitu kategori produk dan anggaran maksimum (*budget*) yang ditentukan pelanggan. Dengan kategori *bundle* sebagai berikut acne treatment, facial wash, dan serum, sheetmask.



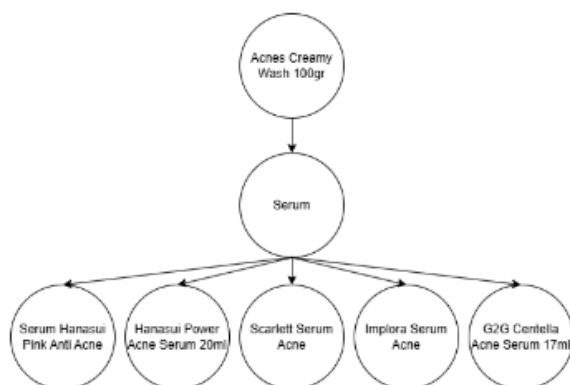
Gambar 5. Backtracking Step 1

Pada Gambar 5. memperlihatkan proses pencarian kombinasi produk yang diawali dengan kategori *acne treatment*. Pada tahap ini, produk FCLR Acne Pimple Day terpilih karena memiliki nilai *similarity* tertinggi dibandingkan produk lainnya dalam kategori tersebut, sehingga membentuk jalur (*path*) awal dengan total biaya sebesar Rp.16000,-.



Gambar 6. Backtracking Step 2

Pada Gambar 6 menampilkan proses pencarian kombinasi lanjutan pada kategori *facial wash* karena anggaran masih mencukupi. Pada tahap ini, produk Acnes Creamy Wash 100gr terpilih karena memiliki nilai *similarity* tertinggi di antara produk-produk dalam kategori yang sama. Hasilnya, terbentuk jalur (*path*) FCLR Acne Pimple Day → Acnes Creamy Wash 100gr dengan total biaya sebesar Rp.43000,-.



Gambar 7. Backtracking Step 3

Pada Gambar 7 menampilkan proses pencarian kombinasi lanjutan pada kategori *serum* karena anggaran masih mencukupi. Pada tahap ini, produk Serum Hanasui Pink Anti Acne terpilih karena memiliki nilai *similarity* tertinggi di antara produk-produk dalam kategori yang sama. Hasilnya, terbentuk jalur (*path*) FCLR Acne Pimple Day → Acnes Creamy Wash 100gr → Serum Hanasui Pink Anti Acne dengan total biaya sebesar Rp.62000,-.



Gambar 8. Backtracking Step 4

Pada Gambar 8 menampilkan proses pencarian kombinasi lanjutan pada kategori *sheetmask* karena anggaran masih mencukupi. Pada tahap ini, produk Implora Sheetmask Acne Control terpilih karena merupakan satu-satunya produk yang tersedia dalam kategori tersebut. Dengan demikian, terbentuk jalur (*path*) FCLR Acne Pimple Day → Acnes Creamy Wash 100gr → Serum Hanasui Pink Anti Acne → Implora Sheetmask Acne Control dengan total biaya sebesar Rp.65000,-. Proses pencarian kombinasi dihentikan karena kategori *sheetmask* merupakan jalur terakhir. Setelah mencapai *node* terakhir, dilakukan proses *backtracking* ke *node* sebelumnya hingga ke akar. Selanjutnya, produk yang telah terpilih akan dihapus dari akar, dan proses pencarian kombinasi dilanjutkan kembali dengan metode yang sama hingga tidak ada lagi produk yang dapat dikombinasikan.

Tabel 7. Hasil Jalur Backtracking

No	Path	Cost
1	FCLR Acne Pimple Day → Acnes Creamy Wash 100gr → Serum Hanasui Pink Anti Acne → Implora Sheetmask Acne Control	Rp.65000,-
2	FCLR Acne Pimple Night → Emina BS FW Acne 100ml → Hanasui Power Acne Serum 20ml	Rp.66500,-

Tabel 7 merupakan hasil kombinasi dari setiap jalur yang telah diperoleh digunakan sebagai dasar dalam menghasilkan *bundlin* produk yang direkomendasikan.

4.3. Pengujian Metode

Pengujian dilakukan terhadap sistem rekomendasi *bundling* berdasarkan hasil output sistem dengan input produk tertentu. Penilaian sistem dilakukan dengan menggunakan metrik *precision*, *recall*, dan *F1-score* untuk menilai tingkat ketepatan dan kesesuaian rekomendasi yang diberikan.

Tabel 8. Data uji

Bundling	Produk
Bundling 1	FCLR Acne Pimple Day
	Acnes Creamy Wash 100gr
	Serum Hanasui Pink Anti Acne
	Implora Sheetmask Acne Control
Bundling 2	FCLR Acne Pimple Night
	Emina BS FW Acne 100ml
	Hanasui Power Acne Serum 20ml

Data uji berupa pada tabel 8 merupakan hasil *bundling* yang dihasilkan oleh sistem berdasarkan input dua produk (ACNES001 dan AZR001) dengan anggaran Rp.100.000,- adalah *bundling* dengan manfaat mengatasi jerawat. Sistem telah menggunakan cosine similarity dan pemrosesan *bundling* untuk menghasilkan rekomendasi akhir.

Tabel 9. Label Kebenaran (Ground Truth)

Ground Truth Bundling	Kategori	Nama Produk
AntiAging	Serum	Originote Serum Retinol 20ml
	Sunscreen	Originote Sunscreen SPF50 50gr
Melembapkan Kulit	Cleanser	SKTF Ceramide Cleanser 80ml
	Day Cream	WD PB Moist Smooth Day Cream 20ml
	Micellar Water	Garnier Micellar Water Rose 125ml
	Moisturizer	SKTF Ceramide Mois 30gr
	Sheetmask	Implora Sheetmask Moisturizing
	Sunscreen	Facetology Sunscreen Triple Care
	Cleanser	Viva Milk Cleanser Bengkoang
Mencerahkan Kulit	Cream	Scarlett Brightly Day Cream
	Face Tonic	Viva Face Tonic Bengkoang
	Facial Wash	Garnier FW Sakura 100ml
	Micellar Water	Garnier Micellar Water Pink 125ml
	Moisturizer	SKTF Niacinamide Mois 30gr
	Night Cream	Emina BS Night Cream 20ml
	Serum	Hanasui Power Bright Expert Serum 20ml
	Sheetmask	Xixiu Sheetmask BrightGlow
	Sunscreen	WD UV Shield 40ml Airy Smooth SPF50
	Toner	Emina BS Face Toner 100ml
	Acne Treatment	FCLR Acne Pimple Day
Mengatasi Jerawat	Facial Wash	Acnes Creamy Wash 100gr
	Serum	G2G Centella Acne Serum 17ml
	Sheetmask	Implora Sheetmask Acne Control

Label kebenaran (ground truth) digunakan sebagai pembandingan dengan data uji. Produk yang dihasilkan dalam *bundling* akan dibandingkan dengan ground truth, produk yang terdapat dalam ground truth dikatakan valid. Label kebenaran menggunakan data kuesioner yang telah dikumpulkan.

Pada tahap evaluasi sistem *bundling* produk skincare ini, dilakukan perhitungan Precision pada persamaan (2), Recall pada persamaan (3), dan F1 Score pada persamaan (4) untuk mengukur sejauh mana hasil *bundling* yang direkomendasikan oleh sistem sesuai dengan label kebenaran (ground truth) yang diperoleh dari data kuesioner.

Tabel 10. Hasil evaluasi

No	Data uji	Precision	Recall	F1 Score
1	Bundling 1	0,75	0,75	0,75
2	Bundling 2	0	0	0

Dari pengukuran kinerja sistem dengan Precision, Recall, dan F1 Score, terlihat pada tabel 10 bahwa sistem rekomendasi *bundling* menunjukkan performa yang bervariasi. Pada *bundling* 1, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang cukup

relevan, dimana metrik *precision*, *recall*, dan *F1 score* menunjukkan nilai sebesar 0,75. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar produk yang direkomendasikan sesuai dengan kebutuhan pengguna berdasarkan data ground truth. Namun, pada *bundling* 2, sistem tidak berhasil merekomendasikan produk yang sesuai, ditunjukkan oleh nilai *precision*, *recall*, dan *F1 Score* sebesar 0. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem gagal mengenali kebutuhan pengguna pada kasus tersebut, sehingga tidak ada satupun produk yang cocok dengan label kebenaran. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa meskipun sistem memiliki potensi dalam menghasilkan *bundling* yang tepat, masih dibutuhkan perbaikan, terutama dalam pemilihan produk yang lebih relevan dan penyempurnaan logika kesesuaian kebutuhan agar performa sistem lebih konsisten di berbagai kasus.

4.4. Pengujian User

Pengujian user bertujuan untuk mendapat tanggapan dari pengguna sistem. Uji coba sistem dilakukan secara online melalui kuesioner. Berikut merupakan Tabel hasil pengujian user pada Tabel 13.

Tabel 11. Pengujian user

No	Pertanyaan	Hasil Pengujian		
		Setuju	Cukup	Tidak Setuju
1	Tampilan aplikasi (UI) mudah dipahami	22	2	-
2	Website ini mudah digunakan oleh pengguna	23	1	-
3	Informasi yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna	18	6	-
4	Informasi yang ditampilkan pada website mudah dipahami	20	4	-
5	Pengguna tidak perlu banyak belajar sebelum menggunakan atau mengoperasikan website ini	7	9	8
6	Proses akses website berlangsung cepat dan tidak mengalami kendala teknis	15	8	1
7	Website ini memudahkan calon pembeli dalam mendapatkan rekomendasi bundling produk yang sesuai	18	6	-
Total		123	36	9
Presentase		73,21%	21,42%	5,36%

Berdasarkan pengujian user, mayoritas responden menyatakan bahwa website memiliki tampilan yang mudah dipahami, mudah digunakan, serta menyediakan informasi yang jelas. Sebagian besar responden juga menilai bahwa fitur dan fungsi website sudah sesuai dengan kebutuhan mereka, serta sistem rekomendasi bundling dinilai membantu dalam memilih produk. Dari sisi teknis, akses website tergolong cepat dan stabil meskipun ada sedikit kendala pada sebagian kecil pengguna. Secara keseluruhan, website mendapat tingkat kepuasan tinggi, dengan 73,21% responden menyatakan setuju terhadap aspek-aspek yang diuji, menunjukkan bahwa sistem layak digunakan dan memenuhi ekspektasi pengguna.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukannya penelitian ini yaitu, hasil evaluasi menggunakan metrik Precision, Recall, dan F1 Score menunjukkan bahwa sistem rekomendasi bundling memiliki performa yang bervariasi. Pada bundling 1, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang cukup relevan dengan nilai precision, recall, dan F1 Score sebesar 0,75, menandakan bahwa sebagian besar produk yang direkomendasikan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Namun, pada bundling 2, sistem tidak mampu memberikan rekomendasi yang sesuai, dengan nilai evaluasi sebesar 0, sehingga menunjukkan bahwa sistem belum konsisten dalam mengenali kebutuhan pengguna di semua kasus. Dari penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa sistem rekomendasi yang dibangun menggunakan metode *collaborative filtering* dan algoritma *backtracking* memiliki potensi dalam menyusun bundling produk secara otomatis untuk mendukung strategi penjualan. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah meningkatkan akurasi sistem dengan penyempurnaan logika pencocokan kebutuhan pengguna dan mempertimbangkan integrasi metode lain seperti *content-based filtering* atau menggunakan *item-based collaborative filtering*. Selain itu, disarankan menambahkan fitur interaktif seperti umpan balik pengguna untuk meningkatkan relevansi

rekomendasi dan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. B. A. Larasati and H. Februariyanti, "SISTEM REKOMENDASI PRODUCT EMINA COSMETICS DENGAN MENGGUNAKAN METODE CONTENT - BASED FILTERING," *Jurnal Manajemen Informatika & Sistem Informasi*, vol. 4, pp. 45–54, Jan. 2021.
- [2] Hartatik, S. Devi Nurhayati, and W. Widayani, "Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner di Yogyakarta dengan Metode Item-Based Collaborative Filtering," Nov. 2021.
- [3] Y. Suharya, Y. Herdiana, N. I. Putri, and Z. Munawar, "SISTEM REKOMENDASI UNTUK TOKO ONLINE KECIL DAN MENENGAH," pp. 176–185, Dec. 2021.
- [4] H. Februariyanti, A. Dwi Laksono, J. Sasongko Wibowo, and M. Siswo Utomo, "IMPLEMENTASI METODE COLLABORATIVE FILTERING UNTUK SISTEM REKOMENDASI PENJUALAN PADA TOKO MEKEL," 2021, [Online]. Available: www.unisbank.ac.id
- [5] S. Mamun and Windyarti, "PROGRAM BUNDLING PRODUK SWB2P DALAM PERSPEKTIF SYARIAH (Studi Kasus BMT UGT Sidogiri CAPEM Cibatung)," *Jurnal Ekonomi Syariah Pelita Bangsa*, vol. 6, pp. 30–39, Apr. 2021, doi: 10.37366/jespb.v6i01.174.
- [6] A. Rosita, N. Puspitasari, and V. Z. Kamila, "REKOMENDASI BUKU PERPUSTAKAAN KAMPUS DENGAN METODE ITEM-BASED COLLABORATIVE FILTERING," *Sebatik*, vol. 26, no. 1, pp. 340–346, Jun. 2022, doi: 10.46984/sebatik.v26i1.1551.
- [7] M. A. Suryawan, L. I. Fajar, and F. Arland, "Penerapan Algoritma Stemming Nazief-Adriani dengan Metode Cosine Similarity Dalam Aplikasi Ujian Esai," 2024.
- [8] Nurhasanah and U. Saptoni, "Penerapan Algoritma Backtracking Dengan Bounding Function Dan Depth First Search Pada Permainan Boggle," *Jurnal Teknik Informatika*

- dan *Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 35–50, Jun. 2023, doi: 10.55542/jurtie.v5i2.699.
- [9] F. R. Hariri and L. W. Rochim, “Sistem Rekomendasi Produk Aplikasi Marketplace Berdasarkan Karakteristik Pembeli Menggunakan Metode User Based Collaborative Filtering,” *Teknika*, vol. 11, no. 3, pp. 208–217, Nov. 2022, doi: 10.34148/teknika.v11i3.538.
- [10] N. E. S. Hariyanto, A. Mahmudi, and N. Vendyansyah, “PENERAPAN ALGORITMA DETEKSI PITCH MENGGUNAKAN MODUL PITCHFINDER PADA GAME PLATFORM SEBAGAI GAMIFIKASI UNTUK MEMBACA NOTASI ANGKA,” Feb. 2023. [Online]. Available: <https://github.com/peterkhayes/pitchfinder>.
- [11] I. Susilowati, Budiman, and I. Umami, “PERANCANGAN SISTEM INFORMASI SURAT MENYURAT PADA SEKOLAH DASAR DIKAMPUNGBARU BERBASIS WEBSITE,” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis-JTEKSIS*, vol. 4, no. 1, pp. 455–461, 2022, doi: 10.47233/jteksis.v4i2.580.
- [12] Y. P. Utomo, M. Orisa, and D. Rudhistiar, “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMA BANTUAN KORBAN BENCANA ALAM GEMPA MENGGUNAKAN METODE ANALITICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) BERBASIS WEB (STUDI KASUS : DESA KEKAIT),” Oct. 2023