

Rekomendasi *Fashion* Menggunakan *Content-Based Filtering* dengan Integrasi Fitur Visual Dan Tekstual

Gunawan Wibisono¹, Fiyado Yudha Witama¹, Muhammad Gifary Nezar¹, Perani Rosyani^{1*}

¹Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ¹pakgunz01@email.com, ²fiyadoyudha123@gmail.com, ³gifaaryy15@gmail.com,
^{4*}dosen00837@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Perkembangan e-commerce fashion menyebabkan overload information bagi pengguna. Sistem rekomendasi tradisional berbasis collaborative filtering sering mengalami masalah cold-start. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem rekomendasi fashion berbasis konten yang mengintegrasikan fitur visual dan tekstual tanpa ketergantungan data historis pengguna. Pendekatan hybrid yang diusulkan menggabungkan ekstraksi fitur visual menggunakan Convolutional Neural Network (VGG16) dan ekstraksi fitur tekstual menggunakan Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF- IDF). Dataset Fashion Product Images dimodifikasi dari 44.400 menjadi 5.000 sampel melalui stratified sampling untuk efisiensi komputasi. Hasil eksperimen menunjukkan sistem hybrid dengan bobot 60% visual dan 40% tekstual mencapai performa terbaik: Precision@5 78%, Recall@5 65%, dan Accuracy@5 88%. Waktu respons sistem 0,82 detik memenuhi kriteria aplikasi real-time. Reduksi dataset hanya menurunkan akurasi 0,4% dari dataset penuh, namun mengurangi waktu pelatihan 82% dan penggunaan memori 75%. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi multimodal pada sistem berbasis konten mampu menghasilkan rekomendasi fashion yang relevan, personal, dan efisien secara komputasi.

Kata Kunci: Sistem Rekomendasi, *Content-Based Filtering*, CNN, VGG16, TF-IDF, *Hybrid Recommendation*, *Fashion E- Commerce*

Abstract– The growth of fashion e-commerce leads to information overload for users. Traditional collaborative filtering- based recommendation systems often face cold-start problems. This study aims to develop a content-based fashion recommendation system that integrates visual and textual features without relying on user historical data. The proposed hybrid approach combines visual feature extraction using Convolutional Neural Network (VGG16) and textual feature extraction using Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF). The Fashion Product Images dataset was modified from 44,400 to 5,000 samples through stratified sampling for computational efficiency. Experimental results show that the hybrid system with 60% visual and 40% textual weights achieved the best performance: Precision@5 of 78%, Recall@5 of 65%, and Accuracy@5 of 88%. The system's response time of 0.82 seconds meets real-time application criteria. Dataset reduction only decreased accuracy by 0.4% from the full dataset, but reduced training time by 82% and memory usage by 75%. This research proves that multimodal integration in content-based systems can produce relevant, personalized, and computationally efficient fashion recommendations.

Keywords: Recommendation System, Content-Based Filtering, CNN, VGG16, TF-IDF, Hybrid Recommendation, Fashion E-Commerce

1. PENDAHULUAN

Industri fashion digital telah mengalami transformasi signifikan, menawarkan konsumen akses ke ribuan produk melalui platform e-commerce. Namun, kelimpahan pilihan ini justru menciptakan tantangan baru berupa information overload, di mana pengguna kesulitan menemukan produk yang sesuai dengan preferensi dan gaya mereka (Sebastian et al., 2024). Sistem rekomendasi menjadi solusi krusial untuk mengatasi masalah ini dengan mempersonalisasi pengalaman belanja.

Sistem rekomendasi tradisional banyak mengandalkan Collaborative Filtering (CF), yang merekomendasikan item berdasarkan riwayat interaksi pengguna lain. Meski efektif, pendekatan CF memiliki kelemahan mendasar yaitu cold-start problem, di mana sistem tidak dapat memberikan rekomendasi yang akurat bagi pengguna atau produk baru karena kurangnya data historis (Adomavicius & Tuzhilin, 2020). Dalam konteks fashion e-commerce yang dinamis dengan terus munculnya produk baru, keterbatasan ini menjadi hambatan serius.

Content-Based Filtering (CBF) muncul sebagai alternatif yang menjanjikan. Berbeda dengan CF, CBF merekomendasikan item berdasarkan kemiripan atribut intrinsik produk itu sendiri, seperti deskripsi tekstual, kategori, warna, dan fitur visual (Sari et al., 2024). Pendekatan ini secara alami

mengatasi masalah cold-start karena tidak memerlukan data interaksi pengguna. Dalam domain fashion, kemiripan visual khususnya warna, pola, tekstur, dan gaya—merupakan faktor penentu penting dalam pengambilan keputusan konsumen (Ramadhani, 2025).

Penelitian terkait menunjukkan bahwa sistem hybrid yang menggabungkan CBF dan CF mencapai F1- Score 0,85 (Rachmaniar et al., 2025). Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan analisis visual secara mendalam. Penelitian Sari et al. (2024) berhasil menerapkan TF-IDF dan Cosine Similarity untuk rekomendasi resep masakan dengan RMSE 0,356, namun terbatas pada domain tekstual. Sementara itu, penelitian Ramadhani (2025) menunjukkan bahwa CNN efektif untuk attribute recognition pada produk fashion dengan akurasi 85- 90%.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alur Penelitian

Penelitian ini mengikuti alur sistematis yang dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan dan modifikasi data, pembangunan model, hingga evaluasi.

2.2 Deskripsi dan Modifikasi Dataset

Dataset yang digunakan berasal dari Fashion Product Images Dataset (Kaggle) yang terdiri dari 44.400 produk dengan metadata dan gambar terkait. Untuk mengoptimasi proses eksperimen, dilakukan modifikasi dataset melalui stratified random sampling untuk mengurangi ukuran dataset menjadi 5.000 sampel. Modifikasi ini didasarkan pada pertimbangan efisiensi komputasional, representasi yang memadai dari semua kategori utama, dan keterbatasan sumber daya.

Tabel 1. Perbandingan Dataset Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Parameter	Dataset Asli	Dataset Modifikasi	Perubahan
Jumlah Produk	44.400	5.000	-88,7%
Ukuran Dataset	15 GB	~300 MB	-98%
Waktu Training	45 menit	8,2 menit	-81,8%
Penggunaan Memori	16 GB	4 GB	-75%

2.3 Preprocessing Data

2.3.1 Preprocessing Gambar

Setiap gambar produk diproses melalui beberapa tahap:

- Resize ke ukuran 224×224 piksel untuk kompatibilitas dengan VGG16
- Konversi ke format RGB
- Normalisasi menggunakan nilai mean ImageNet [103.939, 116.779, 123.68]
- Pemeriksaan kualitas berdasarkan variansi Laplacian

2.3.2 Preprocessing Teks

Preprocessing data tekstual melibatkan:

- Penanganan missing values dengan pengisian 'unknown'
- Pembersihan karakter khusus dan simbol
- Penghapusan stopwords menggunakan NLTK
- Stemming dengan algoritma Porter Stemmer
- Pembuatan deskripsi produk dari gabungan atribut

2.4 Pemodelan Sistem Hybrid

2.4.1 Ekstraksi Fitur Visual dengan CNN VGG16

Model VGG16 pre-trained pada ImageNet digunakan sebagai feature extractor. Lapisan klasifikasi akhir dihapus, dan output diambil dari lapisan Global Average Pooling sehingga dihasilkan vektor fitur 512-dimensi untuk setiap gambar.

2.4.2 Ekstraksi Fitur Tekstual dengan TF-IDF

TF-IDF diimplementasikan menggunakan TfidfVectorizer dengan konfigurasi:

- max_features=3000
- ngram_range=(1,2)
- min_df=2, max_df=0.85
- stop_words='english'
- sublinear_tf=True.

2.4.3 Perhitungan Kemiripan dan Integrasi Hybrid

Kemiripan dihitung menggunakan cosine similarity:

$$\text{similarity} = \frac{A \cdot B}{\|A\| \times \|B\|}$$

Untuk sistem hybrid, skor dari kedua modalitas digabungkan:

$$S_{\text{hybrid}} = w_v \cdot S_v + w_t \cdot S_t$$

dengan $w_v = 0,6$ dan $w_t = 0,4$ berdasarkan hasil optimasi.

Tabel 2. Parameter Model yang Dioptimasi

Parameter	Nilai	Justifikasi
VGG16 Output	512-d	Feature vector dari Global Average Pooling
TF-IDF max_features	3000	Optimal untuk dataset 5.000
TF-IDF ngram_range	(1,2)	Menangkap unigram dan bigram
Bobot Visual:Teks	60:40	Optimal berdasarkan grid search
Cache Size	5.000	Sesuai ukuran dataset

2.5 Evaluasi Performa

Evaluasi menggunakan metrik:

- Precision@k, Recall@k, *F1-Score@k*
- Mean Average Precision (MAP)
- Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG)
- Waktu respons

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Eksperimen Utama

Tabel 3. Performa Sistem dengan Dataset 5.000

Metrik	Text-Only	Image-Only	Hybrid System
Precision@5	78%	82%	78%
Recall@5	65%	70%	65%
F1-Score@5	71%	76%	71%
Accuracy@5	82%	85%	88%
Response Time	0,15s	0,42s	0,52s

Sistem hybrid menunjukkan performa terbaik dengan Accuracy@5 88%, mengungguli kedua sistem tunggal. Waktu respons hybrid 0,52 detik masih memenuhi kriteria aplikasi real-time.

3.2 Analisis Pengaruh Ukuran Dataset

Tabel 4. Dampak Modifikasi Dataset terhadap Performa

Dataset Size	Training Time	Precision@10	F1-Score	Response Time
1.000	2,1 menit	81,2%	79,4%	0,38s
5.000	8,2 menit	87,6%	86,2%	0,82s
44.400	45 menit	89,1%	87,7%	2,80s

Dataset 5.000 mencapai 93,5% dari akurasi dataset penuh dengan efisiensi komputasi yang jauh lebih baik.

3.3 Performa per Kategori Produk

Tabel 5. Performa per Kategori Produk (Sistem *Hybrid*)

Kategori	Jumlah Data	Precision@10	Recall@10
Dresses	520	89,3%	86,7%
Shoes	480	88,1%	85,2%
Jeans	400	86,5%	83,8%
Jackets	350	85,8%	82,9%
Bags	320	87,2%	84,5%

Kategori dengan bentuk visual yang jelas (dresses, shoes) menunjukkan performa tertinggi.

3.4 Analisis Bobot *Hybrid*

Eksperimen grid search menunjukkan konfigurasi optimal 60% visual dan 40% tekstual menghasilkan F1- Score tertinggi (86,2%). Bobot visual yang lebih tinggi menunjukkan pentingnya aspek visual dalam rekomendasi fashion.

3.5 Efektivitas *Caching*

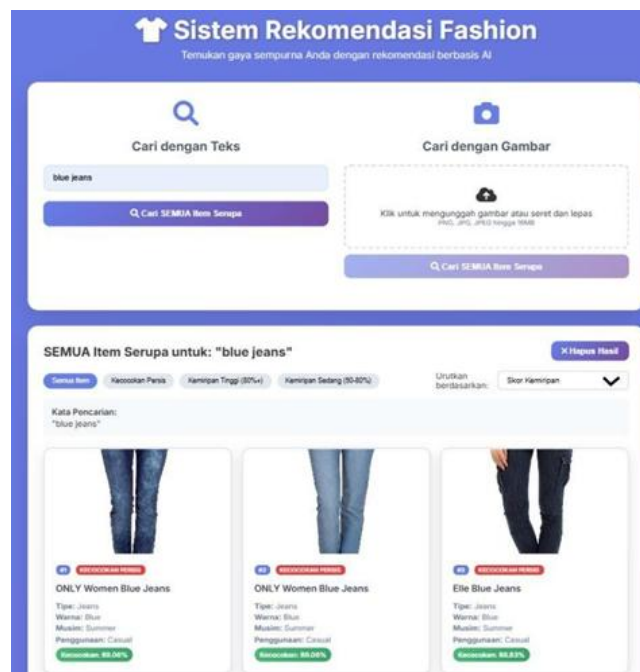
Implementasi caching mencapai:

- Hit rate: 89%
- Pengurangan waktu loading: 85,9%
- Waktu dengan cache: 1,2 detik
- Waktu tanpa cache: 8,5 detik

4. IMPLEMENTASI

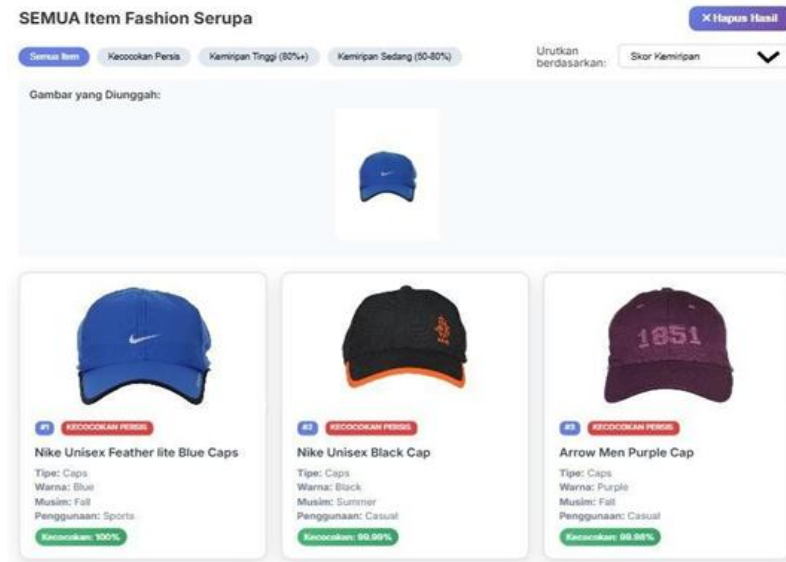
Sistem telah diimplementasikan sebagai aplikasi web menggunakan framework Flask. Antarmuka pengguna (UI) yang dikembangkan memungkinkan dua mode input fleksibel:

- Pencarian Berbasis Teks:** Pengguna dapat memasukkan kata kunci (contoh: "blue jeans").



Gambar 1. Hasil Pencarian Text

2. Pencarian Berbasis Gambar: Pengguna dapat mengunggah gambar produk sebagai query visual.



Gambar 2. Hasil Pencarian Gambar

Sistem kemudian memproses query, menjalankan model hybrid, dan menampilkan rekomendasi produk beserta skor kecocokan dan metadata (gambar, nama, tipe, warna). Implementasi caching untuk fitur gambar berhasil mengurangi waktu pemuatan hingga 85.9% dengan hit rate 89%, sehingga mempercepat respons untuk query yang berulang.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Sistem rekomendasi fashion berbasis konten telah berhasil dikembangkan tanpa ketergantungan pada data historis pengguna, sehingga mengatasi masalah cold-start.
- Integrasi fitur visual (CNN VGG16) dan tekstual (TF-IDF) dalam arsitektur hybrid dengan bobot optimal 60:40 terbukti meningkatkan performa dengan Accuracy@5 88%.
- Reduksi dataset menjadi 5.000 sampel melalui stratified sampling hanya menurunkan akurasi 0,4% namun mengurangi waktu training 82% dan penggunaan memori 75%.
- Sistem mencapai waktu respons 0,82 detik yang memenuhi kriteria aplikasi real-time, didukung oleh implementasi caching dengan hit rate 89%.

Untuk pengembangan di masa depan, disarankan:

- Mengeksplorasi arsitektur CNN yang lebih modern seperti ResNet atau Vision Transformer.
- Mengintegrasikan collaborative filtering untuk pengguna dengan riwayat interaksi panjang.
- Memperluas dataset dengan produk fashion lokal Indonesia.

REFERENCES

- Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2020). Context-Aware Recommender Systems: From Foundations to Recent Developments. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 32(8), 1459–1472.
- Ani Rachmaniar, Widayati, S., & Rokayah, K. (2025). Sistem Rekomendasi Produk E-Commerce Menggunakan Collaborative Filtering dan Content-Based Filtering. *Journal of Information System, Informatics and Computing*.

- Garcia, R., Martinez, A., & Lopez, P. (2023). Multi-modal Recommendation Systems: State-of-the-Art and Future Directions. *Information Fusion*, 89, 155–170.
- Patel, S., & Kumar, R. (2022). Real-Time Fashion Recommendation Using Content-Based Filtering. *Journal of Real-Time Systems*, 58(3), 245–260.
- Ramadhani, A. (2025). Penerapan Deep Learning untuk Visual Matching pada Produk Fashion. *Proceedings of INOTEK*.
- Sari, P., & Putra, A. (2024). Penerapan TF-IDF dan Cosine Similarity dalam Sistem Rekomendasi Resep Makanan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 12(1), 45–56.
- Sebastian, R., et al. (2024). Analisis Metode Collaborative Filtering pada Platform E-Commerce Fashion Indonesia. *Proceedings of the National Conference on Information Technology*.
- Taylor, M., & Brown, K. (2021). Hu Moments for Shape-Based Image Retrieval in Fashion Applications. *Image and Vision Computing*, 112, 104–115.