

Klik disini untuk menuliskan kategori naskah

Sistem Rekomendasi Film Berbasis Collaborative Filtering Menggunakan Algoritma Matrix Factorization (Studi Kasus Platform VIU)

Farah Zhafira Munthe^{}, Farid Akbar Siregar*

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 14 Agustus 2025
Revisi Akhir: 20 September 2025
Diterbitkan Online: 14 Oktober 2025

KATA KUNCI

Sistem Rekomendasi
Collaborative Filtering
Matrix Factorization
Singular Value Decomposition
Flask
Mean Absolute Error
Confusion Matrix

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 812-6900-3959
E-mail: farahzhafira3101@gmail.com

A B S T R A K

Meningkatnya jumlah konten film dan drama di platform streaming digital seperti VIU menyebabkan pengguna kesulitan dalam menemukan tontonan yang sesuai dengan preferensi mereka. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem rekomendasi film berbasis Collaborative Filtering menggunakan pendekatan Matrix Factorization dengan algoritma Singular Value Decomposition (SVD). Sistem ini memanfaatkan data rating pengguna terhadap film untuk memprediksi kemungkinan ketertarikan pengguna terhadap film lain yang belum ditonton. Dalam penelitian ini, Data yang digunakan meliputi 100 data pengguna, 30 data film, dan 10 data prediksi rating hasil dari model. Sistem memungkinkan pengguna memasukkan ID untuk melihat daftar film yang direkomendasikan secara khusus. Selain itu, evaluasi dilakukan menggunakan metrik klasifikasi (accuracy bernilai 0.8, precision bernilai 1.0, recall bernilai 0.6667, dan F1-score bernilai 0.8) serta Mean Absolute Error (MAE) untuk mengetahui tingkat akurasi sistem bernilai 0.4551. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan rekomendasi yang cukup sesuai dengan preferensi pengguna.

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya internet dan website yang mendukung pertukaran informasi menjadi lebih cepat, hal itu juga berdampak pada industri perfilman. Banyak bermunculan platform yang memungkinkan orang menonton film di rumah tanpa harus pergi ke bioskop. Dengan platform streaming film ini, Anda dapat menonton film kapan saja dan di mana saja melalui laptop, komputer, tablet, atau smartphone yang terhubung ke internet, tanpa perlu mendaftar atau membayar. Meskipun demikian, hal ini sering menyebabkan perselisihan karena banyak kasus pembajakan film, di mana film diputar di platform film tersebut tidak memiliki izin edar dan melanggar hak cipta (Ellysinta et al., 2020).

Setiap orang pasti memiliki selera yang berbeda. Seseorang mungkin menyukai film berdasarkan genre, rumah produksi, atau aktornya. Ini adalah masalah seseorang saat memilih film yang memenuhi ekspektasi. Seseorang pasti tidak akan memiliki cukup waktu untuk membaca sinopsis atau trailer setiap film, mengingat banyaknya jenis film. bahkan jika ada film baru yang judulnya belum diketahui. Oleh karena itu, keinginan seseorang adalah mendapatkan rekomendasi film yang ideal dari berbagai aspek dengan waktu yang singkat.

Untuk mengatasi masalah ini, sistem rekomendasi film menjadi alat penting yang dapat membantu pengguna menemukan konten yang relevan berdasarkan minat dan perilaku mereka. Sistem rekomendasi dapat memberikan rekomendasi untuk item melalui penyaringan dan pemilihan informasi dengan menggunakan preferensi pengguna, seperti profil, peringkat,

dan perilaku. Ini membantu individu atau komunitas menemukan konten atau item yang menarik yang kemungkinan besar akan dipilih, digunakan, atau dibeli (Prayogo et al., 2021).

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem rekomendasi adalah Collaborative Filtering (CF). Metode ini bekerja dengan menganalisis pola interaksi antara pengguna dan item (dalam hal ini, film) untuk memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi. CF terbagi menjadi dua kategori utama: user-based dan item-based. Namun, kedua pendekatan ini memiliki keterbatasan, terutama dalam menangani data yang bersifat sparse (nilai kosong) (Ryana Agustian & Prasetyo Nugroho, 2020).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, algoritma Matrix Factorization (MF) diperkenalkan sebagai solusi yang lebih efisien dan akurat. MF bekerja dengan mendekomposisi matriks interaksi pengguna-item menjadi dua matriks dengan dimensi lebih rendah yang mewakili faktor laten dari pengguna dan item. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk menangkap hubungan tersembunyi antara pengguna dan item, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang lebih relevan (Koren et al., 2009).

Platform film yang akan peneliti ambil untuk penelitian ini adalah platform film Viu. Platform streaming video over-the-top (OTT) yang menawarkan berbagai konten hiburan Asia, termasuk drama Korea, drama Jepang, drama Cina, dan film Indonesia. Pengguna dapat menikmati konten secara gratis dengan iklan atau berlangganan Viu Premium untuk menikmati konten bebas iklan dan fitur tambahan lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

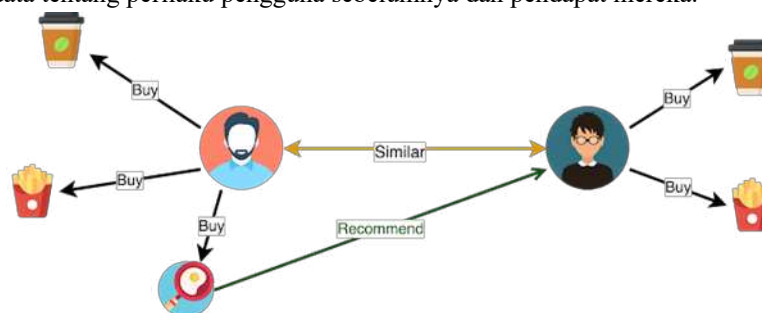
Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi adalah sistem perangkat lunak yang dapat menyarankan atau merekomendasikan item kepada pengguna. Item adalah istilah umum yang digunakan untuk menunjukkan apa yang disarankan sistem kepada pengguna, seperti memilih barang yang harus dibeli, mendengarkan musik, atau membaca berita online (Ricci et al., 2011).

Tujuan utama sistem rekomendasi adalah untuk membuat sistem yang membantu pengguna dalam membuat keputusan dan memberikan akses ke rekomendasi yang sesuai dengan preferensi dan minat pengguna untuk komunitas besar. Sulit bagi sistem rekomendasi untuk membuat rekomendasi yang terjangkau, terpersonalisasi, dan berkualitas tinggi. Sistem rekomendasi bekerja dengan memahami selera pengguna dan secara otomatis menemukan konten baru yang diharapkan oleh pengguna (Mahendra Wiputra & Jauhari Shandi, 2021).

Collaborative Filtering

Collaborative Filtering (CF) adalah merupakan proses menggunakan pendapat orang lain untuk memilih atau menilai sesuatu. Ide utamanya adalah untuk memprediksi item mana yang akan disukai atau menarik bagi seorang pengguna dengan menggunakan data tentang perilaku pengguna sebelumnya dan pendapat mereka.



Gambar 1. Metode Collaborative Filtering

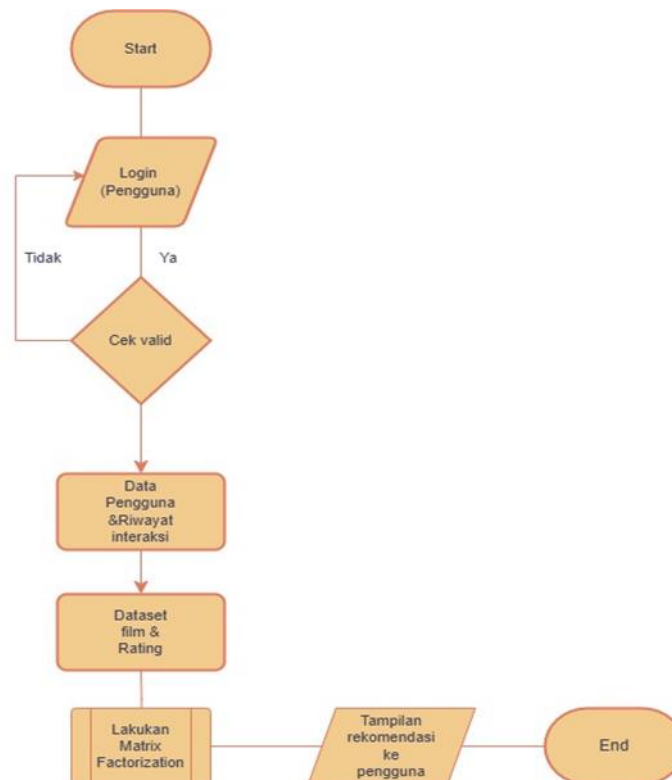
Sementara CF murni menggunakan matriks yang berisi rating item user sebagai satu-satunya input, outputnya terdiri dari dua jenis: (1) prediksi (numerik) yang menggambarkan tingkat kesukaan pengguna terhadap sebuah item, dan (2) menyediakan daftar item yang disarankan. Dalam CF, istilah "pengguna" mengacu pada individu yang menilai komponen sistem dan kemudian menerima saran dari sistem (Jannach et al., 2011).

Matrix Factorization

Matrix Factorization merupakan algoritma umum yang digunakan dalam Collaborative Filtering untuk memodelkan hubungan diantara pengguna dan juga item dengan memecah matriks peringkat pengguna-item menjadi dua atau lebih matriks yang lebih kecil, bertujuan untuk menemukan representasi-fitur tersembunyi (fitur laten) dari pengguna dan item yang dapat digunakan untuk memprediksi peringkat yang hilang (sparsity) atau memperbaiki rekomendasi. Dalam Matrix Factorization ini, untuk menggambarkan setiap pengguna dan item dalam ruang dimensi yang lebih rendah, di mana setiap dimensi mewakili fitur-fitur yang penting dari pengguna atau item. (Arviyanto & Soebroto, 2017).

METODOLOGI

Perancangan Sistem



Gambar 2. Alur Perancangan Sistem

Proses dimulai dengan start, yang menandakan awal sistem. Pengguna kemudian diminta untuk login ke sistem. Jika login gagal, sistem akan meminta pengguna untuk mencoba kembali. Jika login berhasil, sistem akan melakukan cek valid, yaitu memverifikasi akun pengguna. Jika akun tidak valid, pengguna harus login ulang. Jika valid, sistem melanjutkan ke proses berikutnya. Sistem kemudian mengambil data pengguna & riwayat interaksi, yaitu informasi pengguna serta film yang telah mereka tonton dan beri rating sebelumnya. Setelah itu, sistem juga mengambil dataset film & rating, yang berisi daftar film beserta rating yang telah diberikan oleh pengguna lain. Setelah mendapatkan data, sistem akan menjalankan Matrix Factorization, yaitu teknik yang digunakan untuk menemukan pola tersembunyi dalam rating film guna memprediksi preferensi pengguna terhadap film yang belum mereka tonton. Setelah proses ini selesai, sistem akan menampilkan rekomendasi ke pengguna, yaitu daftar film yang dipersonalisasi berdasarkan hasil perhitungan. Terakhir, sistem mencapai end, yang menandakan bahwa proses rekomendasi telah selesai.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan eksperimental dalam mengembangkan sistem rekomendasi film berbasis Collaborative Filtering dengan metode Matrix Factorization. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis data pengguna dan pola pemberian rating terhadap film, yang kemudian diproses menggunakan teknik Collaborative Filtering guna menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat.

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat hasil prediksi sistem rekomendasi. Penilaian dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu klasifikasi dan regresi. Pada pendekatan klasifikasi digunakan metrik seperti accuracy, precision, recall, dan F1 score. Sedangkan untuk pendekatan regresi digunakan Mean Absolute Error (MAE) untuk menghitung rata-rata selisih antara rating sebenarnya dan hasil prediksi. Nilai MAE yang kecil menandakan prediksi sistem semakin mendekati nilai yang diharapkan.

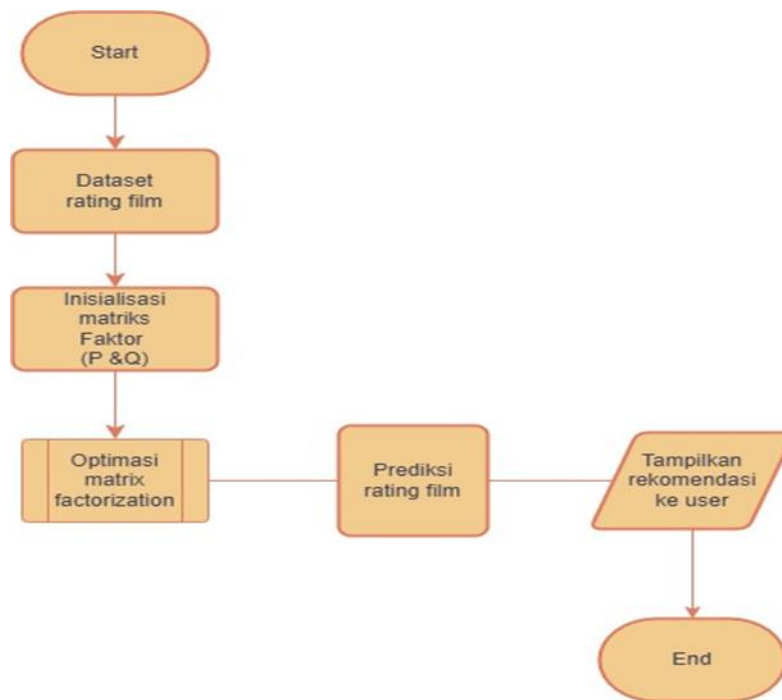
Collaborative Filtering



Gambar 3. Alur Collaborative Filtering

Proses dimulai dari start, yang menunjukkan mulainya sistem rekomendasi. Selanjutnya, sistem mengumpulkan data rating pengguna dan film, yang berisi data tentang peringkat yang diberikan pengguna terhadap film yang telah mereka tonton. Data ini digunakan oleh sistem untuk memahami preferensi pengguna. Setelah mendapatkan data, sistem akan menghitung prediksi rating untuk film yang belum ditonton oleh pengguna. Perhitungan ini dilakukan dengan metode Collaborative Filtering, baik berbasis pengguna (User-Based Collaborative Filtering) maupun berbasis item (Item Based Collaborative Filtering). Dalam metode berbasis pengguna, sistem mencari pengguna lain dengan preferensi serupa dan menggunakan rating mereka untuk memprediksi rating pengguna target. Dalam metode berbasis item, sistem mencari film yang mirip dengan yang sudah ditonton dan memperkirakan rating berdasarkan kemiripan tersebut. Pada langkah berikutnya, pengguna dapat melihat daftar film yang telah dipilih sebagai rekomendasi untuk menonton yang sesuai dengan preferensi mereka. Terakhir, sistem mencapai end, menandakan selesainya proses rekomendasi.

Matrix Factorization



Gambar 4. Alur Matrix Factorization

Proses dimulai dengan Start, yang merupakan tanda awal sistem rekomendasi. Selanjutnya, sistem mengambil Dataset Penilaian Film, yang merupakan kumpulan data yang mengandung penilaian film dari berbagai pengguna. Setelah dataset ini tersedia, sistem memulai Matriks Factorization (P & Q), yang menunjukkan hubungan laten antara pengguna dan film.

Sistem menjalankan optimasi Matrix Factorization setelah inisialisasi. Pada titik ini, nilai dalam matriks faktor diperhalus dengan menggunakan teknik Singular Value Decomposition (SVD) untuk menunjukkan preferensi pengguna dengan lebih akurat.

Hasil dari proses optimasi memungkinkan sistem untuk melakukan prediksi rating film, yang berarti perkiraan nilai yang mungkin diberikan pengguna terhadap film yang belum mereka tonton. Berdasarkan perkiraan ini, sistem kemudian menampilkan rekomendasi kepada pengguna, yang terdiri dari daftar film yang sesuai dengan preferensi pengguna. Terakhir, proses berakhir dengan end, yang menandakan bahwa rekomendasi telah diberikan kepada pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem rekomendasi film berbasis Collaborative Filtering dengan algoritma Matrix Factorization menggunakan teknik Singular Value Decomposition (SVD). Dataset yang digunakan merupakan simulasi interaksi pengguna terhadap 30 film populer di platform Viu, dengan 200 pengguna sebagai partisipan. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Flask untuk pengembangan backend, serta antarmuka web sederhana sebagai frontend.

Analisis Kepadatan dan Kekosongan Data Rating

Kualitas prediksi sistem rekomendasi film berbasis kerja sama filter sangat bergantung pada seberapa lengkap data interaksi antara pengguna dan item tertentu, dalam hal ini film. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa dataset memiliki jumlah total rating sebanyak 1273, yang berasal dari 200 pengguna yang telah memberikan penilaian terhadap berbagai film, dengan total 30 film yang tersedia di platform penelitian. Oleh karena itu, total kemungkinan interaksi ($\text{user} \times \text{item}$) adalah 6000. Tingkat kekosongan data dalam matriks rating dapat dihitung dengan membandingkan jumlah rating aktual sebanyak 1273 dapat dihitung tingkat sparsity atau kekosongan data dalam matriks rating. Sparsity menunjukkan seberapa banyak bagian dari matriks yang tidak terisi, dan dalam kasus ini diperoleh nilai sparsity sebesar 0,7878 atau 78,78%.

Dengan kata lain, sekitar tiga perempat dari film dan data interaksi pengguna tidak tersedia. Ini menunjukkan bahwa matriks penilaian sangat sparse karena sebagian besar pengguna belum memberikan penilaian terhadap banyak film yang tersedia. Karena data yang tidak lengkap dapat menurunkan akurasi prediksi, keadaan ini adalah masalah umum saat membuat sistem rekomendasi. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan masalah ini, algoritma Matrix Factorization dengan teknik Singular Value Decomposition (SVD) digunakan. teknik ini memiliki kemampuan untuk memanfaatkan pola tersembunyi (fitur laten) dalam data yang jarang sekalipun dan memberikan prediksi rating yang lebih relevan.

Dekomposisi Matriks Rating Menggunakan Singular Value Decomposition (SVD)

Pada tahap ini data yang sudah dinormalisasi diubah menjadi matriks dengan kolom merepresentasikan setiap item dan baris merepresentasikan setiap user. Selanjutnya matriks tersebut dapat dipecah menjadi tiga matriks, yaitu matriks U, matriks S, dan matriks VT. Berikut adalah sampel data dengan user yang belum memberi rating pada film tertentu yang akan digunakan dalam pembuatan algoritma Matrix Factorization dengan teknik SVD:

Tabel 1. Data Sample User – Rating

	M5	M6	M9	M10	M11	M12	M17	M19	M28	M29
U2	2		5	1		3	2		2	5
U5		4		2			3		3	
U8	2		3		1		4	2		3
U23		4		4		2		3		
U26			1		5		4	5		5
U40	4			5		3			4	5
U56		5	5		4		4		2	
U64	4	5		5		1		5		5
U78		2		5	3		3		4	
U93	2			5			2		2	1

Transformasi SVD ke Matrix Factorization (MF)

Setelah selesai melakukan perhitungan dengan algoritma *Matrix Factorization*, berikut adalah hasil nilai prediksi *rating* pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Prediksi *Rating*

	M5	M6	M9	M10	M11	M12	M17	M19	M28	M29
U2	2	0.189	5	1	0.145	3	2	-0.213	2	5
U5	0.164	4	0.949	2	1.206	0.230	3	-0.047	3	-0.588
U8	2	0.297	3	-0.236	1	0.698	4	2	0.537	3
U23	1.003	4	-0.454	4	-0.035	2	-0.026	3	0.275	0.494
U26	0.532	-0.121	1	0.188	5	-0.542	4	5	-0.306	5
U40	4	-0.337	0.438	5	-0.721	3	0.594	0.156	4	5
U56	-0.487	5	5	0.014	4	0.154	4	0.279	2	0.040
U64	4	5	0.070	5	-0.033	1	0.074	5	-0.005	5
U78	0.264	2	1.209	5	3	-0.150	3	-0.053	4	0.036
U93	2	0.446	-0.587	5	0.619	0.763	2	-0.058	2	1

Penyesuaian Nilai Prediksi (Clipping)

Setelah proses prediksi rating dilakukan, terdapat beberapa nilai yang tidak sesuai dengan skala sistem, seperti nilai negatif atau lebih dari 5. Nilai-nilai ini tentu tidak bisa langsung digunakan karena di luar batas penilaian yang diterapkan. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan teknik clipping, yaitu metode pemangkasan nilai agar tetap berada dalam rentang yang valid. Dalam hal ini, setiap nilai prediksi > 1 akan disesuaikan menjadi 1, sedangkan nilai < 5 akan dikembalikan ke angka 5. Sementara itu, nilai yang berada di antara 1 hingga 5 tetap dipertahankan tanpa perubahan. Proses ini bertujuan agar hasil prediksi tetap relevan, mudah dipahami oleh pengguna, dan sesuai dengan skala sistem rekomendasi yang digunakan.

Tabel 3. Data Nilai *Clipping*

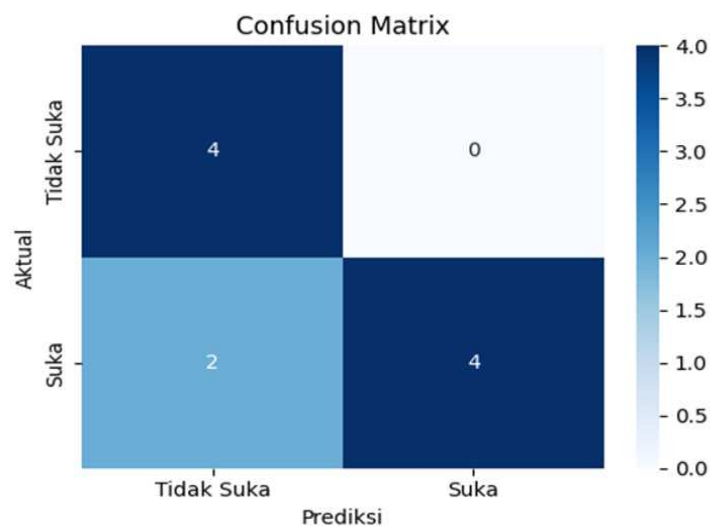
	M5	M6	M9	M10	M11	M12	M17	M19	M28	M29
U2	2	1	5	1	1	3	2	1	2	5
U5	1	4	1	2	1.206	1	3	1	3	1
U8	2	1	3	1	1	1	4	2	1	3
U23	1.003	4	1	4	1	2	1	3	1	1
U26	1	1	1	1	5	1	4	5	1	5
U40	4	1	1	5	1	3	1	1	4	5
U56	1	5	5	1	4	1	4	1	2	1
U64	4	5	1	5	1	1	1	5	1	5
U78	1	2	1	5	3	1	3	1	4	1
U93	2	1	1	5	1	1	2	1	2	1

Melakukan Evaluasi dengan Confusion Matrix

Evaluasi model dilakukan menggunakan Confusion Matrix. Hasil confusion matrix dari sistem adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Evaluasi dengan *Confusion Matrix*

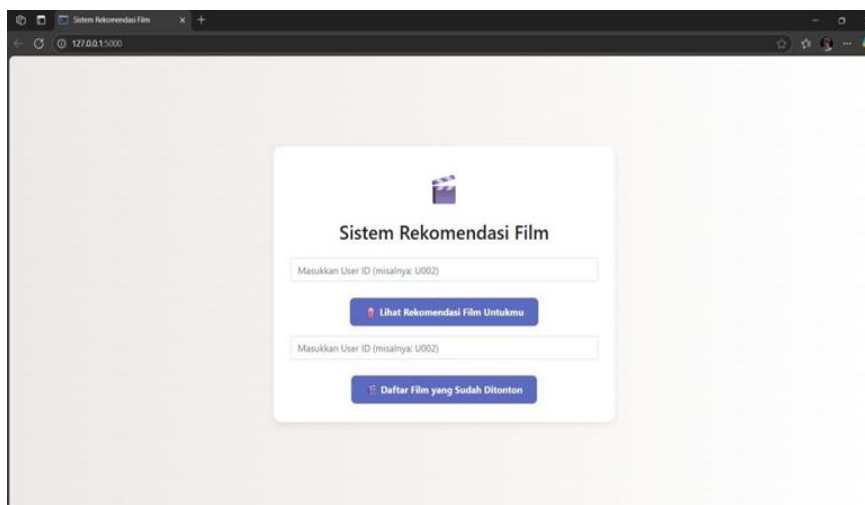
	Prediksi: Suka	Prediksi: Tidak Suka
Aktual: Suka	TP = 4	FN = 2
Aktual: Tidak Suka	FP = 0	TN = 4



Gambar 5. Grafik Confusion Matrix

Hasil Pengujian Sistem pada Algoritma Matrix Factorization dengan Teknik Singular Value Decomposition (SVD)

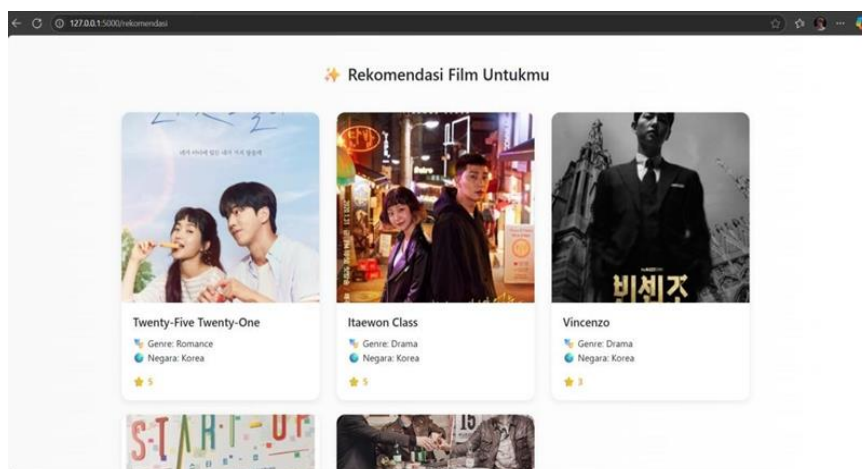
Halaman Awal User



Gambar 6. Halaman Awal User

Gambar tersebut menunjukkan tampilan utama dari program rekomendasi film. Pengguna hanya perlu memasukkan User ID satu kali untuk mengakses dua fitur utama, yaitu melihat rekomendasi film berdasarkan hasil prediksi dan melihat daftar film yang pernah ditonton. Desain halaman dibuat sederhana agar mudah digunakan, dan sistem akan menampilkan data sesuai dengan User ID yang dimasukkan. Contoh user yang digunakan adalah U002.

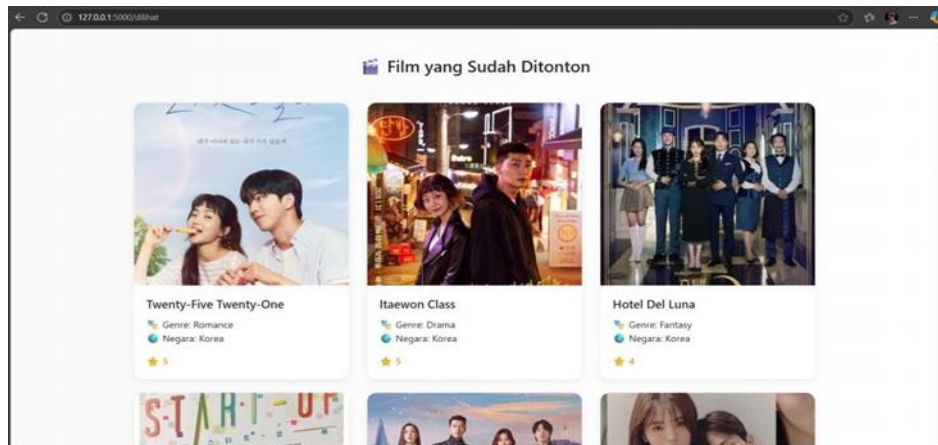
Halaman Rekomendasi User



Gambar 7. Halaman Rekomendasi User

Halaman ini menampilkan lima film rekomendasi untuk pengguna U002 berdasarkan data prediksi rating tertinggi dari hasil perhitungan Matrix Factorization (MF). Setiap film dilengkapi dengan judul, genre, negara asal, rating prediksi, dan poster film.

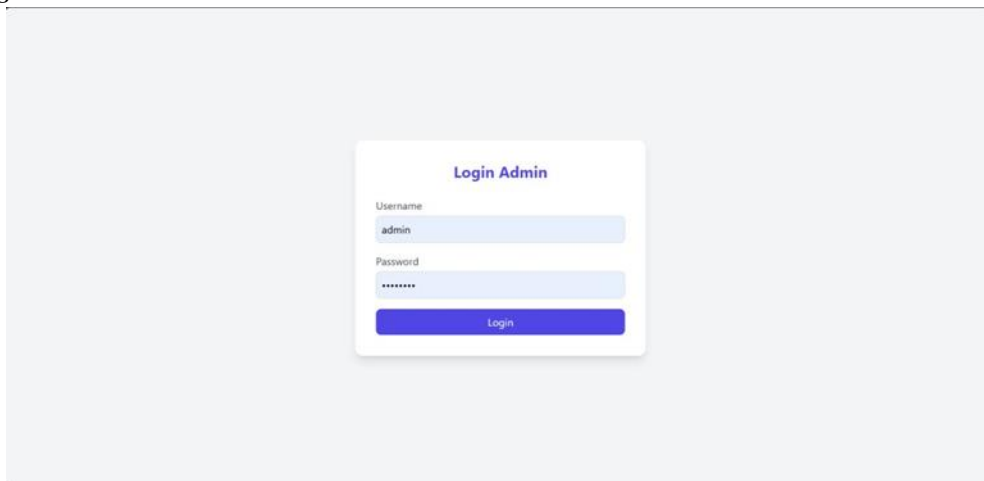
Halaman Film yang Sudah Ditonton



Gambar 8. Halaman Film yang Sudah Ditonton

Halaman ini menampilkan daftar film yang telah ditonton oleh pengguna U002, berdasarkan data rating yang diberikan. Setiap film ditampilkan dengan judul, genre, asal negara, rating, dan poster.

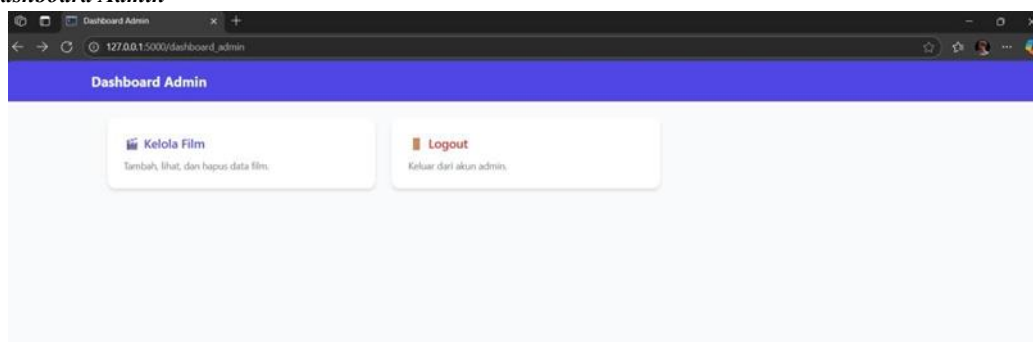
Halaman Login Admin



Gambar 9. Halaman Login Admin

Halaman ini merupakan pintu masuk bagi admin untuk mengakses sistem. Admin cukup memasukkan username dan password yang valid untuk login dan mengelola data yang ada.

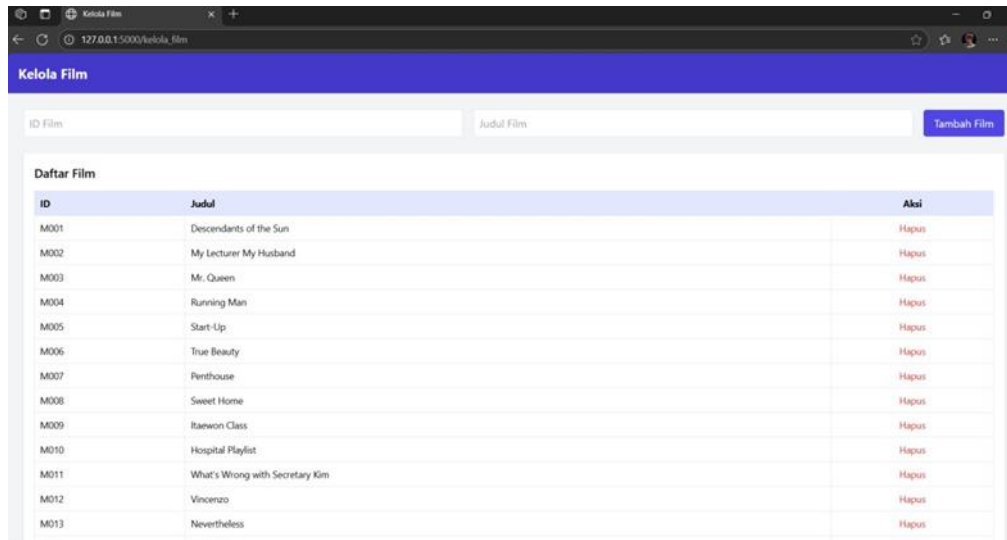
Halaman Dashboard Admin



Gambar 10. Halaman Dashboard

Halaman ini adalah beranda admin yang berisi dua menu utama: untuk mengelola data film dan tombol logout untuk keluar dari akun.

Halaman Kelola Film



Gambar 11. Halaman Kelola Film

Halaman ini digunakan untuk mengelola daftar film, memungkinkan admin menambah dan menghapus data berdasarkan ID dan judul film.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan implementasi sistem rekomendasi film menggunakan metode Matrix Factorization (MF) serta evaluasi menggunakan Mean Absolute Error (MAE) dan confusion matrix, dapat disimpulkan beberapa hal berikut: Sistem rekomendasi berhasil memberikan prediksi rating film kepada pengguna berdasarkan pola penilaian sebelumnya yang diperoleh dari matriks user-item. Tingginya tingkat sparsity menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna belum memberi rating pada banyak film. Hal ini menyebabkan akurasi sistem rekomendasi bisa menurun. Untuk mengatasi kondisi ini, Matrix Factorization dengan teknik SVD digunakan karena mampu mengenali pola tersembunyi dan tetap memberikan prediksi yang baik meskipun data tidak lengkap. Model yang dibangun dengan teknik Matrix Factorization dapat memprediksi nilai rating dengan tingkat akurasi yang cukup baik, yang ditunjukkan oleh nilai MAE bernilai 0.4551 tidak begitu jauh dengan nilai MAE yang pengerjaannya manual yang bernilai 0,527 yang relatif rendah dan metrik evaluasi klasifikasi (seperti accuracy bernilai 0.8, precision bernilai 1.0, recall bernilai 0.6667, dan F1-score bernilai 0.8) yang berada pada kisaran yang memuaskan. Matrix Factorization (SVD) lebih akurat dibanding metode berbasis memori, dengan MAE lebih rendah (0.4551 dengan 1.3615). SVD tetap efektif meski data rating tidak lengkap, karena mampu mengenali pola laten antar pengguna dan item.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- [1] Indah Purnama Sari. Algoritma dan Pemrograman. Medan: UMSU Press, 2023, pp. 290.
- [2] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Pemrograman Internet Dasar. Medan: UMSU Press, 2022, pp. 300.
- [3] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak. Medan: UMSU Press, 2021, pp. 228.
- [4] Janner Simarmata Arsan Kumala Jaya, Syarifah Fitrah Ramadhani, Niel Ananto, Abdul Karim, Betrisandi, Muhammad Ilham Alhari, Cucut Susanto, Suardinata, Indah Purnama Sari, Edson Yahuda Putra. Komputer dan Masyarakat. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.162.
- [5] Mahdianta Pandia, Indah Purnama Sari, Alexander Wirapraja Fergie Joanda Kaunang, Syarifah Fitrah Ramadhani Stenly Richard Pungus, Sudirman, Suardinata Jimmy Herawan Moedjahedy, Elly Warni, Debby Erce Sondakh. Pengantar Bahasa Pemrograman Python. Medan : Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.180

- [6] Zelvi Gustiana Arif Dwinanto, Indah Purnama Sari, Janner Simarmata Mahdianta Pandia, Supriadi Syam, Semmy Wellem Taju Fitrah Eka Susilawati, Asmah Akhriana, Rolly Junius Lontaan Fergie Joanda Kaunang. *Perkembangan Teknologi Informatika*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.158

Jurnal

- [7] Akbar, F., Mawengkang, H., & Efendi, S. (2018). Comparative analysis of RC4+ algorithm, RC4 NGG algorithm and RC4 GGHN algorithm on image file security. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 420(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/420/1/012131>
- [8] Al Amin, A., Sunyoto, A., Al Fatta, H., & Yogyakarta, A. (2021). Mereduksi Error Prediksi Pada Sistem Rekomendasi Menggunakan Pendekatan Colaborative Filtering Berbasis Model Matrix Factorization 8 Mereduksi Error Prediksi Pada Sistem Rekomendasi Menggunakan Pendekatan Collaborative Filtering Berbasis Model Matrix Factorization.
- [9] Sari, I.P., Hariani, P.P., Al-Khowarizmi, A., Ramadhani, F., Sulaiman, O.K., Satria, A., & Manurung, A.A. (2024). CLUSTERING HIV/AIDS DISEASE USING K-MEANS CLUSTERING ALGORITHM. *Proceeding International Seminar on Islamic Studies* 5 (1), 1668-1676
- [10] Arviyanto, F. B., & Soebroto, A. A. (2017). Sistem Rekomendasi Model Sandal Pada Home Industri Menggunakan Collaborative Filtering dan Algoritma Matrix Factorization (Vol. 1, Issue 1). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [11] Deshpande, M., & Karypis, G. (2004). Item-Based Top-N Recommendation Algorithms.
- [12] Sari, I.P., Ramadhani, F., Satria, A., & Sulaiman, O.K. Leukocoria Identification: A 5-Fold Cross Validation CNN and Adaboost Hybrid Approach. 2023 6th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), 486-491
- [13] Manurung, A.A., Nasution, M.D., & Sari, I.P. (2023). Implementation of Fuzzy K-Nearest Neighbor Method in Dengue Disease Classification. 2023 11th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), 1-4
- [14] Ellysinta, V., Vernando, W., & Kurniawan, K. (2020). Pengaruh Illegal Movie Streaming Terhadap Popularitas Film Bagi Mahasiswa. *Jurnal Teknologi Informasi*, 6. <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/TI>
- [15] Sari, I.P., Ramadhani, F., Satria, A., & Apdilah, D. (2023). Implementasi Pengolahan Citra Digital dalam Pengenalan Wajah menggunakan Algoritma PCA dan Viola Jones. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer* 2 (3), 146-157
- [16] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A., Sulaiman, O.K., & Apdilah, D. (2023). Implementation of Data Classification Using K-Means Algorithm in Clustering Stunting Cases. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering* 4 (2), 402-412
- [17] Fajar Yulia Fahmi, M., & Nugroho Bayu Aji, R. (2022). DINAMIKA PERFILMAN INDONESIA TAHUN (1940-1966). In *Journal Pendidikan Sejarah* (Vol. 12, Issue 3).
- [18] Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A., & Friedrich, G. (2011). *Recommender Systems : An Introduction*.
- [19] Sulaiman, O.K & Batubara, I.H. (2021). Implementation Data Mining For Level Analysis Traffic Violation By Algorithm Association Rule. *Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal* 2 (2), 128-135
- [20] Sari, I.P., Batubara, I.H., & Al-Khowarizmi, A. (2021). Sensitivity Of Obtaining Errors In The Combination Of Fuzzy And Neural Networks For Conducting Student Assessment On E-Learning. *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects)* 2 (1), 331-338
- [21] Koren, Y., Bell, R., & Chris, V. (2009). *MATRIX FACTORIZATION TECHNIQUES FOR RECOMMENDER SYSTEMS*.
- [22] Mahendra Wiputra, M., & Jauhari Shandi, Y. (2021). PERANCANGAN SISTEM REKOMENDASI MENGGUNAKAN METODE COLLABORATIVE FILTERING DENGAN STUDI KASUS PERANCANGAN WEBSITE REKOMENDASI FILM. In *Media Informatika* (Vol. 20, Issue 1).
- [23] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A., & Batubara, I.H. (2021). Cluster Analysis Using K-Means Algorithm and Fuzzy C-Means Clustering For Grouping Students' Abilities In Online Learning Process. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering* 2 (1), 139-144
- [24] Apdilah, D., & Sari, I.P. (2021). Optimization Of The Fuzzy C-Means Cluster Center For Credit Data Grouping Using Genetic Algorithms. *Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal* 2 (2), 156-163

- [25] Prayogo, J. E., Suharso, A., & Rizal, A. (2021). Analisis Perbandingan Model Matrix Factorization dan K-Nearest Neighbor dalam Mesin Rekomendasi Collaborative Berbasis Prediksi Rating. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(4), 506. <https://doi.org/10.32493/informatika.v5i4.7379>
- [26] Quadrana, M., Cremonesi, P., & Jannach, D. (2018). Sequence-Aware Recommender Systems. <http://arxiv.org/abs/1802.08452>