

**SISTEM REKOMENDASI *COLLABORATIVE FILTERING*
MENGUNAKAN KOMBINASI METODE *CLUSTERING* DAN
*ASSOCIATION RULE MINING***



Oleh

**Siti Annisa
09012682024011**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2024**

**SISTEM REKOMENDASI *COLLABORATIVE FILTERING*
MENGUNAKAN KOMBINASI METODE *CLUSTERING* DAN
*ASSOCIATION RULE MINING***

TESIS

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Ilmu Komputer**



Oleh

**Siti Annisa
09012682024011**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

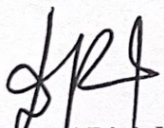
SISTEM REKOMENDASI *COLLABORATIVE FILTERING*
MENGUNAKAN KOMBINASI METODE *CLUSTERING* DAN
ASSOCIATION RULE MINING

TESIS

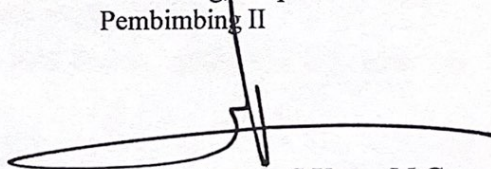
Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

OLEH:
SITI ANNISA
09012682024011


Pembimbing I

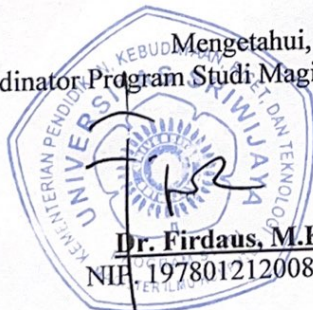

Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D
NIP.197802232006042002

Palembang, September 2024
Pembimbing II


Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs
NIP.198410012009121005

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer


Dr. Firdaus, M.Kom.
NIP.197801212008121003



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Annisa

NIM : 09012682024011

Program Studi : Magister Ilmu Komputer

Judul Tesis : Sistem Rekomendasi *Collaborative Filtering* Menggunakan
Kombinasi Metode *Clustering* dan *Association Rule Mining*

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 16%

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, September 2024



Siti Annisa

NIM. 09012682024011

LEMBAR PERSETUJUAN

Pada hari Selasa tanggal 30 Juli 2024 telah dilaksanakan ujian sidang tesis oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Siti Annisa

NIM : 09012682024011

Judul : Sistem Rekomendasi *Collaborative Filtering* Menggunakan Kombinasi Metode *Clustering* dan *Association Rule Mining*

1. Pembimbing I

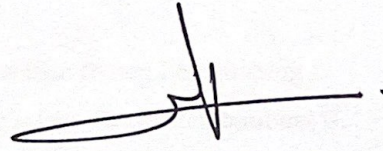
Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D
NIP.197802232006042002



.....

2. Pembimbing II

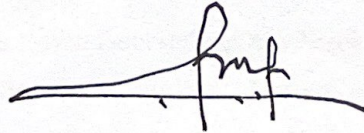
Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs
NIP.198410012009121005



.....

3. Penguji I

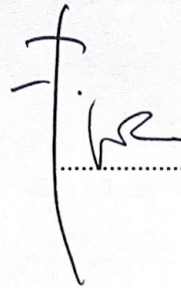
Dr. Ermatita, M.Kom
NIP.196709132006042001



.....

4. Penguji II

Dr. Firdaus, M.Kom
NIP.197801212008121003



.....

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



Dr. Firdaus, M.Kom.
NIP.197801212008121003

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Sang Maha Segalanya, atas seluruh curahan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis yang berjudul “Sistem Rekomendasi *Collaborative Filtering* Menggunakan Kombinasi Metode *Clustering* dan *Association Rule Mining*”

Tujuan dari penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi syarat dalam mencapai derajat Magister Ilmu Komputer pada Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya. Di dalam proses penulisan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu, ucapan terimakasih yang sebesar besarnya dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dian Palupi Rini M.Kom., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Dr. Firdaus, M.Kom selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Ibu Dr. Ermatita, M.Kom dan Bapak Dr. Firdaus., M.Kom selaku penguji I dan II .
6. Kedua Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan kepada saya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran beserta kritikan yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, September 2024

Siti Annisa

Collaborative Filtering Recommendation System Using a Combination of Clustering and Association Rule Mining

Siti Annisa¹, Dian Palupi Rini², Abdiansah³

^{1,2,3}Department of Computer Science, Faculty of Computer Science , Universitas Sriwijaya, Palembang, Idnonesia

Email: ¹sitiannisa912@gmail.com, ²dprini@unsri.ac.id, ³abdiansah@unsri.ac.id

Abstract

A recommendation system helps collect and analyze user data to generate personalized recommendations for users. A recommendation system for movies has been implemented, considering the vast number of available films and the difficulty users face in finding movies that match their interests. One popular recommendation method is Collaborative Filtering (CF). Although widely applied, CF still has issues. Basic CF uses overlapping user data in evaluating items to calculate user similarity. This study aims to build a collaborative filtering recommendation system using clustering techniques to group users with similar interests into the same clusters. The next step in CF application is to gather recommendation candidate items by finding users with a high level of similarity to the target user. Subsequently, user pattern analysis is carried out by applying association rule mining to predict hidden correlations based on frequently watched items and the ratings given to those movies. This study uses rating data and movie data from the MovieLens website. The evaluation of the recommendation results is measured using precision, recall, and f-measure. The evaluation results show that the proposed recommendation system achieves a hit rate of 95.08%, a precision of 81.49%, a recall of 98.06%, and an f-measure of 87.66%.

Keywords: Recommendation System, Clustering, Collaborative Filtering, Association Rule Mining

Sistem Rekomendasi *Collaborative Filtering* Menggunakan Kombinasi Metode *Clustering* dan *Association Rule Mining*

Siti Annisa¹, Dian Palupi Rini², Abdiansah³

^{1,2,3}Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya,
Palembang, Indonesia
Email: ¹sitiannisa912@gmail.com, ²dprini@unsri.ac.id, ³abdiansah@unsri.ac.id

ABSTRAK

Sistem rekomendasi membantu mengumpulkan dan menganalisis data pengguna secara otomatis untuk menghasilkan rekomendasi yang dipersonalisasi bagi pengguna. Sistem rekomendasi untuk film telah diterapkan, mengingat banyaknya film yang tersedia dan sulit bagi pengguna untuk menemukan film yang sesuai dengan minat. Salah satu metode rekomendasi populer adalah *Collaborative Filtering* (CF). Penelitian ini bertujuan membangun sistem rekomendasi *collaborative filtering* menggunakan teknik *clustering* untuk mengumpulkan pengguna dengan minat yang sama ke dalam *cluster* yang sama. Tahap selanjutnya penerapan CF adalah mengumpulkan kandidat item rekomendasi dengan mencari *user* yang mempunyai tingkat kemiripan yang tinggi dengan *user* target. Dari setiap *user* yang terdapat dalam satu *cluster* akan dihitung tingkat kemiripan dengan *user* target. Selanjutnya, dilakukan analisis pola pengguna dengan menerapkan *association rule mining* untuk memprediksi korelasi tersembunyi berdasarkan item yang sering ditonton dan telah diberikan rating terhadap film tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data rating dan data movie dari situs website movielens. Evaluasi hasil rekomendasi diukur menggunakan *precision*, *recall*, dan *f-measure*. Hasil evaluasi menunjukkan sistem rekomendasi yang diusulkan menghasilkan *hit-rate* 95.08%, *precision* 81.49%, *recall* 98.06%, dan *F-Measure* 87.66%.

Kata kunci: sistem rekomendasi, *clustering*, *collaborative filtering*, *association rule mining*

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan	iii
Lembar Persetujuan	iv
Kata Pengantar	v
Abstract	vi
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 Sistem Rekomendasi	10
2.3 Collaborative Filtering	13
2.4 Clustering	16
2.5 Association Rule Mining	18
2.6 Algoritma FP-Growth	19
2.7 Metode Evaluasi	23

BAB III METODE PENELITIAN	
3. 1.Tahapan Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	
4. 1.Hasil Pengumpulan Data	40
4. 2.Implementasi Data Preparation	40
4. 3.Data Latih dan Data Uji	43
4. 4.Penerapan Metode yang diusulkan	44
4. 5.Hasil Rekomendasi	47
4. 6.Evaluasi Sistem Rekomendasi	48
4. 7.Analisis Hasil Evaluasi Penelitian	53
4. 8.Threat of Validity	54
4. 9.Studi Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5. 1.Kesimpulan	55
5. 2.Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klasifikasi Sistem Rekomendasi	10
Gambar 2.2 Flowchart K-Means	18
Gambar 2.3 Hasil FP-tree setelah pembacaan TID 1	22
Gambar 2.4 Hasil FP-tree setelah pembacaan TID 2	22
Gambar 2.5 Hasil FP-tree setelah pembacaan TID 3	22
Gambar 2.6 Hasil FP-tree setelah pembacaan TID 10	23
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	26
Gambar 3.2 Tahapan Utama Sistem Rekomendasi yang diusulkan	28
Gambar 4.1 Grafik Perubahan Nilai Cluster	44
Gambar 4.2 Matrix User-Movie Rating	45
Gambar 4.3 Menghitung Kemiripan User	45
Gambar 4.4 Aturan yang dihasilkan	46
Gambar 4.5 Jumlah Cluster Optimum	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian tentang sistem rekomendasi yang pernah dilakukan	8
Tabel 2.2 Contoh Data pada Collaborative Filtering	15
Tabel 2.3 Data Transaksi Awal	20
Tabel 2.4 Frekuensi Item	21
Tabel 2.5 Data Transaksi	21
Tabel 2.6 Confusion Matrix	24
Tabel 3.1 Dataset setelah Preprocessing	30
Tabel 3.2 Dataset Movie Berdasarkan Genre	30
Tabel 3.3 Centroid Awal	30
Tabel 3.4 Menghitung Jarak Centorid	31
Tabel 3.5 Centroid Baru	32
Tabel 3.6 Hasil Iterasi Ke-1	32
Tabel 3.7 Centroid Baru	32
Tabel 3.8 Target Rekomendasi	33
Tabel 3.9 Data Model dalam Satu Cluster yang Sama	33
Tabel 3.10 Matrix User-Rating	34
Tabel 3.11 Collaborative Filtering	35
Tabel 3.12 Kandidat Item	35
Tabel 3.13 Frekuensi Per Item	37
Tabel 3.14 Item Terurut	37
Tabel 3.15 Nilai Support, Confidence, dan Lift	38
Tabel 4.1 Sampel Dataset Movies	40
Tabel 4.2 Sampel Dataset Ratings	40
Tabel 4.3 Ringkasan Dataset Movie	41
Tabel 4.4 Ringkasan Dataset Rating	41
Tabel 4.5 Rata-rata Rating Semua Genre untuk Setiap User	42
Tabel 4.6 Data Uji	43
Tabel 4.7 Data Latih	43

Tabel 4.8 Hasil Collaborative Filtering User 183	46
Tabel 4.9 Top-N Film Favorit User 183	47
Tabel 4.10 Top-N Hasil Rekomendasi User 183	48
Tabel 4.11 Skenario Penelitian	48
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Akurasi	49
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Akurasi 6 Cluster	51
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Akurasi 16 Cluster	52
Tabel 4.15 Studi Perbandingan Penelitian Sebelumnya	54

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Publikasi Ilmiah
- Lampiran 2.** Hasil Pengecekan Software Ithenticate/Turnitin
- Lampiran 3.** Surat Rekomendasi Ujian Proposal Tesis
- Lampiran 4.** Surat Rekomendasi Ujian Tesis
- Lampiran 5.** Form Revisi Ujian Proposal Tesis
- Lampiran 6.** Form Revisi Ujian Tesis
- Lampiran 7.** Form Konsultasi Tesis
- Lampiran 8.** Surat Persetujuan Pembimbing Tesis
- Lampiran 9.** SK Pengangkatan Pembimbing Tesis
- Lampiran 10.** Source Code

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem rekomendasi telah diterapkan dalam berbagai situs web, seperti Amazon, Moviefinder, Netflix, dan lainnya (Natarajan et al., 2020). Netflix merupakan salah satu platform video *streaming* yang mengadopsi teknologi analisis data dan *machine learning* untuk memahami perilaku pengguna dan preferensi pengguna, sehingga dapat memberikan rekomendasi film yang lebih relevan dan personal (Mukhsinin et al., 2024).

Seseorang bisa mendapatkan pendapat/pandangan/saran dari jutaan orang di seluruh dunia dengan lingkungan dan kondisi yang berbeda-beda. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan statistik yang sistematis untuk menganalisis data dalam jumlah besar dan hanya memperoleh informasi yang berguna bagi pengguna akhir (Patel & Patel, 2020).

Sistem rekomendasi membantu mengumpulkan dan menganalisis data pengguna secara otomatis untuk menghasilkan rekomendasi yang dipersonalisasi bagi pengguna (Pavitha et al., 2022). Sistem rekomendasi untuk film telah diterapkan, mengingat banyaknya film yang tersedia dan sulit bagi pengguna untuk menemukan film yang sesuai dengan minat. Pengguna yang berbeda akan menyukai film atau aktor yang berbeda (Halder et al., 2012). Popularitas sebuah film didasarkan pada review atau rating yang didapat dari penontonnya. Ulasan dan rating yang diberikan penonton bertanggung jawab untuk memengaruhi pilihan penonton lain (Pavitha et al., 2022). Rating atau preferensi pengguna adalah nilai skala numerik yang diberikan oleh pengguna terhadap item yang berkisar dari 1 sampai 5 (Bobadilla et al., 2013). Jika pengguna kurang puas atau tidak tertarik pada item tertentu, maka pengguna menilai sebagai "satu". Demikian pula jika penilaian skor dengan "lima", maka itu merupakan indikasi bahwa pengguna lebih tertarik atau puas dengan item tersebut (Bobadilla et al., 2013).

Pendekatan sistem rekomendasi diklasifikasikan ke dalam tiga kategori yaitu *collaborative filtering*, *content-based filtering*, *hybrid filtering* (Bhalse & Thakur, 2021). Salah satu metode rekomendasi populer adalah *Collaborative Filtering* (CF). CF menggunakan rating pengguna untuk menghitung kesamaan antar pengguna atau item kemudian membuat prediksi atau rekomendasi sesuai dengan nilai kesamaan yang telah dihitung (Lv et al., 2020). Namun, dalam pengaplikasian CF muncul beberapa masalah yang ada yaitu data *sparsity*, *cold starts*, *shilling attacks*, akurasi, dan efisiensi (Patel & Patel, 2020). Permasalahan dalam CF sering terjadi ketika pengguna memberikan rating ke sedikit item, sehingga terjadi kesulitan dalam menghitung kesamaan antar pengguna (Xu et al., 2012). CF dapat menghasilkan rekomendasi yang buruk ketika rating pengguna pada item sangat jarang dibandingkan dengan sejumlah besar pengguna dan item dalam matriks item-pengguna (Najafabadi et al., 2017).

CF dasar menggunakan data *user* yang saling tumpang tindih dalam menilai item untuk menghitung kemiripan antar user. Sebagai contoh, ketika terdapat dua user telah menilai sebuah musik yang berbeda dari genre yang sama yaitu pop. Jika kita menggunakan metode CF dasar untuk menghitung kemiripan antara kedua *user*, mereka tidak akan serupa sama sekali, karena alasan tidak ada musik yang diputarkan/diberikan rating bersama diantara mereka. Meskipun mereka tidak memiliki musik dengan judul yang sama diputarkan, keduanya memiliki kesamaan yaitu penggemar musik pop (Najafabadi et al., 2017). Oleh karena itu, konsep preferensi yang sama antar *user* diperkenalkan dengan menganalisis data implisit dari data item dengan cara penerapan metode *clustering* dan aturan asosiasi (Najafabadi et al., 2017).

CF baik dalam merekomendasikan item yang mungkin diminati pengguna target dari pengguna serupa lainnya dengan memanfaatkan rating, dan metode *content-based* dapat membantu menemukan pengguna serupa dengan selera yang sama dengan memanfaatkan ulasan (Xu et al., 2012).

Metode *clustering*, *classification*, dan *Singular Value Decomposition* (SVD) banyak digunakan untuk mengatasi masalah data *sparsity* pada sistem

rekomendasi (Sundari & Sunbaji, 2020). Alternatif lain yang digunakan untuk meningkatkan akurasi dalam rekomendasi adalah menganalisis korelasi tersembunyi diantara item yang diminati pengguna dengan membantu memahami perilaku atau pola minat pengguna (Sundari & Sunbaji, 2020). Analisis perilaku pengguna tersembunyi diperiksa menggunakan pendekatan *pattern mining*. *Pattern mining* adalah teknik data mining dasar untuk menemukan korelasi tersembunyi dalam kumpulan data dan mendeteksi kumpulan item yang sering muncul atau memberikan pola jika-maka di antara *frequent item set* (Sundari & Sunbaji, 2020). Menganalisis perilaku pengguna yang tersembunyi dapat dilakukan dengan cara menerapkan metode *association rule*. *Association rule mining* digunakan dengan cara mengekstrak aturan untuk memprediksi terjadinya suatu item berdasarkan kehadiran item lain dalam suatu transaksi (Ajeng Swari Sukmawati et al., 2023).

Penelitian ini mencoba membangun sistem rekomendasi *collaborative filtering* yaitu *clustering* dengan algoritma *k-means* untuk mengurangi ukuran dan dimensi data (Sundari & Subaji, 2020). Algoritma ini membantu mengumpulkan pengguna dengan minat yang sama ke dalam *cluster* yang sama dan merekomendasikan item untuk pengguna yang mungkin mereka sukai (Liji et al., 2018). Selanjutnya, dilakukan analisis pola pengguna dengan menerapkan *association rule mining* dengan algoritma *fp-growth* untuk memprediksi korelasi tersembunyi berdasarkan item yang sering ditonton. Tahap akhir yaitu rekomendasi, dilakukan dengan cara membangun model klasifikasi berdasarkan *association rule*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana penerapan algoritma *k-means* dan *fp-growth* untuk sistem rekomendasi *collaborative filtering*?
2. Bagaimana hasil kinerja antara perbandingan sistem rekomendasi *collaborative filtering* menggunakan metode *clustering* dan

association rule mining dengan tidak menggunakan *association rule mining*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Menerapkan algoritma *k-means* dan *fp-growth* untuk sistem rekomendasi *collaborative filtering*
2. Analisis hasil perbandingan sistem rekomendasi *collaborative filtering* menggunakan metode *clustering* dan *association rule mining* dengan tidak menggunakan *association rule mining*

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset Movielens. Dataset didapatkan dari *movielens.org*. Dataset yang digunakan dibuat pada tanggal 26 September 2018.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam menyusun penelitian ini dan memperjelas isi dari setiap bab, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi bagian yang akan menguraikan latar belakang, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori yang digunakan membangun sistem rekomendasi dan menjawab permasalahan penelitian.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metodologi penelitian yang digunakan untuk membangun dan sistem rekomendasi yang dihasilkan penelitian ini

4. BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil yang akan didapatkan dari model sistem rekomendasi yang dibangun dan analisis terhadap hasil dan evaluasi yang didapatkan.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan tentang hasil yang diperoleh serta saran yang diambil setelah pengerjaan tugas akhir secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, Y. S., Pasaribu, U. S., Sulaiman, F. H., Angelia, G., & Wattimanela, H. J. (2024). K-Means and Agglomerative Hierarchy Clustering Analysis on the Stainless Steel Corrosion Problem. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, *18*(1), 0589–0602. <https://doi.org/10.30598/barekengvol18iss1pp0589-0602>
- Ajeng Swari Sukmawati, P., Hiryanto, L., & Christanti Mawardi, V. (2023). Implementasi Metode Collaborative Filtering Based Untuk Sistem Rekomendasi Buku Fiksi. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, *11*(2). <https://doi.org/10.24912/jiksi.v11i2.25999>
- Alexander, K., Wicaksana, A., & Iswari, N. M. S. (2020). Labeling Algorithm and Fully Connected Neural Network for Automated Number Plate Recognition System. *Studies in Computational Intelligence*, *847*, 129–145. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25217-5_10
- Alith Fajar Muhammad. (2015). Klasterisasi Proses Seleksi Pemain Menggunakan Algoritma K-Means (Study Kasus: Tim Hockey Kabupaten Kendal). *Jurusan Teknik Informatika FIK UDINUS*, *1*(1), 1–5. <http://eprints.dinus.ac.id/id/eprint/16498>
- Arfisko, H. H., Informatika, F., Telkom, U., Wibowo, A. T., Informatika, F., & Telkom, U. (2022). *Sistem Rekomendasi Film Menggunakan Metode Hybrid Collaborative Filtering Dan Content-Based Filtering*. *9*(3), 2149–2159.
- Bhalse, N., & Thakur, R. (2021). WITHDRAWN: Algorithm for movie recommendation system using collaborative filtering. *Materials Today: Proceedings*, *xxxx*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.235>
- Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A., & Gutiérrez, A. (2013). Recommender systems survey. *Knowledge-Based Systems*, *46*, 109–132. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2013.03.012>
- Brusilovsky, P., & Kobsa, A. (2007). The Adaptive Web. In *The Adaptive Web* (Vol. 4321, Issue November). <https://doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9>
- Chen, J., Zhao, C., Uliji, & Chen, L. (2020). Collaborative filtering recommendation algorithm based on user correlation and evolutionary

- clustering. *Complex and Intelligent Systems*, 6(1), 147–156. <https://doi.org/10.1007/s40747-019-00123-5>
- Cheon, S.-K. (2014). *Movie Recommender System Based on Mentor for the Users Who Have Sparse Rating Data*.
- David Samuel. (2017). *Penerapan Struktur FP-Tree dan Algoritma FP-Growth dalam Optimasi Penentuan Frequent Itemset*. viii+124. www.infogavamedia@yahoo.com
- Davies, D. L., & Bouldin, D. W. (1979). A Cluster Separation Measure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-1*(2), 224–227. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.1979.4766909>
- Er.Meenakshi, & Dr.Satpal. (2018). Collaborative Filtering: Data Sparsity Challenges. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 6(6), 0–2. <https://doi.org/10.14741/ijmcr/v.6.6.13>
- Grčar, M., Mladenič, D., Fortuna, B., & Grobelnik, M. (2006). Data sparsity issues in the collaborative filtering framework. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 4198 LNAI(September 2014), 58–76. https://doi.org/10.1007/11891321_4
- Halder, S., Samiullah, M., Sarkar, A. M. J., & Lee, Y. K. (2012). Movie swarm: Information mining technique for movie recommendation system. *2012 7th International Conference on Electrical and Computer Engineering, ICECE 2012, February*, 462–465. <https://doi.org/10.1109/ICECE.2012.6471587>
- Isinkaye, F. O., Folajimi, Y. O., & Ojokoh, B. A. (2015). Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. *Egyptian Informatics Journal*, 16(3), 261–273. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2015.06.005>
- Kaur, P., & Goel, S. (2016). Shilling attack models in recommender system. *Proceedings of the International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2016*, 2. <https://doi.org/10.1109/INVENTIVE.2016.7824865>
- Kim, H. H., Kim, D., & Jo, J. (2013). A Hybrid Music Recommendation System Combining Listening Habits and Tag Information. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 18(2), 107–116.

<https://doi.org/10.9708/jksci.2013.18.2.107>

- Krisdhamara, W. P., Pharmasetiawan, B., & Mutijarsa, K. (2019). Improvement of collaborative filtering recommendation system to resolve sparsity problem using combination of clustering and opinion mining methods. *Proceedings - 2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Industry 4.0: Retrospect, Prospect, and Challenges, ISemantic 2019*, 94–99. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2019.8884223>
- Kusrini, E. T. L. (2009). *Algoritma data mining*. 63–77.
- Liji, U., Chai, Y., & Chen, J. (2018). Improved personalized recommendation based on user attributes clustering and score matrix filling. *Computer Standards and Interfaces*, 57(November 2017), 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2017.11.005>
- Lu, J., Wu, D., Mao, M., Wang, W., & Zhang, G. (2015). Recommender system application developments: A survey. *Decision Support Systems*, 74, 12–32. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2015.03.008>
- Lv, Y., Zheng, Y., Wei, F., Wang, C., & Wang, C. (2020). AICF: Attention-based item collaborative filtering. *Advanced Engineering Informatics*, 44(February), 101090. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101090>
- Mukhsinin, D. A., Rafliansyah, M., & Ibrahim, S. A. (2024). *Implementation of Decision Tree Algorithm for Movie Recommendation and Rating Classification on the Netflix Platform Implementasi Algoritma Decision Tree untuk Rekomendasi Film dan Klasifikasi Rating pada Platform Netflix*. 4(April), 570–579.
- Mustofa, A. A., & Budi, I. (2018). Recommendation system based on item and user similarity on restaurants directory online. *2018 6th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2018*, c, 70–74. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2018.8528775>
- Najafabadi, M. K., Mahrin, M. N. ri, Chuprat, S., & Sarkan, H. M. (2017). Improving the accuracy of collaborative filtering recommendations using clustering and association rules mining on implicit data. *Computers in Human Behavior*, 67, 113–128. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.010>
- Natarajan, S., Vairavasundaram, S., Natarajan, S., & Gandomi, A. H. (2020).

- Resolving data sparsity and cold start problem in collaborative filtering recommender system using Linked Open Data. *Expert Systems with Applications*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113248>
- Nurasiah. (2021). Implementasi Algoritma FP-Growth Pada Pengenalan Pola Penjualan. *TIN : Terapan Informatika Nusantara*, 1(9), 438–444.
- Obeidat, R., Duwairi, R., & Al-Aiad, A. (2019). A Collaborative Recommendation System for Online Courses Recommendations. *Proceedings - 2019 International Conference on Deep Learning and Machine Learning in Emerging Applications, Deep-ML 2019*, 49–54. <https://doi.org/10.1109/Deep-ML.2019.00018>
- Patel, K., & Patel, H. B. (2020). A state-of-the-art survey on recommendation system and prospective extensions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178(September), 105779. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105779>
- Pavitha, N., Pungliya, V., Raut, A., Bhonsle, R., Purohit, A., Patel, A., & Shashidhar, R. (2022). Movie recommendation and sentiment analysis using machine learning. *Global Transitions Proceedings*, 3(1), 279–284. <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2022.03.012>
- Pavlidis, G. (2019). Recommender systems, cultural heritage applications, and the way forward. *Journal of Cultural Heritage*, 35, 183–196. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.06.003>
- Ruswanda, G. A. P., Baizal, Z. A., & Nasution, E. (2015). Penanganan Masalah Cold Start Dan Diversity Rekomendasi Menggunakan Item-Based Clustering Hybrid Method. *E-Proceeding of Engineering*, 2(3), 8035–8041.
- Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2001). Item-based collaborative filtering recommendation.pdf. *Proceedings of the 10th International Conference on World Wide Web (WWW'01)*, 285–295.
- Singh, P. K., Othman, E., Ahmed, R., Mahmood, A., Dhahri, H., & Choudhury, P. (2021). Optimized recommendations by user profiling using apriori algorithm. *Applied Soft Computing*, 106, 107272. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107272>
- Su, X., & Khoshgoftaar, T. M. (2009). A Survey of Collaborative Filtering

- Techniques. *Advances in Artificial Intelligence*, 2009(Section 3), 1–19. <https://doi.org/10.1155/2009/421425>
- Sundari, P. S., & Subaji, M. (2020). *An improved hidden behavioral pattern mining approach to enhance the performance of recommendation system in a big data environment*. xxxx.
- Tsai, C. F., & Hung, C. (2012). Cluster ensembles in collaborative filtering recommendation. *Applied Soft Computing Journal*, 12(4), 1417–1425. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2011.11.016>
- Xu, J., Zheng, X., & Ding, W. (2012). Personalized recommendation based on reviews and ratings alleviating the sparsity problem of collaborative filtering. *Proceedings - 9th IEEE International Conference on E-Business Engineering, ICEBE 2012*, 9–16. <https://doi.org/10.1109/ICEBE.2012.12>
- Xue, G. R., Lin, C., Yang, Q., Xi, W., Zeng, H. J., Yu, Y., & Chen, Z. (2005). Scalable collaborative filtering using cluster-based smoothing. *SIGIR 2005 - Proceedings of the 28th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 114–121. <https://doi.org/10.1145/1076034.1076056>
- Yudho Ardianto, M., & Adinugroho, S. (2021). Penentuan Tata Letak Produk menggunakan Algoritma FP-Growth pada Toko ATK. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(9), 3826–3832. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Zhang, C., Huang, W., Niu, T., Liu, Z., Li, G., & Cao, D. (2023). Review of Clustering Technology and Its Application in Coordinating Vehicle Subsystems. *Automotive Innovation*, 6(1), 89–115. <https://doi.org/10.1007/s42154-022-00205-0>
- Zhang, F., Qi, S., Liu, Q., Mao, M., & Zeng, A. (2020). Alleviating the data sparsity problem of recommender systems by clustering nodes in bipartite networks. *Expert Systems with Applications*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113346>