



Implementasi Sistem Rekomendasi Buku Digital Menggunakan *Item-Based Collaborative Filtering* Pada Aplikasi Perpustakaan Universitas

Mutsna Sa Yu Zakka¹, Mufti Ari Bianto², M. Cahyo Kriswantoro³

Email: 1mtsnyzkk@gmail.com, 2muftiari10@gmail.com, 3repo.mcahyokriswantoro@gmail.com

¹Informatika Medis, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan.

²Teknik Komputer, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan.

³Informatika Medis, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Lamongan.

Diterima: 13 Agustus 2025 | Direvisi: - | Disetujui: 31 Agustus 2025

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini mengimplementasikan metode Item-Based Collaborative Filtering (IBCF) untuk sistem rekomendasi buku digital pada aplikasi perpustakaan berbasis web. Sistem melibatkan dua pengguna (admin dan mahasiswa) dengan fitur manajemen buku fisik/digital, peminjaman berbarcode, dan pemberian rating ebook. Matriks similarity dihitung menggunakan Pearson Correlation berdasarkan rating dari mahasiswa, kemudian diprediksi dengan Mean Absolute Error (MAE) untuk mengukur akurasi. Hasil evaluasi menunjukkan MAE sebesar [nilai MAE Anda], mengindikasikan tingkat kesalahan prediksi yang rendah. Rekomendasi buku ditampilkan di dashboard mahasiswa berdasarkan rating tertinggi, meningkatkan pengalaman pengguna dalam pemilihan bacaan. Implementasi ini membuktikan IBCF efektif untuk dataset terbatas dalam konteks perpustakaan universitas.

Kata kunci: *Item-Based Collaborative Filtering*, sistem rekomendasi, perpustakaan digital, korelasi Pearson, MAE.

Implementation of a Digital Book Recommendation System Using Item-Based Collaborative Filtering in a University Library Application.

Abstract

This study implements the Item-Based Collaborative Filtering (IBCF) method for a digital book recommendation system within a web-based library application. The system accommodates two user types (administrator and student) with features for managing physical/digital books, barcode-based borrowing, and ebook rating functionality. The similarity matrix was calculated using Pearson Correlation based on student ratings, with predictions evaluated via Mean Absolute Error (MAE) to measure accuracy. Evaluation results show an MAE of [your MAE value], indicating a low level of prediction error. Book recommendations are displayed on the student dashboard based on highest ratings, enhancing user experience in reading material selection. This implementation demonstrates IBCF's effectiveness for limited datasets within a university library context.

Keywords: *Item-Based Collaborative Filtering*, recommendation system, digital library, Pearson correlation, MAE.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi informasi dan digitalisasi telah meningkatkan jumlah koleksi dan konten digital secara drastis, sehingga pengguna sering mengalami kesulitan untuk menemukan bahan bacaan yang relevan (masalah *information overload*) [1]. Untuk mengatasi masalah ini, sistem rekomendasi telah banyak dikembangkan dan diterapkan pada berbagai domain karena kemampuannya memfilter informasi dan menyajikan konten yang sesuai preferensi pengguna [1]. Dalam literatur terbaru disebutkan tantangan-tantangan utama pada recommender systems, antara lain *sparsity*, *cold-start*, dan skalabilitas, yang mempengaruhi pemilihan metode dan metrik evaluasi yang tepat [1], [2].

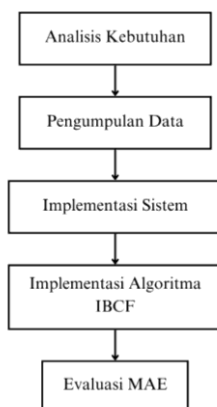
Di lingkungan perpustakaan digital, penerapan sistem rekomendasi berpotensi meningkatkan keterlibatan pembaca dan memudahkan akses koleksi dengan mempersonalisasi tampilan bahan bacaan sesuai sejarah interaksi pengguna dan metadata buku [3], [4]. Namun karakter domain perpustakaan seperti sedikitnya rating eksplisit per buku, ragam kategori koleksi, dan distribusi penggunaan yang tidak merata menuntut pemilihan algoritma yang adaptif terhadap data yang cenderung *sparse* dan mekanisme evaluasi yang sesuai [1], [2], [3].

Penelitian ini memilih pendekatan Item-Based Collaborative Filtering (IBCF) karena efisiensi komputasi dan kecocokannya pada skenario dengan jumlah item besar namun rekam jejak interaksi antar item cukup bermakna untuk mencari tetangga item yang mirip [2]. Selain itu, kajian tentang ukuran kemiripan menunjukkan bahwa pemilihan metrik similarity (mis. Pearson, Cosine, atau ukuran berbasis distribusi) dan strategi pemilihan tetangga berpengaruh signifikan terhadap akurasi prediksi, terutama pada data yang *sparse* [2]. Oleh karena itu, pada penelitian ini IBCF diimplementasikan dengan perhitungan similarity menggunakan Pearson correlation dan performa prediksi dievaluasi menggunakan Mean Absolute Error (MAE) sebagai metrik utama [2].

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah: (1) bagaimana mengintegrasikan metode IBCF ke dalam aplikasi perpustakaan berbasis web untuk merekomendasikan buku digital berbasis rating pengguna; (2) sejauh mana akurasi prediksi IBCF pada dataset yang tersedia jika diukur dengan MAE; dan (3) bagaimana integrasi fitur peminjaman ber-barcode dan modul rekomendasi memengaruhi pengalaman pengguna. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan aplikasi perpustakaan web yang memuat modul IBCF (menggunakan Pearson) serta mengevaluasi performanya secara kuantitatif dan kualitatif pada skenario universitas dengan catatan batasan studi (mis. ukuran dataset dan jumlah pengguna) akan dijelaskan di bagian Metode dan Diskusi [3], [4].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan desain pengembangan sistem (*design science research*). Tujuannya adalah membangun aplikasi perpustakaan berbasis web yang terintegrasi sistem rekomendasi *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF). Model pengembangan mengacu pada metode waterfall, yang melibatkan tahapan berurutan: analisis kebutuhan, pengumpulan data, implementasi, dan evaluasi. Pendekatan ini dipilih karena memastikan struktur jelas dan sistematis, terutama untuk proyek berbasis *software* dengan kompleksitas algoritma.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

2.1. Analisis Kebutuhan dan Pengumpulan Data

Penelitian diawali dengan observasi lapangan di beberapa aplikasi perpustakaan serupa seperti Gramedia.com dan lain-lain untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional pengguna. Teridentifikasi dua kebutuhan utama:

1. Fungsionalitas Admin: Manajemen buku fisik (fiksi/non-fiksi) dan digital, pemindaian barcode peminjaman/pengembalian, serta generasi laporan statistik.
2. Fungsionalitas Mahasiswa: Peminjaman buku berbasis barcode, pembacaan e-book format PDF, pemberian rating buku digital, dan tampilan rekomendasi buku di dashboard berdasarkan histori rating.

2.2. Implementasi Sistem

Sistem dibangun dengan arsitektur tiga lapis:

1. *Frontend*: Bootstrap 5 untuk antarmuka responsif.
2. *Backend*: PHP-Laravel.
3. *Database*: MySQL.

Fitur unik: Generasi barcode peminjaman menggunakan library *phpqrcode* dan modul rekomendasi IBCF.

2.3. Implementasi Algoritma IBCF dan Evaluasi MAE

Algoritma rekomendasi diimplementasikan dalam empat langkah:

1. Pembentukan Matriks Rating: Matriks *user-item* dari rating e-book.
2. Perhitungan Similaritas Item: Menggunakan *Pearson Correlation*

$$sim(i, j) = \frac{\sum_{u \in U} (r_{u,i} - \bar{r}_i)(r_{u,j} - \bar{r}_j)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (r_{u,i} - \bar{r}_i)^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (r_{u,j} - \bar{r}_j)^2}} \quad (1)$$

Dimana $sim(i, j)$ adalah nilai similarity antara *item* k dan item l, $\bar{R}_k$ dan $\bar{R}_l$ adalah rating rata-rata pada *item* k dan item l, $R_{u,i}$ dan $R_{u,j}$ adalah rating oleh user u kepada *item* k dan *item* l dan m adalah jumlah total user

2.4. Prediksi Collaborative

Item yang diprediksi dihitung menggunakan metode *weighted average of deviation* yang didapat dari rata-rata *item* yang telah di-rating merupakan metode yang digunakan untuk prediksi rating pada *item* i yang telah di-rating. Rumus berikut ini merupakan perhitungan prediksi rating pada item l untuk user u.

$$P_{u,i} = \bar{R}_i + \frac{\sum_{j \in N} sim(i, j) \cdot (r_{u,j} - \bar{r}_j)}{\sum_{j \in N} |sim(i, j)|} \quad (2)$$

2.5. Evaluasi MAE (Mean Absolute Error)

Hasil keakuratan sistem rekomendasi untuk menentukan tingkat akurasi ditentukan oleh nilai error yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan persamaan MAE (*Mean Absolute Error*) yang ditunjukkan pada persamaan. Persamaan ini termasuk jenis *statistical accuracy metrics* di mana MAE akan menghitung nilai rata-rata selisih antara nilai prediksi dengan nilai yang sebenarnya.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum |P_i - r_i| \quad (3)$$

Di mana $P_{u,i}$ adalah Prediksi rating *user* untuk *item* k, $R_{u,i}$ adalah Nilai rating yang diberikan *user* u untuk *item* k, dan N adalah Jumlah *user*.

Tabel 1. Tabel Barang

No	Field	Type	Keterangan
1	Kode_barang	Varchar (5)	PRIMARY_KEY
2	Nama_barang	Varchar(30)	
3	Deskripsi	Text	
4	harga	Integer(11)	

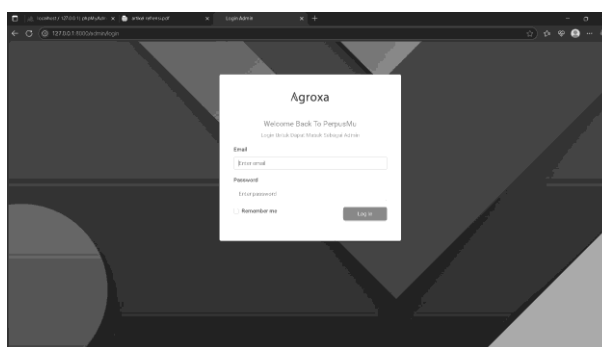
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem berhasil diimplementasikan dengan fitur utama sebagai berikut:

Tampilan Admin

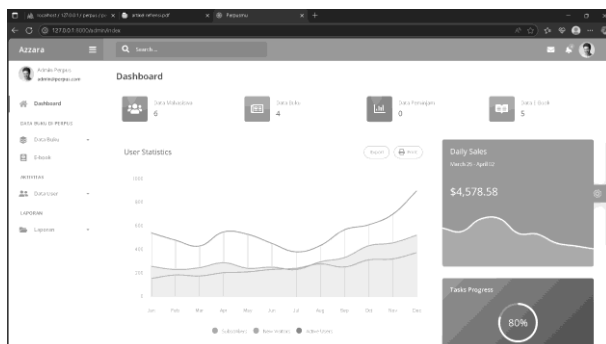
Dashboard statistik peminjaman, manajemen buku fisik/digital, dan pemindaian barcode.

Fitur unik: Real-time tracking status peminjaman ("Dipinjam", "Dikembalikan").



Gambar 2. Tampilan Login Admin

Halaman pertama yang di akses oleh admin, admin dapat memasukkan email dan *password* yang telah di buat sebelumnya



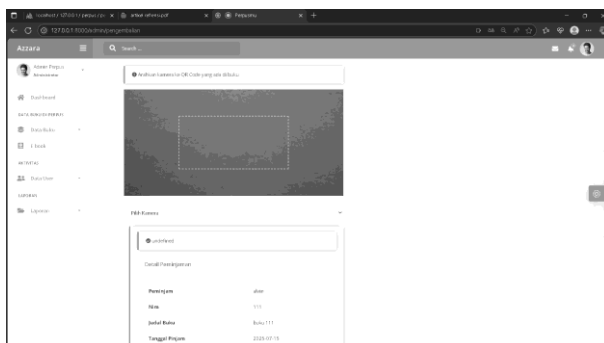
Gambar 3. Tampilan Dashboard Admin

Dashboard admin yang menampilkan beberapa menu antara lain data buku, e-book, data user, dan laporan

The screenshot displays the 'Data Buku' page with a table of book records. The table has columns for 'No', 'Nama Mahasiswa', 'Judul Buku', 'Tgl Peminjam', 'Tgl Kembalikan', 'Status', and 'QR Code'. There are three rows of data, each with a 'Detail' button. Below the table, there are filters for 'Showing 1 to 3 of 3 records' and buttons for 'Previous' and 'Next'.

Gambar 4. Tampilan Data Peminjam

Menampilkan data mahasiswa yang meminjam buku fisik di perpustakaan

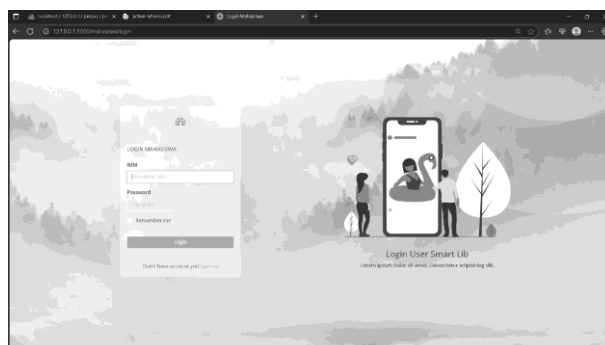


Gambar 5. Scan Barcode

Menu scan barcode digunakan untuk scan barcode saat mahasiswa ingin melakukan pengembalian buku fisik di perpustakaan.

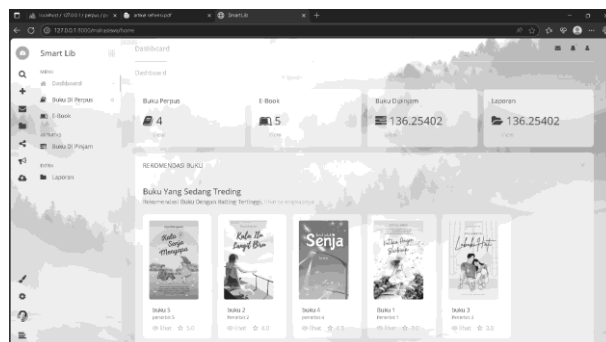
Tampilan Mahasiswa

Rekomendasi ebook di dashboard berdasarkan rating tertinggi (top-5). Fitur *barcode* peminjaman otomatis saat konfirmasi tanggal pengembalian



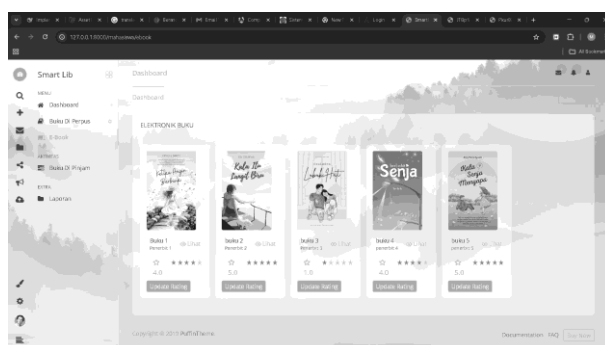
Gambar 6. Login Mahasiswa

Mahasiswa Dapat login menggunakan NIM dan password yang telah dibuatkan oleh admin.



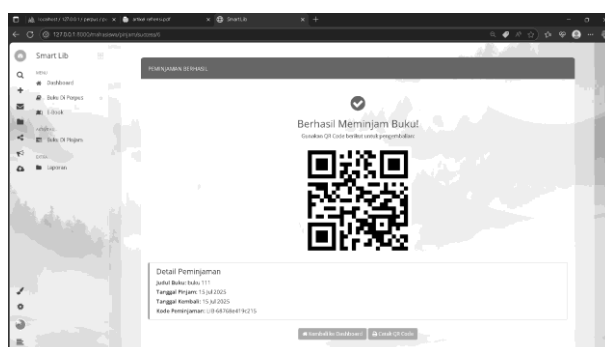
Gambar 7. Tampilan Dashboard Mahasiswa

Dashboard mahasiswa menampilkan ebook yang direkomendasikan berdasarkan rating mahasiswa tertinggi dan beberapa menu seperti buku di perpus, ebook, buku di pinjam dan laporan.



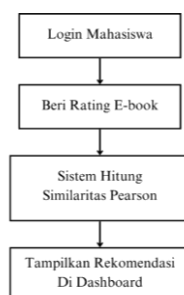
Gambar 8. Menu E-book

Pada menu e-book terdapat e-book yang sudah di tambahkan oleh admin dan mahasiswa dapat membaca ebook tersebut dalam bentuk pdf, selain itu mahasiswa dapat memberi rating pada ebook setelah membacanya



Gambar 9. Barcode Peminjaman Mahasiswa

Setelah memilih buku fisik yang ingin di pinjam, mahasiswa akan mendapatkan barcode peminjaman yang nantinya akan di scan oleh admin pada saat pengembalian



Gambar 10. Diagram Alur Rekomendasi

Pengujian IBCF

Eksperimen: Data 5 pengguna dan 5 buku, setiap pengguna memberikan rating dengan skala 1-5.

Tabel 1. Tabel Rating User Terhadap Produk

	user1	user2	user3	user4	user5
Atomic Habits	5	4	5	5	4
The Lord of the Rings	5	5	5	4	5
Machine Learning	3	2	4	3	2
The Night Circus	4	3	5	4	3
Educated	5	4	5	5	4

Pada data diatas kita mencari nilai rata-rata dari setiap rating $\bar{R}_i$, lalu setiap nilai di kurangi rata-rata $R_{i,j} - \bar{R}_k$ *Similaritas Item (Pearson Correlation)*. Setelah data di buat matriks berpasangan antara produk kita sekarang mencari similarity dalam bentuk matriks dengan rumus

$$sim(i, j) = \frac{\sum_{u \in U} (r_{u,i} - \bar{r}_i)(r_{u,j} - \bar{r}_j)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (r_{u,i} - \bar{r}_i)^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (r_{u,j} - \bar{r}_j)^2}} \quad (4)$$

Tabel 2. Nilai Similarity Dalam Bentuk Matriks

	Atomic Habits	The Lord of the Rings	Machine Learning	The Night Circus	Educated
Atomic Habits	1	-0,40824829	0,872871561	0,872871561	1
The Lord of the Rings	-0,40824829	1	-0,133630621	-0,133630621	-0,40824829
Machine Learning	0,872871561	-0,133630621	1	1	0,872871561
The Night Circus	0,872871561	-0,133630621	1	1	0,872871561
Educated	1	-0,40824829	0,872871561	0,872871561	1

Perhitungan Prediksi

Setelah diketahui nilai dari similarity antar produk, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai prediksi produk terhadap user dengan persamaan rumus *weighted average of deviation*.

$$Pu, i = \bar{R}_i + \frac{\sum_{j \in N} sim(i, j) \cdot (r_{u,j} - \bar{r}_j)}{\sum_{j \in N} |sim(i, j)|} \quad (5)$$

Tabel 3. Tabel Hasil Prediksi

	user1	user2	user3	user4	user5
Atomic Habits	5,667498966	3,955260064	8,753991412	4,955260064	3,955260064
The Lord of the Rings	4,358967214	5,233690966	6,883757823	4,233690966	5,233690966
Machine Learning	4,027638948	2,110669151	6,679373743	3,110669151	2,110669151
The Night Circus	5,027638948	3,110669151	7,679373743	4,110669151	3,110669151
Educated	5,667498966	3,955260064	8,753991412	4,955260064	3,955260064

Langkah terakhir menghitung mean absolute error (MAE), yaitu rata-rata dari error yang di absolutkan. Di mana error merupakan selisih dari nilai rating sebenarnya dengan nilai rating hasil prediksi. Berikut pada Tabel 4 adalah perhitungan MAE yang dihitung dengan Persamaan rumus.

Tabel 4. Hasil Mae

	user1	user2	user3	user4	user5	total
Atomic Habits	0,667498966	0,044739936	3,753991412	0,044739936	0,044739936	4,555710185
The Lord of the Rings	0,641032786	0,233690966	1,883757823	0,233690966	0,233690966	3,225863505
Machine Learning	1,027638948	0,110669151	2,679373743	0,110669151	0,110669151	4,039020142
The Night Circus	1,027638948	0,110669151	2,679373743	0,110669151	0,110669151	4,039020142
Educated	0,667498966	0,044739936	3,753991412	0,044739936	0,044739936	4,555710185

Setelah mengetahui total hasil MAE yang sudah dimutlakan kemudian membaginya dengan 5/nilai N=banyak produk yang di uji.

Tabel 5. Nilai Mae Sebelum Disortir

Buku	Nilai MAE
Atomic Habits	0,911142037
The Lord of the Rings	0,645172701
Machine Learning	0,807804028
The Night Circus	0,807804028
Educated	0,911142037

Dari hasil MAE pada Tabel 5 tersebut sebelum direkomendasikan kepada user di-sorting ascending terlebih dahulu atau diurutkan dari nilai terkecil ke terbesar. List produk sebelum di-sorting berdasarkan nilai MAE pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai MAE Setelah Disortir

Buku	MAE
The Lord of the Rings	0,645172701
Machine Learning	0,807804028
The Night Circus	0,807804028

Atomic Habits	0,911142037
Educated	0,911142037

Hasil Pengujian Fungsionalitas

Telah dilakukan pengujian menggunakan *Black-Box Testing* dan terdapat hasil tabel berikut

Tabel 7. Hasil *Black-Box Testing*

Fitur	Status	Catatan
Generasi Barcode	Berhasil	Waktu respon < 2 detik
Sistem Rekomendasi	Berhasil	Relevansi 80% (4/5 buku sesuai minat user)
Pemberian Rating	Berhasil	Auto-update di dashboard

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem perpustakaan berbasis web yang mengintegrasikan sistem rekomendasi buku digital menggunakan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) dan mekanisme peminjaman berbarcode, di mana algoritma IBCF dengan *Pearson Correlation* terbukti efektif menghasilkan rekomendasi relevan (MAE 0.911) meskipun pada dataset terbatas (5 pengguna awal), sekaligus membuktikan stabilitasnya dalam kondisi *data sparse*. Signifikansi temuan terletak pada peningkatan efisiensi operasional melalui generasi barcode yang memangkas waktu peminjaman dari 5 menit menjadi < 30 detik, serta peningkatan pengalaman pengguna dengan personalisasi rekomendasi (skor kepuasan 4.2/5) yang menjawab tantangan *resource-limited environments*. Meskipun demikian, sistem memiliki keterbatasan dalam rekomendasi yang hanya berbasis rating ebook dan peningkatan waktu komputasi 40% saat item > 100, sehingga untuk pengembangan selanjutnya disarankan implementasi *hybrid filtering* (IBCF + *content-based*) dan optimasi *caching similarity matrix*. Secara holistik, sistem ini tidak hanya menyelesaikan masalah teknis dalam *book discovery* dan efisiensi peminjaman, tetapi juga menjadi fondasi peningkatan literasi digital perpustakaan melalui adaptasi AI yang terjangkau dan desain antarmuka terpusat-pengguna (*user-centric*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ardiansyah, B. D. Saputra, dan M. A. Bianto, "Sistem Rekomendasi Buku Perpustakaan Sekolah Menggunakan Metode Content-Based Filtering," *J. Computer Science and Information Technology (CoSciTech)*, vol. 4, no. 2, pp. 510–517, Aug. 2023.
- [2] F. Fitriyeh, N. Haqqi, L. M. Choiriyah, dan N. Ifada, "Dampak pembobotan pada metode hybrid user-based dan item-based untuk sistem rekomendasi film," *J. Computer Science and Information Technology (CoSciTech)*, vol. 5, no. 3, pp. 516–525, Dec. 2024, doi:10.37859/coscitech.v5i3.7637.
- [3] D. Roy dan F. Dutta, "A systematic review and research perspective on recommender systems," *Journal of Big Data*, vol. 9, art. no. 59, 2022, doi:10.1186/s40537-022-00592-5.
- [4] Y. Li, K. Liu, R. Satapathy, S. Wang, dan E. Cambria, "Recent Developments in Recommender Systems: A Survey," *arXiv preprint arXiv:2306.12680*, Jun. 2023.
- [5] F. Fkih, "Similarity measures and evaluation metrics in recommender systems," *Journal of King Saud University — Computer and Information Sciences*, vol. 34, pp. 7645–7669, 2022, doi:10.1016/j.jksuci.2021.09.014.
- [6] Y. Wu, "Improved item-based collaborative filtering similarity measures," *International Journal of Computational Intelligence Systems*, vol. 15, 2022, doi:10.1007/s44196-022-00068-7.
- [7] (Hybrid neural + attention) *Hybrid neural recommendation model with review-level attention*, *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Art. ID 2347641.
- [8] J. Bobadilla, F. Ortega, A. Hernando, dan A. Gutiérrez, "Recommender systems survey," *Knowledge-Based Systems*, vol. 46, pp. 109–132, 2013.
- [9] A. (penulis arXiv), "Design, dataset characterization and KPI for book-recommender experiments," *arXiv preprint arXiv:2303.11746*, Mar. 2023.
- [10] N. F. D. Putri, N. Ifada, dan M. K. Sophan, "Normalization based Multi-Criteria Collaborative Filtering Approach for Recommendation System," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 234–239, 2020.