

Pengembangan Aplikasi Android untuk Rekomendasi Destinasi Wisata dengan Metode *Multi-Criteria Collaborative Filtering*

SYAFRURRIZAL NARIDHO¹, TRIYANI FATCHUR RAHMAN¹, MOHAMMAD NURUN
FITRIANTAMA¹, NOOR IFADA¹

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Trunodjoyo Madura, Madura, Indonesia
Email: noor.ifada@trunojoyo.ac.id

Received 30 November 201x | *Revised* 30 Desember 201x | *Accepted* 30 Januari 201x

ABSTRAK

Sistem rekomendasi adalah sistem yang dirancang untuk menyediakan informasi atau masukan kepada pengguna guna mendukung pengambilan keputusan yang sesuai dengan preferensi mereka. Penerapan sistem ini sangat luas, termasuk dalam sektor pariwisata yang berpotensi mendorong pertumbuhan ekonomi, membuka peluang kerja, dan pada akhirnya meningkatkan pendapatan asli daerah. Permasalahan yang muncul adalah bahwa pengunjung masih kebingungan mencari tempat wisata yang layak dan menarik untuk dikunjungi. Hal itu karena belum banyak aplikasi *web* maupun seluler yang memberikan fitur penilaian tempat wisata untuk dijadikan referensi bagi pengunjung lain. Penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi Android untuk rekomendasi destinasi wisata di Kabupaten Lamongan dengan menggunakan metode *Multi-Criteria Collaborative Filtering* (MC-CF) berdasarkan pendekatan 4A (*Attraction, Accessibility, Amenities, Ancillary Service*). Metode MC-CF dipilih karena mampu mempertimbangkan berbagai aspek penilaian destinasi wisata secara simultan, sehingga preferensi pengguna dapat direpresentasikan secara lebih komprehensif dibandingkan dengan pendekatan *Single-rating Collaborative Filtering*. Data penelitian terdiri dari 900 *multi-criteria rating* yang dikumpulkan dari 77 responden untuk 50 tempat wisata. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa aplikasi dapat menghasilkan daftar top-*n* rekomendasi tempat wisata dengan kinerja terbaik dicapai pada top-15 rekomendasi dengan nilai F1-score sebesar 16,25%. Seluruh fitur aplikasi dapat berkerja dengan baik dan konsisten.

Kata kunci: *collaborative filtering, multi-criteria rating, pariwisata, sistem rekomendasi*

ABSTRACT

A recommendation system can help users in making decisions by offering a curated list of suggestions or recommendations. Such a system can be implemented in various fields, such as tourism, which plays a role in boosting the economy and creating job opportunities to enhance local income. The common challenge in the area is that tourists are not getting sufficient information that can help them to decide which good tourist attractions they should visit. This problem occurs since currently there are not many web and mobile applications that allow users/visitors to rate the tourist attractions, to be used as a reference scheme for other tourists. This research develops an Android application for tourist attraction recommendations in Lamongan Regency by implementing the Multi-Criteria Collaborative Filtering (MC-CF) method based on the 4A approach (*Attraction, Accessibility, Amenities, Ancillary Service*). The MC-CF approach was adopted because tourist destinations are inherently evaluated based on multiple dimensions. By incorporating several evaluation criteria simultaneously, the method is expected to capture user preferences more accurately and generate more relevant recommendations than traditional Single-rating Collaborative Filtering techniques. The research data consists of 900 multi-criteria ratings collected from 77 respondents for 50 tourist attractions. Evaluation results show that the developed application can generate a top-*n* list of recommendations with the best performance achieved at top-15 recommendations, with an F1-score of 16.25%. All features of the application can perform consistently well.

Keywords: *collaborative filtering, multi-criteria rating, tourism, recommendation system*

1. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan bagian dari sektor hiburan dan rekreasi yang mampu meningkatkan kegiatan perekonomian yang berdampak pada pendapatan asli daerah. Investasi dari sektor pariwisata didapat dari jumlah pengunjung yang datang ke tempat wisata (Disparbud, 2017). Permasalahannya adalah pengunjung masih kebingungan dalam menentukan tempat wisata yang layak atau bagus untuk mereka kunjungi. Hal ini terjadi karena belum banyak *web*, blog atau media sosial yang memberikan fitur penilaian pengunjung terhadap kualitas tempat wisata yang dapat dijadikan pedoman atau referensi bagi pengunjung lain yang belum mengetahui tempat wisata tersebut. Selain berbasis *web*, aplikasi rekomendasi wisata yang mengintegrasikan penilaian multi-kriteria dan metode *Collaborative Filtering* untuk konteks pariwisata lokal juga masih terbatas ketersediaannya untuk perangkat seluler, sedangkan perangkat seluler juga dapat memberikan kemudahan untuk mengakses dan membagikan informasi secara cepat. Penelitian tentang sistem rekomendasi *mobile* untuk pariwisata semakin relevan seiring dengan meningkatnya penggunaan *smartphone* dalam perencanaan perjalanan (AlSaeed, 2023; Sia et al., 2023). Saat ini, perangkat seluler dengan sistem operasi Android saat ini merupakan yang paling banyak digunakan secara global (Rahmadani et al., 2024; Solahudin et al., 2022).

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi seluler yang mengombinasikan metode *Multi-Criteria Collaborative Filtering* (MC-CF) dengan skema penilaian berbasis konsep 4A (*Attraction, Accessibility, Amenities, Ancillary Service*) khusus untuk rekomendasi destinasi wisata di wilayah Kabupaten Lamongan. Berbeda dengan penelitian lain yang mungkin hanya fokus pada *Single-rating Collaborative Filtering* atau sistem berbasis *web*, penelitian ini memberikan solusi aplikatif berbasis Android yang memungkinkan pengguna memberikan penilaian detail pada berbagai aspek suatu destinasi, sehingga diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi yang lebih personal dan akurat.

Solusi yang dapat ditawarkan adalah dengan mengembangkan sebuah aplikasi berbasis seluler yang dapat menerima penilaian dari pengunjung tempat wisata. Dengan adanya penilaian ini maka dapat dijadikan referensi untuk merekomendasikan tempat wisata bagi pengunjung lain yang masih kebingungan menentukan tujuan wisata yang sesuai dengan keinginan mereka. Selain untuk pengunjung, penilaian ini juga dapat digunakan oleh pengelola tempat wisata sebagai acuan untuk memperbaiki pelayanan dan fasilitas tempat wisata agar menjadi lebih baik.

Proses rekomendasi tempat wisata sendiri dilakukan dengan menerapkan sebuah metode agar menghasilkan akurasi yang baik agar hasil yang di berikan untuk pengunjung sesuai dengan keinginannya. Metode yang digunakan untuk menghitung akurasi sistem harus sesuai kriteria-kriteria yang sudah ditentukan. Sistem rekomendasi memanfaatkan beragam pendekatan atau metode. Tiga di antaranya yang paling umum yakni *Collaborative Filtering*, *Content-based Filtering*, dan *Hybrid* (Kumar et al., 2023; Putra & Rachman, 2024). Berbagai pendekatan ini telah diaplikasikan dalam sistem rekomendasi pariwisata (Sarkar et al., 2023) dengan perkembangan terkini mencakup metode berbasis *deep learning* (Da'u & Salim, 2020; Wu et al., 2022).

Masing-masing metode yang ada tentunya memiliki karakteristik yang mencakup kekurangan maupun kelebihan. Kelebihan dari *Collaborative Filtering* adalah dengan memberikan rekomendasi *item* berdasarkan pengalaman-pengalaman atau histori *user* lain untuk dihitung kemiripannya dalam menentukan prediksi *rating* pada *item* yang dicari (Bilge & Yargıç, 2017; Chen et al., 2018; Ifada et al., 2020). Selain itu, terdapat juga pendekatan *multi-criteria recommender system* yang menampilkan pilihan kriteria yang lebih banyak untuk pengguna

saat memberi *rating item* (Ifada et al., 2019; Nilashi et al., 2019; Shambour, 2016; Shambour et al., 2016). Pada penelitian ini kriteria yang digunakan berdasarkan konsep 4A, yaitu *Attraction, Accessibility, Amenities* dan *Ancillary Service* (Ifada et al., 2019; Way et al., 2016). Pendekatan *multi-criteria* telah terbukti meningkatkan akurasi sistem rekomendasi dengan mempertimbangkan berbagai aspek penilaian (Kaya & Kaleli, 2022; Singh et al., 2024).

Ruang lingkup penelitian ini terbatas pada pengembangan aplikasi Android untuk rekomendasi destinasi wisata di Kabupaten Lamongan. Aplikasi ini ditujukan utamanya bagi pengunjung umum (wisatawan) yang telah mendaftar. Destinasi wisata yang dicakup adalah 50 tempat wisata alam, religi, dan buatan yang ada di Kabupaten Lamongan. Fitur utama aplikasi meliputi pendaftaran/*login*, penelusuran destinasi, pemberian *multi-criteria rating* (4A), dan penerimaan daftar rekomendasi top-*n*.

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah penelitian ini adalah: (1) Bagaimana mengembangkan aplikasi Android untuk rekomendasi destinasi wisata dengan metode MC-CF? (2) Bagaimana akurasi sistem rekomendasi yang dibangun berdasarkan *multi-criteria rating* 4A?

Berbeda dengan penelitian terdahulu yang mayoritas berfokus pada optimasi algoritma di lingkungan *web* atau *server* (seperti pada penelitian Ifada et al. (2019), Shambour (2016), dan Shambour et al. (2016)), penelitian ini menawarkan kontribusi berupa integrasi model MC-CF ke dalam arsitektur aplikasi Android. Pemilihan *platform mobile* sangat penting karena pada umumnya wisatawan membutuhkan informasi secara *real-time* di lapangan. Selain itu, penggunaan kriteria 4A memastikan rekomendasi yang diberikan tidak hanya objektif secara kualitas destinasi, tetapi juga mempertimbangkan aspek aksesibilitas dan fasilitas yang sering kali menjadi penentu utama bagi wisatawan dalam memilih destinasi wisata lokal.

Penelitian ini bertujuan membuat sebuah aplikasi Android untuk rekomendasi destinasi wisata dengan menggunakan metode MC-CF. Aplikasi ini dibangun untuk membantu pengunjung dalam memilih destinasi wisata dengan tingkat akurasi yang cukup baik, serta berkontribusi pada peningkatan jumlah wisatawan di setiap lokasi guna mendukung pertumbuhan pendapatan asli daerah. Pengujian dilakukan berdasarkan setiap fitur aplikasi yang telah dibuat dan akurasi metode sistem rekomendasi yang digunakan.

2. METODE

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pengumpulan dan Persiapan Data:
 - Penyebaran kuesioner multi-kriteria 4A
 - Pengambilan *purposive sampling* (77 responden)
 - Pembentukan dataset (900 *rating* untuk 50 destinasi)
 - Validasi dan pembersihan data
- 2) Perancangan Sistem:
 - Pembuatan blok diagram system MC-CF
 - Perancangan *use case diagram*
 - Perancangan *activity diagram*
 - Perancangan *conceptual data model*
 - Desain UI/UX aplikasi

3) Implementasi Sistem:

- Implementasi antarmuka Android (halaman awal, *login*, wisata, *rating*, rekomendasi)
- Implementasi algoritma MC-CF (*cosine-based similarity*, *weighted sum prediction*, agregasi multi-kriteria)

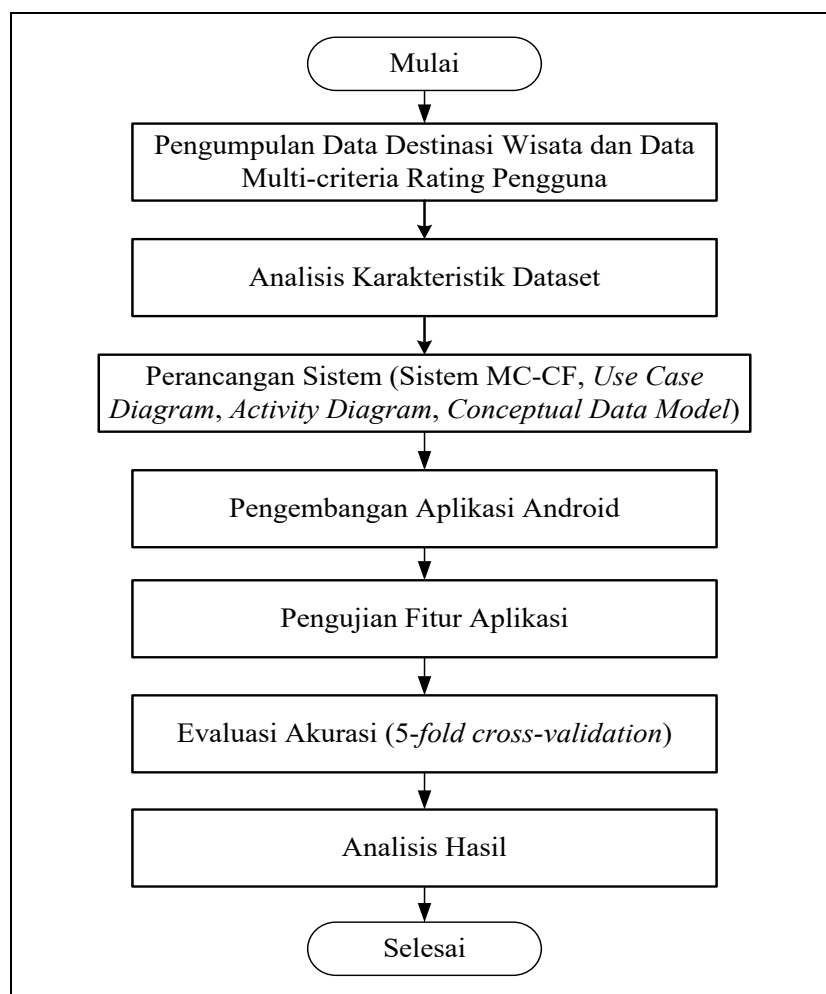
4) Pengujian Sistem:

- Pengujian 8 (delapan) fitur aplikasi
- Pengujian akurasi metode (*5-fold cross-validation*, variasi *neighbor* dan *top-n*)

Gambar 1 menunjukkan diagram alur penelitian yang dilakukan pada studi ini, mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi hasil sistem rekomendasi.

2.1. Pengumpulan dan Persiapan Data

Penelitian ini menggunakan data penilaian/*rating* tempat wisata yang didapat dari hasil kuesioner yang disebarkan secara langsung terhadap pengunjung wisata di sekitar Kabupaten Lamongan. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria responden adalah pengunjung yang pernah mengunjungi minimal 10 dari 50 destinasi wisata yang diteliti. Sebanyak 77 responden yang memenuhi kriteria berpartisipasi.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Data yang dikumpulkan berupa *multi-criteria rating* berdasarkan skala Likert 1-5 (1: Sangat Tidak Setuju, 2: Tidak Setuju, 3: Netral, 4: Setuju, 5: Sangat Setuju) untuk setiap aspek 4A (*Attraction, Accessibility, Amenities, Ancillary Service*) dari 50 tempat wisata. Kuesioner disusun berdasarkan konsep 4A yang telah teruji dalam literatur (Ifada et al., 2019; Way et al., 2016). Dari 77 responden tersebut, diperoleh total 900 data *rating*. Setiap responden memberikan *rating* untuk minimal 10 destinasi yang pernah dikunjungi, sehingga jumlah data *rating* yang terkumpul cukup untuk mendukung proses evaluasi sistem rekomendasi. Tidak dilakukan imputasi *missing values* atau normalisasi data karena:

- 1) Algoritma *Collaborative Filtering* dirancang untuk memprediksi *rating* pada *item* yang belum dinilai tanpa memerlukan imputasi sebelumnya,
- 2) Skala *rating* sudah seragam (1–5) sehingga tidak diperlukan normalisasi untuk perhitungan kemiripan (*similarity*), dan
- 3) *Missing values* dalam matriks pengguna–destinasi bersifat alami dan tidak dianggap sebagai *outlier*.

2.2. Perancangan Sistem

Tahapan perancangan sistem ini meliputi perancangan blok diagram sistem, *use case diagram*, dan *activity diagram*.

2.2.1. Blok Diagram Sistem MC-CF

Gambar 2 memperlihatkan blok diagram yang menjelaskan proses yang dilakukan untuk mendapatkan rekomendasi tempat wisata menggunakan metode MC-CF.

Urutan proses dalam sistem berdasarkan Gambar 2 adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya akan memberikan rekomendasi kepada pengguna yang telah *login* dan sebelumnya telah memberikan penilaian terhadap *item*. Semakin banyak dan semakin berkualitas *rating* yang diberikan, semakin akurat dan relevan pula rekomendasi yang dihasilkan oleh sistem.
2. Dalam *Collaborative Filtering*, proses identifikasi pengguna yang serupa (*neighbor*) dilakukan dengan menghitung tingkat kemiripan antara pengguna menggunakan fungsi *cosine-based similarity* terhadap seluruh pengguna lainnya. *Cosine-based similarity* dipilih karena kemampuannya dalam menangani data *rating* positif secara konsisten. Teknik ini mengukur sudut antar vektor pengguna, sehingga sistem dapat mengidentifikasi kesamaan preferensi secara objektif tanpa terganggu oleh perbedaan besaran nilai *rating* yang diberikan setiap pengguna (Chen et al., 2018; Fkih, 2022).
3. Setelah didapat kemiripan dengan *neighbor* maka diurutkan dari nilai terbesar dan diperoleh *top-k similarity*.
4. Dengan menggunakan hasil *top-n similarity*, lakukan perhitungan prediksi *rating* pengguna terhadap *item* dengan menggunakan persamaan *weighted sum*.
5. Setelah memperoleh *top-k similarity*, sistem menghitung prediksi *rating* pengguna target terhadap suatu *item* dengan menggunakan metode *weighted sum*. Langkah ini kemudian diulang dari tahap kedua hingga tahap keempat untuk menghitung prediksi *rating* pada kriteria lainnya.
6. Selanjutnya, lakukan penghitungan prediksi akhir dengan menerapkan persamaan agregasi terhadap hasil prediksi dari setiap kriteria *rating*. Kemudian ulangi lagi langkah

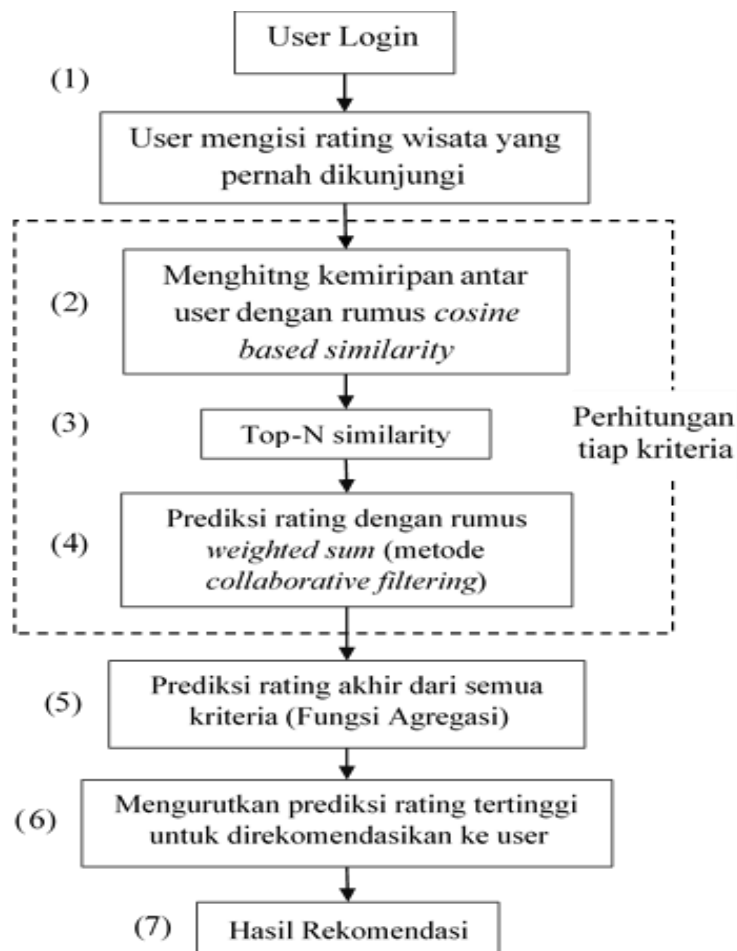
kedua sampai langkah kelima untuk memprediksi *rating item* sampai prediksi *rating* dari seluruh *item* diperoleh.

7. Setelah prediksi *rating* dari seluruh *item* diperoleh, urutkan prediksi tersebut dari nilai terbesar ke terkecil.
8. Rekomendasi top-*n* tempat wisata untuk pengguna.

Hubungan antarmuka dengan algoritma sistem: Data *multi-criteria rating* yang dimasukkan pengguna melalui Halaman "Memberi *Rating*" (Gambar 8(b)) disimpan dalam basis data. Saat pengguna mengakses Halaman "Rekomendasi" (Gambar 8(a)), sistem akan menjalankan algoritma MC-CF (Langkah 2-8) menggunakan data *rating* dari semua pengguna (termasuk *rating* baru dari pengguna tersebut) untuk menghitung prediksi dan menghasilkan daftar rekomendasi yang dipersonalisasi.

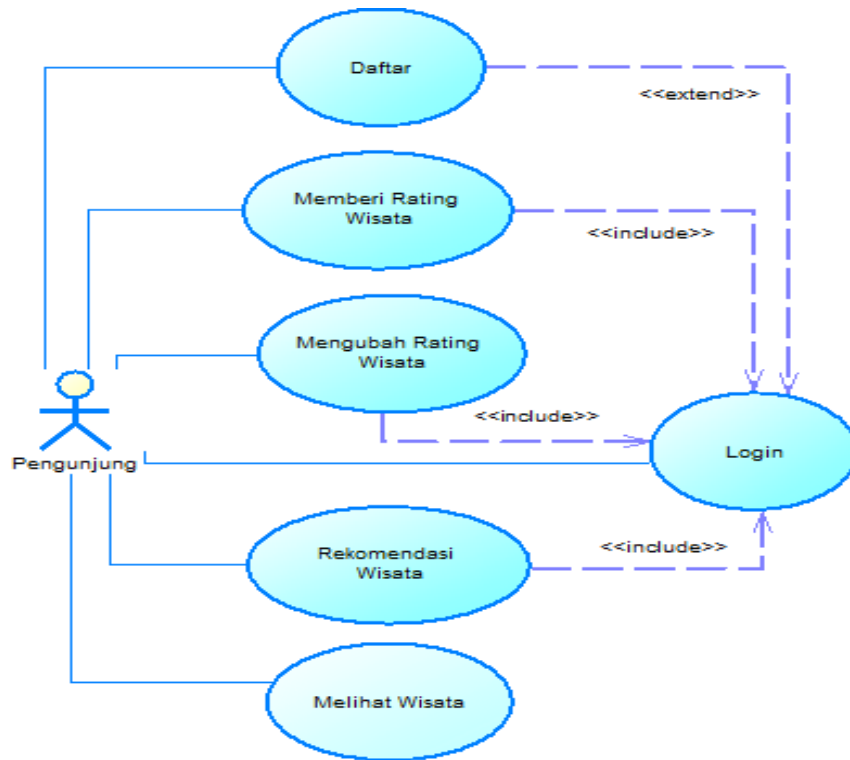
2.2.2. Use Case Diagram

Gambar 3 menunjukkan *use case diagram* aplikasi rekomendasi destinasi wisata yang dikembangkan. Diagram tersebut menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem serta fungsi-fungsi yang dapat diakses sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna. Secara umum terdapat dua aktor dalam sistem, yaitu pengguna umum dan pengguna terdaftar. Deskripsi masing-masing *use case* yang terdapat pada diagram disajikan pada Tabel 1.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem MC-CF

Berdasarkan Tabel 1, pengguna umum hanya dapat mengakses informasi destinasi wisata dan melakukan registrasi akun. Untuk memperoleh rekomendasi yang dipersonalisasi, pengguna harus terlebih dahulu melakukan *login* dan memberikan *rating* terhadap destinasi wisata yang pernah dikunjungi. *Rating* yang diberikan akan disimpan ke dalam basis data dan digunakan sebagai masukan bagi algoritma MC-CF untuk menghitung kemiripan antar pengguna dan menghasilkan rekomendasi wisata yang sesuai dengan preferensi masing-masing pengguna. Dengan demikian, proses pemberian *rating* menjadi komponen utama yang mendukung pembentukan rekomendasi dalam sistem.



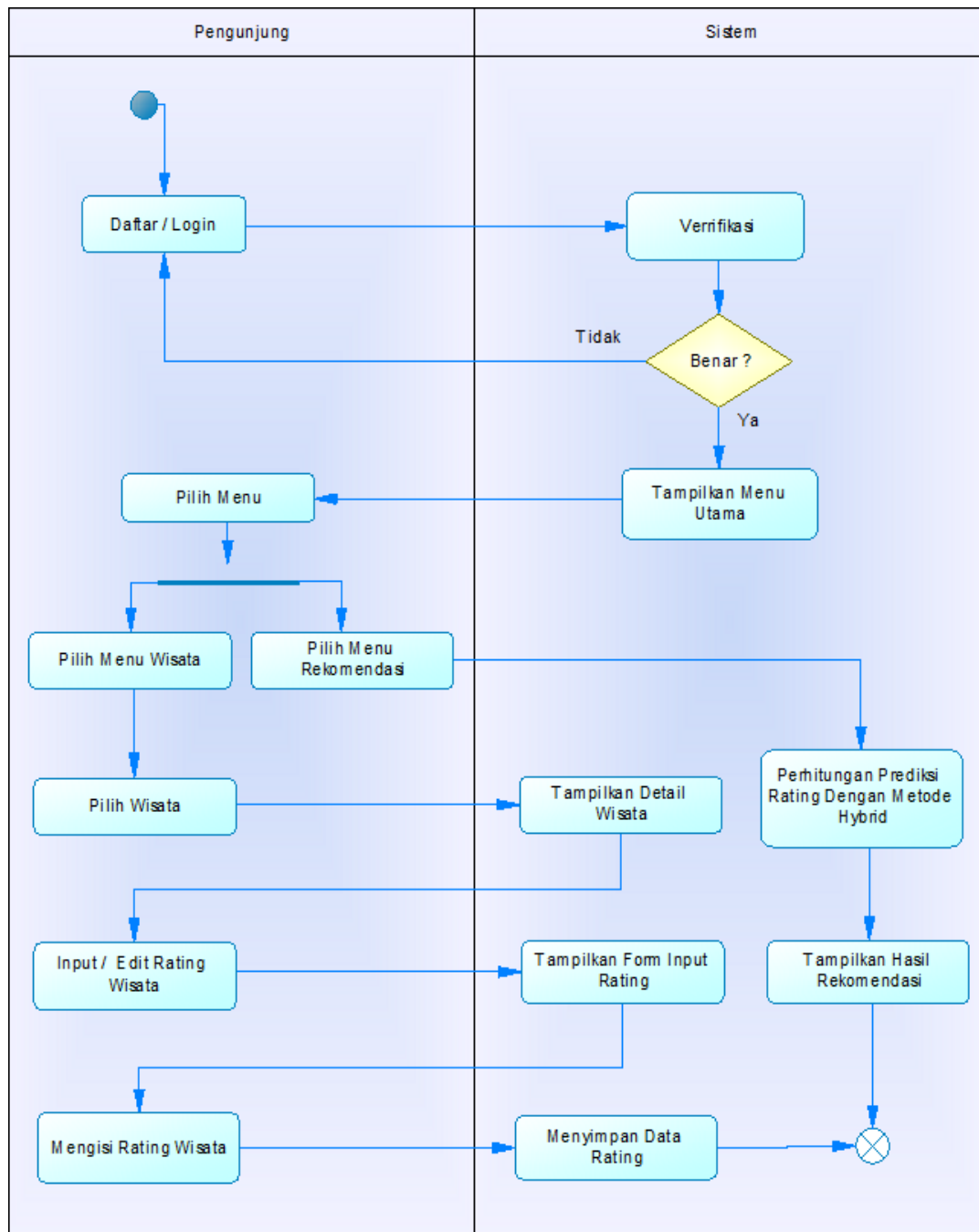
Gambar 3. Use Case Diagram Aplikasi

Tabel 1. Deskripsi Use Case Aplikasi

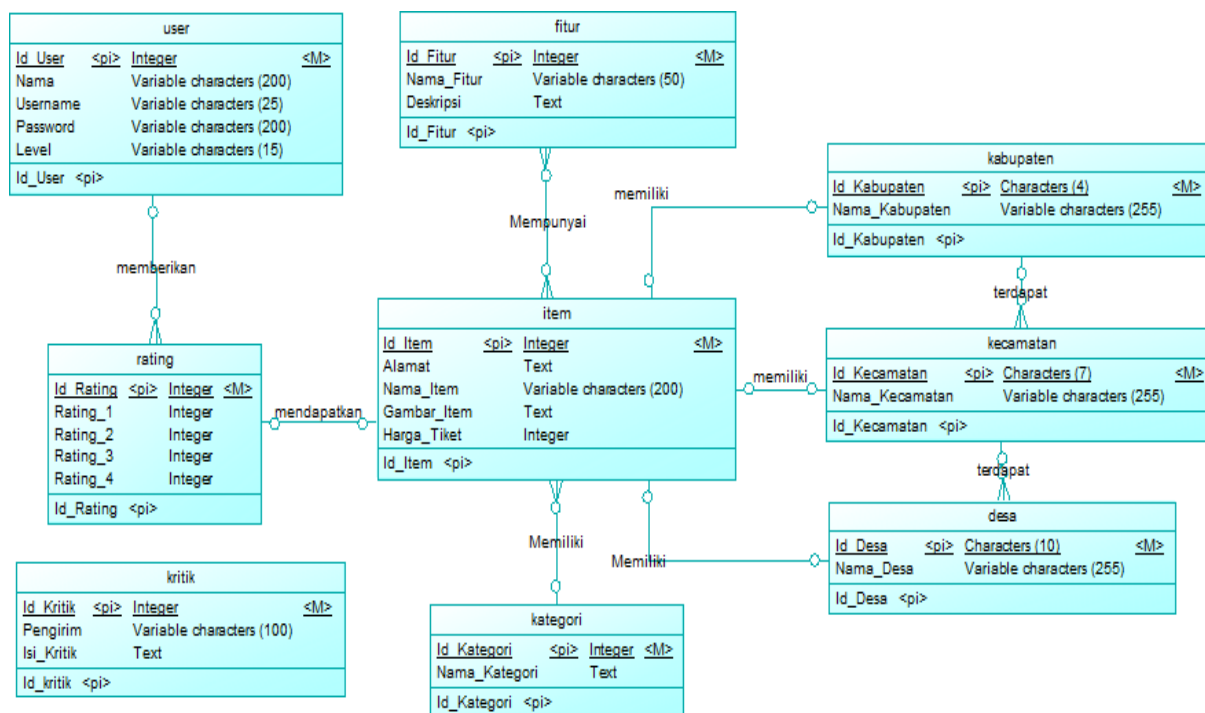
No	Use Case	Aktor	Deskripsi
1	Daftar	Pengguna Umum	Membuat akun baru agar dapat mengakses fitur personalisasi dan rekomendasi wisata
2	<i>Login</i>	Pengguna Terdaftar	Melakukan autentikasi pengguna untuk masuk ke sistem
3	Melihat Wisata	Pengguna Umum, Pengguna Terdaftar	Menampilkan daftar seluruh destinasi wisata (berserta informasi detailnya) yang tersedia dalam aplikasi
4	Memberi <i>Rating</i> Wisata	Pengguna Terdaftar	Memberikan penilaian terhadap destinasi wisata berdasarkan empat kriteria 4A
5	Mengubah <i>Rating</i> Wisata	Pengguna Terdaftar	Memperbarui <i>rating</i> yang pernah diberikan sebelumnya
6	Rekomendasi Wisata	Pengguna Terdaftar	Menampilkan rekomendasi destinasi wisata yang dihasilkan menggunakan metode MC-CF

2.2.3. Activity Diagram

Gambar 4 menampilkan alur di mana pengguna harus terlebih dahulu melakukan registrasi dan *login*, diikuti oleh proses verifikasi sistem untuk mencocokkan *username* dan *password* dengan data yang tersimpan. Setelah berhasil masuk, pengguna dapat mengakses menu rekomendasi, di mana sistem akan menghitung prediksi *rating* menggunakan metode *Collaborative Filtering* dan menampilkan hasil rekomendasi tempat wisata. Di samping itu, pengguna juga dapat membuka menu semua wisata dan memberikan *rating* terhadap destinasi yang tersedia.



Gambar 4. Activity Diagram Aplikasi



Gambar 5. Conceptual Data Model Aplikasi

2.2.4. Conceptual Data Model

Gambar 5 menunjukkan *Conceptual Data Model* aplikasi rekomendasi destinasi wisata. Model data terdiri dari empat entitas utama, yaitu *User*, Destinasi Wisata (*Item*), dan *Rating*. Entitas *User* menyimpan informasi akun pengguna yang digunakan untuk mengakses aplikasi. Entitas *Item* menyimpan informasi mengenai destinasi wisata yang menjadi kandidat rekomendasi. Entitas *Rating* berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan destinasi wisata, serta menyimpan nilai penilaian berdasarkan empat kriteria 4A, yaitu *Attraction*, *Accessibility*, *Amenities*, dan *Ancillary Service*. Data *rating* tersebut kemudian digunakan oleh algoritma MultiMC-CF untuk menghitung kemiripan antar pengguna dan menghasilkan rekomendasi. Struktur data ini memungkinkan proses pengelolaan data pengguna, destinasi, dan *rating* untuk perhitungan hasil rekomendasi dapat dilakukan secara terintegrasi.

2.3. Pengujian Sistem

2.3.1. Pengujian Fitur Aplikasi

Pengujian fitur dilakukan dengan mencoba seluruh fungsi dalam aplikasi untuk memastikan bahwa setiap fitur dapat beroperasi dengan baik dan menunjukkan konsistensi.

2.3.2. Pengujian Akurasi Metode

Evaluasi terhadap kualitas sistem rekomendasi dilakukan melalui pengukuran akurasi, yang berfungsi untuk menilai ketepatan rekomendasi yang dihasilkan. Di antara berbagai pilihan metode, penggunaan metrik F1-score dianggap paling efektif untuk mengukur tingkat akurasi tersebut karena mampu memberikan gambaran keseimbangan antara *precision* (ketepatan rekomendasi) dan *recall* (kelengkapan *item* yang relevan), yang sangat krusial dalam sistem rekomendasi top-*n* (Hadi & Aksad, 2016; Ifada et al., 2024).

$$F1\text{-Score} = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (1)$$

Dimana:

$$\text{Precision} = 100 * \frac{|S(t) \cap G|}{|S(t)|} \quad (2)$$

$$\text{Recall} = 100 * \frac{|S(t) \cap G|}{|G|} \quad (3)$$

Keterangan:

$S(t)$: daftar rekomendasi sebanyak t item, dimana $|S(t)| = t$

G : *ground-truth item*

t : jumlah rekomendasi *item* yang diberikan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penerapan metode *Collaborative Filtering* dengan *multi-criteria rating* untuk sistem rekomendasi tempat wisata, selanjutnya akan dijelaskan tentang implementasi sistem dan pengujian akurasi sistem yang telah dibangun.

3.1. Karakteristik Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *multi-criteria rating* yang diberikan oleh 77 pengguna terhadap 50 destinasi wisata. Terdapat 900 pasangan pengguna–destinasi yang memiliki *rating*, dengan setiap pasangan memiliki empat nilai sesuai kriteria 4A (*Attraction, Accessibility, Amenities, Ancillary Service*). Tabel 2 memperlihatkan contoh data *multi-criteria rating*. Proses normalisasi tidak dilakukan karena skala *rating* sudah seragam (1–5).

Statistik deskriptif untuk setiap kriteria disajikan pada

Tabel 3. Rata-rata *rating* untuk semua kriteria berada pada kisaran 3,42 hingga 3,52 dengan standar deviasi sekitar 0,70–0,74, menunjukkan bahwa:

- 1) Sebagian besar responden memberikan penilaian yang cenderung positif (rata-rata di atas 3,4).
- 2) Konsistensi *rating* tinggi (standar deviasi rendah)
- 3) Modus = 3 untuk semua kriteria, artinya nilai 3 adalah yang paling sering diberikan
- 4) Median = 3 untuk semua kriteria, menunjukkan 50% data ≤ 3 dan 50% ≥ 3

Berdasarkan data pada

Tabel 3, terlihat bahwa kriteria *Ancillary Service* memiliki nilai rata-rata tertinggi (3,5222) dibandingkan kriteria lainnya, termasuk *Attraction* (3,4222). Hal ini mengindikasikan bahwa, secara umum, wisatawan memberikan persepsi yang sangat positif terhadap ketersediaan fasilitas pendukung (seperti sarana ibadah, toilet, dan pusat informasi) di destinasi wisata Kabupaten Lamongan. Tingginya nilai pada kriteria ini menunjukkan bahwa aspek fasilitas pendukung merupakan salah satu faktor yang memperoleh penilaian positif dari responden dan berpotensi memengaruhi preferensi pengguna dalam proses rekomendasi. Dalam konteks sistem rekomendasi MC-CF, hal ini sangat berpengaruh karena kriteria dengan *rating* yang stabil dan tinggi akan memperkuat bobot penilaian dalam menentukan kemiripan antar pengguna. Dengan demikian, sistem tidak hanya merekomendasikan tempat berdasarkan keindahan lokasinya semata, tetapi juga sangat mempertimbangkan kenyamanan fasilitas

pendukung yang ada dan meningkatkan relevansi rekomendasi bagi wisatawan di destinasi wisata.

Tabel 2. Contoh Data *Multi-criteria Rating*

Pengguna	Destinasi Wisata	<i>Attraction</i>	<i>Accessibility</i>	<i>Amenities</i>	<i>Ancillary Service</i>
P01	D01	4	3	4	4
P01	D02	5	4	5	4
P02	D01	3	4	3	3
P03	D03	5	4	4	4

Tabel 3. Statistik Deskripsi Data *Multi-criteria Rating*

Kriteria	Rata-rata	Standar Deviasi	Modus	Median
<i>Attraction</i>	3,4222	0,7425	3	3
<i>Accessibility</i>	3,5011	0,7020	3	3
<i>Amenities</i>	3,5189	0,6954	3	3
<i>Ancillary Service</i>	3,5222	0,7266	3	3

Matriks *rating* pengguna–destinasi bersifat *sparse* karena tidak semua pengguna memberikan *rating* untuk semua destinasi. Setiap pengguna hanya menilai destinasi yang pernah dikunjungi, sehingga terdapat banyak nilai yang tidak tersedia (*missing values*). Tingkat kepadatan (*density*) matriks adalah:

$$Density = \frac{3.600}{77 \times 50 \times 4} = \frac{3600}{15.400} \approx 23,38\%$$

Sehingga 76,62% nilai *rating* tidak tersedia (*missing*). Kondisi ini merupakan tantangan umum dalam sistem rekomendasi berbasis *Collaborative Filtering*, di mana algoritma dirancang untuk memprediksi *rating* pada *item* yang belum dinilai oleh pengguna target.

Tidak dilakukan normalisasi pada data *rating* karena skalanya sudah seragam (1–5) dan fungsi *cosine-based similarity* yang digunakan tidak mengharuskan normalisasi. Selain itu, *missing values* tidak diimputasi karena sifat alami sistem rekomendasi yang bertujuan memprediksi nilai yang belum ada.

3.2. Implementasi *User Interface*

3.2.1. Halaman Awal

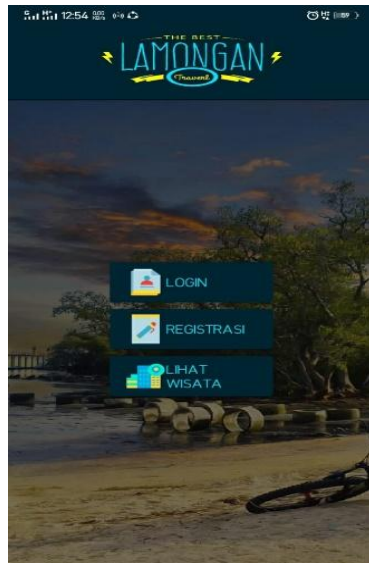
Halaman ini merupakan tampilan awal aplikasi yang menyediakan tombol untuk melihat destinasi wisata, *login*, dan pendaftaran. Gambar 6(a) memperlihatkan tampilan Halaman Awal.

3.2.2. Halaman *Login*

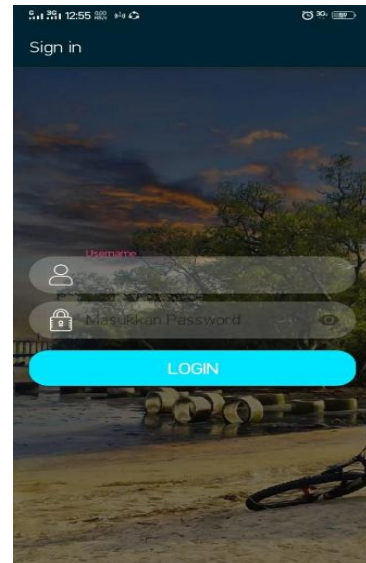
Halaman ini adalah halaman *login* untuk masuk sebagai pengguna yang telah terdaftar. Gambar 6(b) memperlihatkan tampilan Halaman *Login*.

3.2.3. Halaman Wisata dan Detail Wisata

Halaman ini dirancang untuk melayani baik pengguna yang telah memiliki akun maupun yang belum terdaftar dalam sistem rekomendasi. Pengguna yang belum terdaftar sebagai pemilik akun hanya dapat mengakses informasi mengenai destinasi wisata, tanpa memiliki akses untuk memberikan penilaian terhadap tempat tersebut. Gambar 7(a) dan Gambar 7(b) memperlihatkan tampilan Halaman Wisata dan Detil Wisata.



(a)



(b)

Gambar 6. Contoh Tampilan Halaman: (a) Awal dan (b) *Login*

3.2.4. Halaman Rekomendasi

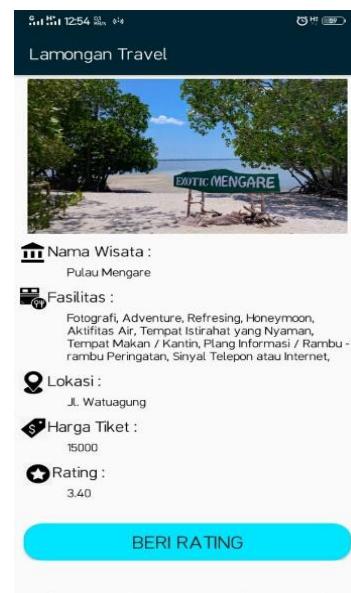
Halaman ini adalah halaman rekomendasi tempat wisata untuk pengguna yang telah *login*. Gambar 8(a) memperlihatkan tampilan Halaman Rekomendasi.

3.2.5. Halaman Memberi *Rating* Wisata

Halaman ini adalah halaman untuk memberikan *rating* atau mengedit *rating* tempat wisata bagi pengguna yang telah *login*. Halaman ini dapat dilihat pada Gambar 8(b) memperlihatkan tampilan Halaman *Rating* Wisata.

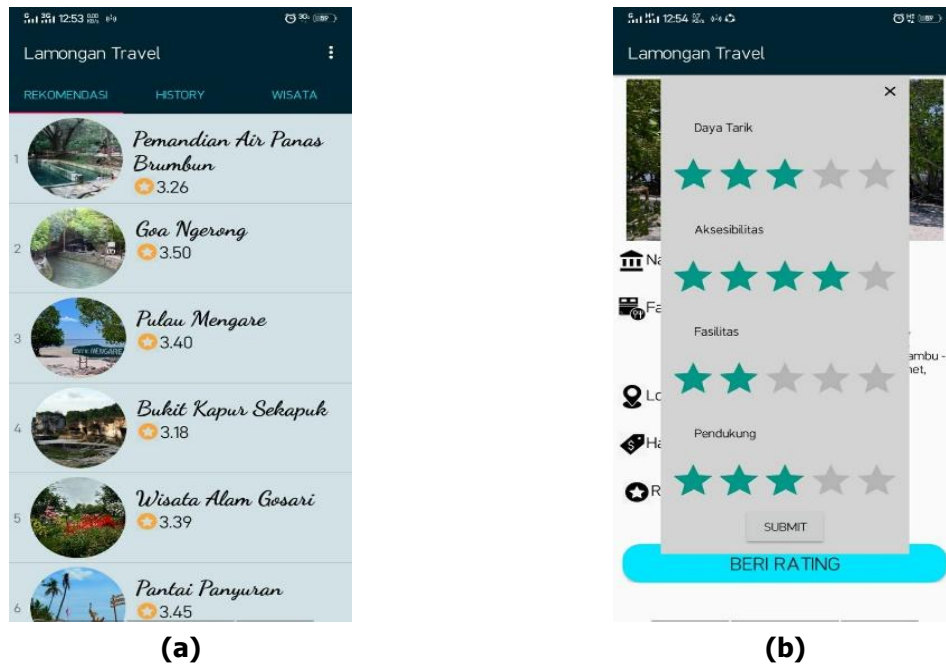


(a)



(b)

Gambar 7. Contoh Tampilan Halaman: (a) Wisata dan (b) Detail Wisata



Gambar 8. Contoh Tampilan Halaman: (a) Rekomendasi dan (b) Memberi *Rating*

Tabel 4. Hasil Pengujian Fitur Aplikasi

No	Fitur yang diuji	Pengujian	
		Berhasil	Gagal
1	Daftar	✓	
2	<i>Login</i>	✓	
3	Lihat Semua Wisata	✓	
4	Lihat Rekomendasi Wisata	✓	
5	Lihat Histori Wisata	✓	
6	Lihat Detail Wisata	✓	
7	Memberi <i>Rating</i> Wisata	✓	
8	Mengubah <i>Rating</i> Wisata	✓	

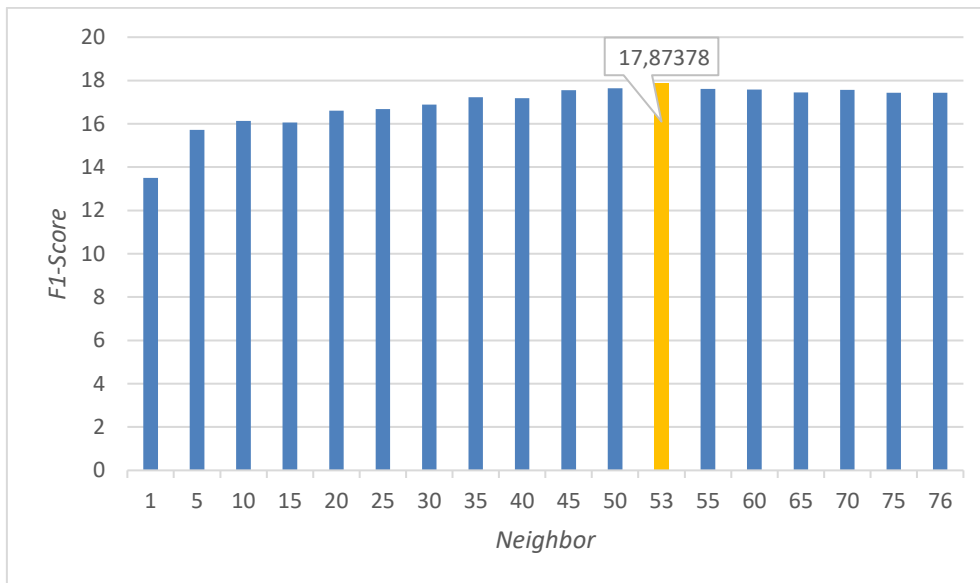
3.3. Pengujian Fitur Aplikasi

Pengujian fitur aplikasi bertujuan untuk memastikan apakah seluruh fitur yang telah dikembangkan berfungsi dengan baik dan konsisten. Rincian hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.

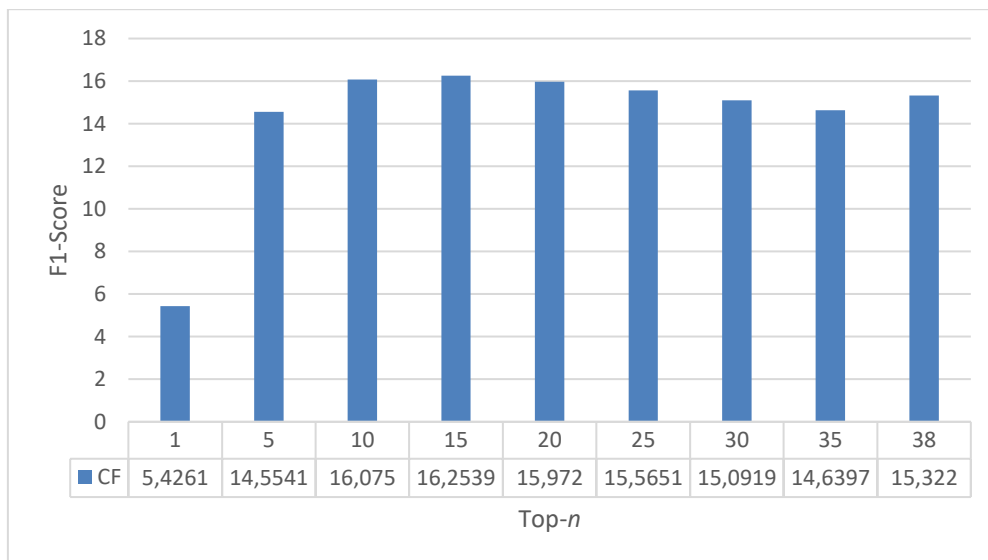
3.4. Pengujian Akurasi Metode

Pengujian ini bertujuan untuk menilai tingkat akurasi dan relevansi hasil rekomendasi destinasi wisata dalam aplikasi yang dikembangkan menggunakan metode MC-CF. Proses pengujian dilakukan melalui berbagai skenario eksperimen, yang masing-masing dibedakan berdasarkan konfigurasi data *training* dan data *test* dengan metode *5-fold cross-validation*.

Metode *5-fold cross-validation* menghasilkan lima kelompok data, yaitu *fold-1* hingga *fold-5*. Untuk setiap *fold*, data *training* diperoleh dengan mengambil 80% dari data awal secara acak, sementara 20% sisanya digunakan sebagai data *test*. Proses ini diulang untuk setiap *fold* dengan ketentuan bahwa data *user* yang terdapat dalam data *test* harus juga tersedia di data *training*.



Gambar 9. Hasil Percobaan *Neighbor*



Gambar 10. Hasil Percobaan *Top-n*

Langkah awal dalam eksperimen melibatkan perhitungan *neighbor* terbaik dengan menerapkan variasi jumlah *neighbor*, dimulai dari 1 hingga batas maksimal, yaitu total *user* dikurangi satu. Gambar 9 memperlihatkan bahwa jumlah *neighbor* terbaik adalah 53.

Setelah didapat jumlah *neighbor* terbaik maka dilakukan percobaan kedua yaitu menentukan akurasi untuk nilai *top-n*. Gambar 10 memperlihatkan bahwa akurasi hasil rekomendasi untuk *top-1*, *top-5*, *top-10*, *top-15*, *top-20*, *top-25*, *top-30*, *top-35*, *top-38* berturut-turut adalah 5,4261, 14,5541, 16,075, 16,2539, 15,972, 15,5651, 15,0919, 14,6397, 15,322.

3.5. Pembahasan Hasil Akurasi Metode

Nilai F1-score tertinggi sebesar 16,2539 diperoleh pada konfigurasi *neighbor* = 53 dan *top-15* rekomendasi. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanfaatan informasi dari jumlah *neighbor* yang relatif besar mampu meningkatkan kualitas prediksi karena sistem memperoleh lebih banyak pola preferensi yang relevan. Ketika jumlah *neighbor* terlalu kecil, informasi yang digunakan

untuk prediksi menjadi terbatas sehingga akurasi menurun. Sebaliknya, jika jumlah *neighbor* terlalu besar, pengguna yang sebenarnya kurang mirip juga ikut terlibat dalam proses prediksi sehingga kualitas rekomendasi dapat menurun. Pola yang sama juga terlihat pada variasi nilai top-*n*. Nilai F1-score meningkat dari top-1 hingga top-15 karena semakin banyak *item* relevan yang berhasil dimasukkan ke dalam daftar rekomendasi. Setelah melewati top-15, nilai F1-score mulai menurun karena daftar rekomendasi menjadi semakin panjang dan mengandung lebih banyak *item* yang kurang relevan bagi pengguna.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah mampu memberikan rekomendasi yang relevan kepada pengguna. Meskipun demikian, nilai F1-score yang diperoleh mengindikasikan bahwa masih terdapat peluang untuk meningkatkan kualitas rekomendasi pada penelitian selanjutnya. Nilai F1-score yang rendah dipengaruhi oleh dua faktor utama. Pertama, ukuran dataset relatif kecil, yaitu hanya terdiri dari 77 pengguna dan 900 *rating*. Kedua, matriks *rating* memiliki tingkat sparsitas sebesar 76,62%, sehingga jumlah *item* yang dinilai secara bersama-sama oleh pasangan pengguna menjadi terbatas. Tingginya sparsitas menyebabkan proses pencarian *neighbor* yang benar-benar mirip menjadi lebih sulit dan berdampak langsung terhadap kualitas prediksi *rating*. Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode MC-CF berbasis konsep 4A tetap mampu menghasilkan rekomendasi yang relevan. Dengan mempertimbangkan aspek *Attraction*, *Accessibility*, *Amenities*, dan *Ancillary Service* secara simultan, sistem dapat merepresentasikan preferensi wisatawan secara lebih rinci dibandingkan dengan metode *single-rating*. Hal ini menunjukkan potensi penggunaan MC-CF untuk aplikasi rekomendasi wisata berbasis *mobile*, khususnya pada lingkungan dengan data yang masih terbatas.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam digitalisasi sektor pariwisata daerah melalui pengembangan aplikasi rekomendasi berbasis Android. Nilai tambah utama dari penelitian ini terletak pada penggunaan kriteria 4A yang memungkinkan sistem memberikan saran secara lebih personal dan relevan dengan kebutuhan wisatawan saat berada di destinasi wisata. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe aplikasi Android untuk rekomendasi destinasi wisata di Kabupaten Lamongan menggunakan metode MC-CF. Seluruh fitur aplikasi, termasuk pemberian *rating* berbasis 4A dan generasi rekomendasi, berfungsi dengan baik. Hasil pengujian akurasi menunjukkan kinerja terbaik sistem dicapai pada konfigurasi *neighbor* sejumlah 53 dan daftar rekomendasi top-15 dengan nilai F1-score sebesar 16,2539.

Penelitian ini mendemonstrasikan implementasi MC-CF berbasis 4A dalam konteks aplikasi *mobile* pariwisata lokal, sebuah area yang eksplorasinya masih terbatas. Hasil F1-score yang diperoleh mengindikasikan bahwa pendekatan ini memiliki potensi, namun akurasi masih perlu ditingkatkan untuk aplikasi dunia nyata. Keterbatasan utama penelitian ini adalah ukuran dataset yang relatif kecil dan tingkat *sparsitas* matriks *rating* yang tinggi. Pengumpulan dataset dalam jumlah yang lebih besar belum dapat dilakukan pada penelitian ini karena proses akuisisi data dilakukan secara langsung melalui penyebaran kuesioner kepada pengunjung destinasi wisata di Kabupaten Lamongan. Pengumpulan data memerlukan waktu, biaya, dan keterlibatan responden yang cukup tinggi karena setiap responden harus memberikan penilaian terhadap beberapa destinasi berdasarkan empat kriteria yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *dataset* yang tersedia sebagai tahap awal untuk memvalidasi implementasi metode MC-CF pada aplikasi Android yang dikembangkan. Selain itu, penelitian ini belum menguji kepuasan pengguna secara langsung (*user study*).

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi dengan cara mengumpulkan dataset yang lebih banyak dan padat, serta mengeksplorasi teknik *hybrid filtering* atau *deep learning*. Pengujian dengan pengguna riil (*user study*) juga diperlukan untuk mengukur kepuasan dan kegunaan aplikasi secara langsung. Penambahan fitur seperti *content-based filtering* dari deskripsi wisata atau integrasi data lokasi dapat memperkaya personalisasi rekomendasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini, yang pertama pihak pengelola wisata yang telah memberi tempat dan waktu untuk mengambil data penelitian, responden-responden yang menyempatkan waktu untuk mengisi kuisioner data.

DAFTAR RUJUKAN

- AlSaeed, D. H. (2023). LOCUS: A mobile tourism application and recommender system for personalized places and activities. *Informatica*, 47(2), 201-212.
- Bilge, A., & Yargıç, A. (2017). Improving accuracy of multi-criteria collaborative filtering by normalizing user ratings. *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi A-Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik* 18(1), 225-237.
- Chen, R., Hua, Q., Chang, Y.-S., Wang, B., Zhang, L., & Kong, X. (2018). A survey of collaborative filtering-based recommender systems: From traditional methods to hybrid methods based on social networks. *IEEE Access*, 6, 64301-64320.
- Da'ud, A., & Salim, N. (2020). Recommendation system based on deep learning methods: a systematic review and new directions. *Artificial Intelligence Review*, 53(4), 2709-2748.
- Disparbud. (2017). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah Dinas Pariwisata Dan Kebudayaan Kabupaten Lamongan 2017*. Lamongan, Indonesia.
- Fkih, F. (2022). Similarity measures for Collaborative Filtering-based Recommender Systems: Review and experimental comparison. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(9), 7645-7669.
- Hadi, R., & Aksad, H. (2016). Model Sistem Pemilihan Varietas Bibit Padi Menggunakan Metode Multi Factor Evaluation Process. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 4(2), 769-778.
- Ifada, N., Naridho, S., & Sophan, M. K. (2019). Multi-criteria based Item Recommendation Methods. *Rekayasa*, 12(2), 78-84.
- Ifada, N., Purnama, A. A., Haq, A. F., & Siradjuddin, I. A. (2024). *Implementasi Fungsi Similaritas dalam Pemodelan Sistem Rekomendasi User-based dan Item-based Collaborative Filtering*. Yogyakarta: Deepublish.

- Ifada, N., Rahman, T. F., & Sophan, M. K. (2020). Comparing Collaborative Filtering and Hybrid based Approaches for Movie Recommendation. *The 6th Information Technology International Seminar (ITIS)*, (pp. 219-223).
- Kaya, T., & Kaleli, C. (2022). A novel top-n recommendation method for multi-criteria collaborative filtering. *Expert Systems with Applications*, 198, 116695.
- Kumar, P., Gupta, M. K., Rao, C. R. S., Bhavsingh, M., & Srilakshmi, M. (2023). A comparative analysis of collaborative filtering similarity measurements for recommendation systems. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(3s), 184-192.
- Nilashi, M., Ahani, A., Esfahani, M. D., Yadegaridehkordi, E., Samad, S., Ibrahim, O., Sharef, N. M., & Akbari, E. (2019). Preference learning for eco-friendly hotels recommendation: A multi-criteria collaborative filtering approach. *Journal of Cleaner Production*, 215, 767-783.
- Putra, K. R., & Rachman, M. A. (2024). Perbandingan Metode Content-based, Collaborative dan Hybrid Filtering pada Sistem Rekomendasi Lagu. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, 9(2), 179-193.
- Rahmadani, A., Arif, Y., & Ferdian, R. (2024). Pengembangan E-Supervisi Keselamatan Pasien (SI ATAN) berbasis Web dan Android. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 10(2), 126-136.
- Sarkar, J. L., Majumder, A., Panigrahi, C. R., Roy, S., & Pati, B. (2023). Tourism recommendation system: A survey and future research directions. *Multimedia Tools and Applications*, 82(6), 8983-9027.
- Shambour, Q. (2016). A user-based multi-criteria recommendation approach for personalized recommendations. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 14(12), 657-663.
- Shambour, Q., Hourani, M. a., & Fraihat, S. (2016). An item-based multi-criteria collaborative filtering algorithm for personalized recommender systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(8), 274-279.
- Sia, P. Y.-H., Saidin, S. S., & Iskandar, Y. H. P. (2023). Systematic review of mobile travel apps and their smart features and challenges. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*, 6(5), 2115-2138.
- Singh, R., Dwivedi, P., & Kant, V. (2024). Comparative analysis of collaborative filtering techniques for the multi-criteria recommender systems. *Multimedia Tools and Applications*, 83(24), 64551-64571.

- Solahudin, M., Septiadi, A. D., & P, M. A. W. (2022). Implementasi Metode Waterfall Pada Aplikasi Media Pembelajaran Huruf Hijaiyah Berbasis Android. *Infoman's: Jurnal Ilmu-ilmu Manajemen dan Informatika*, 16(1), 15-24.
- Way, I. H., Wuisang, C. E. V., & Supardjo, S. (2016). Analisis kebutuhan prasarana dan sarana pariwisata di Danau Uter Kecamatan Aitinyo Kabupaten Maybrat Propinsi Papua Barat. *Spasial: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 3(3), 27-37.
- Wu, L., He, X., Wang, X., Zhang, K., & Wang, M. (2022). A survey on accuracy-oriented neural recommendation: From collaborative filtering to information-rich recommendation. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 35(5), 4425-4445.