



# Pemanfaatan Matrix Factorization Berbasis Android Berdasarkan Preferensi Pengguna untuk Optimasi Promosi Objek Wisata

Widodo Saputra\*, Rafiqa Dewi

Program Studi Manajemen Informatika, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar  
Jln. Sudirman Blok A No. 1-3, Banjar, Kec. Siantar Barat, Kota Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>widodo@amiktunasbangsa.ac.id, <sup>2</sup>rafiqa@amiktunasbangsa.ac.id

Email Penulis Korespondensi: widodo@amiktunasbangsa.ac.id

Submitted: 23/09/2024; Accepted: 31/10/2024; Published: 31/10/2024

**Abstrak**—Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan promosi objek wisata di Kabupaten Simalungun dan Kota Pematangsiantar dengan memanfaatkan teknologi Artificial Intelligence (AI) berbasis Matrix Factorization. Keterbatasan informasi tentang objek wisata di daerah ini menyebabkan banyak tempat wisata yang kurang dikenal oleh masyarakat, sehingga promosi yang dilakukan kurang efektif. Melalui penerapan AI, promosi objek wisata diharapkan lebih efisien dan memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna dalam menemukan destinasi sesuai preferensi mereka. Data yang digunakan dikumpulkan melalui web scraping dari Google Maps, mencakup informasi tempat wisata seperti nama, lokasi, rating, jumlah ulasan, dan kategori. Data ini kemudian diolah menggunakan Matrix Factorization, yang menganalisis preferensi pengguna berdasarkan riwayat kunjungan dan penilaian mereka terhadap objek wisata. Tujuan akhirnya adalah menghasilkan rekomendasi yang personal dan relevan. Penelitian ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi Android agar pengguna dapat dengan mudah mengakses rekomendasi wisata melalui perangkat mobile. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem rekomendasi berhasil memberikan saran objek wisata yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Model dievaluasi menggunakan Root Mean Squared Error (RMSE), dengan hasil 0.0835 pada data pelatihan dan 0.2362 pada data validasi, yang menunjukkan performa baik. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa teknologi Collaborative Filtering berbasis Matrix Factorization efektif untuk sistem rekomendasi pariwisata.

**Kata Kunci:** Objek Wisata; Sistem Rekomendasi; Matrix Factorization; Collaborative Filtering; Python

**Abstract**—This research aims to optimize the promotion of tourist attractions in Simalungun Regency and Pematangsiantar City by utilizing Artificial Intelligence (AI) technology based on Matrix Factorization. The lack of information about tourist spots in these areas has resulted in many attractions being relatively unknown to the public, making current promotional efforts less effective. Through the application of AI, it is hoped that the promotion of tourist attractions will become more efficient, providing users with a better experience in finding destinations that match their preferences. The data used in this study was collected through web scraping from Google Maps, including information about tourist spots such as name, location, rating, number of reviews, and category. This data was then processed using Matrix Factorization, which analyzes user preferences based on their visit history and ratings of tourist attractions. The ultimate goal is to generate personalized and relevant recommendations. The research was implemented in the form of an Android application, allowing users to easily access tourism recommendations via mobile devices. Testing results showed that the recommendation system successfully provided suggestions for tourist attractions that matched users' needs. The model was evaluated using Root Mean Squared Error (RMSE), yielding a result of 0.0835 on training data and 0.2362 on validation data, demonstrating good performance. Overall, this research proves that Collaborative Filtering technology based on Matrix Factorization is effective for tourism recommendation systems.

**Keywords:** Tourist Attractions; Recommendation System; Matrix Factorization; Collaborative Filtering; Python

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi pariwisata yang sangat besar [1]–[5]. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah kunjungan wisatawan ke Indonesia terus meningkat [6]–[8]. Namun, industri pariwisata di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan, seperti kurangnya promosi yang efektif dan kurangnya pemahaman yang mendalam mengenai preferensi dan kebutuhan pengguna [9]. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan membahas potensi wisata di salah satu wilayah Indonesia, tepatnya di Kabupaten Simalungun dan Kota Pematang Siantar, yang merupakan dua daerah di Sumatera Utara yang memiliki potensi wisata yang cukup besar [10], namun promosi objek wisata di daerah tersebut masih kurang efektif. Banyak pengelola objek wisata yang mengalami kesulitan dalam menarik kunjungan wisatawan, sehingga potensi wisata di daerah tersebut belum sepenuhnya tergali. Perlu dilakukan penelitian mengenai cara-cara yang lebih efektif untuk menarik kunjungan wisatawan, dalam rangka meningkatkan efektivitas promosi objek wisata di Kabupaten Simalungun dan Kota Pematang Siantar. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk mengoptimalkan promosi objek wisata berdasarkan preferensi pengguna [11]–[13]. Matrix factorization merupakan salah satu metode AI [14]–[23], yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi preferensi pengguna dan merekomendasikan objek wisata yang paling cocok untuk pengguna. Pada penelitian ini, metode matrix factorization akan diimplementasikan dalam sistem promosi objek wisata di Simalungun dan Pematang Siantar yang berbasis Android, dengan menggunakan teknologi kecerdasan buatan dan platform Android, diharapkan sistem promosi objek wisata dapat lebih responsif terhadap preferensi pengguna, sehingga dapat meningkatkan jumlah kunjungan wisatawan dan kepuasan pengguna. Penelitian ini juga memiliki potensi untuk



memberikan manfaat yang lebih luas dalam industri pariwisata di Indonesia, karena sistem yang dikembangkan dapat diadaptasi untuk daerah lain di Indonesia.

Pendekatan pemecahan masalah pada penelitian ini menggunakan teknologi kecerdasan buatan (AI) dan metode matrix factorization untuk mengoptimalkan promosi objek wisata di daerah Kabupaten Simalungun dan Kota Pematang Siantar berdasarkan preferensi pengguna. Selain itu, pendekatan ini juga melibatkan pengembangan aplikasi berbasis Android yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mengevaluasi dan memberikan umpan balik terhadap promosi objek wisata yang diberikan. Dengan menggunakan metode matrix factorization, penelitian ini akan mengidentifikasi preferensi pengguna terhadap objek wisata tertentu, serta menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi preferensi tersebut. Hasil dari analisis ini akan digunakan untuk mengoptimalkan promosi objek wisata yang ditawarkan di daerah tersebut, sehingga dapat meningkatkan jumlah pengunjung dan pemasukan di bidang pariwisata.

Beberapa state of the art yang melatarbelakangi di lakukan nya penelitian ini antara lain: Penelitian yang dilakukan oleh (Wu, Song, & Guo, 2022). Penelitian ini menggunakan algoritma kecerdasan buatan (AI) dengan algoritma Alex Net digabungkan dengan metode logika digital untuk mempelajari promosi dan publisitas wisata es dan salju. Berdasarkan algoritma AI dan teknologi digital yang digunakan, penelitian tentang publisitas dan promosi wisata es dan salju dapat memberikan referensi untuk pengembangan publisitas pariwisata digital yang cerdas [24]. (Hysa, Karasek, & Zdonek, 2021) Membahas penggunaan media sosial oleh berbagai generasi dalam pemasaran destinasi dari perspektif pariwisata berkelanjutan. Media sosial dapat mendukung promosi destinasi secara signifikan dengan menjamin jumlah dan jenis wisatawan yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan media sosial menurun seiring bertambahnya usia. Perbedaan antar generasi terlihat pada perilaku seperti penggunaan media sosial untuk memeriksa opini tentang tempat wisata, merekomendasikan liburan dengan opini dan komentar positif di media sosial, serta membatalkan liburan berdasarkan opini dan komentar negatif [25]. (Adityawan, 2022) Menggunakan media promosi berupa website yang berisi informasi lengkap tentang Kawah Rengganis, dengan media pendukung lainnya berupa poster dan stiker [26]. (Toubes, Vila, & Fraiz Brea, 2021) Membahas tentang perubahan pola promosi dan pemasaran pada sektor pariwisata di Spanyol pasca pandemic COVID-19. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi seperti realitas virtual (VR) atau kecerdasan buatan (AI) dapat memainkan peran yang semakin penting dalam jangka menengah untuk meningkatkan promosi dan pemasaran pada sektor pariwisata di Spanyol [27]. (Qomariyah, Sari, & Fajar, 2020) Mengusulkan sistem pariwisata terpadu yang disebut SONIA, dengan menggunakan model Service-Oriented Architecture (SOA) dan Artificial Intelligence (AI) untuk membangun sistem pemberi rekomendasi yang di personalisasi. Melalui model integrasi sistem ini, manfaat sosial-ekonomi yang signifikan dapat dibuat untuk sektor pariwisata di Indonesia [28]. (Van Nuenen & Scarles, 2021) Membahas tentang peningkatan sosialisasi, daya tanggap, dan tanggung jawab yang dimungkinkan oleh penggunaan teknologi digital di bidang pariwisata. Mereka memikirkan pengaruh proliferasi platform dan solusi digital interaktif dalam praktik dan perilaku pariwisata melalui berbagai cerminan, dari konten yang dibuat pengguna dan platform digital interaktif terkait, munculnya gamifikasi yang disematkan di dalam media realitas campuran imersif (seperti Virtual Reality [VR] dan augmented reality [AR]) dan perubahan perilaku wisatawan yang paralel dengan perkembangan digital saat ini. Mereka mengeksplorasi penggunaan AI dalam pariwisata, dan potensi metodologis yang dimiliki teknologi digital untuk studi pariwisata [29].

Berdasarkan resume dari penelitian-penelitian terdahulu yang telah dijabarkan, kebaruan yang ditawarkan dari penelitian ini antara lain: Penggunaan teknologi AI dengan teknik yang berbeda (matrix factorization) dalam optimasi promosi objek wisata. Penggunaan AI dengan teknik ini di bidang pariwisata masih relatif baru dan mungkin belum banyak dilakukan, sehingga penggunaannya dapat menjadi kebaruan. Pemilihan lokasi penelitian yang spesifik, yaitu Simalungun dan Pematang Siantar. Lokasi penelitian yang spesifik dapat memperkuat relevansi dan validitas hasil penelitian, serta memungkinkan untuk memperoleh wawasan yang lebih mendalam tentang objek wisata di wilayah tersebut. Pendekatan yang digunakan, yaitu berdasarkan preferensi pengguna. Pada era digital saat ini, penggunaan data pengguna dalam mempromosikan objek wisata semakin penting, dengan menggunakan preferensi pengguna, optimasi promosi objek wisata dapat menjadi lebih tepat sasaran dan efektif. AI berbasis Android. Penggunaan AI berbasis Android dapat memberikan kemudahan dan keterjangkauan dalam mengoptimalkan promosi objek wisata, karena dapat diakses oleh banyak orang melalui perangkat seluler yang umum digunakan saat ini.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan algoritma Collaborative filtering dengan metode Matrix untuk membuat sistem rekomendasi pada wisatawan agar dapat memberikan pilihan terbaik sesuai dengan preferensi yang diinginkan dengan bantuan preferensi dari user lainnya yang memberikan penilaian terhadap suatu objek wisata yang sama, atau mirip. Metode Collaborative filtering atau juga dikenal sebagai User-User Filtering, menggunakan pengguna informasi dari pengguna lain untuk merekomendasikan item kepada pengguna input. Metode Collaborative filtering mencoba menemukan pengguna yang memiliki preferensi dan pendapat yang serupa dengan pengguna

input, lalu merekomendasikan item yang mereka sukai kepada pengguna input. Metode pada penelitian ini memanfaatkan library keras dan tensorflow. Proses collaborative filtering sebagai berikut:

- a. Kumpulkan data pengguna berdasarkan interaksi dengan produk yang telah dibeli.
- b. Hitung skor kemiripan menggunakan rumus.
- c. Urutkan berdasarkan kemiripan yang telah dihitung.
- d. Berdasarkan urutan terhadap produk yang sudah dibeli, temukan rekomendasi produk tetangga yang paling tinggi, rekomendasikan item dengan skor tertinggi sebanyak n.

Collaborative Filtering memanfaatkan interaksi produk atau item berdasarkan perilaku atau kebiasaan pengguna atau user. Tujuannya agar pengguna yang sama dan item yang serupa dapat disukai oleh pengguna sebagai rekomendasi pilihan. Pada pendekatan ini, kemiripan antara dua buah item dihitung menggunakan metrik cosine similarity. Prediksi item ‘i’ untuk user ‘a’ dapat diprediksi dengan menggunakan bobot rata-rata yang dapat dituliskan pada persamaan (1).

$$p_{a,i} = \frac{\sum_{j \in k} r_{aj} W_{ij}}{\sum_{j \in k} W_{ij}} \tag{1}$$

Dimana k adalah item tetangga yang memiliki nilai kemiripan tertinggi terhadap item yang diukur berdasarkan rating pengguna a, dan w(i,j) adalah kemiripan antara item i dan j. Ada dua pendekatan umum untuk mengimplementasikan collaborative filtering: Memory-Based (berbasis memori) dan Model-Based (berbasis model). Metode berbasis memori mengandalkan penghitungan kesamaan antara pengguna atau item dalam dataset. Dalam pendekatan ini, pencarian entitas (pengguna atau item) yang mirip dengan entitas yang sedang diberi rekomendasi. Dua jenis metode berbasis memory-based yang umum digunakan adalah:

- a. User-Based Collaborative Filtering (UBCF)

User-Based Collaborative Filtering (UBCF) mencari pengguna lain yang memiliki preferensi serupa dengan pengguna yang sedang diberi rekomendasi. Rekomendasi diberikan berdasarkan preferensi pengguna serupa.

- b. Item-Based Collaborative Filtering (IBCF)

Item-Based Collaborative Filtering (IBCF) mencari item lain yang mirip dengan item yang sedang diberi rekomendasi. Rekomendasi diberikan berdasarkan item yang mirip dengan item yang disukai oleh pengguna.

Metode Model-Based Collaborative Filtering menggunakan model matematis atau statistik untuk memodelkan hubungan antara pengguna dan item. Beberapa metode model-based Collaborative Filtering yang umum digunakan diantaranya :

- a. Matrix Factorization (MF)

Matrix Factorization memfaktorkan matriks interaksi pengguna-item menjadi matriks berperingkat lebih rendah. Ini digunakan untuk memodelkan preferensi pengguna dan item.

- b. Factorization Machines (FM)

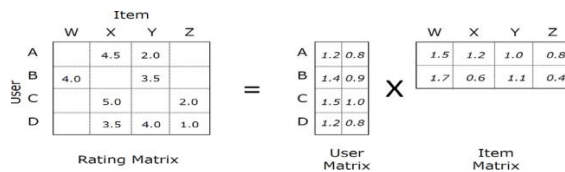
FM adalah model yang memodelkan hubungan antara berbagai fitur pengguna dan item. Ini berguna ketika ada fitur tambahan yang dapat digunakan untuk membuat rekomendasi.

- c. Deep Learning Models

Metode berbasis model juga dapat memanfaatkan jaringan saraf mendalam, seperti AutoEncoders, Convolutional Neural Networks (CNN), atau Recurrent Neural Networks (RNN) untuk memodelkan hubungan pengguna dan item secara lebih kompleks.

## 2.2 Collaborative Filtering Berbasis Matrix Factorization (MF)

Pada penelitian ini, pendekatan yang diadopsi adalah penerapan sistem rekomendasi berbasis teknik MF. Teknik MF adalah salah satu metode populer dalam pembuatan sistem rekomendasi, di mana matriks interaksi antara pengguna dan produk dipecah menjadi dua matriks lebih kecil yang merepresentasikan pengguna dan produk. Matriks pertama dapat dilihat sebagai user matriks dimana baris mewakili pengguna dan kolom adalah factor laten. Matriks kedua adalah item matriks di mana baris merupakan latent factor dan kolom mewakili item.



**Gambar 1.** Algoritma Matrix Factorization

Untuk menentukan latent factor, algoritma Matrix Factorization bisa menggunakan Singular Value Decomposition (SVD). Pada penelitian ini, menggunakan library scikit-surprise yang sudah tersedia pada bahasa pemrograman python. Salah satu komponen yang menjadi kunci pada pengolahan data penelitian menggunakan metode collaborative filtering adalah penggunaan "embedding". Embedding adalah teknik yang mengubah entitas kategorikal, seperti ID objek wisata atau ID lokasi, menjadi vektor kontinu dalam ruang berdimensi lebih rendah. Dengan demikian, model Matrix Factorization yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat mempelajari dan memahami representasi vektorial dari setiap pengguna dan objek wisata berdasarkan data historis interaksi mereka.



Representasi vektorial mengacu pada operasi matematika di mana vektor pengguna dan vektor objek wisata dikalikan untuk menghasilkan skor prediksi. Matrix Factorization (Embedding Latent Factor) digunakan untuk merepresentasikan pengguna dan item dalam ruang vektor, memungkinkan model untuk menghitung kemiripan antara pengguna dan item untuk memberikan rekomendasi. Skor ini menunjukkan seberapa cocok suatu objek wisata dengan preferensi pengguna yang sedang mencari destinasi wisata sesuai dengan keinginannya dan preferensi user lainnya. Untuk meningkatkan akurasi prediksi, bias ditambahkan ke skor ini. Bias adalah konstanta yang menyesuaikan skor berdasarkan karakteristik unik dari setiap pengguna atau objek wisata. Dalam konteks sistem rekomendasi, output yang mendekati 1 menunjukkan kemungkinan tinggi bahwa pengguna akan menyukai produk, sedangkan output yang mendekati 0 menunjukkan kemungkinan rendah

### 2.3 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan dataset yang diperoleh dari Google maps dengan metode pengambilan data scrapping menggunakan bahasa pemrograman python. Jenis data yang diambil meliputi nama objek wisata, lokasi berdasarkan Google maps, rating, jumlah rating, kategori objek wisata, user id, rating, dan review. Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari pengumpulan informasi objek wisata di kota Pematangsiantar dan Kabupaten Simalungun dari Google maps. Pengumpulan dan pengolahan mentah menjadi dataset dimulai sejak tanggal 26 Maret 2024 sampai dengan 4 April 2024. Berdasarkan hasil pengumpulan dan cleaning data, diperoleh 415 objek wisata dan 42.767 penilaian yang diberikan oleh pengunjung yang selanjutnya digunakan pada penelitian ini. Daftar objek wisata yang diambil dikategorikan berdasarkan pada tabel 1. Tabel 1 tersebut merangkum berbagai kategori wisata berdasarkan karakteristik dan tujuan utamanya, mencakup wisata alam, budaya, kuliner, petualangan, hingga relaksasi. Setiap kategori dilengkapi dengan kata kunci dan deskripsi untuk memudahkan pemahaman.

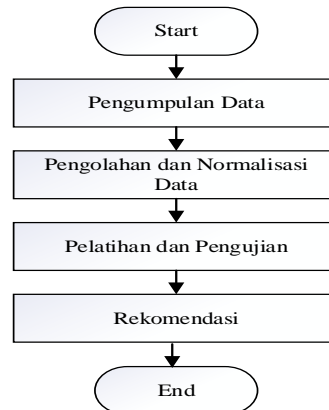
**Tabel 1.** Kategori Objek Wisata yang dikumpulkan dari Google Maps

No	Kategori Wisata	Kata Kunci	Penjelasan
1	Wisata Alam	Pantai, Gunung, Danau, Taman Nasional, Air Terjun, Hutan, Kebun Raya, Cagar Alam, Gua, Savana	Tempat wisata yang berhubungan dengan keindahan alam dan lingkungan alami.
2	Wisata Budaya	Museum, Candi, Kuil, Festival, Tradisi, Kerajinan Tangan, Desa Adat, Sejarah, Upacara Adat	Tempat wisata yang menampilkan kebudayaan dan sejarah suatu daerah.
3	Wisata Kuliner	Restoran, Warung Makan, Makanan Tradisional, Street Food, Kuliner Lokal, Pasar Malam, Kafe, Pasar Makanan	Tempat wisata yang berfokus pada makanan dan minuman khas suatu daerah.
4	Wisata Petualangan	Rafting, Paragliding, Diving, Trekking, Snorkeling, Climbing, Camping, Hiking, Off-road	Tempat wisata yang menawarkan kegiatan petualangan dan olahraga luar ruangan.
5	Wisata Relaksasi	Spa, Resort, Pantai, Pemandian Air Panas, Villa, Penginapan, Sauna, Retreat	Tempat wisata yang menawarkan fasilitas untuk relaksasi dan menghilangkan stres.
6	Wisata Kota	Monumen, Gedung Bersejarah, Taman Kota, Alun-Alun, Pusat Perbelanjaan, Kawasan Kuliner, Pasar Malam, Galeri	Tempat wisata yang terletak di perkotaan dengan berbagai atraksi dan fasilitas.
7	Wisata Edukasi	Kebun Binatang, Planetarium, Pusat Sains, Museum Pendidikan, Perpustakaan, Kampus, Wisata Sejarah	Tempat wisata yang memberikan pengalaman belajar dan pengetahuan baru.
8	Wisata Keluarga	Taman Bermain, Waterpark, Kebun Binatang, Wisata Edukasi, Pusat Perbelanjaan, Atraksi Hiburan, Tempat Piknik, Pantai Keluarga	Tempat wisata yang cocok untuk kegiatan keluarga dengan berbagai pilihan hiburan dan edukasi.
9	Wisata Spiritual	Pura, Masjid, Gereja, Vihara, Tempat Ziarah, Retret, Monasteri	Tempat wisata yang berhubungan dengan kegiatan keagamaan dan spiritual.
10	Wisata Fotografi	Spot Foto, Pemandangan Indah, Tempat Instagramable, Fotografi Malam, Fotografi Alam, Landmark	Tempat wisata yang menawarkan pemandangan indah untuk kegiatan fotografi.
11	Wisata Industri	Pabrik, Kebun Teh, Perkebunan, Workshop, Wisata Agro	Tempat wisata yang menunjukkan proses industri dan produksi suatu barang.
12	Wisata Arsitektur	Bangunan Bersejarah, Arsitektur Modern, Jembatan, Gedung Ikonik, Landmark, Katedral	Tempat wisata yang menampilkan keindahan dan keunikan arsitektur bangunan.

No	Kategori Wisata	Kata Kunci	Penjelasan
13	Wisata Belanja	Mall, Pasar Tradisional, Outlet, Toko Souvenir, Pasar Loak, Butik, Pasar Seni	Tempat wisata yang berfokus pada kegiatan berbelanja.
14	Wisata Musik dan Seni	Konser, Teater, Galeri Seni, Pameran, Festival Musik, Pertunjukan Tari, Opera, Orkestra	Tempat wisata yang menawarkan pertunjukan seni dan musik.
15	Wisata Hiburan	Taman Hiburan, Arena Permainan, Bioskop, Karaoke, Klub Malam, Cafe, Bar, Bowling, Tempat Biliar	Tempat wisata yang menawarkan hiburan dan kesenangan, termasuk hiburan malam.
16	Wisata Kesehatan	Klinik Kesehatan, Yoga Retreat, Meditasi, Terapi Alam, Fitness Center, Pusat Kebugaran	Tempat wisata yang fokus pada kesehatan dan kebugaran.
17	Wisata Pendidikan	Kampus, Perpustakaan, Seminar, Workshop, Wisata Belajar, Laboratorium	Tempat wisata yang berfokus pada kegiatan edukatif dan belajar.
18	Wisata Event	Pameran, Bazar, Festival, Konferensi, Acara Olahraga, Karnaval, Parade	Tempat wisata yang menyelenggarakan berbagai acara dan kegiatan khusus.
19	Wisata Penginapan	Hotel Bersejarah, Resort Mewah, Penginapan Unik, Vila Pribadi, Glamping, Hostel	Tempat penginapan yang menawarkan pengalaman unik dan fasilitas khusus.

### 2.4 Tahapan Penelitian

Gambar 2 berikut ini menggambarkan alur proses dalam membangun sistem rekomendasi berbasis data, yang terdiri dari empat tahap utama. Diagram ini dibuat untuk menjelaskan proses kerja atau langkah-langkah sistem rekomendasi, mulai dari pengumpulan data hingga menghasilkan rekomendasi. Hal ini bertujuan untuk memberikan pemahaman sistematis tentang tahapan pengembangan sistem rekomendasi kepada pengembang, peneliti, atau pengguna.



**Gambar 2.** Tahapan Penelitian

Gambar 3 merupakan flowchart penelitian untuk mengimplementasikan algoritma collaborative filtering berbasis Matrix Factorization. Pengumpulan data dilakukan dengan mencatat interaksi antara pengguna dan objek wisata di Pematangsiantar dan Simalungun. Data yang diperoleh disimpan dalam bentuk file \*.csv. Data-data tersebut kemudian di lanjutkan dengan pengolahan menggunakan aplikasi Visual Studio Code 1.81.1. menggunakan bahasa pemrograman python. Data-data tersebut selanjutnya di import menggunakan library pandas dan direpresentasikan dalam bentuk matriks dimana baris merepresentasikan pengguna dan kolom merepresentasikan item. Nilai dalam matriks menunjukkan peringkat atau interaksi lainnya antara pengguna dan item. Contoh sampel data yang diolah dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Sampel Data Penelitian

Record	Place Id	User Id	User	Rating	Nama Tempat	Places Rating	Total Review
0	20001	10810	Kiki Edward	5	Wihara Avalokitesvara	4.6	1563
1	20001	17552	Rudy Manshuri	4	Wihara Avalokitesvara	4.6	1563
2	20001	5077	Dewi Intan	4	Wihara Avalokitesvara	4.6	1563
3	20001	10999	Ken Adi	5	Wihara Avalokitesvara	4.6	1563
4	20001	8365	Heatifilia Lucy	5	Wihara Avalokitesvara	4.6	1563
...	...	...	...	...	...	...	...
42766	10099	13197	Moch Iss	5	Air Panas Simolap	4.4	73



Untuk mengurangi bias langkah berikutnya adalah melakukan pra-pemrosesan data dengan mengurangi data yang tidak memiliki rating dari dataset. Setelah proses pra preprocessing data selesai, langkah berikutnya adalah membagi dataset menjadi set pelatihan dan set pengujian untuk evaluasi pada model. Rasio split data pada penelitian ini 80% untuk data training, dan 20% untuk data testing.

Tahap selanjutnya adalah melakukan proses inisialisasi matriks. satu untuk pengguna (U) dan satu lagi untuk item (I). Dimensi matriks ini biasanya lebih kecil daripada matriks asli dan disebut sebagai faktor laten. Setelah proses inisialisasi matriks selesai, optimasi gradient descent dilakukan untuk meminimalkan kesalahan antara perkalian matriks U dan I dengan matriks asli. Selama proses ini, menambahkan regularisasi mungkin diperlukan untuk mencegah over fitting.

Percobaan prediksi dilakukan setelah matriks U dan I dioptimalkan, perkalian akan memberikan matriks prediksi yang mendekati matriks asli. Untuk mendapatkan rekomendasi terhadap pengguna tertentu, dapat dilakukan dengan melihat baris matriks prediksi yang sesuai dengan pengguna tersebut dan mengurutkan item berdasarkan nilai prediksi. Untuk melakukan evaluasi, set pengujian kinerja model menggunakan metrik RMSE (Root Mean Square Error). Model yang terbaik adalah model yang memperoleh nilai RMSE terkecil. Eksperimen pada saat training juga dilakukan dengan berbagai nilai untuk hyper parameter seperti learning rate, jumlah faktor laten, dan koefisien regularisasi untuk mendapatkan model terbaik. Dari seluruh proses uji coba, model yang memperoleh nilai RMSE akan digunakan sebagai model untuk melakukan prediksi rekomendasi terbaik untuk user.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengumpulan Data

Tahap awal dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data dari pengguna android yang mengakses objek wisata di Simalungun dan Pematang Siantar. Data tersebut akan digunakan sebagai masukan untuk proses selanjutnya. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2, yang sudah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh sampel data menggunakan metode scrapping seperti yang disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 berikut ini memberikan gambaran ulasan dari beberapa pengunjung sebuah tempat ibadah di Pematangsiantar, yang dikenal dengan arsitektur uniknya dan patung Dewi Kwan Im yang ikonik. Ulasan mencakup pengalaman berdoa, upacara, dan berbagai fasilitas seperti area parkir yang luas serta integrasi dengan sekolah Buddhis. Sebagian besar pengunjung memberikan penilaian positif dengan rating 5 bintang, menunjukkan kepuasan terhadap daya tarik budaya dan religius tempat ini.

Tabel 3. Sampel data hasil scrapping review dan rating dari pengunjung dari Google maps

PlaceID	username	Rating	Review	Dates
1	Husen	5 bintang	Melakukan sembahyang dan berdoa, dan hari ini ada upacara ramai sekali	3 bulan lalu
1	Lista Maria Purba	5 bintang	Sudah prnh bbrp kali ksini di taun 2009 dan 2010. buatku ni adalah gereja Katolik dengan bangunan yg cukup unik. Dan waktu itu sempet jg berdoa di kapel maria dan nulis doa di sebuah kertas doa supaya di bantu pastor utk di do'akan lg.. Old memory.. It's good to back again ðŸ˜¸... â€¦	sebulan lalu
1	é»f Romy HW	5 bintang	Salah satu tempat ibadah umat buddha di p. Siantar	2 bulan lalu
1	Dewi Intan	4 bintang	Akhirnya kesampaian ke Vihara di Pematang Siantar yang memiliki patung dewi Kwan Im paling tinggi se-Asia Tenggara. â€¦	setahun lalu
1	Harry Gunawan Damanik	5 bintang	Jangan cuma browsing artikelnya dan lihat foto di google,. Dikunjungi lebih asik kalau kurang percaya buktikan aja sendiri.. Cocok kamu rasa enggak suka bungkus.	4 bulan lalu
1	Budiman â€œBud Ezzioâ€•	5 bintang	Yeay... Gua suka tempat ini.... Halaman parkir nya luas... Dan vihara nya ter integrasi dengan sekolah buddhis.. Dan di halaman parkirnya ada 12 buah patung shio... Jadi loe loe semua bisa pada potoan ama patung shio eloe â€¦	5 tahun lalu
1	Extivonus Fransiskus	5 bintang	Tempat ibadah yang terbuka buat umum, suapapun boleh berkunjung. Arsitekturnya juara, sarat akan budaya tionghoa. Ada beberapa patung yang menunjukkan shio. Patung Dewi Kwan Im	5 tahun lalu

PlaceID	username	Rating	Review	Dates
			menjadi landmark sendiri untuk Pematangsiantar, termasuk di â€	

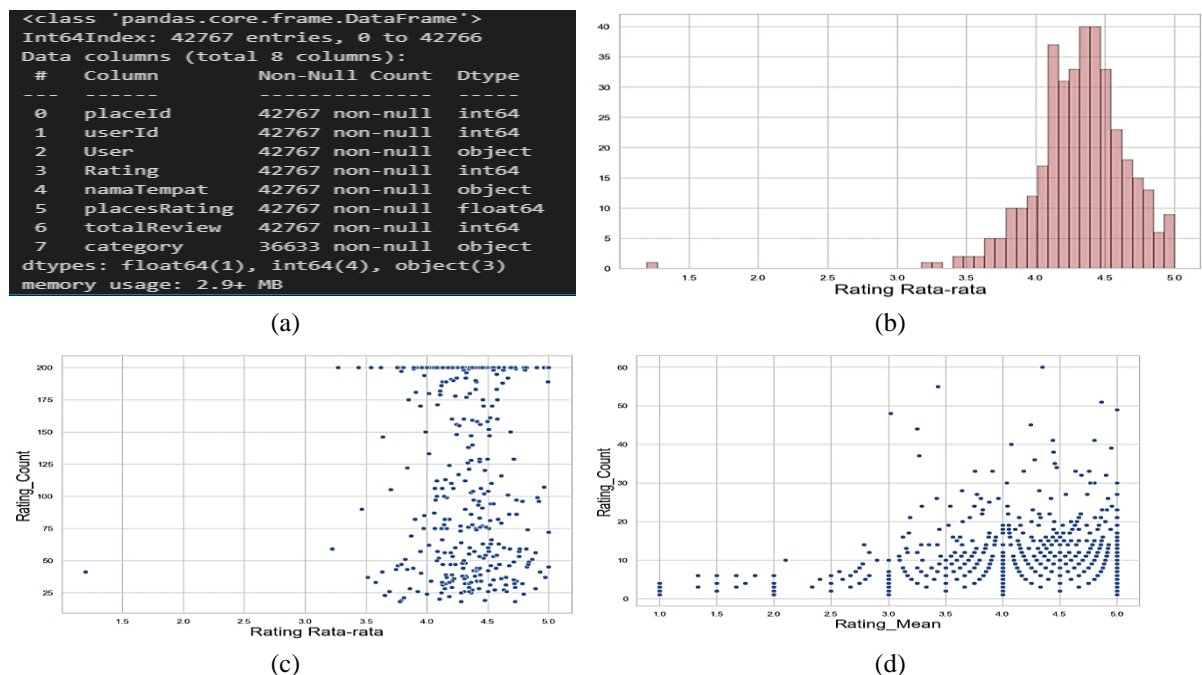
Tabel 4 berikut ini berisikan tautan link yang menyajikan informasi tentang beberapa lokasi wisata menarik yang terletak di Pematangsiantar dan sekitarnya, mencakup ID unik, tautan Google Maps, dan nama tempat. Beberapa destinasi yang ditampilkan meliputi Wihara Avalokitesvara, sebuah tempat ibadah sekaligus objek wisata spiritual; Agus Kujuk Tradisional Terapi Kretek, yang menawarkan pengalaman wisata kesehatan dan terapi tradisional; ATV Sijambe, destinasi petualangan yang memungkinkan pengunjung menikmati aktivitas ATV di alam terbuka; Air Terjun Sijambe, wisata alam yang menampilkan keindahan air terjun yang tenang dan menakau; serta Air Terjun Turunan Buhit (JABEL), destinasi alam lain yang menawarkan panorama luar biasa. Tautan Google Maps yang disertakan memudahkan pengunjung dalam menemukan lokasi dan merencanakan kunjungan mereka ke tempat-tempat tersebut.

**Tabel 4.** Sampel Data Mentah Hasil Scrapping Objek Wisata Dari Google Maps

Id	Link	Place_name
1	<a href="https://www.google.com/maps/place/Wihara+Avalokitesvara/data=!4m7!3m6!1s0x30318444cf89b299:0xcfd07c7046a17b8c!8m2!3d2.9543856!4d99.0677661!16s%2Fg%2F1h5m5fzf7n!19sChIJmbKJz0SEMTARjHuhRnB80M8?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1">https://www.google.com/maps/place/Wihara+Avalokitesvara/data=!4m7!3m6!1s0x30318444cf89b299:0xcfd07c7046a17b8c!8m2!3d2.9543856!4d99.0677661!16s%2Fg%2F1h5m5fzf7n!19sChIJmbKJz0SEMTARjHuhRnB80M8?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1</a>	Wihara Avalokitesvara
2	<a href="https://www.google.com/maps/place/Agus+kujuk+Tradisional+terapi+kretek%22+siantar/data=!4m7!3m6!1s0x3031854fd4694a0b:0x47c59ab43e4b54a!8m2!3d2.9599604!4d99.02988!16s%2Fg%2F11sjvcqlls!19sChIJC0pp1E-FMTARSrXkQ6tZfAQ?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1">https://www.google.com/maps/place/Agus+kujuk+Tradisional+terapi+kretek%22+siantar/data=!4m7!3m6!1s0x3031854fd4694a0b:0x47c59ab43e4b54a!8m2!3d2.9599604!4d99.02988!16s%2Fg%2F11sjvcqlls!19sChIJC0pp1E-FMTARSrXkQ6tZfAQ?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1</a>	Agus kujuk Tradisional terapi kretek" siantar
3	<a href="https://www.google.com/maps/place/ATV+Sijambe/data=!4m7!3m6!1s0x303183d3870eb7a7:0xe0bf781fb232cbdb!8m2!3d3.0007485!4d99.0349404!16s%2Fg%2F11jzhbwh9q!19sChIJp7cOh9ODMTAR28sysh94v-A?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1">https://www.google.com/maps/place/ATV+Sijambe/data=!4m7!3m6!1s0x303183d3870eb7a7:0xe0bf781fb232cbdb!8m2!3d3.0007485!4d99.0349404!16s%2Fg%2F11jzhbwh9q!19sChIJp7cOh9ODMTAR28sysh94v-A?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1</a>	ATV Sijambe
4	<a href="https://www.google.com/maps/place/air+terjun+sijambe/data=!4m7!3m6!1s0x303183aeb2a7887:0x441079fb63f68474!8m2!3d2.9991339!4d99.0354321!16s%2Fg%2F11nnttq2zb!19sChIJh3gq666DMTARdIT2Y_t5EEQ?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1">https://www.google.com/maps/place/air+terjun+sijambe/data=!4m7!3m6!1s0x303183aeb2a7887:0x441079fb63f68474!8m2!3d2.9991339!4d99.0354321!16s%2Fg%2F11nnttq2zb!19sChIJh3gq666DMTARdIT2Y_t5EEQ?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1</a>	air terjun sijambe
5	<a href="https://www.google.com/maps/place/AIR+TERJUN+TURUNAN+BUHIT+%28JABEL%29/data=!4m7!3m6!1s0x30318a0838a30a59:0xabc2e0ba114203c4!8m2!3d2.8572056!4d99.223861!16s%2Fg%2F11bw4rzkqr!19sChIJWQqjOAIKMTARxANCEbrgsw?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1">https://www.google.com/maps/place/AIR+TERJUN+TURUNAN+BUHIT+%28JABEL%29/data=!4m7!3m6!1s0x30318a0838a30a59:0xabc2e0ba114203c4!8m2!3d2.8572056!4d99.223861!16s%2Fg%2F11bw4rzkqr!19sChIJWQqjOAIKMTARxANCEbrgsw?authuser=0&amp;hl=id&amp;rclk=1</a>	Air Terjun Turunan Buhit (JABEL)

### 3.2 Pengolahan dan Normalisasi Data

Berdasarkan hasil data yang di telah diolah dan di normalisasi, diperoleh jumlah objek wisata sebanyak 415 lokasi objek wisata di kota Pematangsiantar dan Kabupaten Simalungun sebanyak 415 objek wisata dengan 22.767 review. Rata-rata distribusi rating dan seperti yang disajikan pada gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil Normalisasi Data Latih dan Grafik Rating Review User

Gambar 3 merupakan gabungan empat gambar yang menampilkan analisis data dari sebuah dataset yang berisi informasi tentang tempat seperti: id tempat (placeId), id pengguna (userId), nama pengguna (User), rating, nama Tempat, rating tempat (placesRating), jumlah review (totalreview), dan kategori (category). Gambar (a) menunjukkan struktur dataset dan jumlah data yang tidak null untuk setiap kolom. Gambar (b) menunjukkan distribusi frekuensi rating tempat, dengan distribusi yang miring ke kanan, menunjukkan bahwa kebanyakan tempat memiliki rating yang tinggi. Gambar (c) menunjukkan hubungan antara rating tempat dan jumlah review, menunjukkan bahwa tempat dengan rating tinggi cenderung memiliki lebih banyak review. Gambar (d) menunjukkan hubungan antara rata-rata rating tempat dan jumlah review, menunjukkan bahwa tempat dengan rata-rata rating tinggi cenderung memiliki lebih banyak review.

### 3.3 Pelatihan dan Pengujian

Gambar berikut ini menunjukkan alur kerja sistem rekomendasi berbasis Collaborative Filtering. Proses ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi yang paling relevan sesuai preferensi pengguna berdasarkan data interaksi sebelumnya. Proses untuk membuat sistem rekomendasi berdasarkan pengguna dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



**Gambar 4.** Alur Proses Collaborative Filtering

Gambar 4 tersebut menunjukkan alur sistem rekomendasi berbasis Collaborative Filtering, yang dimulai dengan mengumpulkan data interaksi pengguna terhadap produk, seperti pemberian rating. Data ini digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan, baik antar pengguna (user-based), dengan membandingkan preferensi mereka, maupun antar item (item-based), dengan melihat kesamaan produk berdasarkan rating pengguna. Kemiripan ini dihitung menggunakan algoritma tertentu, seperti cosine similarity atau Pearson correlation. Selanjutnya, sistem mengurutkan item berdasarkan skor kemiripan untuk menentukan relevansinya terhadap pengguna. Akhirnya, sistem merekomendasikan sejumlah item terbaik (disebut top-n items) kepada pengguna berdasarkan ranking tertinggi, sehingga menghasilkan rekomendasi yang personal dan relevan.

#### a. Pelatihan

Model rekomendasi objek wisata yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Binary Crossentropy untuk menghitung loss function, Adam (Adaptive Moment Estimation) sebagai optimizer dengan nilai learning rate = 0.001 dan root mean squared error (RMSE) sebagai metrics evaluation.

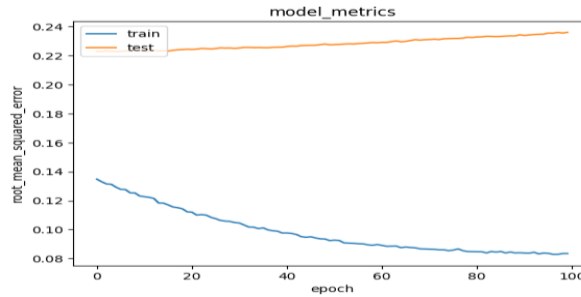
```
model.compile(
    loss = tf.keras.losses.BinaryCrossentropy(),
    optimizer = keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
    metrics=[tf.keras.metrics.RootMeanSquaredError()]
)
History = model.fit(x = x_train, y = y_train, batch_size = 8, epochs = 100,
    validation_data = (x_valid, y_valid))
```

**Gambar 5.** Grafik Hasil Training Model Rekomendasi Objek Wisata

Model yang digunakan untuk tahap training dikompilasi menggunakan Binary Crossentropy sebagai fungsi loss untuk menangani prediksi biner, Adam sebagai optimizernya, dan RMSE sebagai metrik evaluasi performa model.

1. `loss=tf.keras.losses.BinaryCrossentropy()`: Fungsi ini menghitung perbedaan antara output prediksi (probabilitas) dan target biner. misalnya 1 untuk produk yang disukai dan 0 untuk produk yang tidak disukai oleh pengguna
2. `optimizer=keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001)`: Optimizer Adam digunakan untuk memperbarui bobot model selama proses pelatihan. Adam adalah metode optimasi yang efektif dan populer karena menggabungkan keuntungan dari dua metode optimasi yaitu AdaGrad dan RMSProp. Parameter `learning_rate=0.001` mengatur kecepatan model dalam memperbarui bobot di setiap langkah pelatihan.
3. `metrics=[tf.keras.metrics.RootMeanSquaredError()]`: Root Mean Squared Error (RMSE) digunakan sebagai metrik evaluasi. RMSE mengukur seberapa jauh prediksi model dari nilai aktual, memberikan

gambaran tentang performa model. Ini sangat umum dalam masalah regresi dan rekomendasi untuk mengukur seberapa baik model memprediksi rating atau preferensi pengguna terhadap suatu produk. Pada tahap pelatihan model, proses training model dilakukan dengan nilai epoch sebanyak 100, dan batch size = 4, dari hasil pengujian dan hyperparameter yang telah dijelaskan diatas, model diperoleh nilai RMSE sebesar 0.0835 pada data training, dan 0.2362 pada data validasi. Meskipun model menunjukkan performa yang baik selama pelatihan, tetapi masih terdapat sedikit peningkatan error pada data validasi, yang menandakan adanya sedikit over fitting. Hal ini dapat diakibatkan beberapa faktor seperti kurangnya dataset yang digunakan pada penelitian atau bisa juga dikarenakan interaksi user terhadap rekomendasi objek wisata masih tergolong sedikit. Jumlah interaksi yang semakin banyak dapat membantu hasil yang lebih baik. Grafik hasil training dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik Hasil Training Model Rekomendasi Objek Wisata

Gambar 6 menunjukkan grafik yang melacak performa model machine learning selama proses pelatihan. Sumbu horizontal menunjukkan epoch, yang merepresentasikan jumlah iterasi pelatihan. Sumbu vertikal menunjukkan nilai Root Mean Squared Error (RMSE), yang merupakan metrik yang umum digunakan untuk mengukur kesalahan prediksi model. Grafik tersebut menampilkan dua kurva: kurva "train" yang melacak RMSE pada data pelatihan dan kurva "test" yang melacak RMSE pada data pengujian. Kita dapat melihat bahwa RMSE pada data pelatihan menurun secara signifikan selama pelatihan, sementara RMSE pada data pengujian menunjukkan peningkatan yang lebih lambat dan stabil. Ini menunjukkan bahwa model tersebut mempelajari pola pada data pelatihan dengan baik, tetapi mungkin mengalami overfitting, di mana model terlalu spesifik untuk data pelatihan dan tidak dapat menggeneralisasi dengan baik pada data baru.

b. Pengujian

Untuk mendapatkan rekomendasi objek wisata pengujian model dilakukan dengan mengambil sampel user secara acak dan mendefinisikan variabel daftar produk yang belum pernah dikunjungi oleh pengguna. Dengan asumsi bahwa sebelumnya pengguna telah mengunjungi dan memberi rating pada beberapa objek wisata yang sebelumnya telah mereka kunjungi. Pada tahap ini, pengujian dilakukan menggunakan rating ini untuk membuat rekomendasi objek wisata yang mungkin cocok untuk pengguna.

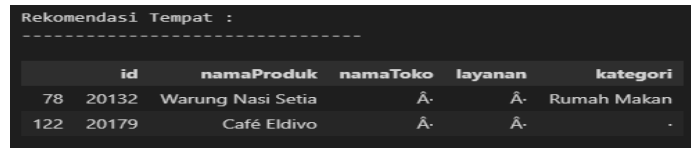
**3.4 Rekomendasi**

Percobaan rekomendasi objek wisata dengan userID 234 diperoleh 9 lokasi objek wisata yang direkomendasikan oleh model. Pada userID 125 diperoleh rekomendasi 2 Objek wisata, sementara itu pengujian pada userID 245 diperoleh rekomendasi 1 objek wisata diperoleh Hasil rekomendasi dapat dilihat pada Gambar 7, Gambar 8 dan gambar 9.

Rekomendasi Tempat :					
id	namaProduk	namaToko	layanan	kategori	
8	20027	Tugu Adipura	Taman	Taman	Taman
9	20028	Lapangan Horbo	Taman	Taman	Taman
125	20182	Bakso Deli	Ā	Ā	Kuliner
126	20183	Kedai Kopi Sedap	Ā	Ā	Kafe
127	20184	Kopi Massa Kok Tong Lim Ming	Ā	Ā	Kafe
135	20193	Cafe Massa Kok Tong	Ā	Ā	Kedai Kopi
137	20195	Roti Ganda Sutomo	Ā	Ā	Toko Roti
215	20281	Roti ketawa Raket K3 oleh2 khas Pematangsiantar	Pusat Perbelanjaan	Pusat Perbelanjaan	Pusat Perbelanjaan
231	10012	Batu Gantung	Tujuan Wisata	Tujuan Wisata	Tujuan Wisata

**Gambar 7.** Rekomendasi Objek wisata pada userID 234

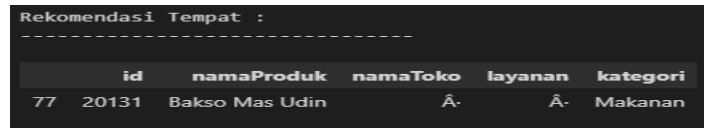
Gambar 7 menampilkan tabel daftar rekomendasi tempat wisata dengan kolom: id, namaProduk, namaToko, layanan, dan kategori. Pada gambar ini terdapat 9 tempat wisata, antara lain: Tugu Adipura, Lapangan Horbo, Bakso Deli, Kedai Kopi Sedap, Kopi Massa Kok Tong Lim Ming, Cafe Massa Kok Tong, Roti Ganda Sutomo, Roti Ketawa Raket K3, dan Batu Gantung. Dari data yang tertera, Tugu Adipura, Lapangan Horbo, dan Batu Gantung merupakan tempat wisata dengan kategori Taman. Bakso Deli merupakan kuliner, Kedai Kopi Sedap dan Kopi Massa Kok Tong Lim Ming merupakan kafe, Cafe Massa Kok Tong adalah kedai kopi, dan Roti Ganda Sutomo adalah toko roti.



Rekomendasi Tempat :						
	id	namaProduk	namaToko	layanan	kategori	
	78	20132	Warung Nasi Setia	Â	Â	Rumah Makan
	122	20179	Café Eldivo	Â	Â	

**Gambar 8.** Rekomendasi Objek wisata pada userID 125

Gambar 8 menampilkan tabel daftar rekomendasi tempat wisata dengan kolom: id, namaProduk, namaToko, layanan, dan kategori. Pada gambar ini terdapat 2 tempat wisata, antara lain: Warung Nasi Setia dan Cafe Eldivo. Warung Nasi Setia merupakan tempat wisata dengan kategori Rumah Makan, sedangkan Cafe Eldivo merupakan tempat wisata dengan kategori yang belum terdefinisi.



Rekomendasi Tempat :						
	id	namaProduk	namaToko	layanan	kategori	
	77	20131	Bakso Mas Udin	Â	Â	Makanan

**Gambar 9.** Rekomendasi Objek wisata pada userID 245

Gambar 9 menampilkan tabel daftar rekomendasi tempat wisata dengan kolom: id, namaProduk, namaToko, layanan, dan kategori. Pada gambar ini terdapat 1 tempat wisata, yaitu Bakso Mas Udin, yang merupakan tempat wisata dengan kategori Makanan.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan metode Collaborative Filtering berbasis Matrix Factorization untuk membangun sistem rekomendasi personalisasi objek wisata di Pematangsiantar dan Simalungun, bertujuan meningkatkan efektivitas promosi wisata berdasarkan preferensi pengguna. Data yang digunakan diperoleh melalui proses web scraping dari Google Maps, mencakup informasi seperti nama objek wisata, lokasi, rating, jumlah ulasan, dan kategori wisata. Data ini direpresentasikan dalam bentuk matriks interaksi pengguna-item, di mana setiap entri mencerminkan rating atau ulasan yang diberikan pengguna terhadap objek wisata tertentu. Melalui metode Matrix Factorization, matriks interaksi tersebut dipecah menjadi dua matriks lebih kecil yang merepresentasikan latent factors pengguna dan item, memungkinkan model untuk memahami pola preferensi secara mendalam. Dalam proses ini, teknik embedding digunakan untuk mengubah data kategorikal, seperti ID pengguna dan objek wisata, menjadi vektor kontinu dalam ruang dimensi lebih rendah, sehingga model dapat menghitung kemiripan antara pengguna dan item secara lebih efisien. Model dilatih menggunakan fungsi loss Binary Crossentropy, optimizer Adam dengan learning rate 0.001, dan RMSE sebagai metrik evaluasi performa. Proses pelatihan dilakukan hingga 100 epoch dengan batch size 4, menghasilkan nilai RMSE sebesar 0.0835 pada data pelatihan dan 0.2362 pada data validasi, yang menunjukkan performa baik meskipun terdapat sedikit indikasi overfitting. Setelah pelatihan, model diuji dengan menggunakan data validasi dan berhasil memberikan rekomendasi objek wisata yang bervariasi, seperti memberikan 9 rekomendasi kepada userID 234 dan rekomendasi yang lebih spesifik untuk pengguna lainnya, menunjukkan kemampuan model dalam memberikan hasil yang relevan dan sesuai kebutuhan pengguna. Secara keseluruhan, pendekatan Collaborative Filtering berbasis Matrix Factorization yang digunakan dalam penelitian ini terbukti efektif dalam menghasilkan sistem rekomendasi yang relevan, personal, dan dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam menemukan destinasi wisata yang sesuai dengan preferensi mereka.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi (DAPTV), atas pendanaan Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun pelaksanaan 2024.

## REFERENCES

- [1] J. M. D. Quevedo, K. M. Lukman, Y. I. Ulumuddin, Y. Uchiyama, and R. Kohsaka, 'Applying the DPSIR framework to qualitatively assess the globally important mangrove ecosystems of Indonesia: A review towards evidence-based policymaking approaches', *Marine Policy*, vol. 147, p. 105354, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.MARPOL.2022.105354.
- [2] R. Ristiawan, E. H. Huijbens, and K. Peters, 'Apprehending Land Value Through Tourism in Indonesia: Commodification of Rural Landscapes Through Geoparks', *Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie*, vol. 115, no. 1, pp. 170–186, 2024, doi: 10.1111/tesg.12597.
- [3] Syaiful Ade Septemuryantoro, 'Potensi Desa Wisata sebagai Alternatif Destinasi Wisata New Normal', *Media Wisata*, vol. 19, no. 2, pp. 186–197, 2021, doi: 10.36276/mws.v19i2.2.
- [4] H. Hanny et al., 'Analisis Potensi Desa Wisata Di Kertajaya, Kecamatan Ciranjang, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat', *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 6, no. 1, pp. 98–107, 2022, doi:



- 10.31849/dinamisia.v6i1.7533.
- [5] R. M. Amalia, E. Tuckyta, and S. Sujatna, 'Edukasi dan Literasi Mengenai Peran Siswa Sekolah Dasar Terhadap Wisata Perkotaan di Kota Bandung', *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, vol. 11, no. 1, pp. 10–15, 2022, doi: 10.24198/dharmakarya.v11i1.33220.
  - [6] Asep Syaiful Bahri, A. Basalamah, F. Abdillah, and T. A. Rahmat, 'Penerapan Kriteria Desa Wisata Pada Desa Wisata Batulayang, Bogor, Jawa Barat', *Kontan: Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Bisnis*, vol. 1, no. 5, pp. 8–17, 2023.
  - [7] Y. A. Nurohman, A. Setiawan, and R. S. Qurniawati, 'Upaya Meningkatkan Jumlah Kunjungan Desa Wisata Menggoro Menjelang Pandemi Covid-19 Berakhir', *Jurnal Pariwisata Indonesia*, vol. 18, no. 2, pp. 24–39, 2022, doi: 10.53691/jpi.v18i2.284.
  - [8] N. Fairruz, F. Nofrian, and D. Desmintari, 'Peranan Jumlah Wisatawan Asing, Nilai Tukar, dan PMDN dalam Sektor Pariwisata terhadap Pendapatan Devisa Pariwisata Indonesia', *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, vol. 3, no. 4, pp. 694–707, 2022, doi: 10.36418/jiss.v3i4.570.
  - [9] A. Akbar, I. Sulistianingsih, F. H. Syam, and B. Kurniawan, 'Rancangan Aplikasi Dusun Nusantara berbasis Web sebagai Media Promosi Wisata dengan Metode SEO', *BRAHMANA: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, vol. 4, no. 1, pp. 16–22, 2022, doi: 10.30645/brahmana.v4i1A.142.g141.
  - [10] A. R. A. Mahendra and N. Y. Winata, 'Pengembangan Ekowisata Di Kawasan Konservasi Twa Dolok Tinggi Raja Dan Aek Nauli', *Jurnal Pionir LPPM Universitas Asahan*, vol. 8, no. 2, pp. 260–270, 2022, doi: 10.36294/pionir.v8i2.2753.
  - [11] X. Zhuang, H. Jiao, and L. Kang, 'Digital Management and Optimization of Tourism Information Resources Based on Machine Learning', *International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 2022, pp. 1–12, 2022, doi: 10.1155/2022/7510206.
  - [12] Q. Wang, L. Yang, and Z. Yue, 'Research on development of digital finance in improving efficiency of tourism resource allocation', *Resources, Environment and Sustainability*, vol. 8, no. March, p. 100054, 2022, doi: 10.1016/j.resenv.2022.100054.
  - [13] X. Yin and J. He, 'Construction of Tourism E-Commerce Platform Based on Artificial Intelligence Algorithm', *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2022, pp. 1–12, 2022, doi: 10.1155/2022/5558011.
  - [14] H. Gao, Q. Zhu, and W. Wang, 'Optimal deployment of large-scale wireless sensor networks based on graph clustering and matrix factorization', *Eurasip Journal on Advances in Signal Processing*, vol. 33, no. 1, pp. 1–17, 2023, doi: 10.1186/s13634-023-00995-3.
  - [15] S. M. Hashemi, A. Zabihian, M. Hooshmand, and S. Gharaghani, 'DRaW: prediction of COVID-19 antivirals by deep learning—an objection on using matrix factorization', *BMC Bioinformatics*, vol. 24, no. 1, pp. 1–21, 2023, doi: 10.1186/s12859-023-05181-8.
  - [16] A. Poleksic, 'Hyperbolic matrix factorization improves prediction of drug-target associations', *Scientific Reports*, vol. 13, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.1038/s41598-023-27995-5.
  - [17] Y. Shi, R. Chen, D. Liu, and B. Wang, 'A visually secure image encryption scheme based on adaptive block compressed sensing and non-negative matrix factorization', *Optics and Laser Technology*, vol. 163, no. September, p. 109345, 2023, doi: 10.1016/j.optlastec.2023.109345.
  - [18] C. Li, H. Che, M. F. Leung, C. Liu, and Z. Yan, 'Robust multi-view non-negative matrix factorization with adaptive graph and diversity constraints', *Information Sciences*, vol. 634, no. July, pp. 587–607, 2023, doi: 10.1016/j.ins.2023.03.119.
  - [19] J. Bin, B. Gardiner, H. Liu, E. Li, and Z. Liu, 'RHPMF: A context-aware matrix factorization approach for understanding regional real estate market', *Information Fusion*, vol. 94, no. July, pp. 229–242, 2023, doi: 10.1016/j.inffus.2023.02.001.
  - [20] F. Zhang, K. Zhang, W. Wan, and J. Sun, '3D geometrical total variation regularized low-rank matrix factorization for hyperspectral image denoising', *Signal Processing*, vol. 207, p. 108942, 2023, doi: 10.1016/j.sigpro.2023.108942.
  - [21] X. Sun, B. Li, R. Sutcliffe, Z. Gao, W. Kang, and J. Feng, 'Wse-MF: A weighting-based student exercise matrix factorization model', *Pattern Recognition*, vol. 138, p. 109285, 2023, doi: 10.1016/j.patcog.2022.109285.
  - [22] X. Zheng, C. Tang, X. Liu, and E. Zhu, 'Multi-view clustering via matrix factorization assisted k-means', *Neurocomputing*, vol. 534, pp. 45–54, 2023, doi: 10.1016/j.neucom.2023.03.004.
  - [23] F. Yang, X. Ding, F. Ma, D. Tong, and J. Cao, 'EDMH: Efficient discrete matrix factorization hashing for multi-modal similarity retrieval', *Information Processing and Management*, vol. 60, no. 3, p. 103301, 2023, doi: 10.1016/j.ipm.2023.103301.
  - [24] D. Wu, Z. Song, and H. Guo, 'Artificial Intelligence Algorithms in Ice and Snow Tourism Promotion from Digital Technology', *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2022, pp. 1–9, 2022, doi: 10.1155/2022/1806611.
  - [25] B. Hysa, A. Karasek, and I. Zdonek, 'Social media usage by different generations as a tool for sustainable tourism marketing in society 5.0 idea', *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 3, pp. 1–27, 2021, doi: 10.3390/su13031018.
  - [26] O. Adityawan, 'Perancangan Website Media Promosi Wisata Kawah Rengganis Rancabali', *Jurnal Kajian Pariwisata*, vol. 4, no. 1, pp. 33–47, 2022.
  - [27] D. R. Toubes, N. A. Vila, and J. A. Fraiz Brea, 'Changes in consumption patterns and tourist promotion after the covid-19 pandemic', *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, vol. 16, no. 5, pp. 1332–1352, 2021, doi: 10.3390/jtaer16050075.
  - [28] N. N. Qomariyah, S. A. Sari, and A. N. Fajar, 'Sonia: An Integrated Indonesia Online Tourism System in New Normal Era', *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, vol. 16, no. 6, pp. 1829–1843, 2020, doi: 10.24507/ijic.16.06.1829.
  - [29] T. van Nuenen and C. Scarles, 'Advancements in technology and digital media in tourism', *Tourist Studies*, vol. 21, no. 1, pp. 119–132, 2021, doi: 10.1177/1468797621990410.