

Sistem Informasi Rekomendasi Pariwisata Kabupaten Sragen Menggunakan Algoritma Hybrid Filtering

Benaya Chessa Sarmanela^{1*}, Faulinda Ely Nastiti², Eko Purwanto³

¹Program Studi Sistem Informasi
Universitas Duta Bangsa Surakarta
^{1*}220101047@mhs.udb.ac.id

²Program Studi Sistem Informasi
Universitas Duta Bangsa Surakarta
²faulinda_ely@udb.ac.id

³Program Studi Sistem Informasi
Universitas Duta Bangsa Surakarta
³eko_purwanto@udb.ac.id

Abstrak— Pencarian informasi pariwisata di Kabupaten Sragen saat ini masih bersifat parsial dan tersebar di berbagai platform, menyulitkan wisatawan dalam merencanakan perjalanan secara terpusat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Sistem Informasi Rekomendasi Pariwisata Kabupaten Sragen berbasis *website* guna memberikan referensi destinasi yang dipersonalisasi. Pengembangan sistem menggunakan metodologi *Agile Scrum* dengan kerangka kerja *Astro* untuk *frontend* dan Supabase sebagai basis data *backend*. Inti penyelesaian masalah pada sistem ini adalah implementasi algoritma *Hybrid Filtering* yang mengintegrasikan *Content-Based Filtering* (CBF) dan *Collaborative Filtering* (CF). CBF menggunakan metode *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF) dan *Cosine Similarity* untuk mengekstraksi serta mencocokkan kategori fitur destinasi. Sementara itu, CF menerapkan pendekatan *Item-Based* dengan korelasi *Cosine Similarity* untuk menganalisis matriks *rating* antar pengguna. Penggabungan kedua metode ini menggunakan rasio pembobotan dinamis (basis awal 70:30) yang diarsiteki khusus untuk menanggulangi anomali *cold-start* pada pengguna baru. Hasil dari perancangan ini adalah sebuah purwarupa sistem komputasi yang mampu mengkalkulasi prediksi kedekatan secara presisi untuk menyajikan daftar peringkat rekomendasi pariwisata sesuai dengan riwayat interaksi pengguna. Kesimpulannya, integrasi *Hybrid Filtering* dalam pendekatan adaptif *Agile Scrum* menghasilkan sistem yang terpusat dan berpotensi kuat untuk meningkatkan visibilitas sektor pariwisata lokal.

Kata kunci— Sistem Rekomendasi, Pariwisata, *Hybrid Filtering*, *Agile Scrum*, *Astro*

Abstract— Tourism information searching in Sragen Regency is currently fragmented across various platforms, complicating tourists' centralized trip planning. This research aims to design and develop a website-based Sragen Regency Tourism Recommendation Information System to provide personalized destination references. The system development employs the *Agile Scrum* methodology, utilizing the *Astro* framework for the frontend and Supabase as the backend database. The core problem-solving approach in this system is the implementation of a *Hybrid Filtering* algorithm that integrates *Content-Based Filtering* (CBF) and *Collaborative Filtering* (CF). CBF uses *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF) and *Cosine Similarity* to extract and match destination feature categories. CF applies an *Item-Based* approach with *Cosine Similarity* to analyze the user rating matrix. The integration of both methods utilizes dynamic weighting (initial baseline 70:30) specifically architected to overcome the cold-start anomaly for new users. The outcome of this design is a computational system prototype capable of precisely calculating proximity predictions to present tourism recommendation rankings aligned with user interaction history. In conclusion, the integration of *Hybrid Filtering* within the adaptive *Agile Scrum* approach yields a centralized system with strong potential to increase the visibility of the local tourism sector.

Keywords— Recommendation System, Tourism, *Hybrid Filtering*, *Agile Scrum*, *Astro*

I. PENDAHULUAN

Teknologi Informasi (TI) dan Sistem Informasi (SI) di era digital saat ini telah menjadi pilar utama dalam strategi promosi pariwisata modern [1]. Platform digital secara revolusioner mengubah interaksi destinasi dengan menawarkan jangkauan global dan aksesibilitas instan yang melampaui batas promosi konvensional. Kabupaten Sragen memiliki modal pariwisata yang sangat kaya, meliputi objek daya tarik wisata alam, sejarah, hingga sektor gaya hidup masyarakat modern seperti sentra wisata kuliner dan ruang rekreasi komersial.

Berdasarkan data statistik dan observasi lapangan, terdapat puluhan destinasi potensial di Kabupaten Sragen yang layak direkomendasikan [2]. Namun, besarnya potensi ini belum didukung oleh media promosi yang terintegrasi. Informasi yang masih tersebar parsial di berbagai platform sering kali menyulitkan wisatawan dalam menentukan pilihan rencana perjalanan mereka secara terpusat. Fenomena ini dikenal sebagai *information overload*, di mana melimpahnya data di internet justru menghambat proses pengambilan keputusan wisatawan secara efisien [3].

Berbagai solusi teknologi terkait sistem rekomendasi pariwisata telah dikembangkan sebelumnya untuk mengatasi masalah serupa. Penelitian oleh Wati dan Hamdani merancang sistem rekomendasi destinasi wisata di Bondowoso menggunakan metode Content-Based Filtering dengan variabel masukan statis (seperti jarak tempuh dan anggaran), namun sistem ini memiliki keterbatasan karena belum melibatkan penilaian kolaboratif antar pengguna [4]. Penelitian lain oleh Salsabilla dan Utomo juga menerapkan Content-Based Filtering berbasis perhitungan Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) dan Cosine Similarity pada wisata Kabupaten Pekalongan, yang juga memiliki kelemahan serupa karena tidak mempertimbangkan ulasan dari wisatawan lain [5]. Sementara itu, Putra dan Alit telah mencoba mengkombinasikan metode menjadi algoritma Hybrid Filtering di Kabupaten Mojokerto, akan tetapi pembobotannya masih bersifat statis (80% Content-Based dan 20% Collaborative) dan belum difokuskan untuk mengatasi masalah keterbatasan data di awal penggunaan atau cold-start [6]. Selain itu, sebagian besar pengembangan sistem tersebut masih bergantung pada metode pengembangan terstruktur (seperti Waterfall) yang kaku terhadap perubahan kebutuhan pengguna.

Merespons celah penelitian dari tinjauan pustaka tersebut, diperlukan sebuah sistem rekomendasi yang lebih dinamis dan terpersonalisasi secara komputasi. Penelitian ini mengusulkan rancang bangun Sistem Informasi Rekomendasi Pariwisata Kabupaten Sragen berbasis website yang mengimplementasikan algoritma Hybrid Filtering. Algoritma ini dirancang untuk menggabungkan Content-Based Filtering dalam memproses kesamaan atribut kategori wisata dan Collaborative Filtering untuk menghitung kemiripan preferensi berdasarkan matriks rating skala 1-5 bintang dari pengguna [7]. Penggabungan ini akan menggunakan rasio pembobotan dinamis untuk menutupi kelemahan cold-start.

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah menerapkan metodologi Agile Scrum yang adaptif dan iteratif dalam merancang sistem

informasi pariwisata, serta mengimplementasikan algoritma Hybrid Filtering ke dalam sistem guna menghasilkan luaran rekomendasi destinasi, kuliner, dan event yang terpersonalisasi secara presisi berdasarkan data riwayat preferensi masing-masing pengguna [8].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengumpulan dan Pra-pemrosesan Data

1. Pengumpulan Data

Kebutuhan data operasional dalam penelitian ini dibangun melalui dua dimensi utama: atribut destinasi dan matriks interaksi pengguna. Data destinasi diekstraksi dari 55 titik pariwisata di Kabupaten Sragen berdasarkan observasi lapangan dan validasi dokumen Dinas Pemuda Olahraga dan Pariwisata (Dispora). Dari keseluruhan titik tersebut, sistem mendefinisikan 53 *tags* unik yang merepresentasikan klasifikasi fasilitas, suasana, dan kategori spesifik masing-masing destinasi (misalnya: *aesthetic*, *wfc*, *alam*, *keluarga*).

Untuk memvalidasi logika komputasi sebelum sistem dirilis secara masif, penelitian ini mengonstruksi matriks interaksi berskala 1-5 bintang yang bersumber dari pengujian terkendali (*beta testing*) melibatkan 10 pengguna riil serta penambahan 5 profil pengguna simulasi yang direkayasa dengan pola preferensi (*persona*) tertentu. Kondisi kekosongan interaksi (*data sparsity*) di mana beberapa destinasi memiliki 0 (nol) ulasan sengaja dipertahankan dalam basis data pengujian. Hal ini dirancang secara spesifik sebagai parameter uji untuk membuktikan keandalan sistem dalam mengeksekusi mekanisme *fallback* ke algoritma *Content-Based Filtering* pada fase awal implementasi (*cold-start*) [9].

2. Pra-pemrosesan Teks

Atribut *tags* pada basis data tidak dapat dikalkulasi secara langsung oleh mesin analitik. Oleh karena itu, data teks mentah harus melalui serangkaian pembersihan untuk membentuk korpus yang terstandarisasi. Tahapan pra-

pemrosesan pada sistem ini diotomatisasi melalui dua mekanisme terpisah:

a) *Cleansing & Case Folding*

Dieksekusi melalui fungsi kustom (`clean_tags_text`) pada saat data ditarik dari basis data. Tahap ini memaksa konversi seluruh karakter menjadi huruf kecil (*lowercase*), serta menghapus seluruh simbol karakter khusus dan spasi ganda. Simbol khusus secara komputasi diganti dengan spasi tunggal untuk mencegah terjadinya penggabungan string yang tidak relevan (anomali *string concatenation*, seperti "`#alam#pantai`" menjadi "`alampantai`").

b) *Tokenizing*

Listing 1. Implementasi Parameter Tokenizing pada Modul Ekstraksi

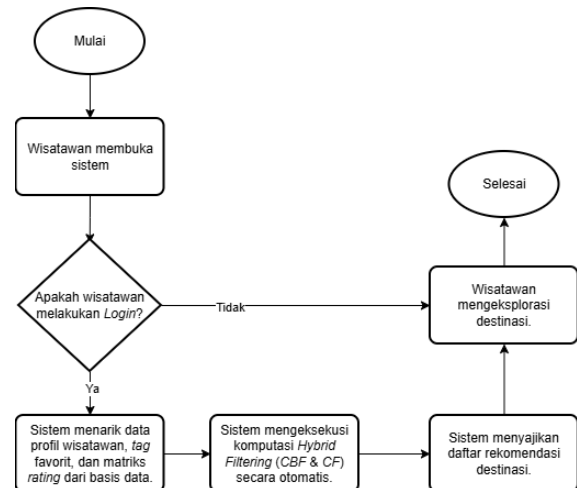
```
vectorizer = TfidfVectorizer(
    lowercase=True,
    token_pattern=r'\b\w+\b'
)
tfidf_matrix = vectorizer.fit_transform(df['clean_tags'])
```

Tahap pemecahan kalimat menjadi struktur kata tunggal (token) tidak dilakukan pada fungsi pembersihan awal, melainkan didelegasikan langsung ke dalam modul ekstraksi *TfidfVectorizer*. Pemotongan kata ini dikendalikan menggunakan aturan ekspresi reguler (*Regular Expression*) di dalam modul *TfidfVectorizer*. Sebagaimana ditunjukkan pada Listing 1, parameter `token_pattern=r'\b\w+\b'` diimplementasikan secara eksplisit untuk memastikan sistem hanya mengekstrak susunan karakter alfanumerik sebagai unit fitur yang sah untuk dihitung bobot identifikasinya..

B. Arsitektur dan Alur sistem Usulan

1. Alur Interaksi Pengguna

Sistem informasi rekomendasi pariwisata Kabupaten Sragen ini dirancang untuk mengatasi masalah pencarian informasi yang parsial dengan mengotomatisasi penyajian destinasi wisata secara terpusat. Alur interaksi utama sistem usulan direpresentasikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Alur Sistem Usulan

Berdasarkan alur tersebut, sistem memangkas proses pencarian manual dengan mengevaluasi status autentikasi pengunjung. Ketika wisatawan melakukan *login*, antarmuka secara otomatis menarik rekaman data destinasi favorit (*tags*) serta matriks penilaian. Data historis ini kemudian diteruskan ke mesin analitik untuk dieksekusi oleh algoritma *Hybrid Filtering*, yang secara instan mengembalikan daftar destinasi terpersonalisasi di layar pengguna. Apabila pengguna menolak autentikasi, sistem akan mengeksekusi mekanisme *fallback* dengan menyajikan eksplorasi katalog destinasi populer secara umum.

2. Arsitektur Sistem

Untuk mengeksekusi alur pada Gambar 1 tanpa mengorbankan metrik kecepatan muat halaman (*First Contentful Paint*), sistem diarsiteki menggunakan pola *Microservices*. Antarmuka pengguna dibangun menggunakan *framework* Astro dengan paradigma *Zero-JS* guna mengoptimalkan interaktivitas perangkat seluler. Manajemen *state* dan relasi data dieksekusi menggunakan *Backend-as-a-Service* (BaaS) Supabase (PostgreSQL). Implementasi arsitektur *Backend-as-a-Service* (BaaS) memfasilitasi latensi sinkronisasi data yang rendah sekaligus memangkas kompleksitas pemeliharaan infrastruktur *server* secara tradisional [10].

Secara komputasional, kalkulasi rekomendasi didelegasikan ke *Application Programming*

Interface (API) independen berbasis Python yang di-*deploy* pada infrastruktur *cloud* Hugging Face. Saat sistem memverifikasi bahwa wisatawan memiliki data acuan, Astro mengirimkan *HTTP Fetch Request* asinkron ke API Python. Mesin analitik ini secara otonom menarik matriks data dari Supabase, memproses *Hybrid Filtering*, dan mengembalikan respons *JavaScript Object Notation* (JSON) untuk dirender langsung menjadi daftar peringkat destinasi.

3. Manajemen Proyek Agile Scrum

Fleksibilitas *Agile Scrum* sangat krusial dalam pengembangan sistem berbasis *web* modern, di mana iterasi spesifikasi fitur sering berubah seiring dengan pengujian purwarupa di lapangan [11]. Secara komputasional, logika ekstraksi rekomendasi tidak diproses di dalam *frontend*. Sistem mendelegasikan beban kalkulasi ke *Application Programming Interface* (API) terpisah yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dan di-*deploy* pada infrastruktur *cloud* Hugging Face. Alur komunikasi data berjalan secara asinkron; saat pengguna terautentikasi mengakses halaman rekomendasi, sistem Astro akan mengirimkan *HTTP Fetch Request* (memuat ID Pengguna) ke *endpoint* API Python. Mesin analitik Python kemudian secara otonom menarik data dari Supabase, mengeksekusi komputasi *Hybrid Filtering*, dan mengembalikan respons berupa format *JavaScript Object Notation* (JSON) yang berisi daftar peringkat destinasi untuk dirender langsung oleh Astro.

C. Arsitektur Komputasi Hybrid Filtering

Logika penyelesaian masalah (*filtering*) dirancang dengan mengintegrasikan dua model perhitungan metrik untuk menghasilkan rekomendasi.

1. Model Content-Based Filtering (CBF)

Model ini mengekstraksi atribut fitur destinasi menggunakan pembobotan *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF). Pendekatan TF-IDF digunakan karena kemampuannya dalam mengeleminasi bias

kata-kata umum dan memprioritaskan term yang berbobot tinggi sebagai pembeda antar dokumen atau *item* [12]. Secara matematis, bobot signifikansi sebuah kata kunci (*tags*) dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$W_{t,d} = TF_{t,d} \times \log \left(\frac{N}{DF_t} \right) \quad (1)$$

Kedekatan vektor profil preferensi historis pengguna dengan vektor destinasi yang belum dikunjungi kemudian dikalkulasi menggunakan algoritma *Cosine Similarity* pada Persamaan (2), yang mengukur nilai kosinus sudut antar dua vektor di dalam ruang multidimensi.

$$sim_{(u,d)} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (d_i)^2}} \quad (2)$$

2. Model Collaborative Filtering (CF)

Sistem menerapkan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* untuk memetakan korelasi kemiripan antar-destinasi berdasarkan matriks *rating* (1-5 bintang) dari komunitas pengguna. Korelasi kedekatan antardestinasi dihitung menggunakan metode *Cosine Similarity* pada Persamaan (3), yang mampu menormalisasi bias evaluasi dari masing-masing pengguna.

$$sim_{(u,v)} = \frac{\sum_{i \in I_{uv}} r_{u,i} \times r_{v,i}}{\sqrt{\sum_{i \in I_u} (r_{u,i})^2} \times \sqrt{\sum_{i \in I_v} (r_{v,i})^2}} \quad (3)$$

3. Sintesis Hybrid (Weighted Average)

Prediksi skor keluaran dari *pipeline* CBF dan CF disintesis menggunakan persamaan rata-rata terbobot (*Weighted Average*) pada Persamaan (4).

$$Score_{Final} = (W_{CBF} \times Score_{CBF}) + (W_{CF} \times Score_{CF}) \quad (4)$$

Untuk menanggulangi kekosongan interaksi (*cold-start*) pada fase awal perilisan aplikasi,

sistem mengimplementasikan rasio keseimbangan dasar (*baseline*) dengan bobot α sebesar 0.70 (70% CBF) dan β sebesar 0.30 (30% CF). Pendekatan pembobotan asimetris ini memastikan rekomendasi tetap dapat dihasilkan secara relevan mengandalkan kecocokan atribut fitur wisata, meskipun matriks penilaian pengguna masih sangat jarang (*data sparsity*).

D. Skenario Pengujian dan Evaluasi Akurasi

1. Pengujian Fungsioanl

Validasi stabilitas sistem secara operasional diukur menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini difokuskan pada pemenuhan spesifikasi kebutuhan (*requirements*) tanpa menginspeksi struktur kode internal, yang meliputi validasi parameter autentikasi lintas *platform* (Astro-Supabase), eksekusi manipulasi data (CRUD), stabilitas *routing* halaman API Python, hingga validasi penanganan kondisi *error*.

2. Evaluasi Akurasi Algoritma

Performa dan kecerdasan algoritma *Hybrid Filtering* divalidasi dengan membandingkan nilai prediksi sistem terhadap nilai *rating* aktual yang diinputkan oleh pengguna dalam matriks interaksi. Tingkat penyimpangan (*error*) diukur secara absolut dan kuadratik menggunakan metrik evaluasi *Mean Absolute Error* (MAE) pada Persamaan (5) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) pada Persamaan (6) [13].

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (6)$$

Hasil perhitungan yang semakin mendekati nilai 0 (nol) merepresentasikan tingkat presisi komputasi yang tinggi, mengonfirmasi bahwa algoritma secara cerdas mampu membaca pola preferensi wisatawan secara akurat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Antarmuka dan API

Sistem rekomendasi direalisasikan menggunakan pendekatan *microservice*. Antarmuka pengguna (Astro) terbukti mampu merender halaman secara dinamis tanpa hambatan *JavaScript* (Zero-JS architecture) [14]. Komunikasi lintas platform dieksekusi secara asinkron di mana frontend Astro mengirimkan permintaan HTTP ke endpoint API Python (*Hugging Face*) untuk memproses algoritma rekomendasi, lalu merender format JSON yang diterima menjadi antarmuka visual secara real-time.



Gambar 2 Antarmuka Halaman Rekomendasi Terpersonalisasi

B. Hasil Komputasi Hybrid Filtering

Validasi algoritma diukur menggunakan skenario data uji yang ditarik langsung dari basis data Supabase. Pengujian ini mengevaluasi prediksi rekomendasi untuk destinasi target Waduk Botok (WB) berdasarkan kedekatannya dengan destinasi favorit acuan pengguna, yaitu Waduk Kedung Ombo (KO).

1. Ekstraksi Content-Based Filtering (CBF)

Pada *pipeline* pertama, *Application Programming Interface* (API) mengekstraksi atribut *tags* dari kedua destinasi melalui tahap pembersihan teks dan tokenisasi. Hasil perhitungan bobot *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF) untuk masing-masing token disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Ekstraksi Bobot TF-IDF

Tags	TF (KO)	TF (WB)	IDF	Bobot KO	Bobot WB
waduk	1	1	3.1748	3.1748	3.1748
wisataair	1	1	2.7047	2.7047	2.7047
alam	1	1	2.2192	2.2192	2.2192
keluarga	1	1	1.4520	1.4520	1.4520
sunset	1	1	2.9924	2.9924	2.9924

wisataperahu	1	0	4.0910	4.0910	0.0000
makananberat	1	0	2.5870	2.5870	0.0000
grup	1	0	1.2288	1.2288	0.0000
spotfoto	1	0	1.9510	1.9510	0.0000
bendungan	0	1	4.0910	0.0000	4.0910
agrowisata	0	1	3.6856	0.0000	3.6856
Tenang	0	1	2.1451	0.0000	2.1451
sejuk	0	1	2.3863	0.0000	2.3863
aksesmudah	0	1	1.4169	0.0000	1.4169

Berdasarkan matriks ekstraksi bobot pada Tabel 1, sistem mengkalkulasi tingkat kemiripan menggunakan persamaan *Cosine Similarity*. Perhitungan *dot product* (pembilang) dari *tags* yang beririsan menghasilkan nilai **33.38**. Sementara itu, hasil kali panjang vektor Kedung Ombo ($\sqrt{62.12}$) dan Waduk Botok ($\sqrt{76.00}$) sebagai penyebut menghasilkan nilai **68.69**.

Pembagian dari kedua kalkulasi ruang vektor tersebut ($33.38/68.69$) menghasilkan skor prediksi akhir sebesar **0.4858**. Skor ini secara presisi mengindikasikan bahwa Waduk Botok memiliki tingkat kemiripan atribut wisata sebesar 48.58% dengan preferensi historis pengguna.

2. Ekstraksi Collaborative Filtering (CF)

Pada *pipeline* kedua, sistem menganalisis matriks penilaian komunitas pengguna untuk mengeksekusi *Item-Based Collaborative Filtering*. Berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Penilaian Pengguna Pemandangan

User	Rating KO (Acuan)	Rating WB (Target)
User A	4	5
User B	5	0

Berdasarkan matriks tersebut, sistem menangani kekosongan interaksi (*data sparsity*) pada User B dengan melakukan substitusi nilai nol (*zero-imputation*) untuk mengonstruksi ruang vektor penilaian berskala 1-5.

Vektor *rating* destinasi Kedung Ombo direpresentasikan sebagai [4, 5], sedangkan vektor Waduk Botok direpresentasikan sebagai [5, 0]. Komputasi kedekatan antarvektor penilaian ini dieksekusi menggunakan *Cosine Similarity*, yang membagi nilai *dot product* (20) dengan hasil kali panjang vektor dari kedua destinasi (32.0155). Perhitungan ini secara

presisi menghasilkan skor *Collaborative Filtering* sebesar **0.6247**.

3. Sintesis Akhir Hybrid Filtering

Tahap akhir dari mesin analitik adalah menyintesis kedua matriks independen di atas menggunakan bobot dinamis awal, yakni 70% untuk CBF dan 30% untuk CF. Kalkulasi akhirnya adalah sebagai berikut:

$$Score_{Final} =$$

$$(0.70 \times 0.4858) + (0.30 \times 0.6247) = \mathbf{0.5275}$$

Hasil ini secara empiris membuktikan bahwa API Python berhasil mengkompensasi kelemahan parsial dari masing-masing metode pembobotan untuk menghasilkan satu metrik tunggal yang presisi.

C. Evaluasi Sistem dan Akurasi

1. Pengujian Fungsional (Black Box)

Pengujian fungsionalitas sistem dieksekusi untuk memvalidasi stabilitas operasional dari sisi frontend dan komunikasi *backend*. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

Fitur yang diuji	Skenario Sistem	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Autentikasi	Memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang valid.	Sistem menerbitkan sesi <i>login</i> dan mengarahkan pengguna ke halaman Beranda/Dashboard.	Berhasil
	Memasukkan <i>email</i> valid dan <i>password</i> salah.	Sistem menolak akses dan menampilkan pesan peringatan "Kredensial salah".	Berhasil
Manajemen Destinasi (Admin)	Mengisi seluruh form tambah destinasi (teks, koordinat, foto) dan menyimpan data.	Foto terunggah ke <i>Storage</i> , data tersimpan di tabel <i>destinations</i> , dan daftar <i>dashboard</i> diperbarui.	Berhasil
Interaksi Ulasan (User)	Wisatawan memilih <i>rating</i> 5 bintang dan mengklik "Kirim".	Data tersimpan di tabel <i>reviews</i> , rata-rata <i>rating</i> destinasi diperbarui dan dirender di layar.	Berhasil
	Guest mengklik tombol "Beri Ulasan".	Sistem mencegah akses dan menampilkan peringatan "Harap Login".	Berhasil

Hybrid Filtering	Wisatawan membuka halaman Rekomendasi dengan kondisi memiliki minimal 1 destinasi favorit.	Sistem mengirimkan ID destinasi ke <i>server</i> , memproses algoritma <i>Hybrid</i> , dan menampilkan urutan destinasi rekomendasi teratas.	Berhasil
	Wisatawan baru (belum memiliki favorit) membuka halaman Rekomendasi .	Sistem mengeksekusi mekanisme <i>fallback</i> dan menampilkan daftar destinasi terpopuler (berdasarkan <i>rating</i> rata-rata tertinggi).	Berhasil

2. Evaluasi Akurasi Algoritma

Validasi tingkat kesalahan prediksi (*error rate*) dilakukan terhadap dataset interaksi pengguna menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Untuk membuktikan transparansi komputasi, evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai *rating* aktual (y) dengan *rating* prediksi ($\hat{y}$) yang dihasilkan oleh sistem. Rincian selisih (*error*) dari sampel data uji disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Perhitungan Error Evaluasi Algoritma

User	Rating Aktual (y)	Prediksi Sistem ($\hat{y}$)	Error Absolut ($y - \hat{y}$)	Error Kuadrat ($(y - \hat{y})^2$)
User A	5	4.43	0.57	0.3249
User B	4	4.41	0.41	0.1681
User C	5	3.17	1.83	3.3489
User D	5	4.15	0.85	0.7225
Total			3.66	4.5644

Berdasarkan kalkulasi matriks pada Tabel 4, rata-rata simpangan dievaluasi secara statistik. Perhitungan MAE membagi total *error* absolut dengan jumlah data, menghasilkan nilai sebesar **0.915**. Sementara itu, perhitungan RMSE mengakarkan rata-rata dari total *error* kuadrat, yang secara presisi menghasilkan nilai sebesar **1.068**.

Tingkat simpangan (RMSE) sebesar 1.068. Pada sistem rekomendasi dengan rentang skala 1 hingga 5, nilai RMSE yang mendekati atau berada di sekitar angka 1.0 diklasifikasikan sebagai tingkat simpangan yang moderat dan dapat diterima secara operasional [15]. Rasio pembobotan dinamis (70:30) terbukti mampu menekan tingkat fluktuasi *error* ketika data

ulasan dari komunitas (*data sparsity*) masih minim. Purwarupa mesin analitik ini terbukti valid dan meminimalkan risiko pemberian rekomendasi yang tidak relevan, menjadikannya arsitektur yang layak diimplementasikan untuk sistem pariwisata yang terpersonalisasi.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merekayasa dan mengimplementasikan Sistem Informasi Rekomendasi Pariwisata Kabupaten Sragen secara terpusat melalui penerapan metodologi pengembangan *Agile Scrum*. Penggunaan arsitektur *microservice* yang memisahkan antarmuka *Zero-JS* dari *framework* Astro, basis data relasional Supabase, dan mesin analitik *Application Programming Interface* (API) Python secara terdistribusi terbukti menghasilkan platform yang responsif dan skalabel. Interaksi asinkron lintas *platform* ini memastikan beban komputasi algoritma tidak mengorbankan metrik kecepatan muat halaman (*load time*), sehingga wisatawan dapat mengeksplorasi katalog destinasi pariwisata secara optimal melalui perangkat seluler.

Secara komputasional, implementasi algoritma *Hybrid Filtering* terbukti mampu mengatasi kompleksitas pemilihan destinasi wisata personal sekaligus menanggulangi anomali keterbatasan interaksi pengguna awal (*cold-start*). Integrasi model *Content-Based Filtering* (menggunakan ekstraksi TF-IDF dan *Cosine Similarity*) dengan *Collaborative Filtering* (menggunakan metode *Cosine Similarity*) melalui rasio pembobotan dinamis awal 70:30 berhasil mengkompensasi kelemahan parsial masing-masing metode. Sistem secara cerdas mampu memanfaatkan parameter *tags* fasilitas dan suasana destinasi ketika matriks penilaian komunitas masih statis, dan siap mengasimilasi ulasan pengguna baru untuk memperkaya variasi rekomendasi.

Validasi empiris terhadap akurasi mesin analitik mengonfirmasi keandalan sistem dengan tingkat penyimpangan yang sangat minim. Evaluasi menggunakan dataset matriks interaksi menghasilkan metrik *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar **0.915** dan *Root Mean Square*

Error (RMSE) sebesar **1.068**. Nilai signifikansi *error* yang rendah tersebut membuktikan bahwa purwarupa sistem komputasi ini valid, presisi, dan sangat layak untuk diimplementasikan lebih lanjut oleh Dinas Pariwisata daerah maupun pelaku usaha lokal guna meningkatkan visibilitas sektor pariwisata Kabupaten Sragen di era digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Kepemudaan, Olahraga, dan Pariwisata (Dispora) Kabupaten Sragen, Universitas Duta Bangsa Surakarta, serta keluarga dan rekan rekan yang senantiasa memberikan dukungan selama penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Nikhil, "Revolutionizing Travel and Tourism: Exploring the Role of Digital Marketing in Today's Landscape," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 1313–1315, Mar. 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.49652.
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Sragen, "Kabupaten Sragen dalam Angka 2026," Sragen, 2026.
- [3] J. Liu, "The Impact of Information Overload on Preferences for Tourism Information Media," *Finance & Economics*, vol. 1, no. 6, Dec. 2025, doi: 10.61173/5cscss44.
- [4] D. Priska and Hamdani, "Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Destinasi Wisata Di Bondowoso Berbasis Website," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 4, Oct. 2025, doi: <https://doi.org/10.35473/jamastika.v4i2.4544>.
- [5] C. Salsabilla et al., "Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi Sistem Rekomendasi Wisata Kabupaten Pekalongan dengan Content Based Filtering," 2025. [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- [6] M. Alfin, T. Putra, and R. Alit, "Sistem Rekomendasi Destinasi Wisata di Kabupaten Mojokerto dengan Metode Hybrid Filtering Berbasis Website," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 07, 2025.
- [7] R. Faurina and E. Sitanggang, "Implementasi Metode Content-Based Filtering Dan Collaborative Filtering Pada Sistem Rekomendasi Wisata Di Bali," *Techno Com*, vol. 22, no. 4, pp. 870–881, 2023, doi: 10.33633/tc.v22i4.8556.
- [8] I. A. Dewi, Y. Miftahuddin, M. A. Fattah, C. B. Palenda, and S. Fathurrahman Erawan, "Point of Sales System in InHome Café Website using," *Agile Methodology Journal of Innovation and Community Engagement (ICE)*, vol. 01, no. 01, Mar. 2021, doi: 10.28932/jice.v1i1.3321.
- [9] V. K. Matam and N. M. Reddy, "Overcoming the cold-start challenge in recommender systems: A novel two-stage framework," *Open Computer Science*, vol. 15, no. 1, Aug. 2025, doi: 10.1515/comp-2025-0038.
- [10] I. Buljic, E. Kadusic, T. Cvijanovic, N. Hadzajlic, and N. Zivic, "Comparative Performance Analysis of Leading Backend Frameworks for Developers," in *2025 24th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*, IEEE, Mar. 2025, pp. 1–5, doi: 10.1109/INFOTEH64129.2025.10959250.
- [11] R. Wandri, M. R. Fadhilah, P. R. Setiawan, and M. Fadhilla, "Agile Scrum as a Development Approach: A Case Study of Web-based School Information System Design," *SISTEMASI*, vol. 14, no. 4, p. 1722, Jul. 2025, doi: 10.32520/stmsi.v14i4.5273.
- [12] D. F. Surianto and D. F. Surianto, "Enhancing K-Means Clustering for Journal Articles using TF-IDF and LDA Feature Extraction," *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 4, no. 2, pp. 964–972, Mar. 2025, doi: 10.47709/brilliance.v4i2.5547.
- [13] A. Gunawardana, G. Shani, and S. Yogev, "Evaluating Recommender Systems," in *Recommender Systems Handbook*, New York, NY: Springer US, 2022, pp. 547–601, doi: 10.1007/978-1-0716-2197-4_15.
- [14] Harrison Oke Ekpobimi, Regina Coelis Kandekere, and Adebamigbe Alex Fasanmade, "Conceptual framework for enhancing front-end web performance: Strategies and best practices," *Global Journal of Advanced Research and Reviews*, vol. 2, no. 1, pp. 099–107, Sep. 2024, doi: 10.58175/gjarr.2024.2.1.0032.
- [15] D. M. Saputra, N. Angelia, and N. Yuslimi, "Recommender System for Tourist Destinations in Indonesia Using Matrix Factorization Method," *JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 5, no. 3, pp. 122–127, Oct. 2024, doi: 10.62527/jitsi.5.3.254.