



# Implementasi Metode PROMETHEE II Pada Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Penentuan Lokasi Kafe Terbaik Di Kota Medan

Rifdah Arianto<sup>1\*</sup>, Ilka Zufria<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia  
Email: rifdaharianto02@gmail.com<sup>1</sup>, ilkazufria@uinsu.ac.id<sup>2</sup>

## Abstract

The rapid growth of cafes in Medan City causes difficulties for consumers in choosing the optimal location due to subjective and scattered information. The purpose of the research is to develop a web-based Decision Support System that integrates the Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) II method with the Geographic Information System (GIS). The research methodology involved processing spatial and attribute data from 161 cafes using five weighted criteria: distance, atmosphere, facilities, service, and price. PROMETHEE II is used to calculate Net Flow to generate a complete ranking, while GIS visualizes the results on an interactive map. This study successfully identified Monk's Coffee Roasters as the best alternative with a Net Flow of 0.417. Black-box testing shows that all system functionality, including ranking calculations and spatial visualization, is valid. The findings represent the integration of PROMETHEE II and GIS providing an effective and objective tool to facilitate multi-criteria decision-making in the culinary tourism sector, allowing users to filter recommendations based on personal preference and location accessibility.

**Keywords:** Decision Support System, PROMETHEE II, Geographic Information System, Café Location, MCDM.

## Abstrak

Pesatnya pertumbuhan kafe di Kota Medan menyebabkan kesulitan bagi konsumen dalam memilih lokasi yang optimal akibat informasi yang subjektif dan tersebar. Tujuan penelitian adalah mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan berbasis web yang mengintegrasikan metode Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) II dengan Sistem Informasi Geografis (GIS). Metodologi penelitian melibatkan pengolahan data spasial dan atribut dari 161 kafe menggunakan lima kriteria berbobot: jarak, suasana, fasilitas, pelayanan, dan harga. PROMETHEE II digunakan untuk menghitung Net Flow guna menghasilkan perankingan lengkap, sementara SIG memvisualisasikan hasil pada peta interaktif. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi Monk's Coffee Roasters sebagai alternatif terbaik dengan Net Flow 0,417. Pengujian Black-box menunjukkan bahwa seluruh fungsionalitas sistem, termasuk perhitungan perankingan dan visualisasi spasial, berjalan dengan valid. Temuan merepresentasikan integrasi PROMETHEE II dan SIG memberikan alat yang efektif dan objektif untuk memfasilitasi pengambilan keputusan multikriteria di sektor wisata kuliner, memungkinkan pengguna menyaring rekomendasi berdasarkan preferensi pribadi dan aksesibilitas lokasi.

**Kata kunci:** Sistem Pendukung Keputusan, PROMETHEE II, Sistem Informasi Geografis, Lokasi Kafe.

## 1. PENDAHULUAN

Kota Medan saat ini sedang mengalami pertumbuhan industri kuliner yang sangat pesat, terlihat dari menjamurnya usaha kafe di berbagai sudut kota yang mengubah pola interaksi sosial masyarakat setempat. [1] memperlihatkan bahwa pada tahun 2019 saja telah tercatat 275 kafe yang beroperasi di wilayah ini. Fungsi kafe kini telah bergeser dari sekadar tempat menikmati hidangan menjadi ruang

serbaguna untuk bekerja, bersantai bersama kerabat, melakukan pertemuan bisnis, hingga menikmati waktu sendiri. Perubahan gaya hidup ini menciptakan kebutuhan baru akan ruang publik yang nyaman dan mudah diakses oleh berbagai kalangan [2]. Tingginya minat masyarakat terhadap budaya nongkrong mendorong para pelaku usaha untuk terus mendirikan tempat baru, sehingga menciptakan persaingan pasar yang ketat dan variasi pilihan yang sangat beragam [1]. Keadaan ini menjadikan industri kafe sebagai salah satu penggerak ekonomi yang vital di wilayah perkotaan, tetapi, di sisi lain menghadirkan tantangan tersendiri dalam hal penyebaran informasi dan aksesibilitas bagi calon pengunjung [3], [4].

Pertumbuhan jumlah kafe yang masif ini sering kali menimbulkan kebingungan bagi konsumen dalam menentukan pilihan tempat yang paling sesuai dengan keinginan mereka [1]. Selama ini, masyarakat cenderung mengandalkan metode pencarian manual, seperti berkeliling kota untuk melihat lokasi langsung atau sekadar bertanya kepada orang lain, yang sering kali memakan waktu dan biaya transportasi yang tidak sedikit [3]. Informasi yang tersebar di media sosial sering kali tidak terpusat dan bersifat subjektif, sehingga menyulitkan pengunjung untuk membandingkan satu tempat dengan tempat lainnya berdasarkan elemen yang objektif seperti jarak, suasana, fasilitas, pelayanan, dan harga [2]. Ketiadaan alat bantu pengambilan keputusan yang terintegrasi menyebabkan proses pemilihan lokasi menjadi tidak efisien dan sering kali tidak memuaskan [5]. Diperlukan sebuah sistem yang mampu mengolah berbagai variabel keputusan tersebut menjadi sebuah rekomendasi peringkat yang akurat, sehingga calon pengunjung tidak lagi harus melakukan proses coba-coba yang melelahkan dalam mencari kafe yang ideal [5][6][8].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk memecahkan masalah pemilihan dan perankingan menggunakan metode komputasi. Penelitian yang dilakukan oleh [9] membahas pemetaan lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPSS) di Kota Kupang dengan menggabungkan Sistem Informasi Geografis dan metode PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) untuk mengevaluasi kesesuaian letak geografis dan rute tercepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggabungan data spasial dengan metode evaluasi mampu membantu analisis tata letak fasilitas publik. Sementara itu, penelitian lain oleh [10] menerapkan metode PROMETHEE untuk kasus pemilihan pengajar di sebuah lembaga pendidikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa alur perhitungan mulai dari penentuan preferensi, perhitungan arus keluar (*leaving flow*), arus masuk (*entering flow*), hingga arus bersih (*net flow*) merupakan cara yang sangat efisien dan terstruktur untuk merekomendasikan kandidat terbaik dari sekian banyak pelamar yang ada [11].

Meskipun kedua penelitian tersebut memberikan kontribusi keilmuan yang bermanfaat, terdapat keterbatasan pada aspek metodologis perankingan yang digunakan. Penelitian [9] menggunakan metode PROMETHEE tipe standar yang hanya mampu menghasilkan perankingan parsial (*partial ranking*) [12]. Kelemahan dari perankingan parsial adalah hasil akhirnya sering kali menyisakan alternatif yang tidak dapat dibandingkan (*incomparable*) satu sama lain, sehingga

tidak menghasilkan urutan linier yang tegas dari peringkat satu hingga terakhir. Hal ini dapat menimbulkan keraguan bagi pengambil keputusan yang membutuhkan jawaban mutlak mengenai opsi terbaik. Di sisi lain, penelitian [10] memang berhasil membuktikan efisiensi algoritma perhitungan, tetapi, penerapan metode tersebut masih terbatas pada data non-spasial dan belum diintegrasikan ke dalam sebuah sistem pemetaan visual yang dapat diakses secara luas melalui web untuk kasus pencarian lokasi bisnis seperti kafe.

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi keterbatasan metode perankingan parsial tersebut dengan menerapkan metode PROMETHEE II [9][10]. Berbeda dengan versi sebelumnya, metode PROMETHEE II memiliki kemampuan untuk melakukan perankingan lengkap (*complete ranking*) terhadap seluruh data alternatif yang tersedia [15]. Metode ini bekerja dengan menghitung nilai Net Flow, yaitu selisih murni antara kekuatan arus positif dan kelemahan arus negatif, sehingga setiap kafe dapat diurutkan secara tegas tanpa adanya ambiguitas atau hubungan yang tidak dapat dibandingkan [10]. Keunggulan perhitungan matematika ini kemudian dipadukan dengan teknologi Sistem Informasi Geografis berbasis web [3][12][13][14]. Melalui penggabungan ini, sistem menyajikan daftar peringkat berdasarkan kriteria jarak, harga, dan fasilitas, sekaligus memvisualisasikan posisi setiap kafe pada peta digital, memberikan solusi yang lebih informatif dan presisi dibandingkan metode-metode sebelumnya [5][15].

Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan penggabungan metode PROMETHEE II pada Sistem Informasi Geografis dalam sebuah sistem berbasis web untuk menentukan dan memvisualisasikan peringkat lokasi kafe terbaik di Kota Medan berdasarkan kriteria multikriteria yang terukur. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam menemukan destinasi kuliner yang sesuai dengan preferensi pribadi secara efisien, sekaligus memberikan wawasan bagi pelaku industri mengenai standar kualitas yang kompetitif.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan alur pengembangan sistem terstruktur untuk membangun Sistem Pendukung Keputusan berbasis web tanpa melibatkan intervensi manual berlebih pada proses kalkulasi akhir. Integrasi metode komputasi PROMETHEE II dengan teknologi pemetaan digital menjadi landasan operasional penelitian. Penelitian ini menitikberatkan pada pemrosesan data spasial dan atributif melalui serangkaian algoritma matematis demi menghasilkan pemeringkatan objektif. Objek sistem penelitian mencakup 161 alternatif kafe di Kota Medan yang terdaftar resmi pada Badan Pusat Statistik. Seluruh proses dilaksanakan mulai dari perencanaan, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi kode program, hingga pengujian fungsionalitas [9].

### 2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan melalui: studi literatur, dijalankan dengan menelaah referensi terkait algoritma perankingan dan pemetaan digital sebagai landasan teori; observasi lapangan, dilakukan untuk memverifikasi titik koordinat

dan atribut kafe di wilayah studi; dan wawancara, dilaksanakan dengan pihak Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Medan, khususnya Deputi Bidang Statistik Distribusi dan Jasa, untuk memvalidasi variabel penentu kualitas kafe. Data sekunder mengenai jumlah dan sebaran kafe juga dihimpun dari instansi tersebut sebagai basis data awal sistem.

## 2.2. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem menetapkan penggunaan populasi sebanyak 161 kafe sebagai alternatif keputusan  $a$ . Variabel penilaian terdiri dari lima elemen dengan bobot  $w_j$  berbeda, yaitu :

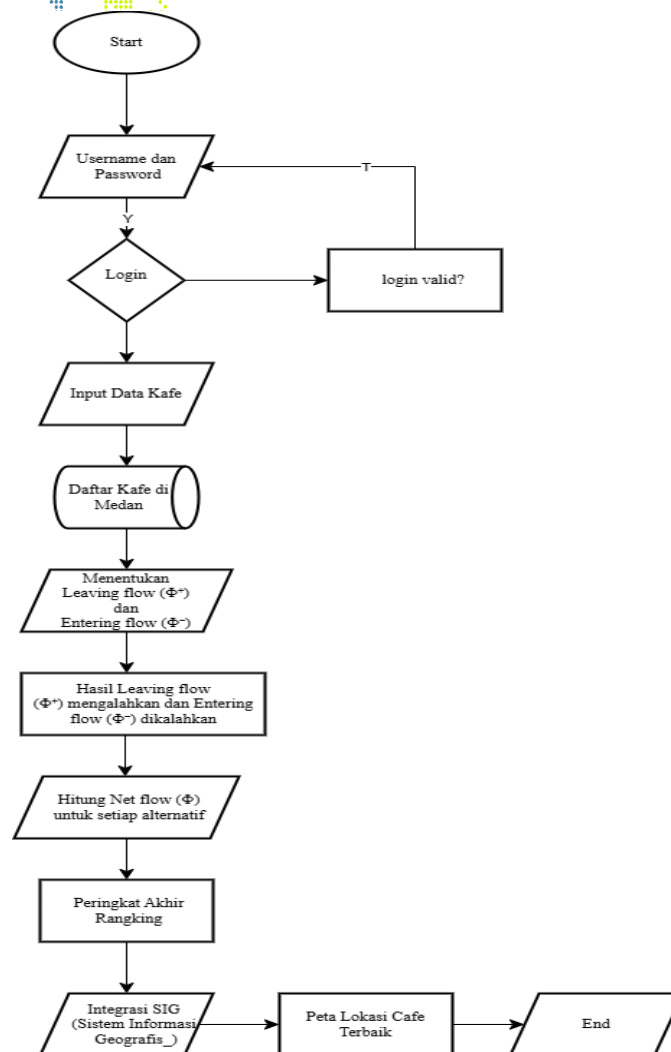
**Tabel 1. Bobot Kriteria**

Kriteria	Bobot	Tipe
Jarak	0.25	Cost
Suasana	0.20	Benefit
Fasilitas	0.15	Benefit
Pelayanan	0.20	Benefit
Harga	0.20	Cost

Setiap elemen diklasifikasikan ke dalam tipe Benefit atau Cost untuk keperluan kalkulasi matematis. Fungsionalitas sistem dirancang agar admin dapat mengelola data kriteria ini, sementara pengguna umum dapat mengakses fitur visualisasi peta dan hasil rekomendasi tanpa perlu login ke panel administrasi.

## 2.3. Perancangan Sistem

Perancangan arsitektur sistem memanfaatkan pemodelan visual *Unified Modeling Language* (UML) untuk menggambarkan struktur logika aplikasi. Diagram *Use Case* memetakan interaksi aktor admin dan pengunjung terhadap fitur sistem. Diagram *Class* merancang skema basis data yang meliputi tabel relasional untuk entitas pengguna, kafe, kriteria, dan nilai evaluasi. Alur algoritma diperjelas menggunakan *flowchart* pada Gambar 1 yang merinci urutan logika mulai dari inialisasi matriks keputusan, transformasi nilai, hingga eksekusi rumus PROMETHEE II. Rancangan antarmuka juga disusun untuk memfasilitasi input data oleh admin dan visualisasi peta interaktif bagi pengguna akhir.



Gambar 1. Flowchart

#### 2.4. Implementasi Algoritma

Implementasi algoritma dimulai dengan pembentukan matriks keputusan dan perhitungan nilai deviasi  $d$  antar alternatif berdasarkan tipe kriteria. Untuk kriteria bertipe *benefit* (maksimasi), deviasi dihitung dengan rumus  $d_{ij} = x_i - x_j$ , sedangkan untuk kriteria bertipe *cost* (minimasi) menggunakan rumus  $d_{ij} = x_j - x_i$ , di mana nilai positif menunjukkan keunggulan alternatif. Nilai deviasi tersebut kemudian dikonversi menggunakan fungsi preferensi  $H(d)$  tipe *Usual Criterion*, di mana nilai 1 diberikan jika  $d > 0$  dan nilai 0 jika  $d \leq 0$ . Setelah nilai preferensi parsial diperoleh, sistem menghitung Indeks Preferensi Multikriteria  $\pi$  atau  $IP$  yang merupakan akumulasi dari perkalian bobot  $w$  dengan nilai preferensi  $P$  setiap kriteria, dirumuskan sebagai  $IP(a, b) = \sum_{j=1}^k (w_j \times P_j(a, b))$ . Berdasarkan Indeks Preferensi tersebut, sistem melakukan perhitungan arus

preferensi untuk menentukan peringkat, di mana arus keluar atau *Leaving Flow*  $\phi^+$  (dibaca phi positif) dihitung menggunakan rumus  $\phi^+(a) = \frac{1}{n-1 \sum IP(a,x)}$  dan arus masuk atau *Entering Flow*  $\phi^-$  dihitung menggunakan rumus  $\phi^-(a) = \frac{1}{n-1 \sum IP(x,a)}$ . Langkah akhir adalah penentuan *Net Flow*  $\phi$  yang merupakan selisih murni antara kekuatan dan kelemahan alternatif dengan persamaan  $\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$ .

### 2.5. Evaluasi dan Pengujian Sistem

Evaluasi akhir dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan validitas fungsionalitas sistem[20]. Pengujian ini menitikberatkan pada pemeriksaan input dan *output* tanpa melihat kode internal program. Skenario uji mencakup validasi proses autentikasi, manajemen data, akurasi perhitungan matematis, hingga responsivitas peta digital. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur berjalan sesuai rancangan awal. Sistem terbukti mampu memberikan rekomendasi peringkat yang akurat berdasarkan preferensi pengguna dan menampilkan lokasi kafe pada peta digital tanpa kendala teknis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil

Data penelitian tersusun dari 161 alternatif kafe di Kota Medan dengan atribut spasial (*latitude, longitude*) sebagai penanda lokasi dan atribut penilaian sebagai input komputasi. Setelah tahap pembersihan dan penyelarasan format, data penilaian kriteria disajikan dalam skala numerik 1-5 agar konsisten antar-kriteria, sehingga dapat diproses sebagai matriks keputusan. Representasi dataset yang telah dibersihkan dalam bentuk matriks keputusan untuk sampel 10 alternatif ditampilkan pada Tabel 1, yang menunjukkan nilai akhir setiap alternatif pada lima kriteria (C1–C5) dalam format numerik.

Tabel 2. Matriks Keputusan

Alternatif	C1: Jarak	C2: Suasana	C3: Fasilitas	C4: Pelayanan	C5: Harga
A1	5	5	2	4	1
A2	4	5	3	5	2
A3	5	3	3	2	1
A4	5	5	3	5	4
A5	5	1	1	4	2
A6	3	4	4	4	3
A7	2	4	3	3	4
A8	4	3	3	3	3
A9	3	5	4	5	4
A10	4	4	4	4	3

Perhitungan manual pada sampel data dilakukan sebagai mekanisme verifikasi numerik guna memvalidasi akurasi logika algoritma yang dibangun dalam sistem. Proses ini menerapkan metode PROMETHEE II dengan menitikberatkan pada operasi aritmetika pembobotan untuk menghasilkan Indeks

Preferensi Multikriteria ( $\pi$ ) dan aliran preferensi ( $flow$ ). Dalam validasi ini, fungsi preferensi yang digunakan adalah tipe *Usual Criterion*, di mana nilai preferensi dihitung berdasarkan selisih nilai kriteria yang dikalikan dengan bobot ( $w_j$ ). Contoh perhitungan pasangan alternatif berikut menunjukkan bagaimana nilai Indeks Preferensi diperoleh dari akumulasi bobot pada kriteria yang unggul:

$$IP(A1, A2) = (0.25 \times 0) + (0.20 \times 0) + (0.15 \times 0) + (0.20 \times 0) + (0.20 \times 1) = 0.20$$

$$IP(A1, A3) = (0.25 \times 0) + (0.20 \times 1) + (0.15 \times 0) + (0.20 \times 1) + (0.20 \times 0) = 0.40$$

$$IP(A1, A5) = (0.25 \times 0) + (0.20 \times 1) + (0.15 \times 1) + (0.20 \times 0) + (0.20 \times 1) = 0.55$$

$$IP(A2, A1) = (0.25 \times 1) + (0.20 \times 0) + (0.15 \times 1) + (0.20 \times 1) + (0.20 \times 0) = 0.60$$

Seluruh hasil perhitungan pasangan alternatif tersebut kemudian dikompilasi ke dalam matriks agregat untuk melihat dominasi antar alternatif secara menyeluruh, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 3.** Hasil Agregasi IP

P	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
A1	0	0.2	0.4	0.2	0.55	0.4	0.6	0.6	0.2	0.4
A2	0.6	0	0.65	0.45	0.8	0.6	0.6	0.6	0.2	0.6
A3	0.15	0.2	0	0.2	0.55	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
A4	0.35	0	0.4	0	0.55	0.4	0.4	0.4	0	0.4
A5	0	0	0.2	0.2	0	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2
A6	0.4	0.4	0.8	0.6	0.6	0	0.55	0.8	0.2	0.25
A7	0.4	0.25	0.65	0.25	0.6	0.25	0	0.45	0.25	0.25
A8	0.4	0	0.45	0.45	0.6	0	0.2	0	0.2	0
A9	0.6	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	0.55	0.8	0	0.65
A10	0.4	0.15	0.8	0.6	0.6	0	0.55	0.55	0.2	0

Data hasil agregasi IP pada Tabel 2 digunakan untuk menghitung Leaving Flow ( $\Phi^+$ ), Entering Flow ( $\Phi^-$ ), dan Net Flow ( $\Phi$ ) untuk tiap alternatif. Contoh keluaran hitung manual dengan hasil akhir pemeringkatan adalah:

$$\Phi^+(A9) = \frac{5.4}{9} = 0.600; \Phi^-(A9) = \frac{1.65}{9} = 0.183; \Phi(A9) = 0.600 - 0.183 = 0.417$$

$$\Phi^+(A2) = \frac{5.1}{9} = 0.566; \Phi^-(A2) = \frac{1.6}{9} = 0.177; \Phi(A2) = 0.566 - 0.177 = 0.389$$

$$\Phi^+(A6) = \frac{4.6}{9} = 0.511; \Phi^-(A6) = \frac{2.45}{9} = 0.272; \Phi(A6) = 0.511 - 0.272 = 0.239$$

$$\Phi^+(A10) = \frac{3.85}{9} = 0.427; \Phi^-(A10) = \frac{2.95}{9} = 0.327; \Phi(A10) = 0.427 - 0.327 = 0.100$$

Hasil akhir pemeringkatan sampel 10 alternatif ditunjukkan pada Tabel 3, yang memuat nilai  $\Phi^+$ ,  $\Phi^-$ , dan  $\Phi$  beserta urutan peringkat. Berdasarkan nilai *Net Flow* ( $\Phi$ ), alternatif dengan nilai tertinggi berada pada peringkat teratas, sedangkan nilai negatif menunjukkan posisi relatif yang lebih rendah dalam

pemeringkatan sampel. Pada keluaran ini, Monk's Coffee Roasters (A9) memperoleh  $\Phi$  tertinggi (0.417), diikuti The Stepping Stone (A2) (0.389) dan Kito Art Café (A6) (0.239), sehingga urutan rekomendasi teratas pada sampel terbentuk secara kuantitatif melalui nilai  $\Phi$ .

**Tabel 4. Hasil Akhir Netflow**

Alternatif	Nama Kafe	Koordinat	$\Phi^+$	$\Phi^-$	$\Phi$	Peringkat
A9	Monk's Coffee Roasters	3.54303195, 98.66095647	0.600	0.183	0.417	1
A2	The Stepping Stone	3.54097595, 98.66293057	0.566	0.177	0.389	2
A6	Kito Art Café	3.53951961, 98.65889653	0.511	0.272	0.239	3
A10	Coffeenatics	3.5374636, 98.65855321	0.427	0.327	0.100	4
A1	Dominico Coffee	3.53806327, 98.66507634	0.382	0.366	0.016	5
A4	D'loy Cafe & Resto	3.53592159, 98.66318807	0.322	0.372	-0.050	6
A7	LOCANA Coffee	3.52658381, 98.66730794	0.372	0.450	-0.078	7
A8	Junction Café	3.52272873, 98.66567716	0.255	0.533	-0.278	8
A3	Teraseduh	3.52495611, 98.67108449	0.233	0.572	-0.338	9
A5	Progress Coffee & Roastery	3.52709782, 98.67477521	0.200	0.627	-0.427	10

Hasil pengujian black-box pada Tabel 4 menunjukkan bahwa keluaran sistem sesuai dengan respons fungsional yang diharapkan pada level antarmuka, meliputi autentikasi, pengelolaan data, eksekusi perhitungan, dan penayangan keluaran rekomendasi. Pengujian ini memverifikasi bahwa setiap interaksi antara pengguna dan sistem, mulai dari input kredensial hingga manipulasi parameter keputusan, diproses secara akurat oleh logika backend. Evaluasi ini juga menegaskan stabilitas sistem dalam menangani berbagai skenario, termasuk validasi data yang tidak sesuai dan eksekusi algoritma kompleks PROMETHEE II yang terintegrasi dengan basis data spasial, di mana seluruh skenario uji menghasilkan status valid tanpa adanya kegagalan fungsi yang kritis.

### 3.2. Uji Sensitivitas

Untuk menguji sensitivitas sistem terhadap perubahan bobot kriteria, dilakukan perubahan bobot pada dua kriteria utama, yaitu Jarak dan Suasana. Perubahan bobot ini bertujuan untuk melihat bagaimana perubahan kecil pada bobot kriteria dapat mempengaruhi Net Flow ( $\Phi$ ) dan peringkat alternatif yang dihasilkan. Pada uji sensitivitas ini, bobot Jarak yang awalnya 0.25 diuji dengan dua perubahan nilai, yakni 0.30 dan 0.20, untuk melihat dampaknya terhadap peringkat alternatif. Begitu juga dengan kriteria Suasana, yang bobot awalnya 0.20

juga diuji dengan dua perubahan nilai, yaitu 0.25 dan 0.15. Perubahan ini kemudian dihitung kembali untuk menghasilkan nilai Net Flow ( $\Phi$ ) yang baru bagi setiap alternatif.

**Tabel 5.** Tabel Perubahan bobot dan Nilai Net Flow ( $\Phi$ )

Alternatif	Bobot Jarak (0.25)	Bobot Jarak (0.30)	Bobot Jarak (0.20)	Bobot Suasana (0.20)	Bobot Suasana (0.25)	Bobot Suasana (0.15)
A9 (Monk's)	0.417	0.423	0.408	0.417	0.426	0.409
A2 (The Stepping Stone)	0.389	0.395	0.375	0.389	0.398	0.379
A6 (Kito Art Café)	0.239	0.240	0.235	0.239	0.244	0.230
A10 (Coffeenatics)	0.100	0.102	0.095	0.100	0.105	0.098
A1 (Dominico Coffee)	0.300	0.305	0.295	0.300	0.305	0.290

### 3.3. Analisis Hasil Uji Sensitivitas

Dari hasil uji sensitivitas, terlihat bahwa perubahan bobot pada kriteria Jarak dan Suasana memberikan dampak terhadap perubahan Net Flow ( $\Phi$ ) dan peringkat alternatif. Misalnya, dengan menaikkan bobot Jarak dari 0.25 menjadi 0.30, peringkat Monk's Coffee Roasters (A9) sedikit naik, dari 0.417 menjadi 0.423. Begitu juga dengan perubahan pada bobot Suasana, di mana perubahan bobot dari 0.20 menjadi 0.25 meningkatkan nilai Net Flow ( $\Phi$ ) dari 0.417 menjadi 0.426.

Perubahan tidak selalu menghasilkan perubahan besar dalam peringkat alternatif. Sebagai contoh, alternatif Coffeenatics (A10) tetap memiliki peringkat rendah, meskipun perubahan bobot Jarak dan Suasana mengubah nilai Net Flow ( $\Phi$ ) secara signifikan. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada perubahan dalam bobot, posisi relatif alternatif tetap dapat stabil dalam sistem, yang mengindikasikan bahwa sistem ini memiliki tingkat ketahanan terhadap perubahan bobot tertentu.

**Tabel 6.** Black Box Testing

No	Fungsi yang Diuji	Skenario Uji	Keluaran yang Diharapkan	Keluaran Aktual	Status
1	Login	Username dan password valid	Pengguna diarahkan ke dashboard	Dashboard ditampilkan	Berhasil
2	Login	Username atau password tidak valid	Pesan kesalahan ditampilkan	Pesan kesalahan ditampilkan	Berhasil
3	Input Data Kafe	Menambahkan data kafe baru	Data tersimpan di basis data	Data berhasil disimpan	Berhasil
4	Input Data Kafe	Mengubah data kafe	Data yang diperbarui tersimpan	Data berhasil diperbarui	Berhasil
5	Input Data Kafe	Menghapus data kafe	Data dihapus dari basis data	Data berhasil dihapus	Berhasil
6	Manajemen	Memperbarui bobot	Bobot baru	Bobot berhasil	Berhasil

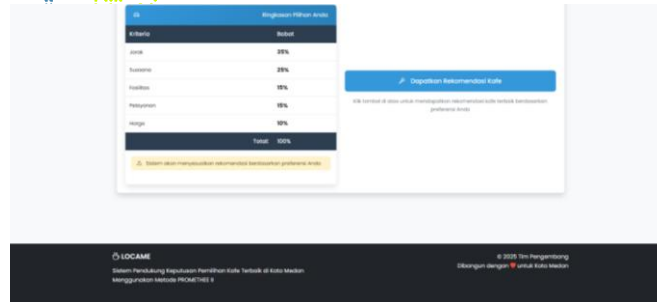
No	Fungsi yang Diuji	Skenario Uji	Keluaran yang Diharapkan	Keluaran Aktual	Status
	Kriteria	kriteria	diterapkan	diperbarui	
7	Perhitungan PROMETHEE II	Menjalankan proses pemeringkatan	Nilai peringkat dihasilkan	Peringkat dihasilkan dengan benar	Berhasil
8	Keluaran Rekomendasi	Menampilkan daftar kafe terperingkat	Daftar peringkat ditampilkan	Daftar peringkat ditampilkan	Berhasil
9	Visualisasi SIG	Memuat peta lokasi kafe	Peta dan penanda lokasi ditampilkan	Peta berhasil dimuat	Berhasil
10	Ekspor Laporan	Mengekspor hasil pemeringkatan	Berkas berhasil diunduh	Berkas berhasil diunduh	Berhasil

Validasi fungsionalitas sistem diperdalam melalui penerapan skenario uji yang mendokumentasikan pola interaksi antara masukan pengguna (user input) dan reaksi sistem (system response). Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa logika pemrograman mampu menangani berbagai kondisi, termasuk verifikasi data valid maupun penanganan kesalahan saat input tidak sesuai. Sebagai contoh representasi dari mekanisme pengujian terperinci tersebut, Tabel 5 menampilkan skenario uji pada modul autentikasi yang menjadi gerbang keamanan utama sistem sebelum pengguna dapat mengakses fitur pengelolaan data maupun perhitungan.

**Tabel 7. Skenario Utama - Login**

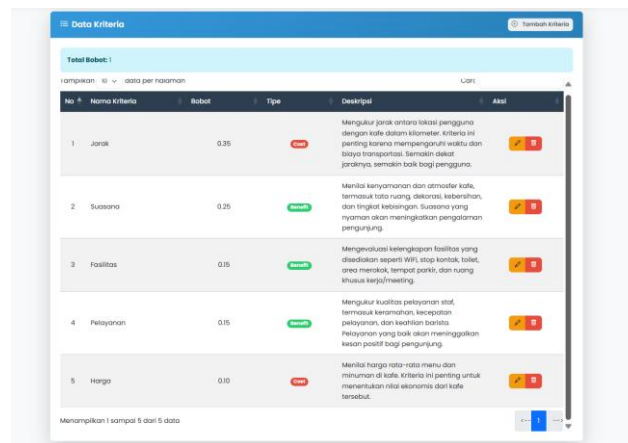
Aksi - Aktor	Reaksi - Sistem
Aktor membuka halaman aplikasi.	Sistem menampilkan form login.
Aktor memasukkan username dan password.	Sistem melakukan verifikasi data login di database.
Aktor menekan tombol "Login".	Sistem memeriksa kecocokan data dan menampilkan dashboard sesuai peran (Admin/Pengunjung).
Jika data tidak sesuai.	Sistem menampilkan pesan kesalahan "Username atau Password salah".

Hasil sistem yang diimplementasikan menghasilkan antarmuka input-proses-output yang merepresentasikan fungsi utama sistem pendukung keputusan berbasis web terintegrasi Sistem Informasi Geografis. Pada sisi input, sistem menyediakan halaman autentikasi yang mencakup masuk akun, pemulihan kata sandi, dan pendaftaran pengguna untuk mengatur akses ke fungsi administrasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



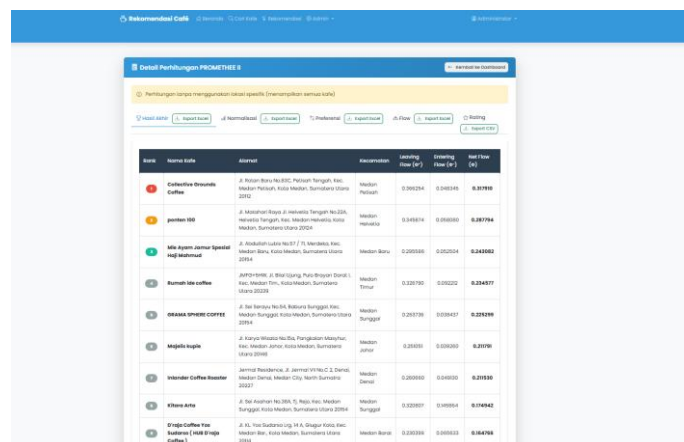
Gambar 2. Dashboard

Pada sisi pengelolaan data dan parameter, sistem menampilkan halaman pengaturan kriteria dan bobot penilaian serta manajemen data kafe sebagai dasar komputasi, yang ditunjukkan pada Gambar 3.



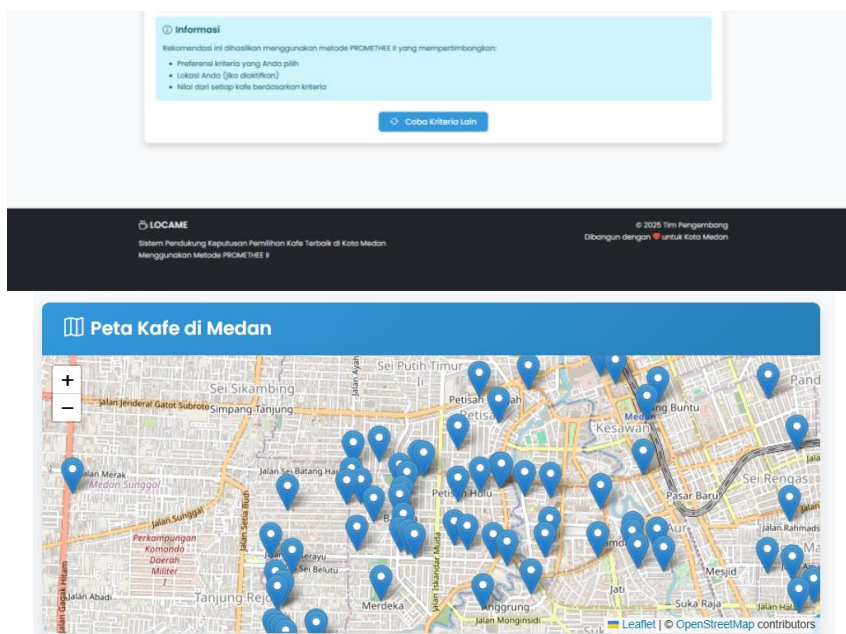
Gambar 3. Kriteria

Pada sisi proses, sistem menampilkan hasil transformasi nilai dan pemrosesan perhitungan PROMETHEE II secara terstruktur hingga diperoleh nilai preferensi dan arus preferensi, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Detail Perhitungan Metode Promethee II (Halaman Hasil Akhir)

Pada sisi output, sistem menyajikan daftar peringkat kafe berdasarkan nilai net flow, fitur pencarian kafe, tampilan detail informasi kafe, dan visualisasi lokasi kafe pada peta digital yang menunjukkan konteks spasial dari hasil rekomendasi, sebagaimana ditunjukkan Gambar 5.



**Gambar 5.** Hasil Rekomendasi Kafe dan Peta Persebaran

### 3.4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PROMETHEE II mampu membentuk struktur keputusan yang bersifat deterministik dan terstruktur ketika dihadapkan pada alternatif kafe dengan karakteristik yang beragam. Hal ini secara konseptual terjadi karena pendekatan outranking pada PROMETHEE II mengandalkan agregasi nilai sekaligus mengevaluasi dominasi relatif antar alternatif melalui keseimbangan antara leaving flow dan entering flow. Dengan demikian, nilai net flow yang terbentuk merepresentasikan kekuatan preferensi global suatu kafe terhadap keseluruhan alternatif lainnya. Temuan ini mengartikan bahwa keputusan yang dihasilkan bukan bersifat heuristik, melainkan merupakan konsekuensi langsung dari relasi preferensi multikriteria yang terstruktur, sebagaimana dijelaskan dalam teori multi-criteria decision making oleh [17][18].

Karakter hasil yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh penggunaan fungsi preferensi Usual Criterion, yang mengubah perbandingan kriteria menjadi relasi biner unggul atau tidak unggul. Pendekatan ini menyebabkan peringkat lebih ditentukan oleh konsistensi keunggulan suatu kafe pada beberapa kriteria penting dibandingkan oleh selisih nilai yang ekstrem pada satu kriteria tertentu. Dalam perspektif Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System*), pola ini memperkuat aspek decision transparency karena jalur dari input hingga keluaran dapat ditelusuri secara logis dan mudah dipahami [19][20]. Integrasi dengan

Sistem Informasi Geografis semakin memperkaya makna hasil karena rekomendasi tidak berdiri sebagai ranking abstrak, tetapi, dikaitkan langsung dengan konteks spasial, sehingga mendukung teori Sistem Informasi Geografis yang menempatkan lokasi sebagai komponen kunci dalam pengambilan keputusan berbasis ruang [25].

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu oleh [9] dan [10], hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan pada tingkat kejelasan dan kegunaan keputusan. Berbeda dari pendekatan yang menghasilkan partial ranking atau keluaran non-spasial, hasil penelitian ini menyajikan complete ranking yang tidak menyisakan alternatif yang tidak dapat dibandingkan, sekaligus menghadirkan konteks geografis yang memperkuat interpretasi keputusan. Perbedaan ini bermakna secara praktis, karena pengguna memperoleh informasi mengenai alternatif terbaik secara numerik sekaligus memahami kelayakan lokasi alternatif tersebut dalam konteks distribusi ruang, yang tidak dicapai pada penelitian sebelumnya.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini perlu mempertimbangkan beberapa keterbatasan seperti skala penilaian diskrit yang digunakan berpotensi menyederhanakan variasi persepsi kualitas antar kafe, sementara fungsi preferensi biner dapat menyebabkan sensitivitas terhadap perbedaan nilai yang relatif kecil. Struktur bobot yang bersifat tetap merefleksikan kerangka kepentingan normatif yang tidak sepenuhnya merepresentasikan preferensi individual setiap pengguna. Di luar keterbatasan tersebut, penelitian ini tetap bermanfaat karena PROMETHEE II dapat dioperasionalkan sebagai mekanisme pemeringkatan yang deterministik dan dapat diaudit, sistem ini secara praktis berpotensi mengurangi ketidakpastian dan biaya pencarian dalam pemilihan kafe, dan integrasi Sistem Informasi Geografis secara konseptual menjadikan hasil analisis lebih mudah dipahami dan relevan untuk pengambilan keputusan berbasis lokasi di lingkungan perkotaan.

#### 4. SIMPULAN

Sistem Pendukung Keputusan berbasis web yang mengintegrasikan metode PROMETHEE II dan Sistem Informasi Geografis mampu menghasilkan pemeringkatan lokasi kafe yang jelas dan dapat diandalkan berdasarkan kriteria multikriteria yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai net flow dapat digunakan secara efektif untuk mengurutkan alternatif tanpa menyisakan ketidakpastian peringkat, sementara hasil pengujian black box membuktikan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan fungsi preferensi selain Usual Criterion, menerapkan skema pembobotan yang lebih adaptif terhadap preferensi pengguna, dan melakukan evaluasi sistem dari aspek usability dan robustness agar sistem pendukung keputusan yang dikembangkan dapat memberikan dukungan keputusan yang lebih komprehensif dan kontekstual.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] N. Iman, A. M. Muhar, and A. I. S. Mail, "Analisis Daya Saing Industri Coffee Shop di Kota Medan," *JAMEK (Jurnal Akuntansi Manajemen dan kewirausahaan)*, vol. 2, no. 1, pp. 54–64, 2022, doi: 10.47065/jamek.v2i1.206.
- [2] M. M. Sihombing, M. H. Arifin, and M. Maryono, "Pengaruh Varian Menu, Harga, dan Suasana Cafe, Terhadap Kepuasan Konsumen Cafe Miltie Garden Mulawarman Banjarmasin," *Smart Business Journal*, vol. 1, no. 1, p. 26, 2022, doi: 10.20527/sbj.v1i1.12787.
- [3] D. Asdaningsih, S. Lutfi, A. Mubarak, and M. Salmin, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Kafe Di Kota Ternate Berbasis Web," *JATI (Jurnal Jaringan dan Teknologi Informasi)*, vol. 1, no. 2, pp. 52–59, 2023, doi: 10.33387/jati.v1i2.48.
- [4] D. Andriyani *et al.*, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PROMOSI PADA TOKO TANI INDONESIA KOTA TIDORE KEPULAUAN BERBASIS WEB," *JURASIK (Jurnal Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 8–16, 2025.
- [5] R. Efendi, D. Andreswari, and N. Faizah, "Penerapan Metode Promethee II Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Hama dan Penyakit Tanaman Kopi (Studi Kasus : Kopi Robusta)," *Rekursif: Jurnal Informatika*, vol. 10, no. 1, pp. 71–80, 2022, doi: 10.33369/rekursif.v10i1.18887.
- [6] N. Nursobah and R. Andrea, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Strategis Dalam Membangun Bisnis Usaha Menggunakan Metode Promethee II," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 6, no. 2, p. 1064, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i2.3997.
- [7] S. Afrioza, R. Hidayat, E. Nurlaela, and Sunandar, "Strategi Pemasaran Digital dan Pengambilan Keputusan Bisnis: Perspektif Gen Z di Paya Jaras Selangor," *KOMATIKA*, no. 2, pp. 108–117, 2025.
- [8] Z. A. Gani, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI KOTAK SARAN PADA STMIK TIDORE MANDIRI BERBASIS WEBSITE," *JURASIK (Jurnal Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 9–14, 2022.
- [9] H. H. Wulakada and N. A. H. N. Mari, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN LOKASI TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH SEMENTARA (TPSS) MENGGUNAKAN METODE PROMETHEE DI KOTA KUPANG," *Jurnal Geografi*, vol. 17, no. 2, pp. 31–44, 2021, doi: 10.35508/jgeo.v17i2.5850.
- [10] I. F. Afif, G. W. Fajarianto, and A. Andrianto, "Implementasi Metode Promethee Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pengajar," *INFORMAL: Informatics Journal*, vol. 7, no. 2, p. 85, 2022, doi: 10.19184/isj.v7i2.31727.
- [11] I. Zufria *et al.*, "Literasi Digital: Pemanfaatan dan Penggunaan E-Library Menggunakan Software SLiMS" di Desa Denai Lama, Pantai Labu-Deli Serdang," 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.unity-academy.sch.id/index.php/japamas1>
- [12] I. Zufria, A. H. Lubis, and S. S. Febiyaula, "ANALISIS SENTIMEN KEPERCAYAAN MASYARAKAT TERHADAP KEPOLISIAN REPUBLIK INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA SVM," 2024. [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [13] A. P. Vavatsikos, K. F. Sotiropoulou, and V. Tzingizis, "GIS-assisted suitability analysis combining PROMETHEE II, analytic hierarchy process and inverse distance weighting," *Operational Research*, vol. 22, no. 5, pp. 5983–6006, 2022, doi: 10.1007/s12351-022-00706-0.
- [14] K. F. Sotiropoulou and A. P. Vavatsikos, "A Decision-Making Framework for Spatial Multicriteria Suitability Analysis using PROMETHEE II and k Nearest Neighbor Machine Learning Models," *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, vol. 7,

- no. 2, p. 20, 2023, doi: 10.1007/s41651-023-00151-3.
- [15] A. Al Khairi, S. N. Auliani, R. C. Prihandari, and S. A. Rahmadhani, "Implementation of the Promethee Method for Determining Underprivileged and Outstanding Scholarship Recipients," *SENTIMAS: Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 31–37, 2022, [Online]. Available: <https://journal.irpi.or.id/index.php/sentimas/article/view/204>
- [16] M. L. Hutahaean, E. Hadinata, and Y. Faradillah, "Aplikasi Computer Based Test (CBT) Berbasis Website Menggunakan Metode RAD Pada SMA Negeri 21 Medan," *Jatilima : Jurnal Multimedia Dan Teknologi Informasi*, vol. 07, no. 01, pp. 1–10, 2025, doi: <https://doi.org/10.54209/jatilima.v7i01.1085>.
- [17] A. A. Suhendra, G. Agung, A. Putri, G. Made, and A. Sasmita, "Evaluasi Usability User Interface Website Menggunakan Metode Usability Testing Berbasis ISO 9241-11 (Studi Kasus PT.X)," 2021.
- [18] Z. Manzis, R. Kurniawan, and Y. A. Wijaya, "Penerapan X-Means Clustering Terhadap Hasil Kuesioner Website Virtual Tour Stmik Ikmi Cirebon System Usability Scale (Sus)," 2024.
- [19] T. Tukino, "Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Pencarian Lokasi Cafe Berbasis Framework Codeigniter Di Kota Batam," *Jurnal Desain Dan Analisis Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 22–31, 2024, doi: 10.58520/jddat.v3i1.43.
- [20] D. P. Andika, K. Immanuella, and S. R. C. N, "PENGUJIAN BLACK BOX PADA SHOPEE.CO.ID MENGGUNAKAN TEKNIK BOUNDARY," *JIK: Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 9, no. 02, pp. 44–49, 2024, doi: 10.47007/komp.v9i02.8890.
- [21] N. Türegün, "Financial performance evaluation by multi-criteria decision-making techniques," *Heliyon*, vol. 8, no. 5, p. e09361, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09361>.
- [22] D. Maček, I. Magdalenić, and N. B. Redep, "A systematic literature review on the application of multicriteria decision making methods for information security risk assessment," *International Journal of Safety and Security Engineering*, vol. 10, no. 2, pp. 161–174, 2020, doi: 10.18280/ijssse.100202.
- [23] M. Cebesoy, C. Tuncer Şakar, and B. Yet, "Multicriteria decision support under uncertainty: combining outranking methods with Bayesian networks," *Ann. Oper. Res.*, vol. 355, no. 3, pp. 2971–2998, 2025, doi: 10.1007/s10479-024-06064-8.
- [24] X. Liu and Y. Liu, "Sensitivity analysis of the parameters for preference functions and rank reversal analysis in the PROMETHEE II method," *Omega (Westport)*, vol. 128, p. 103116, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2024.103116>.
- [25] J. Vinueza-Martinez, M. Correa-Peralta, R. Ramirez-Anormaliza, O. Franco Arias, and D. Vera Paredes, "Geographic Information Systems (GISs) Based on WebGIS Architecture: Bibliometric Analysis of the Current Status and Research Trends," *Sustainability*, vol. 16, no. 15, 2024, doi: 10.3390/su16156439.