

Sistem Pendukung Keputusan Prioritas Pengembangan Objek Wisata di Bahorok Menggunakan SMART dan CoCoSo Berbasis Web

Muhammad Aqil^{1*}, Ali Ikhwan²

^{1,2} Program Studi Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

ABSTRAK

Kecamatan Bahorok, Kabupaten Langkat memiliki potensi wisata alam yang besar, namun pengembangan objek wisatanya belum optimal akibat keterbatasan anggaran dan belum adanya metode penilaian yang sistematis. Penelitian ini bertujuan membangun Sistem Pendukung Keputusan berbasis web untuk menentukan prioritas pengembangan objek wisata di kawasan Bahorok dengan mengombinasikan metode SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique) dan CoCoSo (Combined Compromise Solution). Kombinasi dilakukan dengan menggunakan nilai utilitas terbobot SMART sebagai komponen weighted sum (S_i) pada CoCoSo, yang kemudian dilengkapi komponen weighted power (P_i) dan diagregasikan melalui tiga strategi kompromi (k_1 , k_2 , k_3) menjadi skor akhir K_i . Data yang digunakan mencakup 15 alternatif objek wisata dengan tiga kriteria, yaitu Fasilitas (bobot 0,40), Tiket Masuk (bobot 0,25), dan Jalan/Akses (bobot 0,35). Hasil perhitungan menunjukkan Ekowisata Tangkahan menempati peringkat pertama pada kedua metode, dengan nilai $V_i = 0,8250$ (SMART) dan $K_i = 3,1853$ (CoCoSo), diikuti Goa Batu Rizal pada peringkat kedua. Peringkat ketiga berbeda antar-metode, yaitu Arung Jeram Sungai Bahorok pada SMART dan Batu Katak pada CoCoSo. Sistem dikembangkan dengan metode Research and Development (R&D) menggunakan model Waterfall pada tahap pengembangan perangkat lunak, dan mengotomatisasi perhitungan kedua metode untuk menghasilkan rekomendasi urutan prioritas pengembangan objek wisata bagi DPC HPI Kabupaten Langkat.

ABSTRACT

Bahorok District, Langkat Regency, has substantial natural tourism potential, yet the development of its tourist attractions remains suboptimal due to limited budgets and the absence of a systematic assessment method. This study aims to build a web-based Decision Support System (DSS) for determining development priorities among tourist attractions in the Bahorok area by combining the SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) and CoCoSo (Combined Compromise Solution) methods. The two methods are combined by using the weighted utility values from SMART as the weighted sum (S_i) component of CoCoSo, which is then complemented by a weighted power component (P_i) and aggregated through three compromise strategies (k_1 , k_2 , k_3) into a final score (K_i). The data comprise 15 tourist attractions assessed on three criteria: Facilities (weight 0.40), Entrance Fee (weight 0.25), and Road/Accessibility (weight 0.35). The results show that Ekowisata Tangkahan ranks first in both methods, with a utility value of $V_i = 0.8250$ (SMART) and a final score of $K_i = 3.1853$ (CoCoSo), followed by Goa Batu Rizal in second place. The third rank differs between the methods: Arung Jeram Sungai Bahorok under SMART and Batu Katak under CoCoSo. The system was developed using the Research and Development (R&D) approach, with the Waterfall model applied at the software development stage. It automates the calculations of both methods to produce a priority ranking of tourist attraction development for the Langkat Branch of the Indonesian Tour Guides Association (DPC HPI Kabupaten Langkat).

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan; SMART; CoCoSo; Objek Wisata; Prioritas Pembangunan

Email: * mhdaqil2024@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.30829/jistech.v11i2.31952>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi mempercepat pengolahan data dan mendukung pengambilan keputusan melalui Sistem Pendukung Keputusan (SPK) [1]. Teknologi tidak hanya digunakan untuk mempercepat proses pengolahan data, tetapi juga berperan penting dalam mendukung pemecahan masalah dengan sistem pendukung keputusan (Decision Support System) [2]. Salah satu sektor yang turut terdampak positif oleh kemajuan teknologi adalah sektor pariwisata, yang kini mulai memanfaatkan teknologi dalam promosi destinasi, manajemen pengunjung, hingga perencanaan dan pengembangan objek wisata yang lebih strategis dan berbasis data [3].

Kawasan Bahorok di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, memiliki beragam objek wisata alam. Bukit Lawang dikenal dengan pengamatan orangutan sumatera di kawasan Taman Nasional Gunung Leuser, sedangkan Tangkahan, yang secara administratif berada di Kecamatan Batang Serangan, berkembang sebagai ekowisata [4]. Daya tarik wisata mencakup keunikan, keindahan, dan nilai kekayaan alam, budaya, maupun buatan manusia yang menjadi tujuan kunjungan wisatawan [5]. Pengelolaan yang terencana diperlukan agar pariwisata memberi manfaat dan dampaknya terkelola [6].

Namun, kesiapan objek wisata di kawasan ini tidak merata. Pada data penelitian ini, 12 dari 15 objek wisata memiliki akses jalan yang hanya dapat dilalui kendaraan roda dua atau berkondisi kurang layak ($\text{skor} \leq 3$), dan 7 dari 15 memiliki fasilitas paling banyak berupa parkir seadanya ($\text{skor} \leq 2$) (Tabel 2). Penyediaan fasilitas dasar juga masih menjadi kebutuhan, misalnya rancangan toilet, papan informasi, dan rambu untuk ekowisata Batu Katak [7]. Dengan anggaran yang terbatas, pemangku kepentingan perlu menentukan objek wisata yang dikembangkan lebih dahulu, tetapi penilaian prioritas yang terstruktur belum tersedia.

Penelitian SPK pariwisata sebelumnya banyak menerapkan metode MCDM untuk pemilihan atau rekomendasi destinasi, misalnya Fuzzy AHP di Kupang [8], Profile Matching di Lombok [9], SMART di Magelang [10], Timor Tengah Utara, dan Sumatera Utara. Penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada pemilihan atau rekomendasi bagi wisatawan, bukan pada penentuan prioritas pengembangan dari sisi pengelola. Penelitian sendiri menyarankan perbandingan SMART dengan teknik lain serta penambahan kriteria aksesibilitas. CoCoSo di bidang pariwisata baru ditemukan pada pemilihan hotel bagi wisatawan. Berdasarkan penelusuran literatur yang kami lakukan, belum ditemukan penelitian yang mengombinasikan SMART dan CoCoSo untuk menentukan prioritas pengembangan objek wisata.

SMART dipilih karena sederhana, transparan, dan mudah dijelaskan kepada pemangku kepentingan non-teknis melalui fungsi utilitas dan bobot kriteria [10], [11]. CoCoSo (*Combined Compromise Solution*) menambahkan perhitungan perkalian terbobot (*weighted power*) serta tiga strategi agregasi kompromi untuk menyusun peringkat [12], dan telah diterapkan pada seleksi lokasi dan evaluasi multikriteria [13], [14]. Penelitian ini menggunakan nilai utilitas terbobot SMART sebagai komponen *weighted sum* (Si) pada CoCoSo, sehingga hasil SMART yang transparan dilengkapi komponen yang sensitif terhadap nilai rendah pada satu kriteria [15]. Manfaat integrasi diuji melalui korelasi peringkat antara SMART dan CoCoSo serta analisis sensitivitas terhadap perubahan bobot (Bab Hasil dan Pembahasan).

Dalam penelitian ini, prioritas pengembangan diartikan sebagai urutan kesiapan objek wisata untuk dikembangkan lebih dahulu, berdasarkan kondisi fasilitas, tiket masuk, dan akses jalan saat ini. Kriteria fasilitas dan aksesibilitas lazim dipakai dalam diagnosis prioritas pengembangan destinasi melalui kerangka empat pilar (atraksi, aksesibilitas, amenitas, layanan pendukung) [16]. Penelitian ini mengasumsikan bahwa dengan anggaran terbatas, objek yang telah memiliki fasilitas dan akses lebih baik lebih siap menerima investasi tambahan. Konsekuensinya, objek yang masih tertinggal tidak otomatis diprioritaskan. Studi justru menempatkan penguatan amenitas sebagai prioritas paling mendesak pada destinasi berkembang, sehingga pendekatan kesiapan ini dibahas sebagai keterbatasan penelitian.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti mengangkat judul “Implementasi Metode COCOSO dan SMART dalam Penentuan Prioritas Pengembangan Objek Wisata di Kecamatan Bahorok” sebagai tema tugas akhir. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam membantu pihak terkait, khususnya pemerintah daerah, dalam merumuskan kebijakan pengembangan wisata yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, potensi pariwisata Bahorok dapat dimaksimalkan dan memberikan dampak positif bagi pembangunan ekonomi masyarakat setempat.

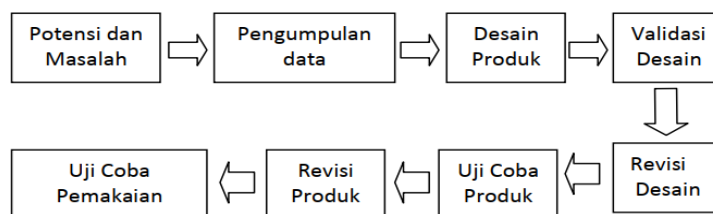
Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) untuk menghasilkan produk berupa Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis web yang menentukan prioritas pengembangan objek wisata di kawasan Bahorok. R&D berfungsi sebagai kerangka penelitian secara keseluruhan, mulai dari identifikasi potensi dan masalah hingga pengujian produk di lingkungan nyata. Pada tahap perancangan sampai pengujian, pengembangan perangkat lunak mengikuti model Waterfall yang berurutan, yaitu analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Hubungan kedua kerangka tersebut disajikan pada Tabel 1 [12].

Tabel 1. Hubungan Tahapan R&D dan Model Waterfall

No	Tahapan R&D	Fase Waterfall	Keluaran
1	Identifikasi potensi dan masalah	Analisis kebutuhan	Rumusan masalah dan kebutuhan sistem
2	Pengumpulan data dan informasi	Analisis kebutuhan	Data objek wisata, kriteria, dan bobot
3	Desain produk	Perancangan	Rancangan alur perhitungan SMART–CoCoSo dan antarmuka
4	Validasi desain	Perancangan	Masukan validator terhadap rancangan
5	Perbaikan desain	Perancangan	Rancangan yang telah diperbaiki

No	Tahapan R&D	Fase Waterfall	Keluaran
6	Pembuatan produk dan uji coba awal	Implementasi dan pengujian	SPK berbasis web dan hasil uji awal
7	Revisi produk	Pengujian	Sistem hasil revisi
8	Uji coba pada lingkungan nyata (DPC HPI Kabupaten Langkat)	Pengujian dan pemeliharaan	Hasil pengujian dan sistem siap digunakan



Gambar 1. Alur Metode *Research and Development*[17]

Tahap validasi desain dilakukan oleh dosen dan pihak DPC HPI sebagai validator melalui lembar validasi dan diskusi dengan peneliti. Pengujian sistem dilakukan dengan pengujian black box, perbandingan dengan perhitungan manual, pada bulan Agustus 2026.

1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juli 2025 di DPC Himpunan Pramuwisata Indonesia (HPI) Kabupaten Langkat yang berkedudukan di Kecamatan Bahorok. Objek penelitian adalah objek wisata di kawasan Bahorok dan sekitarnya. Lokasi administratif setiap objek wisata disajikan pada Tabel 2.

2. Populasi, Alternatif, dan Informan

Populasi penelitian adalah seluruh objek wisata alam di kawasan Bahorok dan sekitarnya yang terdata pada Dinas Pariwisata oleh pengurus HPI, yberang berjumlah puluhan objek. Dari populasi tersebut dipilih 15 objek wisata sebagai alternatif dengan teknik berdasarkan kriteria inklusi.

Tabel 2. Alternatif Objek Wisata dan Lokasi Administratif

Kode	Nama objek wisata	Desa dan kecamatan
A1	Bukit Lawang	Desa Bukit Lawang, Kec. Bahorok
A2	Air Terjun Tangkahan	Desa Namo Sialang, Kec. Batang Serangan
A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	Desa Negeri Gugung, Kec. Sibolangit
A4	Goa Kampret	Desa Timbang Jaya, Kec. Bahorok
A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	Desa Bukit Lawang, Kec. Bahorok
A6	Batu Katak	Desa Batujongjong, Kec. Bahorok
A7	Landak River	Desa Sampe Raya, Kec. Bahorok
A8	Goa Batu Rizal	Desa Timbang Lawan, Kec. Bahorok
A9	Salang Pangeran	Desa Timbang Lawan, Kec. Bahorok
A10	Ekowisata Tangkahan	Desa Namusialang, Kec. Batang Serangan
A11	Goa Pintu Angin	Desa Lau Damak, Kec. Bahorok
A12	Danau Kemuning	Desa Sampe Raya, Kec. Bahorok
A13	Air Terjun Siringgana	Desa Sulkam, Kec. Kutambaru
A14	Goa Gong	Desa Imbang Jaya, Kec. Bahorok
A15	Bukit Talang	Desa Bukit Lawang, Kec. Bahorok

Informan penelitian berjumlah 2 orang, terdiri atas pimpinan pengurus DPC HPI, dan Tour Guide atau pemandu wisata, yang sudah lama ikut serta dalam setiap objek wisata Kec. Bahorok. Informan berperan dalam memberikan

informasi kondisi objek wisata.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan untuk melengkapi penelitian ini yaitu:

1. Observasi. Peneliti mengamati kondisi fasilitas dan akses jalan pada setiap objek wisata serta mencatat tarif tiket masuk pada bulan saat melakukan observasi.
2. Wawancara. Peneliti mewawancarai informan pada Bagian 3 untuk menggali masalah penentuan prioritas pengembangan, menetapkan kriteria, dan menetapkan bobot kriteria. Wawancara dilakukan pada April 2025 dengan panduan pertanyaan.
3. Studi pustaka. Peneliti menelaah jurnal terdahulu tentang SPK pariwisata, SMART, dan CoCoSo sebagai dasar pemilihan kriteria dan metode.

Data terbagi menjadi dua jenis. Data primer berupa kondisi fasilitas, akses jalan, tarif tiket masuk, serta bobot kriteria, yang diperoleh dari observasi dan wawancara. Data sekunder berupa teori dan hasil penelitian terdahulu dari buku dan jurnal.

4. Metode CoCoSo dan SMART

a. Metode CoCoSo (*Combined Compromise Solution*)

Metode COCOSO adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang mengombinasikan pendekatan dari metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk menghasilkan peringkat alternatif[13] . Tahapan perhitungan metode COCOSO adalah :

a. Normalisasi Matriks Keputusan

Rumus normalisasi untuk kriteria keuntungan (benefit):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (1)$$

Rumus normalisasi untuk kriteria biaya (cost):

$$r_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (2)$$

b. Perhitungan Nilai Terbobot

$$y_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (3)$$

c. Perhitungan Agregasi SAW dan WPM

Agregasi SAW (jumlah nilai terbobot):

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (4)$$

Agregasi WPM (Weighted Product Model):

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (5)$$

d. Perhitungan Nilai Kompromi (ki)

Nilai kompromi dihitung melalui tiga strategi penilaian relatif, kemudian digabungkan menjadi satu nilai akhir:

$$k_{ia} = \frac{(P_i + S_i)}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (6a)$$

$$k_{ib} = \frac{\frac{S_i}{\min S_i}}{\frac{P_i}{\min P_i}} \quad (6b)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda S_i + (1 - \lambda) P_i}{\lambda \max S_i + (1 - \lambda) \max P_i} \quad (6c)$$

dengan λ (lambda) bernilai antara 0 dan 1 (umumnya $\lambda = 0,5$). Nilai akhir kompromi diperoleh dari:

$$k_i = (k_{ia} \times k_{ib} \times k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (6)$$

e. Peringkat Alternatif

Alternatif dengan nilai k_i terbesar memiliki prioritas tertinggi untuk pengembangan

b. Metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*)

Metode SMART merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang menggunakan pembobotan kriteria dan skala nilai untuk menghasilkan peringkat alternatif. Tahapan perhitungan metode SMART adalah [14] :

a. Menentukan Alternatif dan Kriteria

Identifikasi objek wisata (alternatif) dan kriteria penilaian yang relevan.

b. Memberikan Bobot Kriteria

Bobot diberikan berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria, dengan total bobot = 1.

c. Normalisasi Nilai Kriteria

Nilai pada setiap alternatif dinormalisasi. Untuk kriteria benefit:

$$u_{ij} = \frac{c_{ij} - c_{min}}{c_{max} - c_{min}} \times 100 \quad (1)$$

Untuk kriteria cost:

$$u_{ij} = \frac{c_{max} - c_{ij}}{c_{max} - c_{min}} \times 100 \quad (2)$$

d. Menghitung Nilai Akhir Alternatif

Rumus perhitungan:

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j u_{ij} \quad (3)$$

e. Menentukan Peringkat

Alternatif dengan nilai V_i tertinggi dipilih sebagai prioritas utama pengembangan objek wisata.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di DPC HPI (Himpunan Pramuwisata Indonesia) Kabupaten Langkat yang berlokasi di Kecamatan Bahorok, Kabupaten Langkat. Data yang digunakan merupakan data objek wisata di kawasan Bahorok dan sekitarnya dengan penilaian berdasarkan tiga kriteria utama, yaitu Fasilitas (C1), Tiket Masuk (C2), dan Jalan/Akses (C3).

1. Data Kriteria dan Bobot

Kriteria penilaian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga kriteria dengan jenis benefit. Bobot setiap kriteria ditentukan berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan pihak DPC HPI Kabupaten Langkat. Rincian kriteria dan bobotnya disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 3. Kriteria dan Bobot Penilaian

No	Kode	Nama Kriteria	Bobot	Jenis
1	C1	Fasilitas	0,40	Benefit
2	C2	Tiket Masuk	0,25	Benefit
3	C3	Jalan/Akses	0,35	Benefit

Sumber: DPC HPI Kabupaten Langkat, 2025

2. Data Alternatif Objek Wisata

Sampel data alternatif yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 15 alternatif objek wisata. Setiap alternatif dinilai berdasarkan tiga kriteria yang telah ditetapkan. Berikut data alternatif dilampirkan pada tabel 2 berikut :

Tabel 4. Matriks Keputusan Awal

No	Kode	Nama Objek Wisata	C1	C2	C3
1	A1	Bukit Lawang	5	3	3
2	A2	Air Terjun Tangkahan	4	2	3
3	A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	3	4	2

4	A4	Goa Kampret	2	5	3
5	A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	4	3	5
6	A6	Batu Katak	4	4	4
7	A7	Landak River	3	5	3
8	A8	Gua Batu Rizal	3	5	5
9	A9	Salang Pangeran	2	5	2
10	A10	Ekowisata Tangkahan	5	5	3
11	A11	Gua Pintu Angin	2	5	3
12	A12	Danau Kemuning	2	5	3
13	A13	Air Terjun Saringgana	1	5	1
14	A14	Gua Gong	2	5	3
15	A15	Bukit Talang	2	5	3

Sumber: Data Primer, 2025

Sub kriteria penilaian untuk masing-masing kriteria adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Sub Kriteria C1 (Fasilitas)

No	Keterangan	Skor
1	Tidak Ada Fasilitas	1
2	Kurang (hanya parkir seadanya)	2
3	Cukup (toilet, parkir)	3
4	Lengkap (toilet, parkir, warung)	4
5	Sangat Lengkap (toilet, mushola, parkir, gazebo, warung)	5

Tabel 6. Sub Kriteria C2 (Tiket Masuk)

No	Keterangan	Skor
1	> Rp50.000	1
2	Rp36.000 – Rp50.000	2
3	Rp21.000 – Rp35.000	3
4	Rp10.000 – Rp20.000	4
5	< Rp10.000	5

Tabel 7. Sub Kriteria C3 (Jalan/Akses)

No	Keterangan	Skor
1	Tidak Ada Akses Jalan Layak	1
2	Jalan Sempit, Rusak, Roda 2 Saja	2
3	Jalan Batu/Bertanah, Hanya Roda 2	3
4	Aspal Sebagian Rusak, Bisa Roda 4	4
5	Aspal Mulus, Mudah Dijangkau Kendaraan Roda 4	5

3. Penerapan Metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*)

Metode SMART digunakan untuk menghitung nilai utilitas setiap alternatif berdasarkan bobot kriteria yang telah ditetapkan. Tahapan perhitungan SMART adalah sebagai berikut.

1. Normalisasi Matriks Keputusan

Normalisasi nilai dilakukan menggunakan rumus utility function untuk kriteria benefit sebagai berikut:

$$U_i(a_i) = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Keterangan:

$U_i(a_i)$ = Nilai utilitas alternatif ke-i

X_i = Nilai alternatif ke-i pada kriteria tertentu

$X_{\min}$ = Nilai minimum pada kriteria tersebut

$X_{\max}$ = Nilai maksimum pada kriteria tersebut

Nilai maksimum dan minimum setiap kriteria berdasarkan matriks keputusan adalah:

C1 (Fasilitas): $X_{\max} = 5$, $X_{\min} = 1$; C2 (Tiket): $X_{\max} = 5$, $X_{\min} = 2$; C3 (Jalan/Akses): $X_{\max} = 5$, $X_{\min} = 1$.

Perhitungan normalisasi untuk Bukit Lawang (A1):

$$U_{C1}(A_1) = \frac{5-1}{5-1} = \frac{4}{4} = 1.0000$$

$$U_{C2}(A_1) = \frac{3-2}{5-2} = \frac{1}{3} = 0.3333$$

$$U_{C3}(A_1) = \frac{3-1}{5-1} = \frac{2}{4} = 0.5000$$

Normalisasi untuk Air Terjun Tangkahan (A2) pada C2 bernilai minimum (2), sehingga nilai normalisasinya 0 :

$$U_{C1}(A_2) = \frac{4-1}{5-1} = \frac{3}{4} = 0.7500$$

$$U_{C2}(A_2) = \frac{2-2}{5-2} = \frac{0}{3} = 0.0000$$

$$U_{C3}(A_2) = \frac{3-1}{5-1} = \frac{2}{4} = 0.5000$$

Seluruh hasil normalisasi matriks keputusan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 8. Matriks Normalisasi SMART (ui)

No	Kode	Nama Objek Wisata	C1	C2	C3
1	A1	Bukit Lawang	1,0000	0,3333	0,5000
2	A2	Air Terjun Tangkahan	0,7500	0,0000	0,5000
3	A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	0,5000	0,6667	0,2500
4	A4	Goa Kampret	0,2500	1,0000	0,5000
5	A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	0,7500	0,3333	1,0000
6	A6	Batu Katak	0,7500	0,6667	0,7500
7	A7	Landak River	0,5000	1,0000	0,5000
8	A8	Goa Batu Rizal	0,5000	1,0000	1,0000
9	A9	Salang Pengeran	0,2500	1,0000	0,2500
10	A10	Ekowisata Tangkahan	1,0000	1,0000	0,5000
11	A11	Gua Pintu Angin	0,2500	1,0000	0,5000
12	A12	Danau Kemuning	0,2500	1,0000	0,5000
13	A13	Air Terjun Saringgana	0,0000	1,0000	0,0000
14	A14	Goa Gong	0,2500	1,0000	0,5000
15	A15	Bukit Talang	0,2500	1,0000	0,5000

2. Perhitungan Nilai Utilitas Total (V_i) SMART

Nilai utilitas total setiap alternatif dihitung menggunakan rumus:

$$V_i = \sum (w_j \times U_i(a_{ij}))$$

Keterangan:

V_i = Nilai utilitas total alternatif ke-i

w_j = Bobot kriteria ke-j

U_i = Nilai utilitas ternormalisasi alternatif ke-i pada kriteria ke-j
 Bobot yang digunakan: $w(C1) = 0,40$; $w(C2) = 0,25$; $w(C3) = 0,35$

Perhitungan untuk Bukit Lawang (A1):

$$V_1 = (0,40 \times 1,0000) + (0,25 \times 0,3333) + (0,35 \times 0,5000) \\
V_1 = 0,4000 + 0,0833 + 0,1750 \\
V_1 = 0,6583$$

Perhitungan untuk Ekowisata Tangkahan (A10):

$$V_{10} = (0,40 \times 1,0000) + (0,25 \times 1,0000) + (0,35 \times 0,5000) \\
V_{10} = 0,4000 + 0,2500 + 0,1750 \\
V_{10} = 0,8250$$

Alternatif dengan nilai V_i tertinggi merupakan prioritas utama pengembangan. Hasil perhitungan nilai utilitas dan peringkat SMART seluruh alternatif disajikan pada Tabel 7.

Tabel 9. Hasil Nilai Utilitas dan Peringkat SMART

No	Kode	Nama Objek Wisata	Nilai (V_i)	Peringkat
1	A1	Bukit Lawang	0,6583	5
2	A2	Air Terjun Tangkahan	0,4750	12
3	A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	0,4542	13
4	A4	Goa Kampret	0,5250	7
5	A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	0,7333	3
6	A6	Batu Katak	0,7292	4
7	A7	Landak River	0,6250	6
8	A8	Goa Batu Rizal	0,8000	2
9	A9	Salang Pangeran	0,4375	14
10	A10	Ekowisata Tangkahan	0,8250	1
11	A11	Goa Pintu Angin	0,5250	7
12	A12	Danau Kemuning	0,5250	7
13	A13	Air Terjun Saringgana	0,2500	15
14	A14	Goa Gong	0,5250	7
15	A15	Bukit Talang	0,5250	7

Perhitungan Nilai Utilitas Total (V_i) SMART

4. Perhitungan Metode CoCoSo (*Combined Compromise Solution*)

Metode CoCoSo merupakan metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang menggabungkan tiga strategi agregasi kompromi. Normalisasi yang digunakan pada CoCoSo sama dengan SMART $U_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$

1. Perhitungan Weighted Sum (S_i) dan Weighted Product (P_i)

Dua nilai dasar yang dihitung untuk setiap alternatif dalam CoCoSo adalah Weighted Sum (S_i) dan Weighted Product (P_i):

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j \times U_i(a_{ij})) \text{ Jumlah Terbobot} \\
P_i = \prod (U_i(a_{ij})^{w_j}) \text{ Perkalian Terbobot}$$

Untuk Ekowisata Tangkahan (A10):

$$S_{10} = (0,40 \times 1,0000) + (0,25 \times 1,0000) + (0,35 \times 0,5000) = 0,8250 \\
P_{10} = 1,0000^{0,40} \times 1,0000^{0,25} \times 0,5000^{0,35} = 1,0000 \\
P_{10} = 1,0000 + 1,0000 + 0,7846 = 2,7846.$$

Untuk Bukit Lawang (A1):

$$S1 = 0,6583$$

$$P1 = 1,0000^{0,40} + 0,3333^{0,25} + 0,5000^{0,35} = 1,0000$$

$$P1 = 1,0000 + 0,7598 + 0,7846 = 2,5444.$$

Untuk Air Terjun Tangkahan (A2), yang bernilai nol pada C2:

$$P2 = 0,7500^{0,40} + 0,0000^{0,25} + 0,5000^{0,35} = 0,8913$$

$$P2 = 0,8913 + 0 + 0,7846 = 1,6759.$$

Untuk Air Terjun Saringgana (A13):

$$P13 = 0 + 1,0000 + 0 = 1,0000.$$

Nilai referensi yang dipakai:

$$\Sigma(Si + Pi) = 43,5296$$

$$\min(Si) = 0,2500$$

$$\min(Pi) = 1,0000$$

$$\max(Si) = 0,8250$$

$$\max(Pi) = 2,7846.$$

Tabel 10. Hasil Weighted Sum (Si) dan Weighted Product (Pi)

No	Kode	Objek wisata	Si	Pi
1	A1	Bukit Lawang	0,6583	2,5444
2	A2	Air Terjun Tangkahan	0,4750	1,6759
3	A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	0,4542	2,2770
4	A4	Goa Kampret	0,5250	2,3589
5	A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	0,7333	2,6511
6	A6	Batu Katak	0,7292	2,6991
7	A7	Landak River	0,6250	2,5424
8	A8	Goa Batu Rizal	0,8000	2,7579
9	A9	Salang Pangeran	0,4375	2,1899
10	A10	Ekowisata Tangkahan	0,8250	2,7846
11	A11	Goa Pintu Angin	0,5250	2,3589
12	A12	Danau Kemuning	0,5250	2,3589
13	A13	Air Terjun Saringgana	0,2500	1,0000
14	A14	Goa Gong	0,5250	2,3589
15	A15	Bukit Talang	0,5250	2,3589
		Jumlah (Σ)	8,6125	34,9171
		Nilai Maksimum	0,8250	2,7846

2. Perhitungan Tiga Strategi Agregasi CoCoSo (k_1 , k_2 , k_3)

CoCoSo menggunakan tiga strategi agregasi untuk menghasilkan skor kompromi yang kompromi rehensif:
Strategi k_1 Rata-rata aritmetik relatif dari Si dan Pi:

$$k_{1i} = \frac{S_i + P_i}{\Sigma (S_i + P_i)}$$

Strategi k_2 Skor kompromi berbasis nilai maksimum:

$$k_{2i} = \frac{S_i}{\max(S_i)} + \frac{P_i}{\max(P_i)}$$

Strategi k_3 Skor kompromi linear dengan lambda ($\lambda = 0,5$):

$$k_{3i} = \frac{\lambda S_i + (1-\lambda)P_i}{\lambda \max(S_i) + (1-\lambda) \max(P_i)}$$

Nilai referensi: $\max(S_i) = 0,8250$; $\max(P_i) = 0,7846$; $\Sigma(S_i + P_i) = 15,8503$; $\lambda = 0,5$

Contoh perhitungan untuk Ekowisata Tangkahan (A10):

$$k_1 = (0,8250 + 2,7846) / 43,5296 = 0,0829$$

$$k_2 = 0,8250 / 0,2500 + 2,7846 / 1,0000 = 6,0846$$

$$k_3 = (0,5 \times 0,8250 + 0,5 \times 2,7846) / (0,5 \times 0,8250 + 0,5 \times 2,7846) = 1,0000.$$

Contoh perhitungan untuk Bukit Lawang (A1):

$$k_1 = (0,6583 + 2,5444) / 43,5296 = 0,0736$$

$$k_2 = 0,6583 / 0,2500 + 2,5444 / 1,0000 = 5,1778$$

$$k_3 = (0,5 \times 0,6583 + 0,5 \times 2,5444) / (0,5 \times 0,8250 + 0,5 \times 2,7846) = 0,8873.$$

Hasil ketiga strategi agregasi seluruh alternatif disajikan pada Tabel 9.

Tabel 11. Hasil Tiga Strategi Agregasi CoCoSo (k_1 , k_2 , k_3)

No	Kode	Objek wisata	k_1	k_2	k_3
1	A1	Bukit Lawang	0,0736	5,1778	0,8873
2	A2	Air Terjun Tangkahan	0,0494	3,5759	0,5959
3	A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	0,0627	4,0937	0,7567
4	A4	Goa Kampret	0,0663	4,4589	0,7990
5	A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	0,0778	5,5845	0,9376
6	A6	Batu Katak	0,0788	5,6158	0,9498
7	A7	Landak River	0,0728	5,0424	0,8775
8	A8	Goa Batu Rizal	0,0817	5,9579	0,9857
9	A9	Salang Pangeran	0,0604	3,9399	0,7279
10	A10	Ekowisata Tangkahan	0,0829	6,0846	1,0000
11	A11	Goa Pintu Angin	0,0663	4,4589	0,7990
12	A12	Danau Kemuning	0,0663	4,4589	0,7990
13	A13	Air Terjun Saringgana	0,0287	2,0000	0,3463
14	A14	Goa Gong	0,0663	4,4589	0,7990
15	A15	Bukit Talang	0,0663	4,4589	0,7990

3. Perhitungan Skor Akhir CoCoSo (K_i)

Skor akhir CoCoSo (K_i) diperoleh dengan menggabungkan ketiga nilai strategi agregasi menggunakan rumus:

$$K_i = (k_{1i} \times k_{2i} \times k_{3i})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{1i} + k_{2i} + k_{3i})$$

Perhitungan untuk Ekowisata Tangkahan (A10):

$$K_{10} = (0,0829 \times 6,0846 \times 1,0000)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(0,0829 + 6,0846 + 1,0000) = 0,7961 + 2,3892 = 3,1853$$

untuk Bukit Lawang (A1):

$$K1 = 0,6966 + 2,0462 = 2,7428$$

Peringkat memakai aturan yang sama dengan SMART: lima alternatif dengan skor identik (2,3927) berperingkat 7, dan peringkat berikutnya 12.

Hasil skor akhir dan peringkat CoCoSo seluruh alternatif disajikan pada Tabel 10.

Tabel 12. Hasil Skor Akhir dan Peringkat CoCoSo (Ki)

No	Kode	Objek wisata	Skor (Ki)	Peringkat
1	A1	Bukit Lawang	2,7428	5
2	A2	Air Terjun Tangkahan	1,8793	14
3	A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	2,2169	12
4	A4	Goa Kampret	2,3927	7
5	A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	2,9411	4
6	A6	Batu Katak	2,9637	3
7	A7	Landak River	2,6830	6
8	A8	Goa Batu Rizal	3,1247	2
9	A9	Salang Pangeran	2,1334	13
10	A10	Ekowisata Tangkahan	3,1853	1
11	A11	Goa Pintu Angin	2,3927	7
12	A12	Danau Kemuning	2,3927	7
13	A13	Air Terjun Saringgana	1,0626	15
14	A14	Goa Gong	2,3927	7
15	A15	Bukit Talang	2,3927	7

5. Implementasi Sistem

Berikut adalah tampilan COCOSO dan SMART berbasis web dalam penentuan objek wisata Bahorok yang telah diimplementasikan.

1. Data Perhitungan COCOSO SMART

Bobot Kriteria (Wj) — Input Manual		
C1 (Benefit)	C2 (Benefit)	C3 (Benefit)
0.4	0.25	0.35

Gambar 2. Data Perhitungan CoCoSo SMART

Gambar diatas merupakan tampilan bobot dari masing-masing kriteria yang telah disubmit secara manual oleh sistem.

2. Matrix Keputusan

No	Alternatif	C1	C2	C3
1	Bukit Lawang	5	3	3
2	Air Terjun Tangkahan	4	2	3
3	Pemandian Alam Sampuren Putih	3	4	2
4	Goa Kampret	2	5	3
5	Arung Jeram Sungai Bahorok	4	3	5
6	Batu Katak	4	4	4
7	Landak River	3	5	3
8	Goa Batu Rizal	3	5	5
9	Salang Pengeran	2	5	2
10	Ekowisata Tangkahan	5	5	3
11	Gua Pintu Angin	2	5	3
12	Danau Kemuning	2	5	3
13	Air Terjun Saringgana	1	5	1
14	Goa Gong	2	5	3
15	Bukit Talang	2	5	3

Gambar 3. Tampilan Matrix Keputusan

Gambar ini menampilkan matriks keputusan awal yang berisi penilaian terhadap 15 alternatif objek wisata, berdasarkan tiga kriteria yaitu C1, C2, dan C3 dengan skala penilaian 1–5. Pada bagian bawah tabel ditampilkan nilai minimum dan maksimum setiap kriteria, yaitu Min (1, 2, 1) dan Max (5, 5, 5), yang digunakan sebagai acuan dalam proses normalisasi data. Matriks keputusan ini berfungsi sebagai input utama dalam tahapan perhitungan metode SMART dan CoCoSo untuk menentukan peringkat alternatif wisata.

3. Normalisasi Nilai Utility

No	Alternatif	C1	C2	C3
1	Ekowisata Tangkahan	1	1	0.5
2	Goa Batu Rizal	0.5	1	1
3	Batu Katak	0.75	0.6667	0.75
4	Arung Jeram Sungai Bahorok	0.75	0.3333	1
5	Bukit Lawang	1	0.3333	0.5
6	Landak River	0.5	1	0.5
7	Goa Kampret	0.25	1	0.5
8	Gua Pintu Angin	0.25	1	0.5
9	Danau Kemuning	0.25	1	0.5
10	Goa Gong	0.25	1	0.5
11	Bukit Talang	0.25	1	0.5
12	Pemandian Alam Sampuren Putih	0.5	0.6667	0.25
13	Salang Pengeran	0.25	1	0.25
14	Air Terjun Tangkahan	0.75	0	0.5
15	Air Terjun Saringgana	0	1	0

Gambar 4. Tampilan Normalisasi Nilai Utility

Gambar ini menampilkan hasil normalisasi matriks keputusan menggunakan metode SMART dengan rumus utilitas untuk mengubah nilai setiap alternatif ke dalam rentang 0 hingga 1. Nilai 1 menunjukkan performa terbaik pada suatu kriteria, sedangkan nilai 0 menunjukkan performa terendah. Proses normalisasi ini bertujuan untuk menyamakan skala antar kriteria sehingga tidak terjadi dominasi dari kriteria tertentu dalam proses pengambilan keputusan.

4. Weighted Sum (Si) & Weighted Product (Pi)

No	Alternatif	Si (Weighted Sum)	Pi (Weighted Product)
1	Ekowisata Tangkahan	0.825	2.7846
2	Goa Batu Rizal	0.8	2.7579
3	Batu Katak	0.7292	2.6991

Gambar 5. Weighted Sum (Si) & Weighted Product (Pi)

Gambar ini menampilkan hasil perhitungan dua komponen utama dalam metode CoCoSo, yaitu Weighted Sum (Si) yang diperoleh dari penjumlahan nilai utilitas yang dikalikan bobot kriteria, serta Weighted Product (Pi) yang diperoleh dari perkalian nilai utilitas yang dipangkatkan dengan bobot masing-masing kriteria. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Ekowisata Tangkahan memiliki nilai tertinggi dengan Si=0,8250 dan Pi=0,7846, diikuti oleh Goa Batu Rizal (Si=0,8000; Pi=0,7579) serta Batu Katak (Si=0,7292; Pi=0,26991). Pada bagian bawah tabel juga disajikan nilai total (Σ) dan nilai maksimum dari Si dan Pi yang digunakan sebagai acuan pada tahap normalisasi selanjutnya. Hasil perhitungan Si dan Pi ini menjadi komponen utama dalam menentukan skor strategi agregasi CoCoSo, yaitu k1, k2, dan k3.

5. Tiga Strategi Skor COCOSO

No	Alternatif	k1	k2	k3
1	Ekowisata Tangkahan	0.0829	6.0846	1
2	Goa Batu Rizal	0.0817	5.9579	0.9857
3	Batu Katak	0.0788	5.6158	0.9498

Gambar 6. Tiga Strategi Skor CoCoSo

Gambar ini menampilkan tiga strategi agregasi yang menjadi inti metode CoCoSo (*Combined Compromise Solution*), yaitu k1, k2, dan k3. Nilai k1 menunjukkan proporsi nilai Si terhadap total Si, k2 menunjukkan proporsi nilai Pi terhadap total Pi, sedangkan k3 merepresentasikan rata-rata relatif alternatif terhadap nilai terbaik berdasarkan Si dan Pi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Ekowisata Tangkahan memperoleh nilai tertinggi dengan k1 = 0.0829, k2 = 6.0846, dan k3 = 1,0000, diikuti oleh Goa Batu Rizal k1 = 0.0817, k2 = 5.9579, k3 = 0.9857 serta Batu Katak k1 = 0.0788, k2 = 5.6158, k3 = 0.9498. Ketiga nilai strategi tersebut selanjutnya digabungkan untuk menghasilkan skor akhir Ki yang digunakan dalam proses perankingan alternatif wisata.

6. Hasil Perangkingan

7.

Ranking	Alternatif	Skor Akhir (ki)	Keterangan
1	Ekowisata Tangkahan	3.1853	Prioritas Tinggi
2	Goa Batu Rizal	3.1247	Prioritas Tinggi
3	Batu Katak	2.9637	Prioritas Tinggi
4	Arung Jeram Sungai Bahorok	2.9411	Prioritas Tinggi
5	Bukit Lawang	2.7428	Prioritas Tinggi
6	Landak River	2.6830	Prioritas Menengah
7	Goa Kampret	2.3927	Prioritas Menengah
7	Gua Pintu Angin	2.3927	Prioritas Menengah
7	Danau Kemuning	2.3927	Prioritas Menengah
7	Goa Gong	2.3927	Prioritas Menengah
7	Bukit Talang	2.3927	Prioritas Menengah

Gambar 7. Tampilan Hasil Perankingan

Gambar ini menampilkan hasil akhir perankingan alternatif wisata berdasarkan metode gabungan SMART dan CoCoSo. Skor akhir ki diperoleh dari rata-rata tiga strategi agregasi, yaitu k_1 , k_2 , dan k_3 , sehingga menghasilkan nilai komposit untuk setiap alternatif. Hasil perankingan menunjukkan bahwa Ekowisata Tangkahan memperoleh skor tertinggi sebesar 3.1853 dan menempati peringkat pertama sebagai prioritas unggulan pengembangan wisata, diikuti oleh Goa Batu Rizal dengan skor 3.1247 pada peringkat kedua. Sementara itu, Air Terjun Saringgara berada pada peringkat terakhir dengan skor 1.0626. Semakin tinggi nilai k_i , semakin tinggi pula prioritas pengembangan suatu destinasi wisata. Dengan demikian, Ekowisata Tangkahan dan Goa Batu Rizal direkomendasikan sebagai fokus utama pengembangan karena memiliki nilai evaluasi terbaik berdasarkan metode CoCoSo yang mengintegrasikan tiga strategi skor menjadi satu skor akhir komprehensif.

6. Perbandingan Peringkat SMART dan CoCoSo

Tabel 11 membandingkan kedua peringkat. Kesesuaian diukur dengan korelasi peringkat Spearman dan Kendall tau-b, yang keduanya memperhitungkan skor seri. Hasilnya adalah $\rho = 0,985$ dan $\tau-b = 0,937$, sehingga kedua metode sangat sejalan. Peringkat berbeda pada lima dari 15 alternatif, dan seluruhnya dibahas berikut ini.

Tabel 13. Perbandingan Peringkat

Kode	Objek wisata	SMART	CoCoSo	Selisih
A1	Bukit Lawang	5	5	0
A2	Air Terjun Tangkahan	12	14	-2
A3	Pemandian Alam Sampuren Putih	13	12	1
A4	Goa Kampret	7	7	0
A5	Arung Jeram Sungai Bahorok	3	4	-1
A6	Batu Katak	4	3	1
A7	Landak River	6	6	0
A8	Goa Batu Rizal	2	2	0
A9	Salang Pangeran	14	13	1
A10	Ekowisata Tangkahan	1	1	0
A11	Goa Pintu Angin	7	7	0
A12	Danau Kemuning	7	7	0
A13	Air Terjun Saringgara	15	15	0
A14	Goa Gong	7	7	0
A15	Bukit Talang	7	7	0

Peringkat 1, 2, 5, 6, 7, dan 15 sama pada kedua metode yakni, Ekowisata Tangkahan, Goa Batu Rizal, Bukit Lawang, Landak River, lima alternatif seri, dan Air Terjun Saringgara. Peringkat 3 dan 4 (A_5 dan A_6). SMART menempatkan Arung Jeram Sungai Bahorok ($V_i = 0,7333$) di peringkat 3 dan Batu Katak ($0,7292$) di peringkat 4, dengan selisih hanya 0,0041. CoCoSo membalik urutan keduanya karena P_i Batu Katak (2,6991) lebih besar daripada Arung Jeram (2,6511). Batu Katak memiliki profil seimbang (0,75; 0,67; 0,75), sedangkan Arung Jeram timpang (0,75; 0,33; 1,00). Karena bobot berpangkat kurang dari satu bersifat cekung, P_i memberi keuntungan pada profil yang seimbang. Peringkat 12–14 (A_2 , A_3 , A_9). SMART menempatkan Air Terjun Tangkahan di peringkat 12 (0,4750), Pemandian Alam Sampuren Putih di 13 (0,4542), dan Salang Pangeran di 14 (0,4375). CoCoSo menempatkan Sampuren Putih di 12, Salang Pangeran di 13, dan Air Terjun Tangkahan di 14. Air Terjun Tangkahan bernilai nol pada C_2 sehingga P_i -nya sangat rendah (1,6759 dibanding 2,2770 dan 2,1899), dan CoCoSo menghukum kelemahan tersebut lebih berat daripada SMART.

7. Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode SMART, Ekowisata Tangkahan (A_{10}) menempati peringkat pertama dengan nilai utilitas $V_i = 0,8250$, diikuti Goa Batu Rizal (A_8) dengan $V_i = 0,8000$ dan Arung Jeram Sungai Bahorok (A_5) dengan $V_i = 0,7333$. Tingginya nilai Ekowisata Tangkahan disebabkan karena memperoleh nilai tertinggi pada kriteria Fasilitas ($C_1 = 5$) dan Keterjangkauan Tiket Masuk ($C_2 = 5$), sehingga hasil normalisasi pada kedua kriteria tersebut mencapai nilai maksimum (1,0000).

Hasil metode CoCoSo menunjukkan urutan yang sebagian besar konsisten dengan SMART (korelasi Spearman ρ

= 0,985). Ekowisata Tangkahan kembali menduduki peringkat pertama dengan skor $K_i = 3,1853$, disusul Goa Batu Rizal ($K_i = 3,1247$) dan Batu Katak ($K_i = 2,9637$). Perbedaan urutan antara SMART dan CoCoSo terlihat pada posisi Batu Katak (A6) dan Arung Jeram Sungai Bahorok (A5), di mana pada SMART Arung Jeram berada di peringkat 3 sedangkan CoCoSo menempatkannya di peringkat 4. Hal ini terjadi karena CoCoSo mempertimbangkan Weighted Product (P_i) yang lebih menguntungkan profil nilai yang seimbang antar kriteria. Arung Jeram memiliki nilai normalisasi lebih rendah pada C2 (0,3333) dibandingkan Batu Katak (0,6667), sehingga skor P_i -nya lebih kecil (2,6511 dibanding 2,6991). Perbedaan serupa terjadi pada peringkat 12 sampai 14: SMART menempatkan Air Terjun Tangkahan (A2) di peringkat 12, Pemandian Alam Sampuren Putih (A3) di peringkat 13, dan Salang Pangeran (A9) di peringkat 14, sedangkan CoCoSo menempatkan A3 di peringkat 12, A9 di peringkat 13, dan A2 di peringkat 14, karena A2 bernilai 0 pada C2 sehingga P_i -nya rendah (1,6759).

Air Terjun Saringgana (A13) berada di posisi terakhir (peringkat 15) pada kedua metode dengan $V_i = 0,2500$ dan $K_i = 1,0626$. Kondisi ini disebabkan nilai normalisasi C1 (Fasilitas) dan C3 (Jalan/Akses) sama dengan 0, yang berarti objek wisata ini memiliki fasilitas paling minim dan akses jalan terburuk di antara seluruh alternatif. Meskipun skor keterjangkauan tiket masuknya maksimum ($C_2 = 5$, normalisasi 1,0000), bobot C1 yang mencapai 0,40 menjadikan kekurangan fasilitas sangat berpengaruh pada nilai akhir.

Terdapat beberapa alternatif yang memiliki nilai SMART dan CoCoSo sama persis, yaitu Goa Kampret (A4), Goa Pintu Angin (A11), Danau Kemuning (A12), Goa Gong (A14), dan Bukit Talang (A15). Kelima alternatif ini memiliki matriks nilai yang identik ($C_1 = 2$, $C_2 = 5$, $C_3 = 3$), sehingga memperoleh nilai yang sama ($V_i = 0,5250$; $K_i = 2,3927$) dan peringkat yang sama, yaitu peringkat 7, dengan peringkat berikutnya jatuh pada peringkat 12. Fenomena ini menunjukkan bahwa perbedaan karakter fisik objek wisata perlu dicerminkan melalui kriteria yang lebih beragam agar sistem dapat membedakan setiap alternatif secara lebih granular.

Secara keseluruhan, lima objek wisata prioritas utama yang direkomendasikan untuk mendapatkan perhatian pengembangan berdasarkan gabungan kedua metode adalah: (1) Ekowisata Tangkahan, (2) Goa Batu Rizal, (3) Batu Katak, (4) Arung Jeram Sungai Bahorok, dan (5) Bukit Lawang. Kelima objek ini sama pada kedua metode, hanya urutan peringkat 3 dan 4 yang berbeda. Sistem Pendukung Keputusan berbasis web yang dikembangkan menggunakan metode R&D dan model Waterfall berhasil mengintegrasikan perhitungan SMART dan CoCoSo secara otomatis, sehingga dapat membantu DPC HPI Kabupaten Langkat dalam menyusun urutan prioritas pengembangan objek wisata secara lebih sistematis.

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan Sistem Pendukung Keputusan berbasis web yang mengombinasikan SMART dan CoCoSo untuk menentukan prioritas pengembangan 15 objek wisata di kawasan Bahorok, Kabupaten Langkat. Nilai utilitas SMART digunakan sebagai komponen weighted sum (S_i) pada CoCoSo, yang dilengkapi komponen weighted power (P_i) dan tiga strategi agregasi kompromi. Ekowisata Tangkahan menempati peringkat pertama pada kedua metode ($V_i = 0,8250$ pada SMART dan $K_i = 3,1853$ pada CoCoSo), diikuti Goa Batu Rizal ($V_i = 0,8000$; $K_i = 3,1247$). Kedua metode sangat sejalan (Spearman $\rho = 0,985$; Kendall $\tau\text{-b} = 0,937$), tetapi peringkat berbeda pada lima alternatif. Peringkat 3 dan 4 tertukar: SMART menempatkan Arung Jeram Sungai Bahorok di peringkat 3 dan Batu Katak di peringkat 4, sedangkan CoCoSo sebaliknya. Pada peringkat 12 sampai 14, CoCoSo menempatkan Pemandian Alam Sampuren Putih, Salang Pangeran, dan Air Terjun Tangkahan secara berurutan, sedangkan SMART menempatkan Air Terjun Tangkahan, Pemandian Alam Sampuren Putih, dan Salang Pangeran. Air Terjun Saringgana berada di peringkat terakhir pada kedua metode.

Rekomendasi gabungan disusun dari lima objek wisata yang sama pada kedua metode, yaitu Ekowisata Tangkahan, Goa Batu Rizal, Batu Katak, Arung Jeram Sungai Bahorok, dan Bukit Lawang. Urutan akhirnya mengikuti CoCoSo karena CoCoSo juga memperhitungkan keseimbangan nilai antar kriteria melalui P_i . Lima alternatif dengan skor kriteria identik berperingkat sama (peringkat 7) sehingga tidak dapat dibedakan oleh kedua metode.

Penelitian ini memiliki keterbatasan. Penilaian hanya memakai tiga kriteria berskala ordinal, bobot (0,40; 0,25; 0,35) berasal dari penilaian pihak HPI, dan cakupannya 15 alternatif. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa alternatif peringkat pertama bergantung pada bobot: Ekowisata Tangkahan dan Goa Batu Rizal bergantian di posisi pertama, dan keduanya selalu masuk tiga besar. Prioritas juga diartikan sebagai kesiapan objek berdasarkan kondisi saat ini, sehingga objek yang masih tertinggal tidak otomatis diprioritaskan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu terselesaikannya jurnal ini yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan, serta kepada pihak DPC HPI Kabupaten Langkat yang telah memberikan izin dan fasilitas selama proses pengambilan data pemeriksaan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada keluarga dan rekan-rekan yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun motivasi, sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] R. M. Negara, N. R. Syambas, and E. Mulyana, "C3CPS: CRITIC-CoCoSo-based caching placement strategy using multi-criteria decision method for efficient content distribution in Named Data Networking," Oct. 01, 2023, *King Saud bin Abdulaziz University*. doi: 10.1016/j.jksuci.2023.101714.

- [2] M. Yazdani, P. Zarate, E. K. Zavadskas, and Z. Turskis, "A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems," *Management Decision*, vol. 57, no. 9, pp. 2501–2519, Oct. 2019, doi: 10.1108/MD-05-2017-0458.
- [3] C. Bire, D. Kasse, and R. Bire, "Decision support system for selecting tourist attractions using fuzzy analytic hierarchy process," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 10, no. 3, pp. 1252–1261, 2021, doi: 10.11591/eei.v10i3.3032.
- [4] V. Bangun Mulia, "MEMAHAMI DAN MENGELOLA DAMPAK PARIWISATA," *JURNAL KEPARIWISATAAN*, vol. 20, no. 1, pp. 75–85, Jul. 2021, doi: 10.52352/jpar.v20i1.439.
- [5] S. Ramadandi, R. Adawiyah, and A. T. Sumpala, "Implementasi Metode AHP & SMART pada SPK Penerimaan Peserta PBK Berbasis Android," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 182–191, Dec. 2021, doi: 10.34128/jsi.v7i2.312.
- [6] Y. Zhu, S. Zeng, Z. Lin, and K. Ullah, "Comprehensive evaluation and spatial-temporal differences analysis of China's inter-provincial doing business environment based on Entropy-CoCoSo method," *Front. Environ. Sci.*, vol. 10, Jan. 2023, doi: 10.3389/fenvs.2022.1088064.
- [7] A. Ikhwan and N. Aslami, "IMPLEMENTASI DATA MINING UNTUK MANAJEMEN BANTUAN SOSIAL MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [8] A. Ikhwan and D. A. P. Lubis, "Perancangan Sistem Informasi Laporan Pengaduan Masyarakat Berbasis WEB pada Dinas ESDM SUMUT," *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, Jan. 2023, doi: 10.56211/helloworld.v2i1.193.
- [9] A. Ikhwan and Z. Khalilah, "Sistem Informasi Pengolahan Data Rekomendasi Teknis Berbasis Web," *sudo Jurnal Teknik Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, Jan. 2023, doi: 10.56211/sudo.v2i1.192.
- [10] A. Ikhwan, R. Khalis Nugraha, E. A. Syahnur, and R. Ridho, "PERANCANGAN APLIKASI PENILAIAN KINERJA DRIVER MENGGUNAKAN KODULAR DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA III BERBASIS MOBILE," *JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 364–374, 2023.
- [11] S. Farikha et al., "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Destinasi Wisata Terbaik Menggunakan Metode SMART Kabupaten Magelang," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)*, pp. 1–7, Jul. 2026.
- [12] R. Kurniawan and R. Yusuf, "PENERAPAN METODE ASOSIASI DENGAN ALGORITMA APRIORI UNTUK MENDUKUNG STRATEGI PROMOSI," *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, vol. 10, no. 2, pp. 514–528, Feb. 2023, doi: 10.47668/edusaintek.v10i2.786.
- [13] E. Winarno and T. D. Cahyono, "Bulletin of Information Technology (BIT) Penerapan Metode COCOSO dan TOPSIS untuk Pemilihan Lokasi Pembangunan Perumahan Kota Semarang," vol. 5, no. 4, pp. 222–232, 2024, doi: 10.47065/bit.v5i2.1567.
- [14] A. Y. Haki, Syahminan, and A. E. Budianto, "IMPLEMENTASI METODE SMART PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN OBJEK WISATA DI KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA," Oct. 2021.
- [15] I. Bagus Ketut Sandhisutra, D. Putu Eka Komala Dewi, N. Luh Gede Putri Desta Parwathi, G. Surya Mahendra, N. Made Mila Rosa Desmayani, and P. Studi Sistem Informasi, "IMPLEMENTASI METODE COCOSO PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN HOTEL DI KABUPATEN BULELENG," 2024.
- [16] R. Masniadi, M. Maryunani, D. B. Santoso, and F. Fadli, "Diagnosing tourism development priorities in Samota, Indonesia: Afour-pillars (4A) PCA approach," *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, vol. 24, no. 4, Jul. 2026, doi: 10.25145/j.pasos.2026.24.066.
- [17] A. Karim¹ and N. N. Akud², "Penggunaan dan pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Dunia Pariwisata: Mini Literature Review," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 11, 2025.