

Implementasi GIS Dan Metode MOORA Dalam Pemetaan Dan Pemilihan Lokasi Terbaik Penanaman Pohon

Nora Asyiqin*, Triase

Sains Dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: ¹*asyiqinnora1234@gmail.com, ²triase@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: asyiqinnora1234@gmail.com

Submitted 14-03-2026; Accepted 27-04-2026; Published 30-04-2026

Abstrak

Di tengah pesatnya perkembangan teknologi, pemanfaatan sistem digital seperti Sistem Informasi Geografis (GIS) menjadi langkah strategis dalam mendukung efektivitas program pelestarian lingkungan. Teknologi ini memungkinkan analisis spasial dan penentuan lokasi penanaman pohon secara efisien. KSE UINSU (Karya Salemba Empat UIN Sumatera Utara) merupakan organisasi pengelola beasiswa yang secara rutin menyelenggarakan kegiatan penanaman pohon sebagai bentuk kontribusi terhadap pelestarian lingkungan. Program ini dilakukan setiap tahun dan melibatkan ratusan pelajar di berbagai wilayah, khususnya daerah yang membutuhkan penghijauan seperti lahan kritis, kawasan rawan banjir, abrasi, dan longsor, termasuk di Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang. Namun dalam praktiknya, penentuan lokasi penanaman masih dilakukan secara konvensional tanpa data awal yang jelas, sehingga menimbulkan penanaman terkait kelayakan lahan. Proses ini juga memerlukan waktu yang lama karena lawan harus melakukan koordinasi langsung dengan pihak setempat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis GIS dengan metode Multi-Objective Optimization berdasarkan Ratio Analysis (MOORA) dalam menentukan lokasi terbaik penanaman pohon. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif dengan mempertimbangkan beberapa kriteria seperti biaya rehabilitasi, emisi karbon, keanekaragaman hayati, dampak lingkungan, dan potensi ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif A28 (Sei Rotan) memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,0518 dan menempati peringkat pertama dari 30 alternatif lokasi. Metode MOORA mampu menghasilkan perankingan yang konsisten dan obyektif. Penelitian ini berkontribusi dalam mendukung pengambilan keputusan berdasarkan data secara lebih cepat, akurat, dan terukur dalam menentukan lokasi penanaman pohon.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis; MOORA; Lokasi Penanaman; Penghijauan; Analisis Spasial

Abstract

Amid rapid technological advancement, the use of digital systems such as Geographic Information Systems (GIS) plays a crucial role in enhancing the effectiveness of environmental conservation programs by enabling spatial analysis and efficient determination of suitable tree-planting locations. KSE UINSU (Karya Salemba Empat, State Islamic University of North Sumatra) annually conducts tree-planting activities involving hundreds of students across various regions in Indonesia, particularly in areas requiring reforestation, such as degraded land, flood-prone zones, coastal abrasion areas, and landslide-prone regions, including the City of Medan and Deli Serdang Regency. However, previous practices in location selection were often carried out without adequate data, resulting in time-consuming field verification and uncertainty regarding land suitability, soil conditions, accessibility, and regional characteristics. Therefore, a more systematic and data-driven approach is required to support faster, more accurate, and measurable decision-making. This study adopts a quantitative approach by integrating Geographic Information Systems (GIS) and the Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (MOORA) method to identify the most suitable locations for tree planting in the City of Medan and Deli Serdang Regency.

Keywords: Geographic Information System; MOORA; Planting Location; Greenery; Spatial Analysis

1. PENDAHULUAN

Di era digital saat ini, kemajuan teknologi informasi dan komunikasi berperan signifikan dalam membentuk pola pikir, perilaku, serta sistem sosial masyarakat secara luas. Teknologi berkembang seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan sains, sehingga keberadaannya menjadi sesuatu yang tidak dapat dihindari[1]. Setiap inovasi teknologi pada dasarnya diciptakan untuk memberikan kemudahan, efisiensi, serta manfaat berkelanjutan bagi kehidupan manusia, termasuk dalam upaya pengelolaan dan pelestarian lingkungan hidup. Salah satu teknologi yang memiliki peran penting dalam pengelolaan lingkungan adalah Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System/GIS)[2]. GIS memungkinkan pengolahan, analisis, dan visualisasi data spasial secara akurat, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif, khususnya dalam menentukan lokasi yang tepat untuk kegiatan pelestarian lingkungan seperti penanaman pohon[3]. Pemanfaatan teknologi dalam upaya pelestarian lingkungan juga sejalan dengan nilai-nilai keislaman yang menempatkan manusia sebagai khalifah di muka bumi. Islam mengajarkan pentingnya menjaga keseimbangan alam dan melarang segala bentuk kerusakan lingkungan. Hal ini sebagaimana ditegaskan dalam Al-Qur'an yang melarang manusia untuk melakukan kerusakan di bumi setelah Allah memperbaikinya. Oleh karena itu, integrasi antara teknologi modern dan nilai-nilai spiritual menjadi pendekatan yang relevan dan kontekstual dalam mendukung pembangunan berkelanjutan.

Pemanfaatan teknologi dalam upaya pelestarian lingkungan juga sejalan dengan nilai-nilai keislaman yang menempatkan manusia sebagai khalifah di muka bumi. Islam mengajarkan pentingnya menjaga keseimbangan alam dan melarang segala bentuk kerusakan lingkungan[4]. Hal ini sebagaimana ditegaskan dalam Al-Qur'an yang melarang manusia untuk melakukan kerusakan di bumi setelah Allah memperbaikinya. Oleh karena itu, integrasi antara teknologi modern dan nilai-nilai spiritual menjadi pendekatan yang relevan dan kontekstual dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Dalam konteks implementasi nyata, Karya Salemba Empat Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (KSE

UINSU) merupakan organisasi pengelola beasiswa yang secara konsisten melaksanakan program penanaman pohon sebagai bentuk kontribusi terhadap pelestarian lingkungan[5]. Kegiatan ini dilaksanakan secara rutin setiap tahun dan melibatkan ratusan mahasiswa yang tersebar di berbagai wilayah, khususnya daerah yang membutuhkan penghijauan seperti lahan kritis, kawasan rawan banjir, abrasi, serta daerah dengan potensi longsor. Wilayah Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang menjadi salah satu fokus utama kegiatan tersebut. Selain sebagai aksi ekologis, program penanaman pohon ini juga bertujuan membangun kesadaran lingkungan, menumbuhkan semangat keberlanjutan, serta memperkuat nilai gotong royong di kalangan mahasiswa dan masyarakat. Namun demikian, dalam pelaksanaannya, kegiatan penanaman pohon yang dilakukan masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam proses pemilihan lokasi. Penentuan lokasi penanaman sering kali dilakukan secara manual dan mendadak tanpa didukung oleh data awal yang memadai. Relawan harus melakukan observasi langsung ke lapangan serta berkoordinasi dengan aparat setempat untuk memastikan status kepemilikan lahan, kelayakan lokasi, dan izin penanaman. Proses ini tidak hanya memerlukan waktu yang cukup lama, tetapi juga menimbulkan ketidakpastian terkait kesesuaian kondisi lahan, karakteristik tanah, serta aksesibilitas lokasi terhadap keberhasilan pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem pendukung keputusan yang mampu membantu menentukan lokasi penanaman pohon secara lebih objektif, cepat, dan terukur[6].

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah integrasi GIS dengan metode pengambilan keputusan multikriteria, seperti Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (MOORA). Metode MOORA dikenal mampu memberikan hasil perankingan alternatif berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditentukan melalui proses normalisasi dan pembobotan[7]. Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas metode MOORA dalam membantu pengambilan keputusan di berbagai bidang, seperti pemilihan sekolah dan penentuan lokasi industri berbasis spasial[8]. Sementara itu, GIS berfungsi sebagai media visualisasi dan analisis spasial untuk menampilkan informasi lokasi secara geografis. Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis web dengan mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (GIS) dan metode MOORA untuk menentukan lokasi terbaik penanaman pohon di Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Zaini dkk. (2023) mengenai pemilihan lokasi lahan kakao perkebunan menggunakan metode WP dan Technique for Order Preference by Kemiripan dengan Solusi Ideal (TOPSIS) menunjukkan bahwa pendekatan tersebut belum mengintegrasikan analisis spasial secara komprehensif dalam proses pengambilan keputusan. Selain itu, pendekatan berdasarkan kombinasi metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan TOPSIS umumnya memiliki kompleksitas komputasi yang lebih tinggi serta potensi subjektivitas dalam penentuan kriteria bobot, sementara proses TOPSIS yang berbasis jarak terhadap solusi ideal cenderung sensitif terhadap perubahan data. Alternatifnya, metode Multi-Objective Optimization berdasarkan Ratio Analysis (MOORA) menawarkan proses perhitungan yang lebih sederhana melalui normalisasi dan optimasi tanpa perbandingan berpasangan. MOORA mampu mengolah data kuantitatif secara langsung, lebih stabil, serta efisien dalam menangani banyak alternatif. Sementara itu, Sistem Informasi Geografis (GIS) berperan dalam memvisualisasikan dan menganalisis data spasial secara geografis. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis web dengan mengintegrasikan GIS dan metode MOORA, yang dilengkapi dengan fitur pemetaan lokasi serta pengajuan lokasi baru oleh pengguna. Sistem ini diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi lokasi penanaman pohon yang lebih obyektif, cepat, dan terukur di Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data numerik yang diolah secara objektif melalui proses pembobotan dan perhitungan berdasarkan sejumlah kriteria, seperti luas lahan, tingkat kerusakan lingkungan, akses jalan, vegetasi, ancaman erosi, ketinggian, status lahan, pohon yang cocok ditanami, jenis tanah. GIS digunakan untuk memetakan dan memvisualisasikan lokasi yang direkomendasikan[9], sedangkan metode MOORA berperan dalam menentukan prioritas lokasi secara terukur. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu KSE UINSU dalam menentukan lokasi penanaman pohon secara lebih efektif, efisien, dan akurat, sehingga mendukung keberlanjutan program penghijauan tahunan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis spasial serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang pelestarian lingkungan berbasis teknologi[10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif yaitu metode yang dilakukan secara sistematis dengan memiliki pengumpulan data penyeleksian yang dapat dihitung. Penelitian ini dilakukan di KSE UINSU dan untuk mendapatkan data pendukungnya di Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Sumatera Utara. Adapun tahapan pengumpulan data yang dilakukan yakni dengan observasi, wawancara dan studi pustaka[11].

a. Observasi

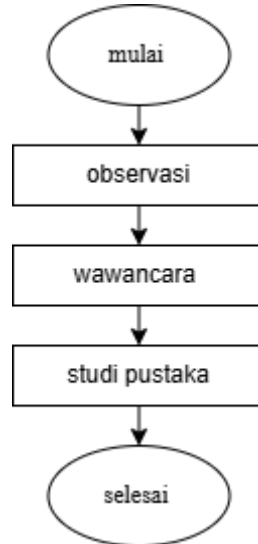
Penulis melakukan pengamatan langsung pada KSE UINSU dimana pemilihan lokasi penanaman masih dilakukan secara manual hanya dengan saling komunikasi antar via social media, dan surat menyurat, tidak terdapat sistem yang dapat digunakan untuk mempermudah pemilihan lokasi penanaman. Dan selanjutnya penulis melakukan observasi kedua ke Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Sumatera Utara untuk mendapatkan data dan informasi pendukung dalam penelitian.

b. Wawancara

Penulis melakukan wawancara dengan pihak KSE UINSU, penulis juga mencari sumber informasi penanaman kepada pihak Dinas Kehutanan dan Lingkungan Hidup Sumatera Utara

c. Studi Pustaka

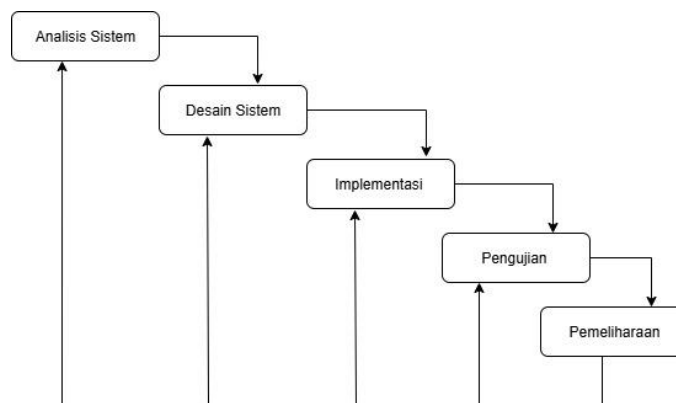
Penulis melakukan studi Pustaka dengan mempelajari jurnal-jurnal, artikel dan literatur terkait dengan penelitian ini [12].



Gambar 1. Flowchart Pengumpulan Data

2.2 Waterfall

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem *waterfall* atau biasa disebut metode air terjun. Model waterfall adalah model pengembangan perangkat lunak yang paling sering digunakan dalam pengembangan sebuah sistem. Model pengembangan ini bersifat linear dari tahap awal pengembangan sistem yaitu tahap perencanaan sampai tahap akhir pengembangan sistem yaitu tahap pemeliharaan. Tahapan berikutnya tidak akan dilaksanakan sebelum tahapan sebelumnya selesai dilaksanakan dan tidak bisa kembali atau mengulang ke tahap sebelumnya[13].



Gambar 2. Gambar Alur Metode Waterfall

Metode *waterfall* ini meliputi tahapan analisis kebutuhan sistem, desain sistem, implementasi, pengujian dan pemeliharaan

a. Analisis Sistem

Tahap ini merupakan proses analisis kebutuhan sistem yang didasarkan pada hasil observasi, wawancara, dan studi Pustaka. Analisis meliputi pengenalan permasalahan yang ditemukan, kebutuhan pengguna, serta fitur-fitur yang diperlukan dalam sistem.

b. Desain Sistem

Tahap ini disusun sebelum proses pengkodean dimulai. Tujuannya adalah memberikan gambaran mengenai apa yang akan dikerjakan dan seperti apa bentuk tampilan sistem tersebut. Tahap ini dirancang untuk memenuhi seluruh kebutuhan pengguna, mencakup analisis, desain, pengkodean, serta pengujian sistem informasi, sesuai hasil analisis yang dilakukan. Selain itu, tahap ini juga berperan dalam merancang tampilan sistem pemetaan lokasi penanaman. Lalu kemudian lanjut ke proses pengkodean sistem, yakni menerjemahkan rancangan yang telah dibuat ke dalam instruksi-instruksi yang dapat dipahami oleh komputer melalui penggunaan bahasa pemrograman. Tahap ini merupakan

pelaksanaan nyata dari pembangunan sistem. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP, sedangkan basis data yang digunakan adalah MySQL[14].

c. Implementasi

Pada tahap ini lanjut ke proses pengkodean sistem, yakni menerjemahkan rancangan yang telah dibuat ke dalam instruksi-instruksi yang dapat dipahami oleh komputer melalui penggunaan bahasa pemrograman. Tahap ini merupakan pelaksanaan nyata dari pembangunan sistem. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP, sedangkan basis data yang digunakan adalah MySQL.

d. Pengujian

Tahap ini merupakan proses pengujian sistem. Sistem yang sudah jadi akan diuji untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna.

e. Pemeliharaan

Tahapan terakhir merupakan tahapan pemeliharaan, tahapan ini merupakan proses yang dilakukan setelah sistem diimplementasikan yang mencakup perbaikan kesalahan atau bug, update atau penyesuaian terhadap kebutuhan sistem.

2.3. MOORA

Metode MOORA dikenal sebagai optimalisasi multi objektif atau multi kriteria atau optimisasi atribut berganda, adalah proses mengoptimalkan dua atau lebih atribut (objek) yang saling bertentangan secara bersamaan dan patuh pada Batasan tertentu. Metode MOORA diterapkan untuk menyelesaikan masalah terstruktur, ekonomi, administrasi. Metode MOORA terdiri dari dua komponen yaitu system rasio dan pendekatan titik acuan. Metode MOORA dapat dikatakan sebagai metode yang mampu mengoptimalkan atau memaksimalkan sejumlah atribut atau multi atribut atau multi objektif yang berbeda-beda secara bersamaan dalam menyelesaikan masalah tertentu secara terstruktur dengan mudah berdasarkan ketentuan tertentu[15].

Adapun Langkah-langkah dalam penyelesaian metode ini adalah sebagai berikut :

- a. Inisialisasi kriteria, sub kriteria dan alternatif.
- b. Membuat matriks keputusan, dengan rumus berikut

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

- c. Menormalisasikan matriks keputusan, dengan rumus berikut

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2)$$

- d. Menghitung nilai optimasi. Mengalihkan bobot kriteria dengan nilai atribut maksimum dikurangi perkalian bobot kriteria dengan nilai atribut minimum, jika di formulasikan dengan rumus berikut.

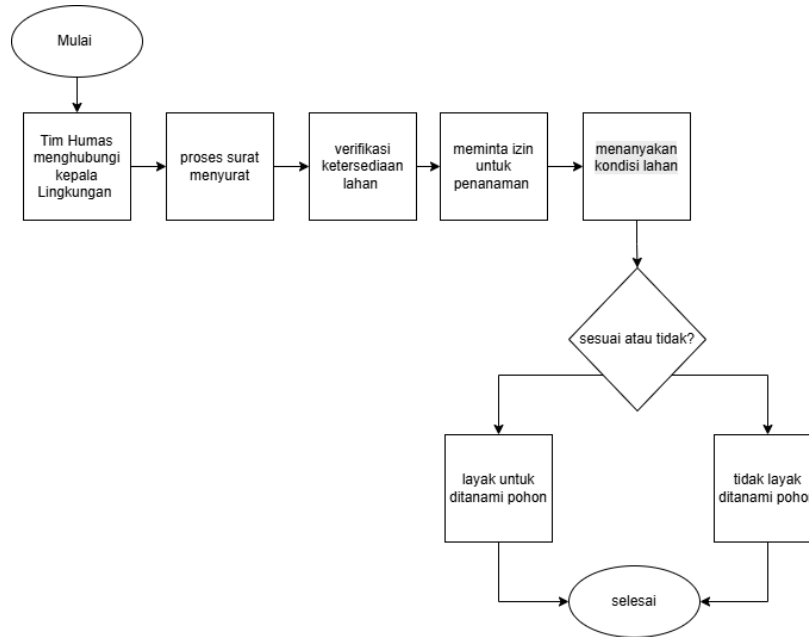
$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j w_{ij}^* \quad (3)$$

- e. Menentukan hasil dari perhitungan dengan merangkingkan nilai yang telah dihasilkan dengan menggunakan metode MOORA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Sistem Berjalan

Berisi Berdasarkan hasil observasi, penentuan lokasi sering kali dilakukan secara mendadak tanpa informasi yang jelas mengenai titik penanaman yang tepat. Tim humas harus terlebih dahulu menghubungi kepala lingkungan atau pihak setempat untuk memastikan ketersediaan lahan, meminta izin, dan menanyakan apakah lahan tersebut milik pemerintah atau pribadi. Proses ini tidak hanya memakan banyak waktu, tetapi juga menimbulkan ketidakpastian mengenai kelayakan lokasi untuk ditanami pohon. Selain itu, tidak adanya data awal membuat tim humas belum mengetahui apakah kondisi tanah, aksesibilitas, dan karakteristik wilayah tersebut sesuai atau tidak untuk mendukung pertumbuhan pohon. Oleh karena itu, diperlukan system berbasis web yang mengintegrasikan GIS dan metode MOORA untuk mendukung penentuan lokasi penanaman pohon secara objek dan efisien.[16]



Gambar 4. Flow Map Analisis Sistem Berjalan

3.2 Analisis Sistem Usulan

Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan penentuan lokasi terbaik penanaman pohon berbasis menggunakan metode MOORA berbasis kriteria teknis seperti tingkat kerusakan, luas lahan, jenis tanah, akses jalan, pohon yang cocok ditanam. Proses diawali dengan pengumpulan data lokasi lahan kritis dari instansi terkait, kemudian data tersebut di input ke dalam system dan dinormalisasikan untuk memastikan konsistensi perhitungan. Selanjutnya, sistem menerapkan pembobotan kriteria berdasarkan kebijakan teknis atau preferensi pemangku kepentingan, lalu melakukan perhitungan optimasi menggunakan metode MOORA untuk menghasilkan peringkat prioritas penangan.[17]

Sistem yang diusulkan dalam penelitian ini merupakan aplikasi berbasis web yang dirancang untuk mendukung proses pengelolaan data, pemetaan lokasi, serta penentuan prioritas lokasi penanaman pohon secara terkomputerisasi. Sistem ini dikembangkan sebagai solusi atas permasalahan penentuan lokasi yang sebelumnya dilakukan secara konvensional dan belum terintegrasi dengan mekanisme berbasis analisis data.

Aplikasi ini dibangun untuk diserahkan dan diimplementasikan oleh Karya Salemba Empat Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (KSE UINSU) sebagai pihak pengelola utama sistem. Data pendukung yang digunakan dalam sistem yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Sumatera Utara, yang berfungsi sebagai sumber data resmi terkait kondisi lingkungan dan lokasi potensi penanaman pohon. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses analisis dan pengambilan keputusan di dalam sistem.

Sistem menerapkan mekanisme pengaturan hak akses pengguna (kontrol akses berbasis peran) guna menjamin keamanan data dan kejelasan perangkat pengguna. Pengguna sistem terlibat dalam beberapa peran, yaitu Ketua KSE UINSU, Tim IT (Media And Creative) KSE UINSU, dan Staf Humas Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Sumatera Utara, yang memiliki kewenangan untuk melakukan pengelolaan data, termasuk input dan pembaruan data lokasi, pengelolaan kriteria dan alternatif, serta pelaksanaan proses perhitungan dan perangkaan lokasi penanaman pohon.

Sementara itu, anggota KSE UINSU lainnya diberikan hak akses terbatas sebagai pengguna dengan peran pengamat (viewer), yang hanya dapat mengakses informasi lokasi penanaman pohon serta hasil perangkaan lokasi yang dihasilkan oleh sistem. Pembatasan akses ini bertujuan untuk menjaga integritas data serta memastikan bahwa seluruh proses analisis dilakukan oleh pihak yang berwenang.

Melalui penerapan sistem usulan ini, proses penentuan lokasi penanaman pohon yang diharapkan dapat dilakukan secara lebih objektif, sistematis, dan terukur, karena didukung oleh pemrosesan data yang terintegrasi dan mekanisme analisis yang jelas. Selain itu, sistem ini juga berperan sebagai sarana dokumentasi dan pemantauan kegiatan penanaman pohon yang dapat dimanfaatkan oleh KSE UINSU dan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Sumatera Utara secara berkelanjutan

3.2.1. Analisis MOORA

Metode MOORA digunakan untuk menentukan pemilihan terbaik lokasi penanaman pohon berdasarkan kriteria tingkat kerusakan, luas lahan, jenis tanah, akses jalan, pohon yang cocok ditanam. Data dinormalisasikan, dikalikan dengan bobot, lalu dihitung total skornya. Hasil perhitungan menghasilkan peringkat jalan rusak yang ditampilkan kembali dalam peta SIG[18].

Tabel 1. Menentukan Kode Kriteria, Sub Kriteria beserta Nilai, Bobot dan Jenis

Kode Kriteria	Kriteria	Sub Kriteria	Nilai	Bobot	Jenis
C1	Luas Lahan	> 5 ha	5	0.18	Benefit
		4 - 5 ha	4		
		3 - 4 ha	3		
		2 - 3 ha	2		
		< 2 ha	1		
C2	Tingkat Kerusakan	Berat	5	0.18	Cost
		Sedang	3		
		Ringan	1		
C3	Akses Jalan	Dekat jalan utama	5	0.12	Benefit
		Sedang	3		
C4	Vegetasi	Terpencil	1	0.12	Cost
		Gundul	5		
		Belukar	3		
C5	Ancaman Erosi	Campuran	1	0.18	Cost
		Erosi Berat	5		
		Longsor	4		
C6	Ketinggian	Sedang	3	0.08	Benefit
		Banjir	2		
		> 240 mdpl	5		
		200 - 240 mdpl	4		
		150 - 199 mdpl	3		
C7	Status Lahan	100 - 149 mdpl	2	0.06	Cost
		< 100 mdp	1		
		Pemerintah Daerah	5		
		Milik Pemerintah	3		
C8	Pohon Cocok	Milik Masyarakat	1	0.04	Benefit
		Vetiver, Trembesi	6		
		Trembesi, Jabon	5		
		Akasia, Trembesi	4		
		Sengon, Mahoni	3		
		Ketapang, Mahoni	2		
C9	Jenis Tanah	Jati, Sengon	1	0.04	Benefit
		Podsolik	5		
		Latosol	4		
		Alluvial	3		

Tabel 1 menyajikan Sembilan kriteria penilaian pemilihan lokasi penanaman pohon menggunakan metode MOORA. Kriteria dibagi menjadi dua kategori, yaitu benefit dan cost dengan pembobotan ditetapkan melalui analisis terhadap parameter teknis dan kebijakan yang relevan. Masing-masing kriteria memiliki subkriteria dengan nilai kuantitatif yang mencerminkan kondisi actual lapangan seperti luas lahan, tingkat kerusakan, akses jalan, vegetasi, ancaman erosi, ketinggian, status lahan, pohon yang cocok ditanami, dan jenis tanah. Penilaian ini menghasilkan skor terukur yang digunakan dalam proses evaluasi multi-kriteria guna mendukung pengambilan keputusan yang lebih objektif, transparan, dan tepat sasaran dalam pemilihan lokasi penanaman pohon.

Tabel 2. Data Alternatif dan Penilaiannya Pada Setiap Kriteria

Kode Alternatif	Nama Wilayah	C1 Luas lahan (ha)	C2 Tingkat kerusakan	C3 Akses jalan	C4 vegetasi	C5 Ancaman erosi	C6 Ketinggian	C7 Status lahan	C8 Pohon cocok	C9 Jenis tanah
A1	Simalingkar	4,1	Sedang	Terpencil	Campuran	Sedang	148	Milik Masyarakat	Ketapang, Mahoni	Latosol
A2	Tanjung Selamat	4,9	Sedang	Sedang	Belukar	Banjir	219	Milik Masyarakat	Mahoni Sengon,	Latosol
A3	Namo Rambe	3,3	Berat	Terpencil	Campuran	Erosi Berat	141	Pemerintah Daerah	Mahoni Vetiver,	Latosol
A4	Patumbak	4,6	Sedang	Sedang	Gundul	Longsor	244	Milik Pemerintah	Trembesi Akasia,	Podsolik
A5	Sunggal	5,5	Berat	Sedang	Belukar	Banjir	199	Milik Pemerintah	Trembesi Ketapang,	Podsolik
A6	Medan Johor	4,8	Berat	Sedang	Campuran	Sedang	199	Milik Pemerintah	Mahoni Trembesi,	Alluvial
								Pemerintah	Jabon	

A7	Tuntungan hilir	6,8	Ringan	Dekat jalan utama	Belukar	Sedang	145	Milik Masyarakat	Sengon, Mahoni	Latosol
A8	Pancur batu	4	Ringan	Dekat jalan utama	Belukar	Longsor	189	Milik Pemerintah	Ketapang, Mahoni	Podsolik
A9	Kutalimbaru	4,8	Sedang	Dekat jalan utama	Campuran	Longsor	220	Pemerintah Daerah	Akasia, Trembesi	Podsolik
A10	Medan krio	5,5	Berat	Terpencil	Belukar	Banjir	108	Milik Masyarakat	Jati, Sengon	Latosol
A11	Simpang Selayang	3,3	Ringan	Terpencil	Belukar	Sedang	238	Milik Masyarakat	Sengon, Mahoni	Latosol
A12	Pagar merbabu	4,3	Berat	Sedang	Gundul	Sedang	117	Milik Pemerintah	Akasia, Trembesi	Latosol
A13	Batang kuis	6,4	Berat	Sedang	Campuran	Sedang	152	Pemerintah Daerah	Jati, Sengon	Alluvial
A14	Beringin	6,2	Ringan	Dekat jalan utama	Belukar	Sedang	128	Milik Masyarakat	Akasia, Trembesi	Alluvial
A15	Tembung	4,1	Sedang	Terpencil	Belukar	Banjir	124	Pemerintah Daerah	Trembesi, Jabon	Podsolik
A16	Helvetia	6,4	Berat	Sedang	Belukar	Longsor	208	Pemerintah Daerah	Vetiver, Trembesi	Alluvial
A17	Hampan perak	3,5	Sedang	Dekat jalan utama	Belukar	Longsor	226	Milik Masyarakat	Jati, Sengon	Alluvial
A18	Percut sei tuan	2,6	Berat	Terpencil	Campuran	Longsor	203	Pemerintah Daerah	Akasia, Trembesi	Alluvial
A19	Medan marelan	6,1	Berat	Terpencil	Gundul	Erosi Berat	233	Milik Masyarakat	Ketapang, Mahoni	Podsolik
A20	Labuhan deli	2,9	Ringan	Sedang	Campuran	Banjir	248	Milik Pemerintah	Vetiver, Trembesi	Alluvial
A21	Bandar khalipah	2,7	Sedang	Dekat jalan utama	Gundul	Longsor	216	Milik Masyarakat	Akasia, Trembesi	Alluvial
A22	Namorambe	3	Berat	Dekat jalan utama	Belukar	Longsor	219	Milik Pemerintah	Ketapang, Mahoni	Alluvial
A23	Selambo	4,9	Ringan	Sedang	Campuran	Erosi Berat	102	Milik Pemerintah	Trembesi, Jabon	Alluvial
A24	Kwala bekala	6,1	Ringan	Dekat jalan utama	Campuran	Longsor	246	Pemerintah Daerah	Ketapang, Mahoni	Podsolik
A25	Tuntungan hulu	4,4	Sedang	Terpencil	Belukar	Erosi Berat	117	Pemerintah Daerah	Trembesi, Jabon	Latosol
A26	Gunung rintih	3,7	Berat	Dekat jalan utama	Gundul	Sedang	154	Milik Pemerintah	Sengon, Mahoni	Latosol
A27	Medan deli	4,4	Berat	Sedang	Belukar	Erosi Berat	177	Milik Masyarakat	Vetiver, Trembesi	Alluvial
A28	Sei rotan	5,9	Ringan	Dekat jalan utama	Campuran	Sedang	160	Milik Masyarakat	Akasia, Trembesi	Latosol
A29	Talun	5,2	Ringan	Dekat jalan utama	Gundul	Sedang	136	Milik Pemerintah	Ketapang, Mahoni	Podsolik
A30	Medan perjuangan	4,4	Berat	Sedang	Gundul	Longsor	197	Pemerintah Daerah	Trembesi, Jabon	Podsolik

Tabel 2 menyajikan 30 Alternatif dengan data di masing-masing kriteria. Setiap alternatif memiliki 9 data kriteria dengan nilai kuantitatif yang mencerminkan kondisi aktual lapangan seperti luas lahan, tingkat kerusakan, akses jalan, vegetasi, ancaman erosi, ketinggian, status lahan, pohon yang cocok ditanami, dan jenis tanah. Perhitungan metode MOORA secara manual :

a. Matriks Keputusan

Matriks keputusan Xij terdiri dari 30 alternatif (baris) dan 9 kriteria (kolom), yang masing-masing mencerminkan skor dan nilai kuantitatif dari suatu alternatif terhadap kriteria tertentu. Data ini diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Sumatera Utara dan telah dikonversikan ke bentuk numerik sesuai dengan bobot dan subkriteria yang telah ditentukan pada tabel 1.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 4 & 3 & 5 & 1 & 3 & 2 & 1 & 2 & 4 \\ 4 & 3 & 3 & 3 & 2 & 4 & 1 & 3 & 4 \\ 3 & 5 & 1 & 1 & 5 & 2 & 5 & 6 & 4 \\ 4 & 3 & 3 & 5 & 4 & 5 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 5 & 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 2 & 5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 5 & 5 & 1 & 3 & 2 & 2 & 1 & 1 & 4 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 4 & 3 & 1 & 3 & 2 & 2 & 5 & 5 & 5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 2 & 1 & 3 & 1 & 2 & 5 & 3 & 6 & 3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 4 & 3 & 1 & 3 & 5 & 2 & 5 & 5 & 4 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 4 & 5 & 3 & 5 & 4 & 3 & 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$$

b. Normalisasi matriks

Proses normalisasi dilakukan untuk menyetarakan skala nilai antar kriteria sehingga dapat dibandingkan secara adil. Normalisasi dilakukan dengan membagi nilai setiap elemen dalam kolom dengan akar kuadrat jumlah kuadrat dari semua elemen dalam kolom tersebut. Contohnya untuk kriteria C1, C2 dan C9:

$$C_1 = \frac{4}{\sqrt{4^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 4^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 2^2 + 5^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2 + 4^2}} = 0.1791$$

$$C_2 = \frac{3}{\sqrt{3^2 + 3^2 + 5^2 + 3^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 5^2 + 1^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 3^2 + 5^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 5^2 + 5^2 + 1^2 + 1^2 + 5^2}} = 0.1489$$

$$C_9 = \frac{4}{\sqrt{4^2 + 4^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2 + 4^2 + 4^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 5^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 5^2 + 5^2}} = 0.1818$$

Hasil normalisasi ditampilkan pada matriks berikut:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 0.1791 & 0.1489 & 0.2481 & 0.0575 & 0.1509 & 0.1099 & 0.0554 & 0.0945 & 0.1818 \\ 0.1791 & 0.1489 & 0.1489 & 0.1726 & 0.1006 & 0.2199 & 0.0554 & 0.1417 & 0.1818 \\ 0.1343 & 0.2481 & 0.0496 & 0.0575 & 0.2516 & 0.1099 & 0.2769 & 0.2835 & 0.1818 \\ 0.1791 & 0.1489 & 0.1489 & 0.2877 & 0.2013 & 0.2748 & 0.1662 & 0.1890 & 0.2273 \\ 0.2238 & 0.2481 & 0.1489 & 0.1726 & 0.1006 & 0.1649 & 0.1662 & 0.0945 & 0.2273 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.2238 & 0.2481 & 0.0496 & 0.0496 & 0.1006 & 0.1099 & 0.0554 & 0.0472 & 0.0472 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.1791 & 0.1489 & 0.0496 & 0.1726 & 0.1006 & 0.1099 & 0.2769 & 0.2362 & 0.2273 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0895 & 0.0496 & 0.1489 & 0.0575 & 0.1006 & 0.2748 & 0.1662 & 0.2835 & 0.1364 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.1791 & 0.1489 & 0.0496 & 0.1726 & 0.2516 & 0.1099 & 0.2769 & 0.2362 & 0.1818 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.1791 & 0.2481 & 0.1489 & 0.2877 & 0.2013 & 0.1649 & 0.2769 & 0.2362 & 0.2273 \end{bmatrix}$$

c. Mengoptimasi Nilai Atribut

Setelah proses normalisasi, nilai dari setiap elemen dikalikan dengan bobot yang telah di tentukan untuk masing-masing kriteria. Hasil pembobotan lengkap disajikan dalam matriks berikut:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} 0.0322 & 0.0268 & 0.0298 & 0.0069 & 0.0272 & 0.0088 & 0.0033 & 0.0038 & 0.0073 \\ 0.0322 & 0.0268 & 0.0179 & 0.0207 & 0.0181 & 0.0176 & 0.0033 & 0.0057 & 0.0073 \\ 0.0242 & 0.0447 & 0.0060 & 0.0069 & 0.0453 & 0.0088 & 0.0166 & 0.0113 & 0.0073 \\ 0.0322 & 0.0268 & 0.0179 & 0.0345 & 0.0362 & 0.0220 & 0.0100 & 0.0076 & 0.0091 \\ 0.0403 & 0.0447 & 0.0179 & 0.0207 & 0.0181 & 0.0132 & 0.0100 & 0.0038 & 0.0091 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0403 & 0.0447 & 0.0060 & 0.0207 & 0.0181 & 0.0088 & 0.0033 & 0.0019 & 0.0073 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0322 & 0.0268 & 0.0060 & 0.0207 & 0.0181 & 0.0088 & 0.0166 & 0.0094 & 0.0091 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0161 & 0.0089 & 0.0179 & 0.0069 & 0.0181 & 0.0220 & 0.0100 & 0.0113 & 0.0055 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0322 & 0.0268 & 0.0060 & 0.0207 & 0.0453 & 0.0088 & 0.0166 & 0.0094 & 0.0073 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.0322 & 0.0447 & 0.0179 & 0.0345 & 0.0362 & 0.0132 & 0.0166 & 0.0094 & 0.0091 \end{bmatrix}$$

- d. Menentukan Nilai Y_i (max-min) dengan mengurangi nilai maximax(benefit) dan minimax (cost).
Nilai maximax $C1+C3+C6+C8+C9$ dan nilai minimax $C2+C4+C5+C7$

Tabel 3. Hasil Nilai Y_i

ALTERNATIF	MAXIMUM	MINIMUM	Y_i (Max-Min)	Ranking
A1	0,08197795	0,064198415	0,017779535	6
A2	0,080873224	0,068952081	0,011921143	8
A3	0,057657333	0,113470852	-0,055813519	30
A4	0,089039454	0,10752228	-0,018482826	18
A5	0,084401264	0,093464766	-0,009063502	14
A6	0,078376461	0,088711101	-0,01033464	15
A7	0,091925679	0,060142364	0,031783316	4
A8	0,088254358	0,075845332	0,012409026	7
A9	0,096492228	0,086547569	0,009944659	10
A10	0,064324034	0,086818581	-0,022494546	19
A11	0,060904317	0,060142364	0,000761954	12
A12	0,073846595	0,116331997	-0,042485402	25
A13	0,078875078	0,095357286	-0,016482208	16
A14	0,09199732	0,060142364	0,031854956	3
A15	0,065643599	0,082244451	-0,016600852	17
A16	0,092782416	0,118224517	-0,025442101	21
A17	0,079128491	0,087065646	-0,007937156	13
A18	0,052918051	0,104414069	-0,051496018	29
A19	0,07694849	0,127799377	-0,050850888	28
A20	0,073066921	0,043921318	0,029145604	5
A21	0,076740051	0,100876095	-0,024136043	20
A22	0,081018313	0,111578332	-0,030560019	22
A23	0,073918235	0,071091667	0,002826569	11
A24	0,105228716	0,068681069	0,036547647	2
A25	0,063825417	0,1094148	-0,045589383	26
A26	0,080268091	0,116331997	-0,036063905	24
A27	0,080266283	0,113988929	-0,033722646	23
A28	0,098273727	0,046331915	0,051941812	1
A29	0,091854039	0,080598997	0,011255042	9
A30	0,082012825	0,132034965	-0,05002214	27

- e. Menentukan ranking dari hasil perhitungan MOORA

Tabel 4. Perangkingan Hasil Perhitungan MOORA

Alt	Nilai	Ranking	Nama lokasi
A28	0.0518	1	Sei rotan
A24	0.0362	2	Kwala bekala
A14	0.0317	3	Beringin
A7	0.0317	4	Patumbak
A20	0.0288	5	Sunggal
...
A9	0.0111	10	Kutalimbaru
...
A6	-0.0105	15	Medan Johor
...
A21	-0.0257	20	Bandar khalipah
...
A12	-0.0426	25	Pagar merbabu
...
A3	-0.0559	30	Namo Rambe

Tabel 4 menunjukkan hasil perangkingan alternatif (Alt) menggunakan metode MOORA, di mana nilai tertinggi sebesar 0.0518 diraih pada alternatif A28 (sei rotan) yang menempati posisi 1. Nilai-nilai pada tabel mencerminkan hasil normalisasi dan perhitungan optimasi dari beberapa kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Dari 30 alternatif yang dianalisis, metode MOORA berhasil memberikan hasil perangkingan yang konsisten dan objektif.

3.2.2. Analisis SIG

Analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam penelitian ini diawali dengan input titik koordinat jalan melalui form yang terhubung dengan peta interaktif leaflet, memungkinkan admin memilih langsung lokasi pada peta[19]. Data yang masuk kemudian dianalisis dengan menggunakan metode MOORA untuk menentukan lokasi terbaik penanaman pohon, dan hasilnya divisualisasikan dalam peta digital tematik. Dengan demikian, system ini berfungsi sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan berbasis data spasial secara efektif dan efisien.

3.2.3. Konsep Koordinat Koordinat Geografis (*Latitude dan Longitude*)

Setiap fenomena atau biasa disebut objek di permukaan bumi ini digambarkan dengan koordinat geografis. Koordinat ini menggunakan dua parameter utama, yaitu garis lintang dan garis bujur (Hasanah & Suharso, 2023). Lintang (*Latitude*) adalah garis yang menunjukkan jarak suatu titik terhadap garis khatulistiwa dalam satuan derajat. Nilai garis lintang berkisar antara 0 derajat di khatulistiwa 90 derajat di kutub utara (LU) dan 90 derajat di kutub selatan (LS). Sementara itu, bujur (*Longitude*) adalah garis yang menunjukkan jarak suatu titik menuju garis bujur nol melewati Greenwich, Inggris. Nilai bujur berkisar dari 0 derajat hingga 180 derajat ke arah timur (BT) dan barat (BB) (Hajar et al., 2021).

Kombinasi dari nilai lintang dan bujur memungkinkan sistem GIS untuk menentukan posisi suatu titik secara akurat di permukaan bumi. Misalnya, lokasi pada alternatif A28 Sei Rotan dengan latitude 3.533447°N, dan longitude 98.516472°E berada pada koordinat sekitar 3.53 derajat Lintang Utara dan 98.51 derajat Bujur Timur (Lintas et al., 2021). Dalam penelitian ini pemetaan lokasi penanaman pohon, koordinat geografis digunakan untuk memetakan Lokasi area lahan yang menjadi alternatif penanaman pohon sehingga dapat divisualisasikan posisi dalam bentuk peta digital.

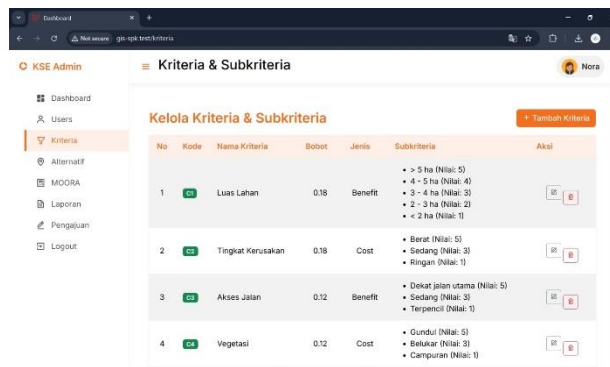
3.3. Implementasi Sistem

Tahapan ini merupakan proses realisasi dari perencanaan system ke dalam bentuk aplikasi yang dapat dijalankan. Implementasi mencakup pembangunan antarmuka pengguna (user interface), integrasi database, dan penerapan logika sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selain itu, dilakukan juga pengujian awal untuk memastikan bahwa setiap fitur berjalan dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Tahapan ini menjadi kunci dalam menghasilkan sistem yang siap digunakan dan mendukung proses bisnis atau tujuan utama dari penelitian[20].



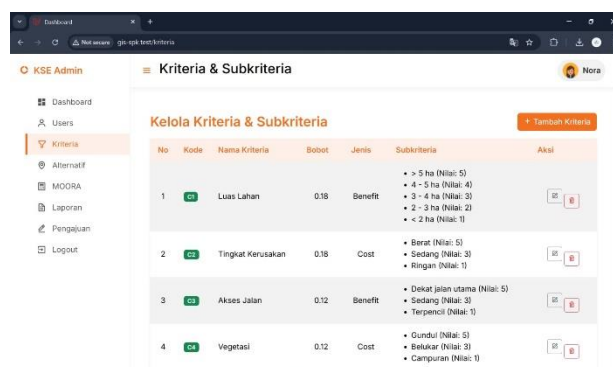
Gambar 6. Use Case Diagram

Gambar 6 menggambarkan interaksi antara admin, ketua kse dan anggotanya dengan sistem. Admin dapat mengelola data admin, input data/lokasi, input data kriteria, proses perhitungan MOORA, lihat hasil perankingan, lihat peta lokasi, laporan. Ketua KSE dan Anggotanya dapat melihat hasil perankingan, lihat peta lokasi, dan usulan lokasi penanaman.



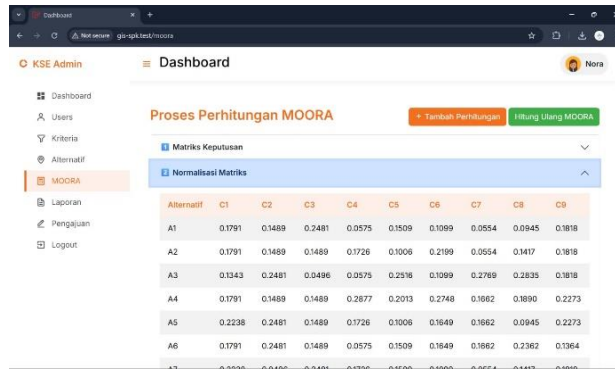
Gambar 7. Halaman Kriteria

Gambar 8 menunjukkan halaman Data Alternatif untuk admin, admin dapat melihat, mengedit, dan menghapus daftar data alternatif.



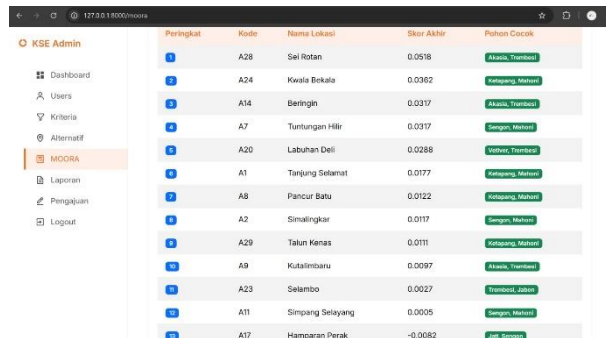
Gambar 8. Halaman Alternatif

Gambar 8 menampilkan halaman yang digunakan untuk admin dalam mengelola kriteria penilaian, termasuk nama, bobot, jenis, serta subkriteria beserta nilainya. Fitur ini membantu penyusunan komponen penilaian secara terstruktur.



Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	0.1791	0.1489	0.2481	0.0575	0.1509	0.1099	0.0554	0.0945	0.1818
A2	0.1791	0.1489	0.1489	0.1726	0.1006	0.2199	0.0554	0.1417	0.1818
A3	0.1343	0.2481	0.0496	0.0575	0.2516	0.1099	0.2769	0.2835	0.1818
A4	0.1791	0.1489	0.1489	0.2877	0.2013	0.2748	0.1962	0.1890	0.2273
A5	0.2238	0.2481	0.1489	0.1726	0.1006	0.1849	0.1962	0.0945	0.2273
A6	0.1791	0.2481	0.1489	0.0575	0.1509	0.1849	0.1962	0.2362	0.1364

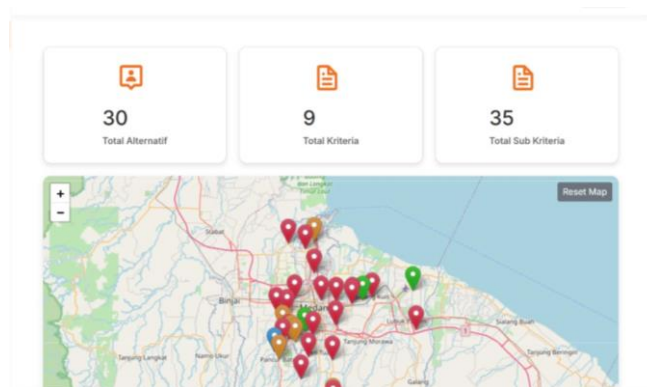
Gambar 8. Halaman perhitungan MOORA



Peringkat	Kode	Nama Lokasi	Skor Akhir	Pilihan Ciri
1	A28	Sai Rotan	0.0518	Akalis, Tambasi
2	A24	Kwala Bekala	0.0382	Kambona, Mambri
3	A14	Beringin	0.0317	Akalis, Tambasi
4	A7	Tuntungan Hilir	0.0317	Sengon, Mambri
5	A20	Labuhan Deli	0.0288	Yehur, Tambasi
6	A1	Tanjung Selamat	0.0177	Kelumpang, Mambri
7	A8	Pancar Batu	0.0122	Kedandang, Mambri
8	A2	Simalingkar	0.0117	Sengon, Mambri
9	A29	Tahun Kenas	0.0111	Kedandang, Mambri
10	A9	Kutalimbaru	0.0097	Akalis, Tambasi
11	A23	Selambo	0.0027	Tambak, Jaban
12	A11	Simpang Selayang	0.0005	Sengon, Mambri
13	A17	Hamparan Perak	-0.0082	Jub, Sengon

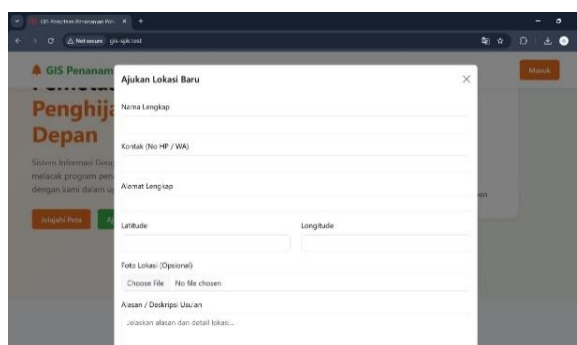
Gambar 9. Halaman Perangkingan

Gambar 9 menampilkan halaman hasil perangkingan MOORA pada sistem pemilihan lokasi terbaik penanaman pohon. Informasi ditampilkan secara sistematis melalui tabel yang memuat nama lokasi, skor akhirnya, kodenya serta peringkatnya.



Gambar 10. Halaman Maps

Gambar 10 menampilkan halaman Maps pada sistem pemilihan lokasi penanaman pohon. OpenStreetMap menunjukkan sebaran titik-titik ruas jalan di wilayah Medan dan Deli Serdang. Setiap penanda pada peta menunjukkan lokasi ruas jalan yang telah terdata dalam sistem Menyajikan output akhir berupa perangkingan berdasarkan nilai optimasi. Informasi ditampilkan secara sistematis melalui tabel yang memuat nama lokasi, nilai optimasi, serta waktu perhitungan.



Gambar 10. Halaman Pengajuan Lokasi

Gambar 11 menampilkan halaman pengajuan lokasi yang dapat diakses oleh user dalam memberikan pengajuan lokasi-lokasi yang memerlukan penghijauan

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Sistem Informasi Geografis (GIS) dan metode MOORA efektif dalam menentukan lokasi terbaik penanaman pohon secara objektif dan terukur. Hasil perhitungan menggunakan metode MOORA menghasilkan perangkingan dari 30 alternatif lokasi, dengan alternatif A28 (Sei Rotan) memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,0518 sehingga menjadi prioritas utama. Metode MOORA terbukti mampu mengolah data multikriteria secara sistematis melalui proses normalisasi dan optimasi, sehingga menghasilkan keputusan yang konsisten dan akurat. Sementara itu, GIS berperan dalam memvisualisasikan hasil perhitungan dalam bentuk peta digital yang informatif dan mudah dipahami. Dengan demikian, sistem berbasis web yang dikembangkan mampu mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara lebih cepat, efisien, dan transparan dalam penentuan lokasi penanaman pohon..

REFERENCES

- [1] Faisal Tamimi and Siti Munawaroh, "Teknologi Sebagai Kegiatan Manusia Dalam Era Modern Kehidupan Masyarakat," *Saturnus : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 66–74, Jun. 2024, doi: 10.61132/saturnus.v2i3.157.
- [2] O. A. Farida and F. Rosalina, "Pelatihan Dasar Sistem Informasi Geografis Menggunakan Software Mapinfo," *JPM Jurnal Pengabdian Mandiri*, vol. 1, no. 1, 2022, [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/index.php/JPM>
- [3] Lulus Ujiandri, Mulyati, Siska Ita Selvia, and Arief Rachmadi, "Desiminasi Rehabilitasi Hutan dan Lahan Secara Vegetatif Dalam Upaya Konservasi Tanah di Desa Rembitan Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah," *Jurnal SIAR ILMUWAN TANI*, vol. 4, no. 1, pp. 131–135, Jun. 2023, doi: 10.29303/jisit.v4i1.100.
- [4] R. Hayatul Hamidah et al., "Peran Masyarakat terhadap Rehabilitasi Hutan dan Lahan: Studi di Desa Dukuhdalem, Japara, Kuningan."
- [5] R. Safei, H. Kaskoyo, A. Darmawan, and F. F. Haikal, "KEANEKARAGAMAN JENIS POHON SEBAGAI SALAH SATU INDIKATOR KESEHATAN HUTAN LINDUNG (Studi Kasus di Kawasan Hutan Lindung yang Dikelola oleh HKm Beringin Jaya)," *Jurnal Belantara*, vol. 4, no. 1, pp. 89–97, Mar. 2021, doi: 10.29303/jbl.v4i1.601.
- [6] A. Hajar, I. Nabawi, L. Kartikawati, F. R. Yudana, S. Budi, and N. Prasetyantara, "Pengolahan Data Spasial-Geolocation untuk Menghitung Jarak 2 Titik Spatial-Geolocation Data Processing to Calculate 2 Point".
- [7] T. Shabrina and B. Sinaga, "Penerapan Metode MOORA pada Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Siswa Penerima Bantuan Miskin," *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis*, vol. 12, no. 2a, pp. 161–172, Dec. 2021, doi: 10.47927/jikb.v12i2a.214.
- [8] P. Alam, S. Kom, and M. Kom, "METODE MOORA (Multi Objective Optimazation on the basis of Ratio Analysis)."
- [9] C. Juliandy and A. Maringan Siahaan, "PENERAPAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PELAPORAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI KOTA MEDAN BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE HAVERSINE FORMULA." [Online]. Available: <http://stmb-multismart.ac.id/ejournal>
- [10] N. Zendrato, S. Bill Fatric Ginting, and S. Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Kristen Neumann Indonesia JILetjend Jamin Ginting Km, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN RUMAH MAKAN (STUDI KASUS PADA : WILAYAH MEDAN KABANJAHE)."
- [11] F. D. Nurhabiba, Misdalina, Tanzima, "Kemampuan Higher Order Thinking Skill (HOT) Dalam Pembelajaran Berdiferensiasi SD 19 Palembang". *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, vol. 9, no. 3, Juli 2023
- [12] F. D. Nurhabiba, Misdalina, Tanzima, "Kemampuan Higher Order Thinking Skill (HOT) Dalam Pembelajaran Berdiferensiasi SD 19 Palembang". *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, vol. 9, no. 3, Juli 2023
- [13] S. Purnomo and F. A. Alijojo, "Sistem Peminjaman Barang Menggunakan QR Code Berbasis Aplikasi Android," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 2, pp. 322–328, Apr. 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i2.1350.
- [14] Adinda Rahmanda Putri, Nurhaliza Meilinda Iswanto, and Eggy Fawas Ihsan, "Perancangan Desain Sistem Pengelolaan Pantai Berbasis Website dengan Metode UML," *Merkurius : Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 77–90, Dec. 2024, doi: 10.61132/mercurius.v3i1.596.
- [15] Triase, T. Annisa, N.A. Rahma, M. Badri, "Impelementasi Metode MOORA Pada Penyeleksian Rekomendasi Pembelian Mobil Daihatsu". *Jurnal Pendukung Keputusan dan Aplikasi*, vol. 1, no. 1, hal 47-57, Maret 2022
- [16] I. R. Mukhlis, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/376582770>
- [17] D. Mhd El Faritsi, D. Saripurna, I. Mariami, S. Informasi, and S. Triguna Dharma, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Tenaga Pengajar Menggunakan Metode MOORA", [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharna.ac.id/index.php/jsi>
- [18] Ilyas, Nurhaliza, and Samsudin, "ANALISIS PENGGUNAAN METODE MOORA PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGGUNAKAN ANALISIS BIBLIOMETRIK", [Online]. Available: <https://scholar.google.com>
- [19] J. Homepage, F. R. Hayon, B. Deta, and M. I. Ishak, "Journal of Innovative and Creativity Sistem Informasi Geografis Penyebaran Titik Lokasi Penginapan Menggunakan Metode Geolocation dan Haversine Formula."
- [20] K. Umam Syaliman and D. Gunawan, "IMPLEMENTATION OF LOCAL MEAN DISTANCE WEIGHTING K-NEAREST NEIGHBOR IN DETERMINING VOCATIONAL HIGH SCHOOL MAJORS IN PEKANBARU PENERAPAN PEMBOBOTAN LOCAL MEAN DISTANCE K-NEAREST NEIGHBOR DALAM PENENTUAN JURUSAN SMK DI PEKANBARU."