

ANALISIS BERBASIS MODEL FUZZY AHP - GIS UNTUK KESESUAIAN LOKASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU DI PROVINSI SULAWESI SELATAN

AN ANALYSIS BASED ON THE FUZZY AHP–GIS MODEL FOR THE SITING OF WIND POWER STATIONS IN SOUTH SULAWESI PROVINCE

Defri Imral^{1*}, Dwi Arini^{2*}, Taufal Hidayat³, Fajrin,⁴ Dwi Marsiska Driptufany,⁵

¹⁻⁵Teknik Geodesi, Institut Teknologi Padang, Padang

E-mail: defriimral2801@gmail.com, dwiarini@itp.ac.id, taufal.hidayat@itp.ac.id, fajrin@itp.ac.id, dwidayana@gmail.com

*Penulis Korespondensi: dwiarini@itp.co.id

Received: 01-08-2026 | Revised: 07-08-2026 | Accepted: 20-08-2026 | Published: 11-09-2026

Abstract

Indonesia has substantial wind-energy potential, but selecting suitable Wind Power Plant (PLTB) sites requires a multi-criteria approach so that technical and spatial requirements can be satisfied simultaneously. This study aims to prioritize site-selection criteria and map PLTB suitability in South Sulawesi Province using a Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) framework that integrates the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy-AHP) and Geographic Information System (GIS). Seven criteria were evaluated: wind speed, elevation, slope, land cover, distance to road networks, distance to electricity transmission lines, and distance to settlements. Criterion weighting was performed using Buckley's Fuzzy Geometric Mean through pairwise-comparison conversion into Triangular Fuzzy Numbers (TFN), fuzzy geometric mean calculation, Center of Area defuzzification, and weight normalization. The results show that wind speed is the most influential criterion with a weight of 42%, followed by distance to electricity transmission lines at 18% and slope at 12%. A Consistency Ratio (CR) of 0.0386 indicates that the pairwise judgments are consistent. The weighted overlay of the 4,421,739.17-ha study area produced Very Suitable, Suitable, Less Suitable, and Not Suitable classes covering 14,495.18 ha (0.33%), 517,252.09 ha (11.70%), 998,362.06 ha (22.58%), and 2,891,629.84 ha (65.40%), respectively. Cross-validation against the existing Sidrap and Tolo wind power plants placed both sites within the Very Suitable to Suitable range. The resulting suitability map can serve as preliminary spatial decision-support information for identifying candidate areas for future PLTB development in South Sulawesi.

Keywords: Fuzzy-AHP; Geographic Information System; Renewable Energy; Site Suitability; Wind Power Plant.

Abstrak

Indonesia memiliki potensi energi angin yang besar, namun pemilihan lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) memerlukan pertimbangan multikriteria agar lokasi yang dipilih memenuhi kondisi teknis dan spasial secara bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan prioritas kriteria dan memetakan tingkat kesesuaian lokasi PLTB di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan pendekatan Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) yang mengintegrasikan Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy-AHP) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tujuh kriteria digunakan, yaitu kecepatan angin, ketinggian, kemiringan lereng, tutupan lahan, jarak terhadap jaringan jalan, jarak terhadap jaringan transmisi listrik, dan jarak terhadap permukiman. Pembobotan dilakukan menggunakan metode Buckley's Fuzzy Geometric Mean melalui tahapan konversi skala perbandingan berpasangan ke Triangular Fuzzy Number (TFN), perhitungan geometric mean fuzzy, defuzzifikasi Center of Area, dan normalisasi bobot. Hasil pembobotan menunjukkan kecepatan angin menjadi kriteria paling dominan sebesar 42%, diikuti jarak terhadap jaringan transmisi listrik sebesar 18% dan kemiringan lereng sebesar 12%. Nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0,0386 menunjukkan penilaian berpasangan konsisten. Hasil weighted overlay pada wilayah seluas 4.421.739,17 ha

menghasilkan kelas Sangat Sesuai 14.495,18 ha (0,33%), Sesuai 11.700 ha (11,70%), Kurang Sesuai 998.362,06 ha (22,58%), dan Tidak Sesuai 2.891.629,84 ha (65,40%). Validasi terhadap lokasi PLTB Sidrap dan Tolo menunjukkan keduanya berada pada kelas Sangat Sesuai hingga Sesuai. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai informasi awal dalam mengidentifikasi kandidat lokasi pengembangan PLTB di Sulawesi Selatan.

Kata kunci: Fuzzy-AHP; Sistem Informasi Geospasial; Energi terbarukan; Kesesuaian Lokasi; Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan energi baru dan terbarukan dari matahari, energi angin (bayu), bioenergi, air (hidro), dan panas bumi dengan potensi EBT 3.686 GW (Agung Pribadi, 2023). Energi angin adalah sumber energi yang ramah lingkungan yang menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang paling umum digunakan baru-baru ini umum digunakan dan energi gratis. Indonesia memiliki potensi energi angin yang sangat besar dengan estimasi mencapai 155 GW yang terdiri dari 60,6 GW angin darat dan 94,2 GW angin lepas Pantai (C. Sumitro, 2024). Guna mendukung transisi energi nasional, pemerintah menetapkan target bauran energi terbarukan minimal 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (Adzikri et al., 2017). Provinsi Sulawesi Selatan menjadi salah satu wilayah pionir pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Indonesia, ditandai dengan beroperasinya PLTB Sidrap dan PLTB Tolo Jeneponto yang telah berkontribusi terhadap sistem kelistrikan nasional (Pranata Aan, 2023). Kondisi geografis wilayah pesisir yang luas dan topografi terbuka menjadikan kecepatan angin di provinsi ini relatif stabil, sehingga berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber energi listrik berkelanjutan (Pristiandaru Lambang Danur, 2024).

Meskipun pemetaan distribusi energi angin potensial telah dilakukan oleh pemerintah, pemetaan kesesuaian lahan untuk penentuan lokasi pengembangan PLTB di Provinsi Sulawesi Selatan secara sistematis dan berbasis multikriteria spasial belum dilakukan secara optimal. Pemilihan lokasi PLTB merupakan persoalan kompleks yang memerlukan analisis simultan terhadap berbagai aspek, seperti kecepatan angin, elevasi, kemiringan lereng, tutupan lahan, serta aksesibilitas terhadap infrastruktur jalan dan jaringan transmisi listrik, sehingga kesalahan dalam penentuan lokasi berisiko menimbulkan kerugian ekonomi, sosial, maupun lingkungan (Anastasia Muhtar, 2019; Harper et al., 2019). Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi sistematis antara Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) berbasis Buckley's Fuzzy-AHP dengan analisis spasial Sistem Informasi Geospasial (SIG) yang melibatkan tujuh parameter evaluasi secara simultan, sehingga menghasilkan vektor bobot kriteria yang representatif, teruji konsistensinya melalui Consistency Ratio, dan divalidasi terhadap lokasi PLTB yang telah beroperasi secara nyata di wilayah kajian.

Penelitian ini disusun untuk membangun model spasial yang bertujuan menentukan lokasi yang sesuai bagi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Provinsi Sulawesi Selatan. Proses ini menerapkan metodologi holistik dua tahap yang menggabungkan Multi-Criteria Decision Making (MCDM) melalui Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy-AHP) dengan evaluasi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi kriteria-kriteria yang relevan, meliputi kecepatan angin, ketinggian (elevasi), kemiringan lereng, tutupan lahan, jarak terhadap jaringan jalan, jarak

terhadap jaringan transmisi listrik, dan jarak dari permukiman, yang kemudian disusun secara hierarkis. Selanjutnya, data spasial terkait kecepatan angin, topografi, jaringan infrastruktur, tutupan lahan, dan faktor lingkungan dikumpulkan serta diolah melalui tahap pra-pemrosesan untuk keperluan analisis lebih lanjut.

Melalui analisis overlay dan weighted overlay dalam kerangka kerja SIG, seluruh lapisan data spasial digabungkan dan diberi bobot berdasarkan bobot prioritas yang diperoleh dari hasil perhitungan Fuzzy-AHP. Integrasi kedua metode tersebut menghasilkan peta kesesuaian lokasi yang secara rinci menunjukkan area paling potensial untuk pembangunan PLTB. Pendekatan ini membantu para pengambil keputusan memahami bagaimana berbagai faktor memengaruhi penentuan lokasi PLTB di Sulawesi Selatan, sekaligus bagaimana keputusan tersebut dapat berdampak terhadap aspek sosial dan ekonomi masyarakat setempat.

KAJIAN TEORITIS

MCDA (Multi-Criteria Decision Analysis) adalah suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik berdasarkan berbagai kriteria yang relevan. Pendekatan ini memecah masalah kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana, kemudian menilai dan membandingkan alternatif berdasarkan kriteria tersebut secara terstruktur dan objektif. Dengan demikian, MCDA memungkinkan pengambil keputusan untuk mempertimbangkan berbagai aspek sekaligus, termasuk faktor ekonomi, lingkungan, sosial, dan teknis, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih optimal dan transparan (Chaube et al., 2024). MCDA juga mampu menangani ketidakpastian serta konflik antar kriteria dengan memanfaatkan berbagai metode, seperti AHP, TOPSIS, dan ELECTRE, yang banyak diterapkan di berbagai bidang, termasuk industri, kesehatan, dan pengelolaan sumber daya (Feloni & Karandinaki, 2021).

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah metode pengambilan keputusan yang terstruktur dengan membagi masalah kompleks menjadi hierarki yang terdiri dari tujuan utama, kriteria, dan alternatif. Metode ini menggunakan proses perbandingan berpasangan untuk menilai tingkat kepentingan atau preferensi antar elemen dalam hierarki tersebut (Chaube et al., 2024). Hasil dari optimasi ditentukan melalui perbandingan berpasangan, yang terstruktur secara hierarkis untuk memandu solusi secara logis, ukuran ini menggunakan skala preferensi dari 1 hingga 9 (Richards et al., 2024).

Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP) merupakan pengembangan dari metode AHP konvensional yang mengintegrasikan teori himpunan fuzzy untuk mengatasi ketidakpastian dan ketidaktepatan dalam penilaian kriteria oleh pengambil keputusan. Metode Fuzzy AHP digunakan sebagai metode pengambilan keputusan multikriteria yang mampu menangani ketidakpastian, di mana penilaian risiko dilakukan dengan mempertimbangkan parameter yang masing-masing diberikan bobot melalui perbandingan berpasangan dalam bentuk fuzzy triangular number (Kurniawan Devyanto & Setiawan Budhi, 2025).

Table 1 Skala Perbandingan Berpasangan dan Konversi TFN pada Metode AHP dan Fuzzy-AHP

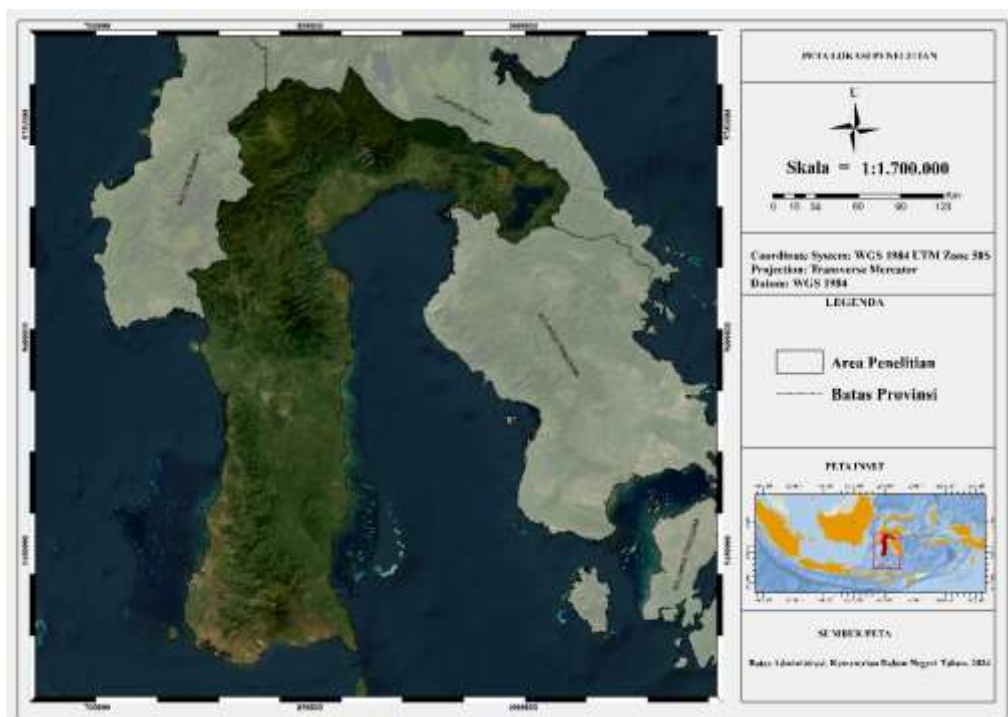
Skala AHP	keterangan	Skala TFN	Nilai Kebalikan
1	Sama penting	(1,1,1)	(1,1,1)
2	Antara sama penting dan sedikit lebih penting	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)

Skala AHP	keterangan	Skala TFN	Nilai Kebalikan
3	Sedikit lebih penting	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
4	Antara sedikit lebih penting dan lebih penting	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
5	Lebih penting	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
6	Antara lebih penting dan sangat penting	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
7	Sangat penting	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
8	Antara sangat penting dan mutlak lebih penting	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
9	Mutlak lebih penting	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)

METODE

Lokasi penelitian dilakukan di provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan Peraturan Daerah (Perda) Provinsi Sulawesi Selatan Nomor 3 Tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2022 – 2041. Secara Georafis, Sulawesi Selatan terletak di 0°12' – 8° Lintang Selatan dan 116°48' – 122°36' Bujur Timur. Luas wilayahnya 62.482,54 km², dengan luas wilayah penelitian sebesar 44.217,39 km² (**Gambar 1**). Provinsi ini berbatasan dengan Sulawesi Tengah dan Sulawesi Barat di utara, Teluk Bone dan Sulawesi Tenggara di timur, Selat Makassar di barat, dan Laut Flores di selatan.

Penelitian ini mengintegrasikan data yang diperoleh dari berbagai instansi terkait guna mendukung pelaksanaan analisis spasial secara komprehensif pada wilayah kajian yang telah ditetapkan (**Tabel 2**). Secara keseluruhan, data-data tersebut menyediakan informasi spasial yang diperlukan untuk mencapai



Gambar 1 Peta lokasi Penelitian

tujuan penelitian, sekaligus menjadi dasar bagi tahapan analisis dan pemodelan selanjutnya. Persiapan data dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8, dengan proses pengolahan dan penyesuaian lebih lanjut agar data yang digunakan sesuai dengan kebutuhan spesifik penelitian. Data yang telah disiapkan tersebut kemudian dikonversi ke dalam format raster, dengan tetap menjaga konsistensi resolusi spasial pada seluruh lapisan data selama proses konversi berlangsung. Konversi ini mempermudah proses integrasi dan pemeriksaan berbagai jenis data dalam lingkungan kerja berbasis raster pada ArcGIS, sehingga analisis spasial, pemodelan, serta visualisasi terhadap karakteristik dan fenomena kewilayahan di Sulawesi Selatan dapat dilakukan secara lebih optimal.

Tabel 2. Sumber Data

Data	Deskripsi	Sumber
Kecepatan Angin	Data kecepatan angin rata-rata tahunan 100 m	https://globalwindatlas.info/en/
Ketinggian	Ina Geoportal, Demnas	https://tanahair.indonesia.go.id/
Kemiringan Lereng	Turunan dari DEM	https://tanahair.indonesia.go.id/
Jaringan Jalan	Openstreetmap roa,d	https://www.openstreetmap.org/
Jaringan Transmisi Listrik	Openstreetmap power	https://www.openstreetmap.org/
LULC	Esri 10 m LULC	https://livingatlas.arcgis.com/en
Pemukiman	Di diperoleh dari Esri 10 m LULC	https://livingatlas.arcgis.com/en

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Kecepatan Angin

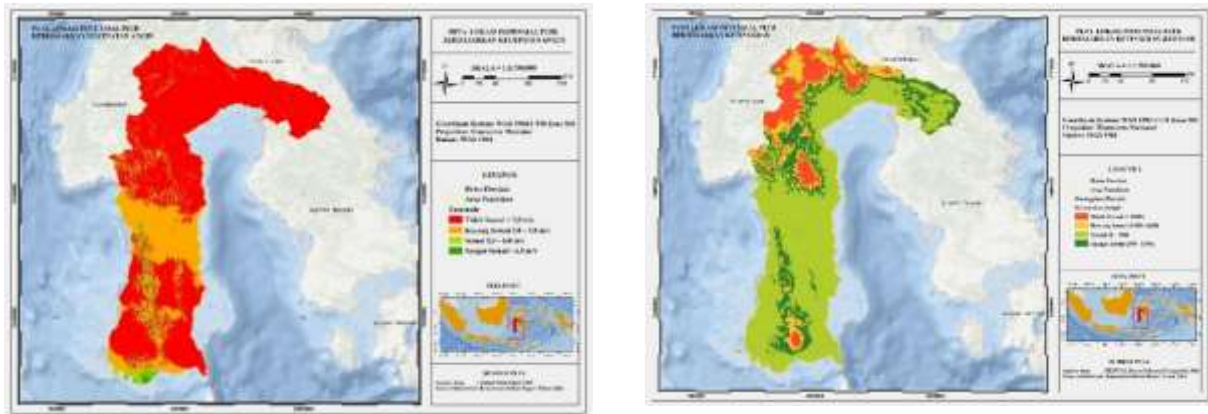
Umumnya, turbin angin mulai beroperasi pada kecepatan angin cut-in sekitar 2,5 hingga 4 m/s, beroperasi optimal pada kecepatan rated (nominal) antara 12–15 m/s, dan secara otomatis berhenti pada kecepatan cut-out sekitar 25 m/s untuk alasan keamanan (Benti et al., 2023). Berdasarkan kajian literatur, lokasi dengan kecepatan angin rata-rata di atas 7 m/s pada ketinggian 100 m dianggap sangat sesuai untuk investasi PLTB skala komersial (Döker et al., 2025). Sementara itu, kecepatan angin 5–7 m/s masih layak untuk pembangunan PLTB skala menengah, sedangkan di bawah 3 m/s dianggap tidak layak secara ekonomi (Amsharuk & Łaska, 2023). Data kecepatan angin umumnya diperoleh dari Global Wind Atlas (GWA) yang telah terbukti memberikan hasil yang andal pada skala regional maupun nasional.

Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Ketinggian

Elevasi ditempatkan sebagai salah satu kriteria teknis dalam evaluasi kesesuaian lokasi pembangkit listrik tenaga bayu. Penelitian tersebut menggunakan batas elevasi maksimum 2.000 m berdasarkan kajian terdahulu dan pertimbangan bahwa ketinggian yang terlalu besar dapat menurunkan densitas udara sehingga berpotensi mengurangi efisiensi pembangkit. Data elevasi kemudian direklasifikasi menjadi beberapa kelas untuk digunakan dalam proses analisis kesesuaian berbasis GIS-MCDM(Yaman, 2024).

Wilayah dengan elevasi 739–1.000 m, 1.000–1.500 m, dan 1.500–2.000 m dikategorikan sebagai wilayah yang memiliki tingkat preferensi berbeda terhadap pembangunan PLTB, sedangkan wilayah

dengan elevasi lebih dari 2.000 m dianggap kurang sesuai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa elevasi dapat berperan sebagai faktor penyaring dalam menentukan wilayah yang secara teknis lebih memungkinkan untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga bayu (Placide & Lollchund, 2024).



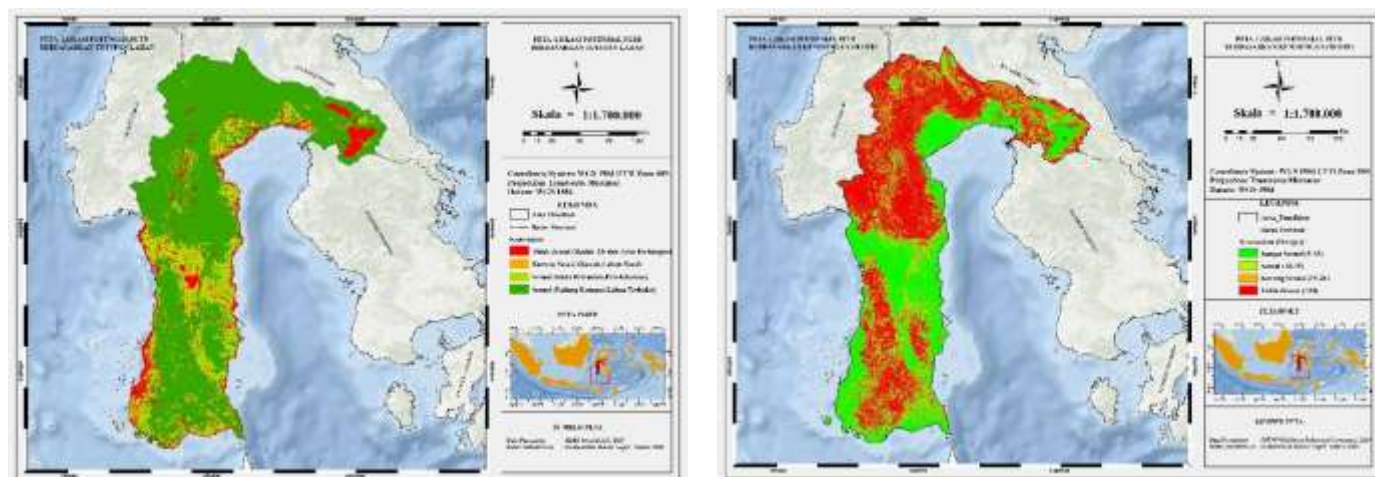
Gambar 2.a) Peta Kesesuaian lokasi berdasarkan kecepatan angin; **b)** Peta kesesuaian lokasi berdasarkan Ketinggian (Elevasi)

Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Kemiringan Lereng (Slope)

Parameter kemiringan lereng digunakan sebagai faktor pembatas (constraint), di mana lokasi PLTB dipersyaratkan berada pada kemiringan lereng kurang dari 15% untuk memastikan kemudahan konstruksi, pengiriman komponen turbin, serta keamanan operasional jangka panjang (Anastasia Muhtar, 2019). Oleh karena itu, lokasi dengan kondisi lahan yang relatif datar dan memiliki kemiringan lereng rendah umumnya lebih diprioritaskan dalam pemilihan lokasi PLTB. Kemiringan Lereng menggunakan rentang kemiringan sekitar 10–25° sebagai salah satu acuan dalam menentukan tingkat kesesuaian lokasi. Kondisi lereng yang tidak terlalu curam juga memberikan keuntungan dalam proses mobilisasi peralatan, pembangunan, pemasangan turbin, serta kegiatan pemeliharaan fasilitas PLTB (Placide & Lollchund, 2024)

Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Tutupan Lahan

Tutupan lahan dominan berperan penting dalam menentukan kelayakan pembangunan turbin angin di suatu lokasi. Oleh karena itu, pola penggunaan lahan yang berlangsung di kawasan dengan potensi angin tinggi memiliki peran krusial dalam pemilihan lokasi PLTB secara strategis. Berdasarkan hal tersebut, secara umum dapat dinyatakan bahwa lahan pertanian, padang rumput, lahan tandus/terbuka, dan area bersemak tergolong sesuai untuk pengembangan PLTB (Benti et al., 2023). Sebaliknya, badan air dan kawasan terbangun dinilai tidak sesuai untuk pengembangan PLTB karena adanya hambatan signifikan berupa bangunan dan infrastruktur, serta rendahnya kecepatan angin di atas permukaan air yang menghambat efisiensi produksi energi angin (**Gambar 3a**). Selain itu, lokasi-lokasi yang berpotensi menimbulkan konflik dengan pemanfaatan lahan eksisting, seperti bandar udara dan kawasan perkotaan, turut diidentifikasi sebagai area yang tidak sesuai untuk instalasi turbin angin (Ardy & Seri, 2024).



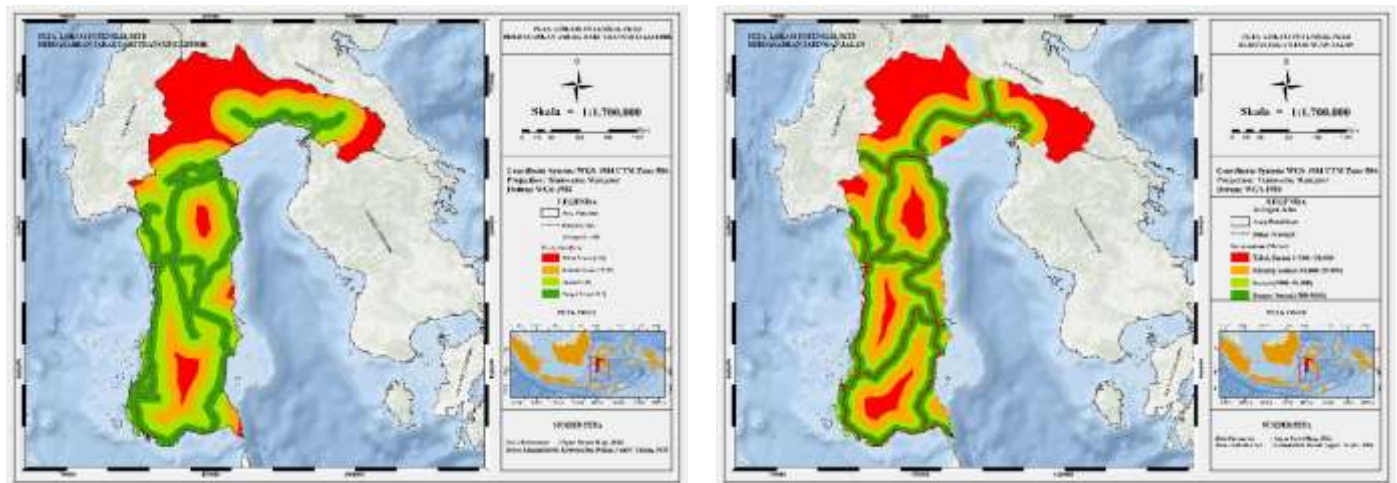
Gambar 3.a) Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Tutupan Lahan; b) Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Kemiringan Lereng (*Slope*)

Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Jarak Dari Jaringan Listrik

Penelitian di berbagai negara menemukan bahwa lokasi dalam jarak 0–5 km dari jaringan transmisi dikategorikan sebagai sangat sesuai karena meminimalkan biaya interkoneksi. Jarak 5–15 km masih dianggap layak dengan investasi tambahan yang moderat, sementara lokasi yang berjarak lebih dari 15 km dari jaringan transmisi umumnya dianggap tidak ekonomis untuk dikembangkan (Placide & Lollchund, 2024). Studi di Wolaita, Ethiopia, menetapkan batas minimal 1,67 km dari jalur transmisi untuk menghindari dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat di sekitar jalur listrik tegangan tinggi (Benti et al., 2023). Di Sakarya, Turki, kedekatan dengan jalur transmisi diberi bobot sebesar 17% dalam analisis FAHP, menunjukkan tingginya kepentingan faktor ini (Döker et al., 2025).

Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Jarak Dari Jaringan Jalan

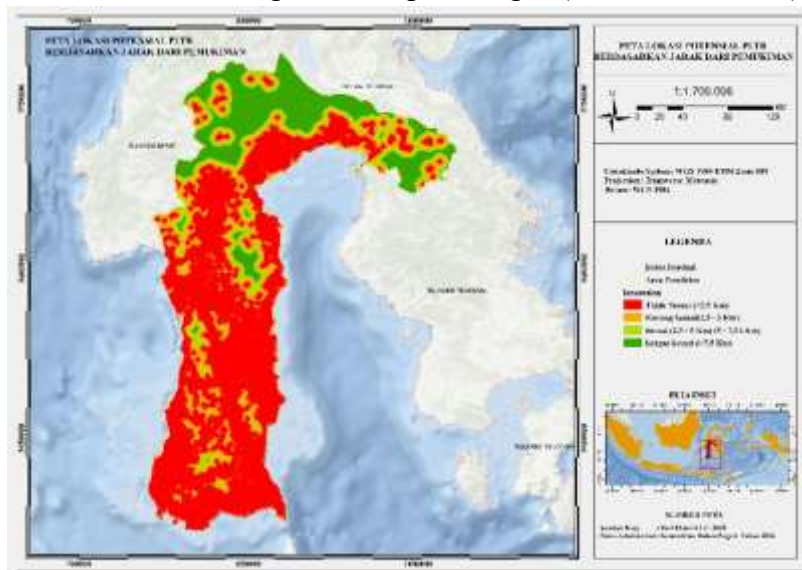
Jarak terhadap jaringan jalan utama merupakan salah satu aspek ekonomi yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi PLTB. Lokasi yang memiliki akses relatif dekat dengan jaringan jalan yang telah tersedia cenderung lebih diprioritaskan karena dapat mempermudah mobilisasi (Placide & Lollchund, 2024). Jarak optimal terhadap jaringan jalan yang umum digunakan dalam penelitian serupa berkisar antara 1.000 hingga 10.000 meter (Rehman et al., 2020).



4.a) Peta Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Jarak Dari Jaringan Listrik; b) Peta Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Jarak Dari Jaringan jalan

Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Jarak Dari Pemukiman

Jarak lokasi PLTB terhadap kawasan pemukiman merupakan salah satu kriteria penting dalam pemilihan lokasi yang layak untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu. Keberadaan turbin angin yang terlalu dekat dengan area pemukiman dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti kebisingan mekanis dan aerodinamis, efek getaran bayangan (*shadow flickering*), serta gangguan estetika lanskap perkotaan yang pada akhirnya dapat menurunkan nilai properti di sekitarnya (Tercan, 2021). Selain aspek visual dan sosial, jarak terhadap pemukiman juga berkaitan erat dengan dampak kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar instalasi turbin angin. Kebisingan berfrekuensi rendah yang dihasilkan oleh putaran bilah turbin dapat memicu gangguan tidur, kecemasan, hingga potensi gangguan pada sistem vestibular manusia apabila jarak pemukiman terlalu dekat dengan lokasi pembangkit (Nazir et al., 2019).



Gambar 5. Peta Kesesuaian Lokasi Berdasarkan Jarak Dari Pemukiman

Merujuk pada penelitian penilaian kesesuaian lokasi PLTB berbasis AHP-GIS, kawasan yang berjarak lebih dari 7,5 km dari pemukiman dikategorikan sebagai lokasi paling sesuai karena memberikan

dampak minimal terhadap kehidupan warga dan menekan potensi konflik sosial, sedangkan area dengan jarak kurang dari 2,5 km dinyatakan tidak sesuai untuk pengembangan PLTB akibat tingginya risiko gangguan kebisingan, intrusi visual, serta keresahan kesehatan bagi penduduk terdekat (Ardy & Seri, 2024).

Peta Final Kesesuaian Lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Analisis fuzzy-AHP yang telah dilakukakn sebelumnya oleh (Placide & Lollchund, 2024) digunakan dalam peneltian. Secara khusus ,variabel kriteria kecepatan angin menerima bobot paling besar yaitu 41 %, yang selaras dengan penelitian (Ardy & Seri, 2024).Di sisi lain, jarak dari pemukiman dan ketinggian ditemukan memiliki sedikit pengaruh terhadap pembangunan PLTB yang masing masing di bobotkan 5% (tabel.3). Karena nalisis Fuzzy-AHP telah diuji dan memperoleh rasio konsistensi (CR) yang beasarnya 0,0386 yang dianggap dapat diterima karean memiliki nilai dibawah 0,10,dengan demikian Fuzzy-AHP ini dapat di gunakan dalam studi lain.

Tabel 3 Hasil Pembobotan Setiap Parameter

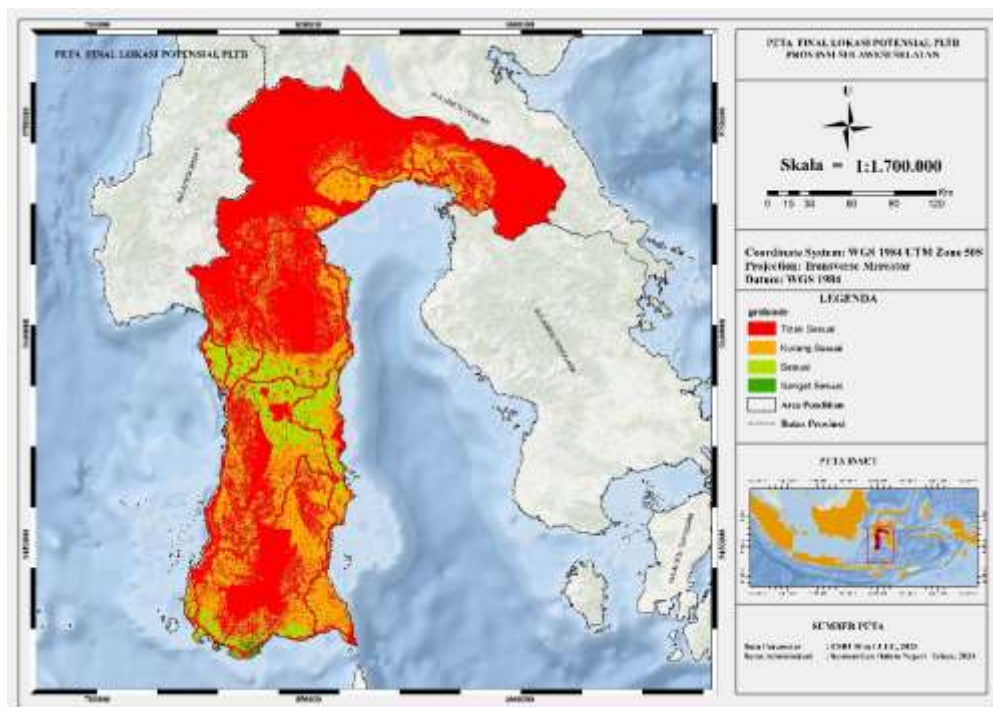
Peringkat	Kriteria	FAHP	Weight Overlay (%)
1	Kecepatan Angin	41,8	42
2	Jarak terhadap Jaringan Transmisi Listrik	17,7	18
3	Kemiringan Lereng (Slope)	12,3	12
4	Jarak terhadap Jaringan Jalan	10,4	10
5	Tutupan Lahan	7,7	8
6	Ketinggian	5,1	5
7	Jarak terhadap Permukiman	5,0	5
Total		100	100

Dengan menggabungkan semua kriteria dengan weight oleh (Döker et al., 2025).dan dengan weight overlay dengan tools di arcmap 10.8. Peta akhir kesesuai PLTB dibagi menjadi empat kelas berbeda (tabel 4).

Tabel 4. Luas lokasi potensial Pengbangkit Listrik Tenaga Bayu

Kelas Kesesuaian	Skor	Luas (ha)	%
Sangat Sesuai	4	14.495,18	0,33
Sesuai	3	517.252,09	11,70
Kurang Sesuai	2	998.362,06	22,58
Tidak Sesuai	1	2.891.629,84	65,40
Total		4.421.739,17	100

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian lokasi pada (**Gambar 6**), wilayah penelitian terbagi menjadi empat kelas kesesuaian, yaitu sangat sesuai, sesuai, kurang sesuai, dan tidak sesuai. Kelas sangat sesuai memiliki luas sebesar 14.495,18 ha (0,33%), sedangkan kelas sesuai memiliki luas sebesar 517.252,09 ha (11,70%). Kedua kelas tersebut memiliki tingkat kesesuaian yang mendukung untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Sementara itu, kelas kurang sesuai mencakup area seluas 998.362,06 ha (22,58%), sedangkan kelas tidak sesuai merupakan kelas dengan cakupan wilayah terbesar, yaitu 2.891.629,84 ha (65,40%). Secara keseluruhan, luas wilayah penelitian yang dianalisis mencapai 4.421.739,17 ha (44.217,39 km²). Dominasi kelas tidak sesuai menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah penelitian memiliki karakteristik yang kurang mendukung untuk pengembangan PLTB berdasarkan kriteria yang digunakan dalam analisis. Oleh karena itu, wilayah dengan kelas sangat sesuai dan sesuai menjadi prioritas utama dalam menentukan lokasi potensial pembangunan PLTB.



Gambar 6 Peta Final Lokasi Potensial Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

KESIMPULAN

Hasil analisis kesesuaian lokasi menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki tingkat kesesuaian yang beragam untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Berdasarkan hasil analisis, kelas sangat sesuai mencakup luas 14.495,18 ha (0,33%), sedangkan kelas sesuai mencakup 517.252,09 ha (11,70%) dari total wilayah penelitian. Kedua kelas tersebut merupakan wilayah yang paling potensial untuk diprioritaskan dalam pengembangan PLTB karena memiliki karakteristik yang relatif mendukung berdasarkan kriteria yang digunakan. Sementara itu, kelas kurang sesuai mencakup 998.362,06 ha (22,58%), sedangkan kelas tidak sesuai memiliki cakupan terbesar, yaitu 2.891.629,84 ha (65,40%). Dengan demikian, wilayah yang termasuk dalam kelas sangat sesuai dan sesuai, dengan total luas 531.747,27 ha (12,03%), dapat menjadi prioritas dalam penentuan lokasi potensial PLTB, sedangkan wilayah pada kelas kurang sesuai dan tidak sesuai memerlukan pertimbangan lebih lanjut sebelum dikembangkan.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan lebih banyak pakar ahli dengan latar belakang beragam—akademisi, praktisi PT PLN (Persero), dan pemerintah daerah—guna meningkatkan keterwakilan penilaian dalam pembobotan kriteria. juga perlu dipertimbangkan melalui pendekatan MCDA lanjutan seperti VIKOR dan TOPSIS.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas arahan dan bimbingan selama penelitian, kepada para responden ahli yang telah mengisi kuesioner perbandingan berpasangan Fuzzy-AHP, serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan data dan masukan teknis hingga artikel ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzikri, F., Notosudjono, D., & Suhendi, D. (2017). *STRATEGI PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN DI INDONESIA*.
- Agung Pribadi. (2023, February 4). *Potensial Energi Baru dan Terbarukan (EBT) di Indonesia*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/miliki-potensi-ebt-3686-gw-sekjen-rida-modal-utama-jalankan-transisi-energi-indonesia>
- Amsharuk, A., & Łaska, G. (2023). The Approach to Finding Locations for Wind Farms Using GIS and MCDA: Case Study Based on Podlaskie Voivodeship, Poland. *Energies*, 16(20). <https://doi.org/10.3390/en16207107>
- Anastasia Muhtar, G. (2019). LOKASI PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU MENGGUNAKAN METODE SIG DI PROVINSI GORONTALO. *Jurnal Azimut*, 2(2), 155–164. <https://ojs.unitas-pdg.ac.id/index.php/azimut155><https://ojs.unitas-pdg.ac.id/index.php/azimut>
- Ardy, A. M., & Seri, N. A. (2024). *AHP-GIS Model-Based Analysis for Wind Power Plant Site Suitability Assessment in Ibu Kota Nusantara* *AHP-GIS MODEL-BASED ANALYSIS FOR WIND POWER PLANT SITE SUITABILITY ASSESSMENT IN IBU KOTA NUSANTARA, INDONESIA*.
- Benti, N. E., Alemu, Y. B., Balta, M. M., Gunta, S., Chaka, M. D., Semie, A. G., Mekonnen, Y. S., & Yohannes, H. (2023). Site suitability assessment for the development of wind power plant in Wolaita area, Southern Ethiopia: an AHP-GIS model. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47149-x>
- C. Sumitro, S. S. B. E. and P. (2024, September 23). *Indonesia memiliki potensi energi angin yang sangat besar dengan estimasi mencapai 155 GW yang terdiri dari 60,6 GW angin darat dan 94,2 GW angin lepas Pantai*. <https://www.energytransitionpartnership.org/wp-content/uploads/2024/09/20240906-Final-Report-Wind-Energy-Development-in-Indonesia-Investment-Plan-v2.0.pdf>
- Döker, M. F., Özdoruk, E., Kirlangıçoğlu, C., & Minaei, M. (2025). Wind Power Plant Site Selection Using Fuzzy AHP and Weighted Fuzzy Overlay. *Wind Energy*, 28(3). <https://doi.org/10.1002/we.70001>
- Harper, M., Anderson, B., James, P., & Bahaj, A. B. (2019). Assessing socially acceptable locations for onshore wind energy using a GIS-MCDA approach. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 14(2), 160–169. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctz006>
- Kurniawan Devyanto, & Setiawan Budhi. (2025). *Analisis Zona Rawan Bencana Tanah Longsor Menggunakan Pendekatan Fuzzy Analytical Hierarchy Proses (FAHP)*. *Studi Kasus Daerah Barangin dan Sekitarnya, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat*. <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v6i4.1191>

- Nazir, M. S., Mahdi, A. J., Bilal, M., Sohail, H. M., Ali, N., & Iqbal, H. M. N. (2019). Environmental impact and pollution-related challenges of renewable wind energy paradigm – A review. In *Science of the Total Environment* (Vol. 683, pp. 436–444). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.274>
- Placide, G., & Lollchund, M. R. (2024). Wind farm site selection using GIS-based mathematical modeling and fuzzy logic tools: a case study of Burundi. *Frontiers in Energy Research*, 12. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1353388>
- Pranata Aan. (2023). *Geliat Pemanfaatan EBT di Sulawesi, Transisi Energi Bukan Angan*. <https://sulsel.idntimes.com/news/sulawesi-selatan/geliat-pemanfaatan-ebt-di-sulawesi-transisi-energi-bukan-angan>
- Pristiandaru Lambang Danur. (2024). *Potensi Energi Terbarukan Sulawesi Selatan*. <https://lestari.kompas.com/read/2024/01/08/080000386/potensi-energi-terbarukan-sulawesi-selatan>
- Rehman, S., Baseer, M. A., & Alhems, L. M. (2020). GIS-Based Multi-Criteria Wind Farm Site Selection Methodology. *FME Transactions*, 48(4), 855–867. <https://doi.org/10.5937/fme2004855R>
- Richards, D., Yabar, H., Mizunoya, T., Koon Koon, R., Tran, G. H., & Esopere, Y. (2024). Balancing Stakeholders' Perspectives for Sustainability: GIS-MCDM for Onshore Wind Energy Planning. *Sustainability (Switzerland)*, 16(22). <https://doi.org/10.3390/su162210079>
- Tercan, E. (2021). Land suitability assessment for wind farms through best-worst method and GIS in Balıkesir province of Turkey. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101491>
- Yaman, A. (2024). A GIS-based multi-criteria decision-making approach (GIS-MCDM) for determination of the most appropriate site selection of onshore wind farm in Adana, Turkey. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 26(12), 4231–4254. <https://doi.org/10.1007/s10098-024-02866-3>