



Analisis Keputusan Dengan Metode MCDM-AHP Yang Terintegrasi Dengan GIS Untuk Evaluasi Penentuan Area PLTS di Riau

Dian Amelia, Rury Agung Wahyuono
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia
*Email: ameliadian21@gmail.com

DOI:10.59141/comserva.v4i9.2758

ABSTRAK

Pesatnya pertumbuhan akan permintaan energi dan kebutuhan mendesak untuk mengurangi emisi gas rumah kaca telah menyebabkan meningkatnya adopsi sumber energi terbarukan, khususnya energi surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lokasi yang paling optimal untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Provinsi Riau, Indonesia. Dengan mengintegrasikan *Geographic Information System (GIS)* dengan teknik *Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)*, khususnya *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dan *TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)*, penelitian ini memberikan kerangka kerja yang objektif dan berbasis data untuk memilih lokasi terbaik untuk pemasangan PLTS. Temuan menunjukkan bahwa Kabupaten Kampar adalah lokasi yang paling cocok, karena potensi radiasi matahari yang tinggi, diikuti oleh Indragiri Hulu, Pelalawan dan Bengkalis. Indragiri Hilir, karena cakupan daerah aliran sungainya yang signifikan, menempati peringkat terendah. Integrasi AHP, TOPSIS, dan SIG memberikan proses pengambilan keputusan yang komprehensif dan praktis untuk proyek energi terbarukan di Riau.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), AHP, TOPSIS, SIG, Provinsi Riau

ABSTRACT

The rapid growth in energy demand and the pressing need to reduce greenhouse gas emissions has led to the increased adoption of renewable energy sources, particularly solar energy. This study aims to identify the most optimal locations for the development of Solar Power Plants (PLTS) in Riau Province, Indonesia. By integrating Geographic Information Systems (GIS) with Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) techniques, specifically Analytic Hierarchy Process (AHP) and TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), this research provides an objective, data-driven framework for selecting the best sites for PLTS installation. The findings indicate that Kampar Regency is the most suitable location, due to its high solar radiation potential, followed by Indragiri Hulu, Pelalawan and Bengkalis. Indragiri Hilir, due to its significant river basin coverage, ranks the lowest. The integration of AHP, TOPSIS, and GIS provides a comprehensive, practical decision-making process for renewable energy projects in Riau.

Keywords: Solar Power Plant (PLTS), AHP, TOPSIS, GIS, Riau Province

PENDAHULUAN

Pemanasan global dan perubahan iklim telah menjadi tantangan besar di abad ke-21 karena meningkatnya kadar gas rumah kaca di atmosfer, yang sebagian besar disebabkan oleh aktivitas

manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil dan pembukaan hutan (Putra, 2023). Gas rumah kaca yang paling banyak terdapat di atmosfer adalah CO₂ (Hassan *et al.*, 2022). Dua masalah paling kritis yang dihadapi dunia saat ini adalah penurunan emisi karbon dioksida dan peningkatan kualitas lingkungan (Islam *et al.*, 2022). Untuk itu keberlanjutan energi telah menjadi tujuan utama semua bisnis di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan energi merupakan faktor penting dalam memenuhi seluruh kebutuhan manusia dan berkontribusi terhadap pembangunan ekonomi berkelanjutan suatu negara (Sasmaz *et al.*, 2020). Sebagaimana disyaratkan oleh UNFCCC (Kuh, 2017) Indonesia memulai perencanaan pembangunan rendah karbon (*Low Carbon Development*) dengan memasukkan strategi mitigasi perubahan iklim ke dalam strategi pembangunan nasionalnya (RAHARJA, 2016).

Berdasarkan laporan Indonesia Solar Energy Outlook 2023 yang dirilis Institute for Essential Services Reform (IESR) (Bagaskara *et al.*, 2022), energi surya diperkirakan akan memberikan dampak signifikan terhadap proses dekarbonisasi mendalam di Indonesia. Pada tahun 2060, atau mungkin pada awal tahun 2050, tenaga surya diperkirakan akan menyumbang sebagian besar kapasitas listrik terpasang, dengan minimal 88% berasal dari sumber tenaga surya pada tahun 2050. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) semakin dipertimbangkan sebagai salah satu solusi penting dalam menghadapi krisis energi global dan perubahan iklim. Riau sendiri memiliki program bernama *Riau Green* dimana program ini adalah mengembangkan energi terbarukan sebagai penghasil energi utama untuk menggantikan energi fosil yang saat ini masih digunakan di Riau (Gubernur Riau, 2021). Ada 3 daerah yang disebutkan dalam rencana pembangunan PLTS di Riau yaitu Kabupaten Bengkalis, Pelalawan dan Indragiri Hilir, tetapi untuk memastikannya perlu satu metode yang efektif yang dapat membantu pemilihan lokasi yang tepat. GIS – AHP sebagai metode untuk membantu pengambilan keputusan dalam memilih Lokasi PLTS di Arab Saudi memberikan metode yang sistematis dan obyektif (Al Garni and Awasthi, 2017). (Akmaludin & Suryanto, 2016).

Penggunaan metode GIS dan AHP juga dilakukan oleh (Villacreses *et al.*, 2022) adalah selain membantu untuk menemukan Lokasi yang sesuai untuk membangun PLTS serta untuk membantu mempromosikan penggunaan sumber daya energi terbarukan di Ekuador. Dari penelitian terdahulu (Ruiz *et al.*, 2020) bertujuan memberikan bantuan bagi pembuat keputusan untuk memilih area yang sesuai untuk penyebaran PLTS, mengurangi hambatan utama dalam pengembangan PLTS skala besar di provinsi-provinsi di Indonesia serta meningkatkan kontribusi energi terbarukan terhadap pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Pada penelitian tersebut salah satu kriteria yang digunakan adalah Iklim: dengan sub kriteria radiasi matahari, suhu, kelembaban sedangkan dalam penelitian ini penulis menambahkan sub kriteria kabut Asap yang dimana fenomena cuaca ini hampir terjadi disetiap tahunnya di Riau. Dengan tambahan beberapa kriteria seperti kriteria Teknis (Aksesibilitas) dan Lingkungan dan diintegrasikan dengan GIS sehingga dapat menentukan area yang paling potensial untuk pembangunan PLTS di Riau.

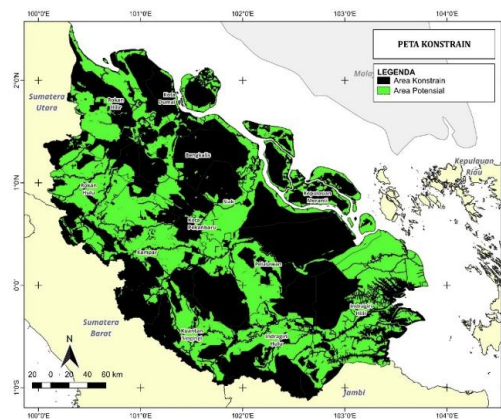
METODE PENELITIAN

GIS (*Geographic Information System*)

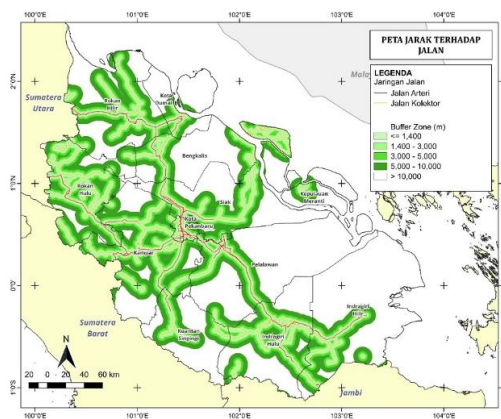
Langkah pertama dalam metodologi ini melibatkan pengumpulan dan analisis data spasial yang terkait dengan lokasi potensial untuk PLTS. GIS digunakan untuk memproses data radiasi matahari, pola penggunaan lahan, dan aksesibilitas ke infrastruktur jalan (Gambar 2) dan jaringan Listrik (Gambar 3). GIS memungkinkan integrasi lapisan data ini, sehingga memberikan visualisasi spasial yang jelas dari area dengan potensi tertinggi untuk pengembangan tenaga surya. Dari hasil olah data pada GIS dikategorikan menjadi 2 area yaitu area Konstrain dan area Potensial (Gambar 1). 1) Area Konstrain (Hitam) adalah area yang tidak sesuai dengan peruntukan pembangunan Lokasi PLTS yang didapatkan dari Perda Provinsi Riau. ('PERDA NO 10 tahun 2018 Tentang RTRW RIAU TAHUN 2018-2038'), 2) Area Potensial (Hijau) adalah area yang diijinkan untuk dibangun PLTS.

Dian Amelia, Rury Agung Wahyuono

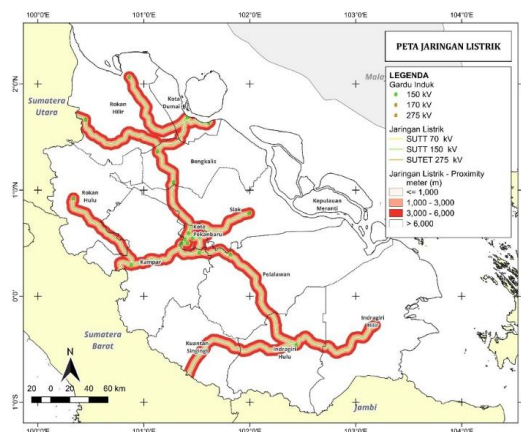
Analisis Keputusan Dengan Metode Mcdm-Ahp Yang Terintegrasi Dengan GIS Untuk Evaluasi Penentuan Area PLTS di Riau



Gambar 1. Peta Konstrains



Gambar 2. Peta Penyebaran Jalan



Gambar 3. Peta Jaringan Listrik

AHP (Analytic Hierarchy Process)

Dian Amelia, Rury Agung Wahyuono

Analisis Keputusan Dengan Metode Mcdm-Ahp Yang Terintegrasi Dengan GIS Untuk Evaluasi Penentuan Area PLTS di Riau

Berikut kriteria-kriteria yang digunakan pada perhitungan nilai AHP yang berdasarkan dari referensi sebelumnya dan ditambahkan subkriteria Kabut Asap.

Kriteria	Sub Kriteria	Justifikasi Pemilihan Kriteria
Iklim	Radiasi Matahari	Tingkat radiasi matahari menentukan jumlah energi yang dapat dihasilkan oleh panel surya. Daerah dengan radiasi matahari yang tinggi akan menghasilkan lebih banyak energi.
	Kelembaban	Kelembaban udara yang tinggi dapat mengurangi efisiensi panel surya. Partikel air di udara dapat menyerap sebagian radiasi matahari, mengurangi jumlah sinar matahari yang mencapai permukaan panel.
	Suhu Rata-rata	Suhu yang terlalu tinggi meningkatkan resistansi internal modul fotovoltaik, mengurangi tegangan output, dan dengan demikian menurunkan total produksi daya
	Kabut Asap	Kabut asap mengurangi jumlah sinar matahari yang mencapai permukaan panel surya dan juga partikel-partikel dari asap pembakaran akan menyebabkan panel akan lebih cepat kotor.
Teknis	Jarak Terhadap Jalan	Semakin dekat dengan jalan, akses untuk pembangunan dan operasional PLTS akan lebih mudah
	Jarak Terhadap Jaringan Listrik	Semakin dekat dengan jaringan listrik juga akan mempermudah operasional dan dapat mengurangi kehilangan energi dalam pendistribusiannya
Lingkungan	Peruntukan Lahan	Dengan diketahuinya peruntukan maka akan diketahui daerah mana yang optimal untuk dibangun PLTS sesuai penzinan dan kebijakan pemerintah
	Badan Air	Disekitar badan air merupakan bukan daerah yang optimal untuk dibangun PLTS
	Kemiringan Lereng	Kemiringan lereng yang optimal memungkinkan penempatan panel surya dengan sudut yang sesuai untuk menangkap sinar matahari secara maksimal sepanjang hari. Tetapi semakin curam lereng akan menyulitkan konstruksi dari PLTS itu sendiri

Gambar 4. Justifikasi Penilaian Subkriteria

Perhitungan data ini didapat dari hasil kuisisioner yang sudah diisi oleh 8 responden. Dengan hasil perhitungan seperti di bawah ini:

Responden	Kriteria			Sub Kriteria Iklim				Sub Kriteria Teknis		Sub Kriteria Lingkungan		
	Iklim vs Teknis	Iklim vs Lingkungan	Teknis vs Lingkungan	Potensi Radiasi vs Kelembaban	Potensi Radiasi vs Suhu Rata-rata	Potensi Radiasi vs Kabut Asap	Kelembaban vs Suhu Rata-rata	Suhu rata-rata vs Kabut Asap	Jarak thd lahan vs Jarak thd jaringan Listrik	Peruntukan Lahan vs Badan Air	Peruntukan Lahan vs Kemiringan Lereng	Badan Air vs Kemiringan Lereng
Responden 1	5	5	2	5	5	5	5	3	1	1	3	5
Responden 2	5	7	3	3	3	5	3	3	5	1	1	3
Responden 3	2	7	8	6	5	4	3	2	2	7	1	4
Responden 4	7	3	1	5	5	5	2	2	2	8	1	3
Responden 5	7	5	1	3	3	5	3	3	5	5	2	2
Responden 6	5	5	3	3	3	5	3	4	4	7	1	3
Responden 7	5	3	1	3	3	7	2	3	3	5	1	4
Responden 8	5	6	3	3	3	5	2	4	4	3	1	3

Gambar 5. Hasil Penilaian Responden dengan Skala Saaty

Tabel 3 Menunjukkan Skala Saaty yang digunakan dalam penilaian oleh responden

Tabel 1. Skala Saaty (Saaty, 1977)	
Rank	Description
1	Equally Important
3	Moderately Important
5	Strongly Important
7	Significantly Important
9	Extremely Important
2,4,6,8	Intermediate Value
1/3, 1/5, 1/7, 1/9	Reciprocal for Inverse Comparison

Perhitungan Pembobotan dari Kriteria

$$W_{ij} = \frac{W_{11}}{W_{31}} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n}$$

Keterangan:

W_{ij} = nilai rata-rata dari hasil perbandingan yang dihitung elemen i terhadap elemen j

W_{11} W_{21} W_{31} = bobot yang dihitung untuk kriteria yang berbeda

X_{ij} = nilai atau hasil perbandingan elemen i terhadap j

n = jumlah elemen yang dibandingkan

Konsistensi Kriteria

Rumus menghitung Eigen Value

$$Cv_{11} = \frac{1}{W_{11}} [C_{11}W_{11} + C_{12}W_{21} + \dots + C_{1n}W_{n1}]$$

Keterangan:

Cv_{11} = konsistensi vektor yang dihitung berdasarkan bobot yang ada pada matriks

$1/W_{11}$ = normalisasi terhadap nilai yang dihitung

W_{11} W_{21} W_{31} = bobot kriteria

C_{11} = Konstanta dari Matriks dikali dengan bobot kriteria

• **Mengitung Indeks Konsistensi**

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Keterangan:

CI = Indeks Konsistensi

λ_{max} = Eigenvalue maksimum

n = jumlah kriteria

• **Menghitung CR**

$$CR = \frac{CI}{IR}$$

Keterangan:

CR = Konsistensi Rasio

CI = Konsistensi Indeks

RI = Random Indeks

Tabel 5. Random Index (RI) (Saaty, 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabel 6. Nilai Consistency Ratio (CR) (Saaty, 1980)

Criteri	Responde	Responde	Responde	Responde	Responde	Responde	Responde	Responde
a	n 1	n 2	n 3	n 4	n 5	n 6	n 7	n 8
CR	0,05	0,06	0,07	0,07	0,01	0,08	0,03	0,08

Hasil perhitungan pada Tabel 6 menunjukkan nilai CR berada diantara 0 dan 0,1 yang berarti nilai dari kriteria-kriteria tersebut adalah konsisten dan kriteria-kriteria bisa digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Pembobotan Keseluruhan

Cara perhitungan pembobotan subkriteria sama dengan kriteria di atas. Berikut adalah hasil pembobotan kriteria dan subkriteria

Tabel 7. Pembobotan Secara Keseluruhan

Kriteria	Subkriteria	Bobot Keseluruhan	Bobot Kriteria	Bobot Subkriteria	Bobot Keseluruhan	%	
Iklim	C1	Potensi radiasi	Iklim vs Potensi radiasi	0,67	0,53	0,35	35%
	C2	Kelembaban			0,23	0,16	16%
	C3	Suhu rata-rata			0,14	0,09	9%
	C4	Kabut asap			0,10	0,07	7%
Teknis	C5	Jarak terhadap Jalan	Teknis vs Jarak terhadap Jalan	0,23	0,76	0,17	17%
	C6	Jarak terhadap jaringan listrik			0,24	0,06	6%
Lingkungan	C7	Peruntukan lahan	Lingkungan vs Peruntukan lahan	0,10	0,42	0,04	4%
	C8	Kemiringan lereng			0,46	0,05	5%
	C9	Badan air			0,12	0,01	1%

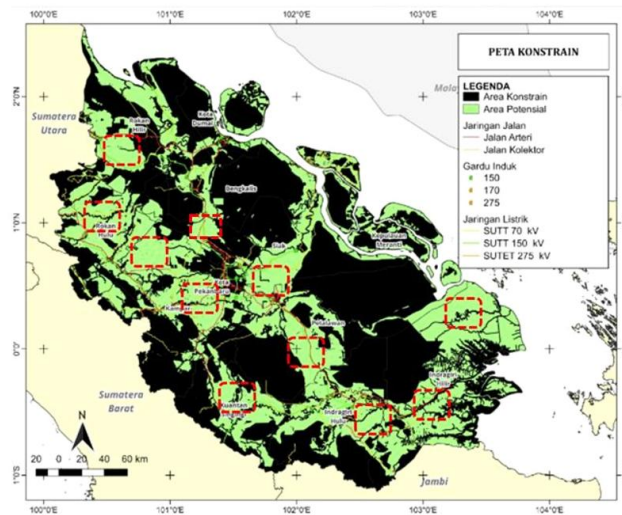
Dari rangkuman pembobotan pada tabel 6. kriteria iklim memiliki bobot keseluruhan tertinggi sebesar 67 %. Hal ini menunjukkan bahwa faktor iklim, terutama yang berkaitan dengan potensi radiasi matahari, adalah sangat krusial. Seperti pada subkriteria potensi Radiasi mendominasi dengan bobot 35%, diikuti oleh subkriteria kelembaban dengan bobot 16% dan suhu rata-rata dengan bobot 9%. Temuan ini menegaskan bahwa lokasi yang mendapatkan paparan sinar matahari yang optimal akan menghasilkan efisiensi energi yang lebih tinggi.

Untuk kriteria teknis yaitu memperoleh bobot keseluruhan sebesar 23%. Subkriteria jarak terhadap jalan menjadi yang paling signifikan dengan bobot 17%, di mana aksesibilitas ke infrastruktur transportasi menjadi faktor penting dalam pelaksanaan dan pengoperasian PLTS. Selain itu, subkriteria jarak terhadap jaringan listrik dengan bobot 6% juga menunjukkan relevansi yang penting, karena kedekatan dengan jaringan listrik akan mempermudah distribusi energi yang dihasilkan.

Selanjutnya adalah kriteria lingkungan, yaitu memiliki bobot keseluruhan sebesar 10%, yang menunjukkan bahwa meskipun faktor lingkungan penting, kriteria ini tidak sepenting kriteria iklim dan teknis. Subkriteria peruntukan lahan mencatat bobot 4%, diikuti oleh kemiringan lereng dengan bobot 5% dan badan air dengan bobot 1%. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan lokasi harus memperhatikan kesesuaian lahan dan kondisi topografi untuk menghindari potensi masalah lingkungan yang dapat muncul di kemudian hari.

Berdasarkan hasil perhitungan AHP dapat direkomendasikan agar lokasi pembangunan PLTS dipilih dengan memperhatikan kriteria iklim yang menunjukkan potensi radiasi tinggi dan aksesibilitas yang baik terhadap jalan serta jaringan listrik. Selain itu, lokasi yang memiliki kelembaban dan suhu rata-rata yang sesuai juga penting untuk menjaga efisiensi operasional sistem PLTS.

TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)



Gambar 4. Peta Rekomendasi

Gambar 4 merupakan peta konstrain kemudian dilayer dengan jalan dan jaringan listrik sehingga didapatkan Peta Rekomendasi. Pada gambar 4 tersebut menunjukkan distribusi dari area potensial dan konstrain di Provinsi Riau, yang dilengkapi dengan jaringan jalan utama (arteri dan kolektor), gardu induk Listrik serta jalur transmisi listrik (SUT, SUTT dan SUTET). Peta tersebut menjadi peta rekomendasi untuk perencanaan pembangunan PLTS di Riau. Area-area yang berwarna merah kotak putus-putus merupakan area yang bisa direkomendasikan untuk area PLTS. Kotak-kotak merah tersebut berada di kabupaten Rokan Hilir, Rokan Hulu, Kampar, Bengkalis, Pelalawan, Kuantan Singingi, Indragiri Hulu dan Indragiri Hilir. Terkhusus untuk kabupaten Bengkalis walaupun terlihat di peta daerah yang direkomendasikan tidak sebesar daerah lainnya hal ini dikarenakan Bengkalis masuk dalam satu rekomendasi program Riau green (Gubernur Riau, 2021) untuk dikembangkannya PLTS di Riau.

Berdasarkan dari peta rekomendasi di atas maka dilakukan perhitungan TOPSIS, untuk mereanking daerah-daerah mana yang paling baik untuk dibangun PLTS.

Decision Matriks

Tabel 8. Decision Matriks

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Bengkalis	4,45	84,96	26,88	1	1	1	34,56	20	8
Indragiri Hilir	4,28	85,37	27,56	1	1	1	63,72	80	5
Pelalawan	4,28	83,88	27,65	1	1	1	35,95	20	5
Rokan Hilir	4,63	85,37	26,88	1	1	1	49,15	40	5
Rokan Hulu	4,28	84,49	27,30	1	1	1	62,04	50	8
Indragiri Hulu	4,28	85,09	27,78	1	1	1	63,72	30	5
Kampar	4,63	84,74	27,78	1	1	1	69,36	30	2
Kuantan Singingi	4,28	84,48	27,56	1	1	1	52,31	60	8

Matriks Ternormalisasi Terbobot

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \qquad y_{ij} = w_j \cdot r_{ij}$$

Keterangan:

- r_{ij} = nilai ternormalisasi untuk elemen ke- i j
- x_{ij} = nilai matriks asli
- y_{ij} = nilai tertimbang (weighted value)
- w_j = bobot kriteria ke j

Tabel 9. Matriks Normalisasi Terbobot

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Bengkalis	0,127	0,055	0,033	0,023	0,061	0,019	0,097	0,074	0,006
Indragiri Hilir	0,122	0,056	0,033	0,023	0,061	0,019	0,179	0,297	0,003
Pelalawan	0,122	0,055	0,034	0,023	0,061	0,019	0,101	0,074	0,003
Rokan Hilir	0,132	0,056	0,033	0,023	0,061	0,019	0,138	0,149	0,003
Rokan Hulu	0,122	0,055	0,033	0,023	0,061	0,019	0,175	0,186	0,006
Indragiri Hulu	0,122	0,055	0,034	0,023	0,061	0,019	0,179	0,111	0,003
Kampar	0,132	0,055	0,034	0,023	0,061	0,019	0,195	0,111	0,001
Kuantan Singingi	0,122	0,055	0,033	0,023	0,061	0,019	0,147	0,223	0,006

a) Menghitung Solusi Ideal Positif dan Negatif

$$V^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \qquad V^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-)$$

Keterangan:

- V^+ = Vektor solusi ideal positif
- V^- = Vektor solusi ideal negative
- $y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+$ = Matriks ternormalisasi terbobot positif
- $y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-$ = Matriks ternormalisasi terbobot negatif

Tabel 10. Nilai Solusi Ideal Positif dan Negatif

Value	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
V+	0,132	0,055	0,033	0,023	0,061	0,019	0,195	0,074	0,001
V-	0,122	0,056	0,034	0,000	0,000	0,000	0,097	0,297	0,006

b) Menghitung Jarak Euclidean (D^+ dan D^-)

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \qquad D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^- - y_{ij})^2}$$

Keterangan:

- D_i^+ = Jarak positif alternatif ke i
- y_i^+ = nilai tertimbang dari solusi ideal positif
- y_{ij} = nilai tertimbang alternatif ke- i untuk kriteria ke-j
- D_i^- = Jarak negatif alternatif ke i
- y_i^- = nilai tertimbang alternatif ke- i untuk kriteria ke-j
- y_i = nilai tertimbang dari solusi ideal negatif

Tabel 11. Nilai Euclidean positif (D^+)

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Total
------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------

Bengkalis	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010
Indragiri Hilir	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,050	0,000	0,050
Pelalawan	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,009
Rokan Hilir	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006	0,000	0,009
Rokan Hulu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,013
Indragiri Hulu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002
Kampar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
Kuansing	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,022	0,000	0,025

Tabel 12. Nilai Euclidean Negatif (D⁻)

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Total
Bengkalis	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,000	0,0496	0,0000	0,0542
Indragiri Hilir	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,0068	0,000	0,000	0,0114
Pelalawan	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,0000	0,0496	0,000	0,0542
Rokan Hilir	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,0017	0,0220	0,000	0,0284
Rokan Hulu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,0060	0,0124	0,000	0,0230
Indragiri Hulu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,0068	0,0344	0,000	0,0458
Kampar	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,0097	0,0344	0,000	0,0488
Kuansing	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0037	0,0004	0,0025	0,0055	0,000	0,0126

Menghitung Nilai Preferensi (*Preferensi Score*) dan Ranking

$$P_s = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

Keterangan:

P_s = Preferensi Score

D_i^+ = Jarak positif alternatif ke i

D_i^- = Jarak negatif alternatif ke i

Tabel 13. Nilai Preferensi dan Ranking

Alternatif	D+	D-	PS	Rank
Bengkalis	0,0096	0,0542	0,8497	4
Indragiri Hilir	0,0502	0,0114	0,1853	8
Pelalawan	0,0089	0,0542	0,8589	3
Rokan Hilir	0,0088	0,0284	0,7643	5
Rokan Hulu	0,0130	0,0230	0,387	6
Indragiri Hulu	0,0018	0,0488	0,9631	2
Kampar	0,0014	0,0488	0,9721	1
Kuantan Singingi	0,0246	0,0126	0,3396	7

Dari hasil perankingan dengan metode TOPSIS di atas didapatkan hasil Kampar memiliki nilai preferensi tertinggi yaitu 0,9721 dan merupakan area yang di rekomendasikan untuk pembangunan PLTS, sedangkan Indragiri Hilir memiliki nilai preferensi terkecil sehingga tidak direkomendasikan untuk dijadikan area pembangunan PLTS dibandingkan dengan daerah-daerah lainnya. Untuk daerah-daerah yang masuk ke dalam program Riau green yaitu Pelalawan, memiliki nilai preferensi 0,8589 dengan peringkat nomor 3 sedangkan Bengkalis memiliki nilai preferensi 0,8497 dengan urutan nomer 4.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi lokasi optimal untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Provinsi Riau, Indonesia, dengan mengintegrasikan *Geographic Information System* (GIS) dan *Multi Criteria Decision Method* (MCDM), khususnya *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*). Berdasarkan hasil analisis, Kabupaten Kampar teridentifikasi sebagai lokasi paling optimal untuk pengembangan PLTS, dengan nilai preferensi tertinggi sebesar 0,967. Hal ini disebabkan oleh potensi radiasi matahari yang tinggi dan aksesibilitas yang baik terhadap jaringan listrik dan infrastruktur jalan. Selain itu, Indragiri Hilir, yang memiliki karakteristik geografis dengan cakupan daerah aliran sungai yang besar, menempati peringkat terendah dengan nilai preferensi 0,194, sehingga tidak direkomendasikan untuk pengembangan PLTS. Meskipun demikian, daerah lain seperti Pelalawan dan Bengkalis, yang termasuk dalam program Riau Green untuk pengembangan energi terbarukan, juga menunjukkan potensi yang baik dengan nilai preferensi masing-masing 0,875 dan 0,865, dan berada di peringkat ke-3 dan ke-4. Penggunaan AHP, TOPSIS, dan GIS memberikan kerangka kerja yang komprehensif dan objektif dalam menentukan lokasi yang paling sesuai untuk pengembangan PLTS, yang tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga faktor lingkungan dan sosial. Temuan ini dapat dijadikan acuan dalam perencanaan pengembangan energi terbarukan yang lebih berkelanjutan dan efisien di Indonesia, khususnya di Provinsi Riau.

REFERENSI

- Akmaludin, A., & Suryanto, S. (2016). Pengambilan Keputusan Dalam Pemilihan Notebook Berbasis Teknologi dengan Metode Multycriteria Decision Making (MCDM). *Bina Insani ICT Journal*, 3(2), 329-340.
- Al Garni, H.Z. and Awasthi, A. (2017) 'Solar PV power plant site selection using a GIS-AHP based approach with application in Saudi Arabia', *Applied Energy*, 206, pp. 1225–1240. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.10.024>.
- Bagaskara, A. et al. (no date) *Indonesia Solar Energy Outlook 2023 The emergence of solar PV in fueling Indonesia's energy transition 2 Authors (alphabetically): Indonesia Solar Energy Outlook 2023*.
- Gubernur Riau (2021) *Riau Hijau, Peraturan Gubernur*. Indonesia.
- Hassan, S.T. et al. (2022) 'How do green energy investment, economic policy uncertainty, and natural resources affect greenhouse gas emissions? A Markov-switching equilibrium approach', *Environmental Impact Assessment Review*, 97, p. 106887. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106887>.
- Islam, M.M. et al. (2022) 'A bibliometric analysis on the research trends of climate change effects on economic vulnerability', *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), pp. 59300–59315. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20028-0>.
- Kuh, K.F. (2017) 'The law of climate change mitigation: An overview', *Encyclopedia of the Anthropocene*, 1–5, pp. 505–510.
- Putra, M. A. (2023). Efek Psikologis dari Perubahan Iklim dan Bencana Alam. *literacy notes*, 1(2). 'PERDA NO 10 tahun 2018 Tentang RTRW RIAU TAHUN 2018-2038' (no date).
- Raharja, A. (2016). Analisa Strategi Corporate Pada Industri Jasa Freight Forwarding Dengan Metode MCDM-AHP Di PT. DMK Cargo.
- Ruiz, H.S. et al. (2020) 'GIS-AHP Multi Criteria Decision Analysis for the optimal location of solar energy plants at Indonesia', *Energy Reports*, 6, pp. 3249–3263. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.198>.
-

Dian Amelia, Rury Agung Wahyuono

Analisis Keputusan Dengan Metode Mcdm-Ahp Yang Terintegrasi Dengan GIS Untuk Evaluasi Penentuan Area PLTS di Riau

Saaty, T.L. (1977) 'A scaling method for priorities in hierarchical structures', *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), pp. 234–281. Available at: [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).

Saaty, T.L. (1980) 'The Analytical Hierarchy Process', *McGraw-Hill* [Preprint].

Sasmaz, M.U. *et al.* (2020) 'The Relationship between Renewable Energy and Human Development in OECD Countries: A Panel Data Analysis', *Sustainability*, 12(18), p. 7450. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12187450>.

Villacreses, G. *et al.* (2022) 'Geolocation of photovoltaic farms using Geographic Information Systems (GIS) with Multiple-criteria decision-making (MCDM) methods: Case of the Ecuadorian energy regulation', *Energy Reports*, 8, pp. 3526–3548. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.02.152>.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).