

PENENTUAN PRIORITAS PENGEMBANGAN ENERGI BARU TERBARUKAN DI KABUPATEN MAGELANG MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

¹Khalifatun Nisa Amini, ²Nurriza Kholifatulloh Hasanah, ³Dani Usman

^{1,2,3}Teknologi Listrik, Politeknik Engineering Indorama, ^{1,2,3}Indonesia

¹e-mail: nisa@pei.ac.id

Abstrak

Peningkatan kebutuhan listrik dan keterbatasan energi fosil mendorong pengembangan energi baru terbarukan (EBT) secara lebih terarah. Kabupaten Magelang memiliki potensi EBT yang beragam, namun karakteristik kebutuhan dan potensi energi berbeda pada setiap kecamatan. Penelitian ini bertujuan menentukan prioritas wilayah pengembangan EBT pada 21 kecamatan di Kabupaten Magelang berdasarkan kondisi energi tahun 2035. Metode yang digunakan adalah Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan bobot kriteria dan Weighted Sum Model (WSM) untuk menentukan peringkat prioritas. Empat kriteria yang digunakan meliputi proyeksi kebutuhan daya listrik, proyeksi potensi EBT, diversifikasi sumber EBT, dan tingkat kemandirian energi. Hasil AHP menunjukkan bahwa potensi EBT menjadi kriteria paling dominan dengan bobot 47,60%, diikuti tingkat kemandirian energi 26,82%, kebutuhan daya listrik 17,55%, dan diversifikasi sumber EBT 8,03%. Nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0,0219 menunjukkan bahwa pembobotan konsisten. Hasil WSM menempatkan Kecamatan Candimulyo sebagai prioritas pertama dengan nilai 0,9256, diikuti Sawangan 0,8982 dan Kajoran 0,8681. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode AHP-WSM dapat digunakan untuk menyusun prioritas pengembangan EBT berdasarkan karakteristik masing-masing kecamatan dan menjadi dasar pendukung perencanaan pengembangan EBT di Kabupaten Magelang.

Kata kunci: Energi baru terbarukan, AHP, WSM, prioritas wilayah, Kabupaten Magelang.

Abstract

The increasing demand for electricity and the limitations of fossil energy resources encourage more targeted development of renewable energy. Magelang Regency has diverse renewable energy potential, but energy demand and resource availability vary across districts. This study aims to determine priority areas for renewable energy development across 21 districts in Magelang Regency based on projected energy conditions in 2035. The methods used are the Analytical Hierarchy Process (AHP) to determine criterion weights and the Weighted Sum Model (WSM) to rank development priorities. Four criteria were considered: projected electricity demand, projected renewable energy potential, renewable energy source diversification, and energy self-sufficiency level. The AHP results show that renewable energy potential is the most dominant criterion, with a weight of 47.60%, followed by energy self-sufficiency at 26.82%, electricity demand at 17.55%, and energy source diversification at 8.03%. The Consistency Ratio (CR) of 0.0219 indicates that the weighting process is consistent. The WSM results rank Candimulyo District as the highest priority with a score of 0.9256, followed by Sawangan with 0.8982 and Kajoran with 0.8681. The results demonstrate that the AHP-WSM method can be used to establish renewable energy development priorities based on the characteristics of each district and provide a basis for renewable energy development planning in Magelang Regency.

Keywords: Renewable energy, AHP, WSM, regional prioritization, Magelang Regency

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perkembangan aktivitas ekonomi. Namun, hingga saat ini pemenuhan kebutuhan energi tersebut

Penentuan Prioritas Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Kabupaten Magelang Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP),

Khalifatun Nisa Amini, Nurriza Kholifatulloh Hasanah, Dani Usman

©2026 LPPM Politeknik Engineering Indorama. Hak Cipta Dilindungi

Artikel ini merupakan artikel akses terbuka yang didistribusikan berdasarkan ketentuan lisensi CC BY.

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

DOI: 10.61713/jrt.v6i2.382.

masih didominasi oleh energi fosil [1], [2]. Ketergantungan terhadap energi fosil berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca yang mendorong perubahan iklim, sementara sifatnya yang tidak terbarukan menimbulkan tantangan terhadap ketersediaan sumber daya dan keberlanjutan pasokan energi dalam jangka panjang [3]. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan sumber energi yang lebih bersih, berkelanjutan, dan andal, seperti energi baru terbarukan (EBT) [4], [5]. Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, banyak negara, termasuk Indonesia, mempercepat transisi energi melalui pengembangan EBT. Komitmen tersebut diwujudkan melalui Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan diperkuat dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2025–2034 yang menempatkan pembangkit berbasis EBT sebagai prioritas pembangunan ketenagalistrikan nasional [6]. Namun, pencapaian target tersebut memerlukan strategi pengembangan EBT yang mempertimbangkan potensi sumber daya dan karakteristik masing-masing daerah agar implementasinya lebih efektif. Kabupaten Magelang memiliki potensi EBT yang beragam, meliputi energi surya, biomassa, biogas dan mikrohidro. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa potensi tersebut mampu mendukung pemenuhan kebutuhan energi daerah pada masa mendatang serta memiliki peluang yang besar untuk terus dikembangkan melalui berbagai sumber energi terbarukan, seperti energi surya, biomassa, dan mikrohidro [7], [8], [9]. Meskipun demikian, distribusi potensi EBT, proyeksi kebutuhan listrik, dan karakteristik wilayah berbeda pada setiap kecamatan sehingga tingkat prioritas pengembangannya juga tidak sama. Sementara itu, keterbatasan anggaran, kesiapan infrastruktur, dan kapasitas implementasi menyebabkan pengembangan EBT tidak dapat dilakukan secara bersamaan di seluruh wilayah [10]. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu menentukan wilayah mana yang perlu diprioritaskan agar pengembangan EBT dapat dilakukan secara lebih efektif dan tepat sasaran [11].

Beberapa penelitian telah mengembangkan pendekatan untuk mendukung perencanaan pengembangan EBT. Sebagian penelitian berfokus pada identifikasi dan pemetaan potensi sumber energi untuk mengetahui kelayakan suatu wilayah dalam mengembangkan EBT [12]. Penelitian lainnya memanfaatkan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), seperti *Analytical Hierarchy Process* (AHP), *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), dan *Fuzzy AHP*, untuk menentukan lokasi pembangunan pembangkit maupun memilih teknologi energi terbarukan yang paling sesuai berdasarkan berbagai kriteria teknis, ekonomi, lingkungan, dan sosial [13], [14], [15], [16], [17]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan multikriteria mampu meningkatkan objektivitas dalam proses pengambilan keputusan. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada identifikasi potensi energi, pemilihan teknologi, atau penentuan lokasi pembangkit. Pendekatan yang secara khusus menyusun prioritas wilayah sebagai dasar penyusunan kebijakan pengembangan EBT di tingkat daerah masih relatif terbatas, khususnya dengan mempertimbangkan kebutuhan energi dan karakteristik masing-masing wilayah secara terpadu.

Perbedaan karakteristik sumber daya, kebutuhan energi, dan kondisi wilayah menyebabkan setiap kecamatan memiliki tingkat urgensi pengembangan EBT yang berbeda, sehingga diperlukan pendekatan berbasis wilayah dalam penentuan prioritas pengembangannya [18]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penentuan prioritas wilayah perlu mempertimbangkan berbagai aspek, seperti potensi energi, kebutuhan listrik, diversifikasi sumber EBT, dan tingkat kemandirian energi. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun urutan prioritas wilayah pengembangan EBT pada tingkat kecamatan di Kabupaten Magelang sebagai dasar penyusunan strategi pengembangan EBT yang lebih efektif dan objektif. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan empat kriteria utama, yaitu proyeksi kebutuhan daya listrik tahun 2035, proyeksi total potensi EBT tahun 2035, diversifikasi sumber EBT, dan tingkat kemandirian energi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi Pemerintah Kabupaten Magelang dalam menyusun kebijakan dan strategi pengembangan EBT yang lebih terarah serta mendukung pencapaian target transisi energi di tingkat daerah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan *metode Analytical Hierarchy Process (AHP)* dan *Weighted Sum Model (WSM)* untuk menentukan prioritas pengembangan energi baru terbarukan (EBT) pada tingkat kecamatan di Kabupaten Magelang [19]. Alternatif yang digunakan terdiri atas 21 kecamatan, sedangkan kriteria yang digunakan meliputi proyeksi kebutuhan daya listrik tahun 2035 (C1), proyeksi total potensi EBT tahun 2035 (C2), diversifikasi sumber EBT (C3), dan tingkat kemandirian energi (C4).

Tahapan penelitian diawali dengan penyusunan dataset hasil proyeksi kebutuhan energi dan potensi EBT tahun 2035. Selanjutnya dilakukan penentuan alternatif dan kriteria yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Pembobotan setiap kriteria dilakukan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) melalui penyusunan matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*) berdasarkan skala fundamental Saaty. Nilai perbandingan antar kriteria dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

dengan a_{ij} merupakan tingkat kepentingan kriteria i terhadap kriteria j .

Matriks perbandingan selanjutnya dinormalisasi menggunakan Persamaan (2).

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

Bobot prioritas setiap kriteria dihitung menggunakan rata-rata nilai setiap baris hasil normalisasi.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n r_{ij}}{n} \quad (3)$$

dengan w_i merupakan bobot prioritas kriteria ke- i .

Untuk memastikan konsistensi penilaian, dilakukan pengujian menggunakan *Consistency Index (CI)* dan *Consistency Ratio (CR)*. Nilai maksimum eigen dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n} \quad (4)$$

dengan

$$\lambda_i = \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad (5)$$

Selanjutnya nilai *Consistency Index (CI)* dihitung menggunakan Persamaan (6).

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

Kemudian nilai *Consistency Ratio (CR)* diperoleh menggunakan Persamaan (7).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

dengan RI merupakan *Random Index* berdasarkan jumlah kriteria. Matriks perbandingan dinyatakan konsisten apabila nilai $CR \leq 0,10$.

Bobot kriteria hasil AHP selanjutnya digunakan pada metode Weighted Sum Model (WSM). Sebelum dilakukan perhitungan nilai preferensi, seluruh data dinormalisasi sesuai dengan jenis kriterianya. Untuk kriteria bertipe benefit, normalisasi dilakukan menggunakan Persamaan (8).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_j)} \quad (8)$$

Sedangkan untuk kriteria bertipe cost, normalisasi dilakukan menggunakan Persamaan (9).

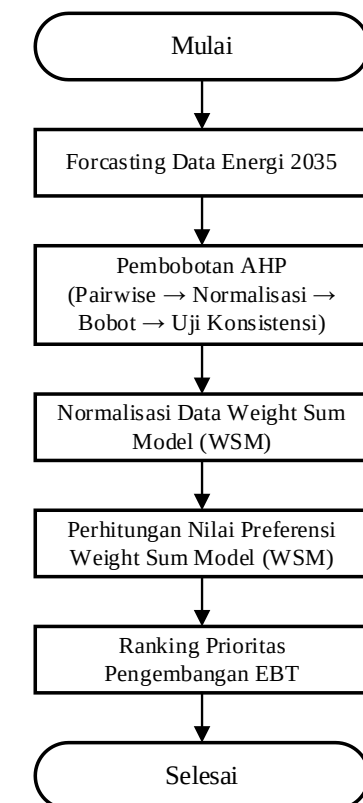
$$r_{ij} = \frac{\min(x_j)}{x_{ij}} \quad (9)$$

dengan x_{ij} merupakan nilai alternatif ke- i pada kriteria ke- j .

Nilai preferensi setiap kecamatan dihitung menggunakan metode WSM melalui penjumlahan nilai normalisasi yang telah dikalikan dengan bobot AHP sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (10).

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (10)$$

dengan S_i merupakan nilai preferensi alternatif ke- i , w_j merupakan bobot kriteria hasil AHP, dan r_{ij} merupakan nilai hasil normalisasi pada setiap kriteria. Alternatif dengan nilai S_i terbesar menunjukkan kecamatan yang memiliki prioritas tertinggi dalam pengembangan energi baru terbarukan di Kabupaten Magelang. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengintegrasikan metode forecasting, AHP, dan WSM untuk menentukan prioritas pengembangan EBT pada 21 kecamatan di Kabupaten Magelang. Tahapan penelitian meliputi peramalan kebutuhan listrik dan potensi EBT hingga tahun 2035, pembobotan empat kriteria menggunakan AHP, yaitu proyeksi kebutuhan listrik, potensi EBT, diversifikasi sumber EBT, dan tingkat kemandirian energi, serta pengujian konsistensi penilaian melalui CR. Selanjutnya, data setiap kecamatan dinormalisasi berdasarkan karakteristik kriteria benefit dan cost, kemudian diolah menggunakan WSM untuk memperoleh skor preferensi dan peringkat prioritas pengembangan EBT. Penggunaan metode pengambilan keputusan multikriteria relevan untuk perencanaan energi karena memungkinkan evaluasi berbagai indikator secara sistematis [21], [22].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penyusunan Kriteria AHP

Penentuan lokasi prioritas pengembangan energi baru terbarukan (EBT) memerlukan kriteria yang mewakili aspek kebutuhan energi, potensi sumber daya, dan kesiapan wilayah. Studi ini menggunakan empat kriteria yang disusun berdasarkan data proyeksi kebutuhan daya listrik dan potensi EBT di 21 kecamatan pada wilayah kajian untuk tahun proyeksi 2035.

Tabel 1. Kriteria AHP yang digunakan dalam penelitian

Kode	Kriteria	Satuan	Jenis
C1	Proyeksi kebutuhan daya listrik tahun 2035	MW	Cost
C2	Proyeksi total potensi EBT tahun 2035	MW	Benefit
C3	Diversifikasi sumber EBT	Jumlah jenis	Benefit
C4	Tingkat kemandirian energi	%	Benefit

Dari data Tabel 1, kriteria C1 bersifat *cost* karena kecamatan dengan kebutuhan daya lebih rendah dianggap lebih mudah dipenuhi oleh EBT lokal. Kriteria C2, C3, dan C4 bersifat *benefit* karena nilai yang lebih tinggi menunjukkan kondisi yang lebih menguntungkan untuk pengembangan EBT. Diversifikasi sumber EBT pada C3 dihitung dari jumlah jenis sumber energi yang tersedia di setiap kecamatan, meliputi biogas, biomassa, PLTS, PLTMH, dan PLTSA. Tingkat kemandirian energi pada C4 dihitung dari rasio total potensi EBT terhadap kebutuhan daya, dikali seratus persen.

3.2. Pembobotan Kriteria Menggunakan AHP

Pembobotan kriteria dilakukan dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) melalui perbandingan berpasangan antar kriteria. Skala perbandingan mengacu pada skala Saaty 1 sampai 9. Hasil perbandingan berpasangan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks perbandingan berpasangan antar kriteria

	C1	C2	C3	C4
C1	1	0,333	3	0,5
C2	3	1	5	2
C3	0,333	0,2	1	0,333
C4	2	0,5	3	1

Dasar penilaian setiap perbandingan disajikan pada Tabel 3. Penilaian ini mempertimbangkan kondisi wilayah kajian, di mana potensi EBT dan tingkat kemandirian energi menjadi pertimbangan utama dibanding diversifikasi jenis sumber.

Tabel 3. Dasar penilaian perbandingan berpasangan

Perbandingan	Nilai	Alasan
C2 vs C1	3	Potensi EBT sedikit lebih penting daripada kebutuhan daya dalam menentukan lokasi pengembangan.
C1 vs C3	3	Kebutuhan daya lebih penting daripada diversifikasi sumber EBT.
C4 vs C1	2	Tingkat kemandirian energi sedikit lebih penting daripada kebutuhan daya.
C2 vs C3	5	Potensi EBT jauh lebih penting daripada diversifikasi sumber EBT.
C2 vs C4	2	Potensi EBT sedikit lebih penting daripada tingkat kemandirian energi.
C4 vs C3	3	Tingkat kemandirian energi lebih penting daripada diversifikasi sumber EBT.

Matriks perbandingan berpasangan dinormalisasi dengan membagi setiap elemen kolom dengan jumlah kolomnya. Hasil normalisasi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks normalisasi perbandingan berpasangan

	C1	C2	C3	C4
C1	0,1579	0,1638	0,2500	0,1304
C2	0,4737	0,4919	0,4167	0,5218
C3	0,0526	0,0984	0,0833	0,0869
C4	0,3158	0,2459	0,2500	0,2609
Jumlah	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Hasil normalisasi matriks perbandingan berpasangan menunjukkan bahwa C2 memiliki bobot tertinggi sebesar 0,4760, diikuti C4 sebesar 0,2682, C1 sebesar 0,1755, dan C3 sebesar 0,0803. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proyeksi total potensi EBT tahun 2035 merupakan kriteria yang paling dominan dalam penentuan prioritas pengembangan EBT, sedangkan diversifikasi sumber EBT memiliki bobot paling rendah. Secara keseluruhan, bobot kriteria menunjukkan urutan kepentingan $C2 > C4 > C1 > C3$. Bobot setiap kriteria diperoleh dari rata-rata baris matriks normalisasi, yang merupakan pendekatan vektor eigen. Hasil bobot akhir ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot akhir kriteria AHP

Kode	Kriteria	Bobot	Persentase
C1	Proyeksi kebutuhan daya listrik	0,1755	17,55%
C2	Proyeksi total potensi EBT	0,4760	47,60%
C3	Diversifikasi sumber EBT	0,0803	8,03%
C4	Tingkat kemandirian energi	0,2682	26,82%

Kriteria C2, proyeksi total potensi EBT, memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,4760 atau 47,60%. Kriteria ini paling menentukan prioritas pengembangan. Kriteria C3, diversifikasi sumber EBT, memperoleh bobot terendah sebesar 0,0803 atau 8,03%.

3.3. Concistency Test

Konsistensi hasil pembobotan diuji dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR). Nilai weighted sum diperoleh dari perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan vektor bobot. Nilai lambda pada setiap kriteria diperoleh dari weighted sum dibagi bobot kriteria tersebut. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian konsistensi AHP

Kriteria	Bobot	Weighted Sum	λ
C1	0,1755	0,7090	4,0391
C2	0,4760	1,9404	4,0764
C3	0,0803	0,3232	4,0259
C4	0,2682	1,0981	4,0950

Nilai lambda maksimum ($\lambda_{\max}$) diperoleh dari rata-rata seluruh nilai lambda, yaitu 4,0591. *Consistency Index* (CI) dihitung dengan rumus CI sama dengan $\lambda_{\max}$ dikurangi n, dibagi n dikurangi satu, dengan n adalah jumlah kriteria. Untuk n sama dengan 4, diperoleh CI sebesar 0,0197.

Consistency Ratio (CR) dihitung dengan membagi CI dengan *Random Index* (RI). Nilai RI untuk n sama dengan 4 menurut Saaty adalah 0,90. Hasil pembagian menghasilkan CR sebesar 0,0219 atau 2,19%. Nilai CR di bawah 0,10 menunjukkan bahwa matriks perbandingan berpasangan konsisten. Bobot kriteria pada Tabel 2.5 dapat digunakan untuk tahap perhitungan berikutnya.

3.4. Perhitungan WSM (*Weighted Sum Model*)

Prioritas pengembangan setiap kecamatan dihitung dengan metode *Weighted Sum Model* (WSM). Sebelum digabung dengan bobot kriteria, nilai setiap kriteria dinormalisasi ke rentang nol sampai satu. Kriteria C1 bersifat cost dan dinormalisasi dengan rumus R1 sama dengan nilai minimum C1 dibagi nilai C1 kecamatan tersebut. Kriteria C2, C3, dan C4 bersifat benefit dan dinormalisasi dengan rumus R sama dengan nilai kecamatan dibagi nilai maksimum kriteria tersebut.

Nilai minimum C1 pada wilayah kajian adalah 22,84 MW di Kecamatan Ngluwar. Nilai maksimum C2 adalah 79,52 MW di Kecamatan Candimulyo. Nilai maksimum C3 adalah 5 jenis sumber EBT. Nilai maksimum C4 adalah 200,61% di Kecamatan Candimulyo. Contoh hasil normalisasi untuk tiga kecamatan ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Contoh normalisasi dan nilai WSM tiga kecamatan

Kecamatan	R1	R2	R3	R4	Nilai WSM	Rank
Salaman	0,4241	0,7547	1,0000	0,5555	0,6629	9
Sawangan	0,5460	0,9889	1,0000	0,9371	0,8982	2
Candimulyo	0,5762	1,0000	1,0000	1,0000	0,9256	1

Nilai WSM setiap kecamatan dihitung dengan menjumlahkan hasil kali bobot kriteria dengan nilai normalisasi kriteria tersebut, mengikuti rumus WSM sama dengan w1 dikali R1 ditambah w2 dikali R2 ditambah w3 dikali R3 ditambah w4 dikali R4.

Sebagai contoh, Kecamatan Candimulyo memiliki R1 sebesar 0,5762, R2 sebesar 1,0000, R3 sebesar 1,0000, dan R4 sebesar 1,0000. Dengan bobot pada Tabel 1.5, nilai WSM Candimulyo dihitung sebagai 0,1755 dikali 0,5762 ditambah 0,4760 dikali 1,0000 ditambah 0,0803 dikali 1,0000 ditambah 0,2682 dikali 1,0000, menghasilkan nilai 0,9256. Nilai ini merupakan nilai WSM tertinggi di antara 21 kecamatan pada wilayah kajian.

3.5. Hasil Prioritas Pengembangan Kecamatan

Peringkat prioritas pengembangan EBT untuk seluruh 21 kecamatan disusun berdasarkan nilai WSM dari tertinggi ke terendah. Hasil lengkap ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Peringkat prioritas pengembangan EBT 21 kecamatan

Rank	Kecamatan	Nilai WSM
1	Candimulyo	0,9256
2	Sawangan	0,8982
3	Kajoran	0,8681
4	Pakis	0,8477
5	Windusari	0,7671
6	Dukun	0,7182
7	Ngablak	0,7031
8	Grabag	0,6725
9	Salaman	0,6629
10	Kaliangkrik	0,6609
11	Bandongan	0,6452

Penentuan Prioritas Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Kabupaten Magelang Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP),

Khalifatun Nisa Amini, Nurriza Kholifatulloh Hasanah, Dani Usman

©2026 LPPM Politeknik Enjinering Indoroma. Hak Cipta Dilindungi

Artikel ini merupakan artikel akses terbuka yang didistribusikan berdasarkan ketentuan lisensi CC BY.

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

DOI: 10.61713/jrt.v6i2.382.

12	Tempuran	0,6350
13	Srumbung	0,6054
14	Mertoyudan	0,5830
15	Ngluwar	0,5566
16	Borobudur	0,5445
17	Secang	0,5414
18	Salam	0,4856
19	Mungkid	0,4787
20	Tegalrejo	0,4485
21	Muntilan	0,4296

Kecamatan Candimulyo menempati peringkat pertama dengan nilai WSM 0,9256, diikuti Sawangan dengan nilai 0,8982 dan Kajoran dengan nilai 0,8681. Ketiga kecamatan ini memiliki kesamaan pada nilai potensi EBT dan tingkat kemandirian energi yang tinggi, dengan rasio potensi EBT terhadap kebutuhan daya di atas 170%. Kondisi ini konsisten dengan bobot kriteria C2 dan C4 yang mendominasi hasil AHP.

Kecamatan Muntilan menempati peringkat terakhir dengan nilai WSM 0,4296. Kecamatan ini memiliki kebutuhan daya tertinggi di wilayah kajian sebesar 65,57 MW, sementara total potensi EBT hanya 35,91 MW, sehingga mengalami defisit daya sebesar 29,66 MW. Kondisi serupa terjadi pada Kecamatan Tegalrejo dan Mungkid, yang juga mengalami defisit daya dan menempati peringkat rendah.

Secara umum, kecamatan dengan peringkat tinggi memiliki surplus daya dan rasio potensi EBT terhadap kebutuhan di atas 150%, sedangkan kecamatan dengan peringkat rendah didominasi oleh kecamatan dengan kebutuhan daya besar dan potensi EBT terbatas, khususnya pada sumber PLTS dan biogas.

Penelitian terdahulu telah menerapkan pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) untuk mendukung perencanaan energi terbarukan dengan mengintegrasikan AHP dan GIS untuk mengevaluasi kesesuaian lokasi serta potensi teknis pembangkit listrik tenaga surya, adapun yang meninjau penggunaan GIS dan MCDM dalam penentuan lokasi serta perancangan proyek energi terbarukan. Meskipun demikian, masih diperlukan kajian yang secara khusus mengintegrasikan proyeksi kondisi energi tahun 2035, pembobotan AHP, dan pemeringkatan WSM pada tingkat kecamatan dengan mempertimbangkan kebutuhan listrik, potensi EBT, diversifikasi sumber EBT, dan kemandirian energi secara simultan. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan integrasi ketiga metode tersebut untuk menghasilkan urutan prioritas pengembangan EBT pada 21 kecamatan di Kabupaten Magelang sebagai dasar pendukung perencanaan energi daerah [10], [11].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menentukan prioritas pengembangan EBT pada 21 kecamatan di Kabupaten Magelang menggunakan metode AHP dan WSM. Hasil AHP menunjukkan bahwa proyeksi total potensi EBT menjadi kriteria paling dominan dengan bobot 47,60%, diikuti tingkat kemandirian energi 26,82%, kebutuhan daya listrik 17,55%, dan diversifikasi sumber EBT 8,03%. Nilai CR sebesar 0,0219 menunjukkan bahwa pembobotan konsisten. Hasil WSM menempatkan Kecamatan Candimulyo sebagai prioritas utama dengan nilai 0,9256, diikuti Sawangan 0,8982 dan Kajoran 0,8681. Sementara itu, Muntilan berada pada peringkat terakhir dengan nilai 0,4296. Hasil ini dapat menjadi dasar dalam menentukan wilayah prioritas pengembangan EBT di Kabupaten Magelang

5. Daftar Notasi

- A : Matriks perbandingan berpasangan AHP
 a_{ij} : Nilai perbandingan berpasangan antara kriteria i dan j
 i, j : Indeks kriteria

- n : Jumlah kriteria
 r_{ij} : Nilai normalisasi matriks perbandingan berpasangan
 w_i : Bobot prioritas kriteria ke- i
 Aw : Hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan vektor bobot
 λ_i : Nilai eigen untuk kriteria ke- i
 $\lambda_{\max}$: Nilai eigen maksimum matriks perbandingan berpasangan
 CI : *Consistency Index* (Indeks Konsistensi)
 CR : *Consistency Ratio* (Rasio Konsistensi)
 RI : *Random Index*
 x_{ij} : Nilai awal alternatif i pada kriteria j
 R_{ij} : Nilai normalisasi alternatif i pada kriteria j
 S_i : Nilai akhir WSM alternatif i
 i : Indeks alternatif/kecamatan
 j : Indeks kriteria
 $\min(x_j)$: Nilai minimum pada kriteria j
 $\max(x_j)$: Nilai maksimum pada kriteria j
 MW : Megawatt, satuan daya listrik
 % : Persentase

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. M. Park, N. Liew, S. Pattnaik, A. O. Kures, and E. Pinsky, "Exploring the transition to low-carbon energy: A comparative analysis of population, economic growth, and energy consumption in oil-producing OECD and BRICS nations," *Sustainability*, vol. 17, no. 13, p. 6221, Jul. 2025, doi: 10.3390/su17136221.
- [2] R. R. Kaur and A. Luthra, "Population growth, urbanization and electricity—Challenges and initiatives in the state of Punjab, India," *Energy Strategy Reviews*, vol. 21, pp. 50–61, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.esr.2018.04.005.
- [3] A. Slameršak, G. Kallis, and D. W. O'Neill, "Energy requirements and carbon emissions for a low-carbon energy transition," *Nature Communications*, vol. 13, no. 1, p. 6932, Nov. 2022, doi: 10.1038/s41467-022-33976-5.
- [4] T. Z. Ang, M. Salem, M. Kamarol, H. S. Das, M. A. Nazari, and N. Prabakaran, "A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions," *Energy Strategy Reviews*, vol. 43, p. 100939, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.esr.2022.100939.
- [5] A. Q. Al-Shetwi, I. Z. Abidin, K. A. Mahafzah, and M. A. Hannan, "Feasibility of future transition to 100% renewable energy: Recent progress, policies, challenges, and perspectives," *Journal of Cleaner Production*, vol. 478, p. 143942, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.143942.
- [6] PT Perusahaan Listrik Negara (Persero), *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2025–2034*. Jakarta, Indonesia, 2025.
- [7] "Kajian neraca energi terbarukan pada sektor kelistrikan di Kabupaten Magelang," *Journal of Renewable Technology*, 2026. [Online]. Available: . Accessed: Sep. 2, 2026.
- [8] Z. Aji, M. Sulaiman, and R. Budiarto, "Sustainable water-energy-food nexus modeling to anticipate land use changes in Magelang Regency," *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 75–82, Oct. 2024, doi: 10.29103/jreece.v4i2.16882.

Penentuan Prioritas Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Kabupaten Magelang Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP),

Khalifatun Nisa Amini, Nurriza Kholifatulloh Hasanah, Dani Usman

©2026 LPPM Politeknik Enjinering Indoroma. Hak Cipta Dilindungi

Artikel ini merupakan artikel akses terbuka yang didistribusikan berdasarkan ketentuan lisensi CC BY.

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

DOI: 10.61713/jrt.v6i2.382.

- [9] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) and Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Litbangda) Kabupaten Magelang, *Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) Perubahan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Magelang Tahun 2019–2024*. Magelang, Indonesia, 2021.
- [10] Y. Noorollahi, A. Ghenaatpisheh Senani, A. Fadaei, M. Simaee, and R. Moltames, "A framework for GIS-based site selection and technical potential evaluation of PV solar farm using Fuzzy-Boolean logic and AHP multi-criteria decision-making approach," *Renewable Energy*, vol. 186, pp. 89–104, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.renene.2021.12.124.
- [11] D. Cook and J. G. Pétursson, "The role of GIS mapping in multi-criteria decision analysis in informing the location and design of renewable energy projects—A systematic review," *Energy Strategy Reviews*, vol. 59, p. 101765, May 2025, doi: 10.1016/j.esr.2025.101765.
- [12] M. A. Raza, M. Yousif, M. Hassan, M. Numan, and S. A. Abbas Kazmi, "Site suitability for solar and wind energy in developing countries using combination of GIS-AHP: A case study of Pakistan," *Renewable Energy*, vol. 206, pp. 180–191, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.renene.2023.02.010.
- [13] A. Kumar *et al.*, "A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 69, pp. 596–609, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.11.191.
- [14] H. S. Ruiz, A. Sunarso, K. Ibrahim-Bathis, S. A. Murti, and I. Budiarto, "GIS-AHP multi criteria decision analysis for the optimal location of solar energy plants at Indonesia," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 3249–3263, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.egyr.2020.11.198.
- [15] F. Sitorus and P. R. Brito-Parada, "The selection of renewable energy technologies using a hybrid subjective and objective multiple criteria decision making method," *Expert Systems with Applications*, vol. 206, p. 117839, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.117839.
- [16] A. A. Amiri, M. N. Wahid, A. S. Al-Buraiki, and A. Al-Sharafi, "A strategic multi-criteria decision-making framework for renewable energy source selection in Saudi Arabia using AHP-TOPSIS," *Renewable Energy*, vol. 236, p. 121523, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.renene.2024.121523.
- [17] R. Saeidi, Y. Noorollahi, J. Aghaz, and S. Chang, "Fuzzy-TOPSIS method for defining optimal parameters and finding suitable sites for PV power plants," *Energy*, vol. 282, p. 128556, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.energy.2023.128556.
- [18] J. Weber, T. Steinkamp, and M. Reichenbach, "Competing for space? A multi-criteria scenario framework intended to model the energy–biodiversity–land nexus for regional renewable energy planning based on a German case study," *Energy, Sustainability and Society*, vol. 13, no. 1, p. 27, Aug. 2023, doi: 10.1186/s13705-023-00402-7.
- [19] R. W. Saaty, "The analytic hierarchy process—What it is and how it is used," *Mathematical Modelling*, vol. 9, nos. 3–5, pp. 161–176, 1987, doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.
- [20] S. S. Bohra and A. Anvari-Moghaddam, "A comprehensive review on applications of multicriteria decision-making methods in power and energy systems," *International Journal of Energy Research*, vol. 46, no. 4, pp. 4088–4118, 2022, doi: [10.1002/er.7517](https://doi.org/10.1002/er.7517).
- [21] Y. Cui, H. E. W. Pedrycz, and A. R. Fayek, "A granular multicriteria group decision making for renewable energy planning problems," *Renewable Energy*, vol. 199, pp. 1047–1059, 2022, doi: [10.1016/j.renene.2022.09.051](https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.09.051).