

Pengembangan Sistem Prediksi Potensi Air Tanah Berbasis *WebGIS* dengan Metode *TOPSIS* di Kabupaten TTU

¹Febriana Hoar Atok, ²Yoseph Pius Kurniawan Kelen, ³Anastasia Kadek Dety Lestari

^{1*,2,3} Fakultas Pertanian Sains dan Kesehatan, Universitas Timor, Kefamenanu, Indonesia

*Korespondensi: febriatok800@gmail.com

Submit : 29 Agust 2026 | Diterima : 21 Sept 2026 | Terbit : 25 Sept 2026

ABSTRACT

Groundwater is an important natural resource that requires appropriate assessment and information management to support sustainable utilization. However, differences in environmental characteristics among regions can make groundwater potential assessment difficult when several criteria must be considered simultaneously. This study aims to develop a WebGIS-based groundwater potential assessment system that integrates multi-criteria decision-making and spatial information to identify, assess, and rank groundwater potential areas in North Central Timor Regency, Indonesia. The study employed the Rank Order Centroid (ROC) method to determine the weights of five criteria, namely rainfall, hydrogeology, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), land cover, and topography. The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) method was subsequently applied to calculate preference values and rank 24 sub-districts. The results show that rainfall obtained the highest criterion weight of 0.456667, followed by hydrogeology (0.256667), NDVI (0.156667), land cover (0.090000), and topography (0.040000). The TOPSIS analysis produced varying groundwater potential values across the study area, with Mutis obtaining the highest preference value of 0.91354, while Insana Utara obtained the lowest value of 0.15800. The results were integrated into an interactive WebGIS that provides preference values, ranking information, groundwater potential classification, and spatial visualization. Functional testing using Black Box Testing indicated that the main system features operated according to the specified requirements. The developed system can therefore support groundwater potential identification, spatial information dissemination, and regional decision-making. Future research should incorporate additional environmental parameters and field-based validation to improve the reliability of groundwater potential assessment.

Keywords: *Groundwater Potential; Multi-Criteria Decision Making; ROC; TOPSIS; WebGIS*

ABSTRAK

Air tanah merupakan salah satu sumber daya alam penting yang perlu dikelola secara tepat untuk mendukung pemanfaatan yang berkelanjutan. Perbedaan karakteristik lingkungan antarwilayah menyebabkan proses penilaian potensi air tanah menjadi kompleks apabila melibatkan beberapa kriteria secara bersamaan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem penilaian potensi air tanah berbasis *WebGIS* yang mengintegrasikan metode pengambilan keputusan multikriteria dan informasi spasial untuk mengidentifikasi, menilai, dan menentukan peringkat potensi air tanah di Kabupaten Timor Tengah Utara. Penelitian menggunakan metode *Rank Order Centroid* (ROC) untuk menentukan bobot lima kriteria, yaitu curah hujan, hidrogeologi, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), tutupan lahan, dan topografi. Selanjutnya, metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (*TOPSIS*) digunakan untuk menghitung nilai preferensi dan menentukan peringkat terhadap 24 kecamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,456667, diikuti oleh hidrogeologi sebesar 0,256667, NDVI sebesar 0,156667, tutupan lahan sebesar 0,090000, dan topografi sebesar 0,040000. Hasil *TOPSIS* menunjukkan variasi nilai potensi air tanah antarkecamatan, dengan Kecamatan Mutis memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,91354, sedangkan Kecamatan Insana Utara memperoleh nilai terendah sebesar 0,15800. Hasil analisis kemudian diintegrasikan ke dalam *WebGIS* interaktif yang menyajikan nilai preferensi, informasi pemeringkatan, klasifikasi potensi air tanah, dan visualisasi spasial. Pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa fungsi utama sistem

berjalan sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan. Sistem yang dikembangkan dapat mendukung identifikasi potensi air tanah, penyebaran informasi spasial, dan pengambilan keputusan wilayah. Penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan penambahan parameter lingkungan dan validasi berbasis lapangan untuk meningkatkan keandalan penilaian potensi air tanah.

Kata Kunci: Air Tanah; ROC; *TOPSIS*; *WebGIS*; Pengambilan Keputusan Multikriteria

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan salah satu sumber daya air penting yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan domestik, pertanian, dan berbagai aktivitas masyarakat. Potensi air tanah dipengaruhi oleh berbagai kondisi lingkungan, seperti curah hujan, hidrogeologi, vegetasi, tutupan lahan, dan topografi. Perbedaan karakteristik lingkungan tersebut menyebabkan potensi air tanah bervariasi antardaerah. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu mengintegrasikan berbagai parameter secara sistematis untuk menghasilkan informasi potensi air tanah yang lebih komprehensif. Pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) telah banyak digunakan dalam pemetaan potensi air tanah karena mampu mengintegrasikan berbagai parameter lingkungan dan menyajikan hasil analisis secara spasial (Saidu et al. 2024, Meng et al. 2024, Mitiku, Teklu, and Abraham 2025).

Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU), Provinsi Nusa Tenggara Timur, memiliki karakteristik lingkungan yang beragam sehingga potensi air tanah tidak tersebar secara merata pada setiap kecamatan. Variasi curah hujan, hidrogeologi, vegetasi, tutupan lahan, dan topografi menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penilaian potensi air tanah. Pemanfaatan SIG dapat membantu mengintegrasikan data spasial dan atribut untuk menghasilkan informasi potensi air tanah yang lebih mudah dipahami. Penelitian menunjukkan bahwa integrasi SIG dan pendekatan pengambilan keputusan dapat digunakan untuk menghasilkan klasifikasi zona potensi sekaligus menggambarkan distribusinya secara spasial (Çelik, Kuşak, and Yakar 2024).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan multikriteria telah diterapkan dalam berbagai kajian sumber daya air. Ajayi et al. (2022) menggunakan SIG dan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk mengidentifikasi zona potensi air tanah di Daerah Istimewa Yogyakarta dan menghasilkan klasifikasi potensi dari sangat rendah hingga sangat tinggi (Mitiku et al. 2025). Mengintegrasikan AHP, *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (*TOPSIS*), dan GIS untuk menentukan potensi serta kualitas air tanah di Dataran Harran, Turki. Sementara itu, Prabandari, Siswoyo, dan Haribowo (2021) menerapkan *TOPSIS* untuk menentukan prioritas pengembangan potensi mata air sebagai sumber air irigasi di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode multikriteria dapat digunakan untuk mengolah beberapa kriteria secara simultan dalam menentukan potensi maupun prioritas sumber daya air (Hilal et al. 2024).

Penerapan *TOPSIS* juga telah dilakukan pada sistem pendukung keputusan dan kajian berbasis spasial. (Ray 2025) menggunakan *TOPSIS* untuk menentukan alternatif sumber air bersih berdasarkan nilai preferensi, sedangkan Swastika et al. (2022) mengintegrasikan *TOPSIS* dan GIS dalam sistem pendukung keputusan berbasis web. Pada kajian potensi air tanah, (Paul and Roy 2024) serta (Bibek Saha, Tapas Acharya 2024). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi GIS dengan metode multikriteria dapat mendukung pemetaan zona potensi air tanah. Penelitian juga mengembangkan pendekatan yang menggabungkan GIS, AHP, Modified Delphi Evaluation (MDE), dan *TOPSIS* dalam pemodelan potensi air tanah (Bozdağ et al. 2025). Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa kombinasi metode multikriteria dan informasi spasial dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif dalam mendukung pengambilan keputusan terkait sumber daya air.

Meskipun AHP dan *TOPSIS* telah banyak digunakan dalam kajian potensi air tanah, pembobotan menggunakan AHP memerlukan proses perbandingan berpasangan antarkriteria. Pendekatan tersebut dapat menjadi lebih kompleks ketika jumlah kriteria bertambah. Sebagai alternatif, *Rank Order Centroid* (ROC) dapat digunakan untuk menentukan bobot berdasarkan urutan tingkat kepentingan kriteria tanpa memerlukan perbandingan berpasangan (Fairuzabadi, M., Permana, A. A., Istiono, W., Pomalingo, S., Prasetyo, A. B. and Kelen, Y. P. K., & Fernando 2023). Namun, penerapan ROC sebagai metode pembobotan yang dikombinasikan dengan *TOPSIS* untuk penilaian potensi air tanah dan diintegrasikan ke dalam

WebGIS pada tingkat kecamatan di Kabupaten Timor Tengah Utara masih belum ditunjukkan dalam penelitian-penelitian yang dirujuk. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan ROC untuk menentukan bobot lima kriteria, yaitu curah hujan, hidrogeologi, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), tutupan lahan, dan topografi. Bobot yang diperoleh selanjutnya digunakan dalam metode *TOPSIS* untuk menghitung nilai preferensi dan menentukan peringkat 24 kecamatan (Eko, M. A. M., Kelen, Y. P. K., dan Lestari, 2024). Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi ROC, *TOPSIS*, dan *WebGIS* dalam satu sistem untuk mendukung penilaian dan pemeringkatan potensi air tanah pada tingkat kecamatan. ROC digunakan untuk menentukan bobot berdasarkan urutan kepentingan kriteria, *TOPSIS* digunakan untuk menghitung nilai preferensi dan pemeringkatan alternatif, sedangkan *WebGIS* digunakan untuk menyajikan hasil analisis dalam bentuk informasi spasial yang interaktif. Dengan pendekatan tersebut, sistem tidak hanya menghasilkan urutan kecamatan berdasarkan nilai preferensi, tetapi juga menyajikan klasifikasi dan distribusi spasial potensi air tanah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem penilaian potensi air tanah berbasis *WebGIS* di Kabupaten Timor Tengah Utara dengan menggunakan ROC untuk menentukan bobot kriteria dan *TOPSIS* untuk menghitung nilai preferensi serta pemeringkatan 24 kecamatan. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menyediakan informasi yang terstruktur dan mudah dipahami sebagai salah satu bahan pendukung pengelolaan sumber daya air di wilayah penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) untuk menentukan potensi air tanah berdasarkan beberapa kriteria lingkungan. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan data spasial dan nonspasial, penentuan kriteria dan urutan kepentingan, pembobotan kriteria menggunakan metode Rank Order Centroid (ROC), pemeringkatan alternatif menggunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, integrasi hasil analisis ke dalam *WebGIS*, dan pengujian fungsional sistem. Metode ROC digunakan untuk menentukan bobot berdasarkan urutan kepentingan kriteria, sedangkan *TOPSIS* digunakan untuk menghitung nilai preferensi dan menentukan peringkat alternatif berdasarkan kedekatan terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif.

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU), Provinsi Nusa Tenggara Timur. Objek penelitian berupa potensi air tanah pada 24 kecamatan yang digunakan sebagai alternatif dalam proses pengambilan keputusan. Setiap kecamatan dinilai berdasarkan lima kriteria, yaitu curah hujan, hidrogeologi, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), tutupan lahan, dan topografi. Nilai dari setiap kriteria pada masing-masing kecamatan digunakan sebagai dasar pembentukan matriks keputusan dan selanjutnya diproses menggunakan metode *TOPSIS* untuk memperoleh nilai preferensi dan peringkat potensi air tanah.

Data dan Sumber Data

Data penelitian terdiri atas data spasial dan nonspasial. Data spasial digunakan untuk menggambarkan kondisi geografis dan karakteristik lingkungan wilayah penelitian, sedangkan data nonspasial digunakan sebagai informasi pendukung dalam proses pengolahan dan analisis. Data yang digunakan meliputi data curah hujan, hidrogeologi, NDVI, tutupan lahan, dan topografi. Data curah hujan diperoleh dari sumber data klimatologi, sedangkan data hidrogeologi digunakan untuk menggambarkan kondisi dan karakteristik akuifer. Data NDVI diperoleh dari citra satelit, data tutupan lahan digunakan untuk menggambarkan kondisi penggunaan lahan, dan data topografi diperoleh dari data elevasi digital. Seluruh data kemudian disiapkan dalam format yang sesuai untuk proses analisis spasial dan pengambilan keputusan.

Kriteria Penilaian Potensi Air Tanah

Lima kriteria digunakan dalam menentukan potensi air tanah, yaitu curah hujan (C1), hidrogeologi (C2), NDVI (C3), tutupan lahan (C4), dan topografi (C5). Masing-masing kriteria memiliki tingkat kepentingan yang berbeda sehingga diperlukan proses pembobotan sebelum dilakukan pemeringkatan. Metode yang digunakan harus disertai dengan referensi; modifikasi

yang relevan harus dijelaskan. Prosedur dan teknik analisis data harus ditekankan dalam artikel tinjauan pustaka. Tahapan dan analisis penelitian harus dijelaskan secara rinci.

Tabel 1. Kriteria

Kode	Kriteria	Jenis Atribut
C1	Curah Hujan	Benefit
C2	Hidrogeologi	Benefit
C3	NDVI	Benefit
C4	Tutupan Lahan	Benefit
C5	Topografi	Cost

Kriteria benefit menunjukkan bahwa nilai yang lebih tinggi dianggap lebih baik dalam penilaian, sedangkan kriteria cost menunjukkan bahwa nilai yang lebih rendah lebih diprioritaskan. Jenis kriteria tersebut digunakan dalam menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif pada metode *TOPSIS*.

Pembobotan Kriteria Menggunakan ROC

Metode *Rank Order Centroid* (ROC) digunakan untuk menentukan bobot setiap kriteria berdasarkan urutan tingkat kepentingannya. ROC merupakan metode pembobotan yang menentukan bobot berdasarkan peringkat kriteria sehingga kriteria dengan peringkat lebih tinggi memperoleh bobot yang lebih besar. Metode ini tidak memerlukan perbandingan berpasangan seperti pada AHP, sehingga proses pembobotan dapat dilakukan secara lebih sederhana.

Perhitungan bobot setiap kriteria menggunakan metode ROC dilakukan dengan Persamaan (1):

$$w_j = \frac{1}{n} \sum_{k=j}^n \frac{1}{k} \quad (1)$$

Dalam penelitian ini terdapat lima kriteria. Berdasarkan urutan kepentingan kriteria, diperoleh bobot C1 sebesar 0,456667, C2 sebesar 0,256667, C3 sebesar 0,156667, C4 sebesar 0,090000, dan C5 sebesar 0,040000. Bobot tersebut kemudian digunakan pada proses *TOPSIS* untuk menentukan nilai preferensi masing-masing kecamatan.

Pemeringkatan Menggunakan *TOPSIS*

Metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (*TOPSIS*) digunakan untuk menentukan peringkat 24 kecamatan berdasarkan kedekatan masing-masing alternatif terhadap solusi ideal positif dan jaraknya terhadap solusi ideal negatif. Alternatif dengan jarak paling dekat terhadap solusi ideal positif dan paling jauh terhadap solusi ideal negatif memperoleh nilai preferensi yang lebih tinggi. Tahapan perhitungan *TOPSIS* dalam penelitian ini dimulai dari penyusunan matriks keputusan berdasarkan nilai setiap alternatif pada masing-masing kriteria, dilanjutkan dengan normalisasi matriks keputusan, pembentukan matriks ternormalisasi terbobot menggunakan bobot kriteria hasil metode ROC, penentuan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, perhitungan jarak setiap alternatif terhadap kedua solusi ideal, hingga perhitungan nilai preferensi sebagai dasar pemeringkatan alternatif. Tahapan perhitungan *TOPSIS* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pembentukan Matriks Keputusan

Matriks keputusan dibentuk berdasarkan nilai setiap kecamatan terhadap lima kriteria yang digunakan. Matriks keputusan dinyatakan sebagai:

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

dengan (x_{ij}) merupakan nilai alternatif ke- i terhadap kriteria ke- j .

2. Normalisasi Matriks Keputusan

Normalisasi dilakukan untuk menyetarakan skala nilai setiap kriteria sehingga dapat dibandingkan. Proses normalisasi menggunakan metode vector normalization dengan persamaan (3):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3)$$

3. Pembentukan Matriks Ternormalisasi Terbobot

Nilai hasil normalisasi kemudian dikalikan dengan bobot setiap kriteria yang diperoleh melalui metode ROC. Perhitungan dilakukan menggunakan Persamaan (4):

$$y_{ij} = w_j r_{ij} \quad (4)$$

4. Menentukan Solusi Ideal Positif dan Negatif

Solusi ideal positif A⁺ dan solusi ideal negatif A⁻ ditentukan berdasarkan nilai maksimum atau minimum dari setiap kriteria sesuai dengan jenis kriterianya. Pada kriteria benefit, nilai maksimum digunakan sebagai solusi ideal positif dan nilai minimum sebagai solusi ideal negatif. Sebaliknya, pada kriteria cost, nilai minimum menjadi solusi ideal positif dan nilai maksimum menjadi solusi ideal negatif.

Solusi ideal positif dan negatif dapat dinyatakan sebagai:

$$A^+ = \{y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+\} \quad (5)$$

$$A^- = \{y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-\} \quad (2)$$

5. Menghitung Jarak Alternatif terhadap Solusi Ideal

Jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dan negatif dihitung menggunakan jarak Euclidean. Jarak terhadap solusi ideal positif dihitung dengan persamaan (7):

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j^+ - y_{ij})^2} \quad (7)$$

Sedangkan jarak terhadap solusi ideal negatif dihitung dengan persamaan (8):

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \quad (8)$$

6. Menghitung Nilai Preferensi

Nilai preferensi digunakan untuk menentukan peringkat setiap kecamatan. Nilai preferensi dihitung dengan persamaan (9):

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (9)$$

Nilai V_i berada pada rentang 0 sampai 1. Semakin besar nilai preferensi yang diperoleh, semakin tinggi posisi alternatif dalam pemeringkatan potensi air tanah.

Integrasi Hasil Analisis ke dalam WebGIS

Hasil perhitungan ROC dan TOPSIS selanjutnya diintegrasikan ke dalam sistem *Web Geographic Information System (WebGIS)*. Integrasi dilakukan dengan menghubungkan hasil pemeringkatan dengan data spasial batas administrasi kecamatan. Nilai preferensi, peringkat, dan klasifikasi potensi air tanah disimpan dalam basis data dan kemudian ditampilkan pada peta digital.

WebGIS dikembangkan sebagai media penyajian hasil analisis sehingga pengguna dapat melihat distribusi potensi air tanah berdasarkan wilayah kecamatan. Sistem menyediakan visualisasi peta, informasi detail kecamatan, nilai preferensi, peringkat, serta klasifikasi tingkat potensi air tanah. Dengan demikian, hasil perhitungan yang sebelumnya berbentuk data numerik dapat disajikan dalam bentuk informasi spasial yang lebih mudah dipahami.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan *Black Box Testing* untuk memastikan bahwa fungsi utama *WebGIS* berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian

dilakukan dengan memberikan masukan pada setiap fungsi sistem dan mengamati keluaran yang dihasilkan tanpa melihat struktur kode program.

Pengujian mencakup fungsi login, pengelolaan data, proses analisis, tampilan peta, pencarian kecamatan, informasi detail, pemeringkatan, serta visualisasi klasifikasi potensi air tanah. Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui kesesuaian antara fungsi yang dirancang dengan keluaran yang dihasilkan sistem.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, penentuan kriteria, pembobotan ROC, pembentukan matriks keputusan, normalisasi *TOPSIS*, pembentukan matriks ternormalisasi terbobot, penentuan solusi ideal, perhitungan jarak, perhitungan nilai preferensi, pemeringkatan kecamatan, integrasi hasil ke *WebGIS*, hingga pengujian sistem. Alur tersebut menghasilkan keluaran berupa nilai bobot setiap kriteria, nilai preferensi dan peringkat 24 kecamatan, serta visualisasi spasial potensi air tanah dalam *WebGIS*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembobotan Kriteria Menggunakan ROC

Penelitian ini menggunakan lima kriteria untuk menentukan potensi air tanah di Kabupaten Timor Tengah Utara, yaitu curah hujan (C1), hidrogeologi (C2), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (C3), tutupan lahan (C4), dan topografi (C5). Pembobotan kriteria dilakukan menggunakan metode Rank Order Centroid (ROC) berdasarkan urutan tingkat kepentingan masing-masing kriteria. Hasil pembobotan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pembobotan Kriteria Menggunakan ROC

Kode	Kriteria	Bobot
C1	Curah Hujan	0,456667
C2	Hidrogeologi	0,256667
C3	NDVI	0,156667
C4	Tutupan Lahan	0,090000
C5	Topografi	0,040000
Jumlah		1

Berdasarkan Tabel 2, curah hujan memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,456667, sedangkan topografi memperoleh bobot terendah sebesar 0,040000. Hasil tersebut menunjukkan bahwa curah hujan merupakan kriteria dengan tingkat kepentingan tertinggi dalam proses penilaian potensi air tanah. Seluruh bobot kemudian digunakan dalam proses perhitungan *TOPSIS* untuk memperoleh nilai preferensi setiap kecamatan.

Hasil Perhitungan dan Pemeringkatan *TOPSIS*

Perhitungan *TOPSIS* dilakukan terhadap 24 kecamatan di Kabupaten Timor Tengah Utara. Proses perhitungan meliputi pembentukan matriks keputusan, normalisasi matriks, pembentukan matriks ternormalisasi terbobot, penentuan solusi ideal positif dan negatif, perhitungan jarak terhadap solusi ideal, serta penentuan nilai preferensi.

Matriks keputusan dibentuk berdasarkan nilai masing-masing kecamatan terhadap lima kriteria yang digunakan. Nilai tersebut kemudian dinormalisasi agar setiap kriteria memiliki skala yang dapat dibandingkan. Hasil normalisasi selanjutnya dikalikan dengan bobot ROC sehingga diperoleh matriks ternormalisasi terbobot.

Solusi ideal positif dan negatif ditentukan berdasarkan karakteristik kriteria benefit dan cost. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Solusi Ideal Positif dan Negatif

	C1	C2	C3	C4	C5
A+	0,13339	0,06627	0,04217	0,02381	0,00250
A-	0,05335	0,02650	0,01686	0,00476	0,01252

Nilai solusi ideal tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif (D+) dan solusi ideal negatif (D-). Nilai preferensi diperoleh dari

perbandingan jarak tersebut. Semakin besar nilai preferensi, semakin dekat alternatif terhadap solusi ideal, sehingga menunjukkan tingkat potensi air tanah yang relatif lebih tinggi.

Tabel 4. Nilai Preferensi Hasil Perhitungan *TOPSIS*

Kode	Alternatif	Nilai Preferensi
KEC01	Kota Kefamenanu	0,25802
KEC02	Insana Tengah	0,36397
KEC03	Insana Barat	0,41977
KEC04	Insana Fafinesu	0,36876
KEC05	Insana	0,84517
KEC06	Neomuti Timur	0,42303
KEC07	Noemuti	0,45926
KEC08	Bikomi Nilulat	0,37869
KEC09	Bikomi Utara	0,27350
KEC10	Bikomi Tengah	0,31629
KEC11	Bikomi Selatan	0,42303
KEC12	Naibenu	0,34407
KEC13	Musi	0,45172
KEC14	Mutis	0,91354
KEC15	Biboki Selatan	0,72174
KEC16	Biboki Tan Pah	0,69823
KEC17	Biboki Utara	0,79386
KEC18	Biboki Feotleu	0,72174
KEC19	Biboki Anleu	0,41725
KEC20	Biboki Moenleu	0,28664
KEC21	Insana Utara	0,15800
KEC22	Miomaffo Barat	0,87102
KEC23	Miomaffo Tengah	0,45172
KEC24	Miomaffo Timur	0,42038

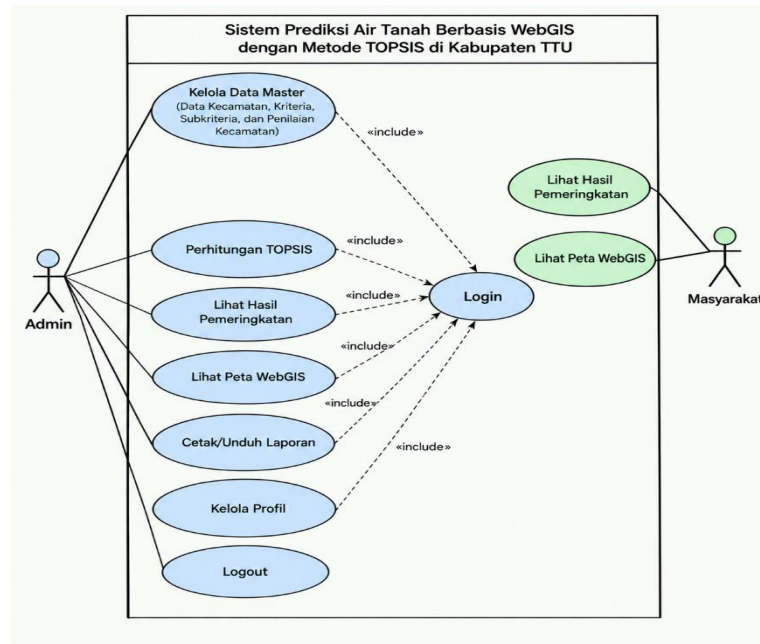
Berdasarkan Tabel 4, Kecamatan Mutis memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,91354, sehingga menempati peringkat pertama. Selanjutnya, Kecamatan Miomaffo Barat memperoleh nilai 0,87102 dan Kecamatan Insana memperoleh nilai 0,84517. Kecamatan Biboki Utara berada pada kelompok nilai tinggi dengan nilai preferensi sebesar 0,79386.

Sebaliknya, Kecamatan Insana Utara memperoleh nilai preferensi terendah sebesar 0,15800. Perbedaan nilai preferensi antarkecamatan menunjukkan adanya variasi karakteristik pada lima kriteria yang digunakan dalam penilaian. Kecamatan dengan kombinasi nilai kriteria yang lebih dekat dengan kondisi ideal memperoleh nilai preferensi yang lebih tinggi.

Hasil Implementasi Sistem *WebGIS*

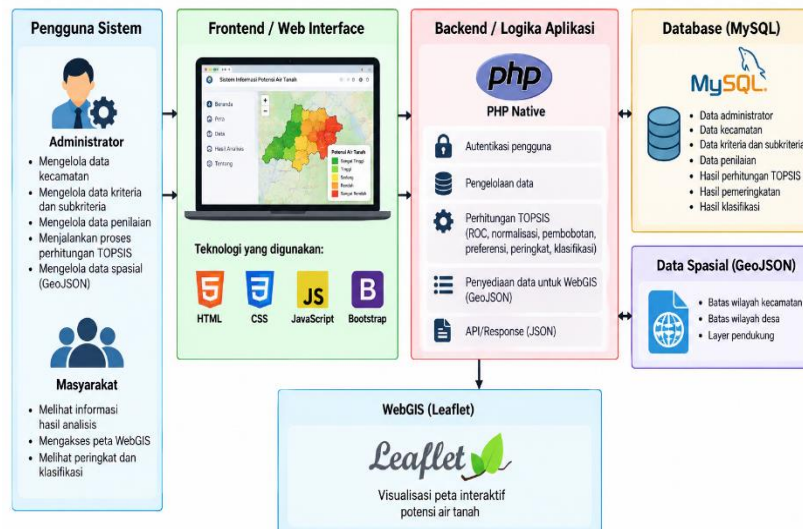
Hasil perhitungan ROC dan *TOPSIS* selanjutnya diimplementasikan ke dalam sistem berbasis *WebGIS*. Sistem dikembangkan untuk mengintegrasikan pengelolaan data, proses pembobotan, perhitungan nilai preferensi, pemeringkatan, dan penyajian informasi potensi air tanah dalam bentuk peta digital interaktif.

Sistem memiliki dua kelompok pengguna, yaitu administrator dan masyarakat. Administrator dapat melakukan autentikasi, mengelola data kecamatan, kriteria, dan penilaian, serta menjalankan proses ROC dan *TOPSIS*. Masyarakat dapat mengakses informasi hasil pemeringkatan dan visualisasi potensi air tanah melalui halaman publik.



Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

Use Case Diagram menunjukkan interaksi antara administrator dan masyarakat, serta fungsi yang tersedia pada sistem. Administrator memiliki akses terhadap proses pengelolaan dan pengolahan data, sedangkan masyarakat memiliki akses terhadap informasi hasil analisis serta *WebGIS*.

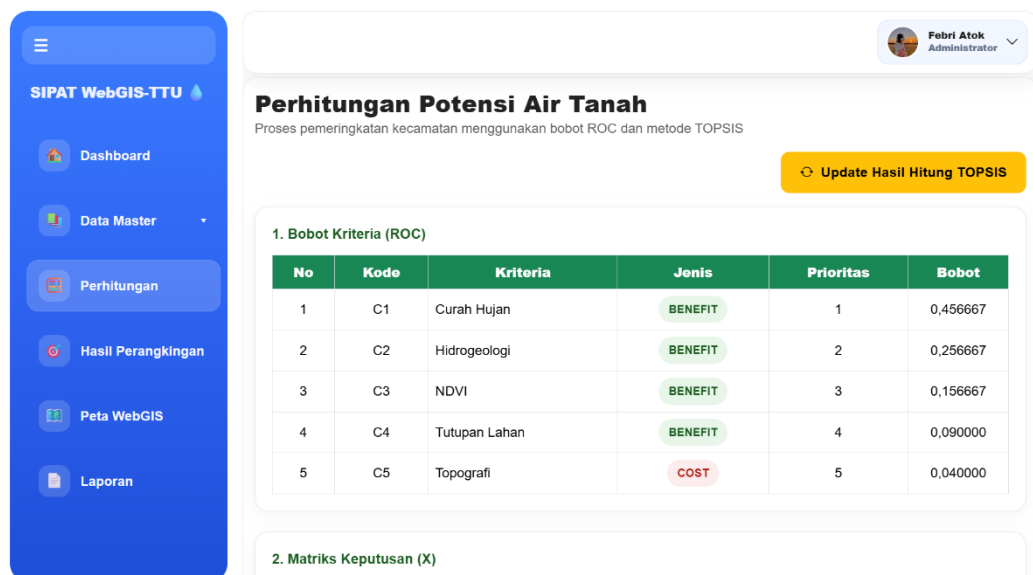


Gambar 2. Arsitektur Sistem *WebGIS*

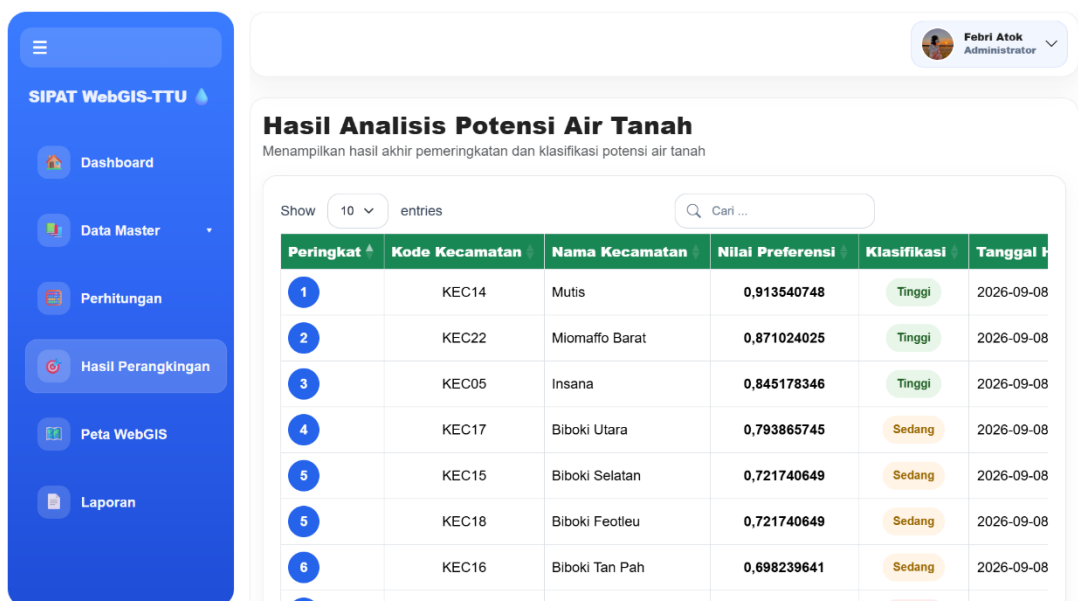
Arsitektur sistem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu pengguna, antarmuka web, *backend* aplikasi, basis data, dan data spasial. Administrator dan masyarakat mengakses sistem melalui antarmuka web. Antarmuka sistem dibangun menggunakan *HTML*, *CSS*, *JavaScript*, dan *Bootstrap* untuk menyediakan tampilan serta interaksi pengguna. Proses pengelolaan data, autentikasi, pembobotan kriteria menggunakan metode *Rank Order Centroid* (ROC), perhitungan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), pemeringkatan, dan klasifikasi dilakukan pada sisi *backend* menggunakan *PHP Native*. Data administrasi, kriteria, subkriteria, penilaian, dan hasil perhitungan disimpan dalam basis data *MySQL*. Sementara itu, data spasial wilayah yang digunakan dalam *WebGIS* disediakan dalam format *GeoJSON* dan ditampilkan menggunakan *Leaflet*. Hasil perhitungan TOPSIS berupa nilai preferensi, pemeringkatan, dan klasifikasi kemudian dihubungkan dengan data spasial kecamatan sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk peta potensi air tanah secara interaktif.

Gambar 3. Halaman *Dashboard* Administrator

Dashboard merupakan halaman utama administrator setelah berhasil melakukan *login*. Halaman ini menampilkan ringkasan informasi sistem dan menyediakan akses menuju berbagai menu pengelolaan data serta proses analisis. Pada halaman *dashboard* ditampilkan menu navigasi yang mencakup pengelolaan data kecamatan, kriteria, subkriteria, penilaian, perhitungan *TOPSIS*, hasil pemeringkatan, *WebGIS*, laporan, dan pengelolaan profil administrator. Tampilan tersebut dapat diverifikasi melalui menu dan informasi yang ditampilkan pada halaman dashboard seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 4. Halaman Perhitungan ROC dan *TOPSIS*

Halaman Perhitungan ROC dan *TOPSIS* digunakan untuk menampilkan proses pengolahan data menggunakan metode *Rank Order Centroid* (ROC) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (*TOPSIS*). Pada halaman ini ditampilkan hasil pembobotan kriteria menggunakan ROC serta hasil perhitungan *TOPSIS* yang meliputi nilai preferensi dan peringkat kecamatan. Informasi tersebut dapat diverifikasi melalui nilai bobot, nilai preferensi, dan hasil pemeringkatan yang ditampilkan pada halaman perhitungan.



SIPAT WebGIS-TTU

Dashboard

Data Master

Perhitungan

Hasil Perangkingan

Peta WebGIS

Laporan

Hasil Analisis Potensi Air Tanah

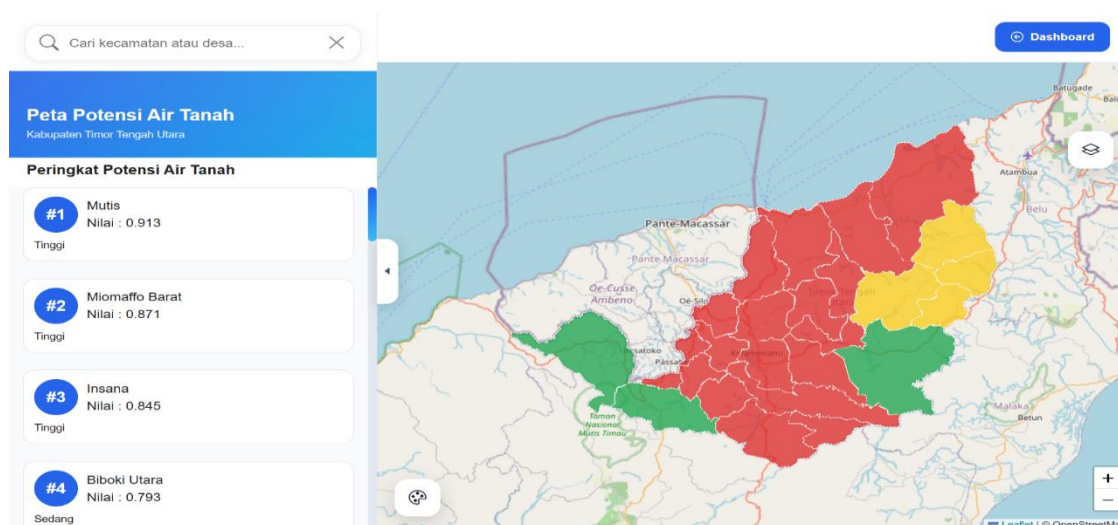
Menampilkan hasil akhir pemeringkatan dan klasifikasi potensi air tanah

Show 10 entries

Peringkat	Kode Kecamatan	Nama Kecamatan	Nilai Preferensi	Klasifikasi	Tanggal
1	KEC14	Mutis	0,913540748	Tinggi	2026-09-08
2	KEC22	Miomaffo Barat	0,871024025	Tinggi	2026-09-08
3	KEC05	Insana	0,845178346	Tinggi	2026-09-08
4	KEC17	Biboki Utara	0,793865745	Sedang	2026-09-08
5	KEC15	Biboki Selatan	0,721740649	Sedang	2026-09-08
5	KEC18	Biboki Feotieu	0,721740649	Sedang	2026-09-08
6	KEC16	Biboki Tan Pah	0,698239641	Sedang	2026-09-08

Gambar 5. Halaman Hasil Pemeringkatan

Halaman Hasil Pemeringkatan menampilkan hasil akhir perhitungan *TOPSIS* untuk setiap kecamatan. Informasi yang ditampilkan meliputi nama kecamatan, nilai preferensi, peringkat, dan klasifikasi potensi air tanah. Data tersebut dapat diverifikasi melalui tabel hasil pemeringkatan yang ditampilkan pada halaman, sehingga pengguna dapat melihat urutan kecamatan berdasarkan nilai preferensi yang diperoleh.



Gambar 6. WebGIS Potensi Air Tanah

WebGIS Potensi Air Tanah menampilkan hasil analisis potensi air tanah dalam bentuk peta digital interaktif. Pada halaman ini ditampilkan wilayah kecamatan dengan warna yang menunjukkan klasifikasi potensi air tanah, serta fitur peta seperti legenda, pengaturan layer, dan informasi wilayah yang dapat diakses melalui interaksi pada peta. Hasil pemeringkatan dan klasifikasi potensi air tanah dihubungkan dengan wilayah kecamatan, sehingga distribusi potensi dapat diamati secara spasial melalui peta *WebGIS*.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk mengetahui kesesuaian fungsi sistem dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Pengujian dilakukan pada sisi administrator dan masyarakat dengan menguji fungsi autentikasi, pengelolaan data, pembobotan ROC, perhitungan *TOPSIS*, pemeringkatan, pencarian wilayah,

pengelolaan *layer*, dan *WebGIS*. Pengujian difokuskan pada pemeriksaan masukan dan keluaran setiap fungsi tanpa menilai aspek *usability*, kompatibilitas, dan kinerja sistem.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Black Box Testing*

No	Pengguna	Fitur yang Diuji	Hasil	Status
1	Admin	Login	Berhasil masuk ke sistem	<i>Valid</i>
2	Admin	Kelola data kecamatan	Data dapat ditambah, diubah, dan dihapus	<i>Valid</i>
3	Admin	Kelola data kriteria	Data berhasil dikelola	<i>Valid</i>
4	Admin	Kelola data penilaian	Data berhasil disimpan	<i>Valid</i>
5	Admin	Pembobotan ROC	Bobot berhasil dihitung	<i>Valid</i>
6	Admin	Perhitungan <i>TOPSIS</i>	Nilai preferensi dan peringkat berhasil ditampilkan	<i>Valid</i>
7	Admin	Kelola <i>WebGIS</i>	Data peta berhasil ditampilkan	<i>Valid</i>
8	Admin	Laporan	Laporan berhasil dibuat	<i>Valid</i>
9	Masyarakat	Tampilan <i>WebGIS</i>	Peta potensi air tanah tampil	<i>Valid</i>
10	Masyarakat	Pencarian wilayah	Kecamatan berhasil ditemukan	<i>Valid</i>
11	Masyarakat	Layer peta	Layer dapat diaktifkan dan dinonaktifkan	<i>Valid</i>
12	Masyarakat	Hasil perangkingan	Data peringkat berhasil ditampilkan	<i>Valid</i>
13	Masyarakat	Informasi potensi air tanah	Informasi dan klasifikasi berhasil ditampilkan	<i>Valid</i>

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi yang diuji menghasilkan keluaran sesuai dengan fungsi yang dirancang dan dinyatakan valid. Hasil tersebut menunjukkan kesesuaian fungsi utama sistem, mulai dari pengelolaan data, pembobotan ROC, perhitungan *TOPSIS*, pemeringkatan, hingga penyajian hasil dalam bentuk tabel dan peta *WebGIS*. Pengujian ini terbatas pada aspek fungsional sistem sehingga belum dapat digunakan untuk menilai *usability*, kompatibilitas, kinerja, maupun akurasi hasil prediksi potensi air tanah secara langsung di lapangan.

Pembahasan

Hasil pembobotan menunjukkan bahwa curah hujan memiliki bobot paling besar, yaitu 0,456667. Hal tersebut menyebabkan perubahan nilai pada kriteria curah hujan memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap nilai akhir dibandingkan dengan kriteria dengan bobot yang lebih rendah. Hidrogeologi menjadi kriteria dengan bobot terbesar kedua, sedangkan topografi memiliki bobot paling rendah.

Hasil *TOPSIS* menunjukkan bahwa Kecamatan Mutis memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,91354. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi Kecamatan Mutis berdasarkan kombinasi lima kriteria memiliki kedekatan paling tinggi terhadap solusi ideal. Sebaliknya, Kecamatan Insana Utara memperoleh nilai preferensi 0,15800 sehingga berada pada posisi terendah dalam pemeringkatan.

Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa potensi air tanah pada setiap kecamatan tidak hanya ditentukan oleh satu parameter, tetapi merupakan hasil kombinasi beberapa kondisi lingkungan. Penggunaan ROC memungkinkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria direpresentasikan dalam bentuk bobot, sedangkan *TOPSIS* memungkinkan setiap kecamatan dibandingkan berdasarkan kedekatannya terhadap kondisi ideal.

Integrasi hasil analisis ke dalam *WebGIS* memberikan nilai tambah dalam penyajian informasi. Nilai preferensi dan peringkat yang sebelumnya berbentuk data numerik dapat ditampilkan bersama informasi geografis melalui peta interaktif. Dengan demikian, pengguna tidak hanya memperoleh informasi mengenai urutan kecamatan, tetapi juga dapat melihat distribusi spasial potensi air tanah pada wilayah Kabupaten Timor Tengah Utara.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini memiliki pendekatan yang berbeda dari beberapa penelitian terdahulu. Penelitian Nugroho et al. menggunakan AHP dan SIG untuk mengidentifikasi zona potensi air tanah, sedangkan Aslan dan Sepetçioğlu mengintegrasikan AHP, *TOPSIS*, dan GIS dalam analisis potensi dan kualitas air tanah. Penelitian Prabandari et al. menggunakan *TOPSIS* untuk

menentukan prioritas pengembangan potensi mata air. Sementara itu, Bozdag et al. menggabungkan GIS, AHP, MDE, dan *TOPSIS* untuk pemodelan potensi air tanah.

Penelitian ini mengintegrasikan ROC, *TOPSIS*, dan *WebGIS* dalam satu sistem. ROC digunakan untuk menentukan bobot kriteria berdasarkan urutan kepentingan; *TOPSIS* digunakan untuk memperoleh nilai preferensi dan pemeringkatan 24 kecamatan, sedangkan *WebGIS* digunakan untuk menyajikan hasil analisis secara spasial. Pendekatan tersebut memungkinkan proses pembobotan, pemeringkatan, dan visualisasi geografis dilakukan secara terintegrasi.

Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan pembobotan ROC yang lebih sederhana dalam kombinasi dengan *TOPSIS* serta implementasinya pada *WebGIS* untuk menghasilkan informasi potensi air tanah yang dapat diakses melalui peta digital interaktif. Sistem yang dihasilkan dapat menjadi media pendukung dalam identifikasi wilayah berdasarkan tingkat potensi air tanah di Kabupaten Timor Tengah Utara.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem prediksi potensi air tanah berbasis *WebGIS* di Kabupaten Timor Tengah Utara dengan mengintegrasikan metode *Rank Order Centroid* (ROC) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (*TOPSIS*). Metode ROC digunakan untuk menentukan bobot lima kriteria, yaitu curah hujan, hidrogeologi, NDVI, tutupan lahan, dan topografi. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa curah hujan memiliki bobot tertinggi sebesar 0,456667, sedangkan topografi memiliki bobot terendah sebesar 0,040000. Penerapan *TOPSIS* terhadap 24 kecamatan menghasilkan nilai preferensi dan pemeringkatan potensi air tanah, dengan Kecamatan Mutis memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,91354, diikuti Miomaffo Barat sebesar 0,87102 dan Insana sebesar 0,84517, sedangkan Insana Utara memperoleh nilai preferensi terendah sebesar 0,15800. Hasil analisis tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam *WebGIS* yang menyediakan informasi nilai preferensi, pemeringkatan, klasifikasi, dan distribusi spasial potensi air tanah melalui peta digital interaktif. Pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Hasil pengujian tersebut menunjukkan kesesuaian fungsi sistem, tetapi tidak digunakan untuk membuktikan akurasi hasil penilaian potensi air tanah karena penelitian ini belum melakukan validasi lapangan dengan data hasil pengukuran air tanah. Dengan demikian, integrasi ROC, *TOPSIS*, dan *WebGIS* menghasilkan sistem yang dapat mendukung identifikasi dan penyajian informasi potensi air tanah secara lebih terstruktur di Kabupaten Timor Tengah Utara. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan pengujian *usability*, *compatibility*, dan *performance* serta melakukan validasi lapangan dengan data hasil pengukuran air tanah agar kualitas sistem dan hasil penilaian potensi air tanah dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.

REFERENSI

- Ajayi, Oluibukun Gbenga, Ifeanyi Jonathan Nwadiakor, Joseph Olayemi Odumosu, Oluwatobi Olalekan Adetunji, and Ishola Olabanji Abdulwasii. 2022. "Assessment and Delineation of Groundwater Potential Zones Using Integrated Geospatial Techniques and Analytic Hierarchy Process." *Applied Water Science* 12(12):1–22. doi:10.1007/s13201-022-01802-4.
- Bibek Saha, Tapas Acharya, Tamal Sur. 2024. "Delineation of Groundwater Potential Zones in Coastal Alluvial Region Using Remote Sensing, Geographic Information System and Analytical Hierarchy Process Techniques, Groundwater for Sustainable Development." Volume 26, (ISSN 2352-801X). doi:10.1016/j.gsd.2024.101238.
- Bozdağ, Aslı, Zeynep Ünal, Ahmet Emin Karkın, Arjumand Bano Soomro, Mohammad Shuaib Mir, and Yonis Gulzar. 2025. "An Integrated Approach for Groundwater Potential Prediction Using Multi-Criteria and Heuristic Methods." *Water (Switzerland)* 17(8):6–8. doi:10.3390/w17081212.
- Çelik, Mehmet Özgür, Lütfiye Kuşak, and Murat Yakar. 2024. "Assessment of Groundwater Potential Zones Utilizing Geographic Information System-Based Analytical Hierarchy Process, Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje, and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution Methods: A Case S." *Sustainability (Switzerland)* 16(5). doi:10.3390/su16052202.
- Eko, M. A. M., Kelen, Y. P. K., &, and A. K. D. Lestari. 2024. "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Sumber Air Berbasis Web Di Kabupaten Timor Tengah Utara." *Media Jurnal Informatika* 16(1):23–29. doi: 10.35194/mji.v16i1.4145.

- Fairuzabadi, M., Permana, A. A., Istiono, W., Pomalingo, S., Prasetyo, A. B., and E. Kelen, Y. P. K., & Fernando. 2023. "Sistem Pendukung Keputusan: Konsep, Metode dan Implementasi. (ISBN : 9786231989314)."
- Hilal, Ismail, Mohamed Qurtobi, Radouan Saadi, Mourad Aqnouy, Ismail Bouizrou, Abdelmounim Bouadila, Houria Dakak, Kamal Abdelrahman, Jesus Gabriel Moreno-Navarro, Mohamed Abioui, Jamal Eddine Stitou El Messari, Armel Zacharie Eko Bessa, and Moncef Benmansour. 2024. "Integrating Remote Sensing, GIS-Based, and AHP Techniques to Delineate Groundwater Potential Zones in the Moulouya Basin, North-East Morocco." *Applied Water Science* 14(6):1–17. doi:10.1007/s13201-024-02175-6.
- Meng, Fanxiao, Muhammad Ismail Khan, Syed Ali Asad Naqvi, Abid Sarwar, Fakhrul Islam, Muhammad Ali, Aqil Tariq, Sajid Ullah, Walid Soufan, and Turki Kh Faraj. 2024. "Identification and Mapping of Groundwater Recharge Zones Using Multi-Influencing Factor and Analytical Hierarchy Process." *Scientific Reports* 14(1):1–17. doi:10.1038/s41598-024-70324-7.
- Mitiku, Alene, Lemlem Teklu, and Tesfalem Abraham. 2025. "GIS-AHP-Based Delineation of Groundwater Potential Zones in the Lake Hawassa Watershed, Ethiopia." *Discover Sustainability* 6(1). doi:10.1007/s43621-025-02077-w.
- Paul, Surjapada, and Debasish Roy. 2024. "Geospatial Modeling and Analysis of Groundwater Stress-Prone Areas Using GIS-Based TOPSIS, VIKOR, and EDAS Techniques in Murshidabad District, India." *Modeling Earth Systems and Environment* 10(1):121–41. doi:10.1007/s40808-022-01589-y.
- Prabandari, Ni Luh Putri, Hari Siswoyo, and Riyanto Haribowo. 2021. "Penentuan Skala Prioritas Pengembangan Potensi Mata Air Untuk Irigasi Menggunakan Metode TOPSIS Di Kecamatan Singosari Kabupaten Malang." *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* 21(3):996. doi:10.33087/jiubj.v21i3.1580.
- Ray, S. K. 2025. "Unveiling Groundwater Gems: A GIS-Powered Fusion of AHP and TOPSIS for Mapping Groundwater Potential Zones." *Groundwater for Sustainable Development* Volume 29:101431. doi:https://doi.org/10.1016/j.gsd.2025.101431.
- Saidu, Abdulmutallib A., Ali Aldrees, Salisu Dan'azumi, Sani I. Abba, and Salahu M. Hamza. 2024. "Groundwater Potential Mapping in Semi-Arid Region of Northern Nigeria by Integrating Analytic Hierarchy Process and GIS." *Frontiers in Water* 6. doi:10.3389/frwa.2024.1484753.
- Swastika, Titania Tara, Diah Arifah Prastiningtiyas, Laila Isyriyah, Teknik Informatika, and Riwayat Artikel. 2022. "Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Perumahan Terbaik Menggunakan Metode TOPSIS Berbasis SIG." *J-Intech: Journal of Information and Technology* 10(2):82–89. doi:10.32664/j-intech.v10i02.754.