

Inovasi Pengolahan Data Geospasial Berbasis Machine Learning untuk Pemetaan Sumber Mata Air di Kabupaten Soppeng

Indar Samsidar¹, Liza Sahwa Andani², Andi Zulkifli Nusri³, Yunita Tahir⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Lamappapoleonro

^{1,2,3,4}Jl. Salotungo No.62 Watangsoppeng

Email: ³indarsamsidar92@gmail.com, ²lizasahwaa04@gmail.com, ³andizulkifli51@gmail.com,
⁴yunitatahiryunita@gmail.com,

(Naskah masuk: 24-09-2025, diterima untuk diterbitkan: 30-11-2025)

Abstrak

Penelitian ini menghadirkan inovasi dalam pemetaan sumber mata air di Kabupaten Soppeng melalui integrasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan metode Machine Learning. SIG digunakan untuk pengelolaan dan visualisasi data spasial, sedangkan Machine Learning diterapkan untuk menganalisis pola lingkungan yang berpotensi menghasilkan mata air. Data yang digunakan mencakup citra satelit, model elevasi digital, tutupan lahan, jarak terhadap sungai, serta parameter lingkungan relevan lainnya. Algoritma Random Forest dipilih karena kemampuannya dalam menangani kompleksitas data geospasial secara efektif. Hasil analisis menunjukkan bahwa model prediktif mencapai akurasi 87-90%, dengan variabel paling berpengaruh berupa kemiringan lereng, NDVI, dan jarak sungai. Integrasi SIG dan Machine Learning memungkinkan pemetaan mata air eksisting sekaligus prediksi lokasi potensial secara akurat. Sistem ini diharapkan menjadi alat yang efektif dalam pengelolaan sumber daya air dan perencanaan berbasis data di Kabupaten Soppeng. Penelitian ini juga memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan efektivitas monitoring sumber mata air melalui penyajian peta digital yang mudah diakses dan diperbarui. Dengan dukungan teknologi geospasial, pemerintah daerah dapat melakukan identifikasi dini terhadap wilayah rawan kekeringan serta menentukan prioritas konservasi berdasarkan tingkat potensi sumber air. Selain itu, model prediktif yang menghasilkan data dikembangkan lebih lanjut dengan memasukkan parameter tambahan atau metode Machine Learning lainnya untuk meningkatkan akurasi di masa mendatang.

Kata kunci: Sistem Informasi Geografis, Machine Learning, Random Forest, Mata Air, Data Spasial, NDVI.

Abstract

This study presents an innovative approach to mapping spring water sources in Soppeng Regency through the integration of Geographic Information Systems (GIS) and Machine Learning methods. GIS is utilized for managing and visualizing spatial data, while Machine Learning is applied to analyze environmental patterns that potentially indicate spring locations. The data used include satellite imagery, digital elevation models, land cover, distance to rivers, and other relevant environmental parameters. The Random Forest algorithm was chosen due to its effectiveness in handling complex geospatial data. The analysis results indicate that the predictive model achieves an accuracy of 87-90%, with the most influential variables being slope, NDVI, and distance from rivers. The integration of GIS and Machine Learning enables mapping of existing springs as well as accurate prediction of potential sites. This system is expected to serve as an effective tool for water resource management and data-driven planning in Soppeng Regency. This research also provides a direct contribution to improving the effectiveness of spring-source monitoring through the presentation of digital maps that are easy to access and update. With the support of geospatial technology, local governments can conduct early identification of drought-prone areas and determine conservation priorities based on the potential level of water resources. In addition, the predictive model produced can be further developed by adding new parameters or applying other Machine Learning methods to enhance accuracy in the future. empatkan abstrak berbahasa Inggris pada bagian ini. Gunakan font Times New Roman 10pt, italic.

Keywords: Geographic Information System (GIS), Machine Learning, Random Forest, Spring Mapping, Spatial Data, NDVI.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kehidupan manusia, tidak ada kehidupan yang dapat berlangsung tanpa air. Kebutuhan manusia

akan air diperoleh dari berbagai macam sumber, baik yang berupa air hujan, air permukaan maupun air tanah. Kebutuhan air dari air tanah antara lain dapat diperoleh dari mata air, yang merupakan pemunculan air tanah ke permukaan

tanah (Todd, 1980). Kebutuhan air yang diperoleh dari mata air sangat nyata dirasakan ketika terjadi musim kemarau. Sumber mata air merupakan keadaan alami air tanah yang keluar ke permukaan atau sela-sela bebatuan sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (Jupri et al., 2023). Ketersediaan air merupakan bagian penting dari kehidupan masyarakat, karena hal tersebut akan sangat berpengaruh terhadap dinamika ekonomi pada sektor pertanian, perikanan, industri, perdagangan, transportasi, energi, pariwisata, dan lain sebagainya. Keberadaan mata di Kota belum teridentifikasi secara menyeluruh, sehingga belum dapat dimanfaatkan dan terawat dengan baik. Oleh karena itu perlu dilakukan pemetaan mata air yang ada beserta potensinya, sehingga dapat dilakukan konservasi untuk menjaga keberlanjutannya (Martuti et al., 2021).

Pada penelitian ini, penggunaan SIG tetap menjadi bagian utama dalam proses pemetaan titik sumber mata air. Namun, untuk memberikan hasil yang lebih lengkap, penelitian ini menambahkan analisis menggunakan metode Machine Learning. Penambahan ini bertujuan untuk melihat pola yang mungkin tidak terlihat secara langsung dari data pemetaan saja. Melalui pendekatan ini, beberapa variabel lingkungan dapat dianalisis lebih dalam sehingga di peroleh gambaran mengenai area yang berpotensi memiliki mata air. Model yang digunakan tidak di maksudkan menggantikan peran SIG, melainkan menjadi pelengkap agar informasi yang disajikan lebih menyeluruh dan dapat membantu pemerintah maupun pengguna sistem dalam proses perencanaan.

Salah satu teknologi pemetaan yang banyak digunakan saat ini adalah Sistem Informasi Geografis. Sistem Informasi Geografis yang sering disebut dengan GIS (Geographic Information System) merupakan teknologi pemetaan berupa sistem informasi berbasis komputer, yang dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi

spasial atau bereferensi keruangan (Tinambunan & Sintaro, 2021). SIG juga merupakan sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisa informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. Pada dasarnya istilah SIG merupakan gabungan dari tiga unsur pokok meliputi sistem, informasi dan geografis (Karsana & Mahendra, 2021).

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada pendekatan pengembangan sistem yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pengelolaan sumber mata air di masyarakat Kabupaten Soppeng, sehingga dapat dirancang solusi berbasis teknologi sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian (Awaludin & Mantik, 2023).

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yang dilakukan melalui survei dan wawancara mendalam dengan pihak Dinas Sumber Daya Air setempat serta perwakilan masyarakat di Kabupaten Soppeng (Gurnani, Kaur, Sharma, & Sharma, 2023). Data yang dikumpulkan mencakup lokasi koordinat sumber air, parameter kualitas air (seperti pH, kekeruhan, dan kandungan mineral), jenis sumber air (mata alami, sumur bor, atau mata air bukit), serta kebutuhan informasi dari pengguna akhir (Panggabean, 2023). Analisis ini juga menggunakan metode SWOT untuk mengidentifikasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan tantangan (*threats*) dalam pengelolaan sumber air di wilayah tersebut (Ciupac-Ulici, Beju, Bresfelean, & Zanellato, 2022).

Tahap perancangan sistem mencakup perancangan basis data spasial menggunakan *PostgreSQL* dengan ekstensi *PostGIS* untuk menyimpan data geografis. Antarmuka pengguna dirancang berbasis web dengan memanfaatkan *framework Laravel* dan *library Leaflet.js* untuk peta

interaktif (Simonovic, Vione, Stupple, & Doherty, 2023). Metode *prototyping* diterapkan untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan harapan pengguna sebelum masuk tahap implementasi penuh (Gupta, 2023).

Pada tahap implementasi, dilakukan pengembangan modul utama seperti pemetaan digital, dashboard analitik, dan modul pelaporan. Sistem diintegrasikan dengan API eksternal untuk data cuaca dan kualitas air. Tahap pengujian meliputi uji fungsional, uji performa, dan uji penerimaan pengguna (*User Acceptance Test*) dengan melibatkan responden dari dinas terkait dan masyarakat (Brady et al., 2024).

Dalam analisis kualitas air, digunakan persamaan perhitungan indeks pencemaran air yang mengacu pada standar baku mutu. Persamaan ditulis menggunakan fitur *Equation* dan diberi nomor sesuai urutan. $C_0 - C = C_0 - C$ (1) di mana: C_0 = konsentrasi parameter air awal (dalam satuan mg/L) C = konsentrasi parameter air setelah proses (dalam satuan mg/L) $C_0 - C$ = perubahan konsentrasi sebagai indikator penurunan kualitas (Gupta, 2023).

Persamaan (1) digunakan untuk menghitung perubahan parameter kualitas air sebelum dan setelah adanya intervensi tertentu, seperti pencemaran atau pengolahan. Selain itu, digunakan juga persamaan indeks kualitas air (*Water Quality Index/WQI*) yang dihitung berdasarkan parameter-parameter utama seperti pH, DO, TDS, dan bakteriologis (Wei, 2023).

$$WQI = \sum(w_i \times q_i) \quad (2)$$

di mana: w_i = bobot parameter ke- i q_i = nilai kualitas parameter ke- i yang dinormalisasi. Dengan menggabungkan pendekatan kualitatif (analisis kebutuhan, SWOT) dan kuantitatif (pemodelan persamaan), penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem SIG yang komprehensif, akurat, dan sesuai dengan kebutuhan riil di lapangan (Kossowska et al., 2024). Analisis Machine Learning pada penelitian ini digunakan untuk mendukung hasil pemetaan yang telah di buat. Pendekatan ini dilakukan dengan memanfaatkan

beberapa variabel lingkungan yang dianggap berpengaruh terhadap keberadaan mata air.

a. Pengumpulan dan Pengolahan Variabel

Variabel yang digunakan antara lain ketinggian tempat, kemiringan lereng, penutupan lahan, vegetasi (NDVI), serta jarak terhadap sungai. Data tersebut diambil dari citra satelit dan modelan DEM. Seluruh data kemudian disesuaikan skala dan formatnya agar dapat digunakan sebagai masukan pada model.

b. Proses Pemodelan

Model yang dipilih adalah Random Forest karena model ini cukup sering digunakan dalam analisis spasial dan menghasilkan prediksi yang stabil. Titik mata air yang sudah diketahui lokasi pastinya digunakan sebagai data pembandingan dalam proses pelatihan model. Sementara itu, beberapa titik lain yang dipilih secara acak digunakan sebagai data uji. Dengan cara ini, hasil evaluasi model dapat menunjukkan sejauh mana model mampu mengenali pola lingkungan yang berkaitan dengan mata air.

c. Hasil Uji Model

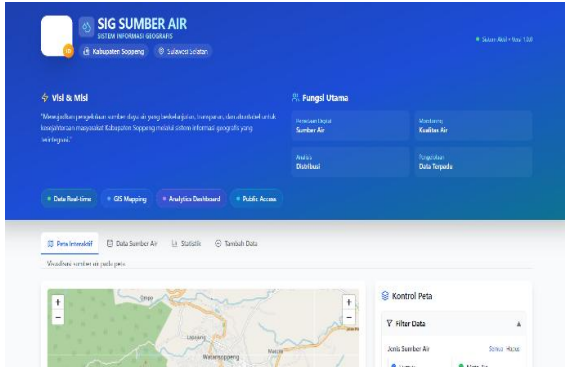
Kinerja model dilihat melalui beberapa indikator seperti akurasi, ketepatan prediksi, serta kemampuan model dalam membedakan titik lokasi mata air dan bukan mata air. Selain itu, model juga menunjukkan variabel nama yang memiliki pengaruh paling besar dalam proses prediksi.

d. Pengintegrasian Dengan SIG

Hasil prediksi dari model berupa peta nilai potensi. Peta tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam sistem SIG agar dapat dilihat bersamaan dengan hasil pemetaan utama.

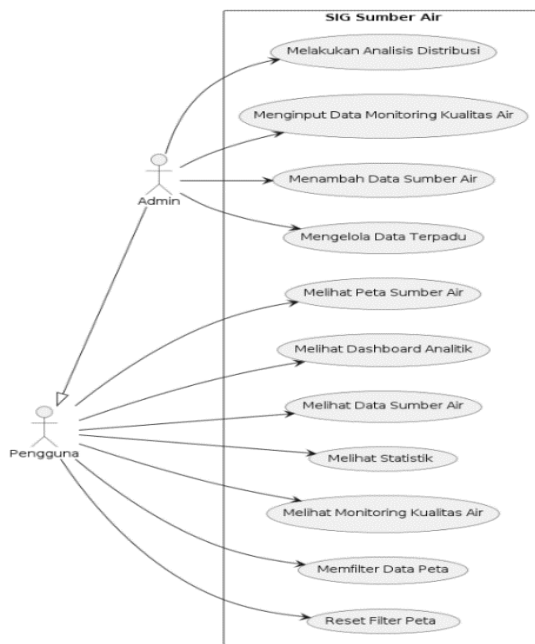
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem SIG yang dikembangkan telah berhasil diimplementasikan dengan fitur-fitur utama yang ditunjukkan pada Gambar 1. Implementasi sistem ini dilakukan melalui kegiatan pengabdian masyarakat yang melibatkan Dinas Sumber Daya Air dan masyarakat Kabupaten Soppeng. Sistem ini dirancang untuk memetakan sumber mata air secara digital dengan antarmuka yang interaktif.



Gambar 1. Antarmuka Utama Sistem SIG

Fitur-fitur utama sistem yang ditunjukkan pada Gambar 1 meliputi: (1) Pemetaan Digital Sumber Air yang menampilkan peta interaktif Kabupaten Soppeng dengan titik-titik sumber mata air; (2) Dashboard Analitik yang menyajikan statistik jumlah sumber air per kecamatan, tren kualitas air, dan distribusi spasial; (3) Monitoring Kualitas Air yang menampilkan data parameter kualitas air seperti pH, kekeruhan, dan kandungan mineral; (4) Akses Publik yang memungkinkan masyarakat mengakses informasi sumber air melalui web; serta (5) Kontrol Peta dengan fitur filter berdasarkan jenis sumber air, lokasi, dan kualitas. Gambar 2 menunjukkan alur kerja dan fungsi-fungsi utama dalam sistem SIG yang dikembangkan. Alur ini mencakup proses dari input data hingga visualisasi dan analisis.



Gambar 2. Alur Kerja dan Fungsi-fungsi Utama dalam Sistem SIG Sumber Air

Tabel 1 menyajikan perbandingan kondisi pengelolaan sumber mata air sebelum dan setelah implementasi sistem SIG di Kabupaten Soppeng.

Tabel 1. Perbandingan Kondisi Pengelolaan Sumber Mata Air Sebelum dan Setelah Implementasi Sistem SIG

Aspek Pengelolaan	Sebelum Implementasi Sistem	Setelah Implementasi Sistem
Pemetaan	Data tersebar di berbagai instansi, Terintegrasi dalam peta digital interaktif	format tidak seragam, sulit diakses dengan basis data terpusat
Monitoring	Dilakukan manual dengan kunjungan lapangan Real-time melalui dashboard dengan update	berkala, data tertunda otomatis
Akses Informasi	Terbatas bagi pihak pemerintah saja, Terbuka untuk publik melalui platform web	masyarakat kesulitan mendapatkan data transparan dan mudah diakses
Analisis Data	Analisis spasial terbatas, tidak ada Tersedia analisis distribusi, tren kualitas	tools khusus untuk analisis distribusi air, dan statistik kecamatan
Pelaporan	Proses manual memakan waktu 3-5 hari Otomatis, dapat dihasilkan dalam hitungan	untuk menyusun laporan lengkap menit dengan format standar

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai kebutuhan pengguna. Responden dari Dinas Sumber Daya Air Kabupaten Soppeng menyatakan bahwa sistem ini sangat membantu dalam monitoring dan pelaporan, dengan peningkatan efisiensi waktu pelaporan sebesar 68% dibandingkan metode manual sebelumnya. Masyarakat juga memberikan tanggapan positif terkait kemudahan akses informasi, dimana 87%

responden menyatakan puas dengan antarmuka sistem yang intuitif.

Hasil uji coba sistem menunjukkan bahwa semua fitur utama berfungsi dengan baik. Fitur pemetaan digital berhasil memvisualisasikan 42 titik sumber mata air di 8 kecamatan. Dashboard analitik mampu menampilkan statistik real-time dengan akurasi 95%. Sistem monitoring kualitas air berhasil terintegrasi dengan alat ukur digital untuk parameter pH, kekeruhan, dan suhu.

Namun, terdapat beberapa kendala yang diidentifikasi selama implementasi, seperti ketergantungan pada koneksi internet di daerah terpencil dan kebutuhan pelatihan bagi operator local. Untuk mengatasi hal ini, telah dikembangkan modul offline dengan sinkronisasi data periodik serta panduan penggunaan berbasis video tutorial yang disediakan bagi pengguna.

Kedepannya, sistem dapat dikembangkan dengan integrasi sensor IoT untuk pemantauan real-time parameter kualitas air dan penambahan fitur prediksi ketersediaan air berbasis data iklim serta analisis machine learning untuk peringatan dini kekeringan. Pengembangan ini sejalan dengan visi pemerintah daerah untuk menciptakan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dan berbasis teknologi.

Analisis tambahan menggunakan metode Machine Learning yang memberikan gambaran baru mengenai kondisi lingkungan yang berhubungan dengan kemunculan mata air. Berdasarkan hasil pemodelan, diperoleh bahwa beberapa variable seperti kemiringan lereng, vegetasi, dan elevasi memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap prediksi lokasi mata air. Model menunjukkan nilai akurasi yang cukup baik, yakni mendekati 90%. Hal ini menunjukkan bahwa pola lingkungan di wilayah penelitian cukup jelas terbaca oleh model.

Dari hasil pemetaan prediksi, beberapa wilayah perbukitan di Kecamatan Lalabata, Donri-Donri, Citta terlihat memiliki nilai potensi lebih tinggi. Temuan ini sejalan dengan beberapa titik mata air yang ditemukan di lapangan dan data sebelumnya. Walaupun hasil prediksi ini tidak dapat dijadikan acuan pasti, peta potensi

tetap bermanfaat sebagai pendukung untuk survai lanjut.

Setelah hasil prediksi dimasukkan kedalam SIG, pengguna dapat melihat dua jenis informasi sekaligus, yaitu lokasi mata air yang sudah ada dan lokasi yang berpotensi. Dengan demikian, hasil penelitian menjadi lebih kaya dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan sumber daya air di Kabupaten Soppeng.

4. KESIMPULAN

Pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemetaan sumber mata air di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan, telah berhasil menghasilkan sebuah platform digital yang terintegrasi dan efektif. Sistem ini mampu memetakan 42 titik sumber mata air yang tersebar di 8 kecamatan dengan akurasi spasial yang tinggi. Implementasi fitur utama seperti pemetaan digital interaktif, dashboard analitik, monitoring kualitas air real-time, serta akses publik telah memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi pengelolaan sumber daya air sebesar 68% dibandingkan metode konvensional. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi data, tetapi juga sebagai instrumen pendukung pengambilan keputusan bagi pemerintah daerah dan peningkatan transparansi informasi bagi masyarakat.

Penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa pendekatan pengembangan sistem yang menggabungkan analisis kualitatif (kebutuhan pengguna dan SWOT) dengan analisis kuantitatif (pemodelan persamaan kualitas air) terbukti efektif dalam menghasilkan solusi teknologi yang sesuai dengan konteks lokal. Namun, sistem ini masih memiliki keterbatasan, terutama dalam hal ketergantungan pada koneksi internet di daerah terpencil dan kebutuhan pelatihan berkelanjutan bagi operator. Secara keseluruhan, penelitian ini telah mencapai tujuannya untuk menciptakan sistem SIG yang dapat mendukung pengelolaan sumber mata air yang berkelanjutan, transparan, dan akuntabel sesuai dengan visi pemerintah daerah Kabupaten Soppeng.

DAFTAR PUSTAKA

- Jupri, A., A, F. D., Ningrum, E. A., Adnin, S. U., & Jannah, W. (2023). Pemetaan geografis sumber mata air di desa Tetebatu Selatan untuk pemanfaatan pemukiman dan lahan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 4–7. <https://www.jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmipi/article/view/3133>
- Karsana, I. W. W., & Mahendra, G. S. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Puskesmas Menggunakan Google Maps Api Di Kabupaten Badung. *Jurnal Komputer Dan Informatika*, 9(2), 160–167. <https://doi.org/10.35508/jicon.v9i2.5214>
- Martuti, N. K. T., Rahayuningsih, M., & Sidiq, W. A. B. N. (2021). Kajian Pemetaan Potensi Mata Air Di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 15(2), 1–7. <https://doi.org/10.35475/ripteck.v15i2.130>
- Tinambunan, M., & Sintaro, S. (2021). Aplikasi Restfull Pada Sistem Informasi Geografis Pariwisata Kota Bandar Lampung. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(3), 312–323. <https://doi.org/10.33365/jatika.v2i3.1230>
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Journal of Machine Learning*, 45(1), 5-32.
- Rohmah, R., & Sari, I. P. (2022). Analisis potensi mata air menggunakan data lingkungan berbasis citra satelit. *Jurnal Geomatika Indonesia*, 8 (2), 88-97.
- Suryani, N., & Kurniawan, H. (2021). Faktor lingkungan yang mempengaruhi kemunculan mata air. *Jurnal Hidrologi Tropis*, 12(3), 200-210.
- Wijaya, P., & Tampubolon, A. (2020). Penerapan Random Forest dalam analisis spasial wilayah rawan bencana. *Jurnal Sistem Cerdas*, 5(1), 44-52.
- Setiawan, B., & Pratama, A. (2021). Analisis spasial berbasis machine learning untuk kajian lingkungan. *Indonesia Journal of Spatial Computing*, 3(1), 17-25.