

Identifikasi Zona Akuifer Karst Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas di Daerah Baumata Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur

Melania Mamul^{1, a} Abdul Wahid^{1, b} Jonshon Tarigan^{1, c} Hadi Imam Sutaji^{1, d}

¹ Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jalan. Adisucipto Penfui, Kupang, NTT, Indonesia

e-mail: ^a melaniamamul@gmail.com, ^b abdul.wahid@staf.undana.ac.id, ^c Jon76@staf.undana.ac.id,
dan ^d hadi.i.sutaji@staf.undana.ac.id

Diajukan: 30 Juni 2026; Diterima: 13 Agustus 2026; Diterbitkan: 7 September 2026

Abstrak

Kawasan karst memiliki potensi air tanah yang cukup besar, namun keberadaan akuifer umumnya sulit teridentifikasi karena sistem aliran air berkembang melalui rekahan dan rongga batu gamping. Desa Baumata, Kecamatan Taebenu, Kabupaten Kupang merupakan kawasan karst yang memanfaatkan mata air dan sumur sebagai sumber air bersih, namun informasi mengenai letak dan pola penyebaran akuifer di bawah permukaannya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi zona akuifer karst berdasarkan nilai resistivitas serta menganalisis pola penyebaran akuifer di daerah penelitian. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger dengan lima titik sounding dan panjang bentangan masing-masing 300 m. Data hasil pengukuran berupa arus kuat dan beda potensial diolah menggunakan perangkat lunak IP2WIN melalui inversi satu dimensi (1D), kemudian dikorelasikan menjadi penampang dua dimensi (2D) untuk menginterpretasikan kondisi bawah permukaan dan pola penyebaran akuifer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai resistivitas bawah permukaan berkisar antara 11,7 Ω m hingga 15.774 Ω m. Zona akuifer karst ditunjukkan oleh nilai resistivitas rendah sebesar 11,7–74,5 Ω m yang teridentifikasi pada seluruh titik sounding.

Kata kunci: Akuifer; Karst; Gelistik; Resistivitas; Schlumberger

Abstract

Karst areas have considerable groundwater potential, but the presence of aquifers is generally difficult to identify because the water flow system develops through limestone fractures and cavities. Baumata Village, Taebenu District, Kupang Regency is a karst area that utilizes springs and wells as a source of clean water, but information regarding the location and distribution pattern of aquifers below the surface is still limited. This study aims to identify karst aquifer zones based on resistivity values and analyze the distribution pattern of aquifers in the study area. The method used is the Schlumberger configuration resistivity geoelectric method with five sounding points and a span length of 300 m each. The measurement data in the form of strong currents and potential differences were processed using IP2WIN software through one-dimensional (1D) inversion, then correlated into a two-dimensional (2D) cross-section to interpret subsurface conditions and aquifer distribution patterns. The results showed that subsurface resistivity values ranged from 11.7 Ω m to 15,774 Ω m. The karst aquifer zone is indicated by low resistivity values of 11.7–74.5 Ω m identified at all sounding points.

Keywords: Aquifer; Karst; Electricity; Resistivity; Schlumberger

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat berperan penting bagi kelangsungan hidup manusia. Menurut data dari *United Nations Water*, sekitar 2,2 miliar orang di dunia masih hidup tanpa akses yang memadai terhadap air minum yang aman dan terkelola dengan baik. Indonesia memiliki potensi besar dalam pengelolaan air karena sebaran bentang alam karst yang luas, mencakup sekitar 15,4 juta hektar atau sekitar 8 persen dari luas daratan. Sekitar 20 – 25 persen dari penduduk dunia bergantung pada air ekosistem karst, karena sifatnya penyedia air dan dimanfaatkan oleh penduduk di sekitarnya [1]. Desa Baumata, Kecamatan Taebenu, merupakan salah satu wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang memiliki potensi ekonomi lokal sekaligus tantangan lingkungan yang khas. Secara geomorfologi, kawasan ini didominasi oleh hamparan alam karst, yang ditandai oleh batuan kapur dan keberadaan goa-goa di permukaan. Karakteristik tersebut menunjukkan potensi terbentuknya sistem akuifer bawah tanah yang dapat menjadi sumber air bersih [2].

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan, masyarakat Desa Baumata memanfaatkan mata air dan beberapa sumur sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti memasak, mencuci,

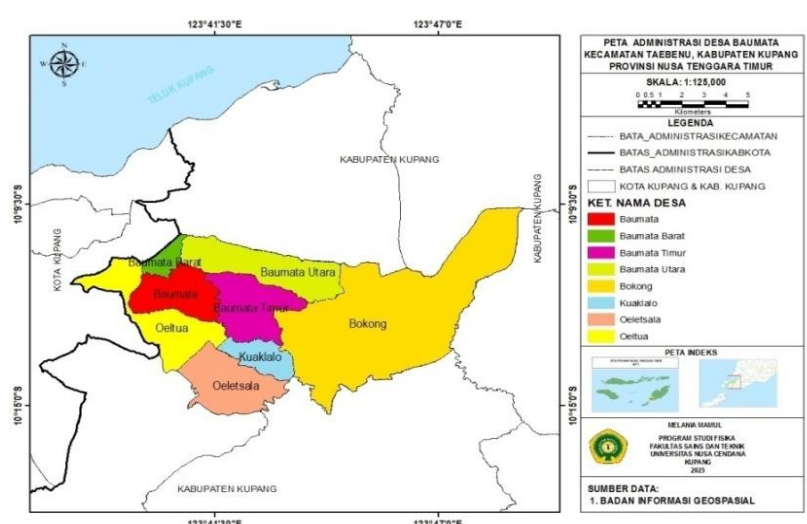
dan keperluan rumah tangga lainnya. Keberadaan mata air dan sumur tersebut menunjukkan bahwa kawasan karst Desa Baumata memiliki potensi air tanah yang cukup baik. Namun, hingga saat ini belum diketahui secara jelas bagaimana kondisi bawah permukaan yang menjadi tempat tersimpannya air tanah tersebut. Selain itu, informasi mengenai kedalaman, letak, dan pola penyebaran akuifer di kawasan karst Desa Baumata juga masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas untuk mengetahui keberadaan akuifer serta pola penyebarannya di bawah permukaan.

Penelitian menggunakan metode geolistrik resistivitas pernah dilakukan oleh beberapa peneliti [3] Identifikasi zonasi karstifikasi dan saluran akuifer di cekungan karst Pantai Sandang Biru, Malang, Indonesia. Ada juga beberapa peneliti menggunakan metode geolistrik, misalnya [4],[5],[6],[7], [8], [9]. Konfigurasi yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah *schlumberger* yang mengukur sebaran resistivitas secara vertikal (sounding).

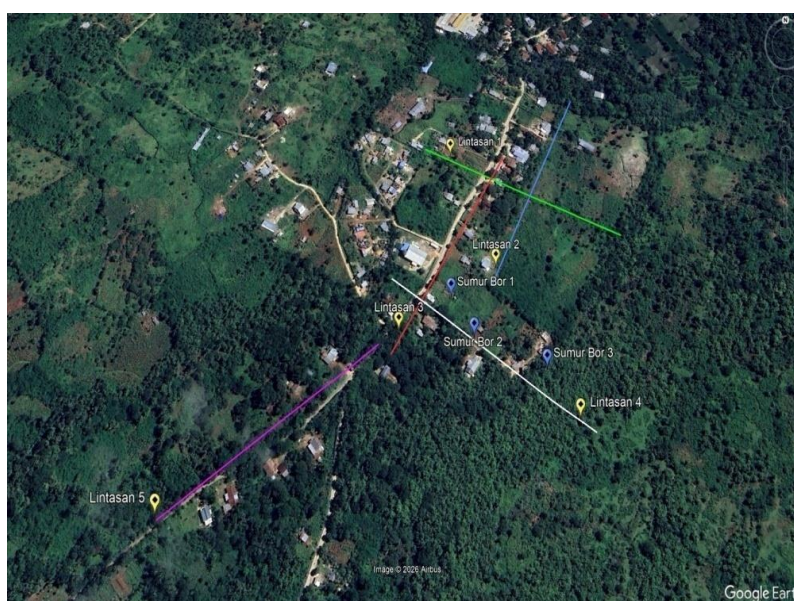
METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Dusun 01 Desa Baumata Kecamatan Taebenu Kabupaten Kupang. Pengambilan data dilakukan secara langsung menggunakan *resistivity meter* type GT-13.0.01. Pengukuran dilakukan secara manual pada 5 lintasan sounding sepanjang 300m sesuai dengan konfigurasi schlumberger.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Titik Sounding dan Titik Sumur Lokasi Penelitian

Pengumpulan Dan Analisis Data

Data yang diambil berupa data *self-potensial* (SP), kuat arus (I) dan beda potensial (V). Kemudian mengambil data posisi titik pengukuran. Proses akuisisi data:

a. Survei lokasi penelitian

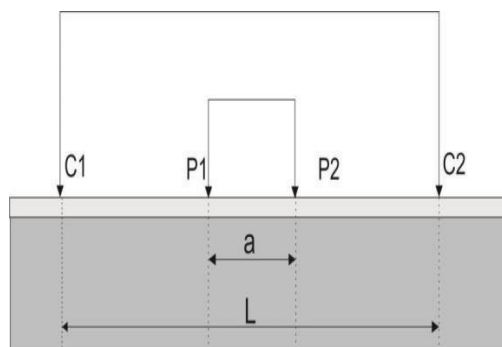
survei lokasi penelitian dilakukan dengan tujuan agar dapat menentukan titik-titik ukur yang tepat, dengan merujuk pada anomali lokasi atau objek bawah permukaan yang ingin kita tinjau.

b. Menentukan titik-titik ukur

Membuat lintasan-lintasan pengukuran, yaitu tempat dipatoknya titik-titik ukur. Yang perlu diperhatikan adalah titik ukur harus berada pada satu garis. Pengukuran dilakukan pada 4 titik *sounding* dengan panjang titik ukur yaitu 400 meter.

c. Pengukuran data menggunakan konfigurasi *schlumberger*

Pengukuran di lapangan dengan menggunakan konfigurasi *schlumberger* cara *sounding*, di mana elektroda potensial berada di antara elektroda arus. Pengukuran dilakukan dari spasi elektroda kecil kemudian diperbesar secara gradual.



Gambar 3. Susunan Elektroda Konfigurasi Schlumberger [10]

Data diolah menggunakan *software* Microsoft excel untuk mendapatkan harga resistivitas semu. Harga resistivitas semu suatu formasi di bawah permukaan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho_s = k \frac{V}{I} \quad (1)$$

Keterangan:

ρ_s = Resistivitas semu

K = Faktor geometri

V = Beda potensial

I = Kuat arus

Kemudian dilakukan pengolahan lanjutan menggunakan *software* IP2WIN untuk mendapatkan data nilai resistivitas sebenarnya dan kedalaman serta ketebalan lapisannya. Dari perbedaan nilai resistivitasnya, maka dapat dilakukan identifikasi dengan mengombinasikan pengetahuan dasar seperti informasi geologi sehingga dapat menafsirkan kondisi di bawah permukaan daerah survei.

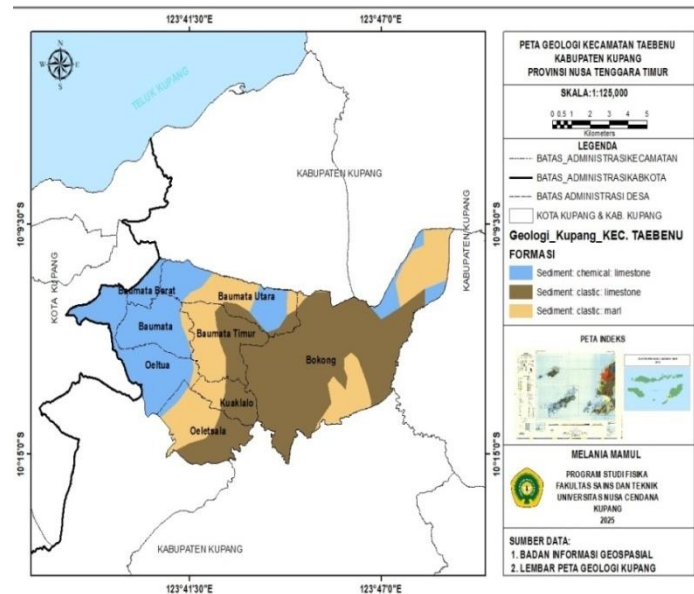
Tabel 2.1. Tabel Resistivitas Beberapa Jenis Tanah, Batuan dan Mineral [11]

Mineral	Resistivitas (Ohm.m)
Gamping	500-10.000
Basal	200-100.000
Granit	200.100.000
Air tanah	0,5-150
Lempung	1-100

Mineral	Resistivitas (Ohm.m)
Pasir	1-1000
Alluvium	10-800
Batu Pasir	200-8.000

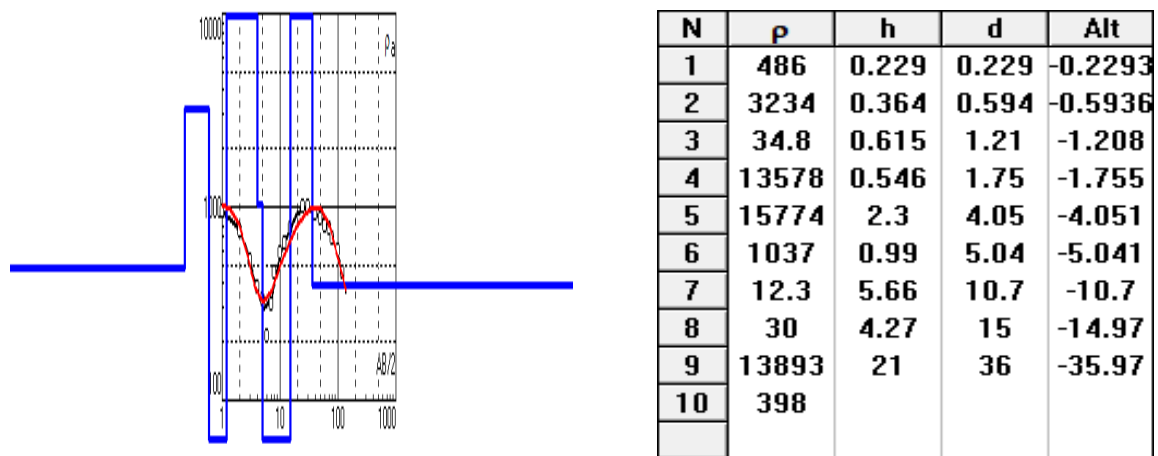
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengolahan Data



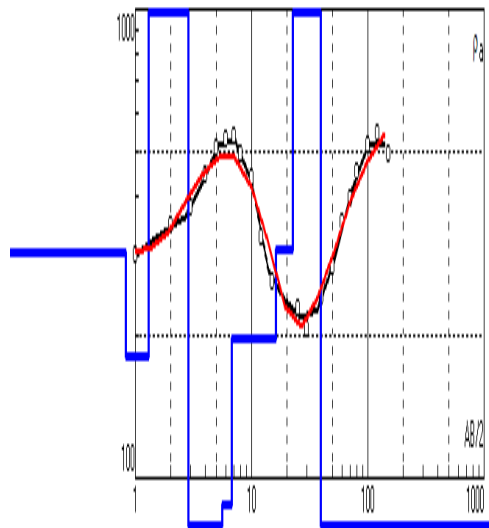
Gambar 4. Peta Geologi Lokasi Penelitian

Berdasarkan peta geologi Kecamatan Taebenu, Kabupaten Kupang, litologi Desa Baumata didominasi oleh **batuan gamping (limestone)** hasil sedimentasi kimia dan klastik. Berdasarkan hasil pengolahan 1 dimensi di setiap lintasan menunjukkan variasi jenis lapisan pada titik titik tertentu. Lapisan yang teridentifikasi merupakan aluvium permukaan, batu gamping rekah, batu gamping lapuk, akuifer karst. Pada titik 1, akuifer karst teridentifikasi pada lapisan 3, 7, dan 8. Berada pada kedalaman 1,21-15 meter. Ilustrasi profil pada titik ini, Model 1 dimensinya ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Dan Tabel Resistivitas Perlapisan Titik 1

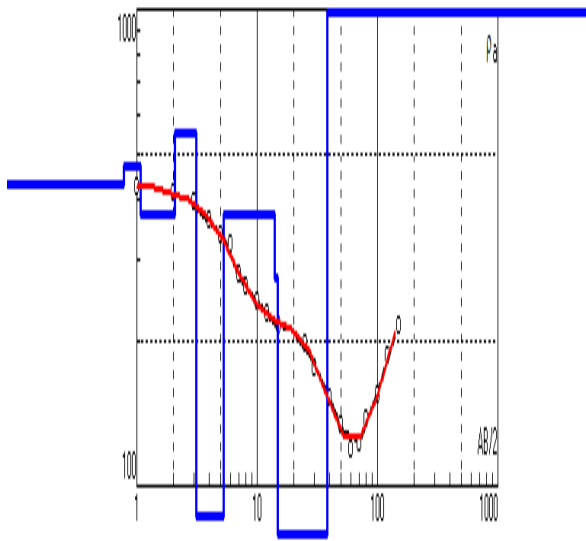
Pada titik 2, akuifer karst teridentifikasi pada lapisan 5, 6 dan 11, berada pada kedalaman 5, 61-39,4 meter. Ilustrasi profil pada titik ini, model 1 dimensinya ditunjukkan pada gambar 6.



N	ρ	h	d	Alt
1	303	0.832	0.832	-0.832
2	180	0.474	1.31	-1.30
3	1097	0.152	1.46	-1.45
4	1976	1.38	2.84	-2.83
5	45.9	2.77	5.61	-5.61
6	87.3	1.14	6.75	-6.74
7	198	9.32	16.1	-16.0
8	306	6.58	22.6	-22.6
9	6482	16.8	39.4	-39.4
10	11.7			

Gambar 6. Kurva dan Tabel Resistivitas Perlapisan Titik 2

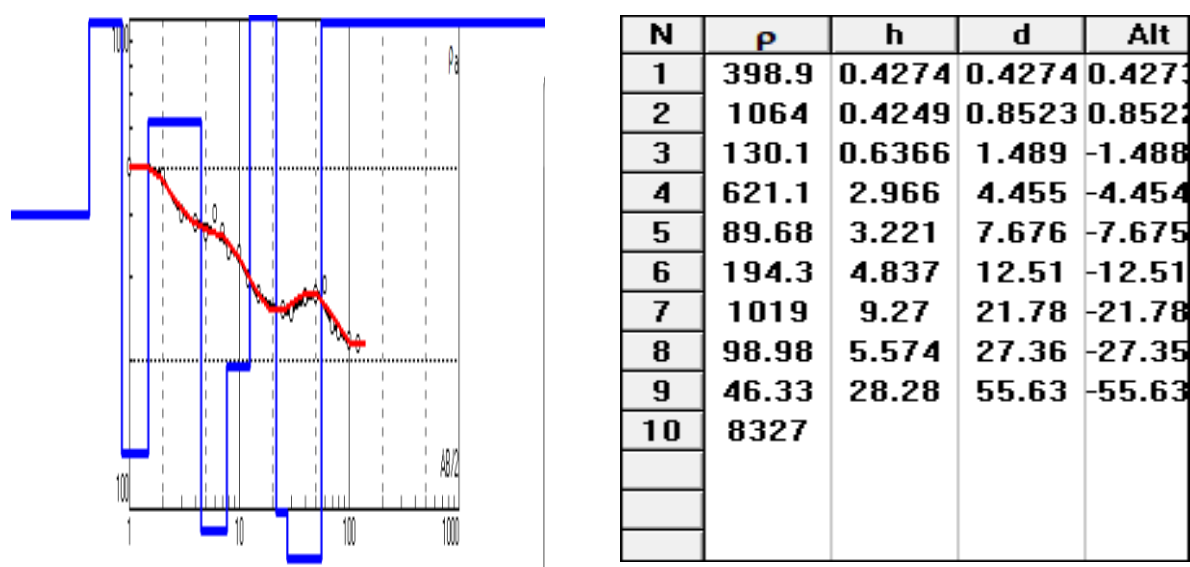
Pada titik 3, akuifer karst teridentifikasi pada lapisan 5, 8, dan 9, berada pada kedalaman 5,27 - 38,48 meter. Ilustrasi profil pada titik ini, model 1 dimensinya ditunjukkan pada gambar 7.



N	ρ	h	d	Alt
1	426.8	0.7776	0.7776	0.7776
2	466.7	0.2914	1.069	-1.069
3	369.7	0.9955	2.064	-2.064
4	548.9	1.052	3.117	-3.116
5	87.07	2.157	5.274	-5.274
6	369.1	8.72	13.99	-13.99
7	272.7	0.7901	14.78	-14.78
8	34.22	15.65	30.44	-30.44
9	69.9	8.01	38.45	-38.45
10	4550			

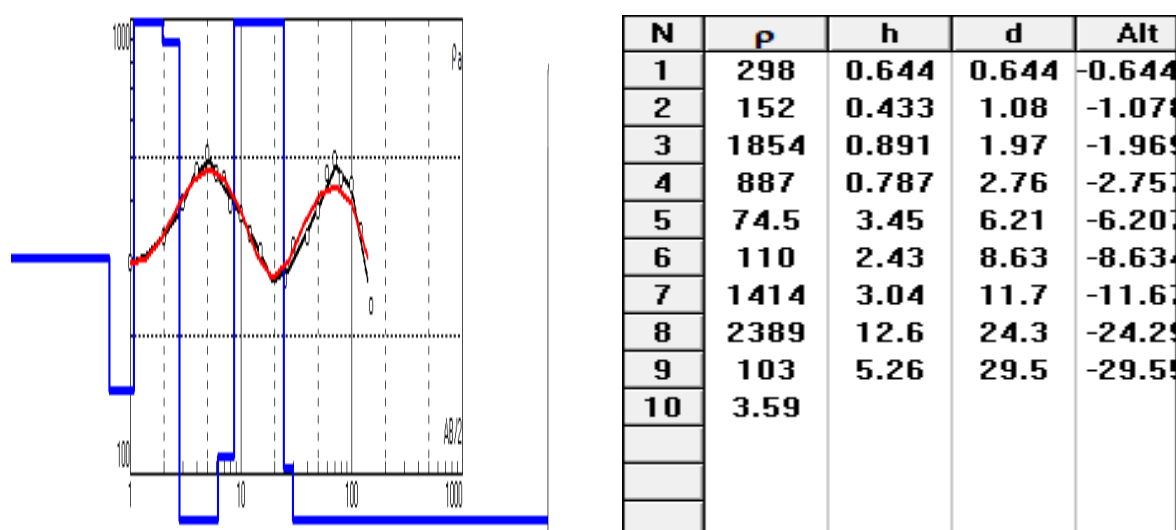
Gambar 7. Kurva dan Tabel Resistivitas Perlapisan Titik 3

Pada titik 4, akuifer karst teridentifikasi berada pada lapisan 3, 8 dan 9, berada pada kedalaman 1,4 - 55,63 meter. Ilustrasi profil pada titik ini, model 1 dimensinya ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Kurva dan Tabel Resistivitas Perlapisan Titik 4

Pada titik 5, akuifer karst teridentifikasi berada pada lapisan 5,6 dan 9, berada pada kedalaman 6,21-29,5 meter lustrasi profil pada titik ini, Model 1 dimensinya ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Kurva dan Tabel Resistivitas Titik 5

Hasil dan Pembahasan

Berpedoman pada tabel resistivitas [11], siap diinterpretasi untuk memperoleh gambaran tentang struktur bawah permukaan di lokasi penelitian. Hasil interpretasi disajikan dalam Tabel 1 sampai dengan Tabel 6. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai resistivitas rendah pada kawasan karst umumnya diidentifikasi sebagai zona akuifer yang mengandung air tanah. Hasil penelitian [12] melaporkan bahwa lapisan batuan yang memiliki nilai resistivitas rendah hingga sedang pada batuan karbonat diinterpretasikan sebagai zona jenuh air akibat keberadaan rekahan dan rongga yang terisi air tanah. Hasil penelitian [4] juga menjelaskan bahwa perkembangan sistem rekahan dan rongga hasil proses karstifikasi menyebabkan nilai resistivitas batuan menjadi lebih rendah dibandingkan batuan gamping yang masih kompak. Selain itu, Hasil Penelitian [3] menunjukkan bahwa zona resistivitas rendah yang saling terhubung pada penampang geolistrik dapat mengindikasikan adanya jalur aliran air tanah bawah permukaan.

Model 1D menggambarkan beberapa rentang nilai resistivitas yang pada kedalaman tertentu menunjukkan perubahan berupa penurunan nilai resistivitas sehingga diduga adanya akuifer karst pada daerah penelitian. Model 1D dihasilkan dari data sounding yang diolah menggunakan perangkat lunak IPI2Win, sehingga menghasilkan penampang vertikal berupa variasi nilai resistivitas terhadap kedalaman di tiap titik pengukuran. Proses pembentukan model 1D dimulai dari tahap akuisisi data di lapangan menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi elektroda Schlumberger. Dalam konfigurasi ini, arus listrik dialirkan melalui dua elektroda arus (*current electrode*) dan beda potensial diukur menggunakan dua elektroda potensial (*potential electrode*) yang jaraknya lebih pendek. Data yang dikumpulkan berupa nilai resistivitas semu (*apparent resistivity*) pada berbagai jarak antar elektroda. Nilai-nilai ini kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak khusus, seperti IPI2Win, untuk dilakukan proses inversi. Proses inversi ini bertujuan mengubah data resistivitas semu menjadi model resistivitas sebenarnya (*true resistivity*) berdasarkan pendekatan matematis, sehingga diperoleh profil vertikal bawah permukaan yang terdiri dari lapisan-lapisan dengan nilai resistivitas dan kedalaman tertentu. Setiap lapisan bawah permukaan ditafsirkan berdasarkan nilai resistivitasnya dan dibandingkan dengan referensi litologi serta kondisi lokal. Penurunan nilai resistivitas pada lapisan tertentu menunjukkan adanya zona yang mengandung air tanah. Nilai resistivitas yang rendah diduga disebabkan oleh air yang mengisi rekahan dan rongga batu gamping. Dengan demikian, keberadaan dan sebaran akuifer karst di daerah penelitian dapat diidentifikasi dengan lebih jelas.

Hasil interpretasi geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger pada daerah penelitian menunjukkan nilai resistivitas berkisar antara 11,7 Ωm hingga 15.774 Ωm . Berdasarkan kondisi geologi daerah penelitian yang didominasi batu gamping, zona resistivitas rendah berkisar antara 11,7–74,5 Ωm diinterpretasikan sebagai akuifer karst. Nilai resistivitas yang rendah menunjukkan adanya air tanah yang mengisi rekahan dan rongga hasil pelarutan batu gamping sehingga meningkatkan konduktivitas listrik lapisan batuan.

Model penampang 2D menunjukkan bahwa zona resistivitas rendah tersebar pada beberapa bagian lintasan dan membentuk hubungan lateral antar titik sounding. Kondisi ini mengindikasikan adanya konektivitas hidrolik melalui sistem rekahan bawah permukaan yang memungkinkan terjadinya pergerakan air tanah. Sebaliknya, zona resistivitas tinggi diinterpretasikan sebagai batu gamping kompak yang relatif kering dan memiliki tingkat rekahan yang lebih sedikit.

Berdasarkan distribusi zona resistivitas rendah dan kondisi topografi daerah penelitian, aliran air tanah diduga bergerak melalui sistem rekahan dan rongga batu gamping dari daerah yang lebih tinggi menuju daerah yang lebih rendah. Zona resistivitas rendah yang berkembang di sekitar GL-2 menunjukkan bahwa lokasi tersebut berpotensi menjadi zona akumulasi air tanah. Selanjutnya, air tanah diperkirakan bergerak menuju bagian hilir sistem hingga mencapai kawasan Kolam Baumata sebagai daerah pelepasan air tanah (*discharge area*). Pola ini menunjukkan bahwa sistem akuifer karst di daerah penelitian dikontrol oleh perkembangan rekahan dan rongga hasil proses karstifikasi.

Tabel 2. Interpretasi Litologi Batuan Titik 1

No	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
1	0-0,229	486 Ωm	Aluvium permukaan
2	1,21 -15	12,3-34,8 Ωm	Akuifer karst
3	0-5,04>36	398 Ωm	Batu gamping rekah
4	0,229-4,05 dan 15-36	1037-15.774	Batu gamping kompak

Tabel 3. Interpretasi Litologi Batuan Titik 2

No	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi
1	0-0,832	303 Ωm	Aluvium permukaan
2	5,61->39,4	11,7-87,3 Ωm	Akuifer karst
3	0-22,6	180-306 Ωm	Batu gamping rekah
4	1,46-39,4	1097-6482 Ωm	Batu gamping kompak

Tabel 4. Interpretasi Litologi Batuan Titik 3

No	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ω m)	Litologi
1	0–0,7776	426,8 Ω m	Aluvium permukaan
2	5,27–38,45	34,22 – 87,07 Ω m	Akuifer karst
3	0,7-14,7	272,7 – 548,9 Ω m	Batu gamping rekah
4	> 38,45	4.550 Ω m	Batu gamping kompak

Tabel 5. Nilai Resistivitas Titik Sounding 4

No	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ω m)	Litologi
1	0-0,4274	398,9 Ω m	Aluvium permukaan
2	0,853-55,63	46,33 - 130,1 Ω m	Akuifer karst
3	0-12,51	194,3-621,1 Ω m	Batu gamping rekah
4	0,427-21,78	1019-1064 Ω m	Batu gamping kompak

Tabel 6. Nilai Resistivitas Titik Sounding 5

No	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ω m)	Litologi
1	0-0,644	298 Ω m	Aluvium permukaan
2	6,21-29,5	74,5-110 Ω m	Akuifer karst
3	1,08-2,76	152-887 Ω m	Batu gamping rekah
4	1,97-24,3	1414-2389	Batu gamping kompak

KESIMPULAN

Hasil interpretasi data geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger menggunakan perangkat lunak IP2WIN menunjukkan bahwa zona akuifer karst di Desa Baumata teridentifikasi pada seluruh titik sounding dengan nilai resistivitas berkisar antara 11,7–74,5 Ω m. Akuifer berkembang pada lapisan batu gamping yang mengalami rekahan, pelapukan, dan pelarutan sehingga berpotensi sebagai media penyimpanan air tanah. Berdasarkan korelasi penampang 2D dan kondisi topografi daerah penelitian, aliran air tanah diduga bergerak melalui sistem rekahan batu gamping dari daerah yang lebih tinggi menuju daerah yang lebih rendah. Air tanah cenderung terakumulasi di sekitar GL-2 sebagai zona akumulasi dan selanjutnya mengalir menuju Kolam Baumata yang diduga berfungsi sebagai tempat pembuangan air tanah (*discharge area*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. S. Maesaroh, “Kajian Literatur Pemanfaatan Sungai Bawah Tanah di Kawasan Karst dalam Perspektif Konsep Water-Energy-Food (WEF) Nexus,” 2025.
- [2] N. Banunaek, H. Z. Kotta, A. Sinuhaji, A. Ahmad, and Y. Rumbino, “Sosialisasi Geowisata Speleologi Dusun Bonen, Desa Baumata (Dalam Mendukung Desa Binaan Fakultas),” *Tekmas*, vol. 4, no. 1, pp. 38–43, 2024.
- [3] A. Wahid, Sunaryo, A. Susilo, and Wiyon, “Identification of Karstification Zoning and Aquifer Channels in Karst Basin at Sendang Biru Beach, Malang-Indonesia: A Case Study,” *Int. J. Des. Nat. Ecodynamics*, vol. 17, no. 3, pp. 391–400, 2022, doi: 10.18280/ij dne.170309.
- [4] M. Sehad and H. Ratsanjani, “Eksplorasi sumber air tanah bawah perbukitan kapur (karst) menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger di desa Darmakradenan kecamatan Ajibarang kabupaten Banyumas,” *J. Teras Fis.*, vol. 4, no. 1, p. 194, 2021, doi: 10.20884/1.jtf.2021.4.1.3863.

- [5] R. Fadla, M. S. Arif Nugraha, E. Erni, and G. Gunawan, "Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger di Megal Kabupaten Blora," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 19, no. 2, p. 174, 2022, doi: 10.20527/flux.v19i2.12187.
- [6] Darsono, "Identifikasi Akuifer Dangkal dan Akuifer dalam dengan Metode Geolistrik (Kasus : Di Kecamatan Masaran), Indonesia Journal of Applied Physics.," *Surabaya Univ. Sebel. Maret.*, vol. 1, no. April, pp. 40–49, 2016.
- [7] K. E. Pamuji, T. T. Tukan, and A. Musyafa, "Identifikasi Zona Akuifer Dengan Menggunakan Metode Tahanan Jenis (Resistivity) Konfigurasi Dipole-Dipole Di Kota Manokwari, Papua Barat," *J. Nat.*, vol. 18, no. 1, pp. 13–20, 2022, doi: 10.30862/jn.v18i1.166.
- [8] D. Theon, K. A. . Adelia, and W. M. Maubana, "Pemetaan Akuifer di Kelurahan Bakunase Kecamatan Kota Raja Kota Kupang dengan Metode Geolistrik Resistivitas," *Magn. Res. J. Phys. It's Appl.*, vol. 1, no. 1, pp. 6–12, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.unisap.ac.id/index.php/magnetic/article/view/77>.
- [9] Y. Boimau, W. M. Maubana, and Y. Pakaenoni, "Pendugaan Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Resistivitas di Desa Matabesi," *Magn. Res. J. Phys. It's Appl.*, vol. 1, no. 2, pp. 87–91, 2021.
- [10] Lowrie, *Fundamentals Of Geophysics, Second Edition. In Cambridge University Press*. Cambridge University Press, 2007.
- [11] Y. Boimau, A. Kadek, and D. Lestari, "Identifikasi Air Tanah di Daerah Pesisir Pantai Kolbano," vol. 10, no. 2, pp. 262–266, 2021.
- [12] D. Hanifa, I. Sota, and S. S. Siregar, "Penentuan Lapisan Akuifer Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Desa Sungai Jati Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan," *J. Fis. FLUX*, vol. 13, no. 1, pp. 30–39, 2016.