

Identifikasi Keterdapatan Air Tanah Tiga Kecamatan Kota Bau-Bau

Nur Okviyani^{1}, Adriani², Amalia Nurdin¹*

¹*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat,
Majene, Sulawesi Barat*

²*Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan,
Universitas Khairun, Ternate,*

**Email: nur.okviyani@unsulbar.ac.id*

SARI

Sistem drainase bawah permukaan mengikuti lapisan permeabilitas batuan yang menggambarkan potensi kandungan air bawah tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model resistivitas airtanah pada batugamping yang menyusun topografi undak dan hubungan sistem lapisan airtanah pada tiap pendataran dari topografi undak. Penelitian ini dilaksanakan di kota Baubau dengan 3 titik pengukuran geolistrik berada di 3 lokasi berbeda yaitu lintasan 1 kelurahan Sula'a kecamatan kating bellu, lintasan 2 kelurahan labalawa kecamatan buton baru dan kecamatan bukit wolio indah. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi wenner-schlumberger dengan panjang lintasan 470 m. Penampang 2D dihasilkan dari nilai resistivitas yang diinversikan menggunakan software Res2dinv. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa setiap pendataran dari topografi undak memiliki sistem airtanah tersendiri yang dibatasi oleh lapisan impermeable. Pada undak tertinggi lintasan 1 mempunyai nilai resistivitas 15,84 Ω m sampai 79,43 Ω m dengan kehadiran rongga bawah tanah terisi airtanah, Sistem airtanah pada undak sedang di lintasan 2 mempunyai nilai resistivitas 10 Ω m sampai 79,43 Ω m kedalaman 10 m – 50 m dengan sistem semi impermiabel. Pada undak terendah di lintasan 3 mempunyai nilai resistivitas 15,8-79,4 Ω m pada kedalaman 10 m sampai 40 m dengan sistem semi impermiabel.

Kata kunci: Geolistrik, Air Tanah, Batugamping

ABSTRACT

The Subsurface drainage system follows a layer of rock permeability which illustrates the potential of groundwater. This research aimed to investigate the groundwater resistivity model in limestone which constituted the terrace topography and the relationship of the groundwater

How to Cite: Okviyani, N., Adriani., Nurdin, A. 2024. Identifikasi Keterdapatan Air Tanah Tiga Kecamatan Kota Bau-Bau. Jurnal Geomine, 12 (3): 192 – 203.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257

+628124190813

Article History:

Submit August 21, 2024

Received in from September 15, 2024

Accepted November 28, 2024

Available online

Lisensec By:

Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



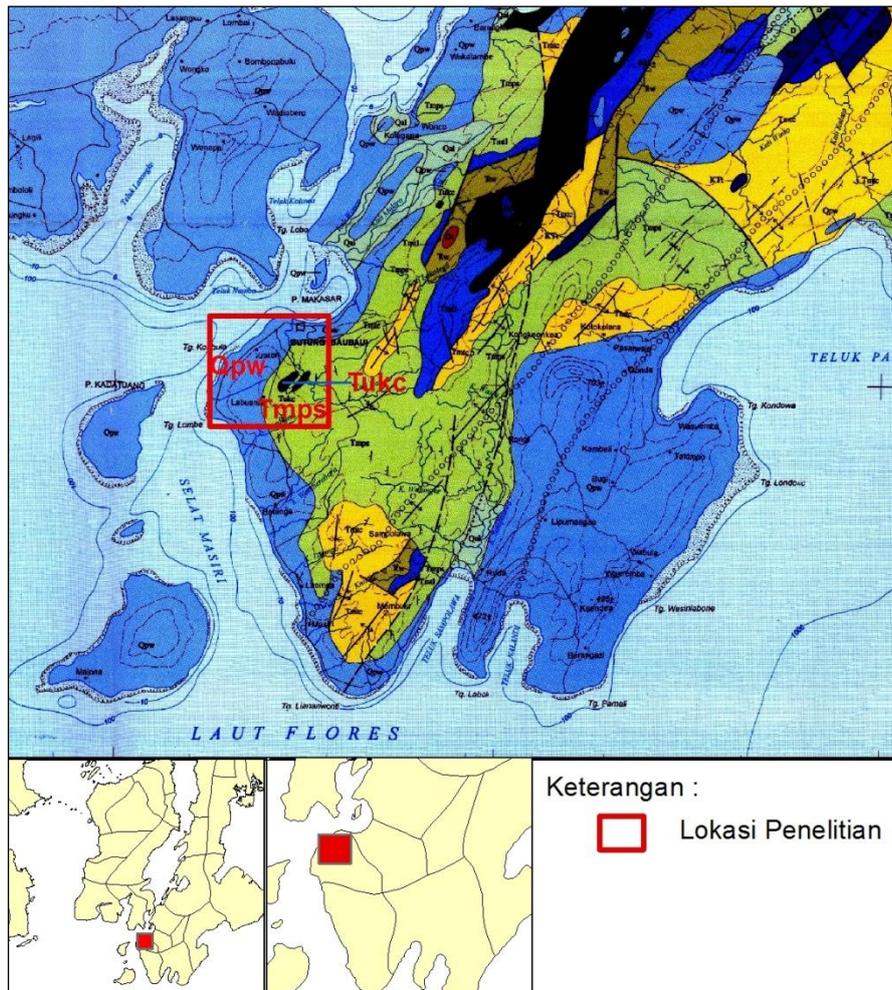
system at each leveling layer of terrace topography. This research was conducted in Baubau, Southeast Sulawesi Province with 3 different geoelectric locations, namely track 1 in Sula'a Village, Katingbellu Sub-District, Track 2 in Labalawa Village, New Buton Sub-District, and track 3 in Bukit Wolio Indah Sub-District. The method used in the research was geoelectric resistivity method using a Wenner-Schlumberger configuration with a track length of 470 m. The 2D section was obtained from resistivity value which was processed using the Res2dinv. The research results indicated that every level of the terrace topography had a groundwater system limited with the impermeable layers. The Aquifer system in the highest terrace topography at track 1 had a resistivity value of 15,4 Ω m – 79,43 Ω m with the availability of underground cavities filled groundwater, the groundwater system in intermediate terrace topography at track 2 had a resistivity value of 10 Ω m – 79,43 Ω m depth of 10 m - 50 m with semi-impermeable system and the groundwater systems in the lowest terrace topography track 3 had a resistivity value of 15,8 – 79,4 Ω m in the depth of 10 m-40 m with the semi-impermeable system.

Keywords: *Geoelectric, Ground Water, Limestone*

PENDAHULUAN

Kenampakan lapangan, memperlihatkan bentuk topografi Kota Baubau cukup menarik, yaitu pedataran yang dibatasi oleh pedataran lainnya oleh perbedaan ketinggian, bentuk topografi ini menyerupai tangga atau *terrain topography*. Beberapa ahli tektonik mengemukakan pendapatnya, bahwa *terrain topography* lebih disebabkan oleh proses pengangkatan (*up lift*) yang terjadi secara bertahap. Brouwer & Heibloem (1986), tentang perangkap air tanah pada *terrain* topografi umumnya terdapat pada formasi kars, yang dicirikan oleh bentuk topografi yang memiliki pedataran dengan perbedaan *slope* pada topografi pedataran lainnya.

Kota Baubau masuk dalam geologi Pulau Buton yang diteliti oleh Sikumbang, dkk (1995), yaitu morfologi regional karst dengan ketinggian antara 40-600 m diatas muka laut umumnya menempati pesisir Buton dan hampir seluruh daratan Muna. Tinjauan lapangan pada singkapan batuan yang menyusun topografi ini, menunjukkan sifat karbonatan, berwarna segar putih dan warna lapuk kecoklatan, secara petrologi batuannya adalah batugamping. Berdasarkan stratigrafi regional oleh Sikumbang dkk (1995), bahwa batuan penyusun morfologi Karst ini dibentuk oleh batugamping yang berumur Plio-Plistosen atau masuk dalam Formasi Wapulaka dan batugamping berumur Miosen yang masuk dalam Formasi Tondo.



Gambar 1 Peta Geologi lokasi penelitian dari peta geologi lembar Buton oleh Sikumbang, dkk (1995)

Berdasarkan peta geologi lembar Buton, Sulawesi Tenggara oleh N. Sikumbang, P. Sanyoto, R.J. B Supandjono dan S. Gafoer (1995), skala 1: 250.000 Djuri, Sudjatkiko, S. Bachri dan Sukido (1998), skala 1: 250.000 Secara regional daerah penelitian tersusun atas formasi, mulai dari yang tertua hingga termuda yaitu:

Tukc (*Tersier ultrabasa kanpatoreh*): Komplek Ultrabasa Kanpatoreh, Periodit, Serpentit, Gabro; setempat tergeruskan dan terbreksikan.

Tmcs (*Tersier miosen pliosen sampolakosa*): Formasi Sampolakosa, napal berlapis tebal sampai massif, sisipan kalkarenit pada bagian tengah dan atas formasi dengan kandungan fosil Foraminifera pada formasi ini sangat melimpah yang berumur pada Miosen atas-Plioson awal.

Qpw (*Quarter plistoson wapulaka*): Formasi Wapulaka, Batugamping terumbu ganggang dank oral, memperlihatkan undak-undak pantai purba dan topografi karst, endapan hancuran terumbu, batukapur, batugamping pasiran, batupasir gampingan, batu lempung dan napal kaya foraminifera plangton: diendapkan pada laguna-litoral, tebal satuan diperkirakan 700 m.

Menurut penelitian Todd yang dikutip dalam Kodoatie (2012), terdapat hubungan antara tektonik dan keberadaan batu gamping. Batu gamping umumnya memiliki sifat kerapatan, porositas, dan permeabilitas yang tinggi, yang bergantung pada tingkat konsolidasi dan perkembangan jalur permeabilitasnya setelah proses pengendapan. Hal ini juga dikemukakan oleh Brands et al (2017) Batuan gamping, khususnya batuan karbonat, berpotensi menyimpan air tanah karena adanya porositas sekunder yang terbentuk akibat proses pelarutan, menghasilkan rongga dengan diam cukup besar. Air tersebut akan mengalir melalui celah-celah batuan kapur di bawah permukaan, membentuk pola aliran yang menyerupai sungai permukaan. Aliran ini bergerak melalui lorong-lorong gua sehingga dikenal sebagai aliran sungai bawah tanah. Karena itu, air dapat dengan mudah ditemukan di daerah kars.

Kebutuhan sumberdaya air yang merupakan berasal dari air permukaan semakin meningkat dan berbanding lurus dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat (Nipu, 2022), sehingga diperlukan pencarian akuifer yang efektif. Metode yang umum digunakan dalam pencarian sumber air bawah permukaan/ air tanah dan memiliki berbagai konfigurasi berdasarkan kelebihan dan kekurangan (Suroyo, 2019). Hal ini telah dibuktikan oleh beberapa penelitian yang mengangkat penggunaan resistivitas dalam menentukan zona airtanah pada daerah kars antara lain: Iskandar, dkk (2022) dan Okviyani (2020).

Syamsuddin dalam Akhasyah (2011) menjelaskan bahwa pendugaan resistivitas didasarkan pada asumsi bahwa lapisan-lapisan bawah permukaan bumi memiliki ketebalan tertentu, kecuali lapisan paling bawah yang dianggap memiliki ketebalan tak terbatas. Batas antara lapisan-lapisan tersebut dianggap horizontal, dan setiap lapisan diasumsikan homogen serta isotropic. Anomali ini kemudian dimanfaatkan untuk merekonstruksi kondisi geologi bawah permukaan. Konfigurasi elektroda yang berbeda, variasi tahanan jenis yang akan diteliti, serta prosedur pengambilan data menjadi faktor penting dalam penggunaan metode ini (Taib dalam Virgo, 2002).

Di daerah *non-kars*, airtanah tersimpan di antara butiran batuan lapisan akuifer sedangkan di daerah kars airtanah tersimpan didalam rongga ataupun celaah yang disebut juga *conduit* (saluran). Batuan dasar akuifer karst, biasanya dalam batuan karbonat (batu kapur atau dolomit). Faktor-faktor keterdapatannya airtanah pada batugamping di antaranya (a) jenis dan sifat fisik batugamping (pejal, berlapis, sarang, kemampuan meluluskan air), (b) tebal tipisnya lapisan batuan, dan (c) banyak sedikitnya sistem percelah-retakan. Dalam hal ini retakan pada batugamping berkaitan erat dengan tataan tektonik wilayah di sekitarnya (Samodra, 2003).

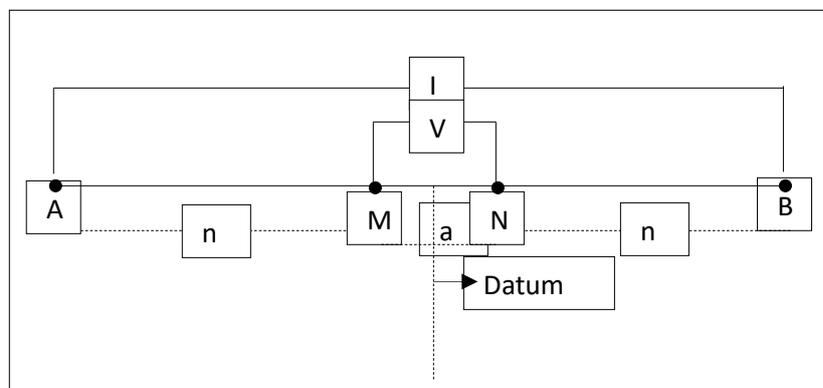
Permeabilitas batuan karst yang tinggi menyebabkan air permukaan sangat jarang ditemukan. Air permukaan hanya terdapat pada telaga-telaga karst yang jumlahnya pun sangat terbatas. Kekeringan menjadi fenomena umum di permukaan lahan karst. Sebagian besar air terkumpul di lorong-lorong conduit yang membentuk sungai bawah tanah. Oleh

karena itu, meskipun permukaan lahan sering mengalami kekeringan, terdapat sejumlah besar air di bawah permukaan lahan karst tersebut (Adji dkk, 2006).

Menurut penelitian Kelly (1993) mengenai interpretasi dan pemodelan di daerah kars, terdapat empat jenis lapisan berdasarkan nilai resistivitasnya. Pertama, lapisan dekat permukaan seperti tanah, lempung, atau dolina memiliki resistivitas puluhan ohm.m. Kedua, batugamping yang mengalami proses pelarutan menunjukkan resistivitas ratusan ohm.m. Ketiga, air yang tersimpan dalam batugamping kars memiliki nilai resistivitas antara puluhan hingga ratusan ohm.m. Terakhir, batugamping pejal menunjukkan resistivitas ribuan ohm.m.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger, sesuai dengan konfigurasi yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Susunan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger

Investigasi geolistrik dilaksanakan sesuai dengan standar pengujian material amerika (ASTM) dan Standar Nasional Indonesia, daftar standar yang digunakan berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kode dan Standar yang digunakan

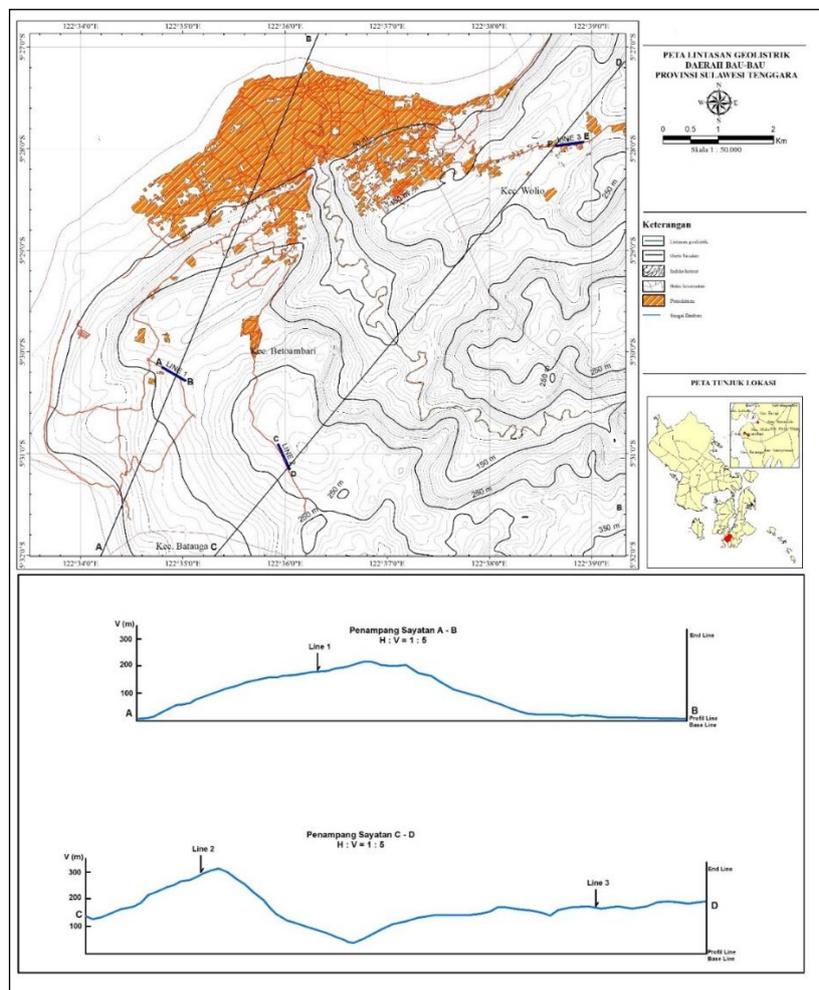
Subyek	Kode
Standard Guide for Using The Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation	ASTM D6431
Tata Cara Pengukuran Geolistrik Schlumberger untuk Eksplorasi Air Tanah	SNI 2818:2012
Tata Cara Pengukuran Geolistrik Wenner untuk Eksplorasi Air Tanah	SNI 2528:2012

Metode analisis menggunakan analisis Res2dinv bertujuan untuk mengetahui model penyebaran resistivitas bawah permukaan di daerah penelitian. Rujukan interpretasi nilai resistivitas hasil inversi menggunakan ASTM D6431-99 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Tabel Pendugaan Air Tanah, dan Batuan (ASTM D6431-99)

Tahanan Tanah	Ω_m
Daerah basah	50 sampai 200
Daerah Kering	100 sampai 500
Daerah sangat kering	200 sampai 1000 (terkadang di bawah 50 jika tanah mengandung garam)
Air	Ω_m
Air tanah	1 sampai 100
Air hujan	30 sampai 1000
Air laut	di bawah 0,2
Es	105 sampai 108
Tipe batuan	Ω_m
Batuan beku dan metamorfis	100 sampai 10000
Sedimen terkonsolidasi	10 sampai 100
Sedimen tak terkonsolidasi	1 sampai 100

Lokasi pengambilan data pada Tiga Kecamatan yaitu lintasan 1 Kec. Katingbellu, lintasan 2 Kec. Buton Baru, Lintasan 3 Kec. Bukit Wolio Indah.

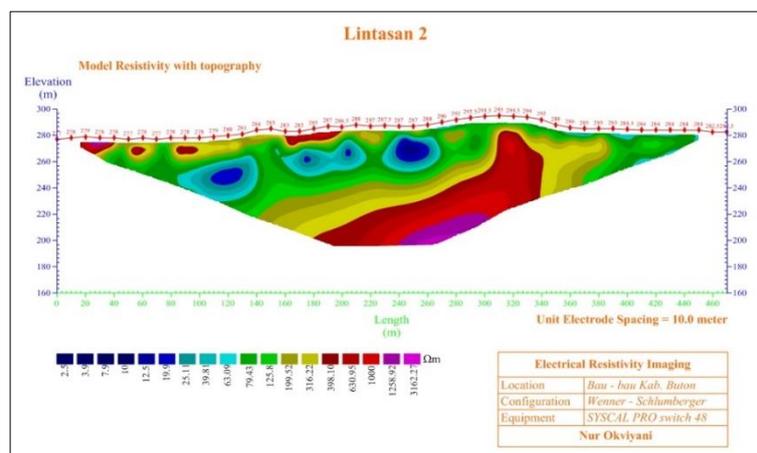


Gambar 3. Peta lintasan geolistrik tiga kecamatan Kota Bau-bau

Perubahan nilai resistivitas rendah diduga menunjukkan keberadaan batu gamping yang telah mengalami pelapukan. Pada kedalaman 10 hingga 50 m, juga ditemukan nilai resistivitas rendah antara 10 Ωm hingga 79,43 Ωm , yang diduga menandakan adanya lapisan akuifer yang tersebar di sepanjang lintasan. Hasil inversi lintasan 2 juga menunjukkan nilai resistivitas tinggi di atas 125,87 Ωm , yang diidentifikasi sebagai batu gamping, sementara pada kedalaman 80 m diperkirakan terdapat rongga yang terisi air tanah, atau yang dikenal sebagai conduit.

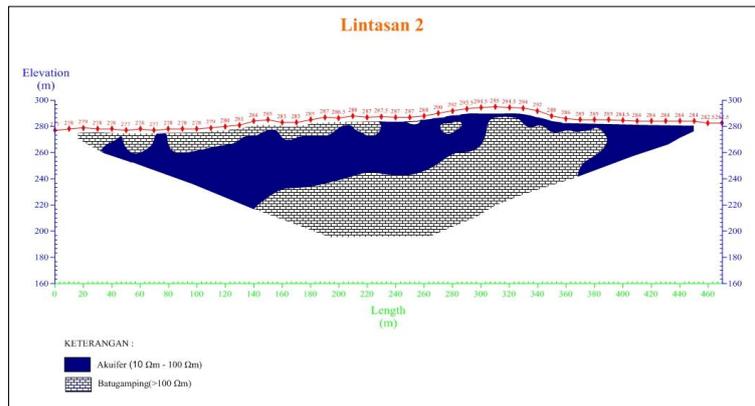
Lintasan 2

Litologi yang menyusun lintasan 2, mencirikan warna segar putih keabu-abuan, warna lapuk kecoklatan dan memberikan reaksi apabila diberi tetesan larutan HCl, nama batuan batugamping. Umumnya batugamping yang dijumpai mengalami hancuran yang menunjukkan perubahan topografi undak yang berarah barat laut tenggara. zona hancuran ini memisahkan sebaran topografi undak dibatasi oleh batugamping dengan sifat fisik segar dan yang mengalami pelapukan.



Gambar 6. Penampang inversi resistivitas lintasan 2 Kel. Labalawa Kec. Buton Baru

Arah lintasan 2 yaitu N335°E, (Baratbaratlaut – Timur menenggara), dengan letakan lintasan relatif sejajar kontur topografi undak dengan ketinggian 277 mdpl. Pada lintasan ini menunjukkan sebaran akuifer merata sepanjang lintasan. Hal ini menunjukkan bahwa pada topografi pedataran dari suatu undak akan dicirikan. Tipe akuifer pada lintasan merupakan tipe akuifer semi-tertekan (*leaky aquifer*) yang dimana lapisan penutup akuifer merupakan semi-*impermeable* (air permukaan dapat melalui lapisan tersebut).

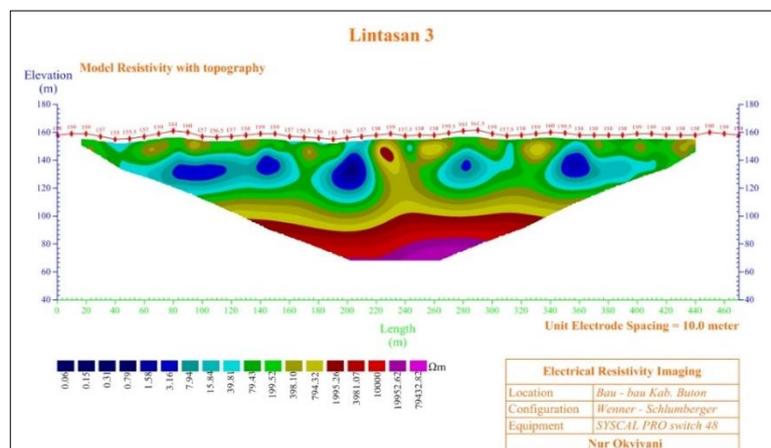


Gambar 7. Penampang geologi hasil pemodelan 2D Lintasan 2 Kel. Labalawa Kecamatan Buton Baru

Berdasarkan hasil analisis penampang resistivitas, pedataran pada topografi bertingkat dicirikan oleh sebaran akuifer yang merata pada batu gamping. Akuifer ini termasuk dalam kategori leaky aquifer (akuifer semi-tertekan), di mana lapisan penutupnya bersifat semi-impermeabel, memungkinkan air permukaan untuk melewati lapisan tersebut.

Lintasan 3

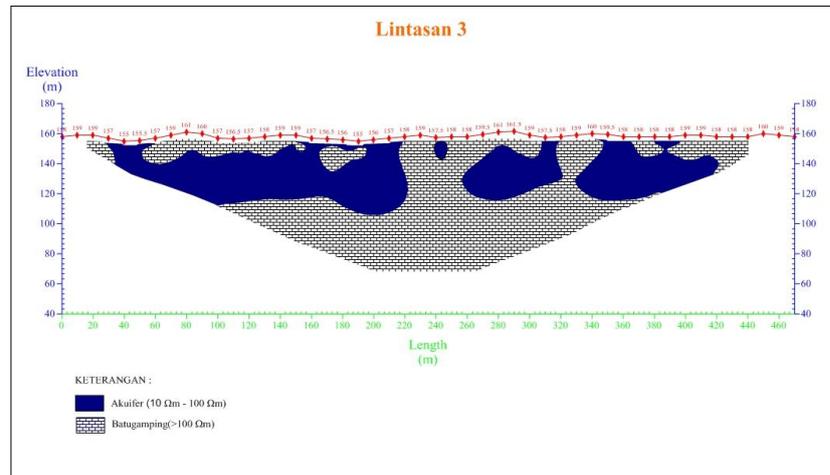
Batugamping yang tersingkap pada lintasan 3, mencirikan warna segar putih keabu-abuan, warna lapuk kecoklatan dan memberikan reaksi apabila diberi tetesan larutan HCl. Umumnya singkapan batugamping bersifat hancuran berukuran kerikil sampai pasir sehingga didominasi oleh warna kecoklatan. Pengukuran pada panjang lintasan 3 diketahui 480 m, dengan arah lintasan Barat-Timur.menggunakan detail hitungan pada spasi terkecil 10 m maka menghasilkan 529 datum poin. Sedangkan kedalaman yang terukur berdasarkan hasil inversi adalah 89,4 m adalah dengan perolehan nilai resistivitas berada pada rentang 0,15 Ω m - 9131 Ω m (*Low-High Resistivity*).



Gambar 8. Penampang inversi resistivitas lintasan 3 Kec. Bukit Wolio Indah



Pada lintasan 3, diperoleh nilai resistivitas pada rentang $0,06 \Omega\text{m}$ sampai $79432,83 \Omega\text{m}$. Zona nilai resistivitas rendah menyebar sepanjang lintasan 3 hingga kedalaman 60 m. Titik duga resistivitas rendah diperoleh pada jarak elektroda 60 m sampai 160 m, 190 m sampai 220 m, dan 350 m sampai 400 m dengan nilai resistivitas rendah yaitu $0,06 \Omega\text{m}$ sampai $7,94 \Omega\text{m}$ di kedalaman 20 m sampai 40 m. Perolehan nilai resistivitas rendah diduga sebagai respon batugamping yang mengalami pelapukan.



Gambar 9. Penampang geologi hasil pemodelan 2D lintasan 3 Kec. Bukit Wolio Indah

Pada kedalaman antara 10 hingga 60 m, ditemukan resistivitas rendah antara $15,84 \Omega\text{m}$ hingga $79,43 \Omega\text{m}$, yang diduga menunjukkan adanya air tanah yang tersimpan dalam rongga atau celah. Hasil inversi pada lintasan 3 juga mengungkapkan resistivitas tinggi, berkisar antara $199,52 \Omega\text{m}$ hingga $79,432 \Omega\text{m}$, yang diidentifikasi sebagai batu gamping masif. Berdasarkan analisis penampang resistivitas pada lintasan 3, sebaran akuifer tampak merata di setiap topografi bertingkat, dengan perbedaan yang dibatasi oleh lapisan kedap air sebagai batas dari undakan tersebut. Hal ini dapat dilihat pada kontur lintasan 3 yaitu : 150 m dpl dan 165 m dpl sampai 170 m dpl. Perbedaan akuifer ini menunjukkan bahwa akuifer topografi undak akan berbeda dengan akuifer lainnya yang dibatasi oleh batugamping. Tipe airtanah pada lintasan 3 merupakan semi tertekan (*leaky aquifer*) yang mana lapisan penutup merupakan semi impermiabel (air permukaan dapat melalui lapisan tersebut).

KESIMPULAN

Hasil analisis data pada daerah penelitian Bau-bau dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger bahwa setiap pendataran dari topografi undak memiliki sistem akuifer tersendiri yang dibatasi oleh lapisan impermeable. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa setiap pendataran dari topografi undak memiliki sistem airtanah tersendiri yang dibatasi oleh lapisan impermeable. Pada undak tertinggi lintasan 1 mempunyai nilai resistivitas $15,84 \Omega\text{m}$ sampai $79,43 \Omega\text{m}$ dengan kehadiran rongga bawah tanah terisi

airtanah, Sistem airtanah pada undak sedang di lintasan 2 mempunyai nilai resistivitas 10 Ω m sampai 79,43 Ω m kedalaman 10 m – 50 m dengan sistem semi impermiabel. Pada undak terendah di lintasan 3 mempunyai nilai resistivitas 15,8-79,4 Ω m pada kedalaman 10 m sampai 40 m dengan sistem semi impermiabel.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Energi Sumberdaya dan Mineral Kota Bau-Bau dan mitra yang telah membantu proses pengambilan data.

PUSTAKA

- Adji T. N., Sudarmadji W. S., Hendrayana H. & Hariadi B. (2006). The Distribution of Flood Hydrograph Recession Constant of Bribin River for Gunungsewu Karst Aquifer Characterization, Gunungsewu-Indonesian Cave and Karst Journal, Vol. 2. No. 2.
- Akhasyah M.S. (2011). Pencitraan Resistivitas Untuk Memetakan Zona Crack Di Dump “XY”. Program Studi Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Amin, M., Tambun, B., & Halawa, A. (2023). Identifikasi Lapisan Aquifer Berdasarkan Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger Di Desa Petuaran Hilir Kecamatan Pegajahan Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Teknologi, Informasi dan Industri*, 3(2).
- ASTM D 6431-99, Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation.
- Brands, E., Rajagopal, R., Eleswarapu, U., & Li, P. (2017). Groundwater. Wiley Online Library, 3237-3253.
- Brouwer C., M Heibloem. (1986). Irrigation Water Management Training Manual 3. FAO.
- Iskandar, A., Kamur, S., Nasarudin, N., & Yulianto, A. (2022). Potensi Air Tanah sebagai Sumber Air Baku Masyarakat di Desa Holimombo Kecamatan Wabula Kabupaten Buton. *LaGeografia*, 20(2), 160-168.
- Kelly W. E., Satanislav Mares. (1993). Applied Geophysics in Hydrogeological and Engineering Practice. Development in Water Science. Elsevier: Netherland.
- Kodoatie R. J. (2012). Tata Ruang Air Tanah. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Kurniawan R. (2004). Eksplorasi air tanah menggunakan Metoda geolistrik tahanan jenis (resistivity). Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Nipu, L. P. (2022). Penentuan Kualitas Air Tanah sebagai Air Minum dengan Metode Indeks Pencemaran. *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 2(1), 106-111.
- Nurhayati, N., Agus, I., & Surianti, S. (2023). Penyuluhan Sumur Resapan Sebagai Upaya Konservasi Cadangan Air Tanah Dan Pengendalian Genangan Air Di Kota Baubau. *Jurdimas (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) Royal*, 6(4), 553-559.



- Okviyani, N., Sebrahim, A., & Mahyuni, E. T. (2020). Identifikasi Air Tanah Kawasan Cagar Purbakala Leang-Leang Kabupaten Maros Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger. *Jurnal Geocelebes*, 4(2), 150-154.
- Todd D.K. (1995). Groundwater Hydrology. New York: Associate Professor of Civil Engineering California University.
- Samodra H. (2003). Nilai Strategis Kawasan Karst di Indonesia dan Usaha pengelolaannya secara berkelanjutan. Bogor: IAGI.
- Sikumbang N., Sanyoto P., R.J.B Supandjono & S Gafoer,. (1995). Peta Geologi Lembar Buton Sulawesi Tenggara. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Suroyo, Herman. (2019). Modul 5 Desain Survei Geolistrik Untuk Air Tanah, Kementerian PUPR, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi Indonesia.
- Virgo F. (2002). Pemodelan Fisis Metoda Tahanan Jenis Untuk Benda Berongga Di Bawah Lapisan Mendatar. Bandung: ITB.