

ANALISIS PROFIL BAWAH PERMUKAAN UNTUK IDENTIFIKASI LAPISAN PEMBAWA AIR

Syarifullah Bundang^{1*}, Muhammad Fawzy Ismullah Massinai², Firman¹, Wahyu Hidayat³

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

²Departemen Geofisika, Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245, Indonesia

³Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi – Pusat Teknologi Sumberdaya Mineral (BPPT-PTPSM), Serpong, Indonesia

*Corresponding author. Email: syarifullah@unhair.ac.id

Manuscript received: 27 July 2022; Received in revised form: 15 October 2022; Accepted: 26 October 2022

Abstrak

Desa Bungaiya merupakan salah satu desa di Kabupaten Gowa. Daerah tersebut berada pada Formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindako. Salah satu yang menjadi permasalahan di daerah pegunungan yaitu batuan penyusunnya berupa produk vulkanik. Hal tersebut menjadi penyebab keberadaan air tanah atau lapisan akuifer berada pada lapisan yang dalam. Sementara kebutuhan akan air itu sangat vital bagi masyarakat, baik itu untuk kebutuhan keseharian maupun untuk pertanian. Salah satu metode geofisika yaitu geolistrik dapat digunakan untuk melihat secara detail profil bawah permukaan suatu daerah, sehingga memudahkan untuk mengidentifikasi lapisan pembawa air. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi keberadaan lapisan pembawa air berdasarkan data geolistrik resistivitas (tahanan jenis). Metode yang digunakan adalah geolistrik resistivitas, konfigurasi *Wenner* sebanyak 2 lintasan dengan panjang pengukuran setiap lintasan yaitu 470 m dan spasi 10 m. Hasil interpretasi pada lintasan 1, terdapat 3 lapisan, yaitu breksi vulkanik dengan nilai resistivitas $85,6 - 2.203,19 \Omega\text{m}$ dan kedalaman antara 1,2 – 68 m, lapisan ke 2 tufa dengan nilai resistivitas $9,82 - 59,68 \Omega\text{m}$, kedalaman 12 – 76 m dan lapisan ke 3 yaitu breksi vulkanik, nilai resistivitas $85,6 - 176 \Omega\text{m}$. Lintasan 2 terdapat 2 lapisan, yaitu lapisan 1 kedalaman 1,2 – 42 m dengan nilai resistivitas $93 - 490,41 \Omega\text{m}$ merupakan breksi vulkanik dan lapisan 2 pada kedalaman 1,2 – 78,8 m dengan nilai resistivitas $30,9 - 77,67 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai tufa. Lapisan 1 dan lapisan 2 memperlihatkan adanya kesamaan profil bawah permukaan. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa lapisan yang berfungsi sebagai lapisan pembawa air yaitu tufa dengan nilai resistivitas $9,82 - 77,67 \Omega\text{m}$.

Kata Kunci: akuifer; breksi vulkanik; geolistrik; tufa; *wenner*.

Abstract

Bungaiya village is a village located in Gowa Regency which has volcanic rock lithology with one of the problems faced in volcanic rocks is that the rock porosity is small so that this layer cannot be an aquifer zone. But the water needs needed by the community for agriculture are very large. Geoelectric is a geophysical method that can be used to describe subsurface profiles, especially aquifer layers. The purpose of this study is to interpret using the geoelectric resistivity method, is the *Wenner* configuration method as many as 2 lines with a length of 470 m and a space of 10 m. The interpretation results on Line 1, there are 3 layers, are volcanic breccia with resistivity values of $85.6 - 2.2013.19 \Omega\text{m}$ and depths between 1.2 – 68 m, layer 2 of tuff with resistivity values of $9.82 - 59.68 \Omega\text{m}$, depth of 12 – 76 m and the third layer is a volcanic breccia, resistivity value is $85.6 - 176 \Omega\text{m}$. Line 2 has 2 layers, are the first layer with a depth of 1.2 – 42 m with a resistivity value of $93 - 490.41 \Omega\text{m}$ which is a volcanic breccia. The second layer at a depth of 1.2 – 78.8 m with a resistivity value of $30.9 - 77, 67 \Omega\text{m}$ is tuff. Layers

1 and 2 show a similar subsurface profile. Based on these results, it can be concluded that the layer that functions as a water-carrying layer is tuff with a resistivity value of 9.82 – 77.67 Ωm .

Keywords: aquifers; geoelectric; tuff; volcanic breccia; Wenner.

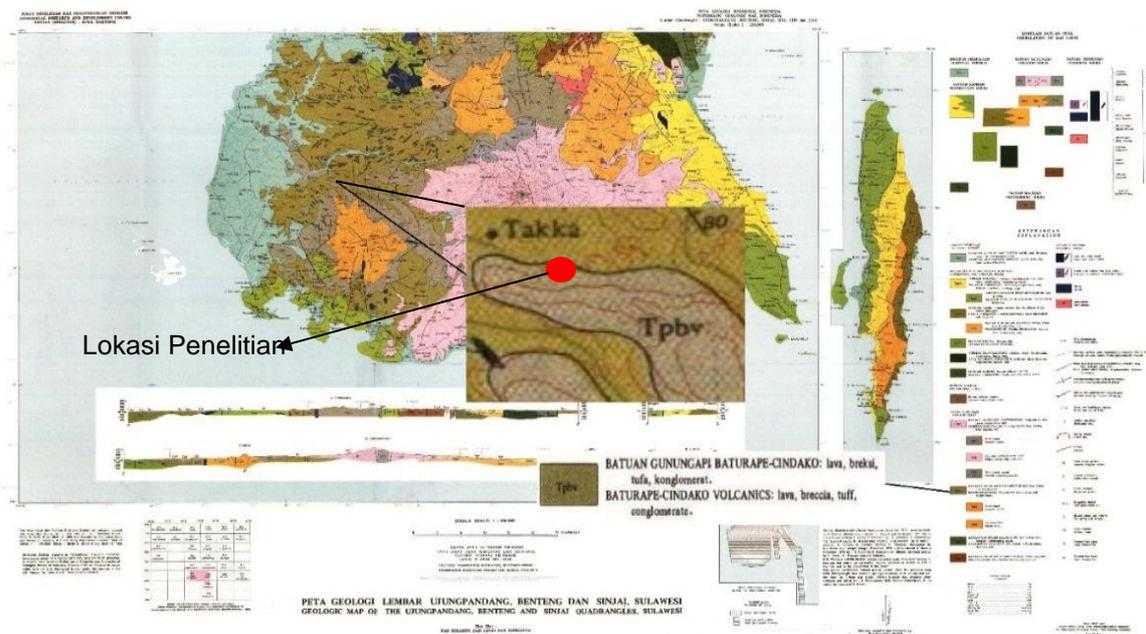
Pendahuluan

Sebagian besar air berada di bawah permukaan tanah, yaitu lebih dari 98% dari semua air di daratan dan sebanyak 2% terdapat di permukaan, seperti air di sungai dan danau (Mohammad dkk., 2016). Air tanah ini memiliki peranan yang sangat penting karena menjadi sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan pokok hidup orang banyak.

Perlu dilakukan penyelidikan yang detail dalam pengetahuan kondisi geologi dan hidrogeologi guna memperoleh hasil yang maksimal, karena keterdapatannya dan potensi air tanah di setiap daerah memiliki

karakteristik tersendiri (Husain dan Sultan, 2012). Batuan yang menjadi lapisan pembawa air dapat diidentifikasi berdasarkan nilai resistivitas dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas (Sedana dkk., 2015).

Berdasarkan analisis pada peta geologi dan lokasi penelitian (Gambar 1), lokasi penelitian berada pada Formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindako. Menurut Sukamto dan Supriatna (1982) formasi tersebut tersusun dari batuan lava dan breksi dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat. Singkapan batuan pada lokasi penelitian didominasi oleh batuan vulkanik.



Gambar 1. Peta geologi lokasi penelitian modifikasi (Sukamto dan Supriatna, 1982).

Beberapa penelitian akuifer pada daerah produk vulkanik, seperti penelitian yang dilakukan oleh Husain dan Sultan (2012) menyimpulkan bahwa lapisan akuifer berada pada kedalaman 70 – 150 m, penelitian yang dilakukan oleh Winarti (2013), menunjukkan bahwa akuifer berada pada kedalaman 50 – 140 m, Hasil

penelitian yang dilakukan oleh Purnama dan Noval (2017) menunjukkan bahwa akuifer berada pada kedalaman 50 – 100 m. Beberapa riset tersebut menunjukkan bahwa akuifer pada daerah dengan penyusun batuan vulkanik berada pada kedalaman, sehingga sangat penting dilakukan survei geolistrik untuk mengidentifikasi

keberadaan lapisan pembawa air sebelum dilakukan pemboran, mengingat bahwa lokasi tersebut disusun oleh batuan vulkanik.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi keberadaan lapisan pembawa air berdasarkan data geolistrik resistivitas (tahanan jenis).

Geologi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian termasuk dalam Formasi Batuan Gunungapi Baturape Cindako. Daerah penyelidikan merupakan bentuk morfologi perbukitan bergelombang dengan ketinggian berkisar antara 200 mdpl sampai 300 mdpl yang sebagian besar ditumbuhi oleh tanaman kebun. Perbukitan bergelombang memiliki kemiringan lereng dengan kisaran landai sampai agak curam yang sangat dipengaruhi oleh tingkat kelapukan batuan penyusunnya (Sukanto dan Supriatna, 1982).

Formasi Batuan Gunung Api Baturape Cindako merupakan batuan dari hasil erupsi gunungapi baik berupa efusif maupun eksplosif (Husain dan Sultan, 2012). Formasi ini terdiri dari lava dan breksi, dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat Bersusunan basal, sebagian besar porfiri dengan fenokris piroksen besar-besar sampai 1 cm dan sebagian kecil tansatmata, kelabu tua kehijauan hingga hitam warnanya; lava sebagian berkekar maniang dan sebagian berkekar lapis, pada umumnya breksi berkomponen kasar, dari 15 cm sampai 60 cm, terutama basal dan sedikit andesit, dengan semen tufa berbutir kasar sampai lapili, banyak mengandung pecahan piroksen. Satuan ini tidak kurang dari 1.250 m tebalnya dan berdasarkan posisi stratigrafinya kira-kira berumur Pliosen Akhir (Sukanto dan Supriatna, 1982).

Sifat Batuan Sebagai Reservoir

Berdasarkan sifat fisik lapisan batuan dan perlakuannya sebagai media aliran

air, maka lapisan batuan tersebut dapat dibedakan menjadi empat yaitu (Asmaranto, 2012) :

1. Akuifer (*aquifer*)
2. Akuitar (*Aquitards*)
3. Akuiklud (*Aquiclude*)
4. Akuifug (*Aquifuge*)

Sangat penting dilakukan pengelolaan air tanah, disesuaikan dengan perilaku airtanah meliputi keterdapatan, penyebaran, ketersediaan, dan kualitas airtanah serta lingkungan keberadaannya. Pengelolaan airtanah perlu diarahkan untuk mewujudkan keseimbangan antara pendayagunaan airtanah dan upaya konservasi (Hendrayana dan Putra, 2008).

Geolistrik Tahanan Jenis (Resistivitas)

Metode geolistrik adalah metode yang menggunakan prinsip kelistrikan untuk mengidentifikasi kondisi bawah permukaan. (Telford et al., 1990). Pengamatan geolistrik merupakan bagian dari penelitian geofisika yang digunakan untuk penyelidikan bawah permukaan. Prinsip pengukuran metode geolistrik adalah dengan mengukur sifat kelistrikan batuan (Dobrin and Savit, 1988).

Survei resistivitas menggambarkan kondisi bawah permukaan berdasarkan distribusi nilai resistivitas. Interpretasi terhadap gambaran resistivitas bawah permukaan untuk menjadi sebuah gambaran geologi, sangat diperlukan pengetahuan seperti, membedakan tipe material dan kenampakan geologinya berdasarkan nilai resistivitas sangat dibutuhkan (Telford et al., 1990).

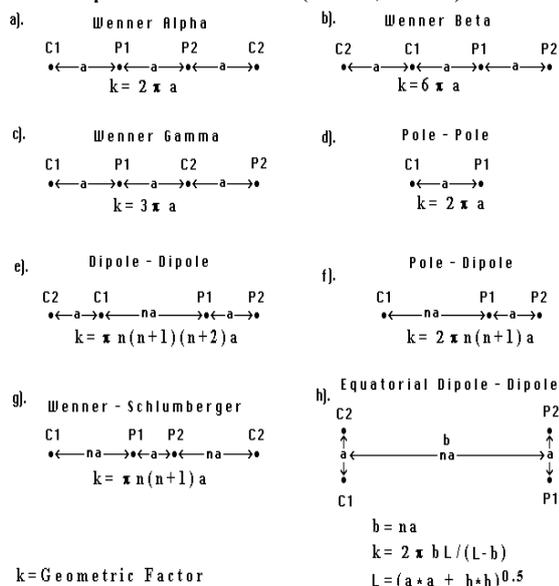
Nilai resistivitas batuan dipengaruhi oleh derajat kekompakan dan kandungan fluida yang mengisi batuan. Nilai dari beberapa jenis batuan biasanya mengalami tumpeng tindih. Hal ini disebabkan karena resistivitas dari batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: kandungan lempung, keterdapatan air tanah, jenis dan karakteristik fisik batuan, mineralogi

batuan, dan sebagainya. Berikut nilai resistivitas batuan (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai resistivitas batuan (Sedana dkk., 2015).

No.	Jenis Batuan	Resistivitas (Ωm)
1	Lempung	1 – 100
2	Lanau	10 – 200
3	Batu Lumpur	3 – 70
4	Kuarsa	$10 - 2 \times 10^8$
5	Batu Pasir	1 – 1.000
6	Batu Kapur	100 – 500
7	Lava	$100 - 5 \times 10^4$
8	Air Tanah	0.5 – 300
9	Breksi	75 – 200
10	Andesit	100 – 200
11	Tufa	20 – 100
12	Konglomerat	$2 \times 10^3 - 10^4$

Berikut beberapa jenis konfigurasi elektroda dan faktor geometrinya dapat dilihat pada Gambar 2 (Loke, 2001).



Gambar 2. Jenis konfigurasi dan faktor geometri (Loke, 2001).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Bungaya Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 3). Secara geografis terletak pada koordinat $119^{\circ}35'54,71''$ BT dan $5^{\circ}19'1,97''$ LS – $119^{\circ}36'7,46''$ BT dan $5^{\circ}19'9,7''$ LS.

Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan memadukan hasil-hasil kajian

literatur, penelitian sebelumnya dan data lapangan, yang nantinya akan dilakukan pengkajian dan analisis untuk menarik suatu kesimpulan tentang kondisi profil bawah permukaan di lokasi penelitian untuk mengidentifikasi keberadaan lapisan pembawa air.

Data lapangan berupa, pengamatan singkapan batuan dan pengukuran geolistrik resistivitas (tahanan jenis), konfigurasi Wenner sebanyak 2 lintasan dengan panjang masing – masing lintasan yaitu 470 m dan spasi elektroda 10 m.

Data yang diperoleh akan dilakukan analisis. Analisis secara megaskopis dilakukan pada singkapan batuan untuk menentukan jenis batuan. Data hasil pengukuran geolistrik diolah kemudian dilakukan analisis untuk menentukan jenis lapisan bawah permukaan.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Singkapan Batuan

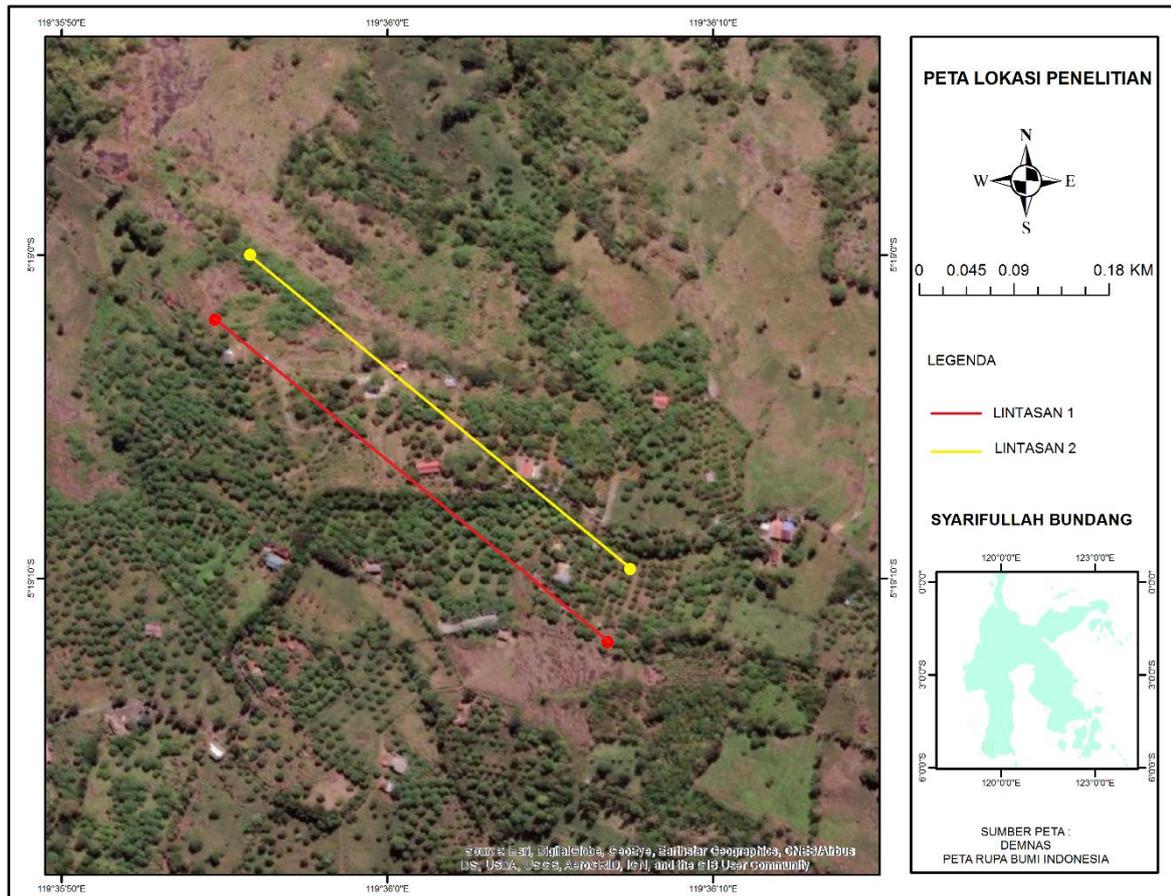
Tujuan dilakukannya analisis singkapan batuan untuk melakukan interpretasi profil bawah permukaan dari pengukuran geolistrik. Analisis singkapan batuan dilakukan dengan metode deskripsi megaskopis.

Lokasi penelitian berada pada Formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindako yang merupakan hasil erupsi gunungapi. Formasi ini terdiri dari lava dan breksi, dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat (Sukamto dan Supriatna, 1982).

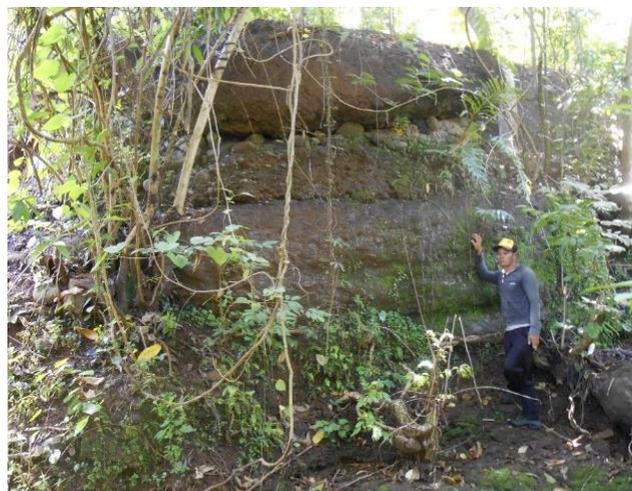
Hasil pengamatan singkapan batuan pada lokasi penelitian (Gambar 4) menunjukkan ciri fisik warna segar hitam, tekstur piroklastik, fragmen batuan vulkanik dengan bentuk fragmen subangular-angular dan ukuran matriks 0,5 – 2 mm tufa. Singkapan tersebut diklasifikasikan sebagai batuan Breksi Vulkanik berdasarkan klasifikasi WTG. Hasil tersebut

menunjukkan kesamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Afasedanja (2020) pada formasi yang sama, penelitian tersebut melakukan deskripsi singkapan batuan secara megaskopis dan mikroskopis, hasilnya menunjukkan bahwa singkapan batuan berupa Breksi Vulkanik (basalt dan tufa). Hasil petrografis pada sayatan basalt terdiri dari mineral piroksin, horblende,

plagioklas, mineral opak dan pada sayatan *vitric tuff* terdiri dari mineral biotit, horblende, kuarsa, gelas vulkanik. Singkapan batuan breksi pada lokasi penelitian memperlihatkan pori yang sangat kecil dikarenakan ukuran matriks yang sangat kecil dan terlihat adanya perselingan dengan lava.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian.



Gambar 4. Singkapan batuan di lokasi penelitian.

Analisis Data Resistivitas

Pengukuran geolistrik dilakukan sebanyak dua lintasan, dengan hasil sebagai berikut:

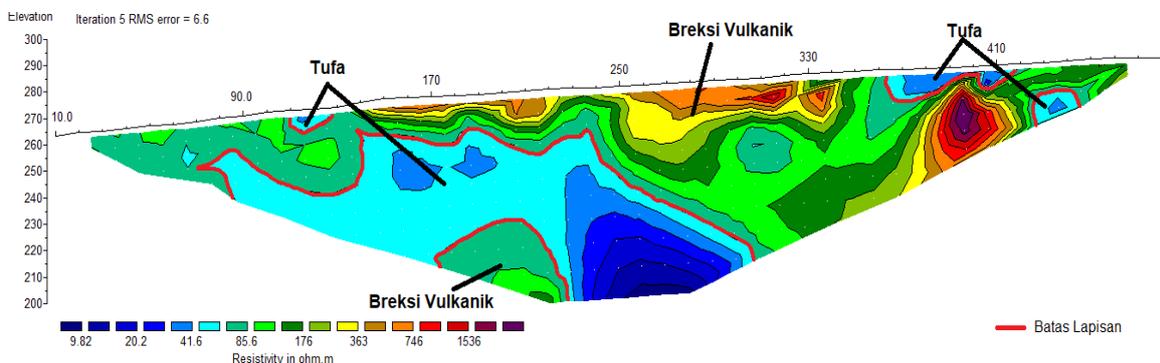
1. Lintasan 1

Pengukuran pada lintasan 1 dilakukan pada titik koordinat 119°35'54,71" BT dan 05°19'1,97" LS – 119°36'6,76" BT dan 05°19'11,96" LS dengan arah lintasan barat laut – tenggara. Interpretasi dilakukan berdasarkan data nilai tahanan jenis, singkapan batuan, literatur geologi regional, informasi dari masyarakat dan referensi tentang geolistrik. Hasil pengukuran dan pengolahan data diperoleh penampang resistivitas 2D (Gambar 5) dengan nilai resistivitas 9,82 Ωm – 2.203,19 Ωm dan penetrasi kedalaman 78,8 m.

Berdasarkan penampang resistivitas pada gambar 5 profil bawah permukaan lokasi penelitian diinterpretasikan terdapat

beberapa litologi batuan penyusun (Tabel 2):

1. Pada titik ukur 15 – 464 m dengan nilai resistivitas 85,6 – 2.203,19 Ωm, kedalaman yang bervariasi mulai dari kedalaman 1,2 – 68 m diinterpretasikan sebagai sebagai breksi vulkanik. Hasil interpretasi tersebut menunjukkan kesamaan litologi dengan hasil deskripsi megaskopis singkapan batuan pada lokasi pengukuran.
2. Nilai resistivitas 9,82 – 59,68 Ωm pada titik ukur 60 – 290 m diinterpretasikan sebagai batuan tufa. Keberadaan batuan tersebut berada pada kedalaman bervariasi antara 12 – 76 m. Batuan yang diinterpretasikan tufa juga ditemui tersingkap di permukaan pada beberapa titik, seperti pada titik ukur 110 – 128 m dan 363 – 419 m.
3. Pada titik ukur 170 – 225 m, kedalaman 38 – 78,8 m diinterpretasikan sebagai breksi vulkanik dengan nilai resistivitas 85,6 – 176 Ωm.



Gambar 5. Penampang resistivitas lintasan 1.

Tabel 2 Litologi batuan berdasarkan interpretasi geolistrik resistivitas.

No	Litologi	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)
1	Breksi vulkanik	85,6 – 2.203,19	1,2 – 68
2	Tufa	9,82 – 59,68	12 – 76
3	Breksi vulkanik	85,6 – 176	38 – 78,8

Hasil interpretasi profil bawah permukaan pada lintasan 1 dapat disimpulkan bahwa litologi yang menjadi lapisan pembawa air yaitu tufa.

2. Lintasan 2

Pengukuran pada lintasan 2 dilakukan pada titik koordinat 119°35'55,79" BT dan

05°18'59,96" LS – 119°36'7,46" BT dan 05°19'9,70" LS dengan arah lintasan barat laut – tenggara. Interpretasi hasil pengukuran geolistrik dilakukan berdasarkan data nilai resistivitas, singkapan batuan, referensi geologi regional, informasi masyarakat dan literatur tentang geolistrik. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data diperoleh

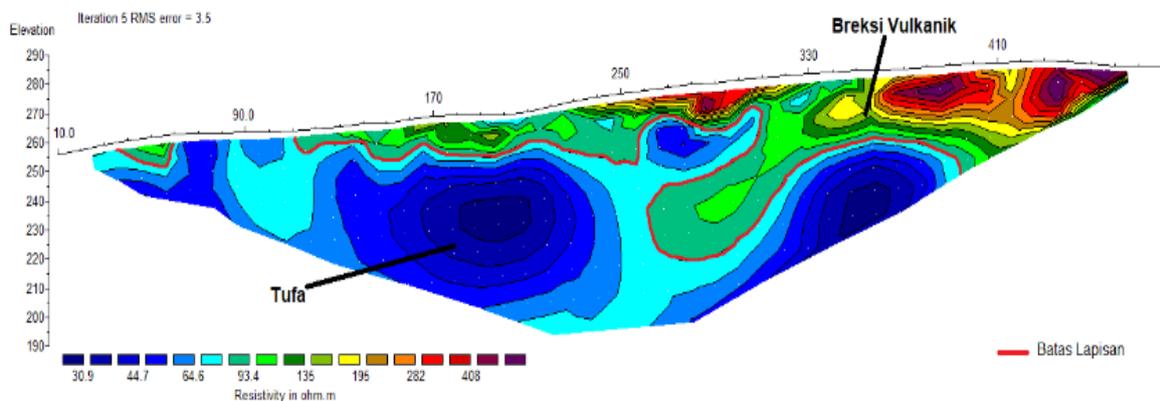
penampang resistivitas 2D (Gambar 6) dengan nilai resistivitas terendah 30,91 Ωm dan terbesar yaitu 490,41 Ωm dan penetrasi kedalaman 78,8 m.

Berdasarkan penampang resistivitas pada Gambar 6 profil bawah permukaan diinterpretasikan terdapat beberapa litologi batuan penyusun (Tabel 3):

1. Pada titik ukur 111 – 464 m dengan nilai resistivitas 93 – 490,41 Ωm , kedalaman bervariasi antara 1,2 – 42 m diinterpretasikan sebagai sebagai breksi vulkanik. Hasil interpretasi tersebut

menunjukkan kesamaan litologi dengan hasil deskripsi megaskopis singkapan batuan pada lokasi pengukuran. Pada titik ukur 35 – 60 m juga ditemukan litologi yang sama.

2. Nilai resistivitas 30,91 – 77,67 Ωm pada titik ukur 25 – 390 m diinterpretasikan sebagai batuan tufa. Keberadaan batuan tersebut berada pada kedalaman bervariasi antara 1,2 – 78,8 m. Batuan yang diinterpretasikan tufa tersebut ditemui tersingkap di permukaan, seperti pada titik ukur 62 – 110 m.



Gambar 6. Penampang resistivitas lintasan 2.

Tabel 3 Litologi batuan berdasarkan interpretasi geolistrik resistivitas.

No	Litologi	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)
1	Breksi Vulkanik	93 – 490,41	1,2 – 42
2	Tufa	30,91 – 77,67	1,2 – 78,8

Hasil interpretasi profil bawah permukaan pada lintasan 2 dapat disimpulkan bahwa litologi yang menjadi lapisan pembawa air yaitu tufa.

Hasil analisis data resistivitas lintasan 1 dan 2, secara umum memperlihatkan adanya kesamaan. Hal tersebut dikarenakan lintasan pengukuran yang memiliki jarak yang dekat yaitu 75 m. Hasil interpretasi pada penampang resistivitas memperlihatkan nilai resistivitas yang cukup tinggi pada lapisan breksi vulkanik di beberapa titik diperkirakan karena faktor mineral penyusun batuan tersebut, yang dari hasil pengamatan lapangan terlihat batuan breksi vulkanik memiliki fragmen dengan ukuran yang besar. Fragmen tersebut adalah batuan beku. Hasil

pengamatan petrografis yang dilakukan oleh Afasedanja (2020) pada batuan breksi vulkanik di Formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindako menunjukkan bahwa fragmen batuan breksi vulkanik tersebut adalah Basal. Menurut Bundang dkk. (2020), nilai resistivitas suatu batuan relatif tinggi karena dipengaruhi oleh keberadaan mineral silika dan menurut Yuwono (1990) yang melakukan penelitian pada batuan vulkanik, hasil petrografi, mineralogi dan kimia batuan menunjukkan bahwa kandungan mineral silika (SiO_2) sangat tinggi yaitu $>58\%$.

Hasil penelitian tersebut terkonfirmasi adanya kesamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Massinai dkk. (2019) tentang tipologi system akuifer gunung api

yang dilakukan di Desa Bissoloro. Lokasi tersebut sekitar 1000 m dari lokasi penelitian ini dan dilakukan pada formasi yang sama. Menurut Massinai dkk. (2019) litologi breksi berselingan dengan lava memiliki nilai resistivitas $76 - 2.203,19 \Omega\text{m}$ dan batuan tufa memiliki nilai resistivitas $12,47 - 75 \Omega\text{m}$ serta menyimpulkan bahwa litologi yang menjadi lapisan akuifer yaitu tufa.

Beberapa penelitian lain yang dilakukan pada daerah vulkanik menunjukkan hasil yang sama, seperti penelitian yang dilakukan oleh Bundang dkk. (2020) dengan menggunakan metode geolistrik dan *electrical logging*. Hasil pengukuran geolistrik diinterpretasikan bahwa batuan breksi vulkanik memiliki nilai resistivitas $460 - 927 \Omega\text{m}$ dan hasil *electrical logging* breksi vulkanik memiliki nilai resistivitas $262 - 495 \Omega\text{m}$. Menurut Husain dan Sultan (2012) pada penelitian yang dilakukan di formasi yang sama yaitu Formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindako dengan menggunakan korelasi data resistivitas dan hasil *cutting* pemboran menginterpretasikan bahwa tufa pasir memiliki nilai resistivitas $45 - 80 \Omega\text{m}$ dan lapisan tersebut yang menjadi lapisan pembawa air. Penelitian dengan menggunakan metode geomagnet di formasi yang sama dilakukan oleh Nurdin dkk. (2017) menyimpulkan bahwa salah satu litologi daerah tersebut merupakan batuan piroklastik dengan tufa sebagai salah satu penyusunnya.

Hasil analisis kedua penampang resistivitas tersebut menyimpulkan bahwa litologi yang berperan sebagai lapisan pembawa air yaitu tufa dengan nilai resistivitas antara $9,82 - 77.67 \Omega\text{m}$.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data resistivitas dari pengukuran geolistrik dapat disimpulkan bahwa profil bawah permukaan terdiri dari beberapa litologi,

yaitu breksi vulkanik ($85,6 - 2.203,19 \Omega\text{m}$) dengan kedalaman bervariasi $1,2 - 18 \text{ m}$ bahkan terdapat breksi vulkanik pada kedalaman 45 m , tufa ($9,8 - 77.67 \Omega\text{m}$) kedalaman bervariasi yaitu $1,2 - 28 \text{ m}$. Litologi yang menjadi lapisan pembawa air yaitu tufa.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Afasedanja, M.T. 2020. Hubungan Morfologi dengan Mekanika Properties (Batuan Vulkanik) terhadap Kestabilan Lereng pada Daerah Aliran Sungai Jeneberang Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknik AMATA*. 1(1), pp.5 – 10. https://ojs.pat.ac.id/index.php/Amata_amamapare/article/view/20
- Asmaranto, R. 2012. *Identifikasi Air Tanah (Groundwater) Menggunakan Metode Resistivity (Geolistrik with IP2WIN Software)*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Bundang, S., Azikin, B. dan Sultan. 2020. Korelasi Data Geolistrik dan Electrical Logging untuk Analisis Ketebalan Lapisan Batuan Piroklastik di Desa Watang Pulu, Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang. *Jurnal Geocelebes*. 4(2), pp.134-143. <https://doi.org/10.20956/geocelebes.v4i2.11324>
- Dobrin, B.M. and Savit, C.H. 1988. *Introduction to Geophysical Prospecting, 4th ed.* New York: McGraw Hill Book Company.
- Hendrayana, H. dan Putra, D.P.E. 2008. *Konservasi Air Tanah*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Husain, J.R. dan Sultan. 2012. *Analisis Cutting Bor dan Nilai Resistivity Batuan untuk Penentuan Letak Pipa*

- Saringan Pada Sumur Bor di Daerah Kampus Unhas Tamalanrea Kota Makassar.* In: Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik vol 6.
- Loke, M.H. 2001. *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys.* <http://www.geotomosoft.com/downloads.php>
- Massinai, M.A., Bundang, S., Massinai, M.F.I. dan Hidayat, W. 2019. Tipologi Sistem Akuifer Gunungapi. *Jurnal Geomine.* 7(2), pp.124 – 132. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.346>
- Mohammad, F., Mardiana, U., Yuniardi, Y., Firmansyah, Y. dan Alfadli, K. 2016. Potensi Air Tanah Berdasarkan Nilai Resistivitas Batuan di Kelurahan Cangkorah, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat. *Bulletin of Scientific Contribution.* 14(2), pp.141-152. <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc/article/view/9799>
- Nurdin, N.H., Massinai, M.A. dan Aswad, S. 2017. Identifikasi Pola Sebaran Intrusi Batuan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geomagnet di Sungai Jenelata Kabupaten Gowa. *Jurnal Geoelebes.* 1(1), pp.17 – 22. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v1i1.1776>
- Purnama, A. dan Noval, A. 2017. Kajian Potensi Air Tanah dengan Pengujian Geolistrik di Desa Telonang Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal SAINTEK UNSA.* 2(1), pp.1 – 14. <https://osf.io/preprints/inarxiv/654n9/>
- Sedana, D., As'ari. dan Tanauma, A. 2015. Pemetaan Akuifer Air tanah di Jalan Ringroad, Kelurahan Malendeng dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal Ilmiah Sains.*15(2), pp.33 – 37. <https://doi.org/10.35799/jis.15.1.2015.6778>
- Sukamto, R. dan Suriatna, S. 1982. *Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi.* Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Departemen Pertambangan dan Energi. <https://geologi.esdm.go.id/geomap/pages/preview/peta-geologi-lembar-buton-sulawesi-tenggara>
- Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics 2nd ed.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Winarti. 2013. Metode Geolistrik untuk Mendeteksi Akuifer Air Tanah di Daerah Sulit Air (Studi Kasus di Kecamatan Takeran, Pancol dan Parang, Kabupaten Magetan. *Jurnal Angkasa.* 5(1), pp.83 – 94. https://repository.itny.ac.id/id/eprint/3267/1/METODE_GEOLISTRIK_UNTUK_MENDETEKSI_AKUIFER_AIRTANA.pdf
- Yuwono, Y.S. 1990. *Produk Vulkanik Pare-pare (Sulawesi Selatan).* di: PIT XIX IAGI, 11-13 Desember 1990, Bandung: Proc.PIT IAGI.