



Analisis Ketebalan Potensi Bahan Galian dengan Menggunakan Metode Geolistrik di Kelurahan Togafo, Kota Ternate

Syarifullah Bundang^{1*}, Said Hi Abbas² Minarti Minarti³

¹*Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun*

²*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Khairun*

³*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin*

Email: syarifullah@unhair.ac.id

*Corresponding Author

Abstrak

Aktivitas vulkanik gunung Gamalama di Kota Ternate sangat berpengaruh terhadap kondisi geologi khususnya jenis batuan yang mendominasi di Kelurahan Togafo. Hasil survei lokasi dijumpai singkapan bahan galian yang bernilai ekonomis berupa endapan breksi vulkanik dengan ketebalan singkapan mencapai 5,8 m, namun kemenerusan lapisan breksi vulkanik tersebut secara vertical belum diketahui dan riset di lokasi tersebut belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut. Metode geolistrik menjadi salah satu instrumen yang bisa digunakan untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis ketebalan potensi bahan galian breksi vulkanik di Kelurahan Togafo, Kota Ternate. Beberapa data yang digunakan pada penelitian ini antara lain pengukuran geolistrik *sounding* sebanyak 2 lintasan dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger*, pemboran dengan menggunakan *hand auger* dan deskripsi megaskopis singkapan batuan. Hasil komparasi data – data tersebut menunjukkan kondisi bawah permukaan terdiri dari 2 lapisan. Hasil interpretasi geolistrik pada kedua lintasan menunjukkan hasil yang hampir sama, lapisan 1 diinterpretasikan sebagai lapisan batuan lanau pasiran dengan ketebalan 0.6895 m pada kedalaman 0 m – 0.6895 m memiliki nilai resistivitas antara 8.11 Ωm – 18.3 Ωm dan lapisan 2 diinterpretasikan sebagai lapisan batuan breksi vulkanik pada kedalaman 0.6895 m – 25.4 m dengan ketebalan 24.7105 m dengan nilai resistivitas 80 Ωm – 302 Ωm . Hasil pemboran dangkal menunjukkan kesesuaian dengan hasil interpretasi geolistrik, hasil pemboran ketebalan top soil berupa lanau pasiran yaitu 0.45 m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketebalan rata - rata potensi bahan galian berupa lapisan batuan breksi vulkanik yaitu 24,7105 m.

Kata kunci: Breksi Vulkanik; Geolistrik; Togafo.

Abstract

The volcanic activity of Mount Gamalama in Ternate City greatly affects the geological conditions, especially the rock types in Togafo Village. There are outcrops of economically valuable minerals such as volcanic breccia deposits with a thickness of up to 5.8 m, but the vertical continuity of this layer is still unknown, so further research is needed. Geoelectric methods can be used to determine subsurface geological conditions. This research aims to analyze the thickness of potential volcanic breccia excavation material in Togafo Village, Ternate City. Some of the data used such as sounding geoelectrical measurements for 2 tracks using Schlumberger configuration, drilling using hand auger,

and megascopic description of rock outcrops. The results show there are 2 layers in the subsurface, where the geoelectrical data shows that layer 1 is interpreted as a layer of sandy silt rock with a thickness of 0.6895 m at a depth of 0 - 0.6895 m with a resistivity value between 8.11 - 18.3 Ω m, and layer 2 is interpreted as a layer of volcanic breccia rock at a depth of 0.6895 - 25.4 m with a thickness of 24.7105 m with a resistivity value of 80 - 302 Ω m. This is also in accordance with the results of shallow drilling which shows the thickness of the top soil in the form of sandy silt is 0.45 m. So, it can be concluded that the average thickness of potential excavation material in the form of volcanic breccia rock layers is 24.7105 m.

Keywords: *Volcanic Breccia, Geoelectric, Togafo*

1. PENDAHULUAN

Pemerintah saat ini sedang mencanangkan program infrastruktur yang berkelanjutan, dalam program tersebut akan dibutuhkan berbagai macam sumberdaya untuk ikut menyuksekannya. Salah satu sumberdaya yang ikut berperan besar adalah batuan breksi yang merupakan salah satu komoditi pertambangan bahan galian yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat [1]. Batuan tersebut banyak dimanfaatkan sebagai bahan campuran bangunan dan timbunan. Breksi Vulkanik merupakan salah satu komoditi pertambangan bahan galian yang terbentuk dari aktivitas vulkanik.

Aktivitas vulkanik gunung Gamalama di kota Ternate menghasilkan suatu produk endapan batuan vulkanik berupa bahan galian yang bernilai ekonomis yang tersingkap di beberapa lokasi. Aktivitas vulkanik yang terjadi di gunung gamalama sejak tahun 1538 [2]. Salah satu daerah yang banyak ditemui singkapan bahan galian berupa endapan Breksi Vulkanik yaitu di Kelurahan Togafo. Hal tersebut bisa menjadi aset daerah ketika dikelola dengan baik dalam bentuk kegiatan pertambangan. Namun tidak sedikit kegiatan pertambangan yang mengalami kerugian secara ekonomi. Salah satu yang menjadi penyebabnya yaitu kurangnya perencanaan yang matang pada tahap eksplorasi khususnya analisis perhitungan cadangan.

Salah satu parameter dalam melakukan perhitungan cadangan sumber daya bahan galian adalah ketebalan sumberdaya tersebut. Namun sejauh ini belum ada penelitian yang membahas tentang batuan breksi vulkanik di kelurahan Togafo, Kota ternate. Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk melihat ketebalan endapan vulkanik khususnya breksi di beberapa daerah, seperti penelitian yang dilakukan oleh [3] tentang ketebalan lapisan breksi di Suppa Kabupaten pinrang menggunakan metode geolistrik, hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan lapisan breksi yaitu 40,4 m. sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh [4] di Kabupaten Gowa, ketebalan lapisan batuan breksi vulkani bervariasi dari 20 m – 65m. Hasil kedua penelitian tersebut memberikan gambaran bahwa ketebalan lapisan batuan breksi vulkanik setiap daerah sangat bervariasi tergantung dari proses geologinya. Jenis dan ketebalan batuan di bawah permukaan dapat diketahui berdasarkan variasi nilai resistivitasnya. Untuk melihat nilai resistivitas batuan bisa dengan menggunakan instrument geofisika yaitu metode geolistrik [5][6].

Berdasarkan hal tersebut sangat penting dilakukan penelitian tentang analisis ketebalan potensi bahan galian dengan menggunakan metode geolistrik di kelurahan Togafo, Kota Ternate. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis ketebalan potensi bahan galian breksi vulkanik di Kelurahan Togafo, Kota Ternate.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Togafo, Kota Ternate. Secara geografis terletak pada koordinat $127^{\circ} 17' 40''$ BT dan $0^{\circ} 49' 14''$ LS.. Alat yang digunakan pada penelitian ini, antara lain GPS, Resistivitymeter, Meteran, palu geologi, Kompas geologi, Hand Auger.

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 ketebalan potensi bahan galian di lokasi penelitian.

Sebelum melakukan pengambilan data lapangan, terlebih dahulu dilakukan survei sebagai dasar untuk merencanakan kegiatan lapangan. Setelah itu dilakukan pengambilan data lapangan berupa, pengamatan singkapan batuan pada beberap titik singkapan, pengukuran geolistrik resistivitas (tahanan jenis) konfigurasi *Schlumberger* sebanyak 2 lintasan dengan panjang masing – masing lintasan yaitu 100 m dengan jarak antar lintasan yaitu 50 meter dan pemboran dengan hand auger.

Data yang diperoleh akan dilakukan analisis. Analisis secara megaskopis dilakukan pada singkapan batuan untuk menentukan jenis batuan. Data hasil pengukuran geolistrik diolah menggunakan IP2WIN kemudian dilakukan analisis untuk menentukan jenis, kedalaman dan ketebalan lapisan batuan. Data pemboran berupa deskripsi litologi untuk melihat ketebalan lapisan top soil. Keseluruhan data tersebut akan dikompilasi untuk melakukan penarikan kesimpulan terkait dengan ketebalan potensi bahan galian di lokasi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan berupa deskripsi megaskopis pada singkapan batuan (gambar 1) di lokasi penelitian menunjukkan ciri fisik warna segar hitam, tekstur piroklastik, fragmen batuan vulkanik dengan bentuk fragmen subangular-angulardan ukuran matriks 0.5mm – 2 mm tufa. Singkapan tersebut diklasifikasikan sebagai batuan Breksi Vulkanik berdasarkan klasifikasi WTG. Hasil tersebut menunjukkan kesamaan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bundang, dkk. (2022) [7] pada formasi Batuan Gunungapi Baturape-Cindako yang didominasi oleh batuan produk vulkanik, penelitian tersebut

melakukan deskripsi singkapan batuan secara megaskopis hasilnya menunjukkan bahwa singkapan batuan berupa Breksi Vulkanik.



Gambar 1. Singkapan batuan di lokasi penelitian

Hasil pengukuran ketebalan lapisan batuan breksi vulkanik yang tersingkap di permukaan menunjukkan ketebalan 5,8 meter. Batuan breksi vulkanik tersebut merupakan bahan galian yang bernilai ekonomis. Untuk mengetahui total ketebalan breksi vulkanik secara vertikal tersebut mesti dilakukan pengukuran geolistrik dikarenakan kemungkinan kemenerusan lapisan tersebut secara vertikal masih ada. Selain itu deskripsi batuan singkapan secara megaskopis sebagai salah satu acuan dalam melakukan interpretasi data geolistrik.

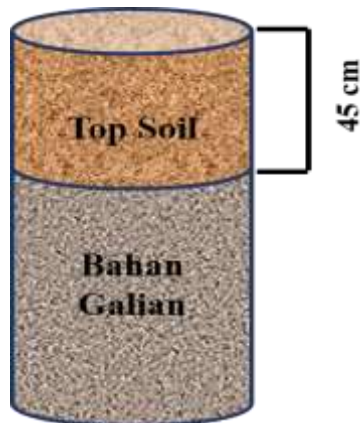
3.2 Pemboran

Pemboran dilakukan menggunakan *Hand Auger* (gambar 2) dengan tujuan untuk mengetahui ketebalan lapisan top soil. Hasil pengeboran menunjukkan ketebalan top soil pada lokasi penelitian yaitu 45 cm (gambar 3). Melewati kedalaman 45 cm mata bor sudah tidak bisa turun disebabkan karena material yang keras, dimana dijumpai adanya fragmen fragmen batuan sehingga diinterpretasikan lapisan breksi vulkanik. Hal tersebut sejalan dengan peta geologi Gunungapi Gamalama, batuan penyusun di ternate terdiri endapan aluvium, endapan

piroklastik rombakan dan endapan gunungapi gamalam muda [8]. Top soil tersebut dideskripsikan sebagai material atau batuan berupa lanau pasiran. Top soil tersebut tidak termasuk dalam perhitungan ketebalan bahan galian.



Gambar 2. Pengeboran dengan *Hand Auger*



Gambar 3. Ilustrasi ketebalan top soil

3.3 Analisis Data Geolistrik

Pengambilan data geolistrik sudah dilakukan pada 2 lintasan pengukuran dengan panjang bentangan masing-masing 100 m. Konfigurasi yang digunakan yaitu konfigurasi

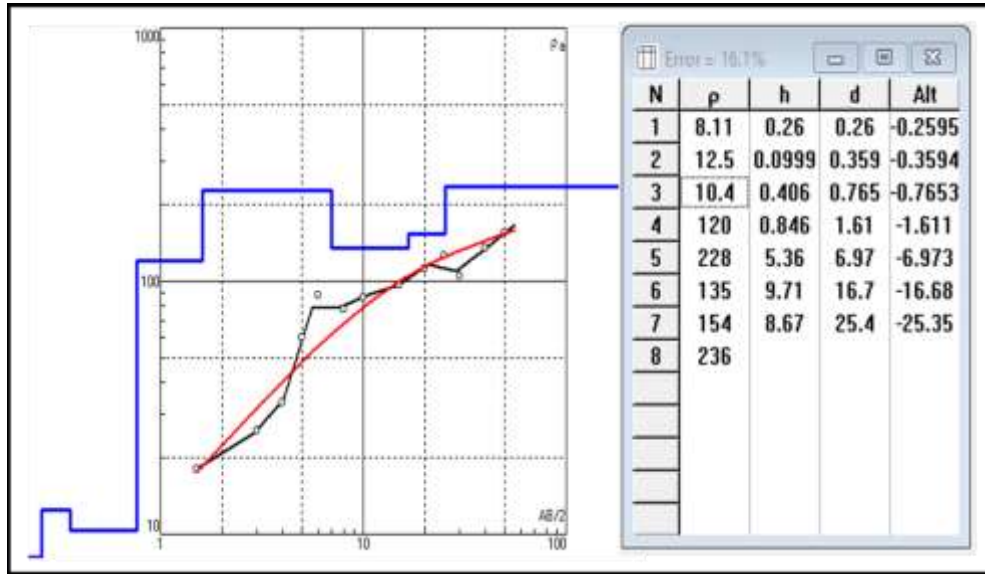
Wenner Schkumberger. Penentuan lintasan geolistrik ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi geologi lapangan khususnya singkapan batuan breksi vulkanik. Lokasi pengukuran lintasan 1 berada pada koordinat $127^{\circ} 17' 41''$ E dan $00^{\circ} 49' 13''$ N dan lintasan 2 pada koordinat $127^{\circ} 17' 42''$ E dan $00^{\circ} 49' 14''$ N dengan arah lintasan timur - barat. Penentuan arah lintasan tersebut berpotongan dengan arah singkapan batuan dengan tujuan untuk memudahkan interpretasi kondisi geologi di bawah permukaan.

Berikut adalah hasil pengukuran geolistrik pada 2 lintasan :

1. Lintasan 1

Data dari pengukuran geolistrik kemudian dilakukan pengolahan data sehingga diperoleh hasil berupa kurva *Vertical Electrical Sounding* (VES) (gambar 4). Hasil tersebut menunjukkan nilai resistivitas terendah yaitu $8.11 \Omega\text{m}$ dan nilai resistivitas tertinggi yaitu $236 \Omega\text{m}$. Penetrasi kedalaman yang dijangkau yaitu 25.4 m. Berdasarkan kurva *Vertical Electrical Sounding* (VES) pada gambar 4, kondisi geologi bawah permukaan diinterpretasikan terdiri dari 2 lapisan batuan penyusun (table 1) :

1. Lapisan 1 dengan nilai resistivitas $8.11 \Omega\text{m} - 12.5 \Omega\text{m}$ pada kedalaman $0 - 0.765$ m dengan ketebalan 0.765 m diinterpretasikan sebagai lapisan lanau pasir (top soil). Lapisan tersebut diperkirakan hasil pelapukan dari material produk vulkanik. Hasil tersebut diperkuat dengan kenampakan singkapan batuan pada lokasi penelitian. *Range* nilai resistivitas batu lanau yaitu $0 \Omega\text{m} - 60 \Omega\text{m}$ [9] [10]. Sejalan dengan hal tersebut, menurut [11] top soil berupa alluvial memiliki nilai resistivitas $9 \Omega\text{m} - 13.2 \Omega\text{m}$.
2. Lapisan 2 dengan tebal $24,635$ m pada kedalaman 0.765 m – 25.4 m memiliki nilai resistivitas $120 \Omega\text{m} - 236 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai lapisan batuan breksi vulkanik. Beberapa riset tentang interpretasi geolistrik menunjukkan hasil yang sama, menurut [12] nilai resistivitas batuan breksi vulkanik antara $75 \Omega\text{m} - 200 \Omega\text{m}$, hal yang sama juga dijelaskan oleh [7], bahwa nilai resistivitas batuan breksi vulkanik yaitu antara $85.6 \Omega\text{m} - 176 \Omega\text{m}$.



Gambar 4. Kurva *Vertical Electrical Sounding*

Tabel 1. Hasil pengukuran geolistrik lintasan 1

No	Litologi	Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)
1	Lanau Pasiran	8.11 – 11.25	0.765	0 – 0.765
2	Breksi Vulkanik	120 – 236	24.635	0.765 – 25.4

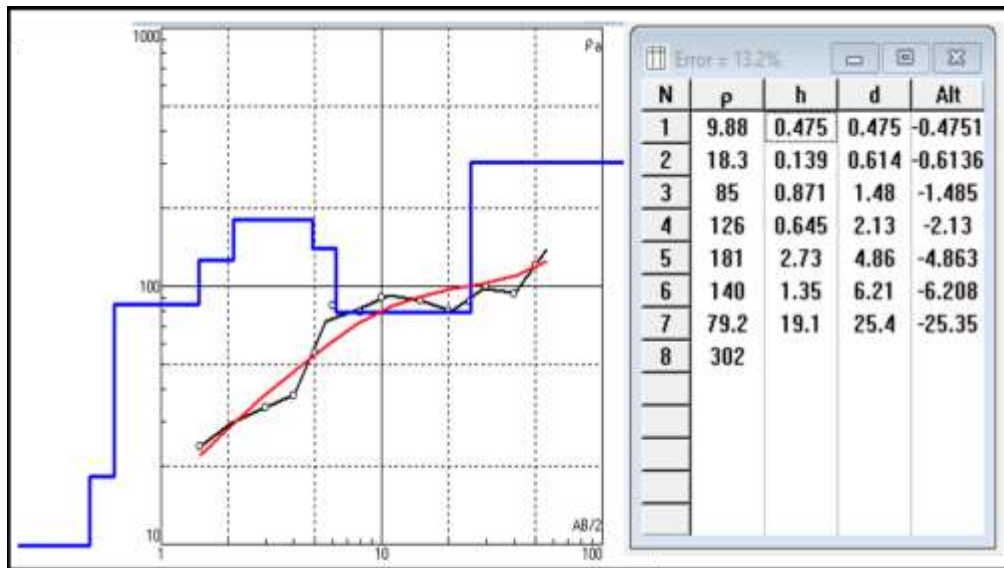
Hasil interpretasi profil bawah permukaan pada lintasan 1 dapat disimpulkan bahwa ketebalan potensi bahan galian berupa lapisan batuan breksi vulkanik yaitu 24,635 m.

2. Lintasan 2

Hasil pengukuran dan pengolahan data geolistrik diperoleh kurva *Vertical Electrical Sounding* (VES) (gambar 5) dengan nilai resistivitas terendah yaitu 9.88 Ωm dan nilai resistivitas tertinggi yaitu 302 Ωm . Jangkauan kedalaman yaitu 25.4 m. Berdasarkan kurva *Vertical Electrical Sounding* (VES) pada gambar 5, kondisi geologi bawah permukaan diinterpretasikan terdiri dari 2 lapisan batuan penyusun (tabel 2) :

1. Lapisan 1 memiliki nilai resistivitas antara 9.88 Ωm – 18.3 Ωm dengan ketebalan 0.614 m berada pada kedalaman 0 – 0.614 m diinterpretasikan sebagai lapisan lanau pasiran (top soil). Lapisan tersebut merupakan hasil pelapukan atau rombakan dari material produk vulkanik. Nilai resistivitas top soil atau material rombakan yaitu antara 8.12 Ωm – 20.6 Ωm [13]. Menurut Arsyad dkk. (2013) [14] material rombakan atau alluvium memiliki nilai resistivitas 0 Ωm – 50 Ωm .

2. Lapisan 2 pada kedalaman 0.614 m – 25.4 m dengan tebal 24,786 m memiliki nilai resistivitas 80 Ωm – 302 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan batuan breksi vulkanik. Hasil tersebut menunjukkan kesesuaian dengan hasil penelitian Amsah (2015) [15], nilai resistivitas batuan breksi vulkanik antara 4.52 Ωm – 200 Ωm .



Gambar 5. Kurva *Vertical Electrical Sounding*

Tabel 2. Hasil pengukuran geolistrik lintasan 2

No	Litologi	Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)
1	Lanau Pasiran	9.88 – 18.3	0.614	0 – 0.614
2	Breksi Vulkanik	80 – 302	24.786	0.614 – 25.4

Hasil interpretasi profil bawah permukaan dari pengukuran geolistrik pada lintasan 2 dapat disimpulkan bahwa ketebalan potensi bahan galian berupa lapisan batuan breksi vulkanik yaitu 24,786 m.

Hasil analisis dan interpretasi data resistivitas pada lintasan 1 dan 2, secara umum memperlihatkan adanya kesamaan baik itu jenis lapisan, ketebalan dan batas lapisan batuan. Hal tersebut dikarenakan jarak antara lintasan 1 dan lintasan 2 yang begitu dekat yaitu 50 m. Adanya kesamaan hasil tersebut mengindikasikan bahwa kualitas data tersebut memiliki akurasi yang tinggi. Berdasarkan hasil interpretasi dari kedua lintasan dapat disimpulkan bahwa ketebalan rata-rata potensi bahan galian berupa lapisan batuan breksi vulkanik yaitu 24,7105 m.

3.4 Potensi Bahan Galian

Untuk mengidentifikasi potensi bahan galian secara akurat dapat dilakukan dengan beberapa metode penyelidikan, penyelidikan geofisika dan pemboran [16]. Hasil interpretasi dan analisis kondisi geologi daerah penelitian, pemboran dengan *hand auger* dan data geolistrik secara umum memperlihatkan adanya kesesuaian. Lapisan yang tersingkap di lokasi penelitian (gambar 1) berupa breksi vulkanik dengan ketebalan 5.8 m terkonfirmasi adanya kesesuaian dengan hasil interpretasi data geolistrik, dimana hasil interpretasi geolistrik menunjukkan bahwa secara vertikal lapisan batuan hingga kedalaman 5.8 berupa lapisan batuan breksi vulkanik, bahkan lapisan tersebut menerus secara vertikal hingga titik maksimum dari penetrasi kedalaman data geolistrik yaitu 25.4 m. Hasil pemboran dengan *hand auger* (gambar 3) menunjukkan bahwa dari permukaan hingga kedalaman 0.45 m merupakan top soil berupa lanau pasiran, hasil tersebut sedikit ada perbedaan dengan data geolistrik, diinterpretasikan bahwa lapisan pertama berupa batu lanau pasiran pada kedalaman 0 - 0.6895 m. Meskipun ada perbedaan tapi perbedaan tersebut tidak begitu signifikan.

Potensi bahan galian yang dimaksud pada penelitian ini yaitu batuan breksi vulkanik. Top soil berupa lanau pasiran tidak termasuk dalam perhitungan potensi bahan galian. Berdasarkan komparasi data - data tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi bahan galian berupa batuan breksi vulkanik memiliki ketebalan 24.7105 m.

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan interpretasi data pengamatan kondisi geologi, pemboran dan data geolistrik sehingga dapat disimpulkan bahwa ketebalan potensi bahan galian berupa batuan breksi vulkanik di Kelurahan Togafo, Kota Ternate yaitu 24.7105 m.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Khairun, terkhusus Fakultas Teknik karena sudah memberikan dukungan dalam proses pelaksanaan penelitian ini. Kepada seluruh rekan yang terlibat dalam penelitian ini kami juga ucapkan terima kasih. Karya ini kami persembahkan kepada ketua tim yang mendahului kami menuju alam yang berbeda. Semoga amal ibadah almarhum diterima disisi Allah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Santoso, A.B. & Sidiq, H. (2017). Perhitungan Sumberdaya Batuan Breksi Andesit Berdasarkan Ukuran Fragmen dengan Menggunakan Metode Geolistrik (Studi Kasus Lahan 52 Ha, Desa Mekarsari, Kecamatan Merak, Kabupaten Cilegon, Provinsi Banten). *Kurvatek*. 2(1), 2477-7870. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v2i1.526>

- [2] Pratomo, I.C., Sulaeman dkk. (2011). *Gunung Gamalama, Ternate, Maluku Utara: Dinamika Erupsi dan Potensi Ancaman Bahayanya dalam Ekologi Ternate*. hal 1-13, Ibnu Maryanto dan Hari Sutrisno (Editor). – Jakarta: LIPI Press, 2011.
- [3] 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 Geoelebes*. 4(2), 2579-5546. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v4i2.11324>
- [4] Massinai, M.A., Bundang, S., Massinai, M.F.I. dan Hidayat, W. (2019). Tipologi Sistem Akuifer Gununggapi. *Jurnal Geomine*. 7(2), 2541-2116. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.346>
- [5] Dobrin, B.M. and Savit, C.H. (1988). *Introduction to Geophysical Prospecting, 4th ed.* New York: McGraw Hill Book Company.
- [6] Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics 2 nd ed.* Cambridg.
- [7] Bundang, S., Massinai, M.F.I., Firman dan Hidayat, W. (2022). Analisis Profil Bawah Permukaan untuk Identifikasi Lapisan Pembawa Air. *Jurnal Geoelebes*. 6(2), pp.194-202. DOI: 10.20956/geoelebes.v6i2.21911
- [8] Bronto, S., Hadisantono, R. D., & Lockwood, J. P. (1982). *Peta Geologi Gununggapi Gamalama, Ternate, Maluku Utara*. Direktorat Vulkanologi.
- [9] Mohamad, F., Mardiana, U., Yuniardi, Y., & Alfadli, M.K. (2017). Geometri Akuifer Berdasarkan Data Geolistrik dan Sumur Pemboran di Daerah Jasinga, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution Geology*, 15(3), 223-232, 1693 – 4873.
- [10] J.W. Sihotang, D.B.T. Munte, R.Osvaldus, N. Priono & F. Mohamad. (2018). Aquifer Area Investigation Using Resistivity Method in Cikopomayak, West Java, Indonesia, *Jurnal Geofisika*, 16(03), 19-23, 085-4352. <http://dx.doi.org/10.36435/jgf.v16i3.375>
- [11] Husain, J.R. & Sultan. (2012). Analisis Cutting Bor dan Nilai Resistiviy Batuan untuk Penentuan Letak Pipa Saringan Pada Sumur Bor di Daerah Kampus Unhas Tamalanrea Kota Makassar, *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik*, 6, 1-12.
- [12] Sedana, D., As'ari & Tanauma, A. (2015). Pemetaan Akuifer Air tanah di Jalan Ringroad, Kelurahan Malendeng dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal Ilmiah Sains*.15 (2), 2540-9840. <https://doi.org/10.35799/jis.15.1.2015.6778>
- [13] Wijaya, A. & Kusmiran, A. (2021). Identifikasi Jenis Akuifer Air Tanah Menggunakan *Vertical Electrical Sounding* Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 8(1), 2302-1497. <https://doi.org/10.24252/jft.v8i1.21210>
- [14] Arsyad, A., Hamid, W., Yusmin, A., Samang, L. & Angi, R. (2013). Studi Kestabilan Lereng Pada Jalan Poros Majene-Mamuju Dengan Integrasi Interpretasi Data Geolistrik dan Geoteknik Spt-Borehole, *Kolokium Jalan dan Jembatan 2013, II* (7), 1-9.

- [15] Amsah, L.M.Y. 2016. *Investigasi Bawah Permukaan Untuk Rekonstruksi Batuan Gunungapi Pare-pare di Daerah Datae Berdasarkan Nilai Resistivitas*. Tesis, Universitas Hasanuddin.
- [16] Wardhanu, D.R.K. (2021). *Estimasi Sumberdaya Batu Pasir dan Breksi dengan Metode Cross Section dan Contour di PT TBK Engineering Desa Limpung Kec.Gringsing Kab. Jawa Tengah*. Teknik Pertambangan. Universitas Pembangunan Nasional: Yogyakarta.