

IDENTIFIKASI PERSEBARAN BATUAN ANDESIT SEBAGAI BAHAN UTAMA AGREGAT MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK *PROFILING* KONFIGURASI *WENNER-ALPHA*

Dimas Setiawan¹, Risky Martin Antosia¹, Purwaditya Nugraha¹

¹Program Studi Teknik Geofisika, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera
e-mail : martin.antosia@tg.itera.ac.id

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi persebaran batuan andesit sebagai bahan utama agregat menggunakan metode geolistrik *profiling* dengan konfigurasi elektroda *Wenner-Alpha*. Lokasi penelitian dilakukan di Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan karena daerah tersebut memiliki potensi andesit yang melimpah secara geologi. Akuisisi data di daerah tersebut difokuskan pada daerah “andesit 01” dengan luas area sekitar 10.000 m² sebanyak 3 lintasan, masing-masing sepanjang 100 m dengan spasi elektroda 5 m. Kemudian, ada satu lintasan tambahan diletakkan pada singkapan di luar daerah tersebut. Lalu, terdapat juga sampel batuan tufa dan andesit yang dilakukan uji nilai resistivitas di laboratorium. Pengukuran singkapan dan sampel batuan dilakukan untuk mengonfirmasi batas nilai resistivitas pada penampang 2D. Berdasarkan profil resistivitas pada singkapan, andesit memiliki nilai resistivitas lebih dari 173,5 Ω m. Sedangkan, hasil pengujian sampel menunjukkan bahwa nilai resistivitas batu andesit sebesar kurang lebih 171 Ω m dan batu tufa sekitar 131 Ω m. Maka, hampir di seluruh area studi dipenuhi dengan batuan andesit dan menyebar ke segala arah walaupun ada sedikit sebaran batuan tufa ke arah selatan mulai kedalaman 8-10 m. Dengan demikian, potensi andesit tersebut layak diproduksi untuk keperluan domestik.

Kata Kunci: andesit; *profiling*; resistivity; *Wenner-Alpha*.

Abstract. *This research was conducted to identify the distribution of andesite rock as the primary aggregate material using the geoelectrical profiling method with Wenner Alpha electrode configuration. The research location was in Tarahan Village, Katibung District, South Lampung Regency because the area has geologically much andesite potential. Data acquisition in this area is focused on the “andesite 01” size with an area of approximately 10,000 m² consisting of 3 measurement lines, each 100 m long with an electrode spacing of 5 m. Then, one additional line is placed on the outcrop outside the area. Also, samples of tuff and andesite rocks were tested for resistivity values in the laboratory. The outcrop and rock samples were measured to confirm the resistivity value limit on the 2D section. Based on the resistivity profile on the outcrops, andesite has a resistivity value of more than 173.5 Ω m. Meanwhile, the sample testing results presented that the resistivity value of andesite was approximately 171 Ω m, and tuff was around 131 Ω m. Thus, almost the entire study area is filled with andesite and spreads in all directions, although some tuff rocks disperse southwards from a depth of 8-10 m. Therefore, the andesite is reasonable to produce for domestic needs.*

Keywords: andesite; *profiling*; resistivity; *Wenner Alpha*.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia selaras dengan rencana pembangunan nasional yang berkelanjutan, salah satunya adalah pembangunan jalan, khususnya di daerah Lampung. Pesatnya pembangunan infrastruktur tersebut telah meningkatkan permintaan bahan bangunan, berupa bahan galian, yaitu agregat. Infrastruktur jalan yang baik, kuat, dan tahan lama membutuhkan bahan agregat yang kuat pula. Salah satu bahan dasar agregat yang memiliki kekuatan dan durabilitas yang baik adalah andesit (Khosama, 2012).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2019-2021 menunjukkan bahwa volume produksi pertambangan bahan galian cenderung menurun (BPS, 2023). Untuk itu, perlu adanya usaha dalam meningkatkan produksi suatu bahan galian, khususnya andesit yang menjadi bahan dasar dalam pembangunan jalan. Untuk mengurangi biaya operasional dalam pembangunan infrastruktur tersebut di daerah Lampung, bahan utama andesit tersebut sebaiknya berada di sekitar Lampung juga. Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan dipilih karena berada pada formasi

Tarahan (Tpot), yang terdiri dari batuan tuf padu, breksi dengan sisipan rijang, dan breksi tufan yang memiliki sedikit lava andesit-basal, bagian dari lembar Tanjungkarang (Mangga *et al.*, 2010). Maka, kemungkinan besar daerah studi tersebut memiliki potensi andesit yang memadai.

Agar memastikan potensi tersebut sesuai harapan, perlu adanya pendekatan metode tidak langsung untuk mengecek keberadaan batu andesit, salah satunya menggunakan metode geolistrik *profiling*. Metode ini merupakan teknik resistivitas 2D yang umum digunakan dalam menganalisis lapisan air tanah (Antosia *et al.*, 2022; Antosia and Ramdan, 2023; Gemilang *et al.*, 2018; Minarto *et al.*, 2021; Padlilah *et al.*, 2021), mengidentifikasi bidang gelincir untuk zona rawan longsor (Simanjuntak and Cahyo, 2022; Souisa *et al.*, 2015; Taufiqurrohman *et al.*, 2017), mengeksplorasi mineral tambang (Arifin *et al.*, 2019; Azis *et al.*, 2019; Bahri *et al.*, 2021; Fernandes *et al.*, 2018; Yuniarto, 2020), dan tentunya dapat juga digunakan untuk investigasi sebaran batu andesit (Antosia *et al.*, 2021; Prastowo, 2018; Ratminah *et al.*, 2021; Simamora *et al.*, 2021; Wahyono *et al.*, 2020).

Dalam praktiknya, pengaplikasian metode ini berhubungan juga dengan susunan elektroda yang digunakan. Pada studi andesit, ada peneliti menggunakan konfigurasi *Wenner-Alpha* (Antosia *et al.*, 2021; Wahyono *et al.*, 2020), *Wenner-Schlumberger* (Ratminah *et al.*, 2021; Simamora *et al.*, 2021), dan *dipole-dipole* (Prastowo, 2018). Dikarenakan keterdapatannya batu andesit di daerah penelitian cukup berpotensi secara lateral, dibutuhkan informasi seberapa dalam keberadaan andesit tersebut. Untuk itu, konfigurasi *Wenner-Alpha* diaplikasikan karena memiliki resolusi vertikal dan respon sinyal potensial yang baik (Dahlin and Zhou, 2004; Loke, 2023).

Selain itu, metode resistivitas 1D dapat juga diaplikasikan untuk mendeteksi keberadaan batu andesit (Munaji *et al.*, 2013; Saputro, 2018). Namun pada studi ini, teknik 1D diaplikasikan hanya dalam skala laboratorium saja pada sampel batuan dari daerah penelitian, dengan cara menanam sampel tersebut pada kedalaman tertentu. Hal ini dilakukan untuk mengonfirmasi interpretasi dari metode geolistrik *profiling* di lokasi penelitian.

METODOLOGI

Metode geolistrik *profiling* adalah metode yang digunakan untuk menentukan sifat kelistrikan

batuan di dalam bumi secara 2D, lateral dan vertikal (Loke, 2023). Metode ini menggunakan susunan elektroda untuk mengukur nilai potensial yang didapatkan dari arus listrik yang dialirkan ke dalam bumi melalui elektroda arus (Dentith and Mudge, 2014; Reynolds, 2011). Dari nilai-nilai tersebut diperoleh nilai resistivitas pengamatan, yang disebut sebagai resistivitas semu (ρ_a) dengan menggunakan persamaan berikut,

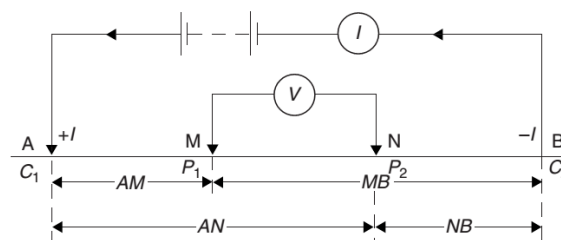
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dengan K , ΔV , dan I , secara berurutan adalah faktor geometri, beda potensial, dan arus listrik (semua satuan menggunakan sistem internasional).

Konfigurasi elektroda yang digunakan berkontribusi pada penentuan nilai geometri (K) pada persamaan (1). Berdasarkan Gambar 1, nilai geometri dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut,

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} \right) - \left(\frac{1}{MB} - \frac{1}{NB} \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

(satuan dalam sistem internasional).



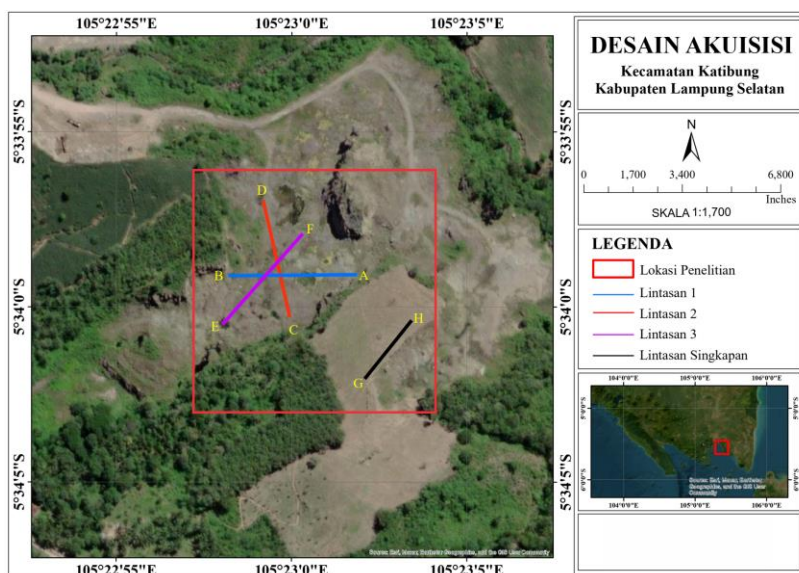
Gambar 1. Susunan elektroda secara umum (Reynolds, 2011)

Konfigurasi *Wenner-Alpha* berlaku jika antar elektroda memiliki jarak yang sama, misalnya " a ". Artinya, $AM = MN = NB = a$. Dengan demikian, persamaan (2) dapat disederhanakan menjadi,

$$K = 2\pi a \quad (3)$$

(satuan dalam sistem internasional).

Penelitian ini dilakukan pada suatu lokasi "andesit 01" dengan area $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ di Desa Tarahan, Kecamatan Katibung, Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Gambar 2 merupakan peta desain survei studi. Pengambilan data geolistrik 2D dilakukan sebanyak 3 lintasan dengan masing-masing panjangnya 100 m dan jarak antar elektroda sejauh 5 m (Lintasan 1-3). Lalu, ada 1 lintasan data geolistrik pada singkapan sepanjang 60 m dengan spasi elektroda yang sama (Lintasan Singkapan GH

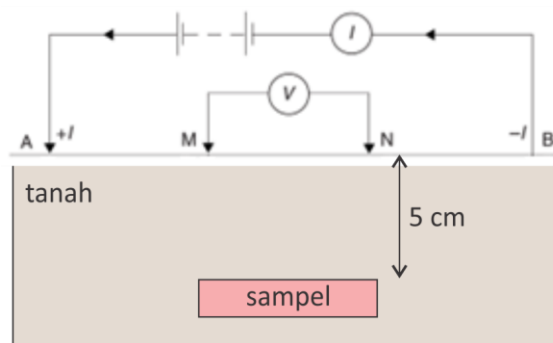


Gambar 2. Desain akuisisi data di lokasi penelitian

pada Gambar 2). Alat yang digunakan dalam pengambilan data ini adalah alat geolistrik manual, *Naniura NRD-300*. Selanjutnya, untuk pengolahan data tersebut mengacu kepada Antosia et al. (2021).

Kemudian, uji resistivitas pada sampel batuan dilakukan dengan menggunakan teknik geolistrik 1D seperti pada Saputro (2018). Namun, yang membedakan adalah skala pengukuran yang dilakukan di laboratorium dengan interval elektroda 2, 4, 5, 6, 8, dan 10 cm. Skema pengukurannya ditunjukkan pada Gambar 3 dan sampel batuan *in-situ* yang diperoleh ditanam pada kedalaman sekitar 5 cm dari permukaan tanah. Baik akuisisi data di lapangan maupun pengukuran pada sample batuan, konfigurasi elektroda yang digunakan tetap sama, yaitu *Wenner-Alpha*. Maka, pada teknik pengukuran sampel ini, panjang $MN/2$ adalah setengah dari spasi elektroda, yaitu 1; 2; 2,5; 3; 4; dan 5 cm. Sedangkan panjang $AB/2$ -nya sama dengan 3 (tiga) kali panjang $MN/2$ atau dapat dituliskan pada persamaan berikut,

$$AB/2 = 3(MN/2) \quad (4)$$

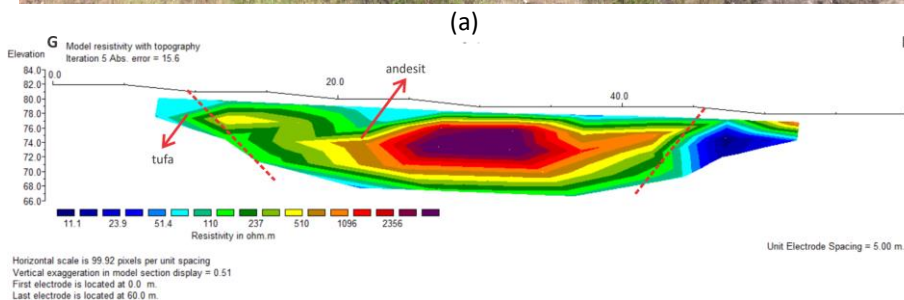


Gambar 3. Skema uji sampel batuan dengan teknik geolistrik 1D (adaptasi dan modifikasi dari Reynolds, 2011)

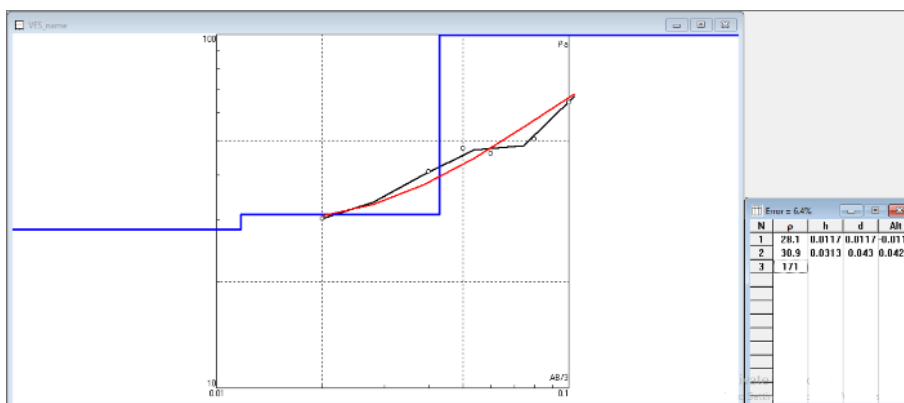
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada daerah singkapan, terdapat dua batuan utama, yaitu andesit dan tufa (Gambar 4(a)). Profil resistivitas (Gambar 4(b)) menunjukkan kemiripan dengan singkapan batuan di area studi. Dengan melihat profil 2D tersebut, batas resistivitas batuan andesit dan tufa berada antara nilai 110 Ω m dan 237 Ω m. Jika dirata-ratakan, kemungkinan besar andesit memiliki nilai resistivitas lebih dari 173,5 Ω m. Sedangkan di bawah nilai tersebut adalah tufa.

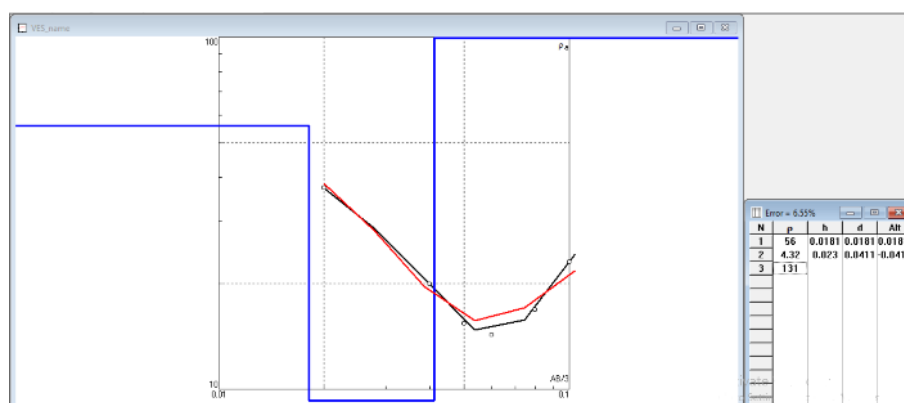
Kemudian, hasil pengukuran resistivitas 1D pada sampel batuan ditampilkan pada Gambar 5 (andesit) dan Gambar 6 (tufa), berupa hasil pengolahan data dalam bentuk kurva *sounding*. Hasil pengolahan ini baik untuk kedua sampel, ditandai



(b)
Gambar 4. Profil resistivitas pada singkapan



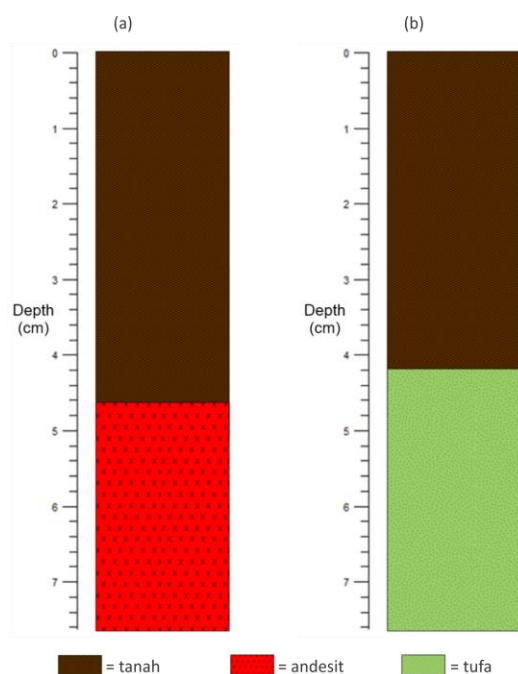
Gambar 5. Kurva sounding sampel batu andesit



Gambar 6. Kurva sounding sampel batu tufa

dengan error sekitar 6%. Pada kedua kurva sounding tersebut dihasilkan model resistivitas secara vertikal dengan error sekitar 6%. Pada kedua kurva sounding tersebut dihasilkan model resistivitas secara vertikal sebanyak 3 (tiga) lapisan. Berdasarkan nilai resistivitas dan kedalamannya, lapisan terakhir

merupakan target batuan, baik andesit (Gambar 5) maupun tufa (Gambar 6). 2 (dua) lapisan pertama adalah lapisan penutup dengan jenis yang sama, yaitu tanah. Perbedaan nilai resistivitasnya dikarenakan ada perbedaan kekompakan tanah pada saat menanam sampel batuan pada kedalaman yang telah ditentukan. Untuk mempermudah interpretasi, model resistivitas dari teknik 1D ini dibuat dalam bentuk *log* model batuan, yang ditunjukkan pada Gambar 7. Walaupun ada perbedaan identifikasi kedalaman sampel berdasarkan metode geolistrik 1D (yang seharusnya berada pada kedalaman sekitar 5 cm), hasil tersebut dapat dikatakan sesuai ekspektasi karena mampu mendeteksi target sampel batuan pada kedalaman lebih dari 4 cm. Dari hasil teknik 1D tersebut, batu andesit memiliki nilai resistivitas 171 Ωm dan batu tufa sebesar 131 Ωm (Tabel 1).



Gambar 7. *Log* model sampel batuan berdasarkan teknik geolistrik 1D, (a) batu andesit dan (b) batu tufa

Dengan demikian, hasil pengukuran sampel andesit sangat cocok dengan penampang resistivitas pada singkapan (dengan variansi sebesar 2 Ωm). Walaupun terdapat perbedaan pada nilai batu tufa, namun nilai uji sampelnya menunjukkan bahwa nilai resistivitas batu tufa lebih kecil dari pada batu andesit. Hal ini juga sebanding dengan profil resistivitas pada singkapan (resistivitas tufa lebih

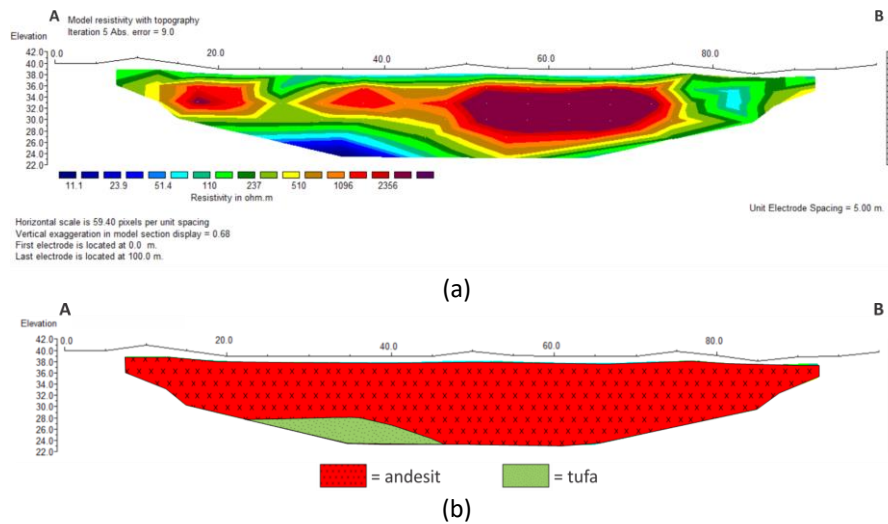
kecil dibandingkan dengan andesit). Karena yang menjadi fokus target studi adalah batu andesit, perbedaan nilai batu tufa tersebut tidak menjadi signifikan, sehingga penulis menyimpulkan bahwa nilai resistivitas di bawah 173,5 Ωm diasumsikan sebagai tufa.

Tabel 1 Hasil nilai uji resistivitas sampel batuan.

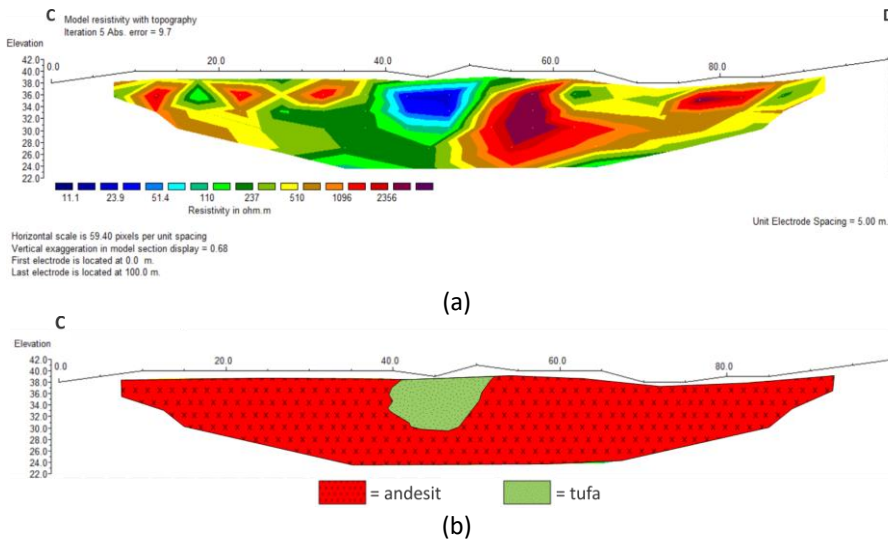
No.	Material	Resistivitas (Ωm)
1	Batu andesit	171
2	Batu tufa	131

Gambar 8(a)-10(a) merupakan profil resistivitas untuk masing-masing lintasan (Lintasan 1-3) sesuai dengan desain survei pada Gambar 2. Secara umum, hasil pengolahan data pada metode *profiling* cukup baik dengan *error* di bawah 10%. Resistivitas tinggi (di atas 173,5 Ωm – mengacu pada interpretasi Lintasan Singkapan) mendominasi di semua lintasan pengukuran dibandingkan dengan resistivitas rendah, yang kelihatannya tidak tersebar merata walaupun ada di setiap profil lintasan. Dengan mengacu kembali pada interpretasi Lintasan Singkapan, bentuk penampang geologi dibuat agar penyebaran batu andesit tervisualisasikan dengan jelas, ditunjukkan pada Gambar 8(b)-10(b).

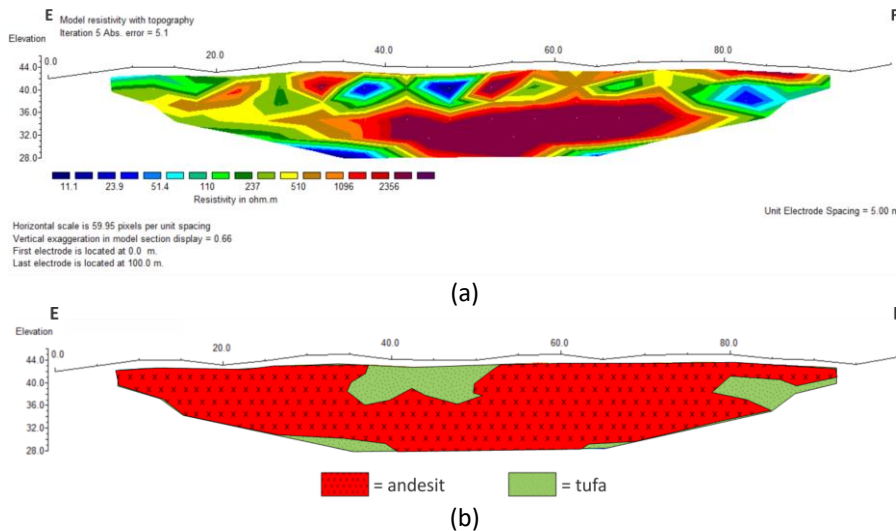
Berdasarkan estimasi bentuk penampang geologi, keberadaan tufa di daerah penelitian bersifat minor. Tufa berada di tengah-tengah Lintasan 2 dan 3, mulai dari dekat dengan permukaan dengan radius sekitar 20-30 m hingga kedalaman 6-8 m. Lalu, ada juga keberadaannya mulai pada kedalaman 8-10 m pada arah "A" Lintasan 1 dan arah "E" Lintasan 3. Dengan melihat kembali peta pengukuran pada Gambar 2, tufa juga menyebar mengarah pada ujung "G" Lintasan Singkapan. Jika digabungkan antara Lintasan 1, 3 dan Singkapan; tufa menyebar ke arah selatan. Sedangkan untuk batu andesit, penyebarannya ke segala arah dan menjadi batuan dominan di daerah penelitian. Maka, andesit tersebut layak diproduksi untuk keperluan domestik, khususnya untuk menyuplai pada proses pembangunan di provinsi Lampung. Secara sepintas, ada kemungkinan keberadaan andesit semakin tersebar ke arah utara dan barat (perlu dikonfirmasi dengan penggunaan metode yang sama pada tahapan studi lanjutan).



Gambar 8. Lintasan 1, (a) profil resistivitas dan (b) model penampang geologi



Gambar 9. Lintasan 2, (a) profil resistivitas dan (b) model penampang geologi



Gambar 10. Lintasan 3, (a) profil resistivitas dan (b) model penampang geologi

KESIMPULAN

Studi yang telah dilakukan di daerah Tarahan, Kecamatan Katibung, Lampung Selatan, Provinsi Lampung mendelineasi adanya dominasi persebaran batu andesit yang layak untuk diproduksi walaupun adanya keberadaan batuan tufa yang kemungkinannya menyebar ke arah selatan. Berdasarkan metode geolistrik *profiling*, andesit memiliki nilai resistivitas lebih dari 173,5 Ω m. Nilai ini juga dikonfirmasi dengan menggunakan teknik geolistrik 1D dalam skala laboratorium yang menghasilkan nilai resistivitas andesit sebesar 171 Ω m. Oleh karena itu, metode 2D ini cukup efektif digunakan dalam menginvestigasi batuan andesit.

Walaupun ada perkiraan penyebaran andesit ke arah utara dan barat, perlu dilakukan studi lanjutan dengan metode yang sama agar proses produksi material tersebut lebih terarah. Kemudian, perlu juga adanya studi geomekanika untuk mengidentifikasi tingkat kekuatan andesit di area tersebut, sehingga layak digunakan sebagai bahan agregat pada rencana pembangunan daerah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan izin lokasi untuk akuisisi data serta kepada rekan-rekan mahasiswa program studi Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sumatera yang telah membantu pengambilan data di Lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antosia, R.M., Mustika, Putri, I.A., Rasimeng, S. and Dinata, O. (2021), "Andesite prospect at West Sungkai of North Lampung: Its distribution based on electrical resistivity tomography", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 882, pp. 1–8, doi: 10.1088/1755-1315/882/1/012086.
- Antosia, R.M., Putri, I.A., Pesma, R.A., Erlangga, M.P. and Ekawati, G.M. (2022), "Pemanfaatan Metode Geolistrik 2 Dimensi dalam Mengidentifikasi Kemenerusan Lapisan Air Tanah di Dusun IID, Desa Jatimulyo, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan", *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, Vol. 2 No. 2, pp. 753–762, doi: 10.54082/jamsi.324.
- Antosia, R.M. and Ramdan, M. (2023), "A Combined Method of 1D and 2D Resistivity for Groundwater Layer Estimation at a Farming Area in Rejomulyo Village", *SPEKTRA: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, Vol. 8 No. 1, pp. 43–54, doi: 10.21009/SPEKTRA.
- Arifin, M.H., Kayode, J.S., Izwan, M.K., Zaid, H.A.H. and Hussin, H. (2019), "Data for the potential gold mineralization mapping with the applications of Electrical Resistivity Imaging and Induced Polarization geophysical surveys", *Data in Brief*, Elsevier Inc., Vol. 22, pp. 830–835, doi: 10.1016/j.dib.2018.12.086.
- Azis, A., Zamhuri, M.A., Rais, M.I., Syamsuddin, Aswad, S., Patiung, O. and Sudianto, Y. (2019), "Identify the Distribution of Galena using Induced Polarization and Resistivity Methods in central of Lombok, West Nusa Tenggara", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 279, Institute of Physics Publishing, doi: 10.1088/1755-1315/279/1/012046.
- Bahri, A.S., Hilyah, A. and Putra, A.N.D. (2021), "Pengoptimalan Dugaan Mineral Mangan (Mn) dengan Korelasi Metode Resistivitas 2D dan Polarisasi Terinduksi 2D di Lapangan Sekitar Oemanu, Kabupaten Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur", *Jurnal Geosaintek*, Vol. 7 No. 3, pp. 103–110, doi: 10.12962/j25023659.v7i3.8782.
- BPS. (2023), "Volume Produksi Pertambangan Bahan Galian (M3), 2019-2021", *Badan Pusat Statistik*, available at: <https://www.bps.go.id/indicator/10/510/1/volume-produksi-pertambangan-bahan-galian.html>.
- Dahlin, T. and Zhou, B. (2004), "A numerical comparison of 2D resistivity imaging with 10 electrode arrays", *Geophysical Prospecting*, Vol. 52 No. 5, pp. 379–398, doi: 10.1111/j.1365-2478.2004.00423.x.
- Dentith, M. and Mudge, S. (2014), *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Fernandes, S., Santos, D., Moreira, C.A., Gomes Rosa, F.T., Borsatto, K. and Aparecida Da Silva, M. (2018), "Goelectric Prospection of Copper Occurrence in Folded Structures in the Sul-Riograndense Shield (Brazil)", *Revista Brasileira de Geofísica*, Vol. 36 No. 3, pp. 245–254.
- Gemilang, W.A., Kusumah, G. and Rahmawan, G.A. (2018), "Potensi Air Tanah di Bagian Beach Ridge Daerah Labuhan Bajau dan Seitarnya, Kabupaten Simeuleu Berdasarkan Analisis Pengukuran Geolistrik", *Jurnal Geosaintek*, Vol. 4 No. 1, pp. 7–14, doi: 10.12962/j25023659.v4i1.3738.

- Khosama, L.K. (2012), "Kuat Tekan Beton Beragregat Kasar Batuan Tuft Merah, Batuan Tuft Putih dan Batuan Andesit", *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, Vol. 2 No. 1.
- Loke, M.H. (2023), *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*.
- Mangga, S.A., Amirudin, Suwarti, T., Gafoer, S. and Sidarto. (2010), *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera*, Edisi Kedua., Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Minarto, E., Christy, N.N. and Ruchimat, A. (2021), "Identification of Groundwater Potential Using Wenner Configuration 2D Resistivity Method (Kupang, Nusa Tenggara Timur)", *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1805, p. 012034, doi: 10.1088/1742-6596/1805/1/012034.
- Munaji, Imam, S. and Lutfinur, I. (2013), "Penentuan Tahanan Jenis Batuan Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Desa Polosiri)", *Jurnal Fisika Unnes*, Vol. 3 No. 2.
- Padlilah, M., Bahri, A.S., Widodo, A., Hilyah, A., Purwanto, S., Hardyani, P.V. and Salim, C. (2021), "Identifikasi Sungai Bawah Permukaan pada Data Resistivitas 2D Konfigurasi Dipole-dipole di Desa Gedompol, Kabupaten Pacitan", *Jurnal Geosaintek*, Vol. 7 No. 3, pp. 125–134, doi: 10.12962/j25023659.v7i3.10950.
- Prastowo, R. (2018), "Pemodelan 2D Resistivitas Batuan Andesit Daerah Gunung Kukusan Kulon Progo", *KURVATEK*, Vol. 2 No. 2, doi: 10.33579/krvtk.v2i2.565.
- Ratminah, W.D., Winda, Suharyadi, H., Firmansyah, I. and Pambayu, A.K. (2021), "Andesite commodity estimation using 2D resistivity geoelectric analysis with Schlumberger method LN Kaliglagah village, Loano district, purworejo", *AIP Conference Proceedings*, Vol. 2363, doi: 10.1063/5.0061298.
- Reynolds, J.M. (2011), *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, 2nd Edition., John Wiley & Sons, Ltd., Chichester.
- Saputro, H. (2018), "Penyebaran Batuan Andesit Dengan Metode Geolistrik di Desa Laksanamekar Bandung", *KURVATEK*, Vol. 2 No. 1, doi: 10.33579/krvtk.v2i1.418.
- Simamora, S.T., Wahyono, S.C. and Siregar, S.S. (2021), "Identifikasi Batuan Andesit Menggunakan Metode Geolistrik 2D di Daerah Pengaron, Kalimantan Selatan", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 9 No. 4, doi: 10.25077/jfu.9.4.487-494.2020.
- Simanjuntak, N.B.P. and Cahyo, B.T. (2022), "Penentuan Litologi dan Analisis Jenis Longsoran Berdasarkan Seismik Refraksi Tomografi serta Metode Geolistrik 2-Dimensi di Jalan Raya Suban Bandar Lampung", *Jurnal Pertambangan Dan Lingkungan*, Vol. 3 No. 2, pp. 1–9, doi: 10.31764/jpl.v3i2.12445.
- Souisa, M., Hendrajaya, L. and Handayani, G. (2015), "Pencitraan Resistivitas Bidang Longsor di Perbukitan Booi dan Erie Kota Ambon Menggunakan Konfigurasi Wenner-Schlumberger", *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, Vol. 16 No. 2, pp. 1–5.
- Taufiqurrohman, R., Nugraha, D.M. and Bahri, A.S. (2017), "Aplikasi Geolistrik 2D untuk Identifikasi Bidang Gelincir Studi Kasus Daerah Lereng Nglajo, Cepu", *Jurnal Geosaintek*, Vol. 3 No. 3, pp. 155–160, doi: 10.12962/j25023659.v3i3.3213.
- Wahyono, S.C., Atmadja, K.G. and Siregar, S.S. (2020), "Identification of Andesite Rock Based on the Resistivity Value in Satui Area, South Kalimantan", *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, Vol. 6 No. 3, doi: 10.23960/jge.v6i3.93.
- Yuniarto, A.H.P. (2020), "Metode Induced Polarization dan Resistivitas dalam Eksplorasi Emas di Blok 'CPY' Gunung Pongkor Kabupaten Bogor", *Jurnal Geosaintek*, Vol. 6 No. 3, pp. 117–126.