

Penentuan Potensi Cadangan Batu Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Koto Alam, Kabupaten Lima Puluh Kota

Mayola Fariza, Dwi Pujiastuti*

Laboratorium Fisika Bumi dan Atmosfer, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 09 November 2023

Direvisi: 24 Januari 2024

Diterima: 04 April 2024

Kata kunci:

Batu andesit

Elektrode

Koto Alam

Software

Keywords:

Andesite rock

Electrode

Koto Alam

Software

Penulis Korespondensi:

Dwi Pujiastuti

Email: dwipujiastuti@sci.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan potensi cadangan batu andesit di Koto Alam, Kabupaten Lima Puluh Kota menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dua dimensi konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pengukuran dilakukan pada 2 lintasan dengan bentangan 100 meter dan jarak antar elektroda 5 meter. Lintasan 1 terletak pada koordinat $0^{\circ}00'14.10''\text{LS}$ dan $100^{\circ}44'54.46''\text{BT}$ sampai $0^{\circ}00'12.90''\text{LS}$ dan $100^{\circ}44'56.41''\text{BT}$. Lintasan 2 terletak pada koordinat $0^{\circ}00'14.16''\text{LS}$ dan $100^{\circ}44'57.66''\text{BT}$ sampai $0^{\circ}00'13.02''\text{LS}$ dan $100^{\circ}44'59.47''\text{BT}$. Daerah penelitian ini merupakan daerah dengan kondisi geografis berlereng atau perbukitan dengan tinggi lereng adalah 13 m dan sudut kemiringan lereng 85° . Lintasan 1 berada pada ketinggian 293 mdpl dan Lintasan 2 berada pada ketinggian 300 mdpl. Data hasil pengukuran diolah dengan menggunakan software Res2Dinv. Berdasarkan hasil inversi disimpulkan bahwa di bawah permukaan teridentifikasi adanya lapisan batu andesit. Dari hasil penelitian diestimasikan pada Lintasan 1 terdapat cadangan batu andesit di kedalaman 1,25 sampai 19,8 meter dengan nilai tahanan jenis berkisar dari 890 sampai 2322 Ωm serta ketebalan 18 meter. Lintasan 2 lapisan batu andesit berada pada kedalaman 1,25 sampai 12,4 meter dengan nilai tahanan jenis berkisar dari 170 sampai 9249 Ωm serta ketebalan 11 meter.

Research has been conducted to determine the resistivity of andesite rock in Koto Alam, Lima Puluh Kota Regency, using the two-dimensional Wenner-Schlumberger geoelectric resistivity method. This research was carried out along two profiles with a length of 100 meters and an electrode spacing of 5 meters. Trajectory 1 is located at coordinates $0^{\circ}00'14.10''\text{S}$ and $100^{\circ}44'54.46''\text{E}$ to $0^{\circ}00'12.90''\text{S}$ and $100^{\circ}44'56.41''\text{E}$. Trajectory 2 is located at coordinates $0^{\circ}00'14.16''\text{S}$ and $100^{\circ}44'57.66''\text{E}$ to $0^{\circ}00'13.02''\text{S}$ and $100^{\circ}44'59.47''\text{E}$. The study area is a hilly or mountainous region with a slope height of 13 meters and a slope angle of 85° . Trajectory 1 is located at an elevation of 293 meters above sea level (masl), and trajectory 2 is at an elevation of 300 masl. Measurement data processing was done using Res2Dinv software. Based on the inversion results from the Res2Dinv software, it appears that the subsurface section of the research area is suspected to contain layers of andesite rock. The research estimates that along profile 1, there is andesite rock at depths ranging from 1.25 to 19.8 meters with resistivity values ranging from 890 to 2322 Ωm and a thickness of 18 meters. Along profile 2, the andesite rock layer is found at depths ranging from 1.25 to 12.4 meters with resistivity values ranging from 170 to 9249 Ωm and a thickness of 11 meters.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Batu andesit memiliki tekstur padat sehingga penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari banyak diminati masyarakat (Chaniago & Afdal, 2022). Salah satunya digunakan untuk pembangunan infrastruktur, seperti jembatan, jalan raya, irigasi, landasan terbang, pelabuhan, gedung-gedung, dan lain sebagainya. Batuan andesit yang digunakan untuk keperluan infrastruktur sudah berbentuk agregat/batu pecah dari pertambangan. Bahan tambang sejenis batu andesit ditemukan pada cekungan yang menjadi wadah pengendapan sedimen (Muzani, 2017). Batu andesit terbentuk ketika magma mengalir ke permukaan sebagai lava dan mendingin. Batu ini berasal dari batuan beku berbutir halus yang biasanya memiliki warna abu-abu terang hingga gelap. Batuan beku lava andesit bertekstur porfiritik dan memiliki struktur *sheeting joint*, masif, dan vesikuler serta memiliki komposisi mineral plagioklas dan piroksen. Komposisi mineral pembentuk batu andesit adalah granit dan basal (Soviaty, 2017).

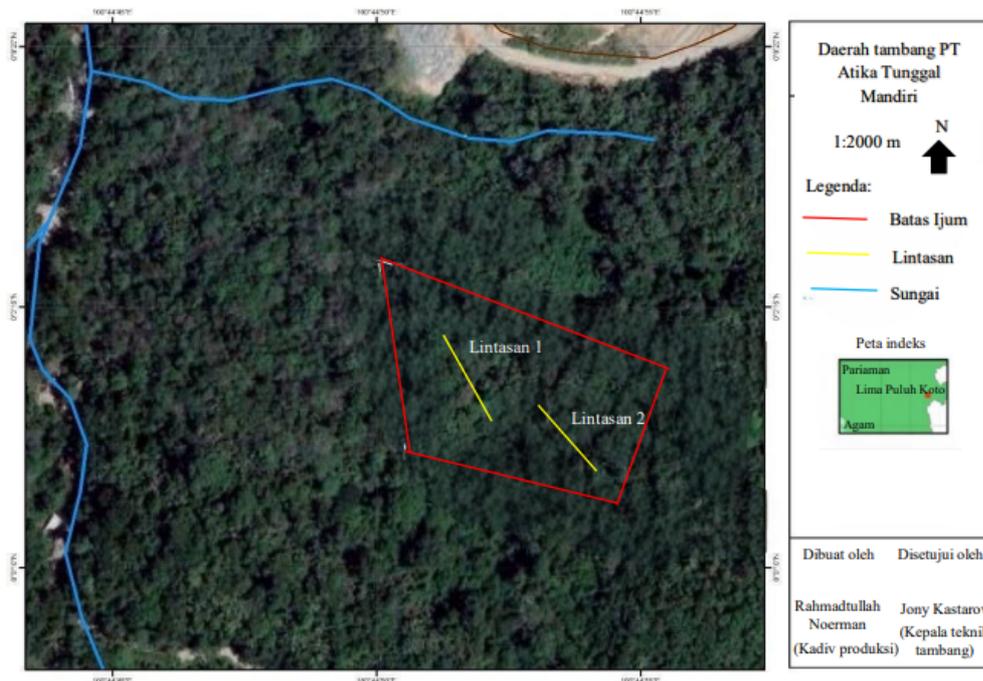
Pemetaan sebaran batu andesit dapat dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik. Metode geolistrik tahanan jenis adalah teknik geofisika yang memanfaatkan perbedaan resistivitas material bawah permukaan untuk menghasilkan gambaran struktur geologi (Telford dkk., 1990). Metode geolistrik dilakukan dengan menginjeksikan arus ke dalam tanah dengan elektroda. Berdasarkan hasil pengukuran arus dan potensial, dapat diperoleh variasi harga resistivitas listrik pada lapisan bawah permukaan. Metode Wenner-Schlumberger dapat mendeteksi lapisan bawah permukaan secara vertikal dan horizontal. Sehingga bisa mengetahui lapisan bawah tanah untuk ke samping serta *sounding*/kedalamannya (Munaji dkk., 2013). Untuk di beberapa wilayah Indonesia batu andesit memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Penelitian di Bukit Bedinding, Desa Sungai Toman, Kabupaten Sambas ditemukan batu andesit pada nilai resistivitas 1.329 sampai 7.669 Ωm (Prasetyo dkk., 2022). Selain itu, penelitian di Purbalingga sepanjang 195 meter diperoleh batu andesit dengan nilai resistivitas $>4.000 \Omega\text{m}$ (Akhsanullah & Sehad, 2022). Di daerah Pengaron juga telah dilakukan penelitian batu andesit, yang memaparkan hasil bahwa batu andesit memiliki nilai resistivitas 382 sampai 1.000 Ωm pada kedalaman 10 sampai 77 m dan ketebalan 10 sampai 55 m (Simamora dkk., 2021). Dengan metode yang sama yaitu metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger di Loli, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah diperoleh nilai resistivitas batuan andesit didapatkan sebesar 300 sampai 600 Ωm (Jayadi dkk., 2020).

Salah satu daerah dengan potensi batu andesit berada di Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. Menurut (Nata, 2019) sumber daya batu andesit di daerah tersebut mencapai 11.826.129,6 ton ($\rho = 2,7 \text{ ton/m}^3$). PT Atika Tunggal Mandiri merupakan salah satu perusahaan pertambangan batu andesit di Koto Alam, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Luas Izin Usaha Produksi dari PT Atika Tunggal Mandiri adalah $\pm 100 \text{ Ha}$ dengan kapasitas produksi $2,5 \text{ ton/m}^3$. Dari seluruh luas wilayah penambangan batu andesit yang dikelola PT Atika Tunggal Mandiri hanya sekitar 5% yang telah digarap. Pada tahun 2019 telah dilakukan penelitian untuk menentukan sumber daya batu andesit khususnya di kawasan tambang PT Atika Tunggal Mandiri yang berlokasi di Koto Alam Kabupaten Lima Puluh Kota. Dari hasil penelitian disebutkan bahwa di daerah tersebut terdapat andesit sebesar 756.171,84 ton dan sebesar 835.299,018 ton (Arini, 2019). Daerah penambangan memiliki penampakan alam berupa perbukitan berbentuk kerucut, pada dinding bukit inilah dapat dilihat singkapan batu andesit. Namun pemetaan potensi batuan andesit ini hanya dilakukan pada sebagian kawasan lahan tambang PT. Atika Tunggal Mandiri, sedangkan untuk wilayah lahan yang masih ditumbuhi pepohonan, pihak tambang tersebut belum memiliki gambaran lebih jauh. Berdasarkan uraian ini maka dipandang perlu dilakukan penelitian pemetaan potensi sebaran batu andesit di kawasan tambang tersebut menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger.

II. METODE

Teknik pelaksanaan penelitian meliputi studi literatur, survei lokasi, pengambilan data, pengolahan data, interpretasi data dan pemodelan 2D. Daerah penelitian terletak di hutan yang rimbun dan belum pernah dilakukan pemetaan potensi batu andesit sebelumnya. Pengambilan data dilakukan di Koto Alam, Kabupaten Lima Puluh Kota tepatnya di PT Atika Tunggal Mandiri seperti Gambar 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *resistivitymeter* yang digunakan untuk mengukur tahanan jenis batuan, dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial, palu untuk

menancapkan elektroda pada tanah, empat gulung kabel untuk menghubungkan masing-masing elektroda ke *resistivitymeter*, *jumper* untuk menjepit kabel dan elektroda, dua buah akumulator 12 Volt sebagai sumber tegangan dan meteran digunakan untuk alat ukur jarak elektroda.



Gambar 1 Lintasan penelitian

Wilayah penambangan di PT Atika Tunggal Mandiri ini dibagi menjadi beberapa bagian, setiap daerahnya dipertanggungjawabkan oleh satu orang (Risky & Raimon Kopa, 2021). Daerah penambangan itu diberi nama sesuai dengan nama orang yang dipercaya untuk mengelola daerah penambangan tersebut. Pada penelitian kali ini, wilayah penambangannya dinamakan dengan wilayah tambang Ijum (Ijum adalah nama orang yang bertanggungjawab atas kawasan lokasi penelitian). Hasil dari survey awal di lokasi penelitian yaitu bahwa PT Atika Tunggal Mandiri melakukan penambangan pada bukit singkapan yang batu andesitnya sudah terlihat. Pada penelitian ini, akuisisi data geolistrik dilakukan sebanyak 2 lintasan sepanjang 100meter dan spasi elektroda 5 meter menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Lintasan 1 berada lebih rendah daripada Lintasan 2. Lintasan 1 mempunyai elevasi 293 meter, sedangkan Lintasan 2 mempunyai elevasi 300 meter. Total titik pengukurannya yaitu 180 titik, satu lintasan terdiri dari 90 titik pengukuran. Daerah ini dipilih karena masih berupa hutan rimba dan belum ada pemetaan potensi batu andesitnya. Langkah-langkah dalam pengambilan data adalah membentangkan meteran sejauh 100 meter, menancapkan elektroda dan menginjeksikan arus. Letak elektroda disesuaikan dengan jarak elektroda yang telah ditentukan. Langkah ini diulangi untuk seluruh titik.

Tahap pengolahan data diawali dengan penghitungan besar arus dan beda potensial rata-rata dari hasil pengukuran, faktor geometri konfigurasi Wenner-Schlumberger ditentukan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$K = \pi n(n+1)a \quad (1)$$

dengan n adalah pengulangan untuk titik yang diukur dan a adalah jarak antara elektroda. Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai tahanan jenis semu (*apparent resistivity*) dengan menggunakan Persamaan 2.

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

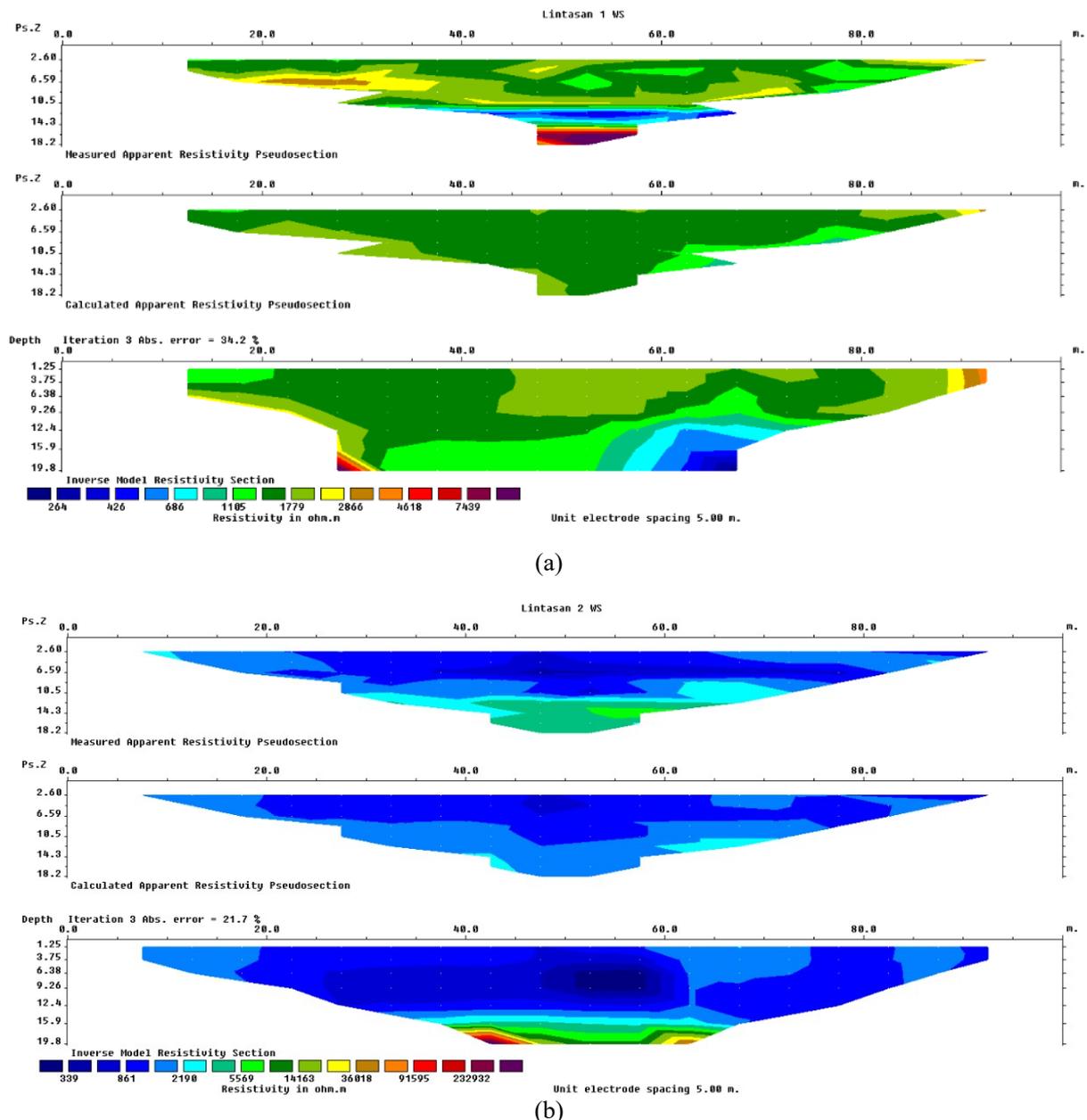
dimana ρ adalah nilai resistivitas semu, ΔV adalah nilai beda potensial, K adalah faktor geometri dan I adalah nilai arus listrik. Selanjutnya dilakukan inversi dengan menggunakan *software* Res2dinv

yang akan menghasilkan gambar penampang dua dimensi dari bagian bawah permukaan tanah. Setelah hasil inversinya terlihat, kemudian dilakukan interpretasi gambar penampang tersebut.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Identifikasi Jenis Batuan

Penampang 2D hasil inversi menampilkan ragam warna berdasarkan nilai resistivitas batuan dari dua lintasan. Perbedaan warna yang berarti perbedaan nilai resistivitas, menggambarkan bahwa lapisan bawah permukaan tanah memiliki jenis batuan yang berbeda beda. Penampang 2D hasil inversi lapisan di bawah Lintasan 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 2a dan Gambar 2b.



Gambar 2 (a) Hasil inversi Lintasan 1 (b) Hasil inversi Lintasan 2

Pada Lintasan 1 terdapat tiga lapisan batuan yang ditunjukkan oleh Gambar 2 (a). Lapisan bagian bawah pertama (hijau tua-hijau muda) dengan resistivitas 896 sampai 2322 Ω m. Lapisan bagian bawah kedua (biru tua-biru muda) dengan nilai resistivitas 100 sampai 895 Ω m dan lapisan bagian bawah ketiga (kuning-ungu tua) dengan nilai resistivitas 2323 sampai 10.000 Ω m.

Penampang hasil inversi di Lintasan 2 seperti yang terlihat pada Gambar 2 (b) menunjukkan bahwa lapisan bagian bawah pertama (biru tua-biru muda), dengan resistivitas 170 sampai 9249 Ωm . Lapisan bagian bawah kedua (hijau tua-hijau muda) dengan nilai resistivitas 9250 sampai 74.747 Ωm dan lapisan bagian bawah ketiga (kuning-ungu tua) dengan resistivitas 74.743 sampai 893.623 Ωm . Kemungkinan jenis batuan berdasarkan nilai resistivitasnya untuk tiap lintasan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Identifikasi jenis batuan untuk Lintasan 1

Kedalaman	Skala Warna	Nilai tahanan jenis (Ωm)	Kemungkinan jenis batuan/material
1.		170 – 895	Pasir, alluvium, kerikil, andesit, gamping
2.		896– 2322	Pasir, alluvium, kerikil, andesit, basalt, gamping, kwarsa, kerikil kering
3.		2323 – 10.000	Andesit, basalt, gamping, kwarsa, kerikil kering

Tabel 2 Identifikasi jenis batuan untuk Lintasan 2

Kedalaman	Skala Warna	Nilai tahanan jenis (Ωm)	Kemungkinan Jenis batuan/material
1.		170 – 9249	Pasir, alluvium, andesit, basalt, gamping, keril kering
2.		9250 – 74.742	Andesit, basalt, gamping, kwarsa, kerikil kering
3.		74.743– 893.623	Andesit, basalt, kwarsa

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 terlihat bahwa setiap lapisan mempunyai cadangan batu andesit. Pada Tabel 1 terlihat bahwa Lintasan 1 terdiri dari tiga lapisan batuan. Untuk lapisan pertama kemungkinan ada 4 jenis batuan yaitu pasir, alluvium, kerikil, andesit dan gamping. Lokasi penelitian ini berada di sekitar wilayah penambangan PT Atika Tunggal Mandiri. Penambangan tersebut berasal dari batu andesit yang berupa singkapan. Selain itu, berdasarkan Peta Geologi Lembar Pekanbaru daerah Koto Alam termasuk ke dalam formasi gunung api Koto Alam (lava menengah-basa, aglomerat dan lahar). Batu andesit itu sendiri terbentuk dari aliran lava (Putri & Heriyadi, 2020). Oleh karena itu, untuk lapisan pertama ini diprediksi merupakan lapisan batu andesit. Lapisan kedua diprediksi ada 8 jenis batuan yang terdiri atas pasir, alluvium, kerikil, andesit, basalt, gamping, kwarsa dan kerikil kering. Selain penambangan batu andesit, ketika dilakukan survei lokasi penelitian ke arah hilir juga terdapat penambangan batu gamping yang berjarak ± 8 km dari lokasi penelitian. Batu gamping yang ditambang merupakan singkapan. Dari hal tersebut disimpulkan lapisan kedua diperkirakan sebagai batu gamping. Selanjutnya yaitu lapisan ketiga kemungkinannya terdiri dari 5 batuan yaitu andesit, basalt, gamping, kwarsa dan kerikil kering. Lapisan ketiga ini diprediksi adalah batu basalt karena batu basalt memiliki nilai resistivitas 200 sampai 100.000 Ωm sedangkan batu gamping memiliki nilai resistivitas 500 sampai 10.000 Ωm (Telford dkk, 1990). Batu basalt terbentuk di bawah permukaan bumi atau di dasar laut sehingga berada jauh lebih dalam dibanding batuan lainnya.

Selanjutnya pada Tabel 2 terlihat bahwa Lintasan 2 memiliki tiga lapisan batuan. Lapisan pertama diidentifikasi sebagai pasir, alluvium, andesit, basalt, gamping dan keril kering. Lapisan kedua yaitu andesit, basalt, gamping, kwarsa dan kerikil kering. Lapisan ketiga diidentifikasi merupakan andesit, basalt dan kwarsa. Lintasan 1 dan Lintasan 2 mempunyai lokasi yang berdekatan dengan jarak pemisah ± 100 meter. Selain itu, Lintasan 1 dan Lintasan 2 ini berada pada 1 bukit yang sama. Oleh karena itu, keduanya diperkirakan memiliki litologi bawah permukaan yang serupa. Untuk lapisan pertama diprediksi merupakan batu andesit, lapisan kedua adalah batu gamping dan lapisan ketiga adalah batu basalt.

3.2 Penentuan Kedalaman dan Ketebalan Batu Andesit

3.2.1 Lintasan 1

Hasil inversi berupa penampang 2D lapisan batuan dapat dilihat pada Gambar 2 (a). Gambar pertama merupakan hasil pengukuran resistivitas semu lapangan, gambar kedua merupakan penampang hasil perhitungan resistivitas dari Persamaan 2 dan gambar ketiga merupakan penampang hasil inversi (Habibie & Prabowo, 2020). Sebaran resistivitas bawah permukaan di Lintasan 1 terlihat dari bentang 0 sampai 100 meter secara horizontal. Sedangkan secara vertikal pada kedalaman 1,25 sampai 19,8 meter dengan nilai resistivitas pada interval 170 sampai 10.000 Ωm , dengan RMS (*Root Mean Square*) errornya 34,2%.

Lapisan pertama diperkirakan merupakan batu andesit yang terletak pada kedalaman 1,25 sampai 19,8 meter. Pada Lintasan 1 ketebalan batu andesit yaitu sekitar 18 meter. Berdasarkan Gambar 2a disimpulkan bahwa untuk Lintasan 1 hampir disepanjang lintasan mengandung batu andesit. Lapisan kedua diprediksi adalah batu gamping dan lapisan ketiga merupakan basal. Lapisan batu gamping dan basalt ini diprediksi berada pada kedalaman 12,4 sampai 19,8 meter dan hanya terdapat di awal dan akhir lintasan saja.

3.2.2 Lintasan 2

Sebaran resistivitas bawah permukaan pada Lintasan 2 terlihat dari bentang 0 sampai 100 meter secara horizontal sedangkan secara vertikal pada kedalaman 1,25 sampai 19,8 meter pada interval resistivitas 170 sampai 893.623 Ωm , dengan RMS errornya 24,6%. Berdasarkan Gambar 2 (b) diperkirakan bahwa lapisan pertama merupakan batu andesit yang berada pada kedalaman 1,25 sampai 12,4 meter dengan ketebalan 11 meter. Lapisan kedua merupakan batu gamping pada kedalaman 12,4 sampai 15,9 meter dengan ketebalan 3 meter dan lapisan ketiga merupakan batu basalt pada kedalaman 15,9 sampai 19,8 meter dengan ketebalan 3 meter.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian yang terletak di area penambangan PT Atika Tunggal Mandiri, Koto Alam, Kabupaten Lima Puluh Kota ditemukan mempunyai struktur bawah permukaan daerah penelitian yang tersusun atas lapisan batuan andesit, batuan gamping dan batuan basalt. Dari pemodelan penampang 2D pendugaan lapisan batu andesit pada Lintasan 1 berada pada kedalaman 1,25 sampai 19,8 meter dengan ketebalan 18 meter dengan nilai resistivitas semu sebesar 890 sampai 2322 Ωm pada. Sementara itu, pada Lintasan 2 batu andesit memiliki nilai resistivitas semu sebesar 170 sampai 9249 Ωm di kedalaman 1,25 sampai 12,4 meter dengan ketebalan 11 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, R. R. (2019). Analisis Sumberdaya Terukur Batu Andesit Menggunakan Metode Penampang dan Metode Poligon di PT Atika Tunggal Mandiri, Nagari Manggilang Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.
- Chaniago, A., & Afdal, A. (2022). Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Longsor dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2 Dimensi Daerah Wisata Bukit Chinangkiek, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), 160–165. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.160-165.2022>
- Habibie, M. D., & Prabowo, H. (2020). Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Perbandingan Metode Polygon Dan Cross Section Di Pit I Pt . Atoz Nusantara Mining , Pesisir Selatan , Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 5(2), 125–135.
- Jayadi, H., Meidji, I. U., & Tang, B. Y. (2020). Identifying Andesite Rocks Sources Using Geoelectrical Resistivity in Loli, Donggala Regency, Central Sulawesi. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 4(2), 45–54. <https://doi.org/10.17977/um024v4i22019p045>
- Munaji, Imam, S., & Lutfinur, I. (2013). Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Desa Polosiri). *Jurnal Fisika*, 3(2), 117–121.

- Muzani. (2017). Buku Panduan Identifikasi Batuan (p. 35).
- Nata, R. A. (2019). Analisis Sumberdaya Terunjuk Batu Andesit Menggunakan Metode Cross Section Dan Metode Kecamatan Pangkalan Koto Baru , Kabupaten. *Jurnal Bina Tambang*, 4(1), 435–444.
- Prasetyo, R. D., Arman, Y., & Ivansyah, O. (2022). Identifikasi Sebaran Batuan Andesit di Bukit Batu Bedinding Desa Sungai Toman Kabupaten Sambas Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. 10(3), 344–352.
- Putri, N. T., & Heriyadi, B. (2020). Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu Andesit PT. Ansar Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 5(3), 39–48.
- Risky, A. M., & Raimon Kopa, D. (2021). Analisis Kestabilan Lereng Pada Rencana Lereng Akhir Penambangan Dengan Tinggi 55 m PT. Atika Tunggal Mandiri, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 6(4), 135–142.
- Simamora, S. T., Wahyono, S. C., & Siregar, S. S. (2021). Identifikasi Batuan Andesit Menggunakan Metode Geolistrik 2D di Daerah Pengaron, Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Unand*, 9(4), 487–494. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.4.487-494.2020>
- Soviaty, A. E. (2017). Petrogenesis Batuan Andesit Bukit Cangkring, Daerah Jelekung Kecamatan Balendal, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Padjadjaran Goescience Journal*, 1(2), 98–105.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. Second Edi. Cambridge University Press.
- Wenner-schlumberger, K. (2022). *Bulletin of Scientific Contribution*. 17(April), 15–22.