

Aplikasi metode resistivitas 2D untuk mengetahui lapisan batuan serpentinit di daerah Kuta Cot Glie, Aceh Besar

Application of 2D resistivity method to determine serpentinite rocks in Kuta Cot Glie, Aceh Besar

Received 3 September 2020
Accepted 10 November 2020
Published January 2021

Muhammad Reyza Khalid, Fadhli*, Nasrullah Zaini, dan Didik Sugiyanto

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala Darussalam, 23111, Indonesia

Abstrak. Kuta Cot Glie di Aceh Besar, merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi batuan metamorf serpentinit. Batuan ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk, batu hias, dan beberapa manfaat lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasi model bawah permukaan dan memperkirakan ketebalan lapisan batuan serpentinit. Metode geofisika yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pengukuran dilakukan pada dua lintasan sepanjang 275 m untuk masing-masing lintasan dengan 56 buah elektroda dan jarak spasi setiap elektroda adalah 5 m. Prinsip metode geolistrik tersebut memanfaatkan sifat kelistrikan suatu material untuk mengetahui karakteristik material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai resistivitas adalah 50 - 150 Ω m yang diperkirakan lapisan batuan serpentinit dengan ketebalan 10 - 35 m.

Abstract. Kuta Cot Glie located in Aceh Besar, Aceh Province, has a natural potential of serpentine. The metamorphic rocks used as a raw material for making fertilizer, ornamental stones, and other benefits. This research aims to interpret sub-surface models and estimate the thickness of the rock layers. The geophysical method used in this study was the resistivity geoelectric method with a Wenner-Schlumberger configuration. Measurements were carried out on two lines with 275 m for each line and the spacing of the electrode was 5m using 56 electrodes. The physical approach utilizes the electrical properties of a material to determine the characteristics of its material. The result show that the resistivity of 50 to 150 Ω m can be interpreted as serpentinite rock layers with the thickness of 10 m to 35 m.

Keywords: Serpentinite, resistivity, geoelectric method, Wenner-Schlumberger configuration.

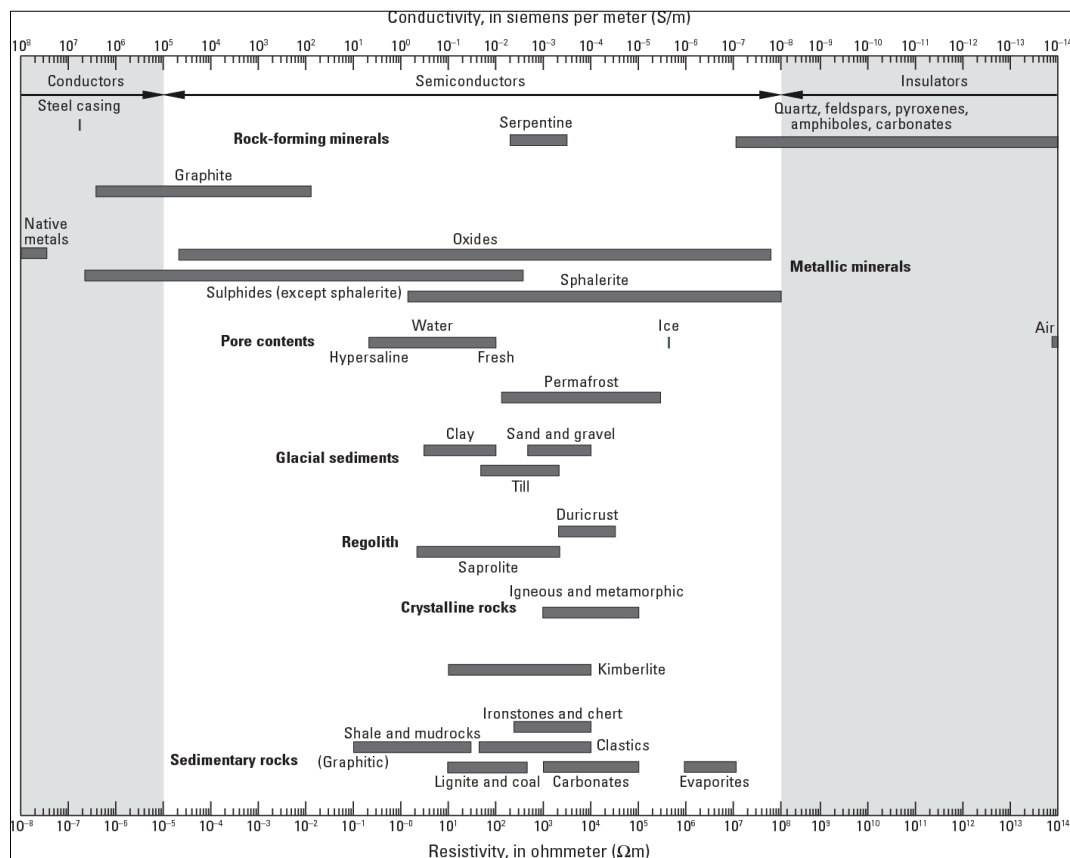
Pendahuluan

Batuan adalah kumpulan dari berbagai jenis mineral atau bagian pecahan dari batuan yang telah ada sebelumnya yang mengalami konsolidasi, diagenesa atau metamorfosa, sehingga memiliki komposisi mineral dan tekstur tertentu (Subekti, 2016). Pemanfaatan batuan telah banyak dilakukan oleh manusia, sebagai contoh batuan memiliki peranan penting dalam proses pembangunan infrastruktur yang dijadikan sebagai bahan dasarnya. Selain menjadi bahan untuk pekerjaan konstruksi, menurut Wilson & Amavilah (2007), batuan juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber dari eksplorasi mineral berharga ekonomis seperti bahan baku industri untuk pembuatan pupuk, semen, keramik, kertas, bahan kimia, kaca, dan lain-lain. Sulasmoro et al. (2004) mengungkapkan bahwa salah satu batuan yang dapat dimanfaatkan menjadi pupuk kiserit adalah batuan serpentinit yang mana kandungan magnesium di dalam batuan serpentinit ini cukup baik untuk pemanfaatannya sebagai pupuk dengan kandungan MgO yang mencapai 35 - 37 %. Batuan serpentinit adalah batuan metamorf yang merupakan perubahan dari batuan peridotit yang mengalami tekanan, perubahan temperatur dan waktu pelapukan yang cukup lama sehingga batuan peridotit ini mengalami serpentinisasi. Kegunaan dari batuan ini selain

dapat dijadikan sebagai pupuk juga dapat digunakan sebagai ornamen (batu hias), bahan flux pada peleburan besi baja, bahan pencuci perut, dan batu giok (Sulasmoro et al., 2004). Batuan serpentinit juga banyak digunakan sebagai batu tempel, pondasi, dan batu tepi jalan (Sarah et al., 2012). Suseno (2010) mengatakan bahwa potensi batuan serpentinit banyak terdapat di Kecamatan Kuta Cot Glie, Kabupaten Aceh Besar.

Berdasarkan dari kegunaan dan manfaatnya, maka telah dilakukan penelitian eksplorasi batuan menggunakan salah satu metode geofisika yaitu geolistrik resistivitas. Batu pada permukaan bumi biasanya menghantarkan listrik dikarenakan mengandung air pada pori-porinya. Sifat kelistrikan batuan merupakan suatu karakteristik batuan yang dialiri arus listrik. Salah satu sifat fisis batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghambat arus listrik. Ketika nilai resistivitas suatu bahan semakin besar maka bahan tersebut akan semakin sulit menghantarkan arus listrik (Reynolds, 2011).

Menurut Telford et al. (1990), berdasarkan harga resistivitasnya, batuan dapat digolongkan dalam tiga kategori yaitu: konduktor baik ($10^{-6} < \rho < 1 \Omega$ m), konduktor sedang ($1 < \rho < 10^7 \Omega$ m), isolator ($\rho > 10^7 \Omega$ m).



Gambar 1. Nilai resistivitas mineral (Dentith & Mudge, 2014)

Nilai resistivitas mineral dan batuan terdapat pada Tabel.1 dan Gambar.1.

Tabel 1. Nilai resistivitas lapisan dan batuan (Telford et al., 1990)

Jenis Lapisan/Batuan	Resistivitas ($\Omega \cdot m$)
Air Tanah	0,5 – 300
Pasir	102 – 106
Lempung	1 – 100
Tanah lanau pasiran	15 – 50
Batu Pasir	1 - 108
Batu Lempung	10 – 1000
Batu Gamping	50 - 107
Lanau	10 – 200
Alluvium	10 - 800

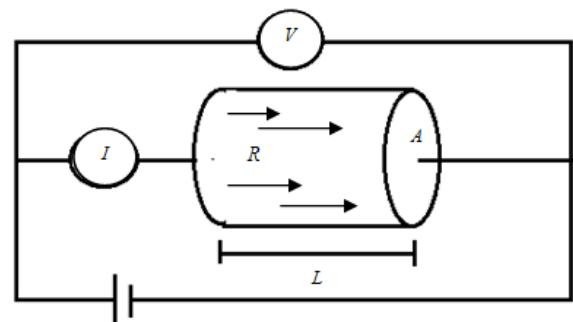
Teori yang mendasari pengukuran geolistrik resistivitas adalah hukum Ohm, yang dirumuskan seperti pada Pers. (1).

$$V = I \cdot R \quad (1)$$

dimana, V adalah beda potensial (V), I merupakan kuat arus (A), dan R adalah hambatan yang diukur (Ω). Nilai hambatan (R (Ω)) akan semakin besar apabila panjang sisi silinder (L (m)) diperpanjang, akan tetapi nilai hambatan akan semakin kecil apabila luas penampang (A (m^2)) yang diperbesar. Dengan demikian untuk mengetahui nilai resistivitas (ρ (Ωm)) dalam metode geolistrik dapat

diperoleh dengan Pers. (2) melalui teori hukum Ohm (Gambar 2).

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (2)$$



Gambar 2. Arus yang mengalir pada rangkaian silinder konduktif (Telford et al., 1990)

Telford et al.(1990) mengemukakan bahwa jika dua buah elektroda memiliki jarak tertentu dengan elektroda potensialnya pada titik di permukaan yang letaknya diantara dua elektroda arus, maka potensial pada setiap titik di permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus. Dengan mengasumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang dapat ditembus oleh arus listrik sama dengan $AB/2$, maka pengaruh dari injeksi arus listrik akan berbentuk setengah bola. Untuk suatu elektroda arus tunggal di permukaan medium setengah bola, potensial di setiap titik dari pusat arus dinyatakan sebagai:

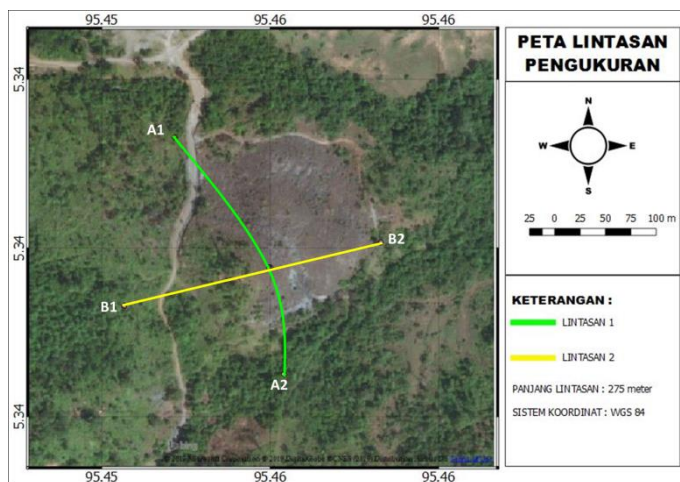
$$V = \frac{I\rho}{2\pi r} \quad (3)$$

dimana, V adalah potensial, I adalah arus listrik, ρ adalah resistivitas medium dan r adalah jarak. Untuk arus ganda maka potensialnya seperti pada Pers (4).

$$\rho = \frac{K\Delta V}{I} \quad (4)$$

Metodologi

Penelitian ini dilakukan di area bukit berbatuan Kuta Cot Glie, Kabupaten Aceh Besar pada tanggal 07 Oktober 2019. Secara geografis daerah penelitian berada pada koordinat 5.342332 N dan 95.456500 E yakni terletak 4 km dari pemukiman warga.

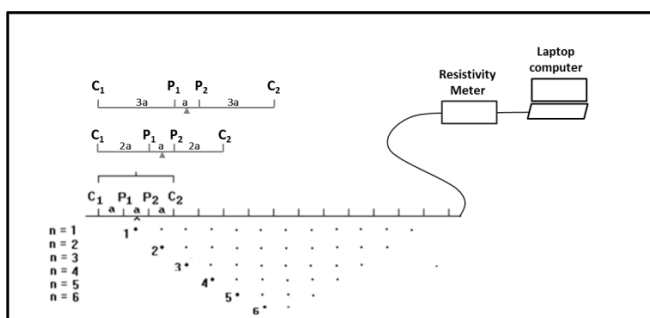


Gambar 3. Peta lintasan pengukuran

Konfigurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konfigurasi wenner-schlumberger dengan faktor geometrinya dapat dituliskan:

$$K = \pi n (n + 1) a \quad (5)$$

dimana, a adalah jarak antar elektroda, n adalah perbandingan antara jarak elektroda $C_1 - P_1$ atau $C_2 - P_2$ terhadap $P_1 - P_2$



Gambar 4. Ilustrasi pengukuran konfigurasi Wenner-Schlumberge (Geotomo, 2010)

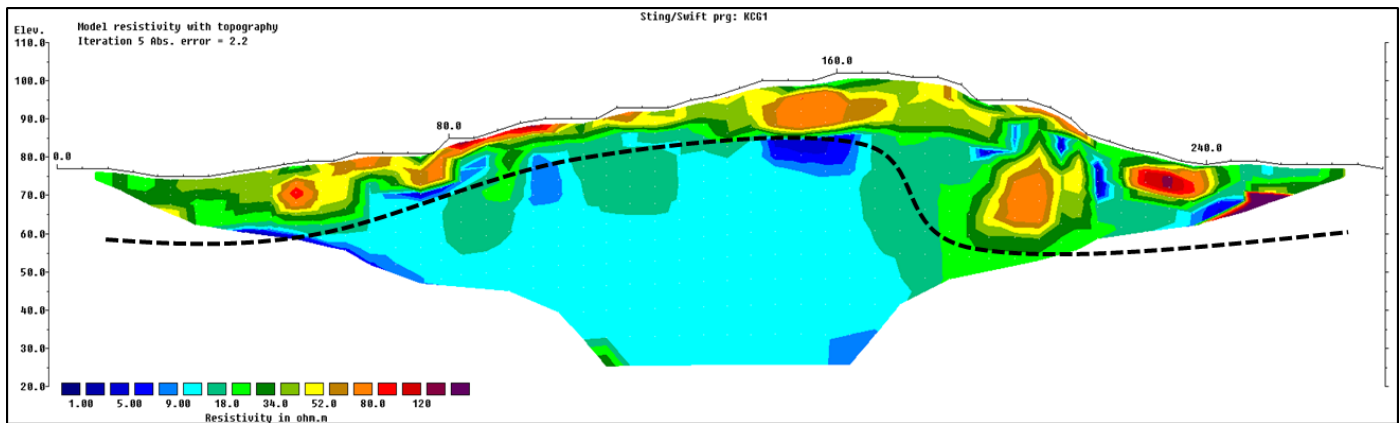
Hasil Penelitian

Pengolahan data dilakukan menggunakan software Res2dinv berupa model distribusi resistivitas bawah

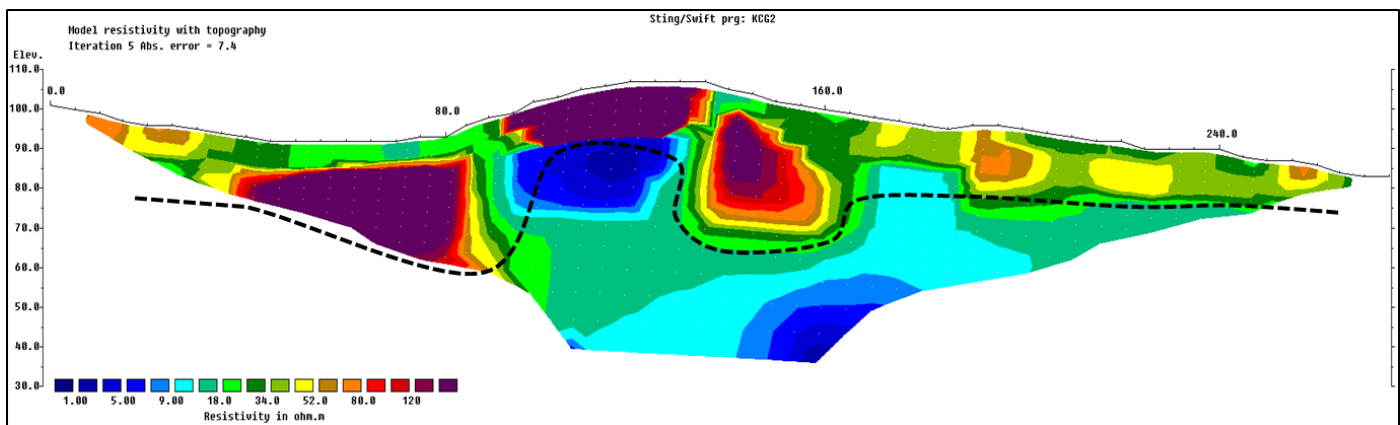
permukaan atau model penampang resistivitas bawah permukaan dengan menggunakan metode *least square inversion*. Model distribusi resistivitas hasil inversi tersebut akan menunjukkan nilai resistivitas yang sebenarnya. Kedua lintasan berada pada koordinat 5.3434830 N dan 95.4556480 E dengan lintasan sepanjang 275 m dan elektroda sebanyak 56 buah dengan jarak masing-masing elektroda 5 m. Titik awal lintasan 1 (elektroda pertama) ditancapkan di bagian utara dan titik akhirnya (elektroda terakhir) ditancapkan di bagian selatan. Gambar 5 dan 6 menunjukkan model distribusi resistivitas pada penelitian ini. Berdasarkan model distribusi resistivitas yang didapatkan dari lintasan 1 terlihat bahwa disepanjang bentangan lintasan pengukuran tersebar lapisan resistif yang berkisar pada rentang resistivitas 50 – 120 Ωm di daerah topsoil (Gambar 5). Lapisan ini diperkirakan sebagai lapisan batuan serpentinit dengan ketebalan 15 - 30 m. Lapisan batuan serpentinit pada lintasan ini diperkirakan berasal dari batuan ultramafik yang mengalami intrusi vulkanik dan terbentuk melalui proses metamorfosa batuan dengan terjadinya serpentinisasi. Hal lain yang mendukung terbentuknya batuan ini ialah proses metamorfosa yang melibatkan proses peningkatan tekanan, perubahan temperatur dan proses lainnya seperti sedimentasi, pelapukan dan transportasi.

Keberadaan batuan serpentinit pada lintasan satu bercampur dengan lapisan lain yang terdiri dari tanah lanau pasir dengan kisaran resistivitas 15 – 45 Ωm dan lempung yang diduga terisi oleh fluida dengan kisaran resistivitas 1 – 15 Ωm . Kedua lapisan ini bersifat konduktif sehingga memiliki daya hambat arus listrik yang cukup buruk, namun memiliki kemampuan untuk menghantarkan arus listrik yang baik. Lintasan 2 melalui model yang didapatkan, terlihat bahwa terdapat lapisan resistif disepanjang bentangan 40 - 135 m dengan ketebalan 10 hingga 35 m yang berkisar pada nilai resistivitas 100 – 150 Ωm . Lapisan ini diperkirakan sebagai lapisan batuan serpentinit. Batuan serpentinit pada lapisan ini sama dengan lapisan batuan serpentinit pada Lintasan 1, dan batuan ini merupakan ubahan dari batuan ultramafik yang terserpentinisasi.

Batuan ultramafik termasuk ke dalam batuan beku, adanya metamorfosa seperti peningkatan tekanan, perubahan temperatur, tertransportasi oleh angin dan air, dan terjadi sedimentasi sehingga dengan proses yang berulang menjadikannya sebagai batuan metamorf. Lapisan batuan ini bercampur dengan lapisan konduktif yang berkisar pada nilai resistivitas 15 – 50 Ωm yang diperkirakan sebagai tanah lanau pasir. Selain itu juga terdapat lapisan yang bersifat konduktif dengan rentang resistivitas 1 – 15 Ωm yang diperkirakan sebagai lapisan lempung. Pada lintasan ini resistivitas dari batuan serpentinit cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan resistivitas lapisan batuan serpentinit yang terdapat pada lintasan 1. Perbedaan resistivitas ini diduga karena sebaran resistivitas yang berbeda dengan mineral-mineral yang



Gambar 5. Model distribusi resistivitas pada lintasan 1



Gambar 6. Model distribusi resistivitas pada lintasan 2

tergabung dalam batuan, dengan demikian lapisan atau batuan tersebut akan memiliki nilai resistivitas yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan batuan serpentin terdapat hampir sepanjang lintasan pengukuran di daerah topsoil pada Lintasan 1 dengan ketebalan 15 - 30 m, dan 10 - 35 m pada Lintasan 2. Batuan serpentin yang terdapat pada lokasi penelitian merupakan batuan serpentin yang terbentuk akibat adanya intrusi vulkanik (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2017). Resistivitas yang didapat dari hasil penelitian pada lintasan 1 cenderung lebih rendah. Resistivitas rendah tentu dapat dipengaruhi oleh kondisi di sekitar lintasan pengukuran yang berdampak terhadap hasil yang didapatkan. Sedangkan pada lintasan 2 resistivitas batuan serpentin yang didapatkan cenderung lebih tinggi.

Mineral-mineral yang bergabung dalam batuan serpentin akan mempengaruhi nilai resistivitasnya juga, karena setiap batuan memiliki mineral yang berbeda sebagai penyusun utama dari setiap batuan dan pada umumnya batuan di permukaan bumi bergabung dengan lapisan batuan lainnya. Hal lain yang dapat mempengaruhi nilai resistivitas yang berbeda tersebut adalah tingkat kedalaman elektroda yang ditancapkan pada tanah sehingga menyebabkan pengaliran arus listrik menjadi kurang baik pada saat dihantarkan ke bawah permukaan

dan kesalahan saat pengukuran yang disebut sebagai *human error*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari aplikasi metode geolistrik resistivitas, maka dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas pada kedua lintasan bervariasi antara 1 - 150 Ω m. Terdiri dari tiga lapisan, lapisan pertama dengan kisaran resistivitas 50 - 150 Ω m, lapisan kedua 15 - 50 Ω m, dan lapisan ketiga 1 - 15 Ω m. Berdasarkan model penampang *pseudosection* dan hasil pengamatan pada lokasi penelitian, dapat diinterpretasikan lapisan yang terdapat di daerah penelitian sebagai lapisan yang terdiri dari lapisan batuan serpentin, tanah lanau pasir, dan lempung. Ketebalan lapisan batuan serpentin pada lokasi penelitian adalah 10 - 35 m.

Referensi

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2017). *ATLAS PETA TANAH SEMI DETAIL Skala 1:50.000 Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh* (2017th ed.). Kementrian Pertanian.
- Dentith, M., & Mudge, S. (2014). *Geophysics For The Mineral Exploration Geoscientist. In AusIMM Bulletin*.
<https://doi.org/10.1017/cbo9781139024358>

- Geotomo. (2010). *RES2DINV ver. 3.59 - Rapid 2-D Resistivity & IP inversion using the least-squares method Wenner (α, β, γ), dipole-dipole, inline pole-pole, pole-dipole, equatorial dipole-dipole, offset pole-dipole, Wenner-Schlumberger, gradient and non-conventional arrays.* 1–148. www.geoelectrical.com
- Reynolds, J. M. (2011). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics* Second Edition. In *European Space Agency, (Special Publication) ESA SP*.
- Sarah, H., Syamsudin, F., & Satrio, L. (2012). Mechanical Analysis of Serpentine rock in Indrapuri, Tangse, and Beutong. *Journal of Aceh Physics Society*, 9–10.
- Subekti, I. (2016). *Geologi Umum*. Teknosan.
- Sulasromo, B., Zaenal, & Yuliadi. (2004). Studi Awal Pupuk Kiserit Dari Serpentin Dengan Pengaruh Berbagai Waktu Pemanggangan Terhadap Serpentin Gunung Badak, Jampang Kulon, Suka Bumi, Jawa Barat. *Ethos, II*(2), 120–124.
- Suseno, T. (2010). Analisis Penentuan Lokasi dan Prioritas Pengusahaan Bahan Galian Dalam Mendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Aceh Besar, Propinsi NAD. *Teknologi Mineral Dan Batubara*, 16, 156–164.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics*. 2nd edition. *Applied Geophysics. 2nd Edition*.
- Wilson, T. B., & Amavilah, V. H. (2007). *The Economic Value of Industrial Minerals and Rocks for Developing Countries: A Discussion of Key Issues*. *Munich Personal RePEc Archive*, 2214, 1–20. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/2214/>