

Analisis Kedalaman dan Ketebalan Bawah Permukaan Endapan Grafit Alam Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger

Suryawan Asfar^{1*}, Ali Okto¹, Jahidin², Al Firman¹, La Ode Ihksan Jurzan², Yoko Hadiyanto²

1. Jurusan Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo, Kendari

2. Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo, Kendari

*suryawan_tambang@uho.ac.id

SARI

Mineral grafit adalah salah satu sumber daya alam bahan galian mineral yang terdapat di wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara. Kegiatan penelitian ini dilakukan di wilayah Kelurahan Watuliandu, Kecamatan Kolaka, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kedalaman dan ketebalan bawah permukaan endapan mineral grafit alam, sehingga untuk mencapai tujuan tersebut peneliti menggunakan metode survey dengan memanfaatkan tehnik pengamatan dan pengambilan data langsung di lapangan berupa pengukuran geolistrik resistivitas menggunakan konfigurasi schlumberger dengan jumlah lintasan pengukuran sebanyak 3 (tiga) lintasan dan panjang lintasan mencapai 200 meter serta elevasi permukaan lintasan pengukuran berkisar 12-56 mdpl. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis data didapatkan bahwa jenis litologi batuan bawah permukaan yang dijumpai terdiri dari sekis kompak, gneiss, dan sekis grafit, dimana setiap litologi batuan yang dijumpai memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda dimana untuk lapisan sekis kompak berkisar 1.065,65 - 2.065,28 Ω m, lapisan batuan gneiss berkisar 5.506,71 Ω m dan lapisan batuan sekis grafit berkisar 83,26 - 468,50 Ω m. Berdasarkan hasil analisis nilai resistivitas diketahui bahwa endapan mineral grafit alam dijumpai pada lapisan sekis grafit, yang dominan dijumpai pada lintasan 2 dengan kedalaman lapisan berkisar dari 0 - >35 meter, serta ketebalan endapan mencapai \pm 35 meter.

Kata kunci : metamorf; Watuliandu, sekis grafit.

ABSTRACT

The graphite mineral resource is one of the minerals contained in the region of Southeast Sulawesi Province. The research activity was undertaken in Watuliandu Village area, District Kolaka Kolaka, Southeast Sulawesi Province. The purpose of this study is to determine the depth and thickness of the subsurface mineral deposits natural graphite, so as to achieve the goal researchers used survey method by utilizing the techniques of observation and data collection directly in the field in the form of measurements of geoelectric resistivity configuration using Schlumberger with the number of passes the measurement of 3 (three) path and the path length reaches 200 meters and the track surface elevation measurements ranging from 12-56 meters above sea level.

How to Cite: Asfar, S., Okto, A., Jahidin, Firman, A., Jurzan, L.O.I., Hadiyanto, Y. 2020. Analisis Kedalaman dan Ketebalan Bawah Permukaan Endapan Grafit Alam Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger. Jurnal Geomine, 8(2): 131-141.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submited 27 Maret 2020
Received in from 29 Maret 2020
Accepted 16 Agustus 2020

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Based on the results of measurement and data analysis showed that the type of subsurface lithology encountered rock consists of compact schist, gneiss, schist and graphite, in which each lithology encountered rocks have resistivity values that vary where to compact schist layers ranging from 1,065.65 to 2,065.28 Ω m, gneiss rock layers around 5,506.71 Ω m and graphite schist rock layers ranges from 83.26 to 468.50 Ω m. Based on the analysis of resistivity in mind that natural graphite mineral deposits found in the layers of graphite schist, which is predominantly found on the track 2 with a layer depth ranges from 0 - >35 meters, as well as sediment thickness to \pm 35 meters.

Keywords: *Metamorphic; Watuliandu, Graphite schist.*

PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi terletak pada bagian tengah wilayah Kepulauan Indonesia, dimana wilayah ini juga merupakan pertemuan tiga lempeng besar, yaitu lempeng Australia, lempeng Asia, dan lempeng Pasific (Hamilton, 1979; Silver, McCaffrey and Smith, 1983; Katili, 1991; Villeneuve *et al.*, 2002; Suroño, 2012; Watkinson and Hall, 2017).

Keberadaan sumber daya alam bahan galian mineral yang melimpah di wilayah Pulau Sulawesi khususnya Provinsi Sulawesi Tenggara, salah satunya dipengaruhi oleh aktivitas tektonik yang terjadi sehingga menghadirkan keberagaman berbagai jenis formasi batuan yang tersingkap dipermukaan, antara lain : Formasi Alangga, Formasi Matano, Formasi Buara, Formasi Boepinang, Formasi Langkowala, Kompleks Pompangeo, Formasi Meluhu, Kompleks Ultramafik, Kompleks Mekongga, Formasi Eemoiko, dan Formasi Laonti. (Rusmana, E; Sukido; Sukarna, D; Haryono, E; Simandjuntak, 1993; Simandjuntak, Suroño and Sukido, 1993; Suroño, 2010). Beberapa formasi batuan tersebut membawa bahan galian berharga antara lain Kompleks Pompangeo dan Formasi Langkowala membawa mineral emas (Makkawaru and Kamrullah, 2009; Idrus *et al.*, 2011; Hasria, Idrus and Warmada, 2017), Kompleks ultramafik membawa endapan nikel laterit (Hamilton, 1979; Kamaruddin *et al.*, 2018), dan endapan kromit, magnetit, Ni-sulfida, Ni-Fe, Cu-sulfida (Lintjewas, 2015; Sufriadin, Widodo and Thamrin, 2017)

Kompleks Pompangeo dan Kompleks Mekongga merupakan kompleks batuan malihan yang terdiri dari sekis mika, sekis glakofan, sekis amfibolit, sekis klorit, rijang berlapis dengan sekis genesan, pualam dan batugamping meta, filit, kuarsit, dan batu sabak. Penyebaran dari kompleks batuan malihan ini cukup luas dengan perkiraan luasan menempati sekitar 50% dari total luas wilayah Lengan Tenggara Sulawesi. (Simandjuntak, Suroño and Sukido, 1993). Keberadaan kompleks batuan malihan ini memungkinkan akan mengandung beberapa jenis mineral-mineral berharga salah satunya adalah grafit. (Hasria, Idrus and Warmada, 2017; Hamimu *et al.*, 2019).

Keberadaan endapan bahan galian grafit ini berada pada zona alterasi yang berasosiasi dengan batuan metamorf di Pegunungan Mendoke sehingga terjadi proses karbonisasi yang menjadi cikal bakal terbentuknya endapan mineral grafit (Hasria, Idrus and Warmada, 2017). Selain itu berdasarkan hasil penelitian sebelumnya endapan mineral grafit juga dijumpai pada beberapa tempat di wilayah Kabupaten Kolaka tepatnya berada di Desa Sabilambo (Hamimu *et al.*, 2019). Genesa dari endapan mineral grafit juga dapat diakibatkan oleh proses ubahan (metamorfosa) pada batuan sedimen dengan suhu dan tekanan yang tinggi sehingga akan membentuk batuan metamorf (Ailin *et al.*, 2017). Endapan mineral grafit dapat dijumpai pada batuan metamorf dari hasil proses metamorfisme regional dan kontak seperti marmer, gneiss, sekis, endapan skarn, batusabak (slate), dan filit yang mengandung unsur karbonat atau material organik. (Nurhayati, Setiawan and Anggara, 2017).

Sehingga berdasarkan dari kondisi geologi permukaan yang memungkinkan adanya keterdapatan endapan mineral grafit ini maka permasalahan yang muncul saat ini adalah bagaimana kedalaman dan ketebalan bawah permukaan endapan grafit alam yang ada di Formasi Geologi Kompleks Mekongga Kabupaten Kolaka khususnya yang berada di wilayah Kelurahan Watuliadu Kecamatan Kolaka.

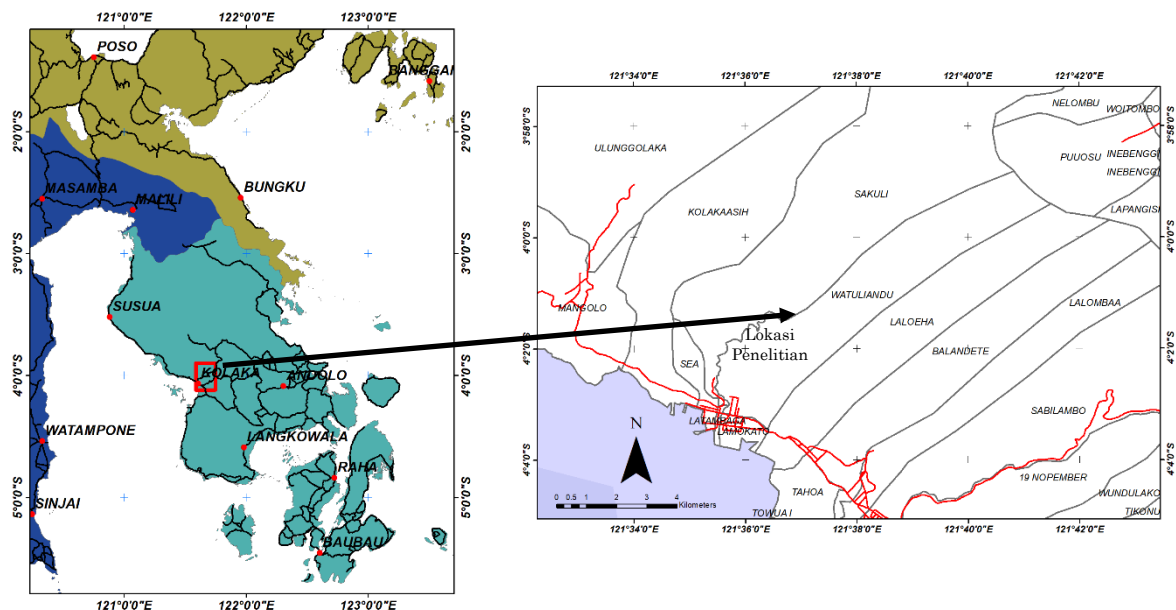
Metode yang digunakan untuk mengetahui kedalaman dan ketebalan bawah permukaan endapan grafit yaitu dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas (tahanan jenis). Metode geolistrik resistivitas (tahanan jenis) merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan sifat resistivitas tanah atau batuan untuk mengetahui kondisi yang ada di bawah permukaan bumi salah satunya adalah jenis batuan. (Ngkoimani *et al.*, 2017; Hamimu *et al.*, 2019). Dalam penelitian ini dilakukan penentuan sebaran endapan mineral grafit secara *sounding* (1D) menggunakan konfigurasi Schlumberger.

Endapan mineral grafit memiliki manfaat yang sangat besar saat ini dalam bidang teknologi industri antara lain digunakan sebagai bahan baku pembuatan Li-Ion Battery pada *hand phone*, bahan bakar dan reaktor nuklir. Oleh karena itu kegiatan penelitian ini dilakukan agar dapat memetakan ketebalan di bawah permukaan endapan mineral grafit alam yang ada pada wilayah penelitian, sehingga nantinya mineral ini menjadi bagian dari sumberdaya dan cadangan nasional bagi pengembangan industri masa depan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan di dalam melakukan penelitian ini adalah metode survey dengan teknik pengambilan data berupa pengamatan langsung di lapangan dan analisis data di Laboratorium. Peralatan yang digunakan dalam pengambilan data lapangan adalah *Resistivitymeter singel chanel* dengan model Naniura NRD-22S, sedangkan untuk melakukan pengolahan data menggunakan software Progress versi 3.0, sehingga dengan penggunaan aplikasi ini dapat menggambarkan distribusi resistivitas bawah permukaan.

Lokasi penelitian berada di Kelurahan Watuliandu, Kecamatan Kolaka, Kabupaten Kolaka. (Gambar 1)



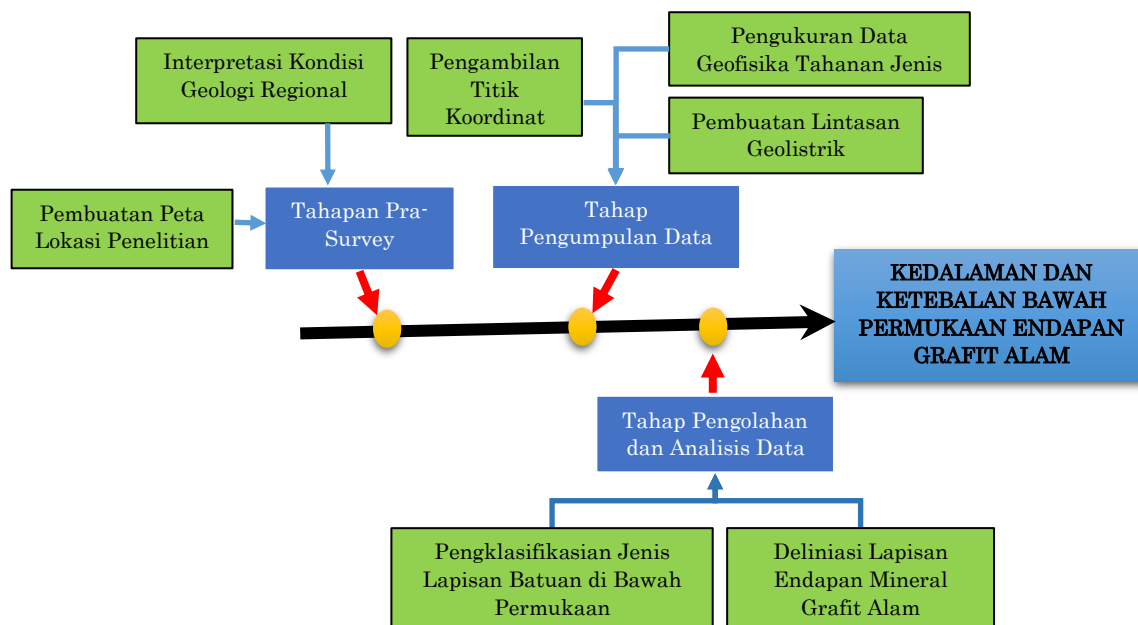
Gambar 1. Peta lokasi wilayah penelitian yang terletak di Kelurahan Watuliandu

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal maka diperlukan beberapa tahapan penelitian yaitu : (Gambar 2)

1. Tahap Pra-Survey, meliputi :

- Interpretasi data kondisi geologi regional wilayah Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara.
- Pembuatan peta topografi skala 1: 25.000 wilayah penelitian yang bersumber dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) terbitan Badan Informasi Geospasial (BIG) Indonesia.

2. Tahapan Pengumpulan Data, meliputi :
 - Survey pendahuluan atau observasi lapangan untuk mengetahui secara umum kondisi geologi yang meliputi litologi batuan penyusun wilayah penelitian.
 - Pembuatan lintasan pengukuran geolistrik dimana lintasan yang dibuat menggunakan konfigurasi *schlumberger*.
 - Pengukuran data geofisika tahanan jenis (resistivitas) batuan dengan menggunakan lintasan pengukuran yang telah ditentukan berdasarkan kondisi geologi permukaan.
3. Tahap Pengolahan dan Analisis Data, meliputi :
 - Pengklasifikasian jenis lapisan batuan di bawah permukaan dengan menggunakan nilai resistivitas batuan.
 - Deliniasi lapisan endapan mineral grafit dengan menggunakan data geofisika tahanan jenis (resistivitas) batuan.



Gambar 2. Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan sebaran bawah permukaan endapan mineral grafit alam

HASIL PENELITIAN

Geologi Regional Wilayah Penelitian

Berdasarkan aspek Geologi wilayah Kabupaten Kolaka merupakan bagian dari Peta Geologi Lembar Kolaka skala 1: 250.000 dan Peta Geologi Lembar Lasusua skala 1: 250.000. Kumpulan susunan formasi batuan yang menyusun wilayah Kabupaten Kolaka yaitu : kompleks kepingan benua, kompleks ofiolit dan molasa Sulawesi (Surono, 2010). Secara keseluruhan kompleks kepingan benua memiliki sebaran yang cukup luas atau sekitar 70% menyusun wilayah Kabupaten Kolaka. (Gambar 3)

Geomorfologi Regional

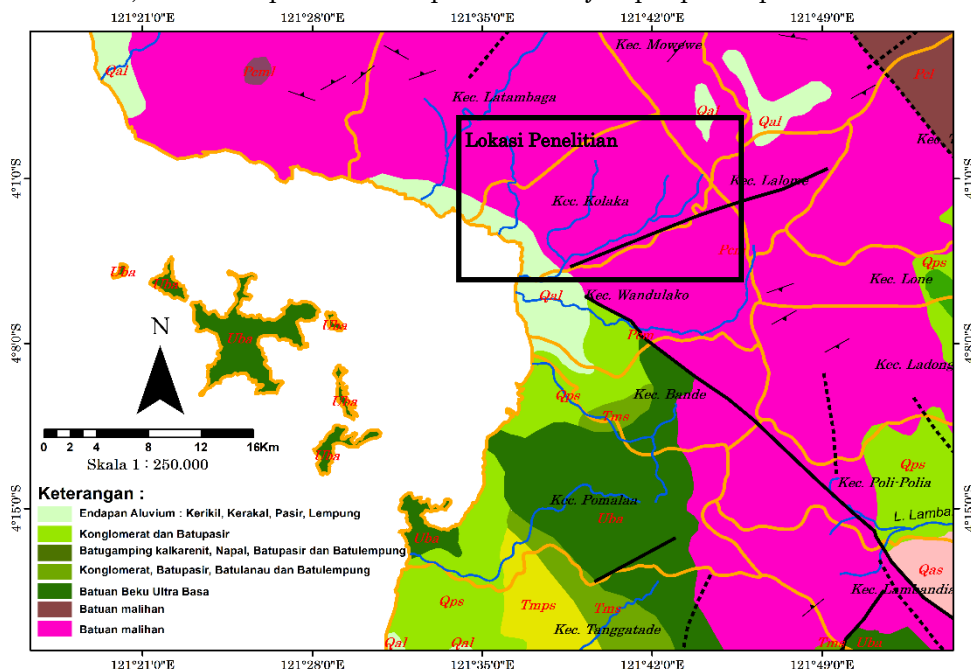
Lengan Tenggara Sulawesi terdiri dari 5 satuan morfologi, yaitu morfologi pegunungan, morfologi perbukitan tinggi, morfologi perbukitan rendah, morfologi pedataran, serta morfologi karst (Rusmana, E; Sukido; Sukarna, D; Haryono, E; Simandjuntak, 1993; Simandjuntak, Surono and Sukido, 1993; Surono, 2010). Wilayah Kabupaten Kolaka apabila dilihat secara spesifik dapat dibagi kedalam 3 (tiga) satuan morfologi, yaitu satuan morfologi pegunungan, perbukitan dan pedataran.

Stratigrafi Regional

Formasi batuan penyusun wilayah Kabupaten Kolaka apabila diurutkan dari yang termuda dimana terdiri dari : Aluvium (Qa) tersusun atas lumpur, lempung, pasir dan kerikil, Formasi Alangga (Qpa) tersusun atas konglomerat dan batupasir; Formasi Buara (Ql) tersusun atas terumbu koral, konglomerat dan batupasir; Formasi Langkowala (Tml) tersusun atas batupasir, serpih dan konglomerat; Kompleks Pompangeo (MTpm) tersusun atas berbagai jenis sekis diantaranya sekis mika, sekis klorit, sekis mika grafit, sekis kuarsa-mika, sekis glaukofan, sekis yakut-amfibolit, genes, hornfels dan eklogit; Kompleks Ultramafik (Ku) tersusun atas hazburgit, dunit, wherlit, serpentinit, gabbro, mikrogabbro, basal, dolerite, rodingsit dan setempat gabbro malih dan amfibolit; Formasi Tokala (Trjt) tersusun atas batugamping malih, pualam dan filit; serta Kompleks Mekongga (Pzm) tersusun atas sekis, genes, dan kuarsit. (Rusmana, E; Sukido; Sukarna, D; Haryono, E; Simandjuntak, 1993; Simandjuntak, Surono and Sukido, 1993).

Struktur Geologi Regional

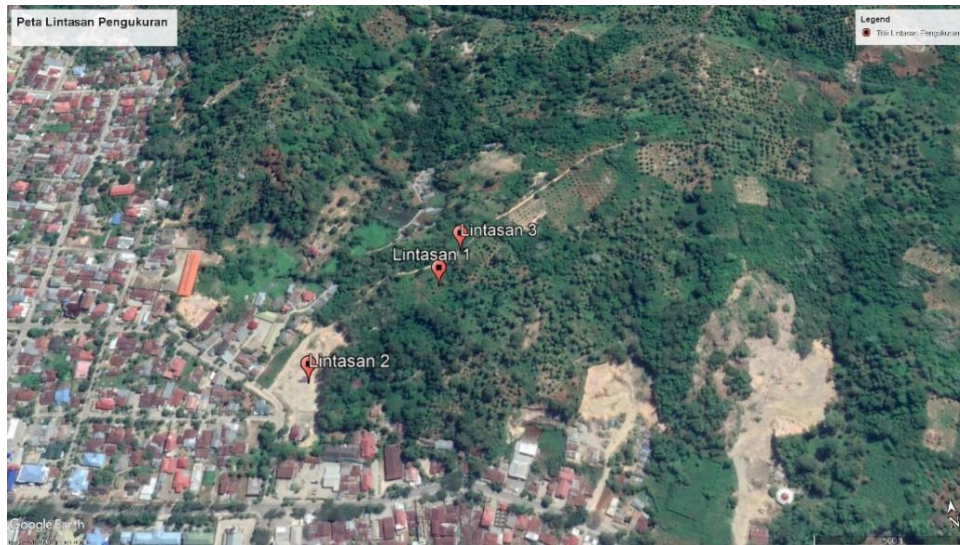
Struktur geologi utama yang terbentuk pada wilayah lengan tenggara Sulawesi setelah terjadinya tumbukan adalah sesar geser mengiri, antara lain sistem sesar matarombeo, sistem sesar lawanopo, sistem sesar konawe, sistem sesar kolaka, dan beberapa sistem sesar lainnya serta liniasi (kelurusan). Struktur geologi regional yang terdapat pada lokasi penelitian adalah sesar kolaka, yang terbentuk antara Kecamatan Kolaka dan Kecamatan Wundulako, Kabupaten Kolaka, selain itu pada daerah penelitian dijumpai pula lipatan antiklin.



Gambar 3. Peta geologi regional wilayah Kabupaten Kolaka (Rusmana, E; Sukido; Sukarna, D; Haryono, E; Simandjuntak, 1993; Simandjuntak, Surono and Sukido, 1993)

Sebaran Endapan Mineral Grafit Menggunakan Konfigurasi Schlumberger

Pengukuran dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger dilakukan pada 3 lintasan yang masing-masing diberi label sebagai lintasan 1, lintasan 2, dan lintasan 3. Panjang lintasan pengukuran masing-masing secara berurutan adalah 200 m, 160 m, dan 200 m. (Gambar 4 dan Tabel 1)



Gambar 4. Peta lintasan pengukuran geolistik dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger

Tabel 1. Lintasan pengukuran dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger

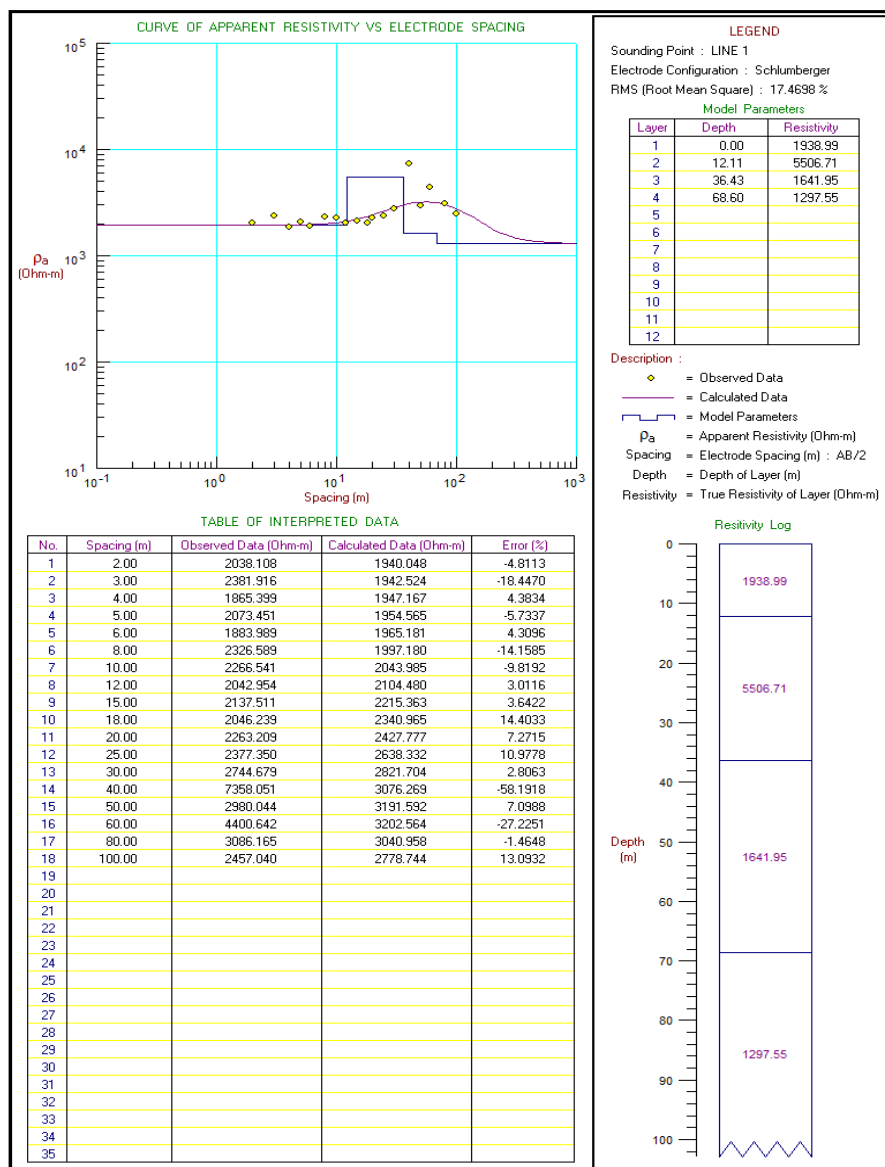
<i>Lintasan</i>	<i>Koordinat (DMS)</i>		<i>Orientasi</i>	<i>Elevasi (mdpl)</i>	<i>Panjang Lintasan (m)</i>
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>			
1	121° 36' 06.3"	04° 03' 06.4"	Timur Laut– Barat Daya	53	200
2	121° 36' 01.1"	04° 03' 09.3"	Utara–Selatan	12	160
3	121° 36' 07.3"	04° 03' 05.0"	Timur Laut– Barat Daya	56	200

Hasil analisis sebaran bawah permukaan endapan mineral grafit alam yang diperoleh dari tiga lintasan pengukuran dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 2. Sebaran bawah permukaan batuan pembawa endapan mineral grafit

<i>Lintasan</i>	<i>Lapisan</i>	<i>Kedalaman (m)</i>	<i>Resistivitas (Ωm)</i>	<i>Litologi</i>
1	1	0–12,11	1.938,99	Sekis Kompak
	2	12,11–36,43	5.506,71	Gneiss
	3	36,43–68,60	1.641,95	Sekis Kompak
	4	>68,60	1.297,55	Sekis Kompak
2	1	0–10,48	468,50	Sekis Grafit
	2	10,48–35,69	83,26	Sekis Grafit
	3	>35,69	416,25	Sekis Grafit
<i>Lanjutan</i>				
3	1	0–6,42	1.065,65	Sekis Kompak
	2	6,42–24,56	2.065,28	Sekis Kompak
	3	24,56–77,55	1.069,10	Sekis Kompak
	4	>77,55	1.258,30	Sekis Kompak

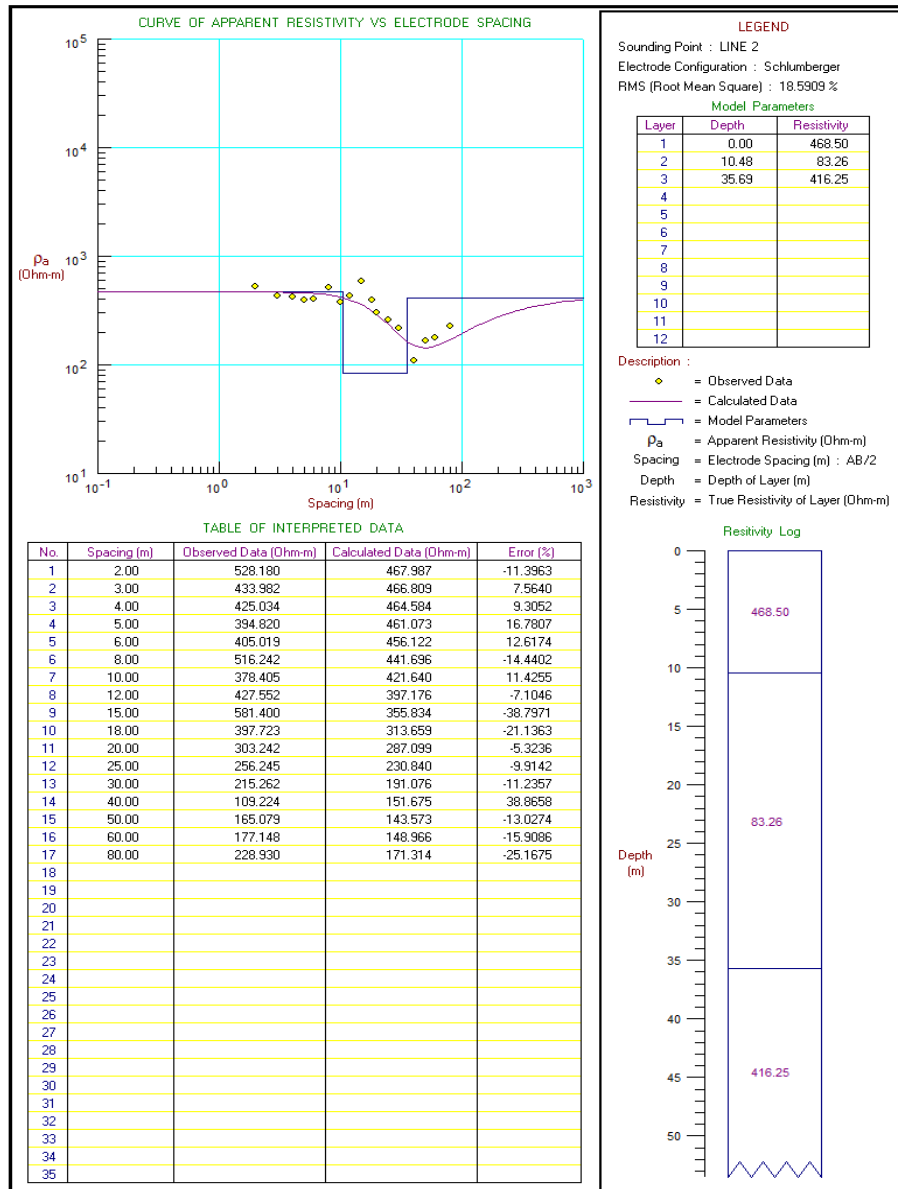
Pada stasiun 1 terdapat dua jenis litologi dan empat lapisan berdasarkan nilai resistivitasnya, kedua jenis litologi tersebut berupa sekis kompak dan gneiss. Pada lapisan pertama dengan kedalaman 0–12,11 m dan ketebalan 12,11 m yang memiliki nilai resistivitas 1.938,99 Ωm diinterpretasikan sebagai sekis kompak. Lapisan kedua dengan kedalaman 12,11–36,43 m dan ketebalan 24,32 m yang memiliki nilai resistivitas 5.506,71 Ωm diinterpretasikan sebagai gneiss. Lapisan ketiga dengan kedalaman 36,43–68,60 m dan ketebalan 32,17 m yang memiliki nilai resistivitas 1.641,95 Ωm diinterpretasikan sebagai sekis kompak. Serta lapisan keempat dengan kedalaman >68,60 m memiliki nilai resistivitas 1.297,55 Ωm diinterpretasikan sebagai sekis kompak. (Gambar 5)



Gambar 5. Hasil pengolahan dan analisis data Resistivitas batuan pada Lintasan dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger

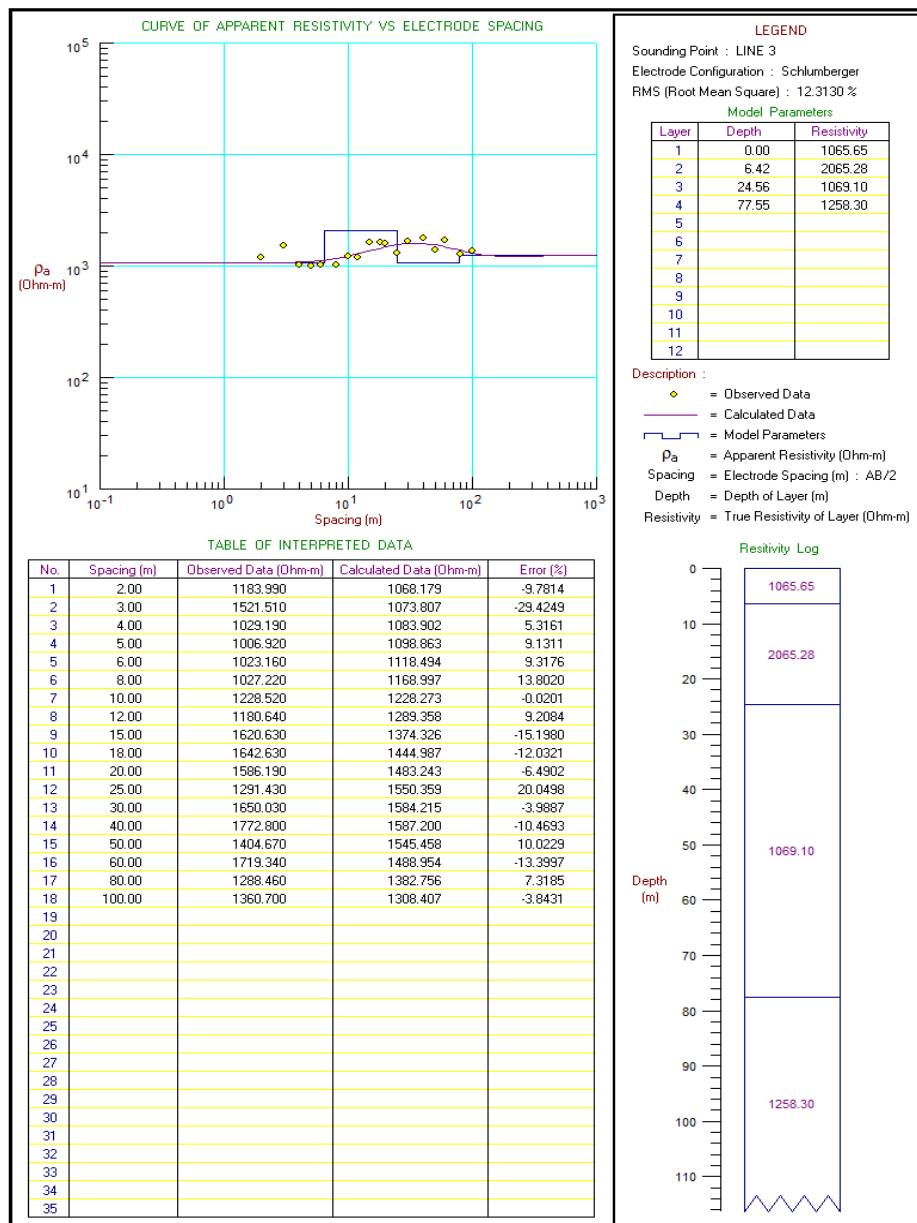
Pada stasiun 2 terdapat satu jenis litologi dengan tiga lapisan berdasarkan nilai resistivitasnya, ketiga jenis lapisan tersebut berupa litologi sekis grafit. Pada lapisan pertama dengan kedalaman 0–10,48 m dan ketebalan 10,48 m yang memiliki nilai resistivitas 468,50 Ωm diinterpretasikan sebagai sekis grafit. Lapisan kedua dengan kedalaman 10,48–35,69 m dan ketebalan 25,21 m yang memiliki nilai resistivitas 83,26 Ωm diinterpretasikan sebagai

filit. Serta lapisan ketiga dengan kedalaman >35,69 m memiliki nilai resistivitas 416,25 Ω m diinterpretasikan sebagai sekis grafit. (Gambar 6)



Gambar 6. Hasil pengolahan dan analisis data Resistivitas batuan pada Lintasan 2 dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger

Pada Stasiun 3 terdapat satu jenis litologi yang dominan yaitu batuan sekis kompak dari keseluruhan lapisan yang dilihat berdasarkan nilai resistivitasnya, Pada lapisan pertama dengan kedalaman 0–6,42 m dan ketebalan 6,42 m yang memiliki nilai resistivitas 1.065,65 Ω m diinterpretasikan sebagai sekis kompak. Lapisan kedua dengan kedalaman 6,42–24,56 m dan ketebalan 18,1 m yang memiliki nilai resistivitas 2.065,28 Ω m diinterpretasikan sebagai sekis kompak. Lapisan ketiga dengan kedalaman 24,56–77,55 m dan ketebalan 52,99 m yang memiliki nilai resistivitas 1.069,10 Ω m diinterpretasikan sebagai sekis kompak. Serta lapisan keempat dengan kedalaman >77,55 m memiliki nilai resistivitas 1.258,30 Ω m diinterpretasikan sebagai sekis kompak. (Gambar 7)



Gambar 7. Hasil pengolahan dan analisis data Resistivitas batuan pada Stasiun 3 dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger

KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan pada nilai resistivitas batuan hasil pengukuran dimana jenis litologi batuan bawah permukaan yang dijumpai terdiri dari sekis kompak, gneiss, dan sekis grafit. Setiap litologi batuan yang dijumpai memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda dimana untuk lapisan sekis kompak berkisar 1.065,65 - 2.065,28 Ωm , lapisan batuan gneiss berkisar 5.506,71 Ωm dan lapisan batuan sekis grafit berkisar 83,26 - 468,50 Ωm . Selain itu dari hasil analisis dapat diketahui bahwa endapan grafit alam dijumpai pada lapisan sekis grafit, dimana lapisan ini dominan dijumpai pada lintasan 2 dengan kedalaman lapisan berkisar dari 0 - >35 meter, serta ketebalan endapan mineral grafit alam yang dijumpai dari hasil pengukuran geolistik mencapai \pm 35 meter.

SARAN

Adapun saran yang kami berikan dari hasil kegiatan penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui sebaran bawah permukaan endapan mineral grafit secara detail maka perlu dilakukan identifikasi nilai resistivitas batuan dengan menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger.
2. Selain itu untuk lebih memudahkan saat menginterpretasi data sebaiknya ditunjang dengan data hasil pengeboran bawah permukaan sehingga jenis litologi yang dijumpai dapat diamati secara langsung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Universitas Halu Oleo yang telah memberikan bantuan khususnya bantuan pendanaan dalam bentuk program Penelitian Dosen Pemula untuk Tahun Anggaran 2019.

PUSTAKA

- Ailin *et al.* (2017) 'Studi Grafit Berdasarkan Analisis Petrografi dan Sem/Edx pada Daerah Windesi Kabupaten Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat.', in *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017"*. Yogyakarta.
- Hamilton, W. (1979) *Tectonics of the Indonesian Region*. First Edit, *U.S Geological Survey Profesional Paper 1078*. First Edit. Washington: U.S. Geological Survey. Available at: <https://gsm.org.my/products/702001-101358-PDF.pdf>.
- Hamimu, L. *et al.* (2019) 'Analysis of the Sub-Surface Distribution of Graphite Minerals Using the Geoelectrical Resistivity Method in the Sabilambo Village, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province', *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*. doi: <https://doi.org/10.25299/jgeet.2019.4.3.2406>.
- Hasria, H., Idrus, A. and Warmada, I. W. (2017) 'The Metamorphic Rocks-Hosted Gold Mineralization At Rumbia Mountains Prospect Area In The Southeastern Arm of Sulawesi Island, Indonesia', *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*. doi: [10.24273/jgeet.2017.2.3.434](https://doi.org/10.24273/jgeet.2017.2.3.434).
- Idrus, A. *et al.* (2011) 'Metamorphic Rock-Hosted Orogenic Gold Deposit Type as a Source of Langkowala Placer Gold, Bombana, Southeast Sulawesi', *Indonesian Journal on Geoscience*, 6(1), pp. 43–49. doi: [10.17014/ijog.6.1.43-49](https://doi.org/10.17014/ijog.6.1.43-49).
- Kamaruddin, H. *et al.* (2018) 'Profil Endapan Laterit Nikel Di Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara', *Buletin Sumber Daya Geologi*, 13(2), pp. 84–105.
- Katili, J. A. (1991) 'Tectonic evolution of eastern Indonesia and its bearing on the occurrence of hydrocarbons', *Marine and Petroleum Geology*, 8(1), pp. 70–83. doi: [https://doi.org/10.1016/0264-8172\(91\)90046-4](https://doi.org/10.1016/0264-8172(91)90046-4).
- Lintjewas, L. (2015) 'Tipe endapan kromit di daerah Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara', *Prosiding Geoteknologi LIPI*.
- Makkawaru, A. and Kamrullah (2009) 'Laporan inventarisasi prospek emas daerah Bombana dan sekitarnya, Provinsi Sulawesi Tenggara', *Unpublished*, 10p.
- Ngkoimani, L. *et al.* (2017) 'Estimation of Coal Distribution in Tawang Village, East Kolaka Regency, Southeast Sulawesi by Using DC Resistivity Method', in *Journal of Physics: Conference Series*. doi: [10.1088/1742-6596/846/1/012015](https://doi.org/10.1088/1742-6596/846/1/012015).
- Nurhayati, Setiawan, N. I. and Anggara, F. (2017) 'Studi Petrologi dan Karakteristik Grafit di Kompleks Luk-Ulo, Karangsembung, Kebumen dan Perbukitan Jiwo, Bayat, Klaten Provinsi Jawa Tengah', in *Seminar Nasional Kebumihan Ke-10*. Yogyakarta.
- Rusmana, E; Sukido; Sukarna, D; Haryono, E; Simandjuntak, T. . (1993) 'Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi'. Bandung, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Silver, E. A., McCaffrey, R. and Smith, R. B. (1983) 'Collision, rotation, and the initiation of

- subduction in the evolution of Sulawesi, Indonesia', *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. John Wiley & Sons, Ltd, 88(B11), pp. 9407–9418. doi: 10.1029/JB088iB11p09407.
- Simandjuntak, T. ., Surono and Sukido (1993) 'Peta Geologi Regional Lembar Kolaka, Sulawesi'. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sufriadin, S., Widodo, S. and Thamrin, M. (2017) 'Karakteristik mineral bijih pada batuan ultramafik di Daerah Latao, Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara', in *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-10 Peran Penelitian Ilmu Kebumihan Dalam Pembangunan Infrastruktur di Indonesia 13–14 September 2017; Graha Sabha Pramana*.
- Surono (2010) *Publikasi Khusus, Geologi Lengan Sulawesi Tenggara*. Badan Geologi, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Surono (2012) 'Tectonostratigraphy of the eastern part of Sulawesi, Indonesia. in relation to the terrane origins', *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 22(4), pp. 199–207.
- Villeneuve, M. *et al.* (2002) 'Geology of the central Sulawesi belt (eastern Indonesia): constraints for geodynamic models', *International Journal of Earth Sciences*, 91(3), pp. 524–537. doi: 10.1007/s005310100228.
- Watkinson, I. M. and Hall, R. (2017) 'Fault systems of the eastern Indonesian triple junction: evaluation of Quaternary activity and implications for seismic hazards', *Geological Society, London, Special Publications*, 441(1), pp. 71 LP – 120. doi: 10.1144/SP441.8.