

Received : August 2020

Accepted: September 2020

Published : October 2020

Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Berdasarkan Data Resistivitas 2 Dimensi

Febrian Dedi Sastrawan, Meidi Arisalwadi, Rahmania Rahmania

^{1,2,3} *Program Studi Fisika, Institut Teknologi Kalimantan, Karang Joang Balikpapan*

**febrian.dedi@Lecturer.itk.ac.id*

Abstract

The complexity subsurface conditions of the earth are fascinating to study. Information on subsurface conditions can be used in various scientific fields. The information on subsurface conditions provides an overview of the characteristics of each rock layer. Geoelectric method used in this research to determine subsurface conditions. The geoelectric method uses electrical properties, namely rock resistivity. Field data analysis is carried out by flowing electric currents below the surface and measuring the potential differences that arise. The electrode configuration used is the Wenner configuration which produces a 2D subsurface resistivity cross section. Based on the 2D subsurface resistivity cross section, it is known that the subsurface layer of the study area is dominated by a clay layer filled with sand with a resistivity value of 10 - 31 Ωm spread across all measurement lines. There is also a layer of clay saturated by water with a resistivity of 1 - 10 Ωm which only exists in the first pass at a depth of 5 - 18 m below the surface. In accordance with the geological conditions in the research area, there are also coal inserts, this can be seen in the first and second trajectories with resistivity values > 90 Ωm . Subsurface information data from research results can be used as supporting data in preparation for development and minimizing the impact of natural disasters.

Keywords: resistivity, electrical properties, geoelectric, saturated

Abstrak

Kondisi bawah permukaan bumi yang kompleks sangat menarik untuk dipelajari. Informasi kondisi bawah permukaan dapat digunakan dalam berbagai bidang keilmuan. Informasi kondisi bawah permukaan memberikan gambaran karakteristik dari setiap lapisan batuan. Dalam penelitian ini menggunakan metode geolistrik untuk mengetahui kondisi bawah permukaan. Metode geolistrik menggunakan sifat kelistrikan yaitu resistivitas batuan. Akuisisi data lapangan dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik ke bawah permukaan dan mengukur beda potensial yang muncul. Konfigurasi elektroda yang digunakan adalah konfigurasi wenner yang menghasilkan penampang 2D resistivitas bawah permukaan. Berdasarkan penampang 2D resistivitas bawah permukaan diketahui lapisan bawah permukaan daerah penelitian didominasi oleh lapisan lempung yang tersisipi pasir dengan nilai resistivitas 10 – 31 Ωm tersebar disemua lintasan pengukuran. Terdapat juga lapisan lempung yang tersaturasi oleh air dengan resistivitas 1 – 10 Ωm yang hanya terdapat dilintasan pertama pada kedalaman 5 – 18 m dibawah permukaan. Sesuai dengan kondisi geologi di daerah penelitian juga terdapat sisipan batubara, hal ini terlihat pada lintasan pertama dan kedua dengan nilai resistivitas > 90 Ωm . Data informasi bawah permukaan hasil penelitian dapat digunakan sebagai data pendukung dalam persiapan pembangunan dan meminimalisir dampak bencana alam.

Kata kunci: resistivitas, sifat kelistrikan, geolistrik, tersaturasi

1. Pendahuluan

Bumi tersusun berlapis-lapis, setiap lapisan terdiri dari berbagai macam jenis batuan. Lapisan batuan penyusun bumi memiliki karakteristik yang berbeda antara satu dan yang lainnya. Perbedaan karakteristik bumi terdiri dari perbedaan sifat fisika, kimia, dan struktur lapisan batuan [1]. Berdasarkan perbedaan-perbedaan dari karakteristiknya para ilmuwan dapat membedakan jenis-jenis lapisan batuan penyusun bumi tersebut. Informasi lapisan batuan dibawah permukaan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang keilmuan seperti kebencanaan, geoteknik, dan hidrologi [2,3,4]. Pemanfaatan informasi lapisan bawah permukaan dalam bidang kebencanaan adalah sebagai bahan kajian pendukung dalam mitigasi bencana lama, dalam bidang geoteknik dimanfaatkan sebagai bahan kajian dalam persiapan pembangunan yang berkaitan dengan daya dukung tanah dan masih banyak lagi manfaat lainnya.

Kebutuhan informasi lapisan bawah permukaan dewasa ini sangat meningkat seiring dengan meningkatnya pembangunan dan bertambahnya kesadaran masyarakat untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh bencana alam. Banyak kajian-kajian yang telah dilakukan oleh para peneliti untuk memperoleh informasi lapisan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas [5,6,7]. Hasil kajian yang dilakukan dapat diaplikasikan dalam berbagai aspek kehidupan.

Informasi lapisan bawah permukaan banyak dikaji dalam bidang ilmu kebumiharian seperti geologi dan geofisika. Kedua bidang keilmuan ini mengkaji informasi bawah permukaan berdasarkan karakteristik yang berbeda. Ilmu geofisika memanfaatkan karakteristik sifat fisika yang dimiliki batuan untuk mendapatkan informasi bawah permukaan. Karakteristik sifat fisika batuan dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis lapisan tanah dan dapat digunakan dalam analisis daya dukung tanah terhadap bangunan di atasnya. Lapisan tanah alluvium yang memiliki karakteristik mudah terdeformasi

dapat menyebabkan terjadinya amblesan tanah. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam memperoleh informasi bawah permukaan adalah metode geolistrik tahanan jenis. Kajian bawah permukaan dengan menggunakan metode geolistrik bertujuan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam proses persiapan pembangunan fasilitas umum dan perumahan serta gedung-gedung perkantoran.

Metode geolistrik tahanan jenis memanfaatkan sifat fisika yaitu sifat kelistrikan. Salah satu sifat kelistrikan yang dapat memberikan gambaran tentang informasi bawah permukaan adalah nilai resistivitas suatu material [8]. Resistivitas merupakan karakteristik suatu material untuk menghambat arus yang mengalir pada material tersebut. Setiap material memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Nilai resistivitas suatu batuan dibawah permukaan dipengaruhi oleh kandungan fluida dan mineral logam yang terdistribusi dalam batuan tersebut. Berdasarkan nilai resistivitas material dalam hal ini adalah batuan, dapat diketahui jenis batuan penyusun setiap lapisan dibawah permukaan.

1.1 Kondisi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah Kota Balikpapan tepatnya di Daerah Kelurahan Manggar. Kelurahan Manggar berada dipesisir pantai timur Balikpapan dan kondisi datarannya relatif landai. Perkembangan pembangunan di daerah Kelurahan Manggar sangat pesat ditandai dengan padatnya permukiman dan kompleks perumahan elit serta banyak pula perusahaan-perusahaan yang membangun perkantoran.

Secara geologi kondisi lahan di Daerah Kelurahan Manggar didominasi oleh endapan Aluvium dan Formasi Kampung Baru [9]. Endapan Alluvium berasal dari endapan sungai, rawa, delta dan pantai yang diperkirakan terakumulasi pada kala Holocen yang terjadi kurang lebih 11.430 tahun yang lalu. Endapan Alluvium terdiri dari kerakal,

kerikil, pasir, lempung, dan lumpur. Endapan Alluvium tersebar hampir diseluruh pesisir pantai Balikpapan. Formasi Kampung Baru diperkirakan berumur Meiosen akhir hingga Pliosen yang terbentuk pada 530 juta tahun yang lalu. Formasi Kampung Baru terdiri dari batu lempung Pasiran, Pasir kuarsa, batu lanau, sisipan batubara, napal, gamping dan lignit yang di endapkan pada lingkungan laut dangkal dan delta [10].

Endapan Alluvium dan Formasi Kampung Baru merupakan formasi batuan yang berasal dari hasil pengendapan material – material yang terombakan sehingga memiliki tingkat kompaksi dan kepadatan yang rendah. Ikatan antar butir penyusun batuan yang belum kuat sehingga akan sangat mudah mengalami perubahan massa dan mudah terdegradasi sehingga perlu penanganan khusus dalam proses pemanfaatannya.

1.2 Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik tahanan jenis merupakan metode geofisika aktif yang memanfaatkan penjalaran arus listrik dalam perut bumi untuk mengetahui kondisi bawah permukaan. Sifat fisika yang dimanfaatkan dalam metode ini adalah karakteristik yang dimiliki suatu bahan untuk menghambat arus listrik yaitu resistivitas [11].

Metode geolistrik banyak dimanfaatkan dalam survey bawah permukaan karena dapat memberikan hasil yang baik. Selain itu, metode geolistrik sangat ramah lingkungan dan tidak merusak serta sangat mudah aplikasinya dilapangan. Metode geolistrik mengasumsikan bumi sebagai semua medium yang setengah tak berhingga. Saat bumi dialiri arus listrik dengan besar tertentu maka akan muncul beda potensial diantara titik-titik disepanjang area yang di lalui oleh arus sebut.

Asumsi lain yang digunakan dalam metode geolistrik adalah menganggap bumi sebagai medium yang terdiri dari lapisanbawah permukaan yang homogen [12,13]. Pada dasarnya bumi merupakan medium yang sangat kompleks. Sehingga hasil yang diperoleh merupakan nilai resistivitas

semu. Nilai resistivitas semu digunakan dalam proses inversi untuk memperoleh nilai resistivitas lapisan bawah permukaan yang sebenarnya. Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu adalah:

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I}$$

Besar arus yang dialirkan (I) dan beda potensial (ΔV) merupakan respon parameter yang diperoleh dalam pengukuran lapangan. k merupakan nilai faktor geometri yang berasal dari konfigurasi yang digunakan dalam pengukuran.

Metode geolistrik memiliki beberapa jenis konfigurasi atau susunan elektroda dalam pengukuran. setiap konfigurasi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Konfigurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konfigurasi wenner.

2. Metoda Penelitian

Pengukuran metode tahanan jenis dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 4 lintasan pengukuran dengan menggunakan konfigurasi wenner. Panjang lintasan dalam pengukuran adalah 150 m dengan arah Tenggara – Barat Laut. Area pengukuran berada pada area kelurahan Manggar Kota Balikpapan meliputi area X : 493141 m – X : 494351 m dan Y : 9863239 m – Y : 9864069 m.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

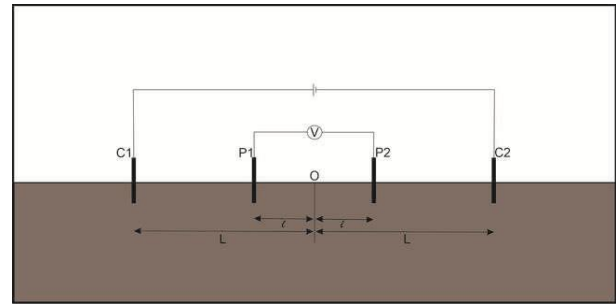
Pengukuran metode geolistrik dilakukan dengan cara mengalirkan arus kebawah permukaan melalui elektroda dan mengukur besar beda potensial diantara dua titik. Susunan elektroda konfigurasi wenner terdiri dari dua elektroda arus dan dua elektroda potensial (gambar 2.) yang terhubung ke alat resistivity meter.

Hasil pengukuran lapangan berupa nilai arus yang dialirkan dan beda potensial yang terukur digunakan untuk menghitung besar nilai resistivitas semu lapisan bawah permukaan dengan menggunakan faktor geometri. Besar faktor geometri yang digunakan dalam konfigurasi Wenner adalah

$$k = 2\pi a$$

Dengan a adalah jarak antara elektroda yang digunakan.

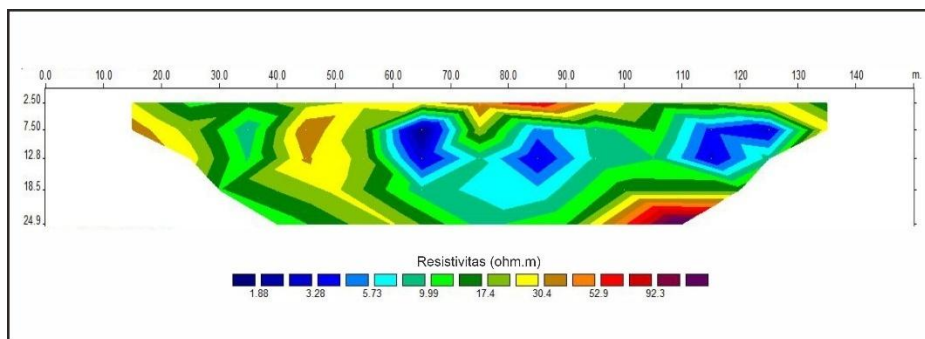
Nilai resistivitas semu hasil perhitungan digunakan dalam pengolahan untuk memperoleh nilai resistivitas sebenarnya lapisan bawah permukaan. Hasil pengolahan data metode geolistrik tahanan jenis menggunakan konfigurasi Wenner adalah penampang 2D resistivitas bawah permukaan. Penampang resistivitas 2D memberi gambaran distribusi nilai resistivitas dibawah permukaan. Penampang 2D resistivitas bawah permukaan diinterpretasikan berdasarkan distribusi nilai resistivitas dan dengan mempertimbangkan informasi geologi sekitar daerah penelitian kedalam model konseptual 2D lapisan bawah permukaan. Model konseptual digunakan dalam menentukan jenis lapisan bawah permukaan diarea penelitian.



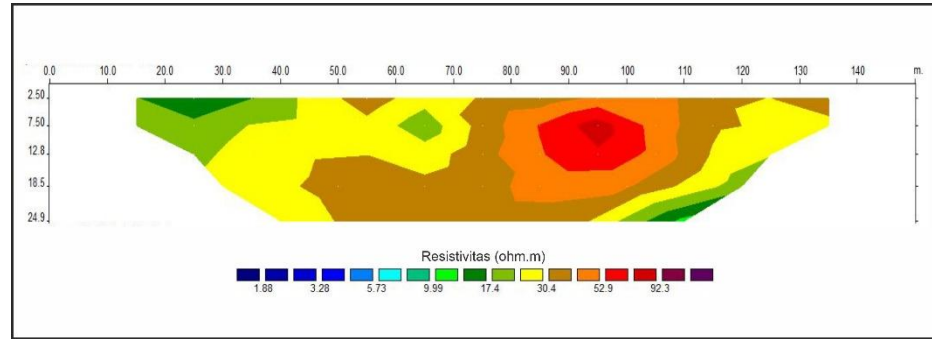
Gambar 2. Konfigurasi elektroda wenner a.

3. Hasil Penelitian

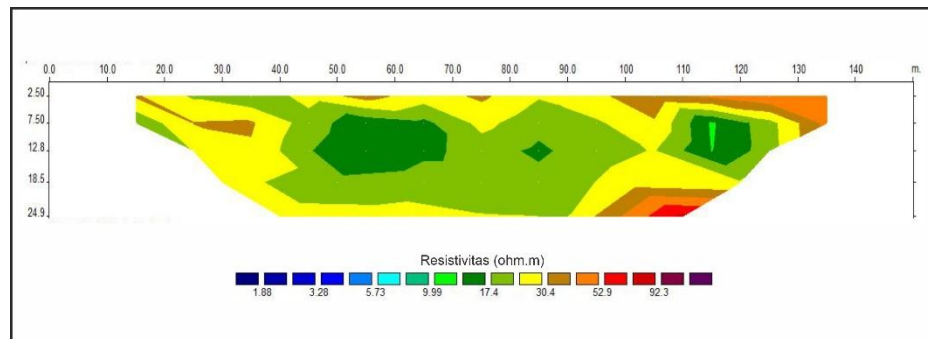
Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk penampang 2D resistivitas bawah permukaan. Penampang 2D resistivitas bawah permukaan menggambarkan distribusi nilai resistivitas lapisan batuan dibawah permukaan. Distribusi nilai resistivitas yang diperoleh dalam pengolahan data tidak menggambarkan dimensi atau bentuk lapisan batuan dibawah permukaan. Distribusi nilai resistivitas batuan dipengaruhi oleh kandungan fluida atau kandungan mineral logam dibawah permukaan.



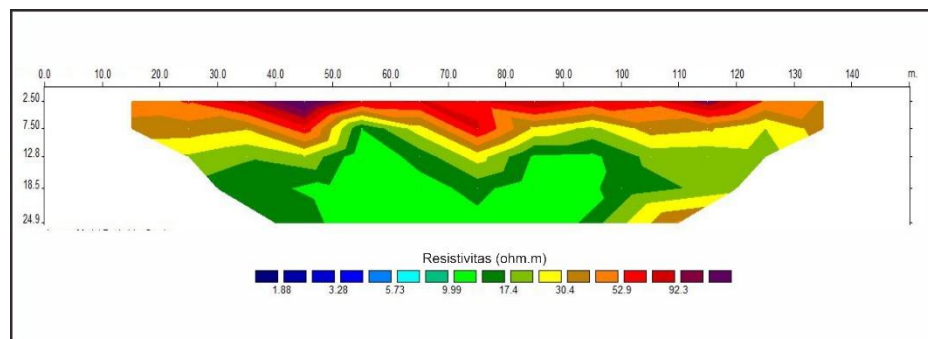
a



b.



c.



d.

Gambar 3. Penampang 2D resistivitas bawah permukaan, a. Lintasan 1, b. Lintasan 2, c. Lintasan 3, d. Lintasan 4

Penampang 2D resistivitas bawah permukaan (gambar 3) di interpretasikan berdasarkan nilai resistivitas dan dengan mempertimbangkan informasi geologi di daerah penelitian.

Hasil interpretasi pada lintasan 1 (gambar 3.a) menunjukkan adanya lapisan lempung yang tersaturasi oleh air dengan nilai resistivitas 1 – 10 Ωm yang berada pada jarak 60 – 130 m di kedalaman 5 – 18 m. secara

umum kondisi lapisan bawah permukaan pada lintasan 1 di dominasi oleh lempung yang disisipi oleh pasir dengan nilai resistivitas 10 – 31 Ωm . lapisan lempung pada lintasan 1 diperkirakan berasal dari akumulasi endapan sungai yang dikontrol oleh sungai manggar yang merupakan salah satu sungai besar di daerah penelitian. Selain itu pada juga terdapat sisipan batubara dengan nilai resistivitas > 150 Ωm .

Model 2D resistivitas bawah permukaan pada lintasan kedua dan ketiga (gambar 3.b dan 3.c) menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu tersusun oleh lapisan lempung yang tersisipi pasir dengan nilai resistivitas 10 – 30 Ω m. lapisan lempung yang tersisipi oleh pasir tersebar merata pada kedua lintasan ini. Namun terdapat anomaly pada lintasan kedua dengan resistivitas > 90 Ω m yang diperkirakan sebagai sisipan batubara pada jarak 90 – 100 meter di kedalaman 5 – 15 m dibawah permukaan. Keberadaan sisipan batubara di area penelitian tidak merata di semua lintasan, dikarenakan lapisan batubara di area penelitian tidak menerus dan keberadaannya hanya pada area-area tertentu saja. Hal ini sesuai dengan informasi kondisi geologi yang diperoleh.

Lintasan keempat (gambar 3.d) memiliki kondisi lapisan bawah permukaan yang lebih teratur jika dibandingkan dengan ketiga lintasan sebelumnya. Diperkirakan lapisan pertama pada lintasan ini tersusun atas pasir kuarsa, krikil dan krakal disepanjang lintasan dengan nilai resistivitas 31-90 Ω m dari permukaan hingga kedalaman 7.5 m. sedangkan dibawahnya diperkirakan sebagai lapisan lempung yang tersisipi pasir dengan nilai resistivitas 10 – 31 Ω m hingga kedalaman 25 m dibawah permukaan.

Berdasarkan interpretasi penampang 2D resistivitas bawah permukaan dapat disimpulkan bahwa litologi daerah penelitian tersusun atas lapisan soil yang terdiri dari pasir kuarsa, krikil dan krakal serta lapisan lempung yang tersisipi oleh pasir yang menerus dari arah Timur ke arah Barat daerah Penelitian. Litologi daerah penelitian didominasi oleh lapisan lempung yang tersisipi pasir hasil endapan delta dan rawa.

Lapisan lempung yang tersisipi pasir memiliki karakteristik mudah mengembang dan mengempis. Karakteristik tersebut dapat menimbulkan amblesan tanah dan dapat menyebabkan kerusakan jalan dan kerusakan pada struktur bangunan yang berada diatasnya. Kondisi daerah penelitian dibagian Barat yang berundulasi dan keberadaan Lapisan lempung

di daerah dengan kemiringan yang terjal dapat memicu terjadinya rayapan tanah dan longsor.

Informasi bawah permukaan ini sangat bermanfaat dalam proses pengembangan wilayah kelurahan manggar khususnya dalam proses persiapan pembangunan jalan dan bangunan. Rekayasa geoteknik dapat dilakukan berdasarkan dengan berdasarkan hasil penelitian ini. Seperti penentuan kedalaman pondasi dan dalam proses pemadatan lahan untuk meminimalisis terjadinya amblesan tanah.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan lapisan bawah permukaan daerah penelitian tersusun atas soil dengan resistivitas 31-90 Ω m dan didominasi oleh lapisan lempung yang tersaturasi air dengan resistivitas 1-10 Ω m, lapisan lempung yang tersisipi pasir dengan nilai resistivitas 10-31 Ω m dan sisipan batubara dengan resistivitas > 90 Ω m. informasi kondisi bawah permukaan dapat digunakan sebagai data pendukung dalam proses pembangunan di daerah penelitian.

5. Saran

Hasil yang lebih detail dapat diperoleh dengan melakukan pengukuran yang lebih banyak dan dengan menambahkan data bor sebagai data pendukung dalam interpretasi hasil penelitian. Penetrasi kedalaman dapat ditingkatkan dengan melakukan pengukuran menggunakan konfigurasi schlumberger.

6. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional melalui LPPM ITK yang telah mendanai kegiatan penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

7. Daftar Pustaka

- [1] Djauhari Noor, *Pengantar Geologi*, edisi pertama, Pakuan Univesity perss, 2008.
- [2]M. Iqbal Sy dan A. Budiman, "Investigasi Bidang Gelincir Pada Lereng Menggunakan

- Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dua Dimensi (Studi Kasus: Kelurahan Lumbang Bukit Kecamatan Pauh Padang)”, *Jurnal Fisika Unand*, vol. 2, no. 2, hal 88-93, 2013.
- [3] M. Rusli, “Investigasi Potensi Agregat Geoteknik Dengan Metode Geolistrik”, *Jurnal Promine*, vol. 3 no. 1, hal. 36 – 44, 2015.
- [4] D. Sedana, As’ari dan A. Tanauma, “Pemetaan Akuifer Air Tanah Di Jalan Ringroad Kelurahan Malendeng Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis”, *Jurnal Ilmiah Sains*, vol. 15, no. 2, 2015.
- [5] A. Guenergar, U. Harmokodan S. Widada, “Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Area Panas Bumi Kendalisodo Kecamatan Bergas Kabupaten Semarang”, *Youngster Physics Journal.*, Vol. 3, no. 3, hal 279-282, 2014.
- [6] A.S. Wijaya, “Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya”, *Jurnal Fisika Indonesia*, vol. xix, no. 55, 2015.
- [7] A.R. Hakim dan Hairunisa, “Studi Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Study Kasus Stadion Universitas Brawijaya, Malang)”, *Jurnal Pemikiran Penelitian Pendidikan dan Sains*, vol. 5, no. 1, hal 56-64, 2017.
- [8] F.W. Prameswari, A. S. Bahri, W. Parnadi, “Analisa Resistivitas Batuan dengan Menggunakan Parameter Dar Zarrouk dan Konsep Anisotropi” , *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 1, no. 1, hal 15-20, 2012.
- [9] S. Hidayat dan I. Umar. *Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan*. Pusat Survei Geologi, 1994.
- [10] Z. Zakariaa, D. Muslim dan I. Sophian, “Korelasi SMR pada Desain Lereng Tambang Terbuka Batubara Pada Formasi Balikpapan & Formasi Kampung Baru Sanggsanga Kalimantan Timur”, *Buletin Sumber daya Geologi*, Vol. 7, no. 3, hal 147-157, 2012.
- [11] D. N. Leite, et al. “Goelectrical characterization with 1D VES/TDEM joint inversion in Urupês-SP region, Paraná Basin: Applications to hydrogeology”, *Journal of Applied Geophysics*, Vol. 151, hal 205-220, 2018
- [12] Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E. *Applied Geophysics, 2nd edition*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- [13] Michael Dentith, and Stephen T. Mudge, *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*, Cambridge University Press, Cambridge, 2014.