

Potensi Sebaran Mineral di Bawah Permukaan dengan Metode Geolistrik di Pantai Kuri Caddi Maros

Muh. Rusdin*, Rahmaniah, Ayusari Wahyuni

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Indonesia

**Email: muhrusdin6@gmail.com*

SARI

Mineral memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, misalnya saja untuk mineral non-logam digunakan sebagai bahan baku industri, bahan keramik, bahan kosmetik, bahan bangunan, dan lain-lain. Sedangkan mineral logam dimanfaatkan dalam bidang industri. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran mineral di bawah permukaan Pantai Kuri Caddi Maros dengan metode geolistrik resistivitas. Penelitian ini dilakukan dengan cara akuisisi data geolistrik menggunakan konfigurasi wenner dengan jumlah lintasan sebanyak dua lintasan. Panjang masing-masing lintasan 120 meter dengan spasi antar elektroda sebesar 5 meter. Hasil penelitian pada lintasan pertama diperoleh dua lapisan, lapisan pertama dengan nilai resistivitas 0,302-3,03 Ωm terdapat pada kedalaman 0-12,4 meter diduga sebaran pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Lapisan kedua dengan nilai resistivitas 5,40-17,1 Ωm terdapat pada kedalaman 3,75-19,8 meter diduga sebaran endapan pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Pada lintasan kedua juga diperoleh dua lapisan, lapisan pertama dengan nilai resistivitas 0,166-1,60 Ωm terdapat pada kedalaman 0-15,9 meter diduga sebaran pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Lapisan kedua dengan nilai resistivitas 2,82-8,78 Ωm terdapat pada kedalaman 0-19,8 meter diduga sebaran endapan pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Dari hasil penelitian terlihat sebaran mineral dengan nilai resistivitas antara 0,166-17,1 Ωm berada pada kedalaman 0-19,8 meter.

Kata kunci: Geolistrik, Mineral, Resistivitas, Wenner.

ABSTRACT

Minerals play a very important role in everyday life, for example, non-metallic minerals are used as industrial raw materials, ceramic materials, cosmetic materials, building materials, etc., while metallic minerals are used in industry. The purpose of this research is to reveal the spreading of minerals under the surface of Kuri Caddi Beach in Maros by applying Geoelectrical Resistivity Method. This research was passing the process of data geoelectrical acquisition by using wenner configurations with two tracks.

How to Cite: Rusdin, M., Rahmaniah, Wahyuni, A., 2021. Potensi Sebaran Mineral di Bawah Permukaan dengan Metode Geolistrik di Pantai Kuri Caddi Maros. Jurnal Geomine, 9 (2): 103-110.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submite 07 Juli 2021

Received in from 10 Juli 2021

Accepted 31 Agustus 2021

Lisensec By:

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



The length of each track is 120 meters with 5 meters of electrode space. In this research two layers were obtained in the first pass, the first layer with a specific resistance value of 0,302-3,03 Ωm was found at a depth of 0-12,4 meters, presumably the distribution of sand with minerals calcium oxide, silicon dioxide and Hematite. The second layer with a resistivity of 5,40-17,1 Ωm is located at a depth of 3,75-19,8 meters. The distribution of sand deposits is believed to contain the minerals calcium oxide, silicon dioxide and hematite. Two layers are also obtained in the second pass, the first layer with a specific resistance value of 0.166-1.60 Ωm was found at a depth of 0-15.9 meters, presumably the distribution of sand with the minerals calcium oxide, silicon dioxide and hematite. The second layer with a resistance value of 2.82-8.78 Ωm is located at a depth of 0-19.8 meters, it is assumed that the distribution of sand deposits with the minerals calcium oxide, silicon dioxide and hematite. From the results of the study it can be seen that the distribution of minerals with resistance values between 0.166-17.1 Ωm is at a depth of 0-19.8 meters.

Keyword: Geoelectric, Mineral, Resistivity, Wenner.

PENDAHULUAN

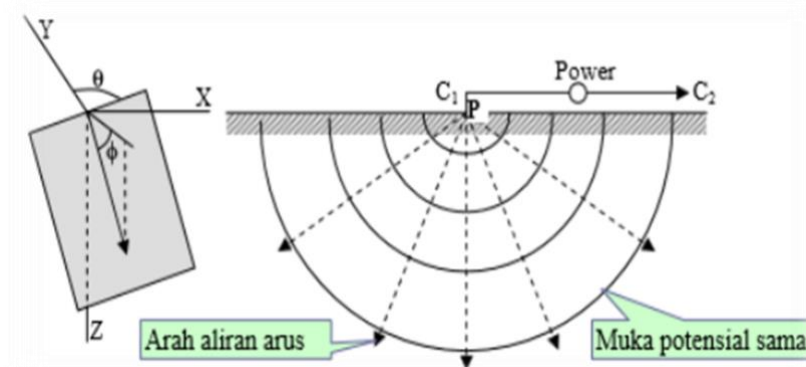
Sulawesi Selatan memiliki sumber daya alam yang melimpah, terutama dalam hal mineral. Hal ini disebabkan karena adanya dua sesar besar yang melintasi daerah tersebut, yaitu sesar Palu Koro dan sesar Saddang. Sesar Palu Koro yang membentang dari Palu menuju selatan tenggara, melintasi sebelah utara Sulawesi Selatan menuju ke arah selatan Kabupaten Bone hingga laut Banda. Sedangkan Sulawesi Selatan bagian tengah dan bagian selatan, Bulukumba dan bagian timur pulau Selayar dilintasi oleh sesar Saddang. Kedua sesar ini saling bertumbukan dan dihipit oleh pemekaran samudra yang ada pada selat Bone dan selat Makassar (Utami et al., 2011). Sesar sangat berperan dalam pembentukan mineral hal ini terjadi karena naiknya H_2O panas ke permukaan yang kemudian terendapkan pada celah batuan yang diakibatkan oleh adanya sesar dan mengalami proses mineralisasi. Salah satu kabupaten yang ada di Sulawesi Selatan adalah kabupaten Maros.

Berdasarkan data pemerintah Kabupaten Maros, potensi bahan galian Kabupaten Maros meliputi bahan galian golongan A dan bahan galian golongan C. Menurut jenisnya, Kabupaten Maros memiliki potensi sumber daya mineral berupa pasir kuarsa, lempung, granodiorit, marmer, batugamping, basal, andesit, batupasir formasi camba, dan lain-lain (Pemerintah Kabupaten Maros, 2008). Untuk lokasi penelitian di desa Nisombalia, Maros, berdasarkan peta geologi lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai disusun oleh batuan formasi Endapan Aluvium dan Pantai (kerikil, pasir, lempung, lumpur, dan batugamping koral), dan formasi Camba (batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunungapi) (Sukanto & Supriatna, 1982). Hal yang menarik untuk dikaji pada daerah tersebut adalah pasir pantainya yang berwarna putih yang biasanya terdapat mineral kuarsa dan adanya singkapan batugamping dengan jumlah yang cukup besar di sepanjang pantai, dimana pada batuan tersebut biasanya terdapat mineral kalsit (Silvia et al., 2018).

Mineral kalsit merupakan kelompok mineral non-silikat yang umumnya berwarna putih transparan dan tersusun dari kalsium karbonat (CaCO_3) (Noor, 2009). Keunggulan dari mineral ini adalah dapat digunakan sebagai bahan teknologi tinggi, misalnya digunakan pada anti korosi, farmasi, dan bahan hidrofobik dan lain-lain (Silvia et al., 2018). Selain itu kalsit juga sering digunakan dalam industri kertas, cat, plastik, deterjen, kosmetik, dan industri tekstil (Lailiyah et al., 2012). Sehingga perlu untuk dilakukan penelitian guna untuk meningkatkan pemanfaatan mineral tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai mineral yaitu dilakukan oleh (Pratama et al., 2019) dimana berdasarkan hasil pengukuran yang telah diinterpretasikan dengan bantuan data geologi, disimpulkan bahwa pada daerah Pantai Lumpue diduga terdapat batuan beku trakit dan breksi vulkanik dengan nilai resistivitas 13,8 Ωm – 84,1 Ωm yang terdapat pada kedalaman 2,5 meter – 24,7 meter. Penelitian oleh (Abidin & Palili, 2011) di desa Tarere kecamatan Larompong kabupaten Luwu dengan nilai resistivitas yang diperoleh 0,387 Ωm - 798 Ωm , dan mineral-mineral yang terdapat di bawah permukaan yaitu air payau, air dalam

lapisan alluvial, serpih mengandung selingan tufa gunung api, pasir dan kerikil. Dari penelitian lain oleh (Hasyim et al., 2018) dengan menggunakan geolistrik diperoleh bahwa dalam daerah Bontocani, Bone terdapat mineral pirit dengan campuran mineral besi berupa magnetit dan hematit.

Metode geolistrik ini mengibaratkan bumi bersifat homogen dan isotropis, ketika arus listrik dialirkan ke dalam permukaan bumi maka akan membentuk bidang-bidang berbentuk setengah bola yang mempunyai potensial listrik yang sama (Hakim & Manrulu, 2016). Pola aliran arus listrik dalam bumi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pola aliran arus listrik dalam bumi (Hakim & Manrulu, 2016)

Bumi bukanlah medium yang bersifat homogen melainkan mempunyai banyak lapisan dengan nilai tahanan jenis yang berbeda (non homogen), sehingga nilai tahanan jenis yang diperoleh saat melakukan pengukuran bukanlah tahanan jenis sebenarnya melainkan tahanan jenis semu. Rumus untuk menghitung nilai tahanan jenis semu dan faktor geometri ditunjukkan pada persamaan 1 dan 2 berikut:

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

dengan:

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \quad (2)$$

Keterangan:

K = Nilai faktor geometri (m)

ρ = Nilai tahanan jenis semu (Ωm)

ΔV = Nilai beda potensial (mV)

I = Nilai arus (mA)

Konfigurasi yang digunakan dalam penelitian menentukan nilai faktor geometrinya (Hakim & Manrulu, 2016).

Salah satu metode geolistrik yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan mineral bawah permukaan adalah metode geolistrik resistivitas. Metode resistivitas merupakan metode geolistrik aktif yang berdasar pada penerapan prinsip hukum ohm dimana membutuhkan penginjeksian arus listrik ke dalam bumi melalui elektroda arus dan mengukur beda potensialnya dengan elektroda potensial pada permukaan bumi. Tujuan dari metode ini yaitu digunakan dalam pencarian endapan mineral, batubara, panas bumi, dan air tanah. Resistivitas suatu material menunjukkan tingkat tahanan terhadap arus listrik. Semakin sulit material dilewati arus listrik maka semakin besar pula nilai resistivitasnya yang digambarkan dengan satuan ohm meter (Rahmaniah & Wahyuni, 2020). Metode ini

dilakukan dengan menginjeksikan arus melalui dua buah elektroda arus ke dalam tanah kemudian menghitung beda potensial yang terukur pada alat *resistivity meter* (Isa, 2018). Data hasil pengukuran selanjutnya diolah dengan software Res2Dinv guna mendapatkan penampang dua dimensi, kemudian dilanjutkan dengan interpretasi menggunakan bantuan data geologi dan tabel resistivitas batuan. Dalam penelitian ini digunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner karena konfigurasi ini cocok digunakan untuk identifikasi bawah permukaan yang sifatnya dangkal, tingkat sensitivitas yang baik terhadap pengaruh *non homogeneous* bawah permukaan bumi secara lateral dan memiliki resolusi vertikal yang bagus (Mutia et al., 2018).

Konfigurasi wenner adalah konfigurasi dengan dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial dengan jarak antar elektroda yang sama. Penempatan elektroda arus berada pada bagian luar dan elektroda potensial berada pada bagian dalam. Pada saat pengambilan data elektroda dipindahkan secara bersamaan dengan jarak spasi yang selalu sama ($AM = MN = NB$). Konfigurasi wenner ini digunakan pada pengambilan data secara lateral atau mapping (Syukri, 2020). Konfigurasi wenner memiliki tingkat ketelitian yang baik dalam membaca tegangan elektroda MN. Hal ini disebabkan karena jarak antar elektroda MN dan AB yang dekat sehingga nilainya relatif besar. Selain itu kelebihan dari konfigurasi ini adalah jika digunakan pasangan elektroda yang berbeda dalam satu set, maka usulan aturan penyusunan elektroda adalah cara terbaik untuk memperoleh nilai resistivitas semu pada setiap spasi konfigurasi wenner terkhususnya dalam pengukuran kedalaman yang dangkal (Faleiro et al., 2019).

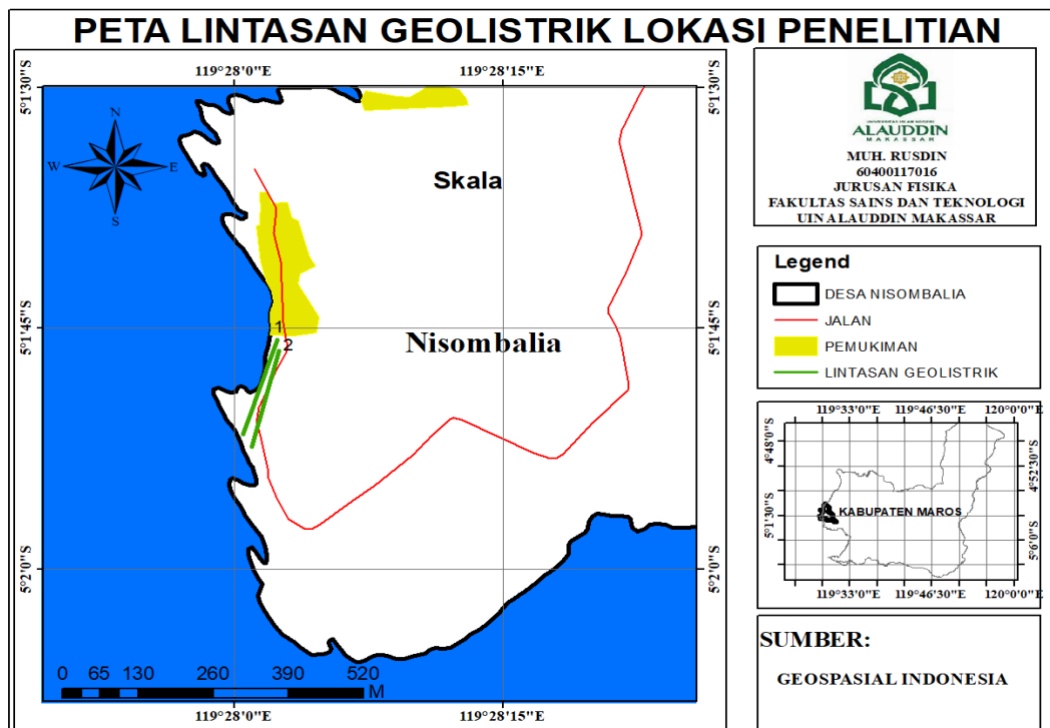
Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan tingginya kemanfaatan akan mineral di sekitar pesisir pantai membuat peneliti akan melakukan survei sebaran mineral di bawah permukaan pantai Kuri Caddi maros dengan metode geolistrik Sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat dan pemerintah setempat baik sebagai data bahan galian maupun digunakan sebagai acuan dalam eksplorasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2021 di Pantai Kuri Caddi, Desa Nisombalia, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Alat dan bahan yang akan digunakan adalah Satu set *resistivity meter single channel* tipe IPMGEO 4100, Satu buah *Global positioning system* (GPS), aki, empat buah elektroda (2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial), empat gulung kabel elektroda (2 gulung elektroda arus dan 2 gulung kabel elektroda potensial), satu buah kompas, satu buah payung, dua buah palu elektroda, roll meter, laptop, software Res2Dinv, software Microsoft Excel 2010, software Notepad, dan kertas tabel pengukuran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas. Metode ini berdasarkan pada nilai hambat batuan terhadap arus listrik yang dialirkan melalui dua buah elektroda arus, kemudian mengukur beda potensial dengan dua buah elektroda potensial yang tersambung ke alat *resistivity meter*. Konfigurasi yang digunakan berupa konfigurasi wenner dengan jarak spasi antar elektroda sebesar 5 meter dengan panjang lintasan sebesar 120 meter. Hasil pengukuran yang diperoleh di lapangan selanjutnya diolah dengan menggunakan software Microsoft Excel 2010, Notepad, dan Res2Dinv untuk mendapatkan gambaran dua dimensi bawah permukaan.

HASIL PENELITIAN

Dari kondisi lapangan yang berada pada lokasi penelitian diperoleh jumlah lintasan yang dapat diukur adalah dua lintasan. Lintasan pertama berada pada titik koordinat $5^{\circ}1'55,7''$ LS dan $119^{\circ}28'01,3''$ BT dengan arah lintasan $N10^{\circ}E$, pada lintasan kedua $5^{\circ}1'51,6''$ LS dan $119^{\circ}28'01,9''$ BT dengan arah lintasan $N5^{\circ}E$. Data yang dihasilkan di lapangan menggunakan konfigurasi wenner dengan jarak spasi elektroda arus dan tegangan sebesar 5 meter dengan panjang lintasan sebesar 120 meter.



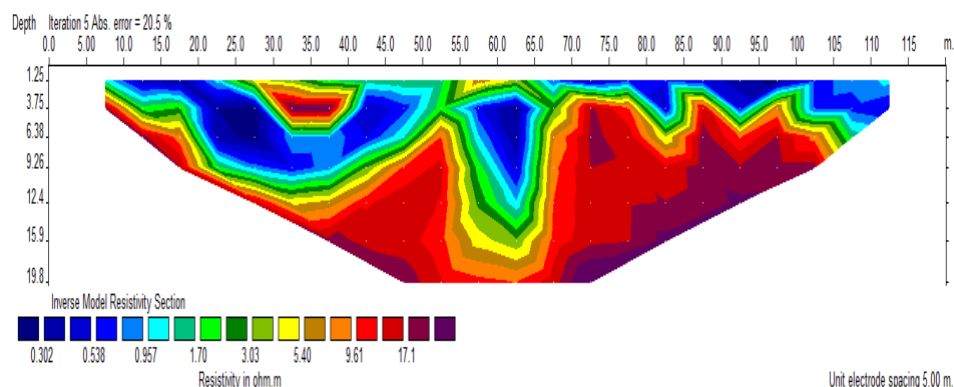
Gambar 1. Peta lintasan geolistrik lokasi penelitian

Gambar 1 merupakan gambar peta yang menunjukkan garis lintasan di lapangan yang disesuaikan dengan kondisi di lokasi penelitian.

Dari hasil pengukuran yang diperoleh di lapangan yaitu berupa beda potensial, kuat arus dan jarak spasi antar elektroda, kemudian dilakukan pengolahan pada Microsoft Excel untuk mencari nilai faktor geometri dan nilai resistivitas semu batuan yang ada di bawah permukaan. Nilai resistivitas yang diperoleh bukanlah nilai resistivitas yang sebenarnya sehingga diperlukan perhitungan inversi dengan menggunakan software Res2Dinv. Hasil pengolahan Res2Dinv berupa penampang dua dimensi yang kemudian diinterpretasikan dengan bantuan tabel resistivitas batuan menurut telford, geologi daerah penelitian, dan kondisi lapangan yang sebenarnya. Berikut adalah hasil interpretasi lintasan geolistrik:

1. Lintasan 1

Hasil inversi pada lintasan satu dengan menggunakan software Res2Dinv dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil inversi lintasan pertama

Berikut adalah tabel nilai resistivitas yang diperoleh pada lokasi penelitian ditunjukkan pada tabel 1.

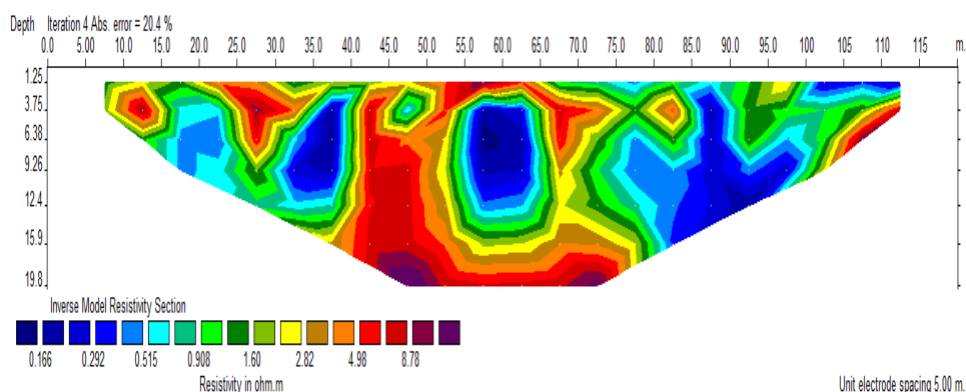
Tabel 1. Nilai Resistivitas Lintasan Pertama

No	Resistivity (Ωm)	Kedalaman (m)	Hasil Interpretasi
1	0,302 – 3,03	1,25-12,4	Diduga merupakan pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit.
2	5,40-17,1	1,25-19,8	Diduga merupakan endapan pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit.

Dari hasil pengolahan data resistivitas batuan menurut tabel telford yang dikorelasikan dengan kondisi lapangan dan data geologi diperoleh dua lapisan. Pada lintasan pertama diperoleh nilai resistivitas antara 0,302-17,1 Ωm dengan persentase error sebesar 20,5%. Untuk nilai resistivitas 0,302-3,03 Ωm dengan kedalaman berkisar antara 1,25-12,4 m diduga merupakan pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Pada nilai resistivitas 5,40-17,1 Ωm dengan kedalaman berkisaran antara 1,25-19,8 m diduga merupakan endapan pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Nilai resistivitas pasir sesuai dengan nilai resistivitas menurut telford yaitu 1-1000 Ωm , tetapi untuk nilai resistivitas pasir yang rendah pada penelitian ini disebabkan karena pasir tersebut bercampur dengan air laut, dimana air laut tersebut merupakan penghantar listrik yang bagus.

2. Lintasan 2

Hasil inversi pada lintasan kedua dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil inversi lintasan 2

Berikut adalah tabel nilai resistivitas yang diperoleh pada lokasi penelitian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 1. Nilai Resistivitas Lintasan Kedua

No	Resistivity (Ω m)	Kedalaman (m)	Hasil Interpretasi
1.	0,166–1,60	1,25-19,8	Diduga pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit.
2.	2,82-8,78	1,25-19,8	Diduga merupakan endapan pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit.

Pada lintasan kedua (gambar 2) penampang dua dimensi diperoleh nilai resistivitas antara 0,166-8,78 Ω m dengan persen eror sebesar 20,4%. Untuk nilai resistivitas antara 0,166–1,60 Ω m juga diduga sebagai pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit pada kedalaman berkisar antara 1,25-19,8 m. Pada nilai resistivitas antara 2,82-8,78 Ω m, pada kedalaman berkisar antara 1,25-19,8 m diduga merupakan endapan pasir yang mengandung kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Pantai Kuri Caddi, Desa Nisombalia Kabupaten Maros diperoleh sebaran mineral pasir pantai. Pada lintasan pertama diperoleh dua lapisan, lapisan pertama dengan nilai resistivitas 0,302-3,03 Ω m terdapat pada kedalaman 0-12,4 meter diduga sebaran pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Lapisan kedua dengan nilai resistivitas 5,40-17,1 Ω m terdapat pada kedalaman 3,75-19,8 meter diduga sebaran endapan pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Pada lintasan kedua juga diperoleh dua lapisan, Lapisan pertama dengan nilai resistivitas 0,166-1,60 Ω m terdapat pada kedalaman 0-15,9 meter diduga sebaran pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit. Lapisan kedua dengan nilai resistivitas 2,82-8,78 Ω m terdapat pada kedalaman 0-19,8 meter diduga sebaran endapan pasir yang mengandung mineral kalsium oksida, silikon dioksida, dan hematit.

REFERENSI

- Abidin, K., & Palili, A. (2011). *Studi Penentuan Mineral Bawah Permukaan Dengan Metode Geolistrik Di Desa Tarere Kec. Larompong Kab Luwu. Jurnal Dinamika*, 02, 62–63. <https://journal.uncp.ac.id/index.php/dinamika/article/view/13>
- Faleiro, E., Asensio, G., Garcia, D., & Moreno, J. (2019). *Wenner Soundings For Apparent Resistivity Measurements at Small Depths Using a Set of Unequal Bare Elektrodes: Selected Case Studies. Energies*, 1–10. <https://doi.org/10.3390/en12040695>
- Hakim, H., & Manrulu, R. H. (2016). *Aplikasi Konfigurasi Wenner dalam Menganalisis Jenis Material Bawah Permukaan. Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 95. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.109>
- Hasyim, A., Arsyad, M., & Tiwow, A. (2018). *Analisis Material Bawah Permukaan Berdasarkan Data Geolistrik Pada Daerah B.B. Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*. <https://doi.org/10.35580/jspfv14i2.10820>
- Isa, M. (2018). *Eksplorasi Energi Panas Bumi*. Syiah Kuala University Press.
- Lailiyah, Q., Baqiya, M. A., & Darminto, D. (2012). *Pengaruh Temperatur dan Laju Aliran Gas CO₂ pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat dengan Metode Bubbling. Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1), B6–B10. http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/287

- Mutia, S., Akmam, & Amir, H. (2018). *Identifikasi Jenis Batuan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner*. 11(1), 17–24. <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/fis/article/view/2716>
- Noor, D. (2009). *Pengantar Geologi* (1st ed.). CV. Graha Ilmu.
- Pemerintah Kabupaten Maros. (2008). *Potensi Pertambangan dan Bahan Galian*. <https://maroskab.go.id/potensi-pertambangan-dan-bahan-galian/#:~:text=Potensi sumberdaya mineral di Kabupaten,dan batu sungai%2C pasir sungai.>
- Pratama, I. E., Muhtar, I. J., Syamsuddin, S., & Aswad, S. (2019). *Identifikasi Batuan Dasar Daerah Pantai Lumpue Kota Parepare Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner*. *Jurnal Geoelebes*, 3(1), 47. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v3i1.6397>
- Rahmaniah, & Wahyuni, A. (2020). *Survey on potential of geothermal in Lompobattang Mountains South Sulawesi by resistivity method* *Survey on potential of geothermal in Lompobattang Mountains South Sulawesi by resistivity method*. 5–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012160>
- Silvia, L., Zainuri, M., Suasmoro, Subagyo, B. A., Sukamto, H., Mashuri, & Purwaningsih, S. Y. (2018). *Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai di Kabupaten Pacitan dengan Metode Ekstraksi*. *Seminar Nasional Edusainstek*, 16–20.
- Sukamto, R., & Supriatna, S. (1982). *Peta Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng, dan Sinjai, Sulawesi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Syukri, M. (2020). *Buku Ajar Dasar-Dasar Metode Geolistrik*. Syiah Kuala University Press. <http://www.unsyiahpress.unsyiah.ac.id>
- Utami, M., Fisika, P. S., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., & Syarif, N. (2011). *Analisis Mekanisme Pusat Gempa Soroako 15 Februari 2011*. <http://ojs.unm.ac.id/JSdPF/article/download/922/209>