

Analisis Lapisan Tanah Ruas Jalan Dengan Metode Geolistrik Studi Kasus Desa Bikang, Bangka Selatan

Dino Saputra^{1,*}, Tio Sekma Putra², Andesta Granitio Irwan³

¹Balai Pelaksanaan Jalan Nasional, Pangkalpinang, Kep. Bangka Belitung

²Balai Wilayah Sungai Bangka Belitung

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung, Bangka Tengah, Kep. Bangka Belitung

*penulis koresponden: Dinox137@gmail.com

Submit : 18/05/2023

Revisi : 05/06/2023

Diterima : 06/06/2023

Abstrak. Lapisan tanah merupakan salah satu faktor penting dalam pembangunan infrastruktur sehingga banyak pertimbangan dan metode pendekatan dalam identifikasi lapisan tanah bawah permukaan. Salah satu metode yang paling mudah dan umum digunakan yaitu menggunakan metode geolistrik. Metode ini didasarkan pada perbedaan resistivitas material bawah permukaan termasuk tanah yang mencirikan jenis suatu lapisan. Metode konfigurasi wenner-alpha digunakan untuk identifikasi lapisan tanah untuk tiap lintasan sebanyak enam lintasan penyelidikan. Data lapangan kemudian dianalisis dengan perangkat lunak RES2DINV untuk memodelkan penampang bawah permukaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada tiga lapisan dominan penyusun lokasi penyelidikan yaitu lempung, lempung pasir, dan pasir dengan indikasi lapisan keras pada kedalaman 15-30 m dengan rentang kesalahan interpretasi data 11,6 – 21,6%.

Kata kunci: geolistrik; konfigurasi wenner; lapisan tanah; wenner-alpha

Abstract. Soil layers are one of the important factors in infrastructure development so that there are many considerations and approaches in identifying subsurface soil layers. One of the easiest and most commonly used methods is the geoelectric method. This method is based on the difference in resistivity of subsurface materials including soil which characterizes the type of layer. The Wenner-alpha configuration method is used to identify the soil layer for each of the six investigation lines. The field data was then analyzed using RES2DINV software to model the subsurface section. The results of the analysis show that there are three dominant layers making up the investigation site, namely clay, sandy loam, and sand with an indication of a hard layer at a depth of 15-30 m with a data interpretation error range of 11.6 - 21.6%.

Keywords: geoelectric; wenner configuration; soil layer; wenner-alpha

Pendahuluan

Salah satu faktor terpenting dalam pembangunan suatu infrastruktur seperti jalan raya yaitu lapisan tanah atau lapisan bawah permukaan. Dalam pandangan keilmuan Teknik Sipil, tanah merupakan bahan organik yang bersifat lepas di atas batuan dasar [1]. Karakteristik tanah yang berbeda-beda atau anisotropik memberikan nilai kekuatan yang berbeda pula sehingga banyak pertimbangan yang harus dilakukan dalam pembuatan infrastruktur di atasnya. Perlunya tinjauan awal suatu lokasi berdirinya infrastruktur berhubungan dengan biaya yang tidak sedikit, contohnya dalam mengetahui lapisan tanah aktual membutuhkan data sondir atau pemboran. Seiring perkembangan teknologi, identifikasi lapisan tanah bawah permukaan dapat memanfaatkan metode geofisika yang pada umumnya digunakan hanya pada permukaan tanah. Metode ini pada dasarnya memanfaatkan sifat fisika kebumihan dari suatu material bawah permukaan. Hal ini membantu dalam identifikasi lapisan bawah permukaan dengan interpretasi data yang cenderung lebih hemat biaya dan waktu serta meminimalisir kesalahan dalam pengambilan keputusan suatu pekerjaan infrastruktur.

Metode geofisika yang paling sering dan umum dilakukan dalam survei awal penentuan lapisan keras bawah permukaan yaitu metode geolistrik yang memanfaatkan sifat tahanan jenis dari suatu material tanah. Metode ini sangat berguna dalam penentuan awal jenis lapisan tanah keras sebelum dilakukan pemboran sehingga menghemat waktu dan meminimalisir kesalahan dalam menentukan lokasi pemboran.

Geolistrik merupakan metode yang tidak membuat hancur (*non-destructive*) suatu sampel dalam pengambilan datanya dengan kelebihan dalam akuisisi data tanpa adanya pemboran [2]. Konsep dasar geolistrik menggunakan prinsip dari Hukum Ohm yang dikemukakan oleh George Simon Ohm (1787 - 1854) dimana beda potensial akan muncul pada ujung suatu material yang berbanding lurus dengan arus listrik yang mengalir pada material tersebut. Selain itu, konsep dasar ini juga menyatakan bahwa listrik mempunyai tahanan jenis jika terkena suatu material atau benda dimana nilai tahanan jenis (resistivitas) berbanding lurus dengan panjang benda atau medium dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

Parameter resistivitas inilah yang kemudian diadopsi dalam metode geolistrik dalam identifikasi suatu nilai material, dalam hal penelitian ini yaitu lapisan tanah. Dalam suatu penelitian, metode ini dapat dikorelasikan nilainya dengan pengujian SPT (*Strandard Penetration Test*) dimana hasilnya berupa prediksi lapisan tanah dengan nilai resistivitas metode geolistrik yang saling berhubungan [3], oleh karena itu metode ini dapat digunakan sebagai identifikasi awal sebelum dilakukannya pengujian lanjut untuk mengetahui suatu kondisi lapisan tanah.

Metode geolistrik memiliki banyak konfigurasi dalam praktiknya, dimana masing-masing konfigurasi tersebut memiliki peruntukkan yang berbeda. Konfigurasi merupakan susunan elektroda yang digunakan dalam metode geolistrik yang dalam pemilihan konfigurasi tersebut mempertimbangkan sensitivitas konfigurasi, kedalaman investigasi, dan cakupan data horizontal [4]. Konfigurasi yang dimaksud antara lain:

1. Konfigurasi *Wenner*

Konfigurasi ini tersusun atas dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Elektroda potensial ditempatkan pada bagian dalam dan elektroda arus ditempatkan pada bagian luar

2. Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi ini merupakan metoda yang banyak digunakan untuk mengetahui karakteristik lapisan batuan/tanah bawah permukaan dengan biaya yang relatif lebih murah. Konfigurasi Schlumberger merupakan teknik sounding, jarak antar arus dan elektroda bervariasi, sehingga yang di pindah-pindahkan hanya bentangan arus.

3. Konfigurasi *Dipole-Dipole*

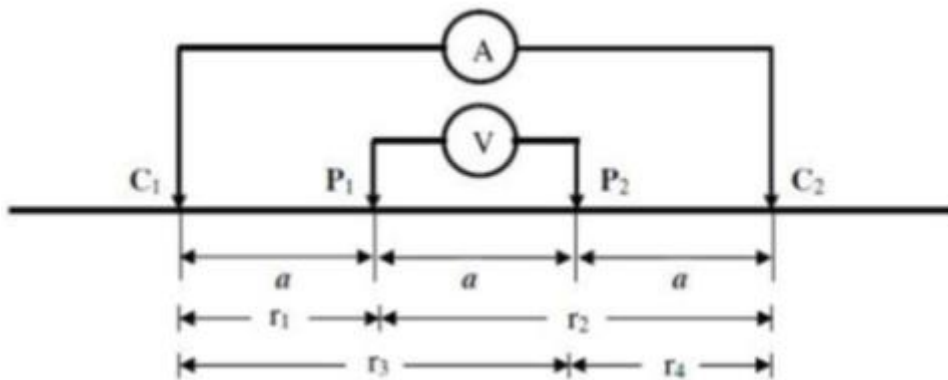
Metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada obyek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode sounding lainnya seperti konfigurasi wenner dan konfigurasi schlumberger. Metode ini sering digunakan dalam survey-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial.

4. Konfigurasi *Pole-Dipole*

Pole-dipole merupakan salah satu konfigurasi yang dapat digunakan jika ingin melakukan pendugaan atau investigasi geologi bawah permukaan yang kurang dari 500m dibawah permukaan tanah. Konfigurasi pole-dipole memiliki penetrasi yang lebih dalam $\pm 65\%$ dibandingkan konfigurasi dipole-dipole, kelemahan dari konfigurasi pole-dipole adalah tingkat akurasi dari posisi benda atau obyek yang kurang akurat dibandingkan konfigurasi dipole-dipole, hal ini disebabkan oleh konfigurasi elektroda yang tidak simetris.

Metode

Metode pengambilan data yang dilakukan yaitu menggunakan konfigurasi *Wenner-Alpha*. Metode ini digunakan karena pada dasarnya sensitif pada perubahan lateral setempat dan relatif dangkal serta dapat memberikan gambaran resolusi yang baik berbentuk lensa-lensa yang menggambarkan nilai resistivitas antar lapisan tanah [5]. Keunggulan dari metode ini yaitu memiliki ketelitian pada pembacaan tegangan P1 dan P2 pada pembacaan yang lebih besar karena elektroda P1 dan P2 yang relatif dekat dengan elektroda C1 dan C2. Metode konfigurasi *Wenner-Alpha* ini memiliki jarak antar elektroda arus dan potensial yang sama (Gambar 1).

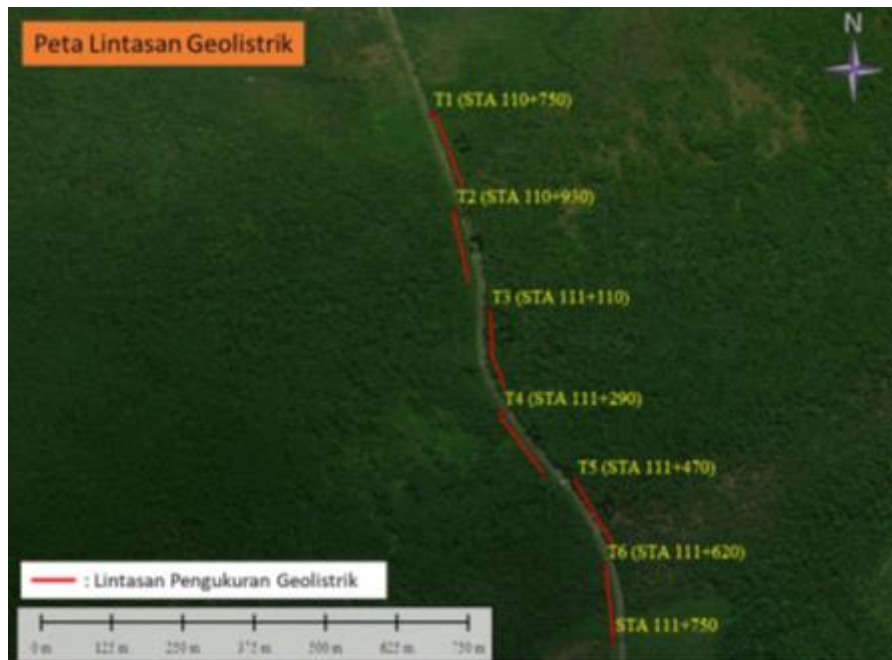


Gambar 1. Konfigurasi *Wenner-Alpha*

Pengambilan data lapangan dilakukan dengan membagi lokasi menjadi 7 lintasan dimana masing-masing lintasan menggunakan 14 elektroda dengan jarak antar elektroda adalah 10 meter, sehingga panjang satu lintasan pengukuran adalah 130 meter. Rincian lintasan yang dimaksud ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 2 berikut.

Tabel 1. Rincian Lintasan Pengambilan Data Geolistrik

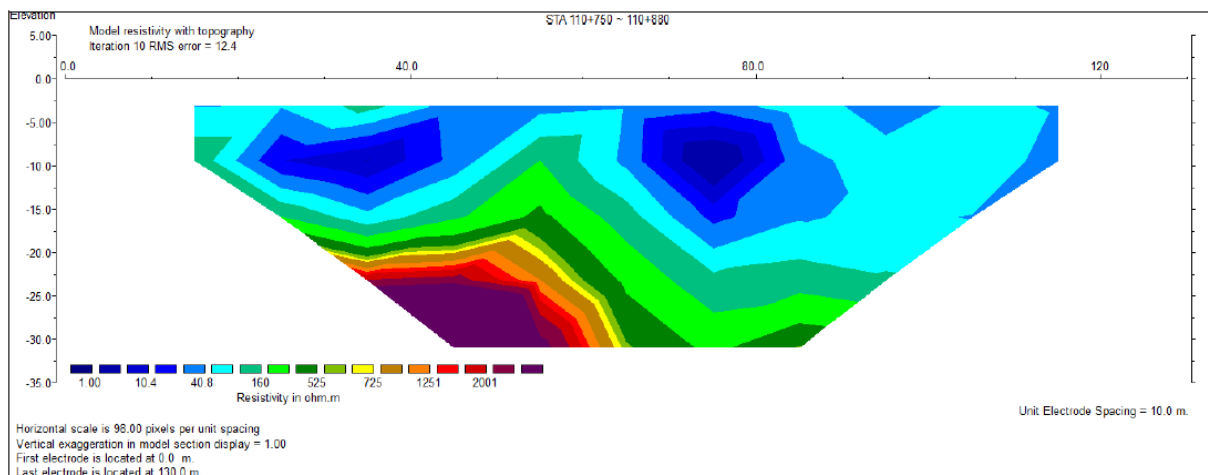
LINTASAN	STA AWAL	STA AKHIR	PANJANG (METER)
Titik1 (T1)	110+750	110+880	130
Titik2 (T2)	110+930	111+060	130
Titik3 (T3)	111+110	111+240	130
Titik4 (T4)	111+290	111+420	130
Titik5 (T5)	111+470	111+600	130
Titik6 (T6)	111+620	111+750	130
Total			780



Gambar 2. Lintasan pengukuran geolistrik 2D

Hasil dan Pembahasan

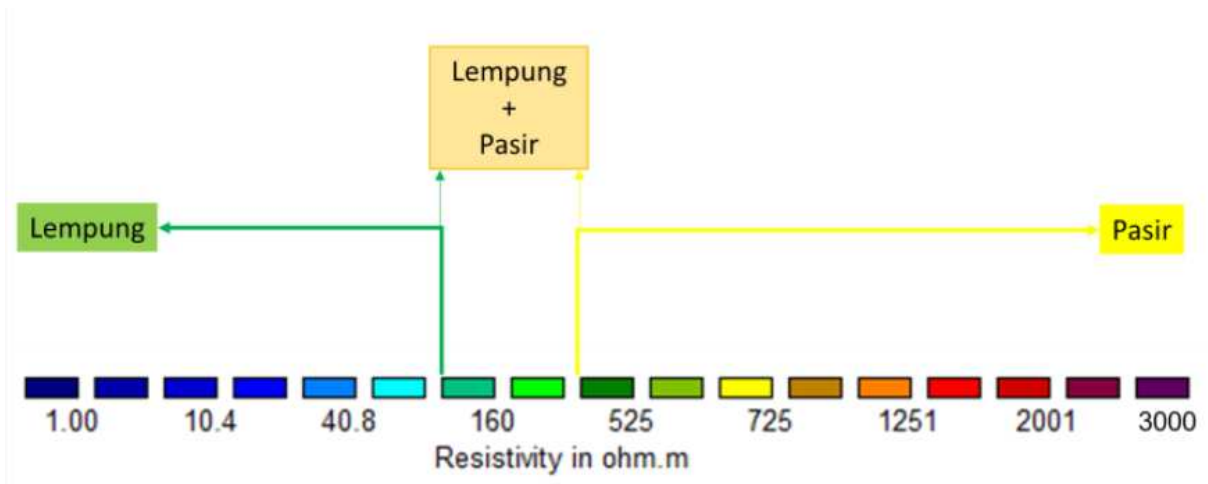
Pengolahan data geolistrik dilakukan dengan teknik inverse modeling (pemodelan inversi) menggunakan *software RES2DINV* Versi 3,54. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak ini menghasilkan model 2-dimensi dengan panjang 130 meter dan kedalaman ± 30 meter. Model 2D yang dihasilkan menggambarkan litologi bawah permukaan tanah berdasarkan distribusi nilai resistivitas. Nilai resistivitas pada tiap-tiap partisi lintasan bervariasi mulai dari $1 \Omega\text{m}$ hingga $3000 \Omega\text{m}$. Contoh luaran/output nilai resistivitas lapisan tanah menggunakan metode geolistrik adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Contoh hasil pengolahan data geolistrik

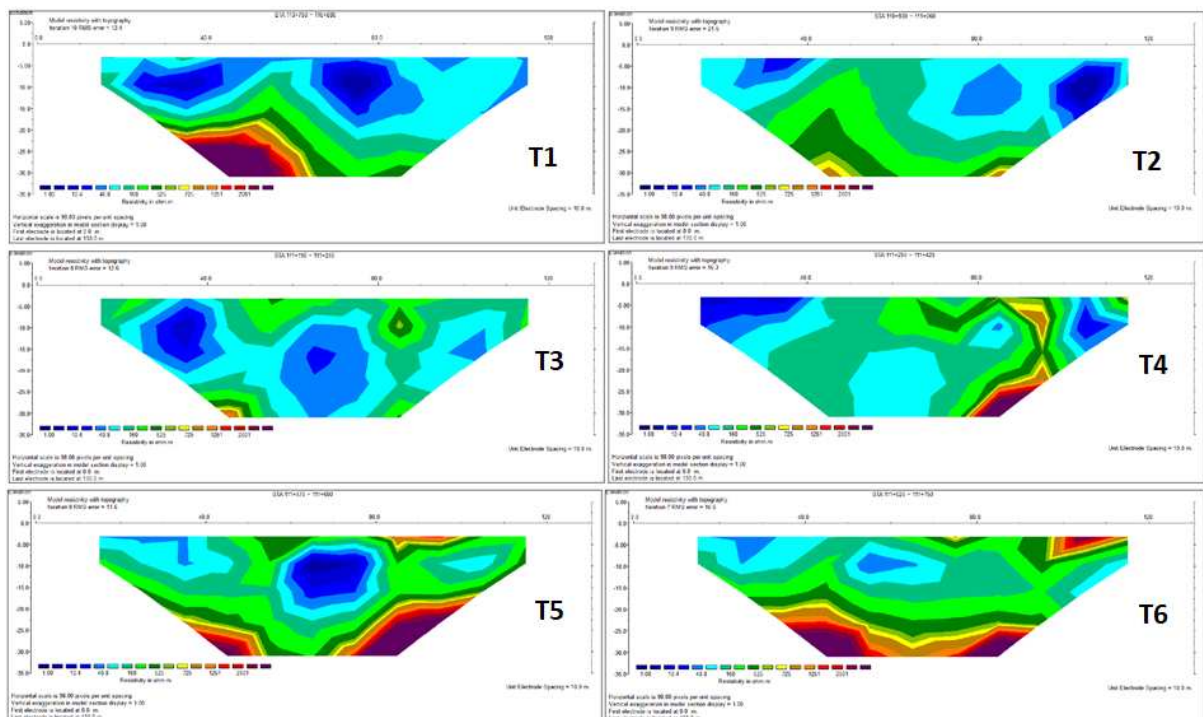
Gambar 3 diatas memperlihatkan hasil dari pengolahan geolistrik untuk lintasan T1 dimana dapat dilihat pada gambar memiliki kontur dengan warna yang berbeda, hal inilah yang menggambarkan variasi nilai resistivitas lapisan bawah permukaan yang berbeda. Dalam hal ini, nilai resistivitas diinterpretasi berdasarkan nilainya dengan

kisaran terendah – tertinggi (1.00 – 2001), interpretasi hasil geolistrik ditunjukkan oleh Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Interpretasi nilai resistivitas lapisan tanah

Gambar 8 diatas merupakan interpretasi nilai resistivitas yang didasarkan oleh penelitian Palacky (1988) dimana nilai tersebut memberikan jenis lapisan tanah atau batuan bawah permukaan. Seperti contoh pada Gambar 3 hasil interpretasi dapat diterjemahkan bahwa model tersebut menunjukkan lapisan pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan keras berada pada kedalaman ±17 meter pada posisi 30 meter menerus hingga posisi 60 meter. Pada posisi 60 hingga 90 meter, posisi lapisan keras menunjukkan kedalaman lebih dari 20 meter. Galat atau *error* hasil pemodelan adalah 12.4%. Untuk hasil lintasan lainnya dapat dilihat melalui Gambar 5 dan Tabel 2 berikut.



Gambar 5. Hasil interpretasi geolistrik tiap lintasan

Tabel 2. Matriks hasil interpretasi geolistrik

LINTASAN	KETERANGAN
Titik1 (T1)	lapisan pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan keras berada pada kedalaman ± 17 meter pada posisi 30 menerus ke kedalaman 60 meter. Pada posisi 60 - 90 meter, posisi lapisan keras menunjukkan kedalaman lebih dari 20 meter. Galat atau <i>error</i> pemodelan adalah 12.4%.
Titik2 (T2)	lapisan pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan keras berada pada kedalaman ± 20 meter pada posisi 30 menerus ke kedalaman ± 30 meter ke posisi 80 meter. Pada posisi 80 - 90 meter, posisi lapisan keras berada pada kedalaman ± 25 meter. Galat atau <i>error</i> pemodelan adalah 21.5%.
Titik3 (T3)	lapisan pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan keras berada pada kedalaman ± 25 meter pada posisi 35 meter menerus ke kedalaman 50 meter kemudian semakin dalam hingga kedalaman ± 30 meter ke posisi 80 meter. Pada posisi 80-90 meter, posisi lapisan keras berada pada kedalaman ± 28 meter. Galat atau <i>error</i> pemodelan adalah 12.6%.
Titik4 (T4)	lapisan pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan keras berada pada kedalaman ± 30 meter pada posisi 75 menerus ke kedalaman 100 meter di kedalaman 20 meter. Galat atau <i>error</i> pemodelan adalah 16.3%.
Titik5 (T5)	lapisan pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan keras berada pada kedalaman ± 15 meter pada posisi 20 meter menerus ke kedalaman 30 meter di posisi 60 meter kemudian naik hingga kedalaman ± 15 meter ke posisi 100 meter. Galat atau <i>error</i> pemodelan adalah 11.6%.
Titik6 (T6)	lapisan pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan keras berada pada kedalaman ± 15 meter pada posisi 20 meter menerus ke kedalaman 20 meter di posisi 100 meter. Error hasil pemodelan adalah 16.5%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Lapisan tanah keras diidentifikasi berdasarkan nilai resistivitas lebih dari $500 \Omega m$ yang berkorelasi dengan litologi pasir.
2. Kedalaman lapisan tanah keras bervariasi mulai dari 15 meter hingga lebih dari 30 meter dibawah permukaan tanah.
3. Pola sebaran lapisan tanah keras menunjukkan *trend* atau kecenderungan semakin dalam mulai dari STA 110+750 yang diidentifikasi berada pada kedalaman ± 17 meter hingga STA 111+360 pada kedalaman lebih dari 30 meter.
4. Pola Sebaran lapisan tanah keras menunjukkan *trend* atau kecenderungan semakin dangkal mulai dari STA 111+360 pada kedalaman lebih dari 30 meter hingga STA 111+750 pada kedalaman ± 15 Meter.

Daftar Pustaka

- [1] Budi Hermawan dan Tri Wahyu Kuningsih, "Analisis Kekuatan Tanah Dasar Pada Perkerasan Kaku Di Jl. Raya Pelabuhan Tanjung Priok," vol. 04, no. 2, pp. 118–127, 2019.
- [2] E. Syamsuddin, S. Syamsuddin, A. Wahyuni, J. Jumatriani, S. Syakirah, and I. Illa, "Interpretasi Struktur Perlapisan Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas," *J. Geocelebes*, vol. 3, no. 2, p. 111, 2019.
- [3] Virman, "Analisis Data Geolistrik Dan Data Uji Tanah Untuk Menentukan Struktur Bawah Tanah Daerah Skyland Distrik Abepura Papua," *J. Fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 43–50, 2013.
- [4] Meriana Wahyu Nugroho dan Fatma Ayu Nuning Farida Afiatna, *Pendekatan Metode Geolistrik Dalam Perencanaan Pondasi*. Penerbit Samudra Biru, 2016.
- [5] N. Haerudin, "Perbandingan konfigurasi elektroda metode geolistrik resistivitas untuk identifikasi litologi dan bidang gelincir di kelurahan pidada bandar lampung," vol. 6, no. 2, pp. 16–23, 2021.