

PENERAPAN METODE GEOLISTRIK TIME-LAPSE UNTUK MENGETAHUI NILAI RESISTIVITAS PADA LAHAN TANAMAN LADA

MUHAFIZAH^{1*}, OKTO IVANSYAH², NURHASANAH¹

¹Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

²Politeknik Negeri Pontianak
Jl. Ahmad Yani, Pontianak, Indonesia

*email: fizakidz21@student.untan.ac.id

Diserahkan: 02/04/2023

Diterima: 02/05/2023

Dipublikasikan: 11/08/2023

Abstrak. Potensi perkebunan dan pertanian mengalami peningkatan di Daerah Kalimantan Barat. Tingginya potensi tersebut sehingga penting dilakukan identifikasi lahan. Identifikasi tersebut memberikan informasi sifat fisik yang penting dalam bidang perkebunan dan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan nilai resistivitas tanah yang diakibatkan oleh sebaran pupuk dolomit dan NPK. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger. Terdiri dari 2 lintasan dan panjang masing-masing lintasan 7 m. Pengambilan data dilakukan secara time-lapse selama 3 bulan, pengukuran setelah pemupukan dilakukan 2 pekan sekali. Hasilnya memperlihatkan nilai resistivitas yang terukur pada lintasan 1 berkisar (0,165 – 34,6) Ωm dan nilai resistivitas pada lintasan 2 berkisar (0,109 – 31,8) Ωm . Sehingga dapat disimpulkan bahwa resistivitas lahan pada pengukuran ke-2 dan ke-3 lebih rendah dibandingkan dengan resistivitas pada pengukuran awal dan pengukuran ke-4 dan ke-5.

Kata Kunci: Geolistrik Resistivitas, Dolomit, NPK, Time-Lapse, Wenner-Schlumberger

Abstract. The potential for plantations and agriculture has increased in the West Kalimantan Region. The high potential makes it important to identify the land. This identification provides information on physical properties that are important in plantations and agriculture. This study aims to identify changes in soil resistivity values caused by the distribution of dolomite and NPK fertilizers. The method used is geoelectrical resistivity method with Wenner-Schlumberger configuration. Consists of 2 tracks and the length of each track is 7 m. Data collection was carried out in a time-lapse manner for 3 months, measurements after fertilization were carried out every 2 weeks. The results show that the resistivity values measured on line 1 range from (0.165 – 34.6) Ωm and the resistivity values on line 2 range from (0.109 – 31.8) Ωm . So it can be concluded that the resistivity of the land in the 2nd and 3rd measurement is lower than the resistivity in the initial measurement and the 4th and 5th measurements.

Keywords: Geoelectrical Resistivity, Dolomite, NPK, Time-Lapse, Wenner-Schlumberger

1. Pendahuluan

Kalimantan Barat merupakan salah satu provinsi dengan kehidupan masyarakatnya mengandalkan hasil perkebunan dan pertanian. Hal ini ditunjukkan dengan hasil rekapitulasi lahan basah dan kering pada tahun 2020 masing-masing sebesar 242.972,31 ha dan 513.718,38 ha. Wilayah tersebut memiliki luas 146.807 km² atau setara dengan 7,53% dari luas Indonesia dan termasuk iklim basah dengan rata-rata curah hujan tahunan

yang berkisar antara 2.663-4.191 mm/tahun. Sehingga, dapat dikatakan bahwa potensi perkebunan dan pertanian sangat besar.

Geolistrik adalah metode yang menggunakan konsep penjalaran aliran arus listrik ke dalam bumi sehingga dapat mendeteksi bawah permukaan bumi dengan memanfaatkan nilai tahanan jenis. Nilai tahanan jenis batuan yang dimaksud dapat berupa derajat saturasi air, porositas, permeabilitas, dan formasi batuan [1].

Metode *time-lapse* adalah metode yang memanfaatkan pengamatan antar waktu. Pengamatan antar waktu tersebut menerapkan sistem pengamatan berulang dengan pola waktu pengamatan tertentu atau lebih dikenal dengan kegiatan monitoring. Metode ini telah diaplikasikan pada metode geolistrik untuk mengetahui pergerakan lindi di TPA Batu Layang Pontianak [2], mengetahui pergerakan fluida bawah permukaan di Kota Palu [3], dan memonitoring longsor di Kota Padang [4].

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian berupa identifikasi bawah permukaan lahan perkebunan menggunakan gabungan dari dua metode yakni metode *time-lapse* dan metode geolistrik resistivitas. Fokus dari penelitian ini adalah mengetahui pola sebaran pupuk melalui nilai resistivitas selama fase monitoring. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berkelanjutan dalam menunjang kemajuan bidang pertanian dan perkebunan.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Geolistrik Resistivitas

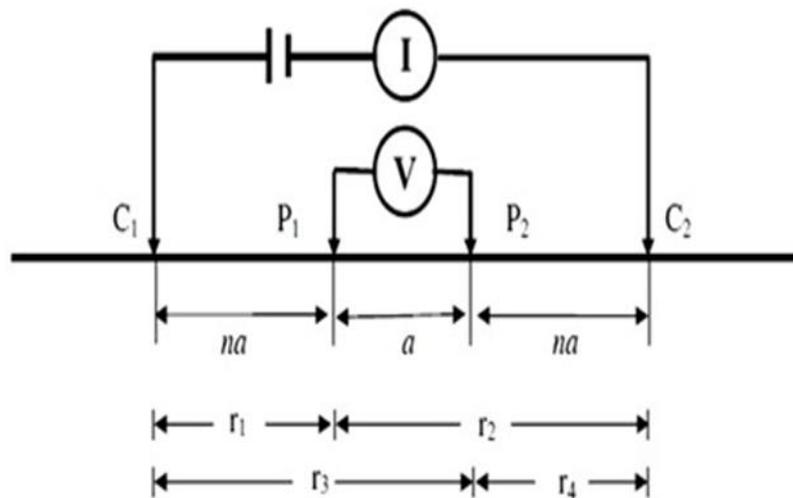
Metode resistivitas atau metode tahanan jenis merupakan metode yang mengukur resistivitas listrik volume tanah yang berada di bawah permukaan. Gambaran dan susunan lapisan batuan yang dihasilkan sesuai dengan kelistrikan batumannya sehingga dapat diketahui perbedaan tahanan jenis dari berbagai jenis tanah pada setiap sistem perlapisan [5][6].

Metode geolistrik resistivitas dinyatakan dengan Hukum *Ohm*, yaitu hubungan antara tegangan listrik (V) dan arus listrik (I) yang dirumuskan dalam persamaan (1) [7]. Aliran partikel bermuatan listrik terjadi apabila ada beda potensial, elektron akan bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi, sehingga partikel listrik akan berpindah dari potensial tinggi (positif) menuju potensial rendah (negatif). Besar kecilnya arus listrik yang mengalir bergantung pada jenis penghantar yang digunakan.

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

dengan: R = resistansi yang diukur (Ω)

Penelitian ini menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan susunan elektroda seperti pada Gambar 1. Terdapat elektroda arus dan elektroda potensial yang memiliki spasi atau jarak elektroda konstan (a) dengan faktor rasio (n). C_1 dan C_2 adalah elektroda arus sedangkan P_1 dan P_2 adalah elektroda potensial. Secara umum, kedalaman pengukuran dapat diperbesar dengan menambah jarak elektroda arus. r_1 adalah jarak antara C_1 dan P_1 (m), r_2 adalah jarak antara C_2 dan P_1 (m), r_3 adalah jarak antara C_1 dan P_2 (m) dan r_4 adalah jarak antara C_2 dan P_2 (m). Ketika arus dialirkan melalui elektroda arus, timbul tegangan antara titik P_1 dan P_2 sebesar (ΔV). Dari pengukuran dan perhitungan diperoleh nilai resistivitas semu (ρ) menggunakan persamaan (2).



Gambar 1. (a) Skematik Diagram Eksperimen, dan (b) Diagram alir kerja

Nilai resistivitas semu tergantung pada tahanan jenis lapisan-lapisan pembentuk formasi geologi dan spasi serta geometrik elektroda.

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dengan nilai k adalah faktor geometri yang dinyatakan dengan persamaan (3)

$$k = \pi a n(n + 1) \quad (3)$$

dengan n adalah rasio antara jarak $C_1 - P_1$ atau $C_2 - P_2$ dengan jarak $P_1 - P_2$ dan merupakan jarak elektroda terkecil dalam satuan meter.

Nilai resistivitas semu yang merupakan resistivitas yang diperoleh dari pembacaan nilai potensial di permukaan dengan asumsi bumi merupakan homogen *isotropis*. Nilai resistivitas semu pada persamaan (2) menjadi:

$$\rho_a = \pi n(n + 1)a \frac{\Delta V}{I} \quad (4)$$

Dengan ρ_a adalah resistivitas pengukuran.

2.2 Metode *Time-Lapse*

Metode *time-lapse* merupakan metode yang memanfaatkan pengamatan antar waktu dengan menerapkan sistem pengamatan berulang dalam rentang waktu tertentu. Metode ini lebih dikenal dengan kegiatan monitoring. Dengan metode ini memungkinkan untuk melihat pola sebaran pupuk yang telah diaplikasikan dari waktu ke waktu.

2.3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah Jl. Parit Demang, Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Letak geografis wilayah penelitian ini terletak antara $0^{\circ}4'5,35''$ LS dan $109^{\circ}19'34,48''$ BT. Lokasi penelitian adalah lahan pertanian lada, dapat dilihat pada Gambar 2. Pengambilan data dilakukan secara berkala dengan jangka waktu Bulan September 2019 – November 2019. Periode waktu yang digunakan pada penelitian ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Periode Waktu Kegiatan Penelitian

Perlakuan	Waktu	Keterangan
Pengukuran 1	7 September 2019	Tanpa perlakuan
Pemupukan	14 September 2019	Pemberian pupuk kapur dolomit dan NPK
Pengukuran 2	5 Oktober 2019	Setelah diberi pupuk 3 pekan sebelumnya
Pengukuran 3	19 Oktober 2019	Setelah 5 pekan pemberian pupuk
Pengukuran 4	2 November 2019	Setelah 7 pekan pemberian pupuk
Pengukuran 5	16 November 2019	Setelah 9 pekan pemberian pupuk

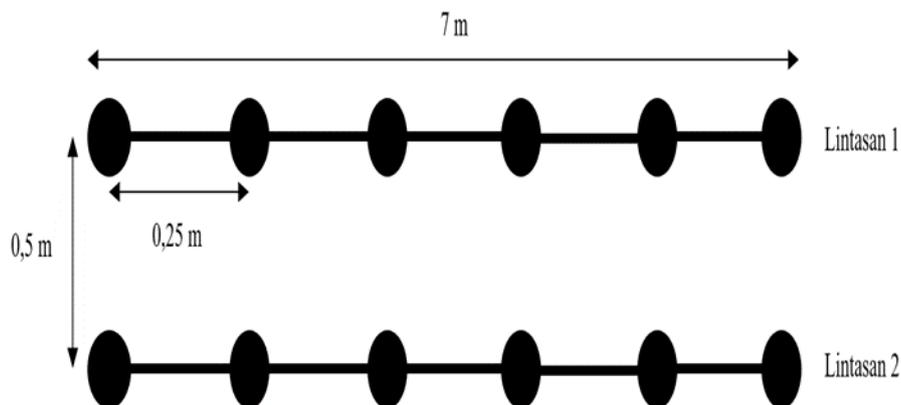


Gambar 3. Alat geolistrik yang digunakan

2.5 Survey dan Persiapan Pengambilan Data

Persiapan lahan tanaman lada sebagai objek penelitian dan penentuan lintasan serta titik pengambilan data dilakukan. Penelitian ini menggunakan 2 lintasan, panjang setiap lintasan adalah 7 m, jarak antar lintasan 0,5 m, serta jarak antar elektroda (spasi) 0,25 m. Titik pengambilan data ditentukan melalui stacking chart konfigurasi Wenner-

Schlumberger dengan 28 elektroda. Titik pengambilan data resistivitas lahan tanaman lada dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Titik pengambilan data

2.6 Akuisisi Data

2.6.1 Proses pengambilan data resistivitas

Proses pengambilan data dimulai dengan menancapkan elektroda berdasarkan stacking chart yang ditentukan. Menghubungkan setiap kabel potensial-arus ke tiap-tiap elektroda berdasarkan konfigurasi pada gambar 1, setelah itu alat geolistrik yang telah terhubung dengan baterai (ACCU) dihidupkan dan dilakukan injeksi alat secara manual dan dicatat data yang didapat berupa arus (I) dan beda potensial (V).

Pengukuran yang sama dilakukan sebelum dan setelah pemupukan menggunakan kapur dolomit dan NPK pada tiap-tiap titik yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Waktu periode pengukuran dilakukan berdasarkan tabel 1.

2.6.2 Pengolahan dan analisis data

Data hasil pengukuran geolistrik pada lahan tanaman lada berupa nilai tegangan (V) dan arus (I). Data tersebut diolah untuk mendapatkan nilai resistivitas semu menggunakan persamaan (4).

Nilai resistivitas semu diinversi untuk mendapatkan pemetaan sebaran nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas menggambarkan kandungan hara yang terdapat di dalam tanah pada lahan tanaman lada. Melalui sebaran nilai resistivitas, dapat diinterpretasi sebaran kandungan hara pada lahan tanaman lada dan dapat menggambarkan perubahan kandungan hara tiap minggu waktu pengukuran.

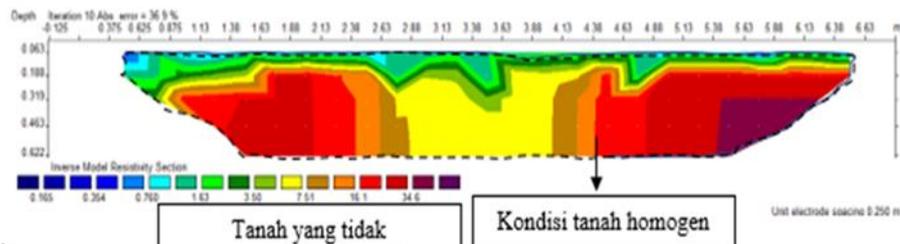
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perubahan Nilai Resistivitas Tanah Lintasan 1

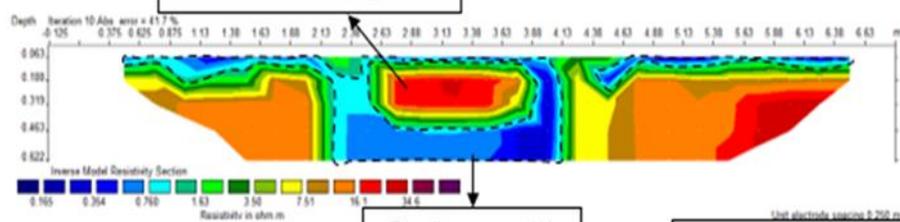
Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat perubahan warna indikator nilai resistivitas dari penampang (a) hingga (e). Penampang awal atau (a) memiliki nilai fisik atau nilai resistivitas awal yang diasumsikan sebagai kondisi tanah homogen atau dalam keadaan alami tanpa perlakuan. Tanah dari lahan lokasi penelitian tersebut adalah tanah gambut. Pada penampang (b) sebelumnya telah dilakukan perlakuan berupa pemberian kapur dolomit dan pupuk NPK, kondisi tanah yang terukur terjadi perubahan nilai resistivitas. Kapur dolomit dan pupuk NPK tersebut diyakini telah terserap memasuki dan mengisi tempat dalam pori tanah dan menyebabkan nilai resistivitas pada sebagian titik

pengukuran berubah. Nilai resistivitas yang terukur pada sebagian titik yang berubah yakni berkisar antara 0,165 - 0,760 Ω m. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai resistivitas yang terukur merupakan nilai resistivitas tanah gambut yang mengandung pupuk. Hal tersebut terlihat bahwa nilai resistivitas yang didapat pada beberapa titik pengukuran tertentu tergolong lebih rendah dibandingkan penampang (a).

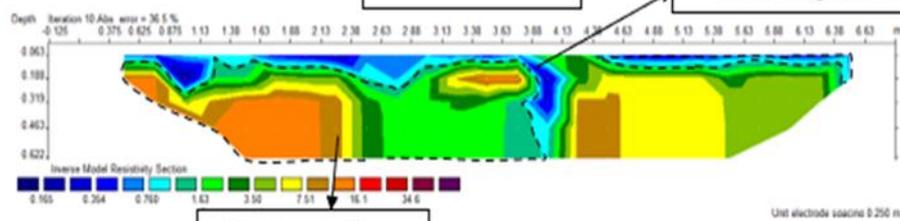
a.



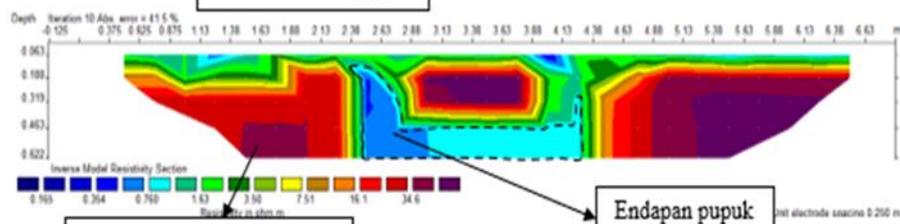
b.



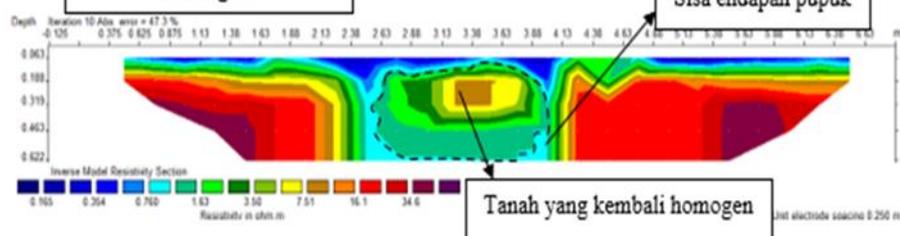
c.



d.



e.



Gambar 5. Perubahan Nilai Resistivitas Lintasan 1 dengan (a) Pengukuran 1, (b) Pengukuran 2, (c) Pengukuran 3, (d) Pengukuran 4, dan (e) Pengukuran 5

Perubahan nilai resistivitas pada sebagian titik pengukuran diyakini semakin terserap ke dalam pori tanah yang ditunjukkan pada penampang (c). Hal ini jelas terjadi karena waktu

pengukuran sudah memasuki pekan kelima. Nilai resistivitas yang terukur pada titik-titik tertentu berkisar antara 1,63 - 3,50 Ω m. Sehingga kondisi tanah semakin terkontaminasi oleh pupuk. Adapun titik-titik pengukuran yang menunjukkan bahwa pupuk terperangkap ke dalam pori tanah dengan nilai 0,165 - 0,760 Ω m.

Pada penampang (d) di titik pengukuran tertentu, nilai resistivitas tanah yang ditunjukkan pada penampang (c) mengalami perubahan. Kondisi tanah kembali ke kondisi awal yakni homogen. Hal tersebut diyakini bahwa pupuk kian memudar bersamaan dengan waktu pengukuran yang sudah memasuki minggu ketujuh. Tanah yang bersifat homogen tersebut memiliki nilai resistivitas yang terukur berkisar antara 7,51 - 34,6 Ω . Namun, pada titik tertentu ada kondisi yang menunjukkan nilai resistivitas 0,165 - 0,760 Ω m, hal tersebut diyakini sebagai pupuk yang mengendap dan bercampur dengan air tanah.

Sedangkan pada penampang (e), ada bagian-bagian titik pengukuran yang menunjukkan kondisi tanah telah kembali pada kondisi awal yakni homogen. Pada sebuah titik pengukuran yang ditunjukkan pada anak panah di penampang (e), titik tersebut juga pada sebelumnya ditunjukkan penampang (d) yang merupakan bagian titik area endapan pupuk bercampur air tanah. Namun pada penampang (e), titik tersebut pupuk yang mengendap mulai memudar walaupun masih menyisakan endapan pupuk pada bagian-bagian titik pengukuran tertentu. Sehingga diyakini bahwa pada penampang (e), tanah hampir kembali ke kondisi awal seperti yang ditunjukkan pada penampang (a).

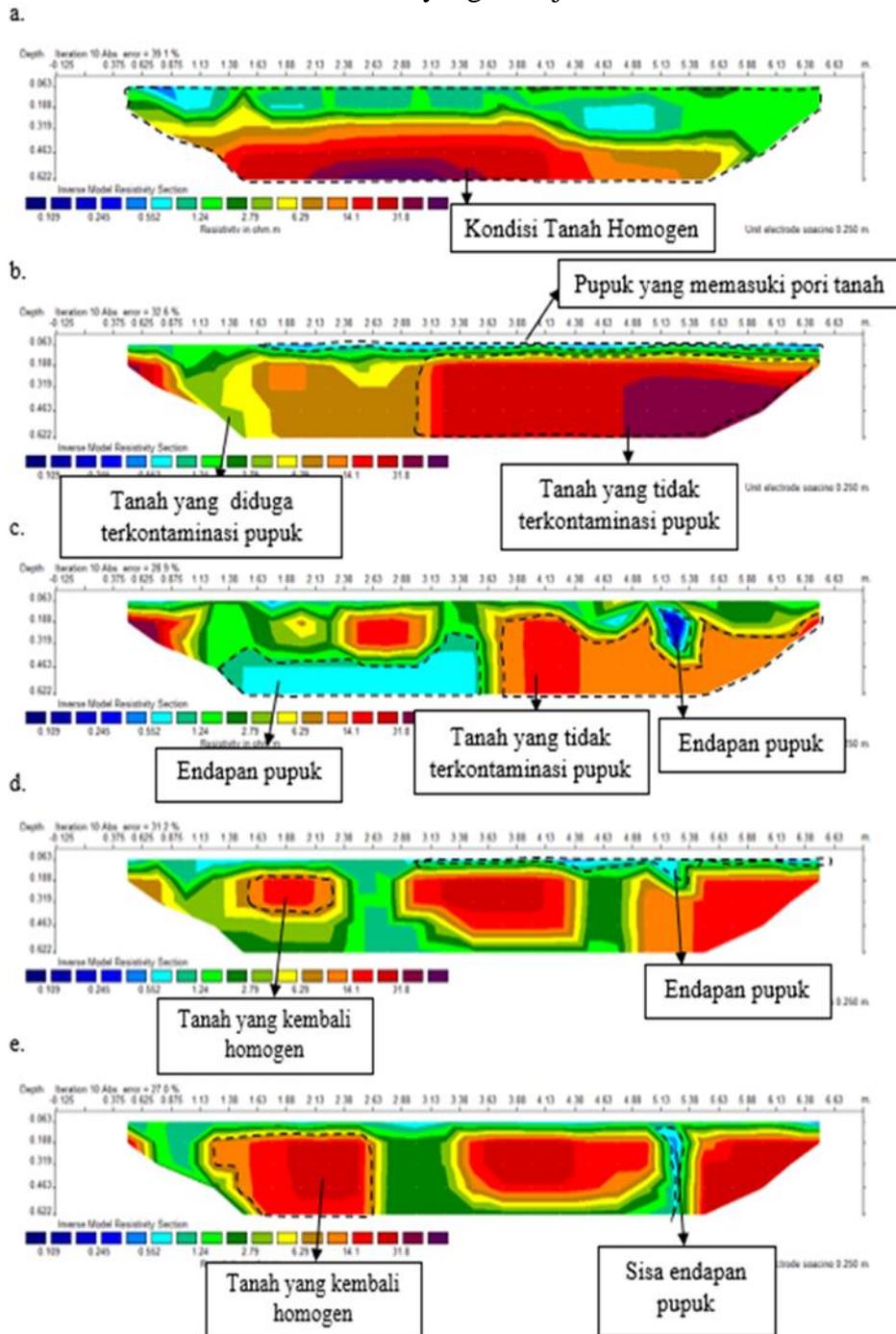
3.2 Perubahan Nilai Resistivitas Tanah Lintasan 2

Berdasarkan yang ditunjukkan Gambar 6 dapat dilihat perubahan warna indikator nilai resistivitas dari penampang (a) hingga (e). Penampang (a) didefinisikan sebagai keadaan awal tanah dengan nilai fisik atau nilai resistivitas yang homogen dan diasumsikan sebagai tanah dalam keadaan alami. Perubahan indikator warna nilai resistivitas yang terjadi diakibatkan oleh cairan pupuk NPK dan kapur dolomit. Perubahan tersebut mulai terjadi pada penampang (b) yakni pengukuran kedua. Nilai resistivitas yang terukur pada sebagian titik yang berubah yakni berkisar antara 1,24 - 2,79 Ω m. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai resistivitas tersebut merupakan nilai resistivitas tanah gambut yang mengandung pupuk. Hal ini terlihat bahwa nilai resistivitas yang didapat pada beberapa titik pengukuran tertentu tergolong lebih rendah dibandingkan penampang (a). Namun, ada sebagian titik pengukuran yang lain memperlihatkan nilai resistivitas yang tidak terpengaruh atau tetap homogen. Kondisi ini diyakini karena kondisi tanah yang tergolong terlalu asam dan dosis yang diberikan tidak sesuai dengan komposisi yang diharuskan. Sehingga pada penampang (b) ada bagian tanah dengan kondisi pupuk yang telah terserap ke dalam tanah dan ada bagian tanah yang tidak terkontaminasi oleh pupuk. Perubahan berupa penurunan semakin terjadi pada penampang (c) dengan ditunjukkan nilai resistivitas yang relatif lebih kecil dibandingkan pada penampang (b). Pada kondisi penampang (c), kondisi tanah pada lahan semakin dipengaruhi dengan terserapnya pupuk dan menyebar untuk di sepanjang Lintasan 2. Sehingga kandungan air dan material lainnya dalam tanah gambut terkontaminasi oleh pupuk kemudian terukur dengan nilai resistivitas yang lebih rendah dari sebelumnya. Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 6, bahwa pada penampang (c) ada bagian yang diduga endapan pupuk dengan nilai resistivitas 0,109 - 0,552 Ω m. Adapun, bagian titik pengukuran dengan nilai resistivitas 1,24 - 2,79 Ω m dan 6,29 - 31,8 Ω m yang masing-masing dikatakan sebagai kondisi tanah yang terkontaminasi pupuk dan tidak terkontaminasi pupuk.

Pada penampang (d) dan (e) di titik pengukuran banyak bagian tanah yang memiliki nilai resistivitas 6,29 – 31,8 Ω m. Dapat dikatakan bahwa, perubahan nilai resistivitas tersebut kembali ke keadaan awal atau kondisi tanah homogen. Perubahan nilai resistivitas tersebut diduga karena pupuk yang telah menyerap pada pori tanah kian memudar secara perlahan sehingga tanah akan kembali homogen.

3.3 Hubungan Nilai Resistivitas Tanah Terhadap Pemupukan

Hubungan nilai resistivitas tanah terhadap pemupukan terlihat dari lintasan 1 yang ditunjukkan oleh Gambar 5 dan lintasan 2 yang ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Perubahan Nilai Resistivitas Lintasan 2 dengan (a) Pengukuran 1, (b) Pengukuran 2, (c) Pengukuran 3, (d) Pengukuran 4, dan (e) Pengukuran 5

Perubahan signifikan tersebut ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai resistivitas selama 3 bulan pengamatan. Hal tersebut dipengaruhi oleh ion-ion yang terdapat pada pupuk NPK dan kapur dolomit menjadi larut dalam tanah lalu memasuki pori-pori tanah sehingga terjadi penurunan nilai resistivitas [8]. Selain itu, lahan yang digunakan adalah lahan yang dominan mengandung tanah gambut yang memiliki porositas besar [9]. Seperti yang diketahui, porositas adalah keadaan suatu material yang memiliki rongga-rongga pori dari total seluruh volume material tersebut. Karena itu, keadaan tanah gambut mampu menampung cairan yang tinggi sehingga pada akhirnya dapat menaikkan mobilitas muatan listrik dan menurunkan nilai resistivitas [10].

Pupuk NPK merupakan faktor utama dalam turunnya nilai resistivitas. Hal ini terlihat bahwa, nilai-nilai resistivitas yang terukur memiliki nilai yang relatif lebih kecil daripada nilai awal pengukuran. Penurunan nilai resistivitas umumnya akan diikuti dengan kenaikan kadar hara untuk Fosfor (F) dan Kalium (K) namun terdapat penurunan kadar hara untuk Nitrogen (N) yang terkandung di dalam tanah [11]. Faktor lainnya yang mengakibatkan penurunan nilai resistivitas adalah kondisi tanah yang tergolong cukup lembab karena mulai memasuki musim penghujan.

Adapun faktor yang menyebabkan perubahan berupa kembalinya kondisi tanah ke fase homogen atau alami yaitu kondisi tanah pada lahan itu sendiri. Seperti yang diketahui, pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran yang melibatkan eksekusi langsung pada lahan sehingga diyakini bahwa mikroorganisme alami yang terkandung di dalam tanah gambut juga mengambil peran untuk mempengaruhi perubahan tersebut. Tidak hanya itu proses penyinaran langsung oleh cahaya matahari atau lebih tepatnya cuaca juga menjadi faktor memudarnya pupuk. Hingga pada akhirnya, tanah pada lahan mulai kembali ke fase homogen atau alami.

4. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yaitu nilai resistivitas pada lintasan 1 berkisar 0,165 - 34,6 Ω m, dengan nilai resistivitas yang diduga kuat mengandung pupuk ialah 0,165 Ω m. Sedangkan nilai resistivitas pada lintasan 2 nilai resistivitas berkisar 0,109 - 31,8 Ω m, dengan nilai resistivitas yang diduga kuat mengandung pupuk sebesar 0,109 Ω m. Selain itu, pemupukan yang dilakukan memiliki pengaruh terhadap perubahan nilai resistivitas tanah, hal tersebut yakini disebabkan oleh pupuk dolomit dan NPK yang memasuki pori-pori tanah gambut sehingga meningkatkan mobilitas muatan listrik.

Daftar Pustaka

1. Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriiff, R.E., dan Keys, D.A., 1990, Applied Geophysics, Cambridge University Press., London.
2. Dzulfahmi, Ivansya, O., dan Zulfian, 2019, Monitoring Pergerakan Lindi Menggunakan Metode Geolistrik Time-Lapse di Sekitar Pemukiman Tempat Pembuangan Akhir Batu Layang Pontianak, Jurnal Prisma Fisika, 7(3): 251-258.
3. Abdullah, I.A., 2017, Uji Penerepan Metode Geolistrik Time-Lapse Untuk Memonitoring Pergerakan Fluida Bawah Permukaan (Air Tanah) Di Lokasi Sumur Produksi Air Tanah Warga Kelurahan Tondo Kota Palu, Universitas Tadulako, Palu, 16:106-116.

4. Mahrizal, 2015, Pengembangan Teknologi Monitoring Geolistrik Time-Lapse Untuk Memantau Daerah Rawan Longsor Di Kota Padang Dengan Menggunakan Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner, *Semirata*, 169-182.
5. Muallifah, F., 2009, Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Resistivitas Tanah, *Jurnal Neutrino*, 1(2): 179-197.
6. Tushmalani, R., 2010, Application of Geophysical Methods in Agriculture, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(12): 6433-6439.
7. Saefullah, A., Mohammad F., Yuvita O., Resty D. A., Hayin R., Vaka G., dan Seno I., 2018, Rancang Bangun Alat Praktikum Hukum Ohm untuk Memfasilitasi Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills), *Jurnal Gravity*, 4(2): 81-90.
8. Kusumagiani, T.A., Agustine, E., dan Fitriani, D., 2016, Analisa Perubahan Nilai Fisika tanah Pada Lahan Terkondisi Akibat Penambahan Pupuk Abnormal Berdasarkan Metode Kelistrikan Batuan, *Prosiding SKF, Universitas Padjadjaran*.
9. Sampurno, J. dan Ramadhaningsih L., 2017, Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Lahan Gambut di Desa Arang Limbung Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya dengan Metode Resistivitas Konfigurasi Dipole-Dipole, *Jurnal Unnes, Phys. Comm.* 1 (2): 29-35.
10. Golovko, L. dan Pozdnyakov, A.I., 2007, Electrical Geophysical Methods In Agriculture, *Proceeding of the 4th International Symposium on Intelligent Technology In Agriculture (ISIITA)*, Beijing, China pp. 457-471.
11. Sari, Mia A. W., Okto Ivansyah, Nurhasanah, 2019, Hubungan Konduktivitas Listrik Tanah dengan Unsur Hara NPK dan PH Pada Lahan Pertanian Gambut, *Jurnal Prisma Fisika*, 7(2): 55-62.