

IDENTIFIKASI LAPISAN BAWAH PERMUKAAN TANAH PADA DAERAH *LAND APPLICATION* MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK

IDENTIFICATION OF SOIL SURFACE LAYERS IN LAND APPLICATION AREAS USING GEOELECTRIC METHOD

Muhammad Amrul Rasyidin¹, Zulfian^{2*}, Yuris Sutanto³

^{1,2}Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Universitas Tanjungpura; Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat; (0561) 577963

³Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Universitas Tanjungpura; Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat; (0561) 577963

Received: 2024, September 24th

Accepted: 2024, November 18th

Keywords:

Flatbed;
Goelectric;
Land Application;
Resistivities;
Wenner-Schlumberger.

Correspondent Email:

zulfiantabrani@physics.untan.ac.id

How to cite this article:

Rasyidin, M.A., Zulfian, & Sutanto, Y. (2024). Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Tanah Pada Daerah *Land Application* Menggunakan Metode Geolistrik. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 10(03), 228-235.

© 2024 JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Penelitian terkait identifikasi lapisan bawah permukaan pada *land application* di Desa Tapang Tingang telah dilakukan menggunakan metode geolistrik resistivitas jenis konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. *Land application* menggunakan limbah cair kelapa sawit sebagai pupuk dan diaplikasikan pada tanah dengan media *flatbed* (parit). Pengambilan data dilakukan pada tiga lintasan dengan panjang setiap lintasan adalah 195 m. dan jarak antar elektroda yaitu 5 meter. Hasil pengolahan data menunjukkan tiga buah lapisan penyusun yaitu lapisan pasir, lempung pasir dan lapukan batuan granit. Nilai resistivitas bervariasi mulai dari nilai 3,15-1339 Ω m. Ketiga lapisan berada pada kedalaman 1,25-39,4 m pada ketiga lintasan. Pembangunan *flatbed* direkomendasikan di atas zona lapisan lempung pasir dan lapukan batuan granit.

Abstract. Research related to the identification of subsurface layers in *land applications* in Tapang Tingang Village has been carried out using the *Wenner Schlumberger* configuration type resistivity geoelectric method. *Land application* uses palm oil liquid waste as fertilizer and is applied to soil with *flatbed* media (trench). Data collection was carried out on three line with the length of each pass is 195 m. and the distance between electrodes is 5 meters. The results of data processing show three constituent layers, namely sand layers, sand clay and weathered granite rocks. The resistivity value varies from 3.15-1339 Ω m. All three layers are at depths of 1.25-39.4 m on all three passes. The construction

of a flatbed is recommended above the zone of sandstone clay and weathered granite rock.

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Kegiatan agroindustri dalam perusahaan sawit adalah mengolah bahan baku tandan buah segar kelapa sawit menjadi *crude palm oil* (CPO) (Susilawati & Supijatno, 2015). Selain menghasilkan CPO, sawit juga menghasilkan limbah berbentuk padat, cair, dan gas. Dari ketiga jenis limbah tersebut, jenis limbah cair menempati porsi yang terbesar dan bersifat negatif, karena berpotensi besar untuk mencemari lingkungan khususnya badan air (Banua, 2008).

Pembuangan limbah cair kelapa sawit dapat dilakukan di *land application*. Prinsip *land application* adalah memanfaatkan limbah cair kelapa sawit yang sudah diolah untuk dijadikan pupuk guna menyuburkan tanah (Marlina dkk., 2018). Pengairan limbah cair memiliki standar Pengolahan serta pembuangan limbah diatur dalam peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia nomor 5 Tahun 2021 mengenai ketentuan mutu limbah yang dapat dibuang di lingkungan.

Pemberian limbah cair kelapa sawit pada tanah dikhawatirkan akan memberikan dampak negatif seperti mempengaruhi air tanah yang ada di sekitar *land application* (Suryani dkk., 2020). Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan informasi tambahan terkait struktur bawah permukaan pada *land application* sebagai rancangan awal dalam pembuatan *flatbed* (Silalahi & Nelvia, 2017).

Flatbed adalah parit yang dibentuk sesuai kondisi daerah perkebunan kelapa sawit dan berfungsi untuk menampung limbah yang memenuhi standar tertentu sebelum dibuang ke tanah (Pujono dkk., 2021). Beberapa parameter yang digunakan untuk menilai limbah layak dibuang ke *flatbed* adalah kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen*

Demand (BOD), pH, *Total Suspended Solid* (TSS), dan total nitrogen (Sitorus & Mardina, 2020).

Pada penelitian ini, metode geofisika yang digunakan adalah metode geolistrik dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger agar didapat struktur bawah permukaan. Informasi awal perlapisan bawah tanah didapat dari peta geologi lembar Pontianak, Nanga Taman (Pieters & Santoyo, 1993) pada lembar tersebut didapat informasi pada daerah penelitian berada pada Formasi Tebidah yang didominasi oleh batuan wake litos dan batulumpur. Informasi terkait lapisan bawah permukaan tanah dapat dimanfaatkan sebagai rekomendasi terkait zona pembuatan *flatbed* di lokasi *land application* (Rosmalinda & Susanto, 2018). Rekomendasi ini diharapkan dapat digunakan oleh Perusahaan atau instansi terkait dalam membuat kebijakan terkait pembuatan *flatbed* di daerah *land application*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geologi Regional

Kondisi geologi daerah penelitian memiliki Endapan Aluvium, Formasi Tebidah, dan Tonalit Sepauk (Pieters & Santoyo, 1993). Endapan Aluvium terdiri dari lumpur, pasir, kerikil, dan sisa tumbuhan. Endapan ini berumur 1,6 juta tahun yang lalu. Formasi Tebidah terdiri dari wake litos dan batu lumpur. Formasi Tebidah ini berada di bawah endapan aluvium karena berumur 36,6 juta tahun yang lalu. Daerah penelitian juga terhampar Tonalit Sepauk yang terdiri dari granodiorit dan tonalit biotit, diorit kuarsa, sedikit diorit dan monzogranit.

Secara umum batuan di daerah penelitian terhampar Formasi Tebidah dan Tonalit Sepauk. Formasi Tebidah sendiri secara litologi terdiri dari yang tersusun oleh perselingan batu pasir dan lanau.

2.2. Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas jenis adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bawah permukaan menggunakan sifat aliran listrik serta cara untuk mendeteksi di permukaan bumi (Kanyawan & Zulfian, 2020; Pangestu & Zulfian, 2020; Pertiwi & Jiwandono, 2021). Berdasarkan hukum Ohm, arus listrik (I) yang melewati medium berbanding lurus dengan nilai tegangan (V) dan berbanding terbalik dengan resistansinya (R). Hubungan ketiga parameter ini dirumuskan sebagai berikut.

$$V = I R \quad (1)$$

V = tegangan (V)

I = arus listrik (A)

R = resistansi (Ω)

Metode geolistrik resistivitas memanfaatkan sifat resistivitas lapisan di bawah permukaan tanah yang menggunakan 2 buah elektroda potensial dan 2 buah elektroda arus (Sarifah dkk., 2022; Mulyasari dkk., 2020). Beda potensial pada metode geolistrik dituliskan sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (2)$$

ΔV = beda potensial antara elektroda P1 dan P2 (V)

I = arus listrik (A)

$r1$ = jarak antara elektroda C1 dan P1 (m)

$r2$ = jarak antara elektroda C2 dan P1 (m)

$r3$ = jarak antara elektroda C1 dan P2 (m)

$r4$ = jarak antara elektroda C2 dan P2 (m)

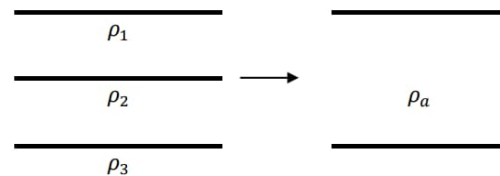
ρ = resistivitas (Ω)

2.3. Resistivitas Semu

Nilai resistivitas merupakan besaran rata-rata dari nilai resistivitas medium yang berbeda-beda sehingga bukan merupakan nilai resistivitas untuk satu lapisan dan juga bukan nilai sesungguhnya (Reynolds, 2011). Oleh karena bumi diasumsi sebagai medium homogen isotropis, maka variasi nilai resistivitas dari tiga lapis yang berbeda nilai resistivitas (ρ_1 , ρ_2 dan ρ_3) akan dianggap sebagai medium satu lapisan homogen yang

memiliki satu nilai resistivitas (**Gambar 1**) (Lingga, 2022; Multi dkk., 2024). Jika dihubungkan ke persamaan 2 maka resistivitas semu dapat ditulis menjadi persamaan 3 sebagai berikut.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$



Gambar 1. Resistivitas semu.

2.4. Wenner-Schlumberger

Bentuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah gabungan antara konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger* (Loke, 2024). *Wenner-Schlumberger* merupakan modifikasi dari konfigurasi *Schlumberger* dengan elektroda disusun dengan spasi konstan dan diletakkan dalam sebuah garis lurus (Pambudi dkk, 2022). Sehingga nilai K pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dituliskan sebagai berikut.

$$K = n(n + 1)\pi a \quad (4)$$

dengan a adalah spasi elektroda terkecil.

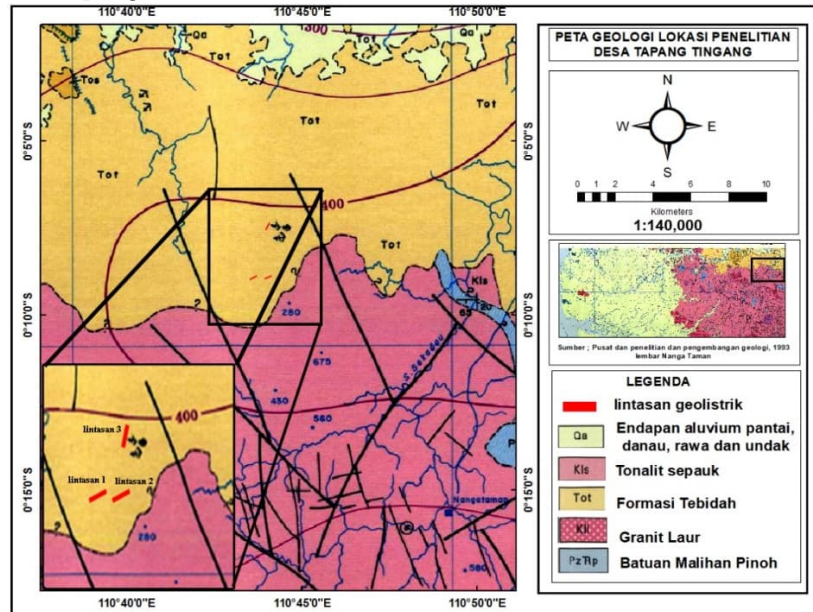
3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Desa Tapang Tingang, Kecamatan Nanga Taman Kabupaten Sekadau. Lokasi penelitian berada pada Formasi Tebidah yang disajikan oleh **Gambar 2**. Lokasi penelitian berupa daerah perbukitan dengan kemiringan 5° - 15° (Pieters & Santoyo, 1993).

Data yang diperoleh dari alat ARES berupa nilai beda potensial, arus listrik dan resistivitas semu. Nilai resistivitas semu pada alat ARES ini dihitung berdasarkan persamaan 3. Data yang diperoleh diolah sebelum dilakukan proses inversi. Aplikasi yang digunakan adalah Res2dinv. Data yang diperlukan berupa nama lintasan, spasi elektroda, kode konfigurasi, jumlah data, jarak, nilai n , nilai resistivitas semu, dan elevasi.

Pemodelan inversi yang dilakukan menggunakan metode *Least Square Inversion*. Dari proses inversi ini akan diperoleh penampang resistivitas 2D. Penampang resistivitas ini selanjutnya diinterpretasi merujuk kepada **Tabel 1** tentang resistivitas batuan dan peta geologi daerah penelitian. Selain itu, interpretasi juga mempertimbangkan kondisi lapangan saat pengambilan data. Alur

pengambilan data dan pengolahan data dapat dilihat pada diagram alir.



Gambar 2. Peta geologi regional (Pieters & Santoyo, 1993).

Tabel 1. Resistivitas batuan (Telford dkk., 1990).

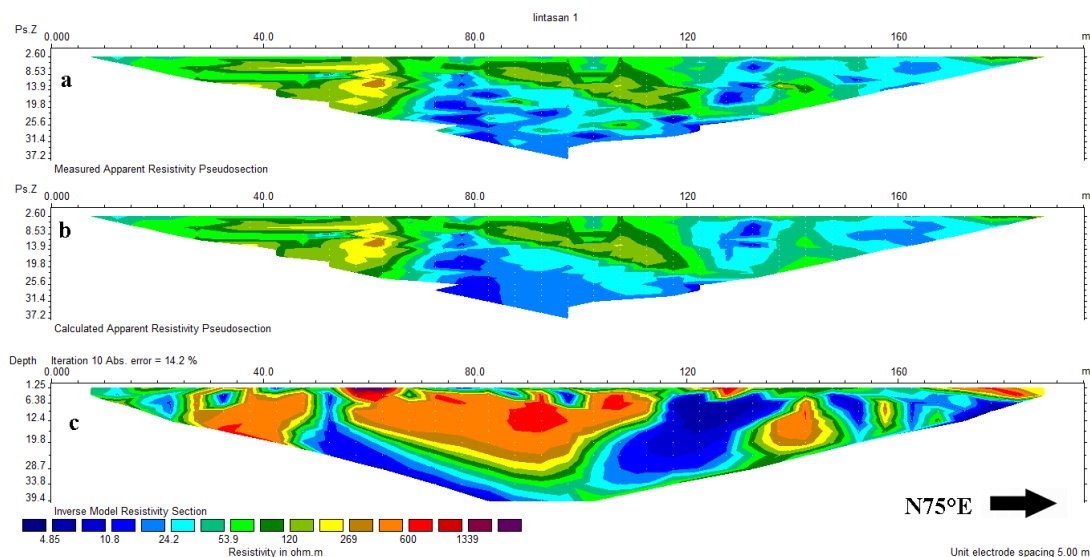
Material	Resistivitas (Ωm)
Udara	~
Pirit	0,1 – 100
Kuarsa	500 – 800.0
Kalsit	1×10^{12} – 1×10^{13}
Garam Batu	30 – 1×10^{13}
Granit	200 – 10000
Andesit	$1,7 \times 10^2$ – 45×10^4
Basal	200 – 100000
Gamping	500 – 10000
Batu Pasir	200 – 8000
Batu Tulis	20 – 2000
Pasir	1 – 1000
Lempung	1 – 100
Air Tanah	0,5 – 300
Air Asin	0,2
Magnetit	0,01 – 1000
Kerikil Kering	600 – 1000
Alluvium	10 – 800
Kerikil	100 – 600

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lintasan 1 memiliki arah lintasan sebesar N75°E. **Gambar 3** menyajikan 3 buah penampang resistivitas lintasan 1. Dari gambar tersebut penampang resistivitas hasil inversi diperoleh dengan melakukan iterasi sebanyak 10 kali. Iterasi ini dipilih karena *error* yang diperoleh tidak mengalami perubahan yang signifikan. *Error* dari hasil inversi ini sebesar 14,2%. Model hasil inversi disajikan oleh **Gambar 3c**. hasil ini diperoleh dengan membandingkan data observasi dengan data kalkulasi secara berulang. Data observasi pada

Gambar 3a yang berupa data resistivitas semu. Data kalkulasi merupakan data hasil perhitungan dari proses inversi yang disajikan oleh **Gambar 3b**.

Lintasan 1 geolistrik ini memiliki nilai yang bervariasi dengan nilai minimum 4,85 Ωm dan memiliki nilai maksimum 1339 Ωm . Variasi nilai resistivitas diwakili dari warna biru tua dengan nilai minimum 4,85 Ωm sampai warna ungu tua dengan nilai maksimum 1339 Ωm . Pada lintasan 1 ini, penampang resistivitas diinterpretasi menjadi 3 lapisan yang disajikan oleh **Tabel 2**.



Gambar 3. Penampang resistivitas lintasan 1 (a) data observasi atau resistivitas semu, (b) data kalkulasi, dan (c) hasil inversi.

Tabel 2. Interpretasi penampang resistivitas lintasan 1.

Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Warna
Pasir berair	4,85-53,9	1,25-39,4	
Lempung pasir	53,9-269	1,25-28,7	
Lapukan granit	269-1339	1,25-20	

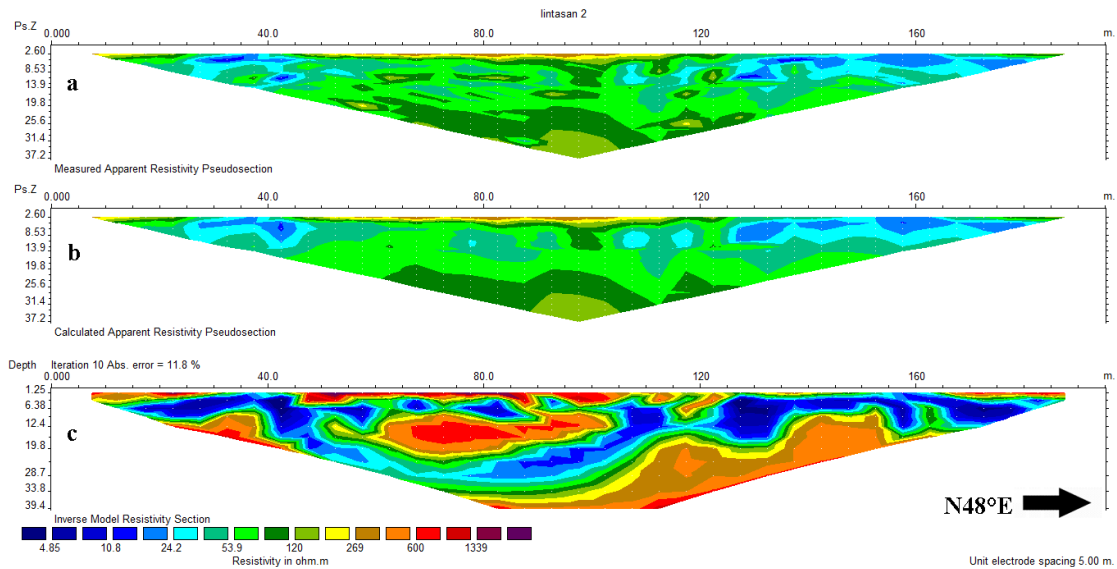
Lintasan 2 memiliki arah lintasan sebesar N48°E. **Gambar 4** menyajikan 3 buah penampang resistivitas lintasan 2. Dari gambar tersebut penampang resistivitas hasil inversi diperoleh dengan melakukan iterasi sebanyak 10 kali. Iterasi ini dipilih karena *error* yang diperoleh tidak mengalami perubahan yang signifikan. *Error* dari hasil inversi ini sebesar

11,8%. Model hasil inversi disajikan oleh **Gambar 4c** hasil ini diperoleh dengan membandingkan data observasi dengan data kalkulasi secara berulang. Data observasi pada **Gambar 4a** yang berupa data resistivitas semu. Data kalkulasi merupakan data hasil perhitungan dari proses inversi yang disajikan oleh **Gambar 4b**.

Lintasan 2 geolistrik ini memiliki nilai yang bervariasi dengan nilai minimum 4,85 Ωm dan memiliki nilai maksimum 1339 Ωm . Variasi nilai resistivitas diwakili dari warna biru tua dengan nilai minimum 4,85 Ωm sampai warna ungu tua dengan nilai maksimum 1339 Ωm . Pada lintasan 2 ini, penampang resistivitas diinterpretasi menjadi 3 lapisan yang disajikan oleh Tabel 3.

Lintasan 3 memiliki arah lintasan sebesar N188°E. Gambar 5 menyajikan 3 buah penampang resistivitas lintasan 3. Dari gambar tersebut penampang resistivitas hasil inversi

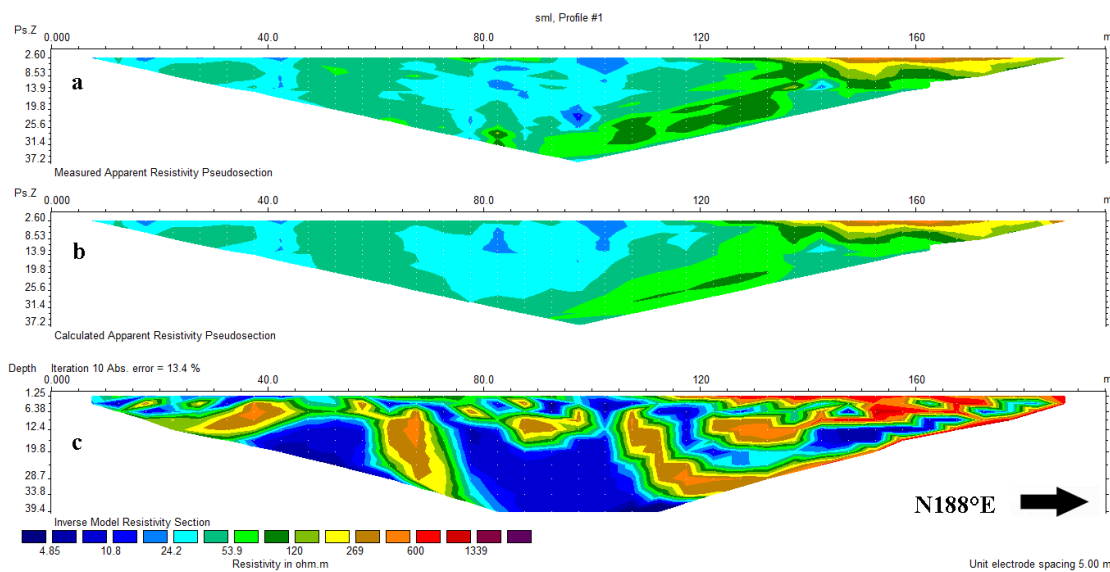
diperoleh dengan melakukan iterasi sebanyak 10 kali. Iterasi ini dipilih karena *error* yang diperoleh tidak mengalami perubahan yang signifikan. *Error* dari hasil inversi ini sebesar 13,4%. Model hasil inversi disajikan oleh Gambar 5c. hasil ini diperoleh dengan membandingkan data observasi dengan data kalkulasi secara berulang. Data observasi pada Gambar 5a berupa data resistivitas semu. Data kalkulasi merupakan data hasil perhitungan dari proses inversi yang disajikan oleh Gambar 5b.



Gambar 4. Penampang resistivitas lintasan 2 (a) data observasi atau resistivitas semu, (b) data kalkulasi, dan (c) hasil inversi.

Tabel 3. Interpretasi penampang resistivitas lintasan 2.

Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Warna
Pasir berair	4,85-53,9	1,25-28,7	
Lempung pasiran	53,9-269	1,25-28,7	
Lapukan granit	269-1339	1,25-39,4	



Gambar 5 Penampang resistivitas lintasan 3 (a) data observasi atau resistivitas semu, (b) data kalkulasi, dan (c) hasil inversi.

Lintasan 2 geolistrik ini memiliki nilai yang bervariasi dengan nilai minimum 4,85 Ωm dan memiliki nilai maksimum 1339 Ωm . Variasi nilai resistivitas diwakili dari warna biru tua dengan nilai minimum 4,85 Ωm sampai warna

ungu tua dengan nilai maksimum 1339 Ωm . Pada lintasan 2 ini, penampang resistivitas diinterpretasi menjadi 3 lapisan yang disajikan oleh **Tabel 4**.

Tabel 4. Interpretasi penampang resistivitas lintasan 3.

Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Warna
Pasir berair	4,85-53,9	1,25-39,4	
Lempung pasiran	53,9-269	1,25-39,4	
Lapukan granit	269-1339	1,25-39,4	

4.1. Zona Rekomendasi Flatbed

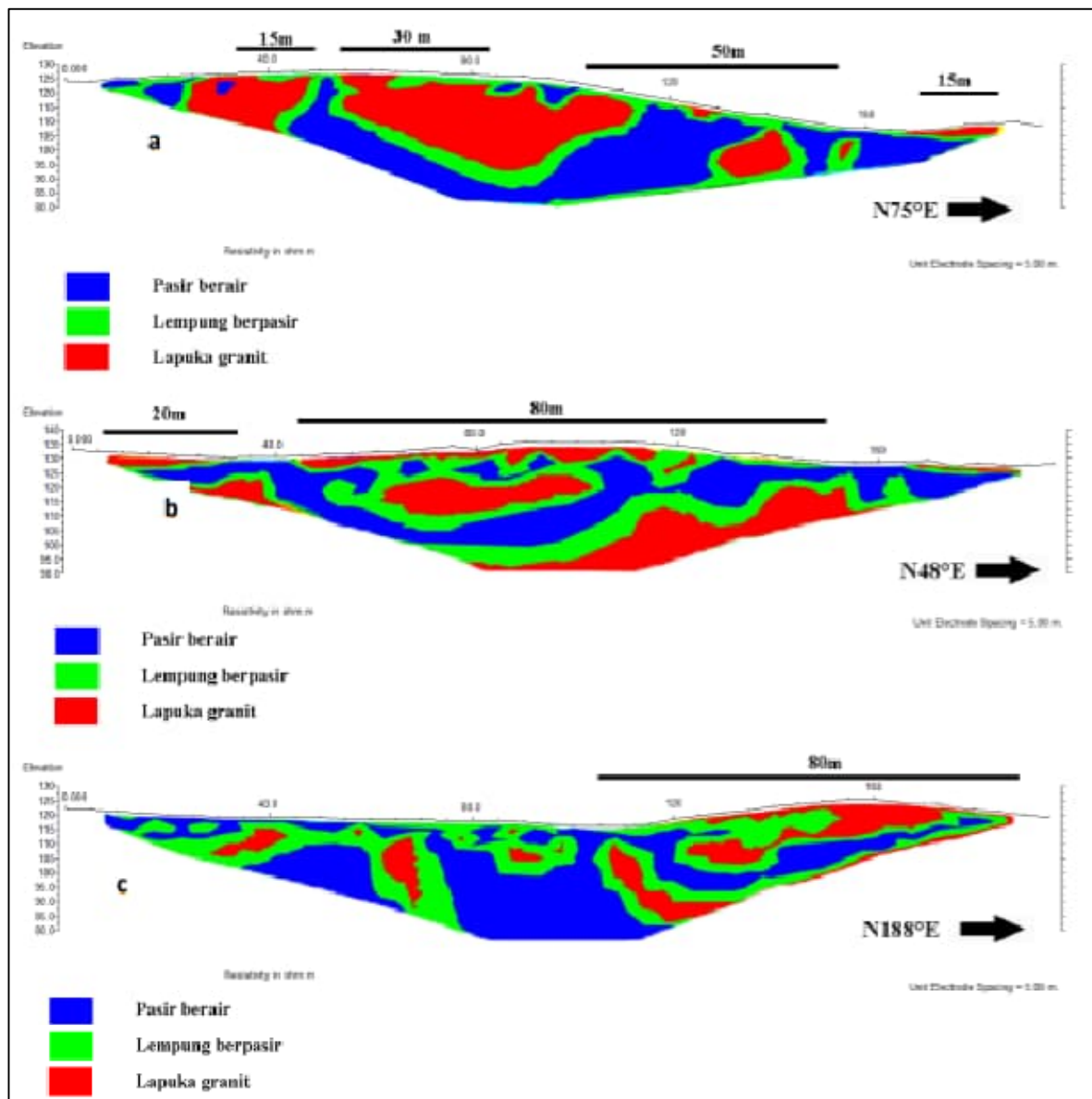
Dalam pembuatan *land application*, lahannya harus memiliki nilai permeabilitas dalam rentang 1,5-15 cm/jam atau $4,17 \times 10^{-6}$ - $4,17 \times 10^{-5}$ m/s dan tidak berada pada lahan gambut. Jika pada lahan tersebut terdapat air tanah, maka kedalaman air tanah harus lebih dari 2 m (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Oleh karena itu, identifikasi lapisan tanah dilakukan terkhusus untuk merekomendasikan daerah *flatbed* sebagai tempat penampung limbah cair kelapa sawit. Sesuai dengan **Tabel 5**, nilai permeabilitas lapisan yang masuk kriteria dari *land application* adalah lapisan lapukan granit dan lempung pasiran karena berada pada rentang

nilai 1,5-15 cm/jam atau $4,17 \times 10^{-6}$ - $4,17 \times 10^{-5}$ m/s. Jenis tanah ini tergolong jenis tanah yang kurang permeabel, hal ini juga memudahkan akar tanaman untuk menyerap limbah pada *land application*, jika sifatnya permeabel membuat limbah cair mudah diloloskan ke dalam tanah sehingga tidak dapat diserap oleh akar tanaman kelapa sawit. **Gambar 6** menunjukkan rekomendasi pembangunan *flatbed* pada tiap lintasan.

Rekomendasi zona *flatbed* berada pada lapisan lempung berpasir dan lapukan granit karena memiliki *standard* yang cocok pada ketentuan peraturannya. Zona *flatbed* pada lintasan 1 memiliki panjang total 110 m, lintasan 2 dengan panjang total 100 m, dan lintasan 3 dengan panjang total 80 m.

Tabel 5. Nilai permeabilitas batuan (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi Bandung, 2017).

Jenis Tanah	K (m/det)	Sifat Permeabilitas
Kerikil Kasar	$< 10^{-3}$	Sangat Permeabel
Pasir, Pasir Halus	$10^{-3}-10^{-5}$	Cukup Permeabel
Pasir Lanau, Pasir Kotor	$10^{-5}-10^{-7}$	Kurang Permeabel
Lempung	$> 10^{-9}$	Impermeabel/Rapat Air



Gambar 6. a) Zona rekomendasi *flatbed* pada lintasan 1, b) zona rekomendasi *flatbed* pada lintasan 2, c) Zona rekomendasi *flatbed* pada lintasan 3.

5. KESIMPULAN

Dari interpretasi data geolistrik, lapisan tanah pada daerah penelitian diduga berupa

pasir berair, lempung pasir dan lapukan granit. Lapisan pasir berair diduga memiliki resistivitas 4,85-53,9 Ωm yang berada pada

kedalaman 1,25-39,4 m di lokasi penelitian. Lapisan lempung pasir diduga memiliki resistivitas 53,9-269 Ω m yang berada pada kedalaman 1,25-39,4 m. Lapisan lapukan batuan granit yang memiliki nilai resistivitas 269-1339 Ω m yang diduga berada pada kedalaman 1,25-39,4 m.

Lapisan tanah yang direkomendasikan untuk pembuatan *flatbed* pada *land application* berada pada lapisan lempung pasir dan lapukan granit. Kedua lapisan ini diduga terdapat pada ketiga lintasan dengan keberadaan bervariasi pada tiap lintasan. Zona rekomendasi *flatbed* pada lintasan 1, lintasan 2 dan lintasan 3 secara berurutan memiliki total panjang sebesar 110 m, 100 m, dan 80 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dr. Yoga Satria Putra, M.Si, dan Radhitya Perdhana, M.Sc. karena telah banyak memberikan saran dalam penelitian ini. Selain itu, terima kasih disampaikan kepada mahasiswa geofisika FMIPA Universitas Tanjungpura karena telah banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Banua (2008). Pengaruh Land Application Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit terhadap Ketersediaan Unsur Hara dalam Tanah dan Kandungannya pada Tanaman Kelapa Sawit, *J. Tanah Trop.*, 13 (1), 35–40.
- Kanyawan, O.E. & Zulfian (2020). Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis sebagai Informasi Awal Rancang Bangun Pondasi Bangunan, *Prism. Fis.*, 8 (3), 196–202.
- Mulyasari, R., Darmawan, I., Effendi, D., Saputro, S., Hesti, H., Hidayatika, A., & Haerudin, N. (2020). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Analisis Bidang Gelincir Dan Studi Karakteristik Longsor Di Jalan Raya Suban Bandar Lampung, *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 6(1), 66-76.
doi:<https://doi.org/10.23960/jge.v6i1.61>
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi Bandung (2017). Modul Geologi dan Hidrogeologi Pelatihan Perencanaan Air Tanah, Bandung: *Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi*.
- Lingga, R.G. (2022). *Interpretasi Model 3D Resistivitas Untuk Menentukan Sebaran dan Ketebalan Batubara di Desa Baru*, Universitas Jambi, Jambi, (Skripsi).
- Loke, D.M. (2024). Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys, <https://www.geotomosoft.com/downloads.php>. [diakses: 20 Agustus 2024].
- Marlina, Napoleon, A., & Budianta, D. (2018) Perubahan Beberapa Sifat Kimia dan Biologi Ultisol dan Serapan Hara N, P, K Serta Produksi Tandan Buah Segar yang Diberi LCPKS, *Klorofil*, 13 (1), 37–41.
- Multi, W., Limehuwey, R., Patty, P., Kotarumalos, S., Ramadhan, A., & Sukri, M. (2024). Identifikasi Potensi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Di Daerah Ambon Maluku. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 10(1), 37-46.
doi:<https://doi.org/10.23960/jge.v10i1.351>
- Pambudi, R.R., Muhammad, N., Winona, P., & Rahmi, M. (2022). Analisis Kelongsoran Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger, *Jurnal Geoceles*, 6 (2), 108–116.
- Pangestu, Y.P. & Zulfian (2020). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Sekitar Daerah Jembatan Kuning Di Desa Korek Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger, *Prism. Fis.*, 8 (1), 79.
- Pertiwi, P., & Jiwandono, T. (2021). Analisis Data Resistivitas Dan Polarisasi Terimbas Guna Mendeteksi Keberadaan Mineralisasi Daerah Karangsambung. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 7(1), 71-83.
doi:<https://doi.org/10.23960/jge.v7i1.105>
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan.
- Pieters, P.E. & Santoyo, P. (1993). Peta Geologi 250.000 Lembar Pontianak Nangataman, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi, Bandung.
- Pujono, H.R., Kuku, S., Evizal, R., Afandi, & Rahmat, A. (2021). The effect of POME application on production and yield components of oil palm in Lampung, Indonesia The effect of POME application on production and yield components of oil palm in Lampung, Indonesia.

- Reynolds, J.M. (2011). *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*, Wiley-Blackwell.
- Rosmalinda & Susanto, A. (2018). Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Gambut, *Teknologi Agro-Industri*, 5 (2): 58-65.
- Sarifah, Ivansyah, O., & Perdhana, R. (2022). Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Disekitar Terjadinya Semburan Gas Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Di Desa Sungai Nipah Kabupaten Mempawah, *Prism. Fis.*, 10 (1): 61–67.
- Silalahi, F.A. & Nelvia, N. (2017). Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Jarak Dari Saluran Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, *Din. Pertan.*, 33 (1), 85–94.
- Sitorus, Y.R. & Mardina, V. (2020). Karakteristik Kimia dari Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit PTPN Y, *J. EnviScience*, 4 (2), 58–66.
- Suryani, Muliadi, & Zulfian (2020). Identifikasi Sebaran Limbah Kelapa Sawit Di Dusun Panepat Desa Kuala Mandor A Menggunakan Metode Geolistrik, *Prism. Fis.*, 8 (1), 92.
- Susilawati & Supijatno (2015). Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Perkebunan Kelapa Sawit, Riau, Buletin Agrohiti, 3 (2), 203–212.
- Telford, W., Geldart, L. P., & Sherif, R.E. (1990).. *Applied Geophysics*, New York: Cambridge University Press.