

# PEMANFAATAN SURVEI GEOLISTRIK DAN GEOTEKNIK UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN RENCANA JALAN LINGKAR POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI SAMARINDA

A. Arifin Itsnani SM<sup>1,\*</sup>, Muhammad Tahrir<sup>2</sup>, Ridwan<sup>2</sup>, Muhammad Akshar<sup>2</sup>,  
Mika Debora Br Barus<sup>3</sup>, Ahmad Aris Mundir Sutadji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>)Program Studi Teknologi Geomatika, Jurusan Rekayasa dan Komputer, Politeknik  
Pertanian Negeri Samarinda, Jl. Samratulangi, Kel. Gunung Panjang, Kec.

Samarinda Seberang, kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75131

<sup>2</sup>)Program Studi Rekayasa Kayu, Jurusan Kehutanan dan Lingkungan, Politeknik  
Pertanian Negeri Samarinda, Jl. Samratulangi, Kel. Gunung Panjang, Kec.

Samarinda Seberang, kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75131

<sup>3</sup>)Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan, Jurusan Pertanian, Politeknik  
Pertanian Negeri Samarinda, Jl. Samratulangi, Kel. Gunung Panjang, Kec.

Samarinda Seberang, kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75131

<sup>\*</sup>)Correspondent Author: arifinitsnani@politanisamarinda.ac.id

## **Abstract**

Soil conditions with weak zone points can cause damage to road structures such as land subsidence. Geoelectric surveys can identify subsurface structures based on variations in rock resistivity. Road infrastructure crash due to weak zones of soil bearing capacity can be identified by geoelectric surveys and geotechnical tests as supporting analysis. Based on the master plan of Politani Samarinda 2025-2029 in the southern area, a ring road of  $\pm 1.5$  km will be built, so geoelectric and geotechnical support data are first needed as a basis for road planning. The main objective of this study is to mapping subsurface structure and identify the stability of the strong and weak zones of the soil in the planned area of the ring road construction. The geoelectric resistivity survey uses the Wenner Schlumberger configuration with 2 longitudinal tracks of  $\pm 100$  m per track with a spacing ( $a$ ) of 5 m which can identify the distribution of subsurface resistivity values laterally-mapping. The resistivity value obtained from 2D geoelectric inversion is the lowest value of 2.62 ohm.m which is suspected as clay, medium 78.5 ohm.m which is suspected as sand, and the highest 7716 ohm.m which is suspected as sandstone and used as a reference in the strong zone of the road building foundation. Furthermore, the USCS classification geotechnical test at 2 track points resulted in sand (SM) and silt clay (MH) soil types based on mechanical laboratory tests. The results of the identification of geoelectric surveys and geotechnical tests have a significant correlation with road construction that has a potential strong zone bearing capacity because the top soil is in the form of silt, clay, sand which is underneath in the form of sandstone which is strong enough to withstand the load of road construction.

**Keywords:** soil structure, geoelectricity, geotechnics, roads

---

## PENDAHULUAN

Sesuai *Master Plan* Politeknik Pertanian Negeri Samarinda tahun 2025-2029 akan dibangun infrastruktur jalan lingkar dalam areal selatan kampus sepanjang 1.5 km yang melintasi lahan  $\pm 7$  ha sebagai penghubung yang menyatukan dengan jaringan jalan lainnya yang nantinya akan memudahkan mobilitas dalam satu lokasi. Oleh sebab itu, terlebih dahulu diperlukan kajian struktur bawah permukaan tanah untuk identifikasi lapisan lemah dan kuat jalan sebagai dasar dalam pembangunan infrastruktur jalan. Tulisan ini bertujuan untuk memetakan struktur bawah permukaan tanah dan mengidentifikasi stabilitas tanah zona kuat dan zona lemah areal rencana pembangunan jalan lingkar. Lokasi penelitian berada di area selatan kampus yang masih didominasi oleh tutupan lahan tanaman perkebunan dan rintisan jalan lingkar yang masih berupa tanah hasil *land clearing* excavator. Area selatan banyak didominasi tanah lempung dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang rendah, kuat tekan rendah, dan kuat geser rendah (Gracella et al., 2021). Dalam bidang geoteknik jalan, jenis tanah lempung memiliki daya dukung yang kurang baik dan bersifat ekspansif sehingga infrastruktur jalan akan mudah mengalami kerusakan (Gunarso, 2021).

Wilayah Kota Samarinda berdasarkan peta geologi regional (kementerian ESDM) terletak di cekungan Kutai Basin yang terdiri dari batu lempung, batu lanau dan batu

pasir, dimana Jenis batuan penyusunnya merupakan batuan yang memiliki porositas batuan dan permeabilitas yang bervariasi, namun jika terdapat jumlah kandungan air yang banyak pada batuan tersebut maka akan menjadi lapisan zona lemah (Fatoni et al., 2021). Survei geolistrik merupakan salah satu metode geofisika terapan yang banyak digunakan untuk menentukan zona lemah pada lapisan bawah permukaan tanah (Ariputra et al., 2021)

Kajian survei geolistrik tahanan jenis dapat mengidentifikasi struktur bawah permukaan tanah untuk tujuan geoteknik (Idowu Fadele et al., 2013). Susunan elektroda potensial dan arus yang digunakan dalam akuisisi data geolistrik 2D adalah konfigurasi Wenner secara lateral-mapping 2D untuk identifikasi bawah permukaan jalan (Santoso, 2016). Kemudian pemanfaatan metode survei geolistrik tahanan jenis untuk mengidentifikasi lapisan bawah permukaan jalan yang didominasi tanah gambut dengan struktur yang bersifat *compressible* atau lapisan zona lemah yang berpotensi untuk mengalami *settlement* jika selalu diberi beban di atasnya (Adiat et al., 2017).

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan, kajian awal terkait informasi struktur bawah permukaan sangat penting guna mengidentifikasi daya dukung zona kuat dan zona lemah dengan memanfaatkan survei geolistrik seperti di penelitian sebelumnya. Dengan didukung uji geoteknik, kekuatan beban jalan dapat disesuaikan dengan estimasi daya dukung struktur

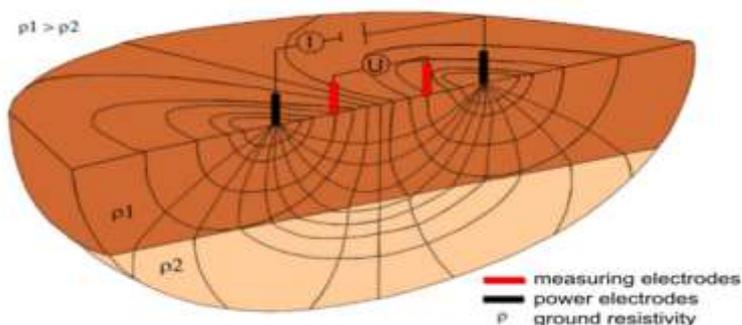
bawah permukaan tanah. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai data dasar pendukung realisasi infrastruktur jalan baru Politani Samarinda sesuai *Master Plan 2025-2029*.

## METODE PENELITIAN

### 1. Survei Geolistrik Resistivitas

Survei Geolistrik adalah salah satu metode geofisika aktif yang digunakan untuk mengetahui sifat-sifat kelistrikan lapisan batuan di bawah permukaan

tanah dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah (Maslakowski et al., 2024). Tujuan utama dari metode ini adalah mencari tahanan jenis (*resistivity*) dari batuan (Alfadli and Natasia, 2017). Ketika arus yang mengalir pada suatu elektroda adalah  $I$  di lapangan, maka aliran arus tersebut dari titik pusat elektroda akan membentuk permukaan equipotensial dengan bentuk setengah bola, yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Metode pekerjaan survei geolistrik (Maslakowski et al., 2024)

Resistivitas bawah permukaan tanah jalan dapat diukur dengan menancapkan arus listrik ke dalam tanah melalui 2 titik elektroda arus ( $I$ ) di permukaan tanah dan 2 titik lain untuk mengukur beda potensial ( $V$ ) di permukaan yang sama (Ramli et al., 2018). Kemudian diperoleh variasi nilai resistivitas listrik di lapisan bawah titik ukur instrumen geolistrik berupa profil *vertical electric sounding* atau jenis *horizontal mapping*.

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan gabungan dari konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger* seperti yang memiliki titik *sounding* yang dapat berpindah-pindah yang ditunjukkan

pada Gambar 2. Persamaan untuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, ditunjukkan seperti berikut:

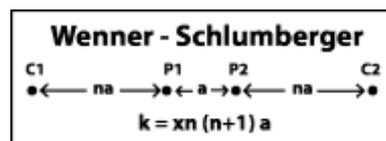
$$\rho = \frac{\Delta V}{I} (\pi n (n + 1) a) \quad (1)$$

dengan,

$\rho$  : tahanan jenis (ohm ( $\Omega$ ) – meter)

$V$  : perbedaan potensial listrik (volt)

$I$  : perbedaan arus listrik (amper)



Gambar 2. Susunan elektroda konfigurasi *wenner-schlumberger* (Al-Khafaji and Al-Dabbagh, 2016)

## 2. Uji Geoteknik

*Grain size analysis*) adalah metode pengujian geoteknik yang bertujuan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan ukuran butirnya (Kusuma et al., 2013). Besarnya butiran tanah dapat diklasifikasikan pada *Gravel* (kerikil) >2.00 mm, *Sand* (pasir) 2.00 – 0.06 mm, *Silt* (lanau) 0.06 – 0.002 mm, *Clay* (lempung) <0.002 mm (Kusuma et al., 2013).

Berdasarkan teori Albert Atterberg, kadar air yang terkandung di dalam tanah dibagi ke dalam 4 bagian, dari basah makin kering yaitu batas cair (LL), batas plastis (PL), keadaan semi plastis (semi-plastic), keadaan beku (solid) (Febrijanto et al.,

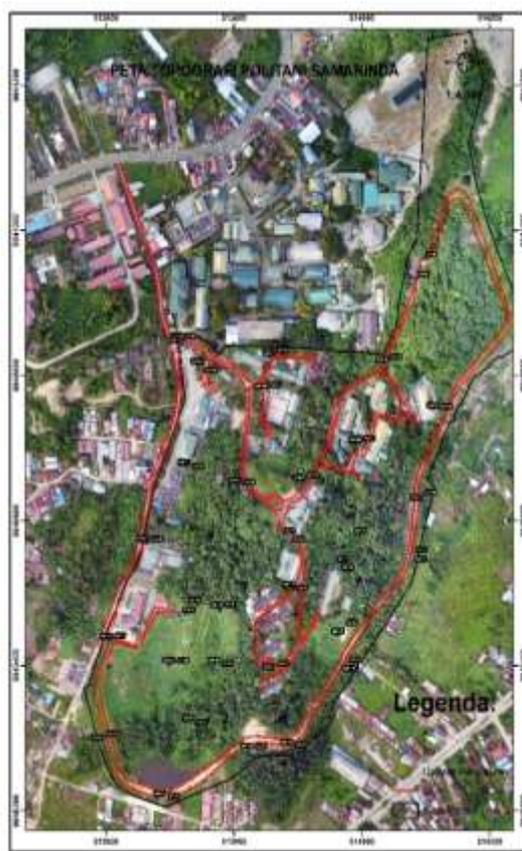
2016). Selisih antara batas cair dengan batas plastis disebut dengan indeks plastisitas (IP). Tanah yang memiliki indeks plastisitas tinggi tidak baik untuk konstruksi bangunan (Kusuma et al., 2013). Nilai IP ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$IP = LL - PL \quad (2)$$

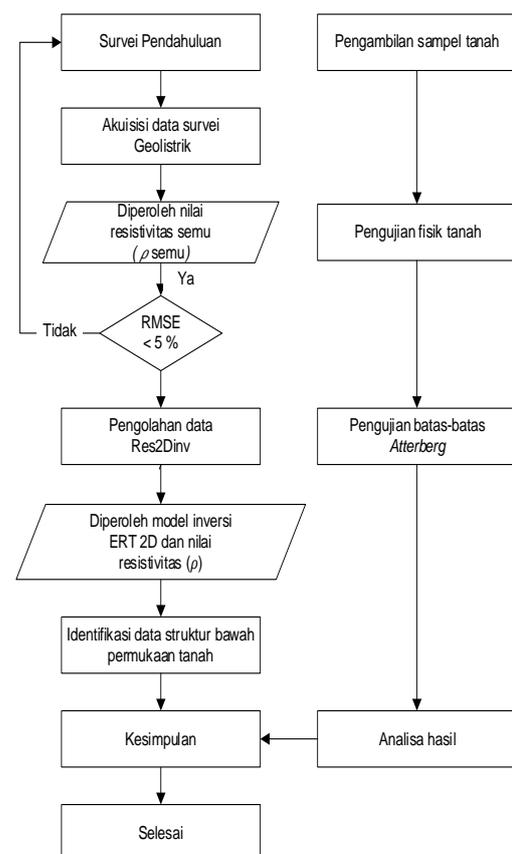
Adapun korelasi IP dengan potensi mengembang adalah IP 0 – 15 % adalah rendah, 10 – 35 % adalah sedang, 20 – 55 % adalah tinggi, >35 % adalah sangat tinggi (Febrijanto et al., 2016).

## 3. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dirintisan Jalan Lingkar Politani Samarinda.



Gambar 3. Lokasi penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

#### 4. Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang meliputi:

##### a. Survei Geolistrik

Survei geolistrik dilaksanakan setelah dilakukan survei pendahuluan terlebih dahulu yang meliputi kajian peta geologi regional dan penentuan patok lintasan pengukuran. Kemudian proses akuisisi data dilakukan dengan survei geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* di areal selatan kampus yang terdapat rintisan jalan lingkaran. Instrumen utama yang digunakan saat akuisisi data adalah 1 set *Resistivity Meter* Naniura dengan 4 elektroda sebanyak 4 lintasan memanjang  $\pm 100$  m per lintasan spasi (a) 5 m yang menginjeksikan arus (I) ke bawah permukaan tanah dimana diperoleh data pengukuran berupa nilai beda potensial ( $\Delta V$ ), nilai faktor geometri (K), nilai jarak spasi antar elektroda (a), dan jumlah pengulangan (n). Sehingga dari nilai V, I, dan K dapat dihitung nilai resistivitas semu ( $\rho_a$ ).

Data yang telah diperoleh kemudian dilakukan pengolahan data di beberapa aplikasi. Pertama adalah Microsoft excel untuk pembuatan form akuisisi data pengolahan inversi 2D. Kemudian memindahkan data jenis konfigurasi elektroda, total *point*, total jarak, spasi, titik, *mid point*, dan nilai resistivitas ( $\rho$ ) ke notepada untuk masukan aplikasi Res2Dinv yang menggunakan luaran dari data Format Excel (xls). Aplikasi ini menghasilkan *output* data 2D berupa peta profil bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas batuan.

##### b. Survei dan Uji Geoteknik

Survei geoteknik diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan indeks plastisitas (IP) tanah. Proses pengujian yang akan dilakukan terdiri dari uji pendahuluan dan uji inti.

Uji pendahuluan terdiri atas uji kadar air tanah, uji massa jenis tanah, dan uji *specific gravity*. Uji kadar air untuk mengetahui massa air yang terkandung pada tanah dengan massa kering tanah (%). Uji massa jenis tanah untuk mengetahui massa jenis sampel tanah asli sebagai perbandingan massa butiran tanah (termasuk udara dan air) dalam volume total tanah. Uji *specific gravity* untuk mengetahui perbandingan massa jenis fluida standar pada volume yang sama sesuai dengan standar ASTM D 854-92. Sedangkan uji inti terdiri atas uji analisis butiran dan uji Atterberg *limits*. Uji analisis butiran untuk mengetahui jenis tanah berdasarkan distribusi butiran tanahnya sesuai standar ASTM D 422-63. Dalam uji ini terdapat dua klasifikasi tahapan, antara lain uji analisis hidrometer dan uji analisis saringan. Sedangkan uji batas-batas Atterberg (*Atterberg Limits*), meliputi batas plastis dan batas cair sesuai dengan standar ASTM 4318-95a.

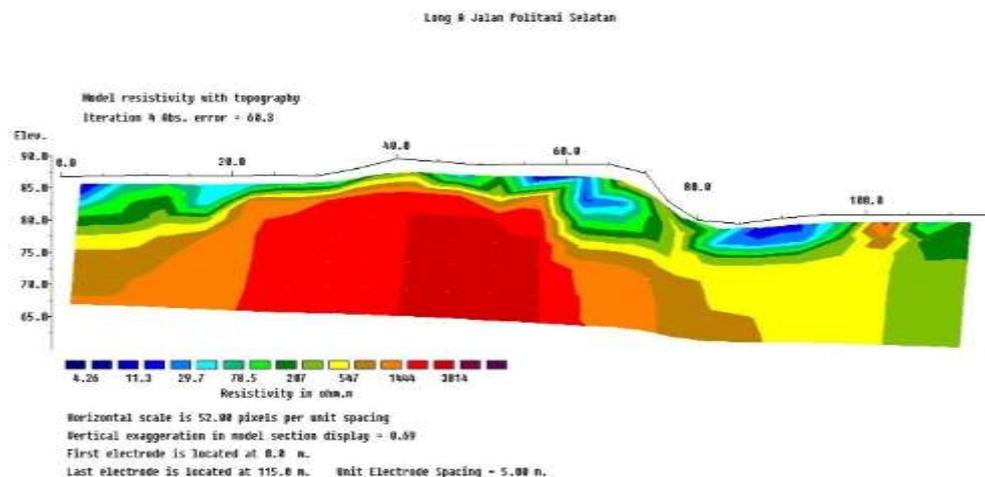
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Profil Inversi Geolistrik 2D

Profil lintasan A di bagian utara memiliki resistivitas sekitar 4.26-3814 Ohm.m dimana nilai resistivitas rendah (4.26-29.7 Ohm.m) diduga sebagai lempung dan lanau yang terdapat air tanah di kedalaman 5-15 m pada jarak

0 – 100 m. Untuk nilai resistivitas menengah (78.5-547 Ohm.m) diduga sebagai pasir di kedalaman bervariasi 5-10 m pada jarak 0 – 100 m dan 10-25 m pada jarak 100 – 110 m yang

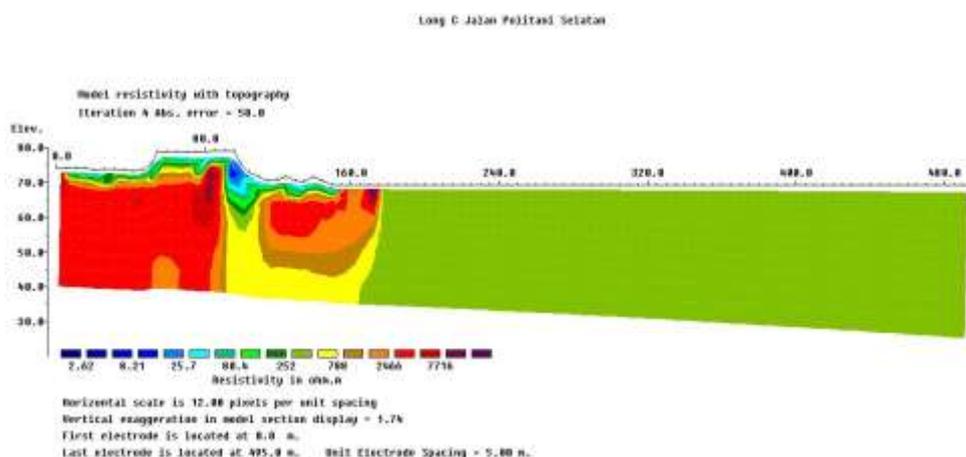
menjadi target dalam membuat pondasi jalan. Sedangkan pada nilai resistivitas tinggi (1444-3814 Ohm.m) diduga terdapat batupasir di kedalaman 10 – 25 m pada jarak 0 – 110 m.



Gambar 5. Profil Lintasan A

Profil lintasan C dibagian selatan memiliki resistivitas sekitar 2.62-7717 Ohm.m dimana nilai resistivitas rendah (2.62-25.7 Ohm.m) diduga sebagai lempung dan lanau yang terdapat air tanah di kedalaman 5-10 m pada jarak 80 – 160 m. Untuk nilai resistivitas menengah (80.4-788

Ohm.m) diduga sebagai pasir di kedalaman 10-20 m pada jarak 0 – 160 m. Sedangkan pada nilai resistivitas tinggi (2466-7716 Ohm.m) diduga sebagai batupasir di kedalaman 5 – 30 m pada jarak 0 – 170 m yang menjadi target dalam membuat pondasi suatu bangunan.



Gambar 6. Profil Lintasan C



Gambar 7. Survei Geolistrik di lapangan

## 2. Uji Geoteknik

Hasil uji dua sampel A dan B berdasarkan standar USCS (Unified Soil Classification System) pada lintasan Geolistrik (utara-selatan), pada sampel A yang terletak dibagian utara dengan elevasi 90 m, adalah lanau dan lempung batas cair  $>50\%$  jenis tanah MH yaitu lumpur anorganik, tanah berpasir halus atau berlanau yang mengandung mika atau diatom, lanau elastis. Sedangkan pada sampel B yang terletak dibagian selatan dengan elevasi 60 m adalah pasir  $> 50\%$  fraksi kasar lebih kecil dari ukuran saringan 4 yaitu pasir dengan denda lebih dari 12%, pasir berlumpur atau campuran pasir-lanau.



Gambar 8. Survei Geoteknik di lapangan

Berdasarkan hasil survei geolistrik dan uji geoteknik maka dapat diperoleh korelasi dan identifikasi struktur bawah permukaan tanah di areal rencana jalan lingkar Politani Samarinda yang didominasi lanau dan lempung pada elevasi 90 m dan pasir pada elevasi 60 m. Sehingga rencana pembangunan jalan di area yang didominasi lempung, lanau, dan pasir pada top soil dengan resistivitas tinggi sampai 7716 Ohm.m yang didominasi batupasir mulai pada kedalaman  $> 5$  m sehingga potensial untuk pembangunan pondasi jalan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil survei geolistrik untuk mengidentifikasi profil bawah permukaan rencana jalan dan uji geoteknik untuk mengidentifikasi stabilitas tanah maka dapat diperoleh analisis titik zona lemah hampir terdapat pada semua jalur lintasan rencana jalan lingkar. Nilai resistivitas yang diperoleh dari inversi geolistrik 2D adalah nilai terendah 2.62 ohm.m yang diduga sebagai lempung, menengah 78.5 ohm.m yang diduga sebagai pasir, dan tertinggi 7716 ohm.m yang diduga sebagai batupasir dan dijadikan acuan dalam zona kuat struktur bawah permukaan tanah. Hasil

selanjutnya dari uji geoteknik diperoleh tanah jenis pasir (SM) dan lempung lanau (MH) berdasarkan uji laboratorium dan klasifikasi USCS. Hasil identifikasi titik zona kuat dan zona lemah struktur bawah permukaan memiliki daya dukung zona kuat pembangunan jalan yang potensial berdasarkan lapisan penutup atas berupa lanau, lempung, pasir yang lapisan di bawahnya berupa batu pasir sebagai zona kuat menahan beban konstruksi jalan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Penulis ucapkan kepada rekan-rekan PT GDP yang telah membantu dukungan alat Geolistrik dan rekan-rekan CV PS yang telah membantu uji geoteknik serta rekan-rekan mahasiswa yang turut serta membantu dalam penelitian ini baik dari segi waktu, tenaga, maupun pikiran.

#### DAFTAR PUSTAKA

Adiat, K.A.N., Akinlalu, A.A., Adegoroye, A.A., 2017, Evaluation of road failure vulnerability section through integrated geophysical and geotechnical studies. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics* 6, 244–255.

Alfadli, M.K., Natasia, N., 2017, Geoelectricity Data Analysis for Identification the Aquifer Configuration in Bandorasawetan, Cilimus, Kuningan, West Java Province. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology* 2, 278.

Al-Khafaji, W.M.S., Al-Dabbagh, H.A.Z., 2016, Visualizing geoelectric – Hydrogeological parameters of Fadak farm at Najaf Ashraf by using 2D spatial interpolation methods. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics* 5, 313–322.

Ariputra, Y.F., Putra, Y.S., Muhandi, M., 2021, Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Mengidentifikasi Lapisan Bawah Permukaan Jalan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya. *Journal Online of Physics* 7, 47–51.

Fatoni, R.A., Supriyanto, Lazar, P.A., 2021, Identifikasi Zona Lemah Di Jalan Poros Samarinda Bontang Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger. *Jurnal Geosains Kutai Basin* 4, 1–7.

Febrijanto, R., Hardiana, Y., Hidayat, D., Wicaksono, S., Jaenuddin, A., Suherman M., Sumarno, Marzuki, 2016, Pekerjaan Tanah Untuk Jalan, 2nd ed. Kementerian PUPR dan Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.

Gracella, V.V., Nugroho, B., Kamil, I., Samarinda, P.N., Timur, K., 2021, Pengaruh Karakteristik Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Bahan Tambah Serbuk Batu Bata (Stabilized Characteristics of Clay With Brick Powder) In: SNIT - Politeknik Negeri Balikpapan 2021. Poltekba Balikpapan, Balikpapan, pp. 133–138.

Gunarso, A., 2021, Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan

- Limbah Keramik. *Journal Dynamic Saint* 5, 945–950.
- Idowu Fadele, S., Shadrach Jatau, B., Goki, N.G., Fadele, S., Jatau, B., Goki, N., 2013, Subsurface Structural Characterization of Filatan Area A, Zaria-Kano Road, using the 2D Electrical Resistivity Tomography, *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*. (online) Scienpress Ltd.
- Kusuma, R.I., Mina, E., Irhamna, A.F., 2013, Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Fly Ash Terhadap Nilai Cbr. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil* 2.
- Maslakowski, M., Lejzerowicz, A., Pacanowski, G., Kuszyk, R., 2024, The use of non-invasive ERT method to diagnose karst in roadengineering in the Lublin Upland (Poland). *Archives of Civil Engineering* 70, 557–571.
- Ramli, M., -, S., A. A. V, Nur, I., Thamrin, M., Widodo, S., 2018, Survei Geolistrik untuk Pengembangan Irigasi Air Tanah di Kelurahan Lamatti Rilau - Sinjai, Sulawesi Selatan. *JURNAL TEPAT: Applied Technology Journal for Community Engagement and Services* 1, 137–146.
- Santoso, B., 2016, Penerapan Metode Geolistrik-2D untuk Identifikasi Amblasan Tanah Dan Longsoran Di Jalan Tol Semarang – Solo Km 5+400 – Km 5+800. *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 1, 179–186.