

POLA RESISTIVITAS TANAH EKSPANSIF PADA MUSIM HUJAN DAN MUSIM KEMARAU PADA LOKASI JALAN GADING PLAYEN KABUPATEN GUNUNG KIDUL SEBAGAI UPAYA MITIGASI KERUSAKAN BADAN JALAN

Daru Jaka Sasangka¹⁾, Pranu Arisanto¹⁾, Suhardi¹⁾, Bhima Dhanardono¹⁾, Abdurahman Wafi²⁾

¹⁾Politeknik Pekerjaan Umum, Jl. Soekarno Hatta No.100, Gayamsari, Semarang

²⁾PT. Andalan Tunas Mandiri, Jl. Raya Penggilingan, Cakung, Jakarta

e-mail: darujakasasangka@gmail.com

Abstrak. Tanah Ekspansif pada subgrade jalan seringkali menimbulkan masalah dikarenakan sifat kembang susutnya yang tinggi. Sifat kembang susut tersebut terjadi karena perubahan kadar air pada tanah di musim kemarau dan musim hujan. Sifat ekspansifitas dari suatu tanah dapat dilihat diantaranya dengan memperhatikan nilai plastisitas indek (PI) tanah dan tingkat aktifitas tanah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pola resistivitas dari tanah ekspansif pada dua musim berbeda yaitu pada puncak musim hujan dan puncak musim kemarau. Pola resistivitas ini diharapkan nantinya dapat membantu memetakan sebaran tanah ekspansif berdasarkan nilai resistivitasnya sebagai upaya mitigasi bencana pada area penelitian. Penelitian dilaksanakan di lokasi Ruas Jalan Gading – Playen Kabupaten Gunung Kidul. Pengukuran di lapangan menggunakan alat geolistrik *multichannel* dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dilakukan pengukuran pada tiga lokasi. Pengujian properties tanah dilakukan untuk melihat jenis dan karakter ekspansifitas tanah dengan melakukan uji diantaranya *liquid limit*, *Plastic Limit* dan Uji Ukuran Butir. Jenis tanah ekspansif pada lokasi penelitian termasuk tanah lempung dan tanah lanau. Terdapat perbedaan signifikan resistivitas tanah ekspansif pada subgrade jalan pada musim kemarau dan musim penghujan. Nilai resistivitas diatas 247 Ωm pada musim kemarau. Namun pada musim penghujan menjadi sangat turun hingga hampir semua mencapai nilai dibawah 30 Ωm Berbeda dengan tanah yang kemampuan ekspansifitasnya rendah memiliki nilai yang konsisten dibawah 40 Ωm baik di musim kemarau maupun musim hujan. Dari hasil penelitian yang didapatkan dapat memberikan masukan untuk penyelenggara jalan dalam memetakan lokasi mana saja yang membutuhkan perhatian untuk dilakukan perancangan tanah dasar berdasarkan potensi kembang susutnya.

Kata Kunci: ekspansif, hujan, kemarau, resistivitas, tanah

Abstract. Expansive soil on road subgrades often causes problems due to its high shrinkage properties. The shrinkage properties occur due to changes in water content in the soil in the dry season and the rainy season. The expansive properties of a soil can be seen, among others, by observing the plasticity index (PI) value of the soil and the level of soil activity. This study aims to see the resistivity pattern of expansive soil in two different seasons, namely at the peak of the rainy season and the peak of the dry season. This resistivity pattern is expected to help map the distribution of expansive soil based on its resistivity value. The study was conducted at the Gading - Playen Road Section, Gunung Kidul Regency. Field measurements using a multichannel geoelectric tool with a *Wenner-Schlumberger* configuration were carried out at three locations. Soil properties testing was carried out to see the type and character of soil expansiveness by conducting tests including *liquid limit*, *Plastic Limit* and *Grain Size Test*. The types of expansive soil at the research location include clay and silt. There is a significant difference in the resistivity of expansive soil on the road subgrade in the dry season and the rainy season. The resistivity value is above 247 Ωm in the dry season. However, in the rainy season it drops significantly to almost all values below 30 Ωm . In contrast to soil with low expansive capacity, it has a consistent value below 40 Ωm in both the dry and rainy seasons. The results of this study can provide input for road operators in mapping locations that require attention for subgrade design based on their potential for expansion and contraction.

Keywords: expansive, rain, drought, resistivity, soil

PENDAHULUAN

Tanah ekspansif merupakan jenis tanah yang memiliki sifat mengembang saat basah dan menyusut saat kering. Sifat ini menyebabkan perubahan volume yang signifikan seiring perubahan kadar air, terutama antara musim hujan dan musim kemarau. Di banyak wilayah di Indonesia, terutama yang memiliki dominasi tanah lempung aktif seperti montmorillonit. Tanah ekspansif menjadi permasalahan serius bagi infrastruktur sipil, terutama jalan raya. Kerusakan jalan yang berulang setiap musim, seperti retak memanjang, gelombang

permukaan, dan penurunan atau pengangkatan lapisan perkerasan, sering kali disebabkan oleh perilaku kembang-susut tanah di bawahnya (Wardani S.P.R. et al., 2025). Kondisi ini tidak hanya merugikan secara ekonomi akibat biaya perbaikan yang terus-menerus, tetapi juga mengganggu aktivitas transportasi dan membahayakan keselamatan pengguna jalan.

Untuk itu, pemahaman terhadap karakteristik fisik dan mekanik tanah ekspansif sangat penting. Salah satu pendekatan yang relevan dan relatif efisien adalah dengan mempelajari pola nilai resistivitas tanah. Nilai resistivitas yang rendah biasanya menunjukkan kadar air tinggi (musim hujan), sedangkan nilai resistivitas yang tinggi mengindikasikan kondisi kering (musim kemarau). Biasanya setiap material memiliki pola nilai resistivitas yang berbeda-beda pada kondisi musim kemarau dan musim penghujan. Sebagai contoh respon batulempung dengan durabilitas rendah sangat berbeda dengan batupasir pada dua musim yang berbeda dilihat dari nilai resistivitasnya. Batulempung cenderung memiliki nilai resistivitas yang konsisten di musim hujan dan musim kemarau, sedangkan batupasir memiliki perbedaan yang signifikan (Sasangka dkk, 2024)

Korelasi resistivitas terhadap properties geoteknik tanah telah dilakukan diantaranya adalah membuat korelasi antara nilai resistivitas dengan kadar air pada tanah, nilai resistivitas dengan indeks plastisitas, dan nilai resistivitas dengan densitas tanah (Sangprasat dkk, 2025). Kadar air tanah (*moisture content*) menunjukkan hubungan paling kuat dan konsisten terhadap resistivitas. Korelasi antara resistivitas dan kadar air umumnya bersifat nonlinier negatif (*invers*), yang artinya semakin tinggi kadar air, maka resistivitas akan semakin rendah, dalam berbagai studi koefisien determinasi menunjukkan nilai R^2 yang tinggi, yang berarti menunjukkan kadar air sebagai parameter paling dominan dalam mempengaruhi resistivitas tanah dimana nilainya berkisar pada 0.9 (Asif dkk., 2016; Sangprasat dkk, 2025)

Tanah ekspansif erat kaitannya dengan nilai indeks *plastisitas* (PI), dari penelitian sebelumnya indeks *plastisitas* menunjukkan pengaruh sedang pada nilai resistivitas, terutama pada tanah berbutir halus. Korelasi ini kuat dalam tanah lempung halus (misalnya *marine clay*, $R^2 = 0.901$ (Lin J dkk, 2016), namun cenderung rendah dalam tanah pasir dan *silty sand*, dengan nilai R^2 rata-rata hanya berkisar 0,15–0,42. Dengan meneliti pola resistivitas tanah ekspansif pada musim hujan dan kemarau, dapat diidentifikasi dinamika perubahan sifat fisik tanah yang terjadi sepanjang tahun. Informasi tersebut berguna dalam perencanaan dan perancangan infrastruktur jalan, misalnya untuk menentukan jenis fondasi yang tepat, kedalaman stabilisasi tanah, atau sistem drainase yang sesuai. Selain itu, pemantauan resistivitas juga dapat dijadikan sebagai metode prediktif terhadap potensi kerusakan jalan akibat siklus kembang-susut tanah.

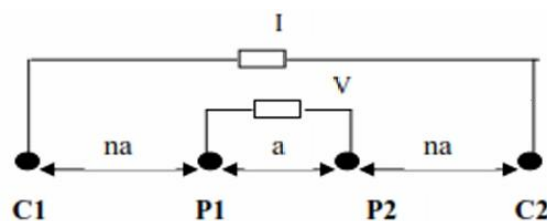
Oleh karena itu, penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui pola perubahan nilai resistivitas tanah ekspansif antara musim hujan dan kemarau dimana implikasi tanah ekspansif pada perkerasan jalan di atasnya sangat terasa. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode mitigasi yang lebih tepat untuk penanganan tanah ekspansif. Dengan mengetahui pola resistivitas tanah pada musim kemarau dan hujan dapat digunakan untuk mempermudah memetakan lokasi lokasi yang memiliki potensi kembang susut tanah dibawah perkerasan jalan (Chu dkk 2018).

Perubahan kadar air tanah merupakan faktor dominan yang mempengaruhi nilai resistivitas tanah. Sedangkan tanah ekspansif sendiri sangat sensitif terhadap perubahan kadar air tanahnya. Nilai resistivitas tanah akan mengalami penurunan signifikan pada musim hujan akibat meningkatnya kadar air, dan meningkat pada musim kemarau ketika kandungan air tanah menurun. Pola ini tidak hanya mencerminkan perubahan fisik tanah, tetapi juga berkaitan erat dengan perilaku kembang-susut tanah yang berdampak langsung pada stabilitas struktur infrastruktur seperti jalan. Resistivitas tanah sangat sensitif terhadap perubahan kelembaban tanah, dan metode geolistrik dapat digunakan untuk memetakan distribusi kadar air secara spasial. resistivitas tanah dapat berfungsi sebagai indikator dalam mengamati dinamika kelembaban di tanah lempung dan berstruktur halus (Gutiérrez dkk., 2006).

Tanah lempung memiliki nilai resistivitas yang rendah pada musim penghujan, sedangkan pada musim kemarau nilai resistivitasnya naik secara signifikan (Sasangka,dkk 2024). Temuan ini menguatkan bahwa nilai resistivitas material dapat dijadikan indikator tidak langsung untuk mendeteksi perubahan kadar air dan zona berisiko kembang-susut tanah ekspansif. Nilai resistivitas tanah ekspansif menunjukkan pola perubahan

musiman yang signifikan, yaitu menurun pada musim hujan dan meningkat pada musim kemarau, seiring dengan perubahan kadar air tanah. Pola ini dapat digunakan untuk memetakan sebaran tanah ekspansif dan potensi kembang-susut tanah yang berkontribusi terhadap kerusakan jalan di wilayah dengan dominasi tanah tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengamati perihal sebaran material yakni dengan metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik ini adalah metode geofisika dengan menggunakan parameter sifat kelistrikan dari material untuk mengetahui kondisi dibawah permukaan. Terdapat beberapa konfigurasi geolistrik yang dapat digunakan tergantung dengan keluaran yang diinginkan. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah jenis konfigurasi dengan menggunakan jarak electrode yang konstan, dengan faktor n yang bernilai perbandingan jarak elektroda C1-P1 atau jarak C2-P2 dengan jarak elektroda P1-P2. Jika jarak antara elektroda potensial P1 dan P2 adalah a maka jarak antara elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na+a$. Penentuan resistivitas menggunakan 4 elektrode yang disusun secara lurus (Gambar 1). Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki keunggulan sensitif terhadap perubahan secara *lateral* ataupun *horizontal*.



Gambar 1. Konfigurasi elektroda metode *Wenner-Schlumberger*

Data yang akan didapatkan dari pengukuran geolistrik masih berupa nilai resistivitas semu dikarenakan kondisi material penyusun yang heterogen, sedangkan syarat utama dari pengukuran ini adalah homogenitas material penyusun (Reynold, 2005). Nilai resistivitas semu ini nantinya harus dilakukan penyesuaian dengan nilai konstanta sesuai dengan persamaan 1. Dalam pengukuran geolistrik syarat homogenitas material menjadi syarat dalam akuisisi data, sedangkan bumi bukan material homogen oleh karena itu hasil pengukuran merupakan resistivitas semu (Reynolds, 2005)

$$\rho_a = K \times R \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana K adalah faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Berikut ini adalah nilai K untuk konfigurasi *wenner-schlumberger*. A & B merupakan posisi elektroda arus, M & N posisi elektroda potensial.

$$K = 2\pi \left(\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right)^{-1} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* seringkali digunakan untuk penyelidikan geologi dan cukup membantu dalam kebutuhan interpretasi permasalahan geologis seperti dilakukan untuk interpretasi bawah permukaan mengidentifikasi lokasi patahan (Darmawan dkk., 2014). Data resistivitas dari pengujian geolistrik seringkali dikaitkan dengan jenis jenis batuan tertentu seperti batubara memiliki resistivitas 42–1421 Ωm dan cenderung lebih besar dibandingkan lapisan batuan sedimen lain (Resta dan Novrianti, 2023). Secara umum batuan keras memiliki nilai resistivitas yang lebih besar dibandingkan dengan batuan yang lebih lunak dan memiliki range nilai resistivitas yang lebih sempit (Park dkk, 2016). Untuk tanah secara umum memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan (Table 1).

Tabel 1.. Korelasi nilai resistivitas dan lithologi (Park dkk., 2016)

Material	Resistivitas (Ωm)
Air Tanah	0,5 - 150
Lempung	1 - 100
Pasir	1 - 1000
Andesit	100 - 200
Aluvium	10 - 800
Breksi	75 - 200
Kerikil	100 - 600
Batu Pasir	200 - 8000
Gamping	50 - (1×10^7)
Granite	5×10^3 - 10^6
Basalt	10^3 - 10^6
Slate	6×10^2 - 4×10^7
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$
Limestone	$5 - 4 \times 10^2$
Tufa vulkanik	20 - 100
Lava	100 - 5×10^4
Konglomerat	2×10^3 - 2×10^4

Penelitian ini bertujuan untuk pertama mengetahui properties tanah ekspansif di lokasi penelitian, kedua menentukan pola perubahan nilai resistivitas tanah ekspansif antara musim hujan dan musim kemarau dan yang terakhir menentukan perbandingannya pola perubahan nilai resistivitas tanah ekspansif antara musim hujan dan musim kemarau pada tanah ekspansif dan non ekspansif pada lokasi penelitian.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Jalan Provinsi Gading – Playen Kabupaten Gunung Kidul. Lokasi penelitian mengalami deformasi pada perkerasan di beberapa titik dan diindikasikan disebabkan oleh aktifitas tanah ekspansif dimusim kemarau dan penghujan (Gambar 3).



Gambar 2. Retak memanjang badan jalan

Sampel tanah terganggu dilokasi penelitian diambil untuk dilakukan analisis laboratorium terkait jenis tanah, sifat plastisitas dan potensi pengembangan. Pengukuran laboratorium akan digunakan sebagai data penunjang analisa data geolistrik yang diperoleh. Pengujian geolistrik dilakukan dengan alat multichannel resistivity meter MAE X612-EM 48 electrode, dengan konfigurasi *Werner-Schlumberger*. Data geolistrik diambil pada musim kemarau dan musim penghujan. Pengukuran geolistrik dilakukan secara 2D.

Penelitian ini dilakukan di jalan provinsi pada tiga titik pengamatan yakni dengan kode GP2, GP3, dan GP4. Pada titik pengukuran GP2 dilakukan dengan panjang lintasan 48 meter, GP3 dan GP4 dengan panjang lintasan 120 meter. Pada titik-titik tersebut dilakukan pengukuran geolistrik 2D untuk mendapatkan sebaran resistivitas bawah permukaan dan diambil sampelnya untuk diuji dilaboratorium.

Penentuan jenis tanah didasarkan pada klasifikasi USCS dimana untuk klasifikasi ini selain mempertimbangkan distribusi ukuran butir dan ukuran butir yang dominan juga memperhitungkan Indeks Plastisitas, Batas Cair. Selain itu untuk tanah pasir dan tanah gravel perlu memperhatikan nilai koefisien keseragaman dan koefisien kelengkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Properties Geoteknik

Nilai indeks plastisitas tanah (PI) merupakan salah satu indikator ekspansifitas tanah. Tanah dikatakan ekspansif jika memiliki nilai indeks plastisitas (PI) lebih dari 20% (Chen, 1988). Nilai PI berpengaruh terhadap potensi kembang susut tanah. Berdasarkan nilai indeks plastisitas, potensi pengembangan tanah ekspansif dikategorikan tinggi jika nilai indeks plastisitasnya (PI) >20% Tabel 1.

Tabel 2. Klasifikasi nilai Indeks Plastisitas (PI) terhadap potensi pengembangan

Indeks Plastisitas PI (%)	Potensi Pengembangan
0 - 15	Rendah
10 - 35	Sedang
20 - 55	Tinggi
> 55	Sangat Tinggi

Namun beberapa peneliti mendefinisikan tanah ekspansif dengan memperhitungkan persentase lempung didalam tanah dan rasio nilai indeks platisitas dengan persen fraksi lempung (Seed, 1962) (Skempton, 1953). Nilai indeks plastisitas dibandingkan dengan presentase lempung dalam tanah disebut sebagai nilai aktifitas (Tabel 2)

$$Ac = PI/CF \dots\dots\dots(3)$$

Tabel 3. Klasifikasi nilai potensi pengembangan Berdasarkan nilai Ac

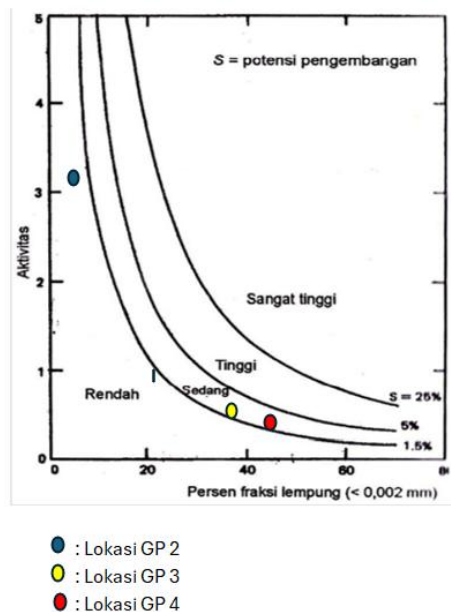
Aktifitas (Ac)	Tingkat Keaktifan	Potensi Pengembangan
< 0.75	Tidak Aktif	Rendah
0.75 < Ac < 1.25	Normal	Sedang
>1.25	Aktif	Tinggi

Dari tiga titik pengamatan didapatkan nilai potensi pengembangan yang berbeda antara GP 2, GP 3 dan GP 4. Lokasi GP 2 memiliki tanah berjenis SC dimana material berukuran pasir yang dominan, lokasi GP 2 memiliki tanah berjenis MH dimana material berbutir halus jenis lanau menjadi yang dominan, sedangkan GP 4 merupakan tanah berjenis CL dimana lempung merupakan material yang dominan Tabel 3. Berdasarkan nilai indeks plastisitas didapatkan lokasi GP 2 memiliki potensi pengembangan sedang sedangkan GP 3 dan GP 4 memiliki potensi pengembangan yang tinggi Tabel 3.

Tabel 4. Potensi pengembangan tanah berdasarkan nilai PI di lokasi penelitian

Lokasi	Batas Cair (LL) %	Batas Plastis (PL) %	PI %	Persen lempung %	Aktifitas (Ac)	Potensi pengembangan berdasarkan nilai PI
GP 2	42.68	27.05	15.63	5	3.13	Sedang
GP3	57.3	33.31	23.99	38	0.63	Tinggi
GP 4	48	26.88	21.12	45	0.47	Tinggi

Lokasi GP 2 yang merupakan tanah granular (SC) memiliki nilai aktifitas 3.13 nilai yang termasuk tinggi namun persentase lempung yang ada 5%, berdasarkan nilai tersebut memiliki potensi pengembangan yang rendah (Gambar 4). Lokasi GP 3 dan GP 4 yang memiliki jenis tanah berbutir halus memiliki nilai aktifitas 0.63 dan 0.47 dengan persentase lempung 38% dan 45%, memiliki potensi pengembangan sedang,



Gambar 3. Potensi pengembangan tanah berdasarkan nilai aktifitas dan persentase kadar lempung

Pada pengujian material di laboratorium didapatkan hasil kesimpulan bahwa tanah di lokasi GP2 memiliki potensi mengembang rendah dikarenakan memiliki kandungan granular yang tinggi dengan kandungan lempung yang rendah. Sedangkan untuk lokasi tanah di GP3 dan GP4 memiliki potensi mengembang yang sedang di karenakan memiliki tingkat granular yang kecil dan kadungan lempungnya tinggi. Dengan kondisi yang demikian pada tanah GP3 dan GP 4 berpotensi mengembang dan dapat merusak struktur jalan yang ada pada lokasi.

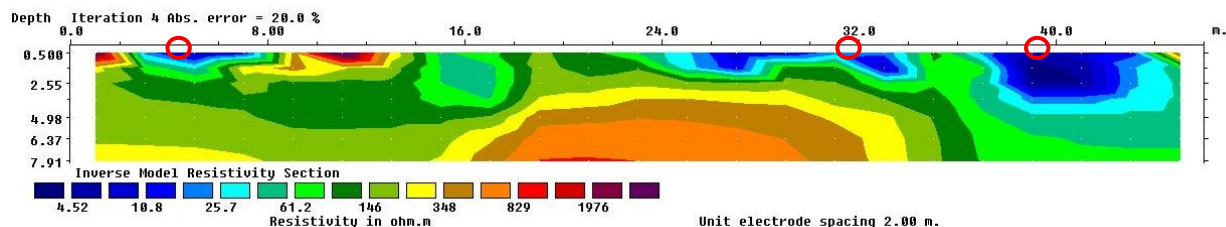
Tanah di lokasi GP2 bersifat granular, yaitu berbutir kasar dengan didominasi oleh material berukuran pasir dan memiliki potensi pengembangan yang rendah berdasarkan korelasi antara aktifitas tanah dan kadar lempungnya walaupun dilihat dari nilai plastisitas indeks saja yang memiliki nilai 15%, tanah ini tidak masuk pada tanah ekspansif yang memiliki potensi pengembangan.

Tanah di lokasi GP3 dan GP4 merupakan tanah yang berbutir halus dengan kandungan lempung yang tinggi. Hasil korelasi antara aktifitas tanah dan kadar lempungnya menunjukkan potensi kembang susut yang sedang. Potensi kembang susut ini juga didukung data nilai PI yang tinggi yang menjadikan tanah ini termasuk tanah ekspansif yang berpotensi merusak struktur jalan.

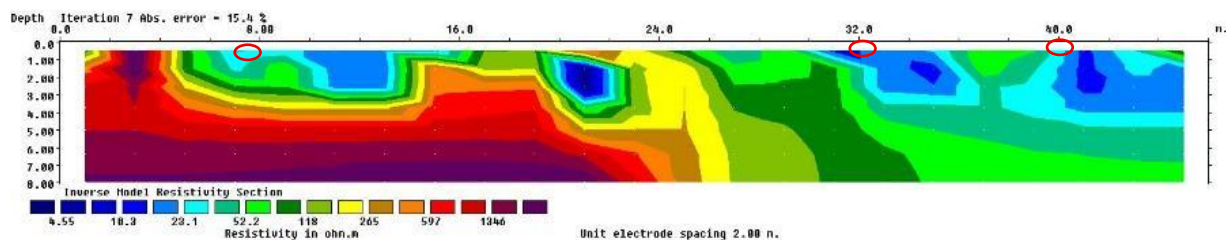
Hasil Data Geolistrik

Perbandingan nilai Resistivitas Tanah Lokasi GP2

Tanah di lokasi GP2 berdasarkan dari analisis properties geoteknik disimpulkan sebagai tanah granular dengan nilai PI dibawah 15% dan mempunyai potensi pengembangan yang rendah. Sifat ekspansifitas dari tanah di lokasi ini rendah.



Gambar 4. Nilai resistivitas tanah di lokasi GP2 di musim kemarau



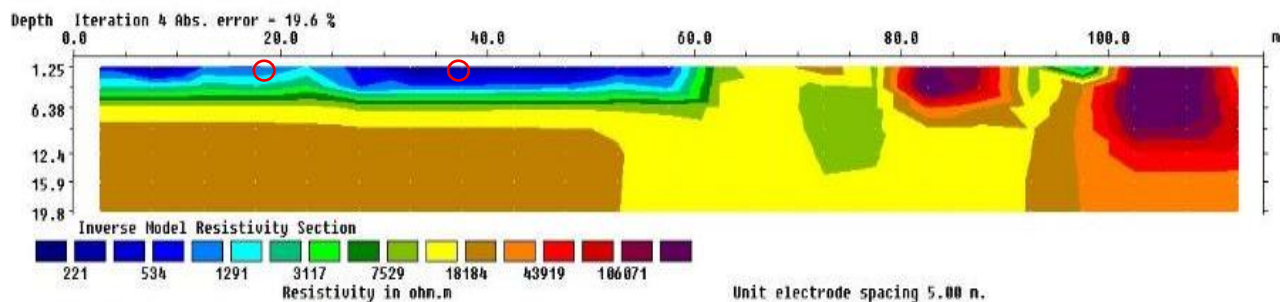
Gambar 5. Nilai resistivitas tanah di lokasi GP2 di musim hujan

Setelah dilakukan penyelidikan geolistrik pada lokasi ini terlihat bahwa resistivitas tanah dimusim kemarau dan musim hujan tidak berubah secara signifikan seperti halnya perubahan resistivitas pada batupasir juga tidak berubah signifikan di perubahan dua musim. 3 Lingkaran merah pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan sampel titik lokasi pengamatan nilai resistivitas tanah baik di laboratorium maupun lintasan geolistrik. Resistivitas tanah secara umum pada 3 titik lingkaran merah pada musim kemarau (Gambar 4) maupun pada musim penghujan (Gambar 4) terlihat memiliki nilai yang sama. Terlihat bahwa nilai resistivitas pada kedua gambar digambarkan dengan warna biru yang memiliki nilai $< 30 \Omega m$. Jika digabungkan dengan analisa laboratorium pada lokasi GP2 ini maka terjadi kesamaan analisa untuk nilai resistivitas tanah tidak berubah saat 2 musim dan memiliki tingkat pemngembangan yang rendah.

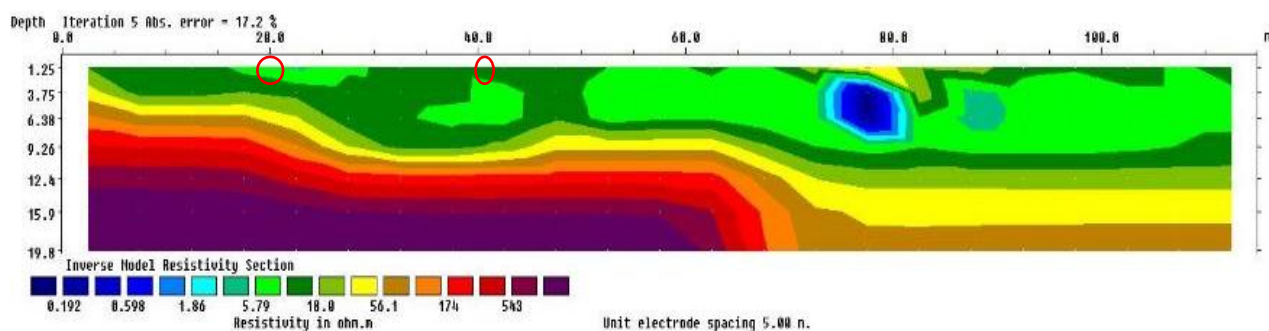
Perbandingan nilai Resistivitas Tanah Lokasi GP3

Analisis laboratorium menunjukan bahwa lokasi GP3 terdiri dari tanah dengan kandungan lempung yang tinggi dan termasuk tanah berbutir halus yang memiliki potensi pengembangan yang sedang hingga tinggi. Berdasarkan data tersebut menunjukan bahwa tanah di lokasi ini perlu mendapatkan perhatian pada penanganan jalan dikarenakan memiliki resiko terhadap bencana amblas.

Hasil survei geolistrik menunjukkan adanya perubahan atau perbedaan yang sangat signifikan pada nilai resistivitasnya antara musim kemarau dan musim hujan.



Gambar 6. Nilai resistivitas tanah di lokasi GP3 di musim kemarau

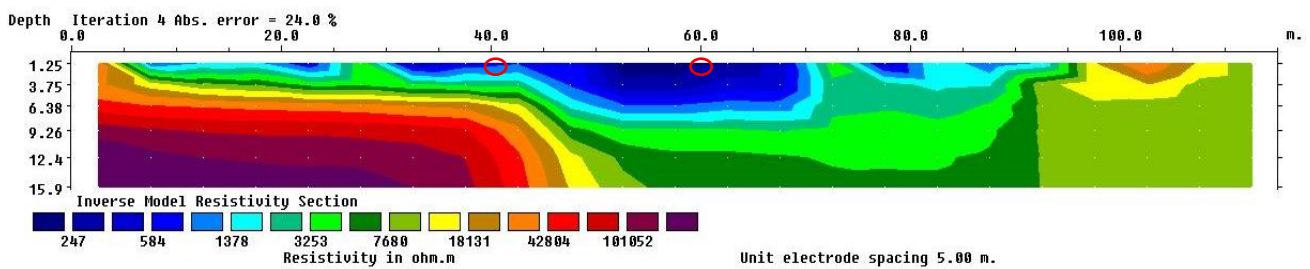


Gambar 7. Nilai resistivitas tanah di lokasi GP3 di musim hujan

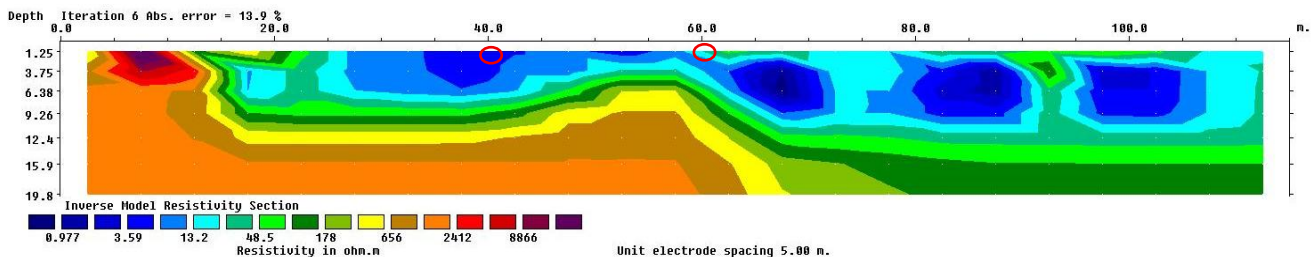
Berdasarkan penyelidikan geolistrik pada lokasi ini terlihat bahwa resistivitas tanah dimusim kemarau dan musim hujan mengalami perubahan yang signifikan. 2 lingkaran merah sebagai area yang dilakukan penelitian laboratorium. Lingkaran pertama pada jarak 20m di lintasan geolistrik didapatkan nilai resistivitas saat musim kemarau sekitar 1000 Ωm sedangkan saat musim hujan mengalami penurunan nilai resistivitas menjadi 5.79 Ωm . Pada lingkaran kedua pada jarak 40m lintasan geolistrik, didapatkan informasi nilai resistivitas 534 Ωm dan saat musim hujan menjadi 18 Ωm . Terjadi perubahan nilai resistivitas yang signifikan pada lokasi ini saat musim kemarau dan musim hujan.

Perbandingan nilai Resistivitas Tanah Lokasi GP4

Seperti halnya pada lokasi GP3, lokasi GP4 juga diindikasikan sebagai lokasi dengan potensi pengembangan yang tinggi dilihat dari hasil laboratorium berdasarkan nilai indeks plastisitas maupun dari nilai aktifitas dan persentase mineral lempungnya. Berdasarkan analisis saringan dan hidrometer tanah di lokasi ini merupakan tanah berbutir halus dengan dominasi material berukuran lempung (CL).



Gambar 8. Nilai resistivitas tanah di lokasi GP4 di musim kemarau



Gambar 9. Nilai resistivitas tanah di lokasi GP4 di musim hujan

Berdasarkan penyelidikan geolistrik pada lokasi ini terlihat bahwa resistivitas tanah dimusim kemarau dan musim hujan mengalami perubahan yang signifikan. 2 lingkaran merah sebagai area yang dilakukan penelitian laboratorium. Lingkaran pertama pada jarak 40 m di lintasan geolistrik didapatkan nilai resistivitas saat musim kemarau sekitar 584 Ωm sedangkan saat musim hujan mengalami penurunan nilai resistivitas menjadi 3.59 Ωm . Pada lingkaran kedua pada jarak 60 m lintasan geolistrik, didapatkan informasi nilai resistivitas 250 Ωm dan saat musim hujan menjadi 13.2 Ωm . Terjadi perubahan nilai resistivitas yang signifikan pada lokasi ini saat musim kemarau dan musim hujan.

Pola resistivitas lokasi GP3 dan GP4 identik dengan perubahan yang signifikan antara saat kondisi puncak musim kemarau dan musim penghujan. Berbeda dengan lokasi GP2 dimana tidak ada perbedaan nilai signifikan antara musim penghujan dan musim kemarau (Tabel 4).

Tabel 4. Perbandingan nilai resistivitas tiga lokasi

Lokasi	PI (%)	Aktifitas (Ac)	Jenis Tanah	Resistivity Musim Kering Werner-Schlumberger (Ωm)	Resistivity Musim Hujan Werner- Schlumberger (Ωm)
GP 2	15.63	3.13	SC	<30	<30
GP3	23.99	0.63	MH	1000	5.34
GP 4	21.12	0.47	CL	584	13.2

Berdasarkan SNI 6371-2015 perihal Tata cara pengklasifikasian tanah pada lokasi GP2 didapatkan jenis tanah SC = Pasir Lempungan, lokasi GP3 jenis tanah MH = Lanau berplastisitas tinggi dan lokasi GP4 jenis tanah CL = Lempung berplastisitas rendah-sedang. Jenis tanah MH dan CL merupakan jenis tanah yang memiliki menyimpan air dan berpotensi mengalami kembang susut di dua musim yang berbeda.

PENUTUP

Kesimpulan

Metode geolistrik *Wenner-Schlumberger* dapat memetakan adanya pola resistivitas yang berbeda pada lokasi penelitian di Ruas Jalan Gading – Playen Kabupaten Gunung Kidul. Dari tiga lokasi pengamatan terdapat dua lokasi yang mengindikasikan bahwa memiliki potensi pengembangan yang dapat mengganggu stabilitas jalan yaitu lokasi GP3 dan lokasi GP4. Pada kedua lokasi tersebut memiliki komposisi material

berbutir halus dan nilai indeks plastisitasnya termasuk potensi tinggi terhadap pengembangan. Berdasarkan nilai aktifitasnya dan kadar lempungnya termasuk kedalam potensi pengembangan yang sedang.

Sedangkan lokasi GP2 memiliki komposisi material granular. Potensi pengembangan dari tanah ini termasuk rendah. Tanah ekspansif dengan potensi pengembangan rendah hingga tinggi memiliki nilai resistivitas yang berbeda signifikan pada musim kemarau dan musim penghujan. Nilai resistivitas pada musim hujan sampai pada 5.34 Ω m, sedangkan pada musim kemarau lebih dari 1000 Ω m. Hal ini menyebabkan potensi bencana yang besar pada area ini. Tanah granular dengan potensi kembang susut yang rendah hingga sedang memiliki nilai resistivitas yang tidak jauh berbeda pada musim hujan dan musim kemarau yakni sekitar 30 Ω m, dengan demikian perancangan tanah dasar jalan pada tipe seperti ini tidak membutuhkan penanganan atau mitigasi khusus untuk tanah ekspansif. Hasil penelitian ini dapat dijadikan masukan untuk penyelenggara jalan khususnya Ruas Jalan Gading – Playen Kabupaten Gunung Kidul dalam memetakan lokasi mana saja yang membutuhkan perhatian untuk dilakukan perancangan tanah dasar berdasarkan potensi kembang susutnya. Selain itu juga dapat dijadikan sebagai data acuan dalam memetakan secara lebih cepat keterdapatannya tanah ekspansif dibawah struktur jalan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas.

Saran

Untuk memetakan lokasi penanganan masalah tanah ekspansif, metode geolistrik dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan. Metode geolistrik dapat memetakan secara lebih panjang lokasi dengan data ikat pada beberapa titik.

Ucapan Terima Kasih

Dalam penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala satuan kerja P2JN Yogyakarta dan jajarannya, serta Direktur Politeknik Pekerjaan Umum dan jajaran direksi, atas dukungan selama pengambilan data dan penyusunan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asif, A. R., Ali, S. S., Noreen, N., Ahmed, W., Khan, S., Khan, M. Y., & Waseem, M. (2016). Correlation of electrical resistivity of soil with geotechnical engineering parameters at Wattar area district Nowshera, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Journal of Himalayan Earth Sciences*, 49(1), 124–130.
- Chen, F. H. (1988). *Foundations on Expansive Soils* (2nd Editio). Elsevier Science Publications.
- Chu, Y., Liu, S., Bate, B., & Xu, L. (2018). Evaluation on expansive performance of the expansive soil using electrical responses. *Journal of Applied Geophysics*, 148, 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2017.12.001>
- Darmawan, S., Harmoko, & Sugeng, W. (2014). METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI AREA PANASBUMI DESA DIWAK DAN DEREKAN KECAMATAN BERGAS. *Youngster Physics Journal*, 3(2), 159–164.
- Gutiérrez-Castorena, M. D. C., Stoops, G., Ortiz-Solorio, C. A., & Sánchez-Guzmán, P. (2006). Micromorphology of opaline features in soils on the sediments of the ex-Lago de Texcoco, México. *Geoderma*, 132(1–2), 89–104. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.05.002>
- H. B. Seed, et al. (1962). Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays,. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 88, 53–87.
- Lin, J., Cai, G., Liu, S., Puppala, A., & Zou, H. (2016). Correlations Between Electrical Resistivity and Geotechnical Parameters for Jiangsu Marine Clay Using Spearman's Coefficient Test. *International Journal of Civil Engineering*, 15. <https://doi.org/10.1007/s40999-016-0055-9>
- Park, S. G., Shin, S. W., Lee, D. K., Kim, C. R., & Son, J. S. (2016). Relationship between electrical resistivity and physical properties of rocks. *22nd European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Near Surface Geoscience 2016, September*. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201602101>

- Resta, I. L., & Novrianti R 2023 GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI LAPANGAN X *J. Online Phys.* **8** 82–9
- Reynolds, J. . (2005). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics 2nd ed.* Wiley-Blackwell.
- Sangprasat, K., Puttiwongrak, A., & Inazumi, S. (2025). Review of Correlations Between Soil Electrical Resistivity and Geotechnical Properties. *Geosciences (Switzerland)*, *15*(5), 1–22. <https://doi.org/10.3390/geosciences15050166>
- Sasangka, D. J., Arisanto, P., Dhanardono, B., Puji, D., & Apriyoga, W. (2024). *Pola Resistivitas Tanah Ekspansif Pada Musim Kering dan Awal Musim Hujan Berdasarkan Survey Multichannel Resistivitymeter Pada Jalan Akses Proyek Bendungan Jragung.*
- Sasangka, D. J., Arisanto, P., Dhanardono, B., Riyanto, D. P., & Apriyoga, W. (2024). Resistivity Model of Clayshale Layers in Dry Season and Early Rainy Season Conditions Case Study of the Jragung Dam Project. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, *12*(2), 191–201. <https://doi.org/10.33558/bentang.v12i2.9576>
- Skempton AW. (1953). *The colloidal activity of clays.* 57–61.
- Wardani S.P.R., Muhrozi, & Rahadian Hedy. (2025). The problems and the rehabilitation work design for Semarang-Wirosari road (Central Java – Indonesia) on expansive soil. *Proceedings of the 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering.* <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-656-9-1287>