

Nilai Resistivitas dan Durabilitas Batu Lempung dan Batu Pasir pada Proyek Pembangunan Bendungan Jragung

**Pranu Arisanto¹, Daru Jaka Sasangka^{1*}, Andi Patirol¹,
Didit Puji Riyanto¹, Wahyu Prasetyo¹, Dinggatanta¹**

¹Politeknik Pekerjaan Umum, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Semarang, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci :

batulempung, batupasir, resistivitas, durabilitas

***Correspondence email:**

darujakasangka@pu.go.id

Submitted: 01-01-2025

Revised: 01-02-2025

Accepted: 08-02-2025

Published: 08-02-2025

ABSTRAK

Setiap batuan memiliki resistivitas yang berbeda begitu juga nilai durabilitasnya. Data geolistrik yang bersifat menerus akan sangat baik untuk mendukung dalam memperkirakan persebaran suatu batuan berdasarkan nilai resistivitasnya. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pola resistivitas masing masing satuan batuan yang di bawah permukaan maupun yang tersingkap dilapangan dimana masing masing satuan batuan tersebut memiliki nilai durabilitas. Survey geolistrik dilakukan dengan menggunakan metode dipole dipole dan werner schlumberger dengan instrument *Multichannel Resistivity MAE X 612 EM+*. Studi kasus dilakukan di salah satu lokasi ekskavasi pada Bendungan Jragung dengan lithologi batu pasir dan batu lempung dengan ketebalan yang bervariasi. Batu lempung diidentifikasi merupakan batuan lemah dengan durabilitas lebih rendah dibanding batu pasir. Durabilitas Batu lempung antara 18% hingga 60%, sedangkan durabilitas batu pasir diatas 80%. Berdasarkan pengukuran geolistrik metode dipole dipole dan werner schlumberger dan pengolahan data dengan menggunakan software ERT LAB dan Res2DINV secara umum satuan batu pasir memiliki resistivitas lebih dari 18 Ohm.m dan batu lempung memiliki resistivitas 0 – 18 Ohm.m. Terlihat bahwa nilai resistivitas pada batu lempung dan batu pasir sebanding dengan durabilitas dari batuanannya. Semakin baik durabilitas batuan semakin tinggi nilai resistivitanya.

ABSTRACT

Each type of rock has different resistivity values as well as durability. Continuous geoelectrical data is highly beneficial for estimating the distribution of rocks based on their resistivity values. The purpose of this study is to observe the resistivity patterns of each rock unit, both subsurface and exposed in the field, where each rock unit has specific durability values. The geoelectrical survey was conducted using the Dipole-Dipole and Wenner-Schlumberger methods with the Multichannel Resistivity MAE X 612 EM+ instrument. A case study was carried out at one of the excavation sites at Jragung Dam, with lithology consisting of sandstone and claystone of varying thicknesses. Claystone was identified as a weaker rock with lower durability compared to sandstone. The durability of claystone ranges from 18% to 60%, while the durability of sandstone exceeds 80%. Based on geoelectrical measurements using the Dipole-Dipole and Wenner-Schlumberger methods, as well as data processing with ERT LAB and Res2DINV software, sandstone generally has a resistivity of more than 18 Ohm.m, while claystone has a resistivity of 0–18 Ohm.m. It was observed that the resistivity values of claystone and sandstone are proportional to the durability of the rocks. The better the rock durability, the higher the resistivity value.

Keywords:

claystone, sandstone, resistivity, durability

PENDAHULUAN

Penyelidikan geolistrik merupakan metode penyelidikan tanah yang dilakukan dengan sederhana dilihat dari kemudahan akuisisi maupun kemudahan mobilisasi alat. Data geolistrik bersifat menerus karena memetakan nilai resistivitas semua kondisi bawah permukaan yang masih dalam jangkauannya, hal ini akan sangat baik untuk mendukung data data penyelidikan tanah yang lain untuk mengetahui kondisi bawah permukaan dengan lebih baik. Dengan kondisi tersebut data geolistrik dapat digunakan untuk membantu korelasi kondisi bawah permukaan dengan mengetahui data ikat dari penyelidikan tanah yang lain seperti penyelidikan bor geoteknik atau sondir. Data ikat dapat berupa hasil NSPT maupun nilai konus resistance dari CPT. Data ikat juga dapat berupa data contoh yang dari analisa di laboratorium dimana sampel tanah di dapatkan dari data permukaan ataupun pembaran.

Kemampuan memetakan data secara menerus sangat membantu untuk mendapatkan pola sebaran suatu lapisan tanah atau batu. Keberadaan data titik ikat adalah cara yang ideal untuk menentukan stratifikasi lapisan. Pemetaan kondisi bawah permukaan tidak maksimal tanpa titik ikat walaupun penentuan stratifikasi berdasarkan beberapa korelasi empiris antara nilai resistivitas dengan jenis material tertentu dapat dilakukan berdasarkan nilai empirik

resistivitas suatu lapisan, namun hasilnya menjadi kurang representatif (Tabel 1) dan (Gambar 1). Berdasarkan korelasi empiris secara umum material yang lunak menunjukkan nilai resistivitas yang rendah begitu juga dengan material dengan kandungan air yang besar (Tabel 1) dan (Gambar 1)

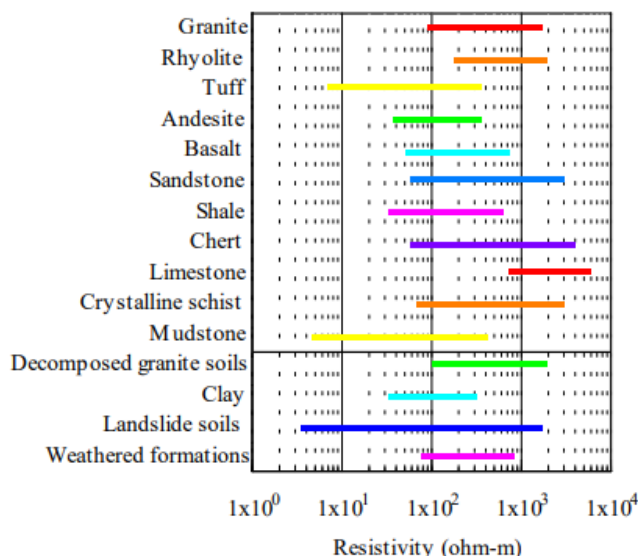
Tabel 1 Nilai Resistivitas Beberapa Material

Materials	Nominal Resistivity (Ωm)
Ash	4
Laterite	800-1500
Laterite Soil	120-750
Gravel (Dry)	1400
Garvel (Saturated)	100
Dry Sandy Soil	80-1050
Sand Clay/clayed	30-215
Sand	30-225
Sand and Gravel	30-225
Saturated Landfill	15-30
Glacier ice (temperate)	$2 \times 10^6 - 1.2 \times 10^8$
Glacier ice (polar)	$5 \times 10^4 - 3 \times 10^5$
Permafrost	$10^3 - > 10^4$

Sumber : Asif et al., 2016

Perbedaan nilai resistivitas pada jenis material yang sama antara satu tempat dengan tempat lain dapat saja terjadi mengingat nilai resistivitas tidak selalu berbanding lurus pada data diskripsi material yang merupakan hasil analisis di laboratorium maupun di lapangan saja. Kondisi sebaliknya juga dapat terjadi dimana pada material yang berbeda namun memiliki nilai resistivitas yang sama dikarenakan konsistensi, kekerasan dan terutama kandungan airnya akan sangat berpengaruh terhadap nilai resistivitas suatu material di bawah tanah (Tabel 2).

Data empiris resistivitas material memungkinkan penamaan material disatu tempat dan tempat lain berbeda (Arisanto et.al, 2023). Maka penting untuk memiliki sampel tanah atau batu yang minimal dapat didiskripsikan sehingga pembuatan stratifikasi tanah bawah permukaan berdasarkan titik ikat (bor) dengan titik ikat yang lain dapat ditarik dimana geometri perlapisan tanah (batu) didasarkan dari data resistivitas dalam hal ini data geolistrik (resistivitas) sebagai data bantu dalam penarikan stratifikasi bukan data utama. Dengan cara seperti itu didapatkan sebaran jenis tanah atau batu sehingga penentuan stratifikasi tanah di suatu wilayah menjadi representatif.



Gambar 1. Distribusi Nilai Resistivitas Pada Beberapa Jenis Batuan

Sumber : Park et al., 2016

Tabel 2 Nilai Resistivitas Beberapa Material

Horizontal Layer Model			
Water content of clay (%)	22	27	32
Minimum Resistivity (Ωm)	40.52	25.63	11.89
Maximum Resistivity (Ωm)	913.3	882.21	717.29
Vertikal Layer Model			
Water content of clay (%)	22	27	32
Minimum Resistivity (Ωm)	7.14	12.6	9.44
Maximum Resistivity (Ωm)	13026.85	20835.91	7351.79
Diagonal Layer Model			
Water content of clay (%)	22	27	32
Minimum Resistivity (Ωm)	15.47	12.57	11.44
Maximum Resistivity (Ωm)	1734.05	1436.06	906.51

Sumber : Saidah et al., 2015

Data pemboran sebagai data ikat sering kali tidak dapat dilaksanakan pada proyek proyek yang sederhana dan mungkin pada proyek yang segera membutuhkan data.

Permasalahan Batuan Lemah

Pemanfaatan geolistrik sering digunakan untuk penentuan zona lemah pada lokasi longsor atau penentuan lokasi keberadaan air dibawah permukaan dilihat dari nilai resistivitas yang rendah. Pemanfaatan geolistrik sebagai akusisi data menerus akan sangat membantu jika digunakan untuk melakukan pemetaan formasi batuan lemah dengan syarat memiliki nilai tertentu yang saling berhubungan. Batuan lemah (*weak rock*) merupakan batuan dengan daya dukung rendah, memiliki rekahan yang melimpah baik karena komposisinya maupun karena pengaruh tektonik, batuan lunak merupakan batuan terganggu yang memiliki karakter mekanik antara batuan dan tanah (Zhai et al., 2017). Karakter batuan lemah ini harus terdefinisi dengan baik, baik itu secara komposisi dan perilaku mekanisnya. Beberapa jenis batuan lunak mengalami degradasi daya dukung yang begitu cepat ketika mengalami perubahan kondisi seperti kadar air maupun oksidasi. Salah satu jenis batuan lemah adalah *clayshale*.

Batu serpih atau *clayshale* banyak dijumpai di Indonesia, termasuk di Toll Semarang – Bawen ,di Hambalang Jawa Barat dan tempat lain di Indonesia (Sadisun et al., 2010). Untuk beberapa kasus longsor besar yang disebabkan oleh keberadaan material jenis ini adalah Longsor di sekitar rencana exit toll bawen tahun 2015 (Alatas et al., 2015) dan di daerah hambalang jawa barat(Alatas, 2017). Batuan *clayshale* seringkali menyebabkan longsor pada lokasi pembangunan baru walaupun proyek tersebut belum selesai salah satunya adalah pada proyek pembangunan jalan baru di kalimantan timur (paralel perbatasan), walaupun ketika digali sangat keras namun batuan ini mengalami penurunan kualitas yang sangat cepat, yang biasanya tidak diwaspadai oleh perencana maupun pelaksana. *Clayshale* merupakan batuan yang sangat sensitif terhadap perubahan kondisi atmosfer.

Oleh karena pentingnya mengidentifikasi batu lempung menyerpih atau sering disebut *clayshale* pada suatu konstruksi maka penelitian untuk mengevaluasi sifat batulempung sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini salah satu upaya melihat korelasi tersebut adalah dengan melihat apakah hasil survey resistivimeter mampu memetakan pola sebaran *clayshale* pada suatu wilayah dengan menggunakan data titik ikat singkapan batuan yang ada dipermukaan perlu dilakukan.

METODE

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pola nilai resistivitas bawah permukaan dibandingkan dengan kondisi lapisan atau singkapan batuan yang ada dilapangan. Penelitian ini merupakan upaya untuk mengevaluasi karakter batuan dan durabilitasnya terhadap resistivimeter sehingga dapat dijadikan salah satu metode alternatif untuk memetakan sebaran batuan lunak bawah permukaan pada lokasi lokasi yang akan dilakukan ekskavasi pada proyek infrastruktur.

Pengukuran Durabilitas Batuan

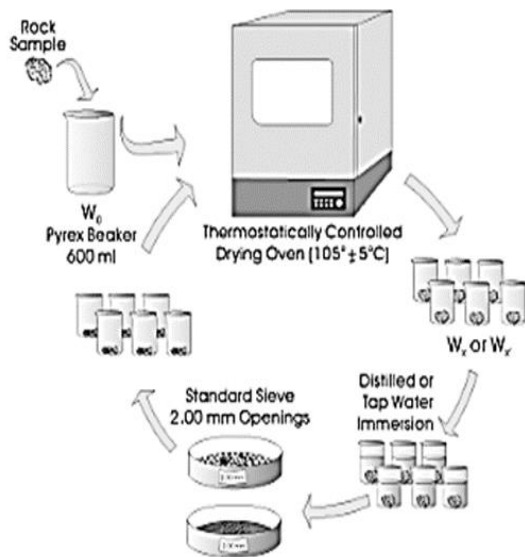
Uji secara kuantitatif dilakukan di laboratorium dengan *slake durability test*, prinsip dari uji ini adalah dengan membuat 10 pecahan material sampel dengan ukuran seragam kurang lebih dengan berat 40 – 50 gram, kemudian dimasukkan dalam drum kecil yang terendam sebagian, dimana drum tersebut memiliki luang 2mm, kemudian sampel diputar kurang lebih 10 menit dengan 200 putaran. Sampel yang tertinggal setelah test kemudian dikeringkan dan di timbang kembali untuk kemudian mendapatkan *slaking index* dengan rumus sebagai berikut

$$I_{d2} = \frac{C - D}{A - D} \times 100\%$$

(1)

Dimana C adalah sampel mula mula dan berat drumnya, A adalah sampel akhir setelah uji dan berat drumnya dan D adalah berat drumnya.

Uji *slake durability* juga dapat dilakukan tanpa alat drum namun cukup direndam dan diuji dengan siklus tertentu (Sadisun et al., 2002) (Gambar 2). Rendaman sampel juga dapat divariasikan dengan terendam sepenuhnya atau terendam sebagian (Oktaviani et al., 2018). Klasifikasi dari slaking index dibagi menjadi enam mulai sangat rendah hingga sangat tinggi (tabel 3)



Gambar 2. Satu Siklus Pengujian Slake durability

Sumber : Sadisun et al., 2002

Tabel 3. Klasifikasi tingkat slaking index

Class	Slaking Index (%)	Classification
1	0 - 5	Very low
2	5 - 10	Low
3	10 - 25	Medium
4	25 - 50	High
5	50 - 75	Very High
6	75 - 100	Extremly High

Sumber : Sadisun et al., 2002

Metode pengukuran durabilitas batuan dapat dilakukan tidak hanya dapat dilihat dengan menggunakan nilai indeks durabilitasnya namun juga dapat dilakukan dengan melihat parameter yang lain seperti dengan Durabilitas Rasio dan Koefisien Durabilitas (Erguler, 2009). Pengukuran nilai durabilitas tersebut tidak hanya berdasarkan persentase berat sampel batuan yang tertahan saringan 2mm, namun memperhatikan distribusi tertahan saringan yang lain.

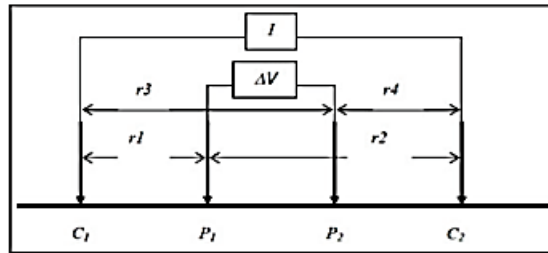
Metode Dipole Dipole dan Werner Schlumberger

Untuk menguji apakah data resitivity memiliki pola yang mendekati kondisi sebenarnya dilapangan maka dilakukan pengujian pengukuran geolistrik pada lokasi singkapan batuan lunak. Penelitian dilakukan di salahsatu area ekskavasi di Proyek Pembangunan Bendungan Jragung. Pengujian geolistrik menggunakan menggunakan multichanel Resistivity Meter yang memiliki prinsip dasar metode geolistrik berpedoman pada Hukum Ohm yang menggambarkan hubungan antara kuat arus listrik, beda potensialdan hambatan (Telford et al., 1990) dengan persamaan berikut

$$I = V/R \tag{2}$$

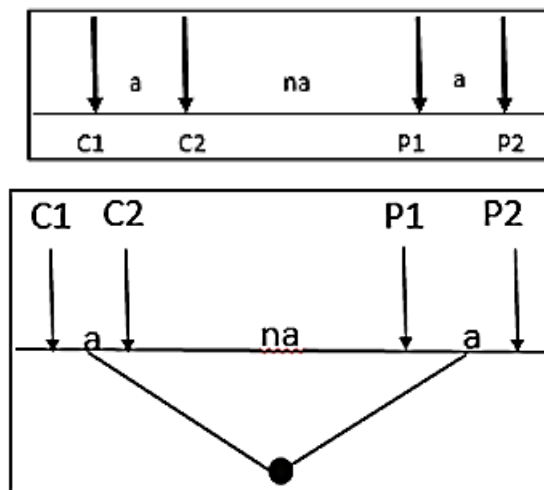
V merupakan beda potensial (Volt), I merupakan kuat arus listrik (Ampere), dan R adalah Hambatan (Ohm). Metode tahanan jenis pada umumnya menggunakan setidaknya empat buah elektrode. Dua buah elektrode arus atau

current dipole (C1 dan C2) dan dua elektrode potensial atau potential dipole (P1 dan P2). Skema injeksi arus sebagai berikut (Gambar 3)



Gambar 3. Model dua elektrode arus dan potensial terletak di permukaan tanah homogen isotropis
Sumber : Telford et al., 1990

Konfigurasi elektrode dipole-dipole adalah salah satu jenis konfigurasi yang digunakan dalam metode geolistrik resistivitas di mana C1 , C2 digunakan sebagai elektrode potensial dan P1 , P2 sebagai elektrode arus. Konfigurasi elektrode terdiri atas dipole-dipole elektrode arus dan elektrode potensial yang terpisah sejauh na. Dalam konfigurasi dipole-dipole (Gambar 4), a merupakan jarak antar elektrode arus begitu juga jarak antar elektrode potensial sebesar a. Variasi berbagai kedalaman tertentu didapatkan dengan variasi n. Semakin besar nilai n maka kedalaman yang didapatkan juga semakin besar. Tingkat sensitivitas konfigurasi dipole-dipole terhadap kedalaman dipengaruhi oleh nilai a dan n. Datum point atau titik pengukuran di bawah permukaan lintasan pengukuran merupakan titik tengah dari total spasi elektrode arus dan tegangan.

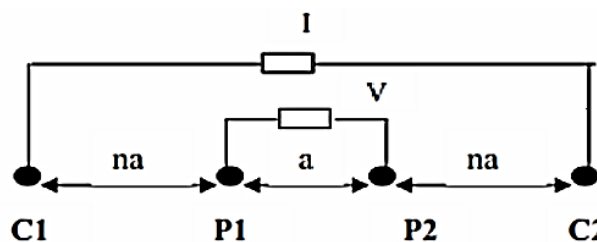


Gambar 4. Konfigurasi dipole dipole

Sumber : Telford et al., 1990

Pada penelitian kali ini menggunakan spasi antar elektroda sebesar 2 m dengan total panjang lintasan 48 meter.

Konfigurasi Wenner-Schlumberger adalah jenis konfigurasi dengan menggunakan jarak electrode yang konstan, dengan factor n yang bernilai perbandingan jarak elektroda C1-P1 atau jarak C2-P2 dengan jarak elektrode 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 5).



Gambar 5. Konfigurasi Wenner-Schlumberger

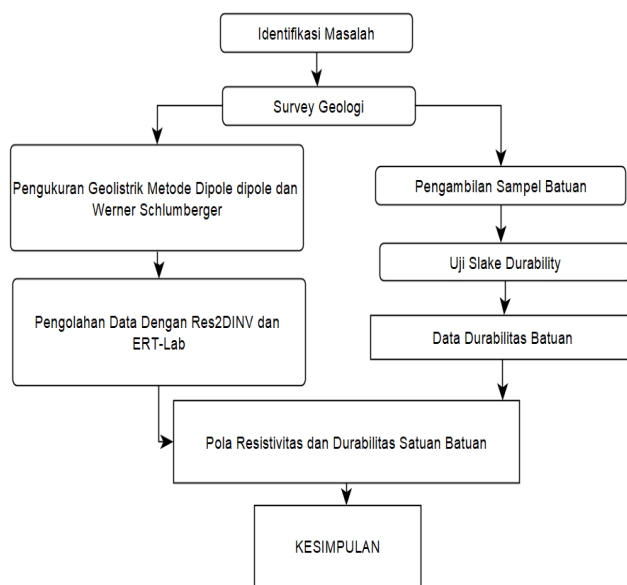
Sumber : Telford et al., 1990

Pemanfaatan metode geolistrik dalam penyelidikan geoteknik bukan merupakan hal yang jarang digunakan. Pemanfaatan geolistrik selama ini lebih sering digunakan untuk membantu dalam investigasi masalah geoteknik dalam hal menentukan lokasi bidang gelincir. Namun akhir akhir ini beberapa penelitian mengkorelasikan nilai resistivitas dengan hasil penyelidikan lapangan seperti dikaitkan dengan hasil pengujian *Cone Penetration Test (CPT)*. Sebagai contoh penyelidikan pada tanah residual breksi nilai *resistivity meter* dibawah 67.3 ohm.m berkorelasi dengan qc dibawah 50 kg/cm². Nilai resistivity hasil resistivity 67.3- 135 ohm.m berasosiasi dengan nilai qc 50 kg/cm² – 120 kg/cm² maka, nilai resistivity 135 - 541 ohm.m berasosiasi dengan nilai qc 120 – 250 kg/cm² maka, dan nilai qc diatas 250 kg/cm² menunjukkan nilai diatas 541 ohm.m (Sasangka et al., 2023). Penelitian pada formasi lapukan batuan breksi vulkanik juga pernah dilakukan dengan korelasi yang hampir sama namun lebih umum, dimana nilai *conus resistance (qc)* sebesar 20 - 55 kg/cm² berasosiasi dengan nilai resistivitas 36,2 - 55,7 ohm.m pada kedalaman 0,0 - 3,8 meter. Nilai tahanan ujung (qc) sebesar 60 - 210 kg/cm² berasosiasi dengan nilai resistivitas >55,7 ohm.m pada kedalaman 3,8 - 4,6 meter ditemukan (Wafi et al., 2022).

Pemanfaatan metode geolistrik juga membantu dalam indentifikasi masalah geoteknik lain seperti identifikasi pada kasus tanah ekspansif. Tanah ekspansif dengan potensi pengembangan yang tinggi. Kondisi tingkat pengembangan yang tinggi dan kedalaman zona aktif yang dalam sehingga menyebabkan infiltrasi air semakin mudah masuk sehingga terlihat perbedaan nilai resistivitas yang besar dengan lapisan yang ada dibawahnya. Infiltrasi air tersebut menyebabkan longsoran pada musim hujan (Sasangka, Arisanto, Dhanardono, Puji, et al., 2024).

Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan mulai dari tahap identifikasi masalah sampai intrepetasi data sebagai berikut (Gambar 6):



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Batulempung (*Clayshale*) yang merupakan batuan lemah membutuhkan identifikasi. Seringkali menimbulkan masalah saat dilakukan ekskavasi. Perlu melakukan identifikasi perbedaan pola resistivitas pada batulempung dan batuan lain di lokasi penelitian dan mengidentifikasi perbedaannya. Lokasi penelitian untuk mengidentifikasi masalah tersebut dilakukan pada lokasi ekskavasi berdekatan dengan spillway Bendungan Jragung.

2. Survey Geologi lokasi Penelitian

Survey geologi dilakukan untuk menggambarkan kondisi lithologi dan mengidentifikasi lapisan batuan yang ada dilokasi penelitian dan mengambil contoh untuk dilakukan uji dilaboratorium

3. Pengumpulan Data Propeeties dan Mekanis Batu

Data properties batu didapatkan dengan menguji proeperties batuan yang meliputi kadar air, berat isi dan berat jenis. Sedangkan data mekanis dilakukan dengan mendapatkan kuat tekan batu, kuat geser batu dan durabilitas batuan.

4. Pengukuran Geolistrik

Pengukuran geolistrik dilakukan menggunakan peralatan Pengukuran geolistrik menggunakan 24 elektroda dengan jarak antar elektroda 2 meter dan panjang total pengukuran 48 meter. Pengujian dilakukan dengan menggunakan konfigurasi Dipole – Dipole dan Werner Schlumberger.

5. Pengolahan Data Geolistrik

Pengolahan data diolah dengan menggunakan *Software RES2DINV* dan ERT-Lab untuk mendapatkan penampang *Resistivity* di lokasi penelitian.

6. Korelasi Data Geolistrik (*Resistivity*) dan Interpretasi Data

Korelasi data geolistrik berupa nilai *resistivity* di sepanjang lintasan pengukuran dengan tipe satuan batuan di lokasi penelitian.

HASIL

Data Laboratorium

Beberapa sampel dari lokasi lereng di Bendungan Jragung diuji dilaboratorium meliputi uji kadar air, berat jenis, berat isi, uji kuat tekan dan uji durability (Gambar 7). Dari data laboratorium terlihat bahwa untuk sampel batu lempung (*claystone*) dan batu pasir (*sandstone*) memiliki nilai berat jenis, berat isi dan berat isi kering yang hampir sama. Kuat tekan batu lempung dilokasi penelitian relatif lebih besar dibandingkan batu pasir. Deformasi yang lebih buruk pada batu lempung dilapangan disebabkan karena nilai durabilitas yang secara umum lebih buruk dibandingkan batu pasir. Durabilitas batu lempung memiliki nilai antara 18 – 60 %, sedangkan durabilitas batu pasir diatas 80% (Sasangka, Arisanto, Dhanardono, Riyanto, et al., 2024).



Gambar 7. Data properties dan mekanis lithologi daerah penelitian

Nomor Sampel	Jenis Sampel	GS	w (%)	gb (ton/m3)	gd (ton/m3)	Kuat Tekan (Mpa)	Modulus Young	Poison	C (Kpa)	C residu	phi	phi residu	Slake I	Slake Mandiri	slake durability (%)
JLKI 1	Clay Stone	2.37	17.29	2.15	1.83	24.69	595.50	0.04	384.96	108.27	39.35	19.60	92.83	18.34	18.34
JLKI 2	Sand Stone	2.62	3.72	2.19	2.11	6.81	204.60	0.02	403.10	124.50	22.78	14.36	96.60	81.98	81.98
JLKI 3	Clay Stone	2.43	19.3	1.91	1.60	15.86	13443.00	0.21	308.36	94.88	27.47	14.47	59.77	61.35	61.35
JLKI 4	Sand Stone	1.14	8.92	2.06	1.89	8.76	3022.96	0.30	477.85	159.29	31.80	19.49	86.38	53.41	58.18
JLKA 1	Sand Stone	2.51	3.05	2.42	2.35	19.68	2667.28	0.07	477.85	159.29	31.80	19.49	70.00	96.06	96.06
JLKA 2	Clay Stone	2.58	13.86	1.87	1.64	34.95	4966.28	0.14	149.29	11.97	35.87	16.86	86.38	80.94	83.03
JLKA 3	Sand Stone	2.6	1.75	1.64	1.61				149.29	11.97	35.87	16.86	89.92	41.62	46.03

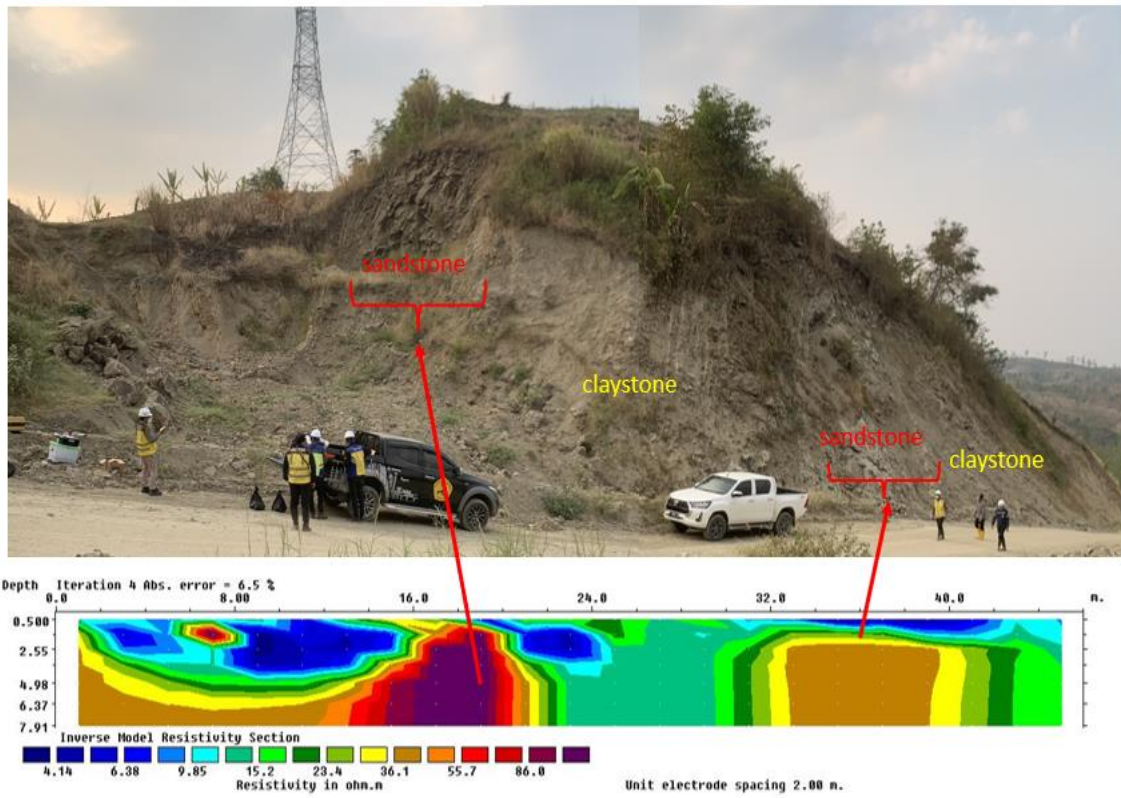
Sumber : Data Olahan (2024)

Nilai Resistivitas Satuan Batuan

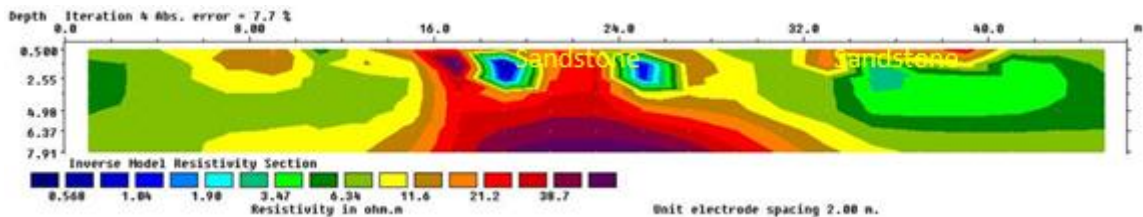
Berdasarkan hasil pengamatan geologi di lapangan terlihat bahwa terdapat dua satuan batuan yaitu batu pasir dan batu lempung (*clayshale*). Satuan batu pasir terdapat sisipan atau perselingan batu lempung. Satuan batu lempung juga terdapat perselingan batu pasir. Pengukuran Geolistrik (*resistivity meter*) dilakukan sepanjang 50 meter lintasan dengan konfigurasi dipole dipole dan werner schlumberger.

Lapisan batuan dilapangan memiliki kemiringan yang relatif tegak. Pengukuran dengan dipole dipole memperlihatkan kesesuaian geometri lapisan tersebut (Gambar 8). Pengolahan data dengan menggunakan software Res2DINV menunjukkan bahwa berdasarkan pengukuran geolistrik metode dipole dipole satuan batu pasir memiliki resistivitas lebih dari 30 Ohm.m dan batu lempung memiliki resistivitas 0 – 30 Ohm.m (Gambar 8). Berdasarkan

pengukuran geolistrik metode werner schlumberger batu pasir memiliki resistivitas lebih dari 15 Ohm.m dan batu lempung memiliki resistivitas 0 – 15 Ohm.m (Gambar 9).



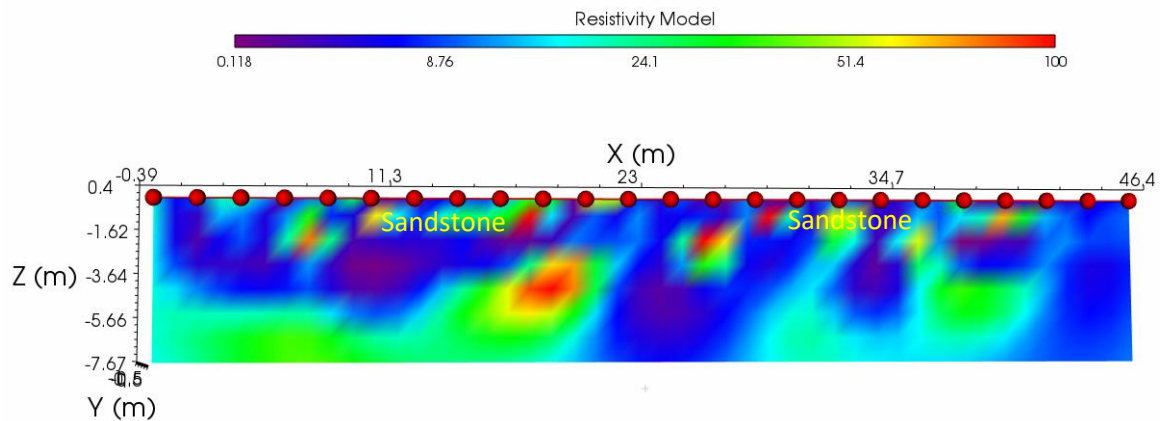
Gambar 8. Korelasi nilai resistivitas berdasarkan konfigurasi dipole dipole (Pengolahan data dengan Software Res2DINV) dan kondisi aktual dilapangan menunjukan terdapat anomali pada lapisan batupasir sisipan batulempung
Sumber : Data Olahan (2024)



Gambar 9. Korelasi nilai resistivitas berdasarkan konfigurasi Werner Schlumberger dipole (Pengolahan data dengan Software Res2DINV)

Sumber : Data Olahan (2024)

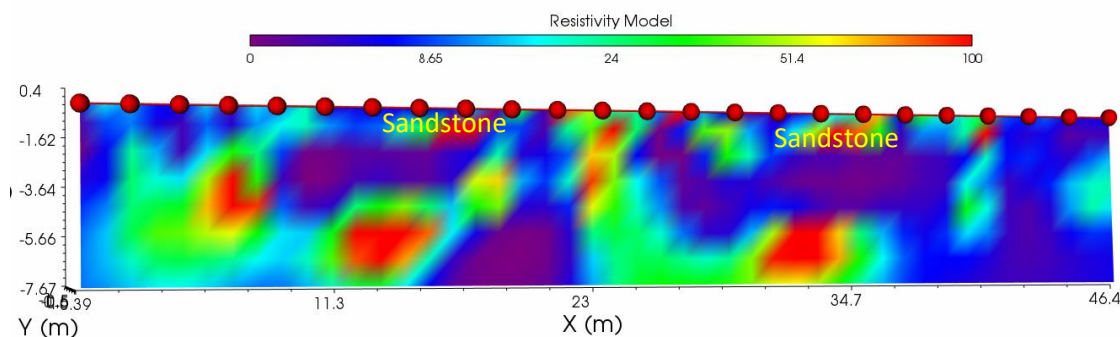
Untuk mendapatkan kondisi resistivitas yang akurat pengolahan data juga dilakukan dengan software ERT-Lab. Untuk konfigurasi dipole dipole dari hasil analisis didapatkan bahwa batu pasir memiliki resistivitas diatas 18 Ohm.m sedangkan batu lempung memiliki nilai resistivitas 0 -18 Ohm.m (Gambar 10) . Model dua dimensi pada analisis ini lebih detail karena termasuk mendeteksi sisipan sisipan batuan diantara satuan batuan (Gambar10).



Gambar 10. Korelasi nilai resistivitas berdasarkan konfigurasi dipole dipole (Pengolahan data dengan Software ERT-Lab)

Sumber : Data Olahan (2024)

Untuk mendapatkan kondisi resistivitas yang akurat pengolahan data juga dilakukan dengan software ERT-Lab. Untuk konfigurasi werner schlumberger dari hasil analisis didapatkan bahwa batu pasir memiliki resistivitas diatas 18 Ohm.m sedangkan batu lempung memiliki nilai resistivitas 0 -18 Ohm.m (Gambar 11) . Model dua dimensi pada analisis ini lebih detail karena termasuk mendeteksi sisipan sisipan batuan diantara satuan batuan (Gambar 11).



Gambar 11. Korelasi nilai resistivitas berdasarkan konfigurasi Werner Schlumberger dipole (Pengolahan data dengan Software ERT-lab)

Sumber : Data Olahan (2024)

Pembahasan

Batu lempung (*Clayshale*) di lapangan menunjukkan tanda ketidakstabilan dengan nilai deformasi yang besar. Batu lempung cenderung memiliki resistivitas yang sangat rendah dari hasil penyelidikan resistivity meter. Berdasarkan pengukuran geolistrik metode dipole dipole dan werner schlumberger dan pengolahan data dengan menggunakan software ERT LAB dan Res2DINV satuan batu pasir memiliki resistivitas lebih dari 18 Ohm.m dan batu lempung memiliki resistivitas 0 – 30 Ohm.m. Batu lempung memiliki durabilitas yang rendah nilai antara 18 – 60 %, sedangkan durabilitas batu pasir diatas 80%. Untuk melihat persebaran batulempung dengan durabilitas rendah dapat dilihat nilai resistivity yang selalu lebih rendah dari batupasir dan memiliki nilai resistivitas 0 – 30 Ohm.m

SIMPULAN

Data Geolistrik dapat dimanfaatkan untuk membantu memitigasi potensi ketidaksatabilan yang ditimbulkan oleh batuan dengan durabilitas rendah pada suatu wilayah yang memiliki potensi keberadaan lempung bermasalah. Hasil geolistrik ini perlu juga diklarifikasi dengan data yang lainnya seperti data pengujian CPT dan data penyelidikan tanah lainnya untuk menjadi pembanding. Batulempung memiliki resistivitas yang lebih rendah dibandingkan batupasir berdasarkan dua metode akusisi data yaitu dipole dipole dan werner schlumberger dan dua metode pengolahan data yaitu software ERT LAB dan Res2DINV

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, I. M. (2017). Pengaruh Proses Pelapukan Clay Shale terhadap Perubahan Parameter Rasio Disintegritas (DR). *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 24(1), 77–82. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.1.9>
- Alatas, I. M., Kamaruddin, S. A., Nazir, R., Irsyam, M., & Himawan, A. (2015). Shear strength degradation of Semarang Bawen clay shale due to weathering process. *Jurnal Teknologi*, 77(11), 109–118. <https://doi.org/10.11113/jt.v77.6429>
- Arisanto, Pranu., Rahma, Maulida., Yasminasarie, Elia Salsabila. (2023). Metode Konstruksi Jetty Untuk Melindungi Muara Sungai, Studi Kasus Sungai Bogowonto. *Jurnal Talenta Sipil*, Vol 6, No 1 (2023). <http://dx.doi.org/10.33087/talentsipil.v6i1.192>
- 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.
- Erguler, Z. A. (2009). *Quantification of Fragment Size Distribution of Clay-Bearing Rocks after Slake Durability Testing*. XV(2), 81–89.
- Oktaviani, R., Rahardjo, P. P., & Sadisun, I. A. (2018). Landslides induced by slaking of geomaterial. *MATEC Web of Conferences*, 229, 1–6. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822903011>
- 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*, 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201602101>
- Sadisun, I. A., Bandonu, B., Shimada, H., Ichinose, M., & Matsui, K. (2010). Physical Disintegration Characterization of Mudrocks Subjected to Slaking Exposure and Immersion Tests. *Indonesian Journal on Geoscience*, 5(4), 219–225. <https://doi.org/10.17014/ijog.v5i4.105>
- Sadisun, I. A., Shimada, H., Ichinose, M., & Matsui, K. (2002). Evaluation of Physical Deterioration of Slake-Prone Rock Subjected to Static Slaking Test. *Rock Mechanics*, November, 1–6. <https://doi.org/10.13140/2.1.1003.3280>
- Saidah, H. D., Suryo, E. A., & Suroso. (2015). Pengaruh Kadar Air Tanah Lempung Terhadap Nilai Resistivitas/Tahanan Jenis pada Model Fisik dengan Metode ERT (Electrical Resistivity Tomography). *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Brawijaya*, 1(2), pp-227.
- 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>
- Sasangka, D. J., Prasetyo, W., & Ariastha, N. A. (2023). Correlation Of Cone Resistance To Soil Resitivity From The Mae X612-Em + Resistivity Meter Testing Belong To Case Study Of Public Works Polytechnic Campus Tembalang Semarang. *Prosiding Asia Autralia Road Confrence 2023*, 16. <https://doi.org/https://doi.org/10.58674/phpji.v16i1>
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139167932>
- Wafi, A., Santoso, H. T., Sasangka, D. J., & Andani, R. (2022). ANALISIS STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK DAN SONDIR (Studi Kasus : Lapangan Gate-Ball , Kampus I Politeknik Pekerjaan Umum , Semarang). *Seminar Nasional Politeknik Pekerjaan Umum Ke-2*, 2.
- Zhai, H., Canbulat, I., Hebblewhite, B., & Zhang, C. (2017). Review of Current Empirical Approaches for Determination of the Weak Rock Mass Properties. *Procedia Engineering*, 191, 908–917. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.261>