

## HALAMAN PENGESAHAN PUBLIKASI

- 1 a. Judul : Identifikasi Arah Kelongsoran Tanah Di Bawah Badan Jalan Rel Kereta Api Akibat Adanya Aliran Air Bawah Tanah.  
b. Bidang Ilmu : Teknik Sipil
- 2 Identitas Pelaksana  
a. Nama Tim : Afriani, Lusmeilia and Siregar, Amril Maruf and Arifaini, Nur and zaenudin, ahmad  
b. Nama Pengusul : Dr.Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.  
c. NIP : 0010056505  
d. Pangkat/Golongan : Pembina Tk I/IVB  
e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
f. Fakultas/Program Study : Teknik Sipil  
g. Bidang Keahlian : Geoteknik  
h. No HP/Email : 08127203960/lusmeilia.afriani@yahoo.com
- 3 Publikasi  
a. Nama Publikasi : Proceeding, 23rd Annual National Conference on Geotechnical Engineering, Jakarta. "Geotechnical Engineering Role model  
b. ISBN : 978 - 602 - 17221 - 7 - 6  
c. Vol/No./Tgg/ Hal. : 12 - 13 November 2019, hal. 91-97  
d. Tautan : <https://hatti.or.id/downloadfile.php?m=6>  
e. DOI : -  
f. Repository : <http://repository.lppm.unila.ac.id/cgi/users/home?screen=EPrint%3A%3AView&eprintid=21998>
- 4 Penerbit : Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia

Bandar Lampung, 5 Februari 2021

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Lampung

  
**Prof. Dr. Drs. Suharno, M.Sc**  
NIP. 196207171987031002

Penulis

  
**Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A**  
NIP. 196505101993032008

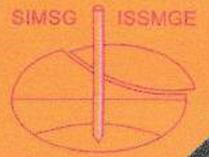
  
Menyetujui  
Ketua LP2M  
Universitas Lampung  
**Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A**  
NIP. 196505101993032008

DOKUMENTASI LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS LAMPUNG	
TGL	03 / 05 / 2021
NO. INVEN	75 / P / B / N / FT / 2021
JENIS	Prosiding
PARAF	f

ISBN No. : 978-602-17221-7-6



**HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA**  
INDONESIAN SOCIETY FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISGE)  
MEMBER SOCIETY OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS  
AND GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISSMGE)



# Proceedings

## 23<sup>rd</sup> Annual National Conference on Geotechnical Engineering

**“Geotechnical Engineering Role  
in Mega Structure Construction : Welcoming 4.0  
Industrial Revolution”**

Jakarta, 12 - 13 November 2019

Supported by :



# Proceeding

*23<sup>rd</sup> Annual National Conference on Geotechnical Engineering*  
Jakarta - INDONESIA, 12-13 November 2019

Theme :

***“Geotechnical Engineering Role  
in Mega Structure Construction : Welcoming 4.0  
Industrial Revolution”***

**HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA  
INDONESIAN SOCIETY FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISGE)  
Basement Aldeveco Octagon, Jl. Warung Jati Barat Raya No. 75  
Jakarta Selatan 12740 – INDONESIA**

Ali Iskandar, ST.MT.  
Edwin Laurencis, ST. MT.  
Josephine Aristiti Setyorini, ST. MT  
Ghozalfan Farabi Basarah, ST.MT  
Danang Setiya Raharja, ST

Secretariat : Sugino  
Sya'bani

Publisher : Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia  
(*Indonesian Society for Geotechnical Engineering*)

Address : Basement Aldevco Octagon  
Jl. Warung Jati Barat Raya No. 75  
Jakarta 12740  
Telp. : 021 - 7981966  
Fax. : 021 - 7974795  
Email : [sekretariat@hatti.or.id](mailto:sekretariat@hatti.or.id); [hattipusat@yahoo.com](mailto:hattipusat@yahoo.com)  
Website : <http://www.hatti.or.id>

ISBN No. : 978-602-17221-7-6

4.	Pemetaan Tanah Lunak Di Surabaya Timur Untuk Perkuatan Tanah Menggunakan Vertical Drain ( <i>Yudhi Lastiasih, Putu Tantri Kumala Sari</i> ).....	64-72
5.	Studi Kasus Soil Treatment Minipile Dengan Platform Sebagai Zona Transisi Vacuum Consolidation Method Dengan Area Box Jalan Pada Jalan Tol Pekalongan Batang ( <i>Ade Wahyu Yassin Pratama, Hikmah Rekardi, Rinda Karlinasari</i> ).....	73-79
6.	Studi Kasus Penanganan Tanah Ekspansif Dengan Tingkat Infiltrasi Yang Diukur Dari Uji Double Ring Infiltrometer Pada Jalan Tol Batang – Semarang ( <i>Yosida Permata A, M Fan Sofyan, Rinda Karlinasari</i> ).....	80-86
7.	Study On Performance Of Clay Soil With Improvement Using Waste Material ( <i>Harnedi Maizir, Norbaya Binti Haji Sidek, Mohd Fadzil Ahmad</i> ).....	87-90

Session II : R.B1

8	Identifikasi Arah Kelongsoran Tanah Di Bawah Badan Jalan Rel Kerta Api Akibat Adanya Aliran Air Bawah Tanah ( <i>Lusmeilia Afriani, Amril Maaruf Siregar, Nur Arifaini, Ahmad Zainudin</i> ).....	91-97
9.	Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Sheet Pile (Studi Kasus: Ruas Jalan Meulaboh – Geumpang Sta 84+280 Provinsi Aceh) ( <i>Munira Sungkar, Reza P. Murnirwan, Dan Devi Sundary</i> ).....	98-98
10.	Panduan Faktor Keamanan dalam Seismik dan Statik untuk Stabilitas Timbunan di Jalan Tol Serang – Panimbang Menggunakan Slope-W ( <i>Azzah Balqis Sabbah, Rini, Dan Rizki Kurniadi</i> ).....	99-104
11.	Debris Flow Threat In Poi Village After 2018 Palu Earthquake: Simulation And Recommendations ( <i>B. Widjaja And K.A. Gautama</i> ).....	105-108
12.	Modelling Unsaturated Slope With Soil Vision ( <i>Anthony Gunawan</i> ).....	109-113
13.	Lem Slope Stability Analysis And The Newmark Lateral Displacement Analysis ( <i>Renggo Ginanjar, Wilham George Louhenapessy</i> ).....	114-122
14.	On The Effect Of The River Water Flow And Scour To The Slope Stability Analysis ( <i>Wilham George Louhenapessy, Bambang Lareno</i> ).....	123-130
15.	Perubahan Stabilitas dan Penentuan Lokasi Longsor Susulan Lereng Tanah di Lapangan Berdasarkan Pendekatan Cracks Soil (Pembuktian Laboratorium dan Validasi Lapangan) ( <i>Stephamus Alexsander</i> ).....	131-138

# Identifikasi Arah Kelongsoran Tanah di Bawah Badan Jalan Rel Kereta Api Akibat Adanya Aliran Air Bawah Tanah

Lusmeilia Afriani

*Fakultas Teknik Universitas Lampung*

Amril Maaruf Siregar

*Fakultas Teknik Universitas Lampung*

Nur Arifaini

*Fakultas Teknik Universitas Lampung*

Ahmad Zainudin

*Fakultas Teknik Universitas Lampung*

**ABSTRAK:** Di Sumatra, khususnya Sumatra Selatan, ada jalur kereta api antara Baturaja - Martapura. Dari zaman Belanda telah dibuat jalur kereta api ini, dan sampai sekarang masih digunakan dan bahkan dibuat *double track*. Sehingga tanah dasar harus cukup kuat untuk memikul beban berat. Oleh karena beban berat, beberapa lokasi jalur mengalami kondisi yang tidak menguntungkan. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian penyebab penurunan jalan kereta api. Hasil penelitian ini dapat mengetahui tingkat muka air tanah, identifikasi tanah dan kedalaman tanah keras serta nilai N-SPT. Hasil penelitian menyatakan bahwa ada lapisan tanah lempung dan cadas muda berbatuan padat mulai dari kedalaman 4 m. Berdasarkan rekonstruksi geolistrik 3D dan bor mesin, arah aliran air dari jalur 3 ke jalur 1 adalah arah timur laut ke barat daya, di mana arah tanah longsor atau gerakan tanah mengikuti pola aliran air. Dari penelitian ini dapat menjadi rekomendasi untuk penanganan kondisi jalan tersebut.

**Kata Kunci:** parameter tanah, kelongsoran, penurunan tanah, tekanan air pori

**ABSTRACT:** In Sumatra, especially South Sumatra, there is a railroad line between Baturaja - Martapura. The Dutch era has made the railway, and until now, it is still in use. The sub-grade must be strong enough to carry a heavy load. Due to heavy loads, some track locations experience unfavorable conditions. So it is necessary to research the causes of the decline in the railroad. The results of this research are known as the groundwater level, soil identification and hard soil depth. The findings state that there is a layer of solid clay and rock from a depth of 4 m. Based on the 3D resistivity test reconstruction and machine drill modeling, the direction of water flow from lane 3 to lane 1 is the northeast direction to the southwest, where the landslide direction or ground movement follows the water flow pattern. From this research can be a recommendation for handling these road conditions.

**Keywords:** soil property index, landslide, consolidation of soil, pore pressure

## 1 PENDAHULUAN - INTRODUCTION

Sarana transportasi berupa Kereta api adalah merupakan kendaraan dengan tenaga gerak dari mesin dan berjalan pada suatu jalan yang disebut rel. Kendaraan kereta api terkenal karena merupakan alat transportasi massal yang umumnya terdiri dari lokomotif dan rangkaian kereta atau gerbong. Rangkaian

kereta atau gerbong tersebut berukuran relatif luas sehingga mampu memuat penumpang maupun barang dalam skala besar. Karena sifatnya sebagai angkutan massal efektif, beberapa negara berusaha memanfaatkannya secara maksimal sebagai alat transportasi utama angkutan darat, baik di dalam kota, antarkota, atau antarnegara. Karena mampu mengangkut dalam jumlah yang besar, maka

beban kendaraannya juga besar. Kereta api yang berjalan diatas rel, sehingga tanah dasar atau tanah timbunan yang mendukung beban kereta api harus mampu menahan beban berat.

Di Sumatra Selatan kendaraan jenis ini sangat digunakan sepanjang masa terutama untuk mengangkut batu bara. Kendaraan yang mengangkut batu bara berangkaian gerbong cukup banyak disebut Babaranjang. Rangkaian kereta ini sangat berat sehingga harus ditopang dengan konstruksi badan rel yang kuat. Konstruksi rel di Sumatra dibuat sejak zaman Belanda dan sampai saat ini masih digunakan. Karena persediaan batu bara sangat banyak, dan memerlukan transportasi untuk mengangkutnya, oleh sebab itu sering mengganggu pelayanan kereta api penumpang. Oleh pemerintah dibangun suatu konstruksi rel kereta api di sebelah jalan rel yang lama atau dibangunnya *double track*.

Tanah timbunan tersebut yang merupakan bagian dari badan jalan rel, baik itu dari tanah asli ataupun sudah diperbaiki. Tanah tersebut akan mengalami penurunan bentuk akibat memikul beban dari beban kereta api. Sebab struktur tanah yang lemah maka, untuk menghindari penurunan tanah yang berlebihan akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada struktur badan jalan terjadi penurunan dan menaiknya tanah ke permukaan balas. Oleh karena itu, diperlukannya analisis struktur badan jalan rel untuk mengetahui penyebab terjadi penurunan tersebut dengan beberapa variasi pembebanan dan kecepatan.

Permasalahan adalah ada beberapa titik disepanjang badan rel sering terjadi kelongsoran dan badan jalan mengalami pergerakan, sehingga sering terjadi kelongsoran dan ambles. Perbaikan badan jalan rel kereta api terus dilakukan sepanjang tahun. Penanganan sudah dilakukan tetapi konstruksi badan rel tetap tidak stabil.

Dari permasalahan diatas maka, dilakukan suatu penelitian yang bertujuan mengidentifikasi arah aliran air yang menyebabkan kelongsoran badan jalan kereta api dan mengidentifikasi besarnya penurunan tanah dibawah badan rel. Hasil dari percobaan ini direncanakan menjadi masukan bagi pemangku kepentingan untuk mencoba mencari solusi penyebab sering terjadi amblesan pada badan jalan rel tersebut. Penelitian ini menggunakan alat bor mesin setiap titik berjarak  $\pm 70$  m satu sama lainnya. Untuk mengetahui arah aliran air maka dibantu

dengan alat geolistrik dalam mengetahui arah penyebab kelongsoran.

Sedangkan dengan alat bor mesin akan dilakukan sebanyak 3 titik dan mengambil *undisturbed* dan *disturbed sampel* serta mencari arah aliran air, menentukan tinggi muka air tanah dan jenis batuanya dan permasalahan amblesan pada badan rel kereta api.

Sehingga hasil dari penelitian ini akan menjadi rekomendasi sistem perbaikannya. sebab itu digunakan bor mesin dan geolistrik adalah yang sangat penting dilakukan dengan permodelan pendekatan 2D dan 3D.

Penggunaan alat geolistrik ini akan melihat arah alirannya dan lapisan batuanya. Alat geolistrik ini juga membantu mencari solusi cara penanggulangi lapisan penyusun batuan (litologi) daerah survei berdasarkan nilai resistivitas batuan. Schon, J.H. (1996) memetakan persebaran lapisan batuan berdasarkan pemodelan data dan menganalisis pola lapisan tanah keras-lunak dan pola aliran air berdasarkan pemodelan 3D.

## 2 METODE PENELITIAN

Lokasi survei merupakan area jalur perlintasan kereta api, yang secara administratif terletak di wilayah Martapura - Baturaja, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi survei geolistrik ini berada pada koordinat  $4^{\circ}14'33.30''$  LSS dan  $104^{\circ}15'57.36''$  BT.

Penelitian ini mengambil lokasi pengamatan yang diperlihatkan pada Gbr. 1, dimana lokasi penelitian tersebut diambil dari gambar kontur. Kondisi seperti ini sangat memudahkan untuk menginterprestasikan masalah tersebut.

Metode penelitian ini menggunakan 2 alat yang berbeda, tetapi dengan alat ini dapat mendukung penelitian dan mendapat kesimpulan satu sama lainnya sehingga mendapatkan hasil yang baik.

### 2.1 Bor Mesin

Penggunaan alat bor mesin untuk mencari kekerasan tanah dasar yang diukur berdasarkan nilai N SPT  $> 50$ , Das, Braja.M. (2010). Selain itu akan mengambil sampel tanah setiap kedalaman 2 m. Sampel tanah tersebut dibawa ke laboratorium untuk diuji karakteristik fisik dan mekanik tanahnya dan konsolidasi, sesuai dengan ASTM, Look, B.G. (2007), Craig,R.F. (1991), Laboratory soils

testing (1970), Gatot, S.B. (2011). Kapasitas mesin dapat mencapai 40 m.

## 2.2 Geolistrik

Penyelidikan geolistrik ini dilakukan pada lokasi jalur rel kereta. Pengukuran menggunakan alat geolistrik yang dilakukan dengan menggunakan konfigurasi dipole-dipole secara lateral dan hasil pengukuran berupa data persebaran nilai resistivitas batuan yang akan dimodelkan secara 2 dimensi (2D), sedangkan citra batuan keras-lunak dan arah aliran air dalam batuan dimodelkan secara 3 dimensi (3D), Rasimeng, S. dkk. (2007), Hutapea, B. (1999 & 2001). Pengukuran geolistrik 2D menggunakan 32 buah elektroda, 1 buah *switch box*, dan *multi-channel electrode resistivity*. Dari peralatan tersebut, arus dialirkan ke dalam tanah melalui 2 elektroda arus dan perekaman beda potensial diukur dengan 2 elektroda potensial yang diletakkan juga di atas permukaan. Data arus dan beda potensial inilah yang diolah untuk menggambarkan lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan.

Sistem kerja alat geolistrik mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah, Grandis, H. (2010). Injeksi arus listrik ini menggunakan elektroda arus yang ditancapkan ke dalam tanah pada jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda arus, akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Bila posisi jarak elektroda arus diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda potensial ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar Suhanto dll. (2005).

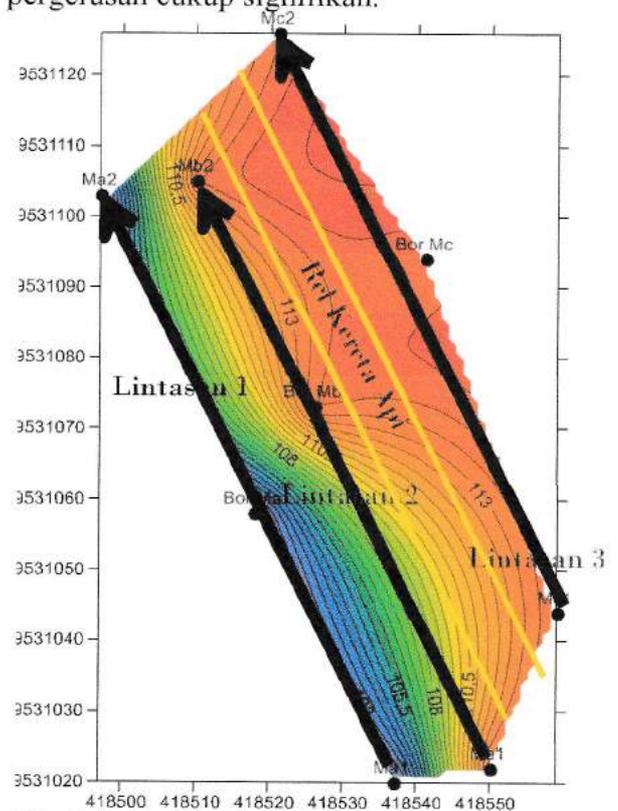
## 3 HASIL - RESULT

Pulau Sumatra terutama sumatra bagian selatan memiliki kontur yang beragam. Pada saat suatu konstruksi jalan melewati jalan yang didukung dengan tanah yang keras maka jalan tersebut tidak punya masalah dengan tanah tersebut yang menjadi penyokong utama beban kendaraannya. Tetapi sebagai jalan harus melewati kondisi yang tidak menguntungkan..

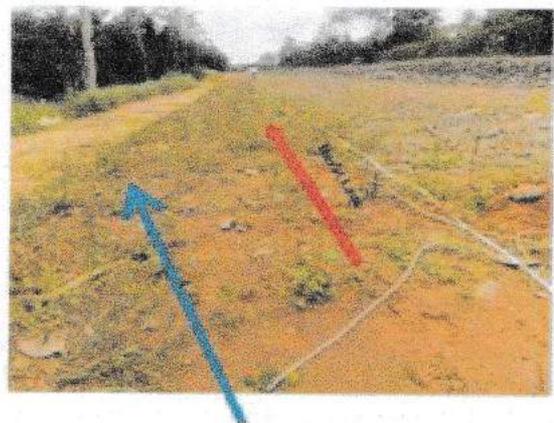
Penelitian ini mengambil posisi 3 (tiga) titik bor mesin dan 3 (tiga) lintasan geolistrik dimana arahnya sejajar dan searah, hal ini dilakukan untuk memudahkan mengevaluasi

permasalahan badan jalan selalu mengalami pergerakan. Pada Gbr. 1 diperlihatkan letak dimana bor mesin dilakukan dan garis tempat dilakukannya percobaan geolistrik. Titik ke 3 (tiga) dari bor mesin adalah 100 m dari titik 2, lihat Gbr. 4.

Dari pengamatan langsung dilapangan, maka diperkirakan bahwa sering terjadinya amblesan pada bagan rel adalah disebabkan adanya aliran air bawah tanah. Pengamatan disekitar lokasi adalah adanya elevasi yang lebih rendah dari sisi sebelah kanan rel dan terdapat sungai kecil. Dilihat dari arah tanahnya mengalami pergerakan kearah sungai. Dari hasil survay selama 3 bulan, tanah mengalami pergerusan cukup signifikan.



Gbr. 1. Lokasi Pembagian Survey

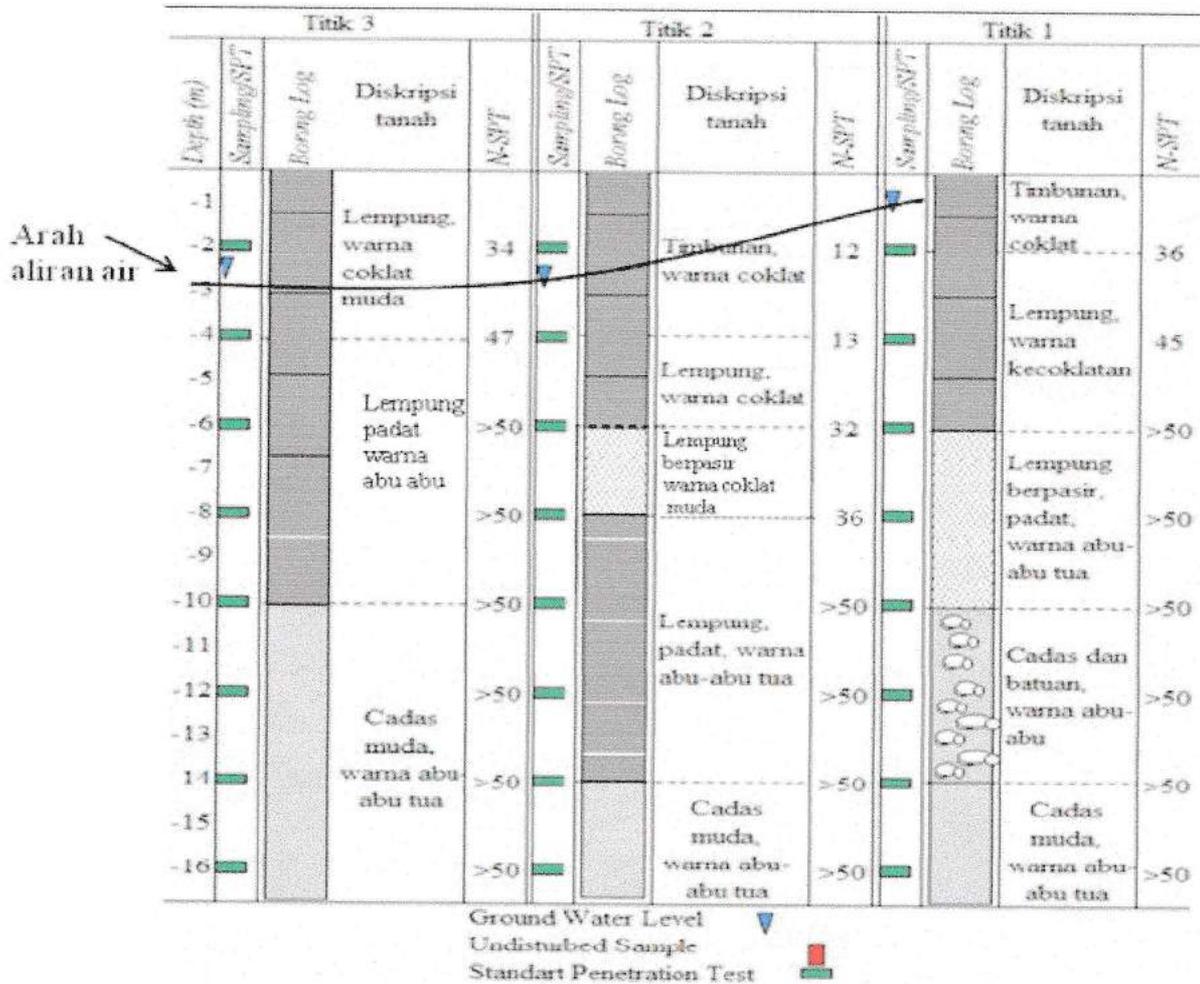


Terjadi pergerakan tanah

Gbr. 2. Situasi Pergerakan Tanah

Dari pengamatan langsung dilapangan, maka diperkirakan bahwa sering terjadinya amblesan pada badan rel dan penyebabnya akan dievaluasi yang diperkirakan disebabkan adanya aliran air bawah tanah. Pengamatan disekitar lokasi adalah adanya elevasi yang

lebih rendah dari sisi sebelah kanan rel dan terdapat sungai kecil. Dilihat dari arah tanahnya mengalami pergerakan kearah sungai. Oleh sebab itu maka diperlukan evaluasi arah aliran air dan kedalaman muka air tanah (m.a.t.) dari permukaan dasar tanah.



Gbr. 3. Diskripsi Tanah dan nNilai NSPT dari Tiitik Bor 1, 2 dan 3

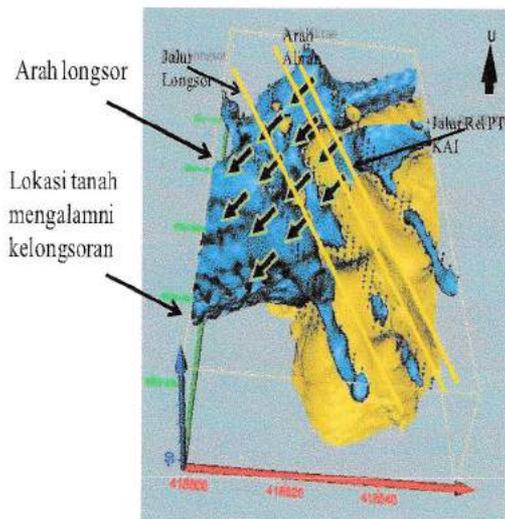
Letak air tanah pada masing masing titik bor adalah berbeda. Pada tabel 1 adalah memperlihatkan kondisi muka air tanah dan lapisan batuanya. Pada titik 1, muka air tanah berada 1 m dari muka tanah, sedangkan pada titik 2 dan titik 3, muka air tanah berada dikedalaman 3 m. Pada lokasi 1 dan lokasi 2 terdapat tanah timbunan sampai dengan 4 m. Setelah itu lempung warna kecoklatan. Tetapi pada titik 3 terdapat lempung berwarna coklat muda. Nilai SPT > 50 pada masing-masing titik berbeda untuk titik 1 dan titik 3 nilai tersebut didapat mulai kedalaman 6 m. Setelah kedalaman 10 m baru terdapat cadas muda. Penentuan jenis batuan dilihat secara Visual, dan dilakukan pengujian dari gradasi saringan.

Dari hasil percobaan yang dilakukan dengan metode geolistrik akan diketahui harga tahanan jenis pada masing-masing lapisan batuan dan hasil ini kemudian dipakai sebagai dasar untuk menafsirkan jenis batuan masing-masing lapisan dan jumlah/volumetrik batuan tersebut Zaenudin dkk. (2014).

Survei Geolistrik dilakukan 3 lintasan, yakni lintasan 1, lintasan 2, dan lintasan 3. Survey dilakukan dengan menggunakan multi elektrode, yakni sebanyak 32 elektroda dengan jarak antar elektroda 3 m, sehingga panjang masing-masing lintasan 96 m. Panjang lintasan tersebut dapat mencapai kedalaman 24 m. Arah lintasan Tenggara - Barat Daya searah rel kereta api. Terdiri dari 2 lintasan sebelah kiri (Barat Daya) rel dan 1

lintasan diselah kanan (Timur Laut) rel, Gbr. 1.

Hasil survey yang dilakukan oleh geolistrik menunjukkan lapisan batuan seperti pada Gbr. 3.



Gbr. 3. Rekonstruksi 3D Arah Aliran Air

Lokasi studi secara topografi, sebelah Barat Daya lebih rendah dari pada Timur Laut rel kereta api, lihat Gbr. 1 dan Gbr. 2. Pada Gbr. 1 digambarkan line pada uji geolistrik dan penempatan titik bor. Penempatan tersebut berdasarkan kondisi diperkirakan adanya kerusakan badan rel. Penempatan titik bor mesin berada ditengah-tengah lintasan geolistrik.

Penampang Geolistrik secara 2D dan menjadi 3D untuk masing-masing lintasan pada peta topografi hasil olahan *Software Surfer* ditunjukkan pada Gbr. 3. Warna pada penampang menunjukkan nilai resistivitas, dari warna biru tua (resistivitas rendah) hingga coklat gelap (resistivitas tinggi). Nilai resistivitas ini berkaitan langsung dengan kekerasan batuan. Semakin keras batuan/tanah semakin besar pula nilai resistivitasnya. Semakin keras batuan, semakin kecil/sedikit pori-pori batumannya, sehingga semakin kecil pula daya tampung fluidanya. Karena semakin banyak fluida yang mengisi batuan/tanah akan menyebabkan nilai konduktivitasnya semakin tinggi, atau resistivitasnya semakin rendah, Telford, W.M. dkk. (2000).

Pada Gbr. 3 dengan lapisan warna biru tua menunjukkan kandungan air yang semakin besar, yakni lapisan batuan/tanah lunak. Dan sebaliknya, nilai resistivitas tinggi ditunjukkan pada Gbr. 3 yaitu berwarna coklat, menunjukkan kandungan air yang

sedikit, yakni lapisan batuan atau adanya tanah keras.

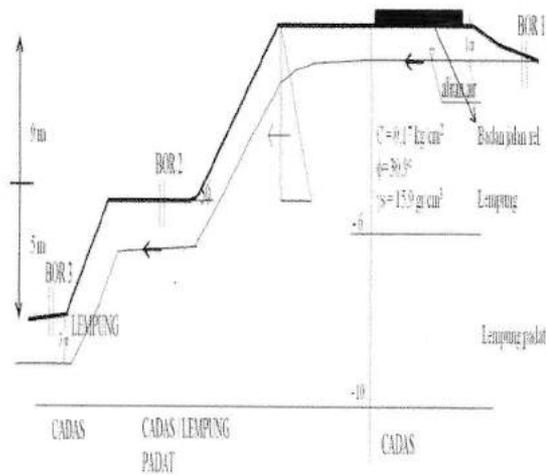
Rekonstruksi data 3D Resistivity diperoleh dengan cara menggabungkan seluruh data resistivity ke dalam sebuah *frame* yang sama. Perhitungan volumetrik dari data 3D *Resistivity Imaging* dengan dibentuk dari lintasan pengukuran Geolistrik 2D yakni lintasan 1, 2 dan 3. Berdasarkan rekonstruksi data 3D Geolistrik pada lintasan 1 hingga lintasan 3, menjelaskan bahwa arah aliran air diidentifikasi pada nilai resistivitas di antara 4,06  $\Omega\text{m}$  hingga 40  $\Omega\text{m}$  (diindikasikan oleh lapisan berwarna biru dan hijau) yang bersumber dari batuan pasir/timbunan. Sedangkan pada lapisan batuan keras (*bedrock*) diidentifikasi pada nilai resistivitas di antara 100  $\Omega\text{m}$  hingga 500  $\Omega\text{m}$ .

Dari Gbr. 3. diperlihatkan gambar 3D yang mana terlihat jelas arah aliran air yaitu dari timur laut ke barat daya atau arah dari titik bor 1 ke arah titik bor 3, lihat tabel 1 dimana arah longsor atau pergerakan tanah (*land slide*) mengikuti pola aliran air ini.

Sehingga diyakinkan bahwa adanya aliran air bawah tanah berdasarkan pemodelan rekonstruksi geolistrik dan pengeboran. Dari penelitian yang dilakukan menggunakan ke dua alat ini yang dapat mendeteksi arah aliran, sehingga penyebab kelongsoran badan jalan rel kereta api dan arah kelongsoran tanah disisi kiri rel dapat diketahui. Dari penelitian diatas, maka pihak yang berkepentingan dalam melakukan penanganan kelongsoran dapat melakukan alternatif perbaikannya.

Hasil dari pengeboran dengan bor mesin menunjukkan bahwa setelah pengujian fisik tanah didapat nilai kadar air antara sebesar 40.78% - 46.67%, dari Uji *Atterberg* sebesar 60.76% untuk nilai LL dan 36.82% untuk nilai PL, sedangkan IP didapat 23.85%. Kadar lempung lolos saringan No. 200 (0.075 mm) sebesar 74.79%. Data ini diambil hasil pengeboran pada titik 1 kedalaman sampai dengan 9 m. Data tersebut dipakai untuk melihat kestabilan badan rel dengan melihat nilai konsolidasi.

Pada Gbr. 4 menunjukkan kondisi potongan melintang dari studi yang dilakukan. Akibat dari adanya aliran air maka lereng pertama mengalami pergerakan dan kelongsoran.



Gbr.4. Ilustrasi Penampang Melintang dari Lokasi Studi.

Bagian tanah yang mengalami kelongsoran adalah tanah dibawah badan rel kereta api sampai ke lereng yang pertama. Hasil percobaan konsolidasi yang dilakukan ke dari sampel dari 3 (tiga) bor mesin maka didapat hasil nilai diperlihatkan pada Tabel 2.

Pada tabel 2 diperlihatkan nilai  $C_v$  pada bor 1 mendapatkan nilai  $0.146 \text{ cm}^2/\text{dt}$  dan semakin kedalam yaitu pada kedalaman  $> 8 \text{ m}$  mendapatkan nilai  $C_v$   $0.065 \text{ cm}^2/\text{dt}$ . Sesuai dengan kondisi tanah dibawah badan rel yang sering terjadi kelongsoran sehingga nilai  $C_v$  lebih besar. Braja M Das (2009), menyatakan bahwa nilai kompresi ( $C_c$ ) dan  $C_v$ , indeks swell ( $C_s$ ), void ratio awal, ( $e_0$ ) dan tegangan akan meningkat di lapisan tanah liat atau lempung.

Tabel 2. Nilai  $C_v$ , Koefisien Konsolidasi dan  $C_c$  Adalah Indeks Pemampatan atau Compression Index dari Ke-3 sampel Hasil dari Bor Mesin

Consolidation	Bor 1			Bor 2			Bor 3		
	Kedalaman bor dalam satuan meter								
	0-2	2-6	8-10	2-6	6-8	10-24	0-2	2-4	6-18
$C_v \text{ (cm}^2/\text{dt)}$	0.146	0.072	0.065	0.112	0.036	0.024	0.131	0.141	0.093
$C_c$	0.119	0.108	0.094	0.079	0.210	0.339	0.145	0.082	0.160

Akibat dari aliran air supaya mengurangi kompresibilitas dari tanah akibat aliran air, maka disarankan adanya sistem penanganan dapat berupa dinding penahan tanah atau mengalirkan aliran air atau membuat gorong-gorong dibawah rel.

#### 4 KESIMPULAN - CONCLUSION

Adapun kesimpulan dari hasil survei geolistrik adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil bor mesin terdapat 2 lapisan tanah asli dan batuan. Dimana tanah lempung padat dan cadas. Meskipun ada di permukaan tanah timbunan. Lapisan tanah keras dimulai pada kedalaman - 6 m. Hal ini terlihat dari mulai nilai NSP  $> 34$ , terus naik sampai kedalaman 16 m.
- Berdasarkan hasil pengujian dengan geolistrik, terdapat 2 lapisan tanah/batuan di bawah permukaan yang dapat dicitrakan berdasarkan nilai resistivitas secara geolistrik, yaitu lapisan keras yang berkorelasi dengan nilai resistivitas tinggi dan lapisan lunak yang berkorelasi dengan nilai resistivitas rendah.

- Lapisan yang diduga mengandung air atau dialiri air berkisar pada nilai resistivitas di antara  $4.06 \Omega\text{m} - 40 \Omega\text{m}$ . Dari hasil bor mesin juga adanya lapisan air mulai dari 1 m. Hal ini terdapat pada bor 1 dan pada bor 3 muka air tanah berada dikedalaman 2 – 3 m. Artinya bahwa lapisan badan rel kereta api terdapat aliran air yang bergerak dari titik 1 ke titik 3 atau dari arah timur laut ke barat daya. Sehingga lapisan tanah di bawah badan jalan rel mendapatkan koefisien konsolidasi sebesar  $0.146 \text{ cm}^2/\text{dt}$ .

#### PENGHARGAAN- ACKNOWLEDGEMENTS

Penghargaan kepada penyandang dana dan pemilik pekerjaan PT KAI Sumatra Bagian Selatan untuk kami melakukan penelitian.

PT. Lampung Geosains Survei yang telah membantu dalam menganalisa program geolistrik dalam menentukan arah aliran air tanah.

## DAFTAR PUSTAKA – REFERENCES

Grandis, H. 2010. *Direct Current Resistivity Method: Concept and Application in Sounding, Mapping, and Tomography*. Bandung, ITB.

Rasimeng, S. Haerudin, N. Harmen. 2007. "Penentuan Lithologi Batuan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Resistivitas Sounding di Daerah Prospek Geothermal Gunung Rajabasa". *Makalah Dies Natalis Unila 2007*.

Suhanto, E. Bakrun. 2005. Penyelidikan Geolistrik Tahanan Jenis di Daerah Panasbumi Pincara Kabupaten Masamba Sulawesi Utara. *Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan Subdit Panasbumi*.

Schon, J. H. 1996. "Physical Properties of Rocks, Fundamentals and Principles of Petrophysics". *Institute of Applied Geophysics*, Leoben, Austria.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., and Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. Cambridge.

Look, B.G., 2007, *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*, Taylor & Francis Group, London, UK, 356p.

Das, Braja.M. 2010. *Principles Of Geotechnical Engineering, Seventh Edition*, 662p.

Afriani, L., Adha, I., Setyanto, 2018. Innovative design of soil pressure modeling test apparatus to determine the amount of soil compaction energy to dry density value, *Proceeding ICRS*, Unair Surabaya.

Laboratory soils testing. 1970. *Engineer Manual EM-1110-2-1906, U.S. Army Corps of Engineers, Dept. of the Army*, Washington, D.C.

Gatot, S.B., 2011, "Soil testing in the laboratory, explanations & Guides" *Graha Ilmu Publish*, 123p.

Braja M. Das, 2009, *Principle of Geotechnical Engineering, edisi ke 7*, 683 hal.

Zaenuddin, A. Taufiq. Mega, H.D. Triyanto, D. 2014. "Geoelectric Resistivity Method with Werner-Schlumberger Configuration For Analysis Seawater Intrusion At Teluk Betung Area, Lampung". *Hokkaido International Scientific Assosiation*.