

ANALISIS KELONGSORAN DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI *WENNER-SCHLUMBERGER* DAN *WENNER-ALPHA* DI JALAN RAYA SUBAN BANDAR LAMPUNG

Rafi Rilo Pambudi*, Muhammad Nurul, Winona Putri Prihadita, Rahmi Mulyasari

Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Indonesia

*Corresponding author. Email: rafirilo284@gmail.com

Manuscript received: 2 September 2021; Received in revised form: 5 April 2022; Accepted: 22 April 2022

Abstrak

Jalan Raya Suban Bandar Lampung terletak pada fisiografi Bukit Barisan yang dipengaruhi oleh pergerakan Sesar Sumatera sehingga tercermin dari kondisi morfologi berupa perbukitan dan kelerengan yang curam. Kondisi ini dapat memicu timbulnya bencana salah satunya ialah tanah longsor. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi litologi batuan bawah permukaan dan bidang gelincir zona rawan longsor dengan memanfaatkan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan *Wenner-Alpha*. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* ini memiliki penetrasi yang lebih dalam tetapi gambaran penampang bawah permukaannya beresolusi rendah, sedangkan konfigurasi *Wenner-Alpha* memiliki penetrasi yang tidak terlalu dalam tetapi gambaran penampang bawah permukaannya beresolusi di bawah resolusi tinggi. Penggunaan kedua konfigurasi ini untuk memanfaatkan kelebihan dan mengurangi kelemahan dari masing-masing konfigurasi pada analisis kelongsoran. Hasil pengukuran pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan *Wenner-Alpha* diidentifikasi lapisan atas terdiri dari batuan lapuk yang berasosiasi dengan tuff lempungan dan tuff pasir dengan resistivitas 1 Ωm – 95,6 Ωm , lapisan kedua berupa pasir lempungan dari Formasi Campang dengan nilai resistivitas 95,6 Ωm – 250 Ωm dan lapisan ketiga perpaduan breksi dan batuan beku dari Formasi Tarahan dengan nilai resistivitas lebih dari 250 Ωm . Lapisan pasir lempungan diidentifikasi sebagai bidang gelincir pada area penelitian.

Kata Kunci: bidang gelincir; litologi; metode geolistrik; resistivitas.

Abstract

Jalan Raya Suban Bandar Lampung is located on the physiography of Bukit Barisan which is influenced by the movement of the Sumatran Fault, causing morphological conditions in the form of hills and steep slopes. This condition triggers the occurrence of disasters, one of which is landslides. In this study, the lithology of subsurface rocks and slides in the landslide-prone zone was examined using the *Wenner-Schlumberger* and *Wenner-Alpha* configuration geoelectrics. The *Wenner-Schlumberger* configuration has deeper penetration but lower resolution subsurface images, while the *Wenner-Alpha* configuration has less deep penetration but lower resolution surface images. The use of these two configurations is to take advantage of the advantages and reduce the disadvantages of each configuration in landslide analysis. The measurement results in the *Wenner-Schlumberger* and *Wenner-Alpha* configurations identified that the upper layer consists of weathered rock associated with clay tuff and sandy tuff with a resistivity of 1 m – 95.6 m, the second layer is clay sand from the Campang Formation with a resistivity value of 95.6 m – 250 m and the third layer is a mixture of breccia and igneous rock from the Tarahan Formation with a resistivity value of more than 250 m. The clay-sand layer was identified as the slip plane in the study area.

Keywords: geoelectric method; lithology; resistivity; slip surface.

Pendahuluan

Kota Bandar Lampung adalah kota yang berada di ujung Pulau Sumatra yang di dominasi oleh dataran tinggi dan dataran rendah. Pada Peta Geologi Lembar Tanjungkarang (Mangga dkk., 1993), menggambarkan kondisi geologi Kota Bandar Lampung bagian tenggara dan barat secara fisiografis berada pada fisiografi Bukit Barisan dan berada pada pengaruh Sesar Lampung-Panjang. Keberadaan sesar tersebut terlihat dari kondisi morfologinya berupa perbukitan dengan kelerengan yang cukup curam. Litologi pada daerah ini didominasi oleh dua kategori, yaitu endapan sungai dan pantai yang tersebar di sekitar Teluk Lampung dan tanah pelapukan hasil kegiatan gunungapi muda di sekitar Tanjungkarang (Dani dkk., 2020). Berdasarkan data curah hujan dari BMKG tahun 2021 Bandar Lampung masuk kedalam daerah yang memiliki curah hujan yang termasuk tinggi. Beberapa kondisi ini ialah penyebab wilayah Kota Bandar Lampung mempunyai resiko kebencanaan yang cukup tinggi, salah satunya ialah bencana tanah longsor. Tanah longsor adalah peristiwa gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran dari keduanya yang menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng (Agustina, 2020).

Berdasarkan laporan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2019), salah satu daerah pada Kota Bandar Lampung yang mempunyai potensi tanah longsor pada tingkatan menengah sampai tinggi adalah Kecamatan Panjang. Jalan Raya Suban yang terletak di Kecamatan Panjang adalah daerah yang menjadi perhatian karena berada di tepi tebing Bukit Suban yang memiliki kondisi batuan yang tidak kompak dan mudah terdegradasi sehingga sangat rawan terjadi bencana tanah longsor. Tercatat, hampir setiap tahun terjadi longsor di daerah ini, yang

mengakibatkan kerugian dan menutup akses jalan.

Faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor yaitu hujan, getaran gempa, pengikisan/ erosi, tanah yang kurang padat dan tebal, batuan yang kurang kuat, lereng terjal, jenis tata lahan, susut muka air danau atau bendungan, dan adanya beban tambahan (Nandi, 2007). Lapisan yang rawan longsor biasanya dicirikan dengan adanya lapisan yang *impermeable* berada di bawah lapisan *permeabel*. Pada lapisan *impermeabel* tersebut akan bertindak sebagai bidang gelincir yang kemudian menarik material tanah yang berada di atasnya dengan mengikuti bentuk dari bidang gelincir tersebut. Faktor lain yang menjadi penyebab longsor yang sangat berpengaruh adalah keberadaan bidang geser (*shear surface*) atau bidang gelincir (*slip surface*). Umumnya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut (Sugito dkk., 2012).

Jenis litologi bawah permukaan yang dapat berpotensi longsor dan bidang gelincir dapat diketahui dengan memanfaatkan metode geofisika. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan dan dimanfaatkan ialah metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik memiliki sifat yang tidak merusak lingkungan, memiliki biaya relatif murah juga mampu mendeteksi perlapisan tanah sampai kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah berdasarkan sifat resistivitas tanah ataupun batuan di wilayah tersebut. Metode geolistrik ini dapat dimanfaatkan untuk menemukan letak dari bidang gelincir (*slip surface*) yang terdapat pada lokasi penelitian (Romadon, 2016). Menurut Sutasoma dkk. (2017), menjelaskan bahwa persebaran nilai resistivitas di bawah permukaan merupakan hasil dari kemampuan batuan untuk menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu

metode geolistrik dipilih dikarenakan dapat digunakan untuk survei daerah rawan longsor terkhusus untuk menentukan ketebalan suatu lapisan yang kemungkinan berpotensi longsor dan dapat mengetahui litologi dari perlapisan batuan bawah permukaan (Sugito dkk., 2012).

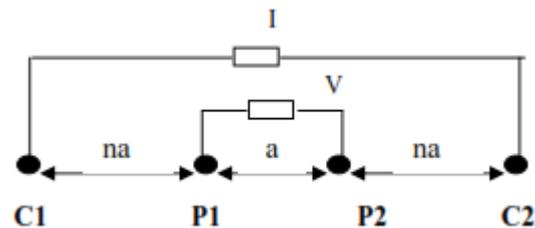
Penelitian yang berkaitan dengan geolistrik dan kelongsoran yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Tunena dkk. (2018), telah melakukan penelitian kelongsoran dengan menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi *Wenner-Alpha* dan dapat menemukan struktur lapisan bawah permukaan juga bidang gelincir pada bencana tanah longsor di Desa Tinoor. Mulyasari dkk. (2020; 2021), telah melakukan penelitian dengan mengidentifikasi kondisi litologi juga bidang gelincir pada daerah yang rawan longsor di Kecamatan Panjang dengan memanfaatkan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk dapat mengetahui litologi bawah permukaan serta mengetahui bidang gelincir di daerah penelitian dengan memanfaatkan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan *Wenner-Alpha*. Kedua konfigurasi ini digunakan dengan kelebihan dan juga mengurangi kelemahan dari masing-masing konfigurasi yang digunakan pada analisis kelongsoran di daerah penelitian. Pengkombinasian antara kedua konfigurasi ini diharapkan dapat menjabarkan lebih dalam untuk mengetahui bidang gelincir serta litologi bawah permukaan yang lebih akurat dan dapat dijadikan sebagai informasi awal dalam upaya mitigasi dan mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh tanah longsor.

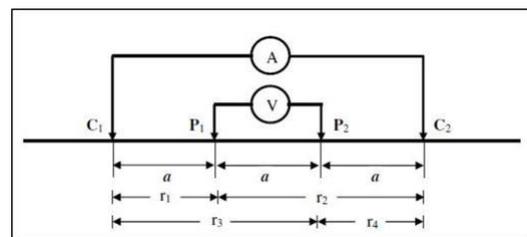
Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Raya Suban, Kelurahan Pidada, Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung. Metode yang digunakan ialah metode geolistrik

resistivitas dengan menggunakan dua konfigurasi yakni konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan konfigurasi *Wenner-Alpha*. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki karakteristik yang tidak terlalu sensitif pada perubahan horizontal tetapi mempunyai penetrasi arus yang cukup dalam. Pada konfigurasi ini memiliki resolusi yang kurang baik oleh karena itu sebaiknya digunakan untuk survei kedalaman tidak dengan pemetaan/*mapping*. Konfigurasi ini biasanya digunakan dalam beberapa pengukuran seperti survei bidang gelincir, sungai bawah tanah dan geoteknik (Telford dkk., 1990). Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* mempunyai jarak antar elektroda arus (C1-C2) dan elektroda potensial (P1-P2) berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan elektroda pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Kanata dan Zubaidah, 2013).



Gambar 2. Susunan elektroda pada konfigurasi *Wenner-Alpha* (Taib, 2004).

Konfigurasi *Wenner-Alpha* memiliki karakteristik yang sensitif terhadap perubahan lateral dan dangkal. Resolusi yang dihasilkan dari konfigurasi ini cukup tinggi tetapi kurang sensitif pada perubahan horizontal sehingga konfigurasi ini sangat baik untuk *survey mapping vertical* (Taib, 2004). Konfigurasi *Wenner-Alpha* mempunyai jarak antar elektroda arus (C1-C2) dan elektroda potensial (P1-P2) sama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Persiapan

Persiapan dalam penelitian dilakukan dengan studi pustaka mengenai geologi pada daerah penelitian baik secara regional maupun lokal, peta geomorfologi, peta topografi, peta zonasi potensi area longsor, serta data sejarah longsor di zona rawan longsor. Selanjutnya dilakukan pula survei

pendahuluan untuk mendapatkan gambaran umum serta informasi lengkap pada lokasi daerah penelitian sebagai acuan untuk membuat desain survei di lokasi seperti penentuan arah dan panjang lintasan yang ditunjukkan pada Gambar 3. Letak posisi *main unit* dan panjang lintasan akan sangat menentukan jarak tiap elektroda dan posisi penempatan peralatan survei.



Gambar 3. Peta Desain Survei Daerah Penelitian Jalan Raya Suban Bandar Lampung.

Akuisisi

Akuisisi pengukuran geolistrik resistivitas 2D dengan menggunakan alat GF *Instrument ARES 3000* (Gambar 4). Topografi didapatkan dari data elevasi dari GPS Garmin 78S yang digunakan sebagai acuan dan juga pengukuran manual per titik dengan *Jacob Staff*. Posisi lintasan pengukuran ini terletak pada tepi Jalan Raya Suban dengan arah melintang ke arah timur laut pada koordinat E 535719 – E 535816 dan N 9396475 – N 9396510 dengan panjang lintasan 115 m dengan spasi elektroda 5 meter. Data pengukuran lapangan berupa data tahanan jenis yang

tersimpan otomatis di GF *Instrument ARES 3000*.



Gambar 4. Pengukuran geolistrik resistivitas 2D menggunakan alat GF *Instrument ARES 3000*.

Pengolahan

Data sekunder hasil dari pengukuran tersebut kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* guna mendapatkan nilai resistivitas semu kemudian data dipindah ke *notepad*. Format yang digunakan sebagai masukan adalah *.txt. Selanjutnya dilakukan pemodelan data penelitian dengan gambaran 2D dengan prinsip *least square inversion* menggunakan *software Res2DInv*.

Interpretasi

Tahapan interpretasi dengan melihat nilai resistivitas sebenarnya yang diperoleh dari pengolahan data yang dibandingkan dengan nilai resistivitas menurut tabel resistivitas Telford dkk. (1990). Serta melihat pada peta geologi regional wilayah penelitian yang berada pada lembar Tanjung Karang serta penelitian sebelumnya tentang daerah Jalan Raya Suban Bandar Lampung.

Hasil dan Pembahasan

Data Pengamatan

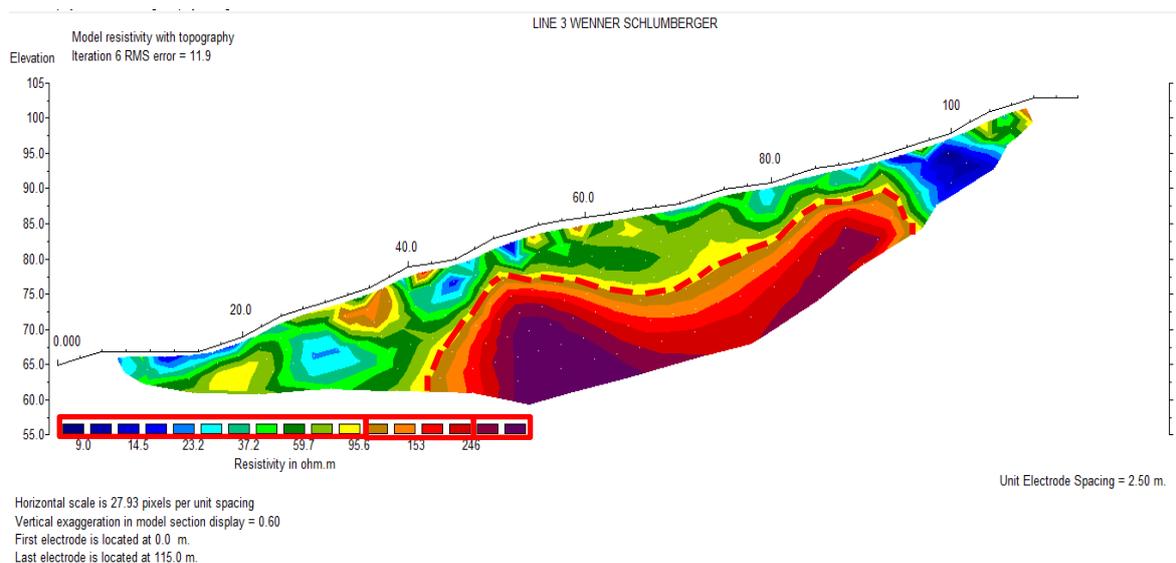
Data penelitian ini adalah data sekunder geolistrik yang berdasarkan pada data penelitian lapangan. Diperoleh 2 data pada

1 lintasan dengan konfigurasi yang berbeda panjang. Tiap lintasan 115 meter dan spasi elektroda 5 meter. Diperoleh jumlah 116 *datum point* (dp) pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan berjumlah 81 *datum point* (dp) pada konfigurasi *Wenner-Alpha* pada daerah yang rawan longsor di Jalan Raya Suban, Kecamatan Panjang, Bandar Lampung.

Pembahasan

1. Litologi Lapisan Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Hasil konfigurasi *Wenner-Schlumberger* didapatkan dengan mengubah iterasi beberapa kali sehingga didapatkan interpretasi yang mendekati kondisi lapangan sesungguhnya. Pada lintasan ini dilakukan iterasi sampai ke 6 dengan nilai *RMS error* sebesar 11,9%. Dengan kedalaman maksimal yang diperoleh dari hasil inversi yaitu 21,5 m. Berdasarkan hasil pengolahan data pada Gambar 5 dari proses akuisisi geolistrik menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dapat diketahui klasifikasi nilai resistivitas pada lapisan di daerah penelitian yang ditunjukkan oleh Tabel 1.



Gambar 5. Penampang 2D konfigurasi *Wenner-Schlumberger* hasil inversi dengan topografi.

Tabel 1. Klasifikasi nilai resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

No	Nilai Resistivitas (Ωm)	Indikator Warna	Jenis Lapisan	Jarak (m)	Ketebalan Lapisan (m)
1	1 – 95,6	Biru tua - Kuning	Batuan resistivitas rendah berasosiasi tufa lempungan dan tufa pasiran	7,5 – 109	2 – 12
2	95,6 – 250	Cokelat - Merah tua	Pasir lempungan	15 – 22 27 – 37 35 – 91	4 8,4 14,5
3	> 250	Ungu - Ungu tua	Perpaduan breksi dan batuan beku	42,5 – 65 72 – 87,5	12,5 3

Berdasarkan Tabel Resistivitas Telford dkk. (1990) dan Peta Geologi Regional Tanjung Karang, nilai resistivitas 1 Ωm – 95,6 Ωm yang ditunjukkan oleh indikator warna biru tua-kuning diduga merupakan batuan yang lapuk dan sebagai zona rawan longsor. Zona ini dapat tersaturasi air dengan resistivitas yang rendah kemungkinan dapat berasosiasi dengan batuan yang didominasi tufa lempungan dan tufa pasiran (sedimen tufa) yang berasal dari produk gunung api Formasi Tarahan dengan karakteristik mudah mengalami longsor. Material ini terletak di kedalaman 0,94 m – 15 m. Pada jarak 7,5 m – 105 lapisan ini mempunyai ketebalan bervariasi antara 2 m – 12 m.

Nilai resistivitas 95,6 Ωm – 250 Ωm yang ditunjukkan oleh indikator berwarna cokelat – merah tua diperkirakan merupakan material pasir lempungan dari Formasi Campang. Material ini berada pada kedalaman 2,3 m – 21,5 m dengan ketebalan yang bervariasi antara 2 m – 13,5 m. Pada jarak 15 m - 22 m lapisan ini memiliki ketebalan 4 m. Pada jarak 27 m – 37 m memiliki ketebalan 8,4 m. Sedangkan pada jarak 35 m – 91 m memiliki ketebalan 14,5 m.

Dalam geolistrik bidang gelincir dapat diidentifikasi dengan cara melihat terdapatnya kontras resistivitas antar dua batuan yang berdekatan. Lapisan kedap air akan mempunyai nilai tahanan jenis besar yang biasanya berada di antara lapisan yang

memiliki tahanan jenis yang lebih kecil. Pasir lempungan mempunyai sifat *impermeable/* kedap air. Jika memiliki kandungan air pada lapisan tersebut maka pasir lempungan akan menjadi licin dan menjadi bidang gelincir. Pada keadaan ini akan menggelincirkan semua material yang berada di atasnya sehingga terjadi longoran dan amblesan tanah. Bidang gelincir di lintasan pengukuran (ditandai oleh garis putus-putus berwarna merah) dapat diindikasikan berada di antara lapisan sedimen tufa dan pasir lempungan pada kedalaman 4,6 m – 15 m dari permukaan tanah.

Lintasan ini pula terdapat nilai resistivitas lebih dari 250 Ωm yang ditunjukkan oleh indikator berwarna ungu - ungu tua yang diduga merupakan lapisan keras yang memiliki nilai porositas yang buruk dan tidak dapat menyimpan air di antara pori batuan yang diduga merupakan perpaduan breksi dan batuan beku yang berasal dari Formasi Tarahan. Material ini berada pada kedalaman 9,3 m – 21,5 m dengan ketebalan mencapai 12,5 m. Pada jarak 42,5 m – 65 m lapisan ini mempunyai ketebalan 12,5 m. Sedangkan pada jarak 72 m – 87,5 m mempunyai ketebalan 3 m.

Berdasarkan hasil pemodelan lapisan dapat diidentifikasi lapisan batuan lapuk yang berasosiasi dengan tuff pasiran (sedimen tufa) dan tufa lempungan pada panjang lintasan sekitar 7,5 m – 105 m, yang di bagian bawah lintasan terdapat zona

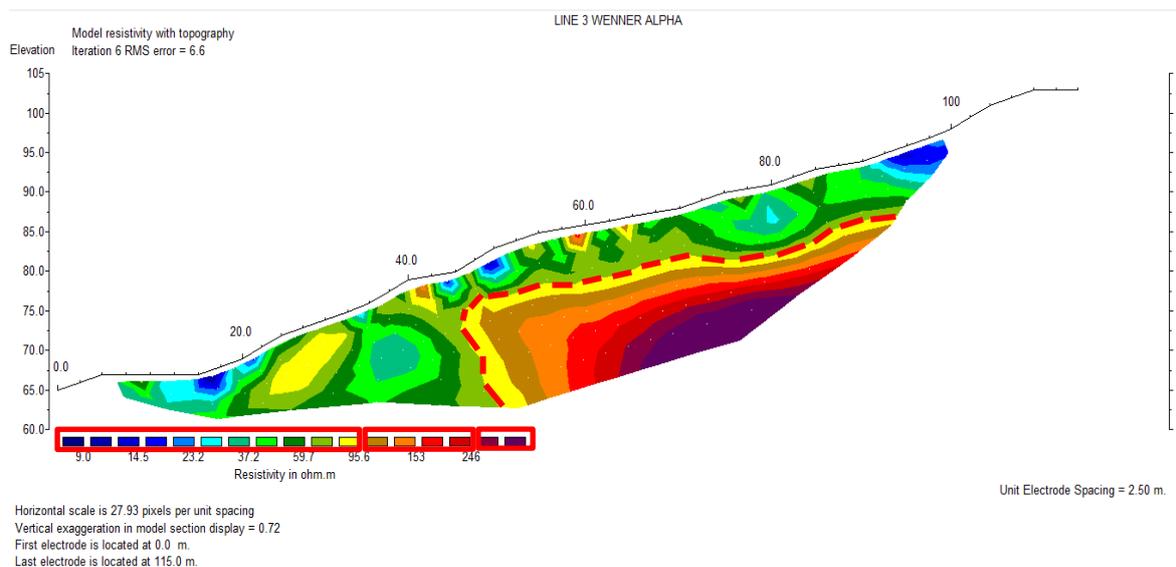
tersaturasi air dan memiliki struktur bawah tanah berupa pasir lempungan dan sedimen tufa yang dominan dengan ketebalan sedimen yang diperkirakan mencapai hingga 12 m dan kemiringan lereng >30° sehingga mempunyai risiko longsor yang tinggi.

2. Litologi Lapisan Konfigurasi Wenner-Alpha

Hasil interpretasi konfigurasi Wenner-Alpha didapatkan dengan proses iterasi beberapa kali sehingga diperoleh interpretasi yang mendekati kondisi sesungguhnya. Pada lintasan ini dilakukan proses iterasi hingga ke 6 dan diperoleh nilai RMS error sebesar 6,6%. Kedalaman maksimal didapatkan dari hasil inversi yakni 18 m. Berdasarkan hasil pengolahan data pada Gambar 6 dari proses akuisisi geolistrik dapat diidentifikasi klasifikasi

nilai resistivitas pada lapisan yang ditunjukkan oleh Tabel 3.

Berdasarkan Tabel Resistivitas Telford dkk. (1990) dan Peta Geologi Regional Tanjung Karang, nilai resistivitas 1 Ωm – 95,6 Ωm yang ditunjukkan oleh warna biru tua - kuning diduga merupakan batuan resistivitas rendah yang diidentifikasi sebagai zona rawan longsor/ batuan lapuk. Zona ini mempunyai zona yang tersaturasi air dan kemungkinan berasosiasi dengan litologi tufa pasiran (sedimen tufa) dan tufa lempungan yang berasal dari produk gunung api Formasi Tarahan dengan karakteristik mudah mengalami longsor. Material tufa pasiran (sedimen tufa) dan tufa lempungan berada pada kedalaman 0,93 m – 18 m. Pada jarak 7,5 m – 98,7 m material ini memiliki ketebalan yang bervariasi antara 2 m – 17 m.



Gambar 6. Penampang 2D konfigurasi Wenner-Alpha hasil inversi dengan topografi.

Tabel 3. Klasifikasi nilai resistivitas konfigurasi Wenner-Alpha.

No	Nilai Resistivitas (Ωm)	Indikator Warna	Jenis Lapisan	Jarak (m)	Ketebalan Lapisan (m)
1	1 – 95,6	Biru tua - Kuning	Batuan resistivitas rendah berasosiasi tufa lempungan dan tufa pasiran	7,5 – 98,7	2 – 17
2	95,6 – 250	Cokelat - Merah tua	Pasir lempungan	20 – 32 45 – 90	8 15
3	> 250	Ungu - Ungu tua	Perpaduan breksi dan batuan beku	57,5 – 80	6

Nilai resistivitas $95,6 \Omega\text{m} - 250 \Omega\text{m}$ yang ditunjukkan oleh indikator berwarna coklat – merah tua diperkirakan merupakan material pasir lempungan dari Formasi Campang. Material ini berada di kedalaman $1,25 \text{ m} - 19,8 \text{ m}$. Pada jarak $20 \text{ m} - 32 \text{ m}$ lapisan ini mempunyai ketebalan 8 m . Sedangkan pada jarak $45 \text{ m} - 90 \text{ m}$ lapisan ini mempunyai ketebalan mencapai 15 m . Hasil pemodelan lapisan konfigurasi *Wenner-Alpha* letak bidang gelincir ini diindikasikan terletak di antara lapisan sedimen tuff dan pasir lempungan pada kedalaman $4,5 \text{ m}$ sampai 18 m . Pada lintasan ini terdapat nilai resistivitas lebih dari $250 \Omega\text{m}$ yang ditunjukkan oleh indikator berwarna ungu tua yang diduga merupakan lapisan keras yang mempunyai porositas yang buruk dan tidak dapat menyimpan air diantara pori batuan yang diperkirakan perpaduan breksi dan batuan beku yang berasal dari Formasi Tarahan. Material ini berada pada kedalaman $12 \text{ m} - 18 \text{ m}$. Pada jarak $57,5 \text{ m} - 80 \text{ m}$ lapisan ini ketebalan yang relatif tipis hanya 6 m .

Berdasarkan hasil pemodelan, dapat diidentifikasi lapisan batuan lapuk yang berasosiasi dengan tufa pasiran (sedimen tufa) dan tufa lempungan pada panjang lintasan sekitar $7,5 \text{ m} - 98,7 \text{ m}$. Di bagian bawah lintasan tersebut terdapat zona tersaturasi air dan mempunyai struktur bawah tanah berupa pasir lempungan dan sedimen tufa yang dominan yang memiliki ketebalan sedimen mencapai 17 m dan kemiringan lereng $>30^\circ$ sehingga memiliki risiko tanah longsor yang tinggi.

Kesimpulan

Pada daerah penelitian, bidang gelincir berada pasir lempungan dan sedimen tufa yang terletak pada kedalaman $4,5 \text{ m} - 18 \text{ m}$ dari permukaan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa litologi batuan pada tebing Bukit Suban terdiri dari batuan lapuk yang berasosiasi dengan tufa lempungan dan tufa pasiran dengan nilai resistivitas $1 \Omega\text{m} - 95,6 \Omega\text{m}$. Lapisan kedua diduga pasir

lempungan dari Formasi Campang dengan resistivitas $95,6 \Omega\text{m} - 250 \Omega\text{m}$. Lapisan ketiga diduga perpaduan breksi dan batuan beku dari Formasi Tarahan dengan nilai resistivitas lebih dari $250 \Omega\text{m}$.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Pemerintah Daerah Kecamatan Panjang yang telah memberikan izin bagi berlangsungnya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agustina, L.K., Harbowo, D.G. dan Al Farishi, B. 2020. *Identifikasi Kawasan Rawan Longsor Berdasarkan Karakteristik Batuan Penyusun di Kota Bandar Lampung*. *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*. 3(01), pp.30-37.
<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/elipsoida/article/view/7769>
- Dani, I., Erfani, S., Yogi, I B S. dan Syah, A. 2020. *Identifikasi Bidang Gelincir Dan Edukasi Upaya Mitigasi Bencana Tanah Longsor Di Kelurahan Pidada*. In: Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat Teknologi dan Inovasi (SENAPATI) 2020. Bandar Lampung.
- Kanata, B. dan Zubaidah, T. 2013. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk Survey Pipa Bawah Permukaan*. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 7(2), pp.84-91.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/JTE/article/view/5571>
- Mangga, S.A., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer, dan Sidarto. 1993. *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Mulyasari, R., Darmawan, I.G.B., Effendi D,S., Saputro S.P., Hesti, Hidayatika, A. dan Haerudin, N. 2020. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas untuk Analisis Bidang Gelincir dan Studi Karakteristik Longsoran di Jalan Raya Suban Bandar Lampung*. Jurnal Geofisika Eksplorasi. 6(1), pp.66-76. <https://doi.org/10.23960/jge.v6i1.61>
- Mulyasari, R., Darmawan, I.G.B. dan Haerudin, N. 2021. *Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas untuk Identifikasi Litologi dan Bidang Gelincir di Kelurahan Pidada Bandar Lampung*. Journal Online of Physics. 6(2), pp.16-23. <https://online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/12973/11334>
- Nandi. 2007. *Longsor*. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS UPL.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 2019. *Wilayah Potensi Gerakan Tanah Di Provinsi Lampung Bulan Januari 2019*. Bandung.
- Romadon, I., Darsono, D. dan Koesuma, S. 2016. *Identifikasi Bidang Gelincir di Dusun Dukuh, Desa Koripan, Kecamatan Matesih, Kabupaten Karanganyar Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Alfa*. Indonesian Journal of Applied Physics. 6(2), pp.88-96. <https://doi.org/10.13057/ijap.v6i02.1892>
- Sugito, S., Irayani, Z. dan Jati, I.P. 2012. *Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas*. Berkala Fisika. 13(2), pp.49-54. https://ejournal.undip.ac.id/index.php/berkala_fisika/article/view/2704
- Taib, M.I.T. 2004. *Eksplorasi Geolistrik Diktat Kuliah Metoda Geolistrik*. Bandung: Departemen Teknik Geofisika, ITB.
- Telford, W M, Geldart, L.P., Sheriff, R.E. dan Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics, 2nd ed*. New York: Cambridge University Press.
- Tunena, M., As'ari, A. dan Tamuntuan, G.H. 2018. *Identifikasi Bidang Gelincir Dengan Eksplorasi Geolistrik Dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor Di Desa Tinoor*. Jurnal MIPA. 7(2), pp.1-5. <https://doi.org/10.35799/jm.7.2.2018.20616>
- Sutasoma, M., Susilo, A. dan Suryo, E.A. 2017. *Penyelidikan Zona Longsor dengan Metode Resistivitas dan Analisis Stabilitas Lereng untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor (Studi Kasus di Dusun Jawar, Desa Sri Mulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur)*. Indonesian Journal of Applied Physics. 7(1), pp.36-45. <https://doi.org/10.13057/ijap.v7i1.8784>