

Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan dan Bidang Gelincir Lereng Kelurahan Muara Lembu Metode Geolistrik

Zakiyul Fuadi*¹, Muhardi², Muhammad Yusa³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jalan HR. Soebrantas KM. 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Submitted : 29, Februari, 2020; Accepted: 26, Maret, 2020

Abstrak

Tanah longsor sangat berkaitan dengan bidang gelincir lereng. Tanah longsor pernah terjadi pada tahun 2015 di jalan lintas Pekanbaru-Kuansing Km.128 di Desa Muara Lembu, Kec. Singingi, Kab. Kuantan Singingi. Pencegahan dan mitigasi tanah longsor ini perlu dilakukan di daerah yang memiliki potensi longsor untuk mengurangi resiko yang akan terjadi. Salah satu upaya menanggulanginya adalah dengan cara mendeteksi kondisi dan struktur geologi bawah permukaan sehingga bidang gelincir lereng dapat diprediksi kedalamannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lapisan bawah permukaan dan menentukan kedalaman serta jenis lapisan bidang gelincir lereng Desa Muara Lembu dengan menggunakan metode geolistrik 2D konfigurasi wenner-schlumberger. Hasil interpretasi geolistrik menunjukkan lapisan penyusun bawah permukaan di area penelitian didominasi oleh batu pasir, tanah aluvium dan tanah lempung. Bidang gelincir diperkirakan berada pada kedalaman 14 m dari atas lereng dan 2,5 m – 7,5 m di bawah permukaan jalan dengan jenis lapisan batu napal, tanah aluvium, dan tanah lempung dan digolongkan menjadi bidang gelincir yang dalam dengan jenis kelongsoran luncuran.

Kata Kunci : bidang gelincir; geolistrik ; longsor

Abstract

Landslides are closely related to areas of slope slip. A landslide occurred in 2015 on the Pekanbaru-Kuansing Km. 128 road in Kelurahan Muara Lembu, Kecamatan Singingi, Kabupaten Kuantan Singingi. Prevention and mitigation of this landslide needs to be done in areas that have potential landslides to reduce the risk that will occur. One effort to overcome this is by detecting subsurface geological structures and conditions so that the depth of the slip surface can be predicted. This study aims to identify the subsurface layers and determine the depth and type of slope slip surface in Kelurahan Muara Lembu using the geoelectrical 2D with wenner-schlumberger configuration. The results of geoelectric interpretation show that the subsurface layers in the study area are dominated by sandstone, alluvium and clay. The slip surface estimated at a depth of 14 m from above the slope and 2.5 m - 7.5 m under the road surface with a type of marlite, aluvium, and clay and is classified into a deep slip surface with a sliding type.

Keywords : slope slip surface; geoelectrical ; landslide

*Corresponding author : zakiyul.fuadi@student.unri.ac.id

Another author : muhardi@eng.unri.ac.id,
m.yusa@eng.unri.ac.id

A. PENDAHULUAN

Kelurahan Muara lembu terletak di Kecamatan Singingi dimana banyak terdapat lereng dengan kemiringan berkisar antara 5 - 40% dan merupakan daerah yang berpotensi longsor. Tanah longsor pernah terjadi di Jalan lintas Kuantan Singingi- Pekanbaru di Bukik Cokiak Kelurahan Muara Lembu Kecamatan Singingi tanggal 20 November 2015 (Susandi, 2015).

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi terjadinya longsor adalah bidang gelincir (*slip surface*) lereng. Bidang gelincir adalah bidang yang menjadi dasar Bergeraknya longsor tanah (Sugito, Irayani, & Jati, 2010). Pada saat terjadi hujan, air hujan akan meresap ke dalam tanah menuju lapisan kedap air. Lapisan inilah yang akan berperan sebagai bidang gelincir yang bersifat licin sehingga menyebabkan tanah longsor (Sy & Budiman, 2013).

Pencegahan dan mitigasi tanah longsor ini perlu dilakukan di daerah yang memiliki potensi longsor untuk mengurangi resiko yang akan terjadi. Salah satu upaya menanggulangnya adalah dengan cara mendeteksi kondisi dan struktur geologi bawah permukaan sehingga bidang gelincir (*slip surface*) lereng dapat diprediksi kedalamannya (Sulaksana & Yasir, 2013). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan menggunakan metode geofisika.

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan adalah metode geolistrik tahanan jenis dua dimensi (2D). Metode geolistrik tahanan jenis dua dimensi (2D) merupakan salah satu metode geofisika yang dapat menghasilkan citra lapisan batuan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai tahanan jenis batuan penyusun lapisan tersebut (Telford, Geldart, & Sheriff, 1990).

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi lapisan bawah permukaan dan bidang gelincir lereng Desa Muara Lembu dengan metode geolistrik 2D konfigurasi wenner-schlumberger sehingga didapatkan kedalaman bidang gelincir (*slip surface*) lereng dan lapisan penyusunnya.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Longsor

Gerakan tanah atau tanah longsor merupakan keruntuhan massa tanah yang terletak di bawah sebuah lereng yang mengakibatkan pergerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya ke arah bawah lereng (Terzaghi & Ralph, 1987). Gerakan massa tanah terjadi karena adanya gangguan terhadap kesetimbangan gaya penahan (*shear strength*) dan gaya peluncur (*shear stress*) yang bekerja pada suatu lereng (Naryanto, 2013).

Longsor dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan tipe pergerakan tanah dan tipe material longsor. Tipe pergerakan longsor menunjukkan mekanisme aktual bagaimana material tanah atau batuan dipindahkan. Menurut (Highland & Bobrowsky, 2008), tipe longsor adalah sebagai berikut: tipe runtuh, tipe jatuhnya, tipe luncuran, tipe sebaran, dan tipe aliran

Faktor lain yang sangat berpengaruh adalah bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*). Pada umumnya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut (Sugito et al., 2010) Curah hujan yang tinggi juga menjadi faktor terbesar dalam terjadinya tanah longsor. Tanah yang memiliki sifat lolos air akan membentuk aliran air menuju bidang kontak yang bertindak

sebagai bidang gelincir (Jufriadi & Ayu, 2014) yang bersifat jenuh air dan licin (Herlin & Budiman, 2012).

Bidang gelincir biasanya terdiri dari dua lapisan tanah yang keras dan lunak serta berperan sebagai bidang yang bersifat menahan air (permeabilitas rendah) dan bersifat padat yang menyebabkan tanah lapuk bergerak di atasnya (Dona, Akmam, & Sudiar, 2015). Secara umum bidang gelincir memiliki ciri-ciri, yaitu bidang antar lapisan batuan, bidang kontak antara tanah penutup dengan batuan dasar, bidang kontak antara batuan yang retak-retak dengan batuan yang kuat, bidang kontak antara batuan yang bersifat permeabel dan impermeabel, dan bidang kontak antara tanah yang lunak dengan tanah yang padat (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2010).

Kedalaman bidang gelincir dari permukaan tanah sangat penting bagi deskripsi tanah longsor. Kedalaman bidang gelincir diukur dari permukaan. Terdapat empat kelas kedalaman bidang gelincir, yaitu sangat dangkal (<1,5 meter), dangkal (1,5 meter – 5 meter), dalam (5 meter – 20 meter) dan sangat dalam (>20 meter) (Zulfiadi, 2011).

2. Konsep Dasar Resistivitas

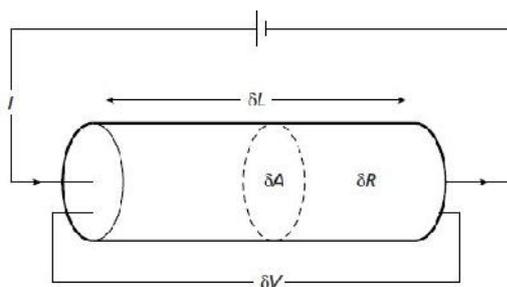
Prinsip dasar pada metode resistivitas adalah mengukur perbedaan beda potensial di permukaan yang dihasilkan dari hasil injeksi arus ke dalam tanah. Deviasi yang dihasilkan dari pola perbedaan potensial pada tanah homogen diharapkan memberikan informasi tentang bentuk dan sifat listrik dari bawah permukaan yang tidak homogen (Kearey, Brooks, & Hill, 2002)

Secara umum, material alami memiliki karakteristik menolak aliran muatan listrik. Sifat fisik ini disebut juga sebagai kemampuan material dalam menahan arus atau dikenal dengan

resistansi. George Simon Ohm menyatakan bahwa resistansi material berbanding lurus dengan panjang material dan berbanding terbalik dengan luas penampang material itu sendiri yang digambarkan dengan rumus:

$$R = \frac{l}{A} \quad (1)$$

Besaran nilai disebut dengan nilai resistivitas suatu material dengan satuan ohm.meter. Konduktor yang baik seperti aluminium memiliki nilai resistivitas yang rendah. Sebaliknya material isolator seperti kertas dan mika memiliki nilai resistivitas yang (Alexander & Sadiku, 2013). Parameter yang digunakan untuk menentukan resistivitas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Parameter untuk menentukan resistivitas
Sumber : (Kearey et al., 2002)

Resistivitas suatu medium adalah tahanan atau hambatan yang diberikan oleh medium tersebut terhadap arus listrik yang melaluinya dimana besar hambatan yang diberikan berbanding lurus dengan nilai resistivitasnya. Persamaan hambatan pada suatu medium dapat dilihat pada persamaan di bawah ini:

$$R = \frac{l}{A} \quad (2)$$

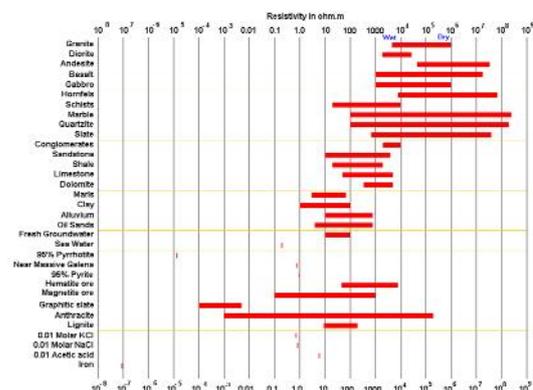
Resistivitas tanah dan batuan terkait dengan berbagai hal parameter geologis seperti kandungan mineral dan cairan, porositas, dan derajat kejenuhan pada material. Survey resistivitas listrik telah digunakan selama beberapa dekade

di Indonesia untuk keperluan investigasi hidrogeologis, pertambangan, dan geoteknis (Loke, 2004).

3. Tahanan Jenis Tanah dan Batuan

Survey tahanan jenis bertujuan untuk menampilkan gambar sebaran tahanan jenis tanah dan batuan di bawah permukaan bumi. Material-material di alam memiliki tahanan jenis yang spesifik, sehingga dapat diukur dengan alat geolistrik. Tahanan jenis batuan umumnya meningkat seiring dengan berkurangnya porositas. Namun, batuan yang terbentuk dari proses pengkristalan dengan porositas intergranular yang diabaikan bersifat konduktif di sepanjang retakan dan celah (Kearey et al., 2002).

Nilai resistivitas material alam dapat dilihat pada Gambar 2.

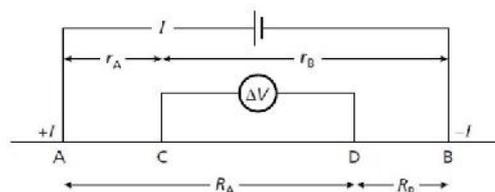


Gambar 2. Resistivitas material alam
 Sumber : (Loke, 2004)

4. Metode Geolistrik

Prinsip metode geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schumberger pada tahun 1912. Metode geolistrik adalah metode dalam geofisika yang mempelajari dan memanfaatkan sifat aliran listrik di bawah permukaan bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Metode ini dilakukan melalui pengukuran beda potensial yang ditimbulkan akibat arus listrik dari sumber DC (Direct Current) atau arus

searah yang diinjeksikan ke bawah permukaan bumi dengan bantuan sepasang elektroda arus. Aliran arus listrik akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Perbedaan potensial yang terukur merefleksikan keadaan di bawah permukaan bumi. Perbedaan potensial diukur melalui sepasang elektroda potensial. Susunan elektroda metode geolistrik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan elektroda metode geolistrik
 Sumber : (Kearey et al., 2002)

Di dalam metode geolistrik resistivitas ini terdapat 2 macam metode dalam pengambilan datanya, yaitu : metode geolistrik resistivitas *mapping* dan metode geolistrik resistivitas *sounding*. Metode resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan tanah bawah permukaan secara horizontal. Sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas batuan di dalam permukaan bumi secara vertikal.

Nilai yang didapat dari pengukuran geolistrik pada pembacaan alat yaitu berupa nilai arus yang diinjeksikan dan nilai potensial yang dihasilkan. Nilai k untuk setiap konfigurasi berbeda-beda. Tahanan jenis bumi secara umum tidaklah homogen, berarti nilai tahanan jenis yang terhitung adalah tahanan jenis semu (*apparent resistivity*). Secara teoritis tahanan jenis yang terukur pada metode geolistrik bukanlah tahanan jenis yang

sesungguhnya, melainkan tahanan jenis semu. Nilai tahanan jenis semu dapat dihitung menggunakan :

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \quad (3)$$

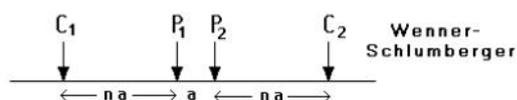
dimana:

- ρ_a = Tahanan Jenis Semu (ohm.m)
- K = Faktor geometri konfigurasi
- V = Beda Potensial (volt)
- I = Arus listrik (ampere)

Metode geolistrik resistivitas memiliki beberapa kelebihan yaitu bersifat tidak merusak lingkungan, pengoperasian mudah dan cepat, biayanya murah, dan dapat mengidentifikasi kedalaman sampai beberapa meter sehingga banyak dipakai dalam survei lingkungan seperti diantaranya untuk menentukan stabilitas lereng, survei daerah rawan dan investigasi pergerakan massa (*mass movement*) (Supeno, Priyantari, & Halik, 2005)

5. Konfigurasi Wenner - Schlumberger

Konfigurasi wenner-schlumberger cukup sensitif dalam memetakan struktur baik secara horizontal maupun vertikal. Konfigurasi ini memiliki cakupan horizontal yang lebih baik dibandingkan konfigurasi wenner. Susunan elektroda konfigurasi wenner-schlumberger dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger
 Sumber : (Loke, 2004)

Faktor geometri untuk konfigurasi wenner-schlumberger adalah $k = n(n + 1) a$.

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kelurahan Muara Lembu, Kecamatan Singingi, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau tepatnya pada jalan lintas Pekanbaru – Kuantan Singingi KM.128. Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Lokasi Penelitian

2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Geolistrik (*resistivity meter*) GeoResist-RS505. Peralatan lainnya yang digunakan adalah: kabel arus 2 gulungan (500 meter/gulung), kabel potensial 2 gulungan (100 meter/gulung), elektroda potensial (tembaga) 2 buah, elektroda arus (stainless) 2 buah, baterai Kering 12 Volt 3 buah, palu, laptop, meteran dengan panjang 100 m, *walkie talkie* 3 buah, paku dan tali.

3. Prosedur Penelitian

a. Kajian Literatur

Kajian literatur adalah tahapan awal dalam penelitian ini untuk mencari referensi yang akan menjadi landasan dalam melakukan penelitian. Kajian literatur bertujuan untuk memperoleh gambaran masalah yang akan diteliti dan tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian. Referensi yang digunakan berasal dari berbagai sumber seperti buku, jurnal nasional maupun

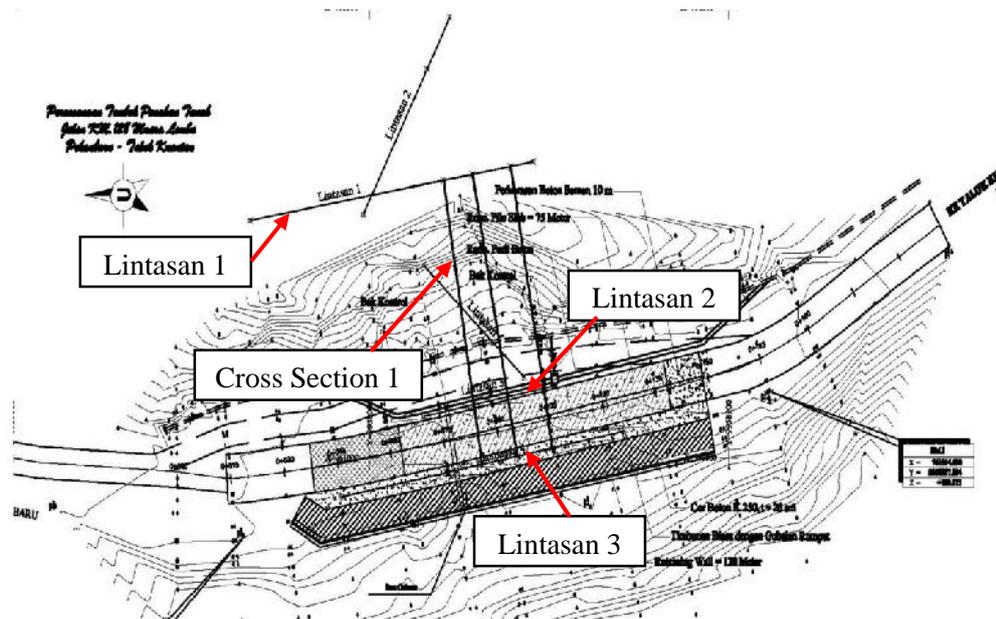
internasional yang berhubungan dengan bidang geoteknik, geolistrik, dan resistivitas. Kajian literatur akan membantu dalam pemecahan masalah dan memperoleh tujuan dari penelitian.

b. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperlukan untuk memperkuat hasil penelitian. Nilai resistivitas material alam menunjukkan bahwa ada banyak tumpang tindih tahanan jenis antara berbeda batuan. Akibatnya, untuk mengidentifikasi jenis batuan tidak mungkin jika hanya berdasarkan data resistivitas. Untuk itu, diperlukan data sekunder lainnya dalam menentukan jenis batuan seperti informasi sebaran batuan pada suatu wilayah dan data pengujian pengeboran.

c. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dimulai dengan observasi awal untuk menentukan jumlah lintasan, letak lintasan, arah lintasan, panjang lintasan dan spasi yang akan digunakan pada saat pengambilan data. Observasi awal diperlukan untuk memperoleh kondisi aktual di lapangan sebelum dilakukan proses pengambilan data. Banyak lintasan yang digunakan adalah sebanyak 3 lintasan dengan spasi 2,5 m dan 5 m. Panjang lintasan 1 dan 3 adalah 80 m dan panjang lintasan 2 adalah 37,5 m. Lintasan 1 terletak pada atas lereng sedangkan Lintasan 2 dan 3 terletak pada bawah lereng. Peta situasi letak lintasan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta situasi letak lintasan

d. Interpretasi Data

Interpretasi data menggunakan *software* RES2DINV. Sebelum melakukan *running* dengan *software* ini, dilakukan perhitungan nilai tahanan jenis semu dengan menggunakan *software*

Microsoft Excel. Data yang digunakan adalah nilai tahanan jenis semu (apparent resistivity) yang telah dikali dengan faktor geometri konfigurasi yang digunakan.

e. Analisis Data

Hasil output dari software RES2DINV berupa lapisan bawah permukaan yang dicitrakan dengan warna tertentu yang menunjukkan besaran nilai resistivitas material penyusun hingga kedalaman tertentu. Gambar inilah yang dianalisis untuk diketahui jenis material penyusun bawah permukaan dan lapisan yang diduga menjadi bidang gelincir lereng di lokasi penelitian. Material penyusun bawah permukaan ditentukan

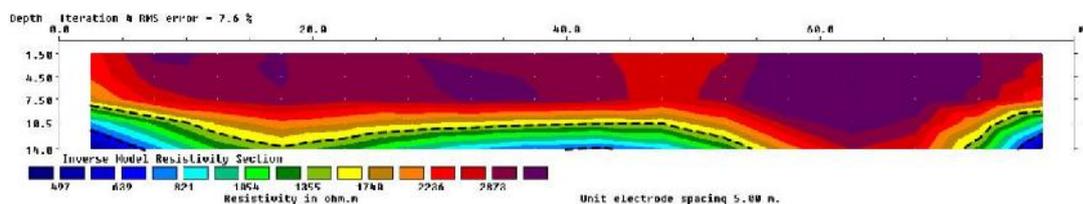
berdasarkan tabel nilai resistivitas dan sebaran batuan yang dapat dilihat dari peta geologi.

f. Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan tahap akhir dari penelitian ini untuk mendapatkan informasi material penyusun bawah permukaan dan kedalaman lapisan yang diduga sebagai bidang gelincir jika terjadi longsor.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Lintasan 1

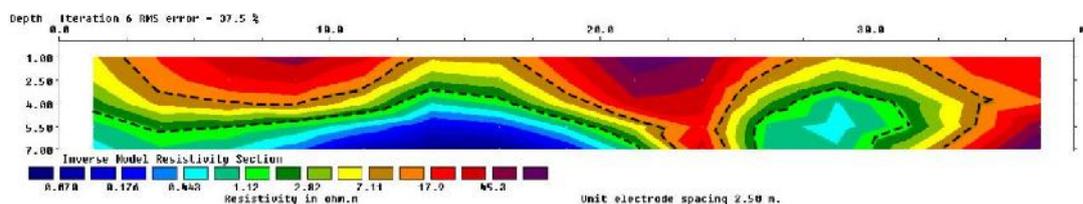


Gambar 6. Hasil interpretasi lintasan 1

Pada Gambar 6 terlihat variasi dari nilai tahanan jenis tanah dan batuan oleh skala warna yang berbeda. Setiap warna mempresentasikan jenis material yang berbeda. Range nilai tahanan jenis pada Lintasan 1 berkisar antara 497 m hingga 2873 m. Tahanan jenis pada

Lintasan 1 bernilai tinggi dengan pendugaan lapisan penyusun adalah batu pasir, batu kuarsit, batu serpih, batu gamping, dan tanah aluvium hingga kedalaman ± 14 m di bawah permukaan tanah.

2. Lintasan 2



Gambar 7. Hasil interpretasi lintasan 2

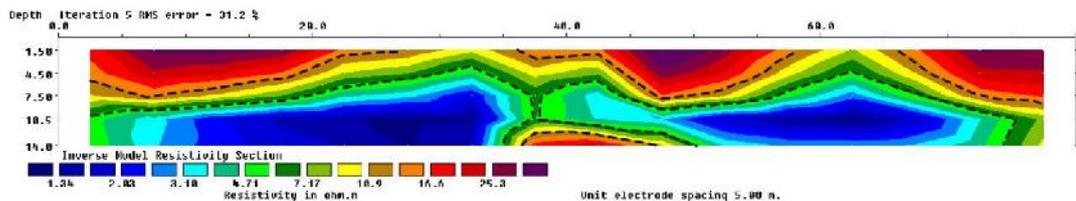
Pada Gambar 8 terlihat variasi dari nilai tahanan jenis tanah dan batuan oleh skala warna yang berbeda. Setiap warna mempresentasikan jenis material yang berbeda. Range nilai tahanan jenis pada Lintasan 2 berkisar antara 0,07 m hingga 45,3 m. Tahanan jenis pada

Lintasan 2 sangat rendah dibandingkan dengan lintasan 1. Lapisan penyusun pertama diduga adalah jenis batu pasir, batu napal, tanah lempung dan tanah aluvium dengan nilai tahanan jenis sebesar 17,9 m – 45,3 m yang terletak hingga kedalaman $\pm 2,5$ m di bawah

permukaan tanah. Lapisan kedua diduga adalah jenis material batu napal, tanah lempung, dan tanah aluvium yang terletak pada kedalaman $\pm 2,5$ m – 4 m dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 2,82 m – 17,9 m. Lapisan dengan nilai tahanan jenis 0,07 m – 2,82 m diduga

adalah lapisan lunak yang terdeteksi dengan material penyusun adalah tanah lempung yang memiliki kadar air tinggi. Lapisan tanah lunak ini dimulai pada kedalaman ± 4 m – 7 m di bawah permukaan tanah.

3. Lintasan 3

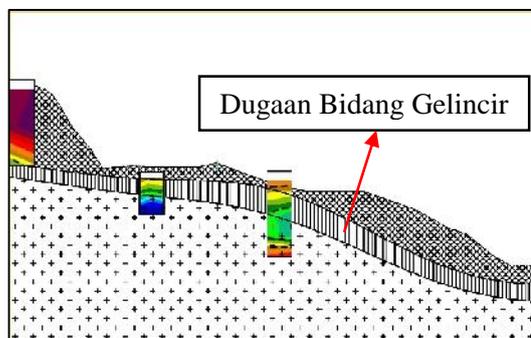


Gambar 8. Hasil interpretasi lintasan 3

Pada Gambar 9 terlihat variasi dari nilai tahanan jenis tanah dan batuan oleh skala warna yang berbeda. Setiap warna mempresentasikan jenis material yang berbeda. *Range* nilai tahanan jenis pada Lintasan 4 berkisar antara 1,34 m hingga 25,3 m. Tahanan jenis pada Lintasan 3 sangat rendah mendekati tahanan jenis pada Lintasan 2. Pendugaan lapisan pertama adalah jenis material batu pasir, batu napal, tanah lempung, dan tanah aluvium dengan nilai tahanan jenis sebesar 16,6 m – 25,3 m yang terletak hingga kedalaman $\pm 4,5$ m di bawah permukaan tanah. Lapisan kedua adalah jenis material batu napal, tanah lempung, dan tanah aluvium yang diduga terletak pada kedalaman $\pm 4,5$ m – 7,5 m dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 7,17 m – 16,6 m. Lapisan ketiga dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 1,34 m – 7,17 m diduga adalah lapisan lunak yang terdeteksi dengan material penyusun adalah tanah lempung yang memiliki kadar air tinggi. Lapisan tanah lunak ini dimulai pada kedalaman $\pm 7,5$ m – 14 m di bawah permukaan tanah.

4. Potongan Melintang Lereng

Dugaan bidang gelincir dapat dilihat pada Gambar 9 yang menampilkan potongan melintang lereng dan dugaan lapisan penyusun bawah permukaan yang menjadi bidang gelincir.



Gambar 9. Hasil interpretasi lintasan 3

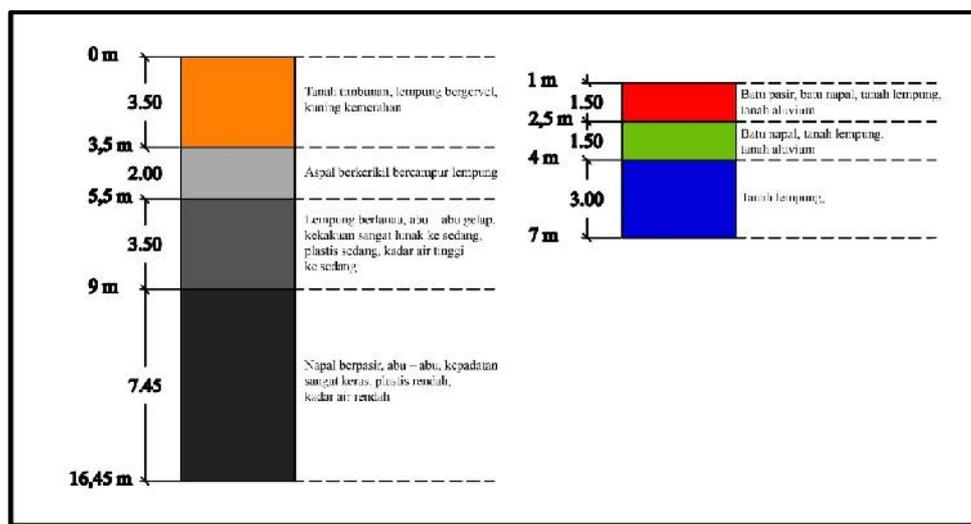
Gambar 9 menunjukkan bahwa dugaan bidang gelincir berada pada lapisan kedua dimana menjadi lapisan peralihan antara lapisan yang keras dan lunak. Dugaan bidang gelincir diperkirakan berada pada kedalaman $\pm 2,5$ m – 7,5 m jika diukur dari permukaan jalan raya di bawah lereng. Lapisan penyusun bidang gelincir diduga adalah

lapisan batu napal, tanah aluvium dan tanah lempung.

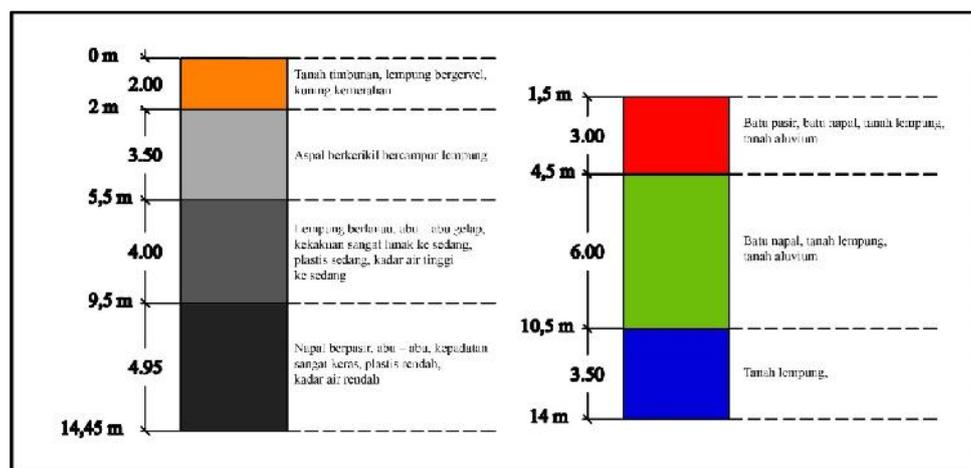
5. Perbandingan Jenis Lapisan Tanah Berdasarkan Hasil Geolistrik dan Pengeboran

Perbandingan hasil pengujian pengeboran dengan hasil interpretasi geolistrik diperlukan untuk mengetahui apakah hasil geolistrik memiliki korelasi dengan hasil pengeboran pada daerah penelitian. Hal ini akan memperkuat

pendugaan material penyusun bawah permukaan pada area penelitian. Selain itu, hasil pendugaan geolistrik juga akan dibuktikan kebenarannya berdasarkan hasil pengujian pengeboran. Lintasan yang dibandingkan adalah Lintasan 2 dan Lintasan 3 sesuai dengan letak yang berdekatan dengan lubang bor. Perbandingan penampang antara titik BH-01 dan BH-02 dengan potongan cross section hasil interpretasi geolistrik Lintasan 2 dan 3 dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Penampang hasil pengeboran (kiri) dan hasil interpretasi geolistrik (kanan) lintasan 2



Gambar 11. Penampang hasil pengeboran (kiri) dan hasil interpretasi geolistrik (kanan) lintasan 3

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Interpretasi geolistrik dan hasil pengeboran terdapat kesesuaian pada jenis lapisan bawah permukaan akan tetapi kedalaman lapisan berbeda dengan hasil pengeboran.
2. Lapisan bawah permukaan di daerah penelitian didominasi oleh batu pasir, tanah aluvium, batu napal, dan tanah lempung.
3. Bidang gelincir pada area penelitian dimulai pada kedalaman ± 14 m dari atas lereng dan kedalaman $\pm 2,5$ m – 7,5 m pada sisi kiri dan kanan jalan di bawah lereng dengan ketegori dalam (5 m - 20 m).
4. Jenis lapisan yang menjadi bidang gelincir adalah lapisan batu napal, tanah aluvium, dan tanah lempung dimana menjadi bidang kontak antara tanah pasir batu dengan dengan lempung yang mengandung kadar air tinggi. Jenis kelongsoran adalah tipe luncuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. O. (2013). *Fundamentals of Electric Circuits* (fifth edit). New York: McGraw-Hill.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2010). *Pengenalan Gerakan Tanah*. Retrieved from https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf
- Dona, I. R., Akmam, & Sudiar, N. Y. (2015). Kecamatan Padang Selatan Staf Pengajar Jurusan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang. *Pillar Of Physics*, 5, 1–8.
- Herlin, H. S., & Budiman, A. (2012). Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi Wenner-Schlumberger. *Jurnal Fisika Unand*, 1(1), 19–24.
- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *The Landslide Handbook — A Guide to Understanding Landslides* (Circular 1). Reston, Virginia: U.S. Geological Survey.
- Jufriadi, A., & Ayu, H. D. (2014). Aplikasi Geolistrik Resistivitas untuk Mengetahui Distribusi Tahanan Jenis dalam Investigasi Potensi Bencana Longsor di Perbukitan Ampelgading Kabupaten Malang. *FOTON, Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 18(2), 15–20.
- Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. (2002). *An Introduction to Geophysical Exploration*. (O. Mead, Ed.) (Third Edit). Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Loke, M. . (2004). Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging surveys By. Retrieved from www.geoelectrical.com
- Naryanto, H. S. (2013). Analisis Kondisi Bawah Permukaan Dan Risiko Bencana Tanah Longsor Untuk Arahkan Penataan Kawasan Di Desa Tengkluk Kecamatan Tawangmangu Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 13(2), 74–81. <https://doi.org/10.29122/jsti.v13i2.881>
- Sugito, Irayani, Z., & Jati, I. P. (2010). Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas. *Berkala Fisika*, 13(2), 49–54.
- Sulaksana, N., & Yasir, I. Z. (2013). Survey Geofisika Metode Resistivitas 2-D untuk Mitigasi

- Bencana Longsor di Lintasan Kereta Api Purwakarta - Padalarang. *Bulletin of Scientific Contribution*, 11(3), 153–167.
- Supeno, Priyantari, N., & Halik, G. (2005). Penentuan Struktur Bawah Permukaan Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Interpretasi Data Resistivitas Determination of Subsurface Structure of Landslide Area According to Interpretation of Resistivity Data, 48–55.
- Susandi, W. (2015). Bukik Cokiak Muara Lembu Longsor, Arus Lalu Lintas Telukkuantan-Pekanbaru macet. Retrieved from <https://www.goriau.com/berita/baca/bukik-cokiak-muara-lembu-longsor-arus-lalu-lintas-telukkuantanpekanbaru-macet.html>
- Sy, M. I., & Budiman, A. (2013). (Studi Kasus : Kelurahan Lumbang Bukit Kecamatan Pauh Padang) Muhammad Iqbal Sy , Arif Budiman. *Jurnal Fisika Unand*, 2(2), 88–93.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO97811139167932>
- Terzaghi, K., & Ralph, P. B. (1987). Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa. *Penerbit Erlangga*.
- Zulfiadi, Z. (2011). *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran.



© 2020 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)