



Identifikasi Bidang Gelincir Longsor di Jalan Lingkar Barat Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole

Erin Savitri Gawing¹⁾, Suaedi²⁾, Rahma Hi. Manrulu^{1*)}

¹⁾ Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

²⁾ Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespondensi : rahmamanrulu@uncp.ac.id

ABSTRACT-This study aims to interpret the structure of the subsurface layer and visualize the depth of the landslide slip field in the construction of the Palopo City West Ring Road. This research was carried out at the West Ring Road project of Palopo City, Lebang Village, Wara Barat District. This research is a type of field research with a quantitative descriptive approach, namely taking measurements using the dipole-dipole configuration geoelectric method. This study uses three tracks with a length of 70 meters each and a space of 5 meters. Data processing uses Res2dinv software to obtain a 2D inversion that describes the structure of the subsurface layer and the depth of the slip field and Surfer software to determine the volume of material/rock that will be released from the slip plane during a landslide in a 3-dimensional view. The results showed that the three tracks have the same rock layers, namely: sand, gravel, clay, sandstone, shale, quartzite, conglomerate, basalt, and quartzite. The depth of the slip plane obtained in each track is different, track 1 is at a depth of 3.5 meters with a resistivity value of 207–688 m which is thought to be a type of rock/sandstone and basalt material, track 2 is at a depth of 3.14 meters with the resistivity value of 404–755.5 m which is suspected to be a type of rock/sandstone material, basalt, and sand, and pass 3 is at a depth of 5.32 meters with a resistivity value of 404–755.5 m which is thought to be a type of rock/stone material. sand, basalt, and sand as well as the volume of rock/material that can be released on the slip plane during a landslide is 31,843 m³ with a thickness of 12 meters.

ABSTRAK-Penelitian ini bertujuan menginterpretasikan struktur lapisan bawah permukaan dan memvisualisasikan kedalaman bidang gelincir tanah longsor pada pembangunan Jalan Lingkar Barat Kota Palopo. Penelitian ini dilaksanakan di proyek Jalan Lingkar Barat Kota Palopo, Kelurahan Lebang, Kecamatan Wara Barat. Penelitian ini merupakan jenis penelitian lapangan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, yakni melakukan pengukuran menggunakan metode geolistrik konfigurasi *dipole-dipole*. Penelitian ini menggunakan tiga lintasan dengan panjang masing-masing lintasan 70 meter dan spasi 5 meter. Pengolahan data menggunakan *software Res2dinv* untuk memperoleh inversi 2D yang menggambarkan struktur lapisan bawah permukaan serta kedalaman bidang gelincir dan *software Surfer* untuk mengetahui volume material/batuhan yang akan terlepas dari bidang gelincir saat terjadi longsor dalam tampilan 3 dimensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga lintasan memiliki penyusun lapisan batuan yang sama, yaitu: pasir, kerikil, lempung, batu pasir, serpihan, kuarsit, konglomerat, basalt, dan kuarsit. Kedalaman bidang gelincir yang diperoleh pada setiap lintasan berbeda-beda, lintasan 1 berada pada kedalaman 3,5 meter dengan nilai resistivitas 207–688 Ωm yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir dan basal, lintasan 2 berada pada kedalaman 3,14 meter dengan nilai resistivitas 404–755,5 Ωm yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir, basal, dan pasir, serta lintasan 3 berada pada kedalaman 5,32 meter dengan nilai resistivitas 404–755,5 Ωm yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir, basal, dan pasir serta volume batuan/material yang dapat terlepas pada bidang gelincir saat terjadi longsor sebesar 31.843 m³ dengan ketebalan 12 meter.

Kata Kunci : longsor, bidang gelincir, geolistrik

PENDAHULUAN

Kota Palopo merupakan salah satu kota berkembang yang membutuhkan berbagai fasilitas sarana dan prasarana agar mampu menunjang kebutuhan masyarakat dalam melangsungkan kehidupan bersosial. Pemenuhan kebutuhan tersebut melibatkan berbagai pembangunan di sejumlah penggunaan lahan kosong, salah satunya melalui pembangunan Jalan Lingkar Barat (JLB) di Kelurahan Lebang, Kecamatan Wara Barat. Jalan tersebut berfungsi sebagai jalur alternatif arus lalu lintas terusan dari pusat kota untuk mengantisipasi meningkatnya jumlah kendaraan yang mengakibatkan kemacetan pada jam-jam tertentu dalam wilayah Kota Palopo. Pembangunan JLB ini menimbulkan longsor di beberapa tempat ditandai dengan adanya bekas longsoran, bidang diskontinuitas, pengikisan/erosi, material timbunan, keadaan batuan yang mudah lapuk, keadaan tanah yang kurang padat, dan lereng yang terjal setelah dilakukannya peninjauan awal pada lokasi. Jalan ini terletak di area dataran tinggi dan secara langsung berada di atas pemukiman warga yang dapat mengancam keselamatan sehingga perlu dilakukan kajian berupa identifikasi struktur lapisan batuan bawah permukaan dan bidang gelincir sebagai acuan dalam perencanaan pembangunan JLB Kota Palopo.

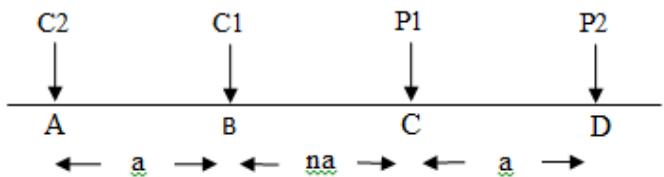
Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bidang gelincir longsor adalah metode geolistrik tahanan jenis. Metode ini pada dasarnya mengukur harga resistivitas batuan yang dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik (I) ke bawah permukaan bumi melalui sepasang elektroda kemudian mengukur beda potensial (ΔV) yang dihasilkan sehingga resistivitas semu batuan dapat dihitung (Manrulu & Nurfalaq, 2017). Resistivitas semu ini dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho_{\alpha} = K \frac{\Delta V}{I} \quad \dots (1)$$

Salah satu konfigurasi dalam metode geolistrik yang sering digunakan dalam

mengidentifikasi bidang gelincir adalah konfigurasi *dipole-dipole*. Konfigurasi ini dapat diterapkan untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan pada objek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan konfigurasi *wenner* dan konfigurasi *schlumberger*. Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke, 1999).

Susunan elektroda konfigurasi *dipole-dipole* dapat dilihat pada Gambar 1. Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu a . Konfigurasi ini mempunyai faktor lain yaitu n yang merupakan rasio jarak antara elektroda $C1 P1$ dan $C1C2$.



Gambar 1. Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi *dipole-dipole* (Reynolds, 1997)

Faktor geometri (K) konfigurasi *dipole-dipole* yaitu:

$$K = n(n+1)(n+2)\pi\alpha \quad \dots (2)$$

sehingga persamaan (1) yang digunakan untuk menghitung resistivitas semu dapat ditulis sebagai berikut:

$$\rho_{\alpha} = n(n + 1)(n + 2)\pi\alpha \frac{\Delta V}{I} \quad \dots (3)$$

Konfigurasi *dipole-dipole* ini telah digunakan oleh peneliti terdahulu untuk mengidentifikasi bidang gelincir longsor diantaranya tentang penentuan bidang gelincir untuk mitigasi longsor di Kelurahan Battang (Sunarmi, 2018), identifikasi batuan bawah permukaan daerah longsor Kelurahan Kambo Kota Palopo (Nurfalaq & Jumardi, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan struktur lapisan bawah permukaan dan memvisualisasikan

kedalaman bidang gelincir longsor pada proyek pembangunan Jalan Lingkar Barat Kota Palopo.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Lingkar Barat yang berada pada koordinat $2^{\circ}59'32,5''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'34''\text{BT}$ menuju ke arah Barat dengan koordinat $2^{\circ}59'32,09''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'36,36''\text{BT}$, Kelurahan Lebang, Kecamatan Wara Barat, Kota Palopo.

Peralatan yang digunakan dalam akuisisi data terdiri atas 1 set alat ukur geolistrik tahanan jenis (*resistivitymeter*, elektroda, aki, palu), 1 buah *Global Positioning System (GPS)*, 2 buah meteran 100 m, 2 rol kabel 100 m, 1 unit laptop, 1 unit kamera, dan alat tulis menulis. Pengolahan data dan interpretasi menggunakan *software* yang terdiri atas *microsoft excel*, *Res2dinv*, dan *Surfer*.

Akuisisi Data

Akuisisi data geolistrik resistivitas dilakukan secara langsung di lapangan. Penelitian ini menggunakan tiga lintasan dengan panjang masing-masing lintasan 70 meter dan jarak spasi elektroda 5 meter. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan alat *resistivitymeter*. Prosedur dalam akuisisi data pada penelitian adalah sebagai berikut:

- Menentukan lokasi pengukuran yang akan dilakukan.
- Menentukan lintasan pengukuran, spasi elektroda, dan arah lintasan dengan menggunakan kompas atau GPS.
- Membentangkan meteran pada tiap lintasan dengan jarak yang telah ditentukan.
- Memasang dua elektroda arus dan dua elektroda potensial berdasarkan spasi elektroda yang telah ditentukan. Pada konfigurasi *dipole-dipole*, elektroda disusun sesuai dengan Gambar 1.
- Menyusun rangkaian *resistivitymeter* kemudian memasang kabel arus dan kabel potensial ke masing-masing elektroda menggunakan jepitan.

- Mengaktifkan *resistivitymeter* kemudian menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah melalui elektroda yang sudah terpasang.
- Mencatat nilai arus listrik (I), dan beda potensial (ΔV) yang terukur pada *resistivitymeter*.
- Mengulangi langkah (d) pada saat jarak antara sepasang elektroda arus dengan sepasang elektroda potensial diperlebar dengan kelipatan 2a, 3a, 4a, hingga na pada tiap-tiap lintasan.

Pengolahan dan Interpretasi Data

Data yang didapatkan di lapangan diolah berdasarkan persamaan resistivitas semu (persamaan 3), sehingga diperoleh nilai resistivitas semu (ρ_a) dengan memasukkan nilai ΔV , I , a , dan K ke dalam *software Microsoft Excel*, kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan *software Res2dinv* untuk memperoleh inversi 2D yang menggambarkan struktur lapisan bawah permukaan dan kedalaman bidang gelincir. Selanjutnya melakukan visualisasi data pada *software Surfer* untuk memperoleh tampilan 3D sehingga dapat diketahui estimasi volume material/batuhan yang akan terlepas dari bidang gelincir saat terjadi longsor di Jalan Lingkar Barat Kota Palopo.

Jenis material diinterpretasikan melalui citra warna dan nilai resistivitas menggunakan *software Res2dinv* yang selanjutnya akan dicocokkan dengan nilai tahanan jenis batuan Tabel 1. Setelah itu dapat diinterpretasikan jenis material setiap lapisan bawah permukaan dan kedalaman bidang gelincir dalam tampilan 2 dimensi.

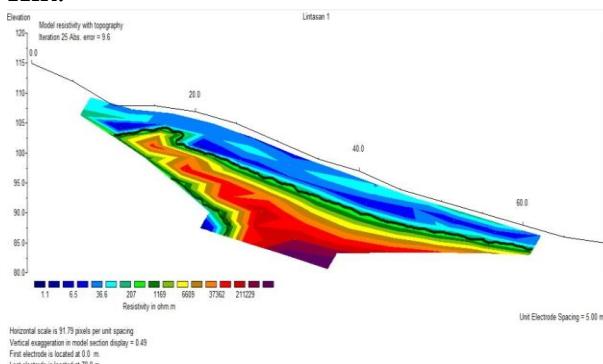
Tabel 1. Nilai resistivitas dari berbagai batuan (Milsom, 2003)

Jenis batuan/tanah/air	Tingkat resistivitas (Ωm)
<i>Topsoil</i>	50-100
<i>Loose sand</i>	500-5.000
<i>Gravel</i>	100-600
<i>Wheathered bedrock</i>	100-1.000
<i>Sandstone</i>	200-8.000
<i>Limestone</i>	500-10.000
<i>Greenstone</i>	500-200.000

Gabbro	100-500.000
Granit	200-100.000
Basal	200-100.000
Graphitic schists	10-500
Slates	500-500.000
Kuarsit	500-800.000

HASIL DAN PEMBAHASAN

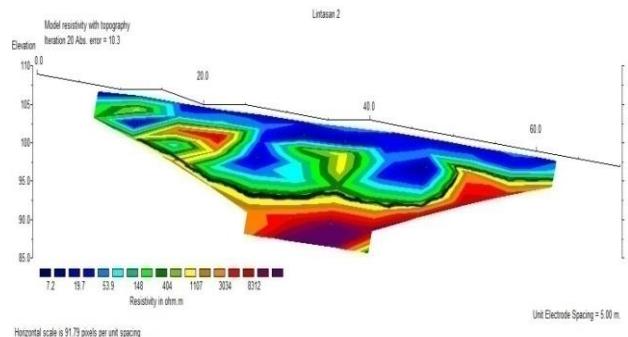
Lintasan 1 berada pada koordinat $2^{\circ}59'32,5''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'34''\text{BT}$ menuju ke arah Barat dengan koordinat $2^{\circ}59'32,09''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'36,36''\text{BT}$ pada ketinggian 85–115 meter. Setelah dikorelasikan dengan data geologi, tabel resistivitas dan hasil pengolahan data 2D diperoleh kedalaman 35 meter dan nilai *error* sebesar 9,6% pada Gambar 2, serta hasil interpretasi dapat dilihat pada tabel 1. Kedalaman bidang gelincir yang diperoleh adalah 3,5 meter, sedangkan kemiringan lerengnya adalah 3° . Bidang gelincir merupakan batas antara material rapuh dan material kompak yaitu berada diantara nilai resistivitas 207 Ωm dan 1169 Ωm .



Gambar 2. Penampang pseudosection Res2dinv lintasan 1

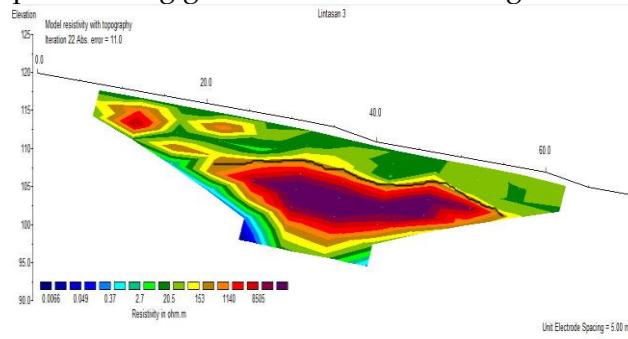
Lintasan 2 berada pada koordinat $2^{\circ}59'33,0147''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'35,009''\text{BT}$ menuju ke arah Selatan dengan koordinat $2^{\circ}59'35,3582''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'35,121''\text{BT}$ pada ketinggian 97–109 meter. Setelah dikorelasikan dengan tabel resistivitas dan hasil pengolahan data 2D diperoleh kedalaman 25 meter dan nilai *error* sebesar 10,3% pada gambar 3. Kedalaman bidang gelincir yang diperoleh adalah 3,14 meter, sedangkan kemiringan lerengnya adalah $1,22^{\circ}$. Bidang gelincir merupakan batas antara material rapuh dan material kompak yaitu

berada diantara nilai resistivitas 404 Ωm dan 1107 Ωm .



Gambar 3. Penampang pseudosection Res2dinv lintasan 2

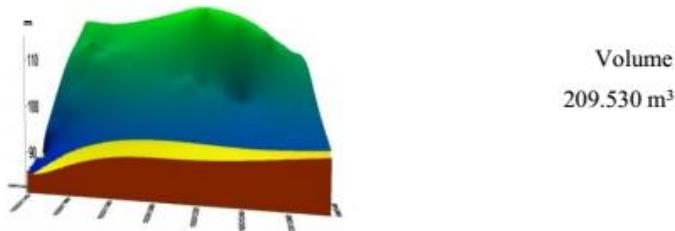
Lintasan 3 berada pada koordinat $2^{\circ}59'34,6091''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'34,221''\text{BT}$ menuju ke arah Timur dengan koordinat $2^{\circ}59'26,589''\text{LS}$ dan $120^{\circ}10'33,873''\text{BT}$ pada ketinggian 104–120 meter. Setelah dikorelasikan dengan, tabel resistivitas dan hasil pengolahan data 2D diperoleh kedalaman 30 meter dan nilai *error* sebesar 11,0% pada Gambar 4. Kedalaman bidang gelincir yang diperoleh adalah 5,32 meter, sedangkan kemiringan lerengnya adalah 8° . Bidang gelincir merupakan batas antara material rapuh dan material kompak yaitu berada diantara nilai resistivitas 153 Ωm dan 1140 Ωm . Pada lintasan ini, bidang gelincir dapat memicu terjadinya jenis longsor rotasi yaitu bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.



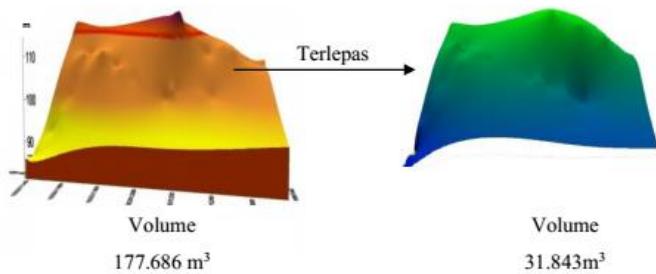
Gambar 4. Penampang pseudosection Res2dinv lintasan 3

Pengolahan data menggunakan *software Surfer* dilakukan setelah menghitung ketebalan tiap lapisan batuan pada nilai inversi *Res2dinv* dan memasukkan nilai titik koordinat tiap

lintasan pengukuran sehingga dapat diketahui volume batuan/material yang terlepas dari bidang gelincir saat terjadi longsor dalam tampilan 3D.



Gambar 5. Sebelum batuan/material rapuh terlepas dari bidang gelincir



Gambar 6. Setelah batuan/material rapuh terlepas dari bidang gelincir

Pembahasan

Nilai resistivitas bidang gelincir pada penelitian ini telah sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, bahwa nilai resistivitas bidang gelincir berada di bawah $1000 \Omega\text{m}$. Pengamatan pada vegetasi lahan daerah penelitian didapatkan kurangnya pepohonan dan hanya didominasi oleh semak belukar sehingga hal tersebut menyebabkan kurangnya penyerapan air pada tanah yang dapat menyebabkan terjadinya longsor.

Lintasan 1 pada penampang *pseudosection* gambar 2 terlihat citra warna yang berbeda-beda. Lapisan pertama merupakan lapisan rapuh yang diduga merupakan jenis batuan/material pasir, kerikil, lempung, dan berbagai serpihan. Lapisan kedua merupakan bidang gelincir yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir dan basalt. Lapisan ketiga merupakan lapisan kompak yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir, kerikil, konglomerat, dan basalt, berdasarkan tafsiran secara kuantitatif pada gambar lintasan 1 dari kontras resistivitas antar dua

batuan/material konglomerat dan kuarsit berdasarkan tafsiran secara kuantitatif pada gambar lintasan 1 dari kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan. Pada lintasan ini, bidang gelincir dapat memicu terjadinya jenis longsor translasi yaitu bergeraknya massa tanah dan batuan dari bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai dengan arah menurun (ke bawah) dari arah Timur ke Barat dan merupakan jenis bidang gelincir dangkal dengan klasifikasi jenis kemiringan lereng landai.

Lintasan 2 pada penampang *pseudosection* Gambar 3 terlihat citra warna yang berbeda-beda. Lapisan pertama merupakan lapisan rapuh yang diduga merupakan jenis batuan/material lempung, pasir, kerikil dan berbagai serpihan. Lapisan kedua merupakan bidang gelincir yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir, basalt, dan pasir. Lapisan ketiga merupakan lapisan kompak yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir, konglomerat, basalt, kuarsit berdasarkan tafsiran secara kuantitatif pada gambar lintasan 2 dari kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan. Pada lintasan ini, bidang gelincir dapat memicu terjadinya longsor rotasi yaitu bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung dengan arah menurun (ke bawah) dari arah Utara ke Selatan dan merupakan jenis bidang gelincir dangkal dengan klasifikasi jenis kemiringan lereng datar.

Lintasan 3 pada penampang *pseudosection* Gambar 4 terlihat citra warna yang berbeda-beda. Lapisan pertama merupakan lapisan rapuh yang diduga merupakan jenis batuan/material lempung dan berbagai serpihan. Lapisan kedua merupakan bidang gelincir yang diduga merupakan jenis batuan/material kerikil, lempung dan pasir. Lapisan ketiga merupakan lapisan kompak yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir, kerikil, konglomerat, dan basalt, berdasarkan tafsiran secara kuantitatif pada gambar lintasan 3 dari kontras resistivitas antar dua

batuan yang saling berdekatan. Pada lintasan ini, bidang gelincir dapat memicu terjadinya jenis longsor rotasi yaitu bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung dengan arah menyamping ke Barat dan merupakan jenis bidang gelincir dalam dengan klasifikasi jenis kemiringan lereng miring.

Gambar 5 dan 6 merupakan hasil penggabungan tiga lintasan menggunakan software Surfer. Gambar 5 merupakan ilustrasi dari susunan lapisan material/batuan pada wilayah pengukuran, sedangkan gambar 6 merupakan ilustrasi dari lapisan batuan berat/kompak yang tertinggal setelah lapisan batuan ringan/rapuh terlepas dari bidang gelincir. Hal ini disebabkan oleh resapan air saat hujan yang dapat menambah beban serta berat jenis tanah batuan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi *dipole-dipole* dalam mengidentifikasi struktur bawah permukaan dan kedalaman bidang gelincir pada pembangunan JLB Kota Palopo disimpulkan bahwa ketiga lintasan memiliki penyusun lapisan batuan dan kedalaman bidang gelincir yang berbeda-beda pada tiap lintasan, yaitu: lintasan 1 berada pada kedalaman 3,5 meter dengan nilai resistivitas 207–688 Ωm yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir dan basalt, lintasan 2 berada pada kedalaman 3,14 meter dengan nilai resistivitas 404–755,5 Ωm yang diduga merupakan jenis batuan/material batu pasir, basalt, dan pasir, serta lintasan 3 berada pada kedalaman 5,32 meter dengan nilai resistivitas 153–646,5 Ωm yang diduga merupakan jenis batuan/material batu kerikil, lempung, dan pasir serta estimasi volume batuan/material yang dapat terlepas pada bidang gelincir saat terjadi longsor sebesar 31.843 m^3 dengan ketebalan rata-rata 12 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Loke, M. H. (1999). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies, A Practical Guide to 2D and 3D Surveys*. Penang.
- Manrulu, R. H., & Nurfalaq, A. (2017). *Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Palopo: UNCP Press.
- Milsom, J. (2003). *Field Geophysics*. London: John Wiley and Sons Ltd.
- Nurfalaq, A., & Jumardi, A. (2019). Identifikasi Batuan Bawah Permukaan Daerah Longsor Kelurahan Kambo Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole. *Jurnal Geocelebes* Vol. 3 No.2, 66-74.
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. Geophysics in Hydrogeological*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Sunarmi. (2018). *Penentuan Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis sebagai Mitigasi Longsor di Kelurahan Battang*. Palopo: Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo.