

Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2 Dimensi Konfigurasi Wenner (Studi Kasus: Padayo Bukit Atas Indarung Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang)

Syinta Gussri Fatmawati*, Afdal

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang-24163

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 12 Agustus 2022

Direvisi: 25 Agustus 2022

Diterima: 29 Agustus 2022

Kata kunci:

Bidang gelincir

Res2dinv

Tahanan jenis

Wenner

Keywords:

Slide Surface

Res2dinv

Resistivity method

Wenner

Penulis Korespondensi:

Syinta Gussri Fatmawati

Email: syintagussri@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan investigasi bidang gelincir tanah longsor di daerah perkebunan Desa Padayo Bukit Atas Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang menggunakan metode geolistrik resistivitas 2 dimensi konfigurasi Wenner. Pengambilan data dilakukan pada dua lintasan sejajar dengan panjang tiap lintasan yaitu 60 m. Daerah perbukitan tersebut memiliki kemiringan kurang lebih 45°. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software res2dinv* untuk menampilkan citra 2 dimensi lapisan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bidang gelincir pada masing-masing lintasan merupakan lapisan lempung. Lintasan 1 dengan nilai resistivitas 100 Ωm - 179 Ωm pada kedalaman 2,50 m - 3,96 m dan ketebalan 3 m. Sedangkan Lintasan 2 dengan nilai resistivitas 31,1 Ωm - 55,8 Ωm pada kedalaman 0,90 m - 3,96 m dan ketebalan 3 m.

Research to investigated landslides slip surface in the plantation area of Padayo Village Bukit Atas Indarung, Lubuk Kilangan District, Padang City has been carried out. Data collected using the 2-dimensional resistivity method with Wenner configuration at two parallel tracks with 60 m length with a slope of approximately 45°. Data processing is carried out using res2dinv software to display a 2-dimensional resistivity image of the subsurface layer. The results showed that the slip surface on each track was a layer of clay. Track 1 with a resistivity value of 100 m - 179 m at a depth of 2.50 m - 3.96 m and a thickness of 3 m. While Track 2 with a resistivity value of 31.1 m - 55.8 m at a depth of 0.90 m - 3.96 m and a thickness of 3 m.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Longsor merupakan perpindahan massa tanah atau batuan secara alami dalam waktu singkat dan volume yang besar. Ada beberapa faktor pemicu terjadinya longsor seperti kemiringan lereng, curah hujan dan jenis tanah atau batuan yang menjadi bidang gelincir. Keterjalan suatu lereng sangat berpengaruh terhadap kerentanan tanah longsor. Lereng yang curam akan memiliki potensi longsor yang lebih besar. Pada umumnya tanah yang mengalami longsor bergerak di atas bidang gelincir. Pada saat terjadinya hujan kestabilan tanah dan material pembentuk lereng terpengaruh oleh air hujan yang meresap hingga ke lapisan batuan. Lapisan batuan akan menjadi licin sehingga akan membuat material longsor bergerak menuruni lereng. Tempat bergesernya material longsor inilah yang berperan sebagai bidang gelincir, sehingga terjadinya pergerakan tanah atau tanah longsor.

Bidang gelincir merupakan lapisan yang menjadi bidang gerak dari lapisan material longsor. Bentuk dan struktur bidang gelincir akan mempengaruhi pola pergerakan material longsor yang ada di atasnya. Bidang gelincir merupakan salah satu faktor penting terjadinya longsor (Romadon and Irwan, 2016). Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang dapat menggambarkan kedalaman bidang gelincir longsor guna menghindari kerugian yang lebih besar. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian terkait potensi tanah longsor dengan berbagai metode seperti metode geolistrik tahanan jenis, metode seismik, dan metode suseptibilitas magnetik.

Geolistrik tahanan jenis merupakan metode yang banyak digunakan oleh beberapa peneliti untuk mengidentifikasi bidang gelincir tanah longsor. (Sy and Budiman, 2013) melakukan penelitian investigasi bidang gelincir pada dua lintasan sejajar dengan metode geolistrik tahanan jenis dua dimensi menggunakan Konfigurasi Wenner-Schlumberger. (Irayani *et al.*, 2016) menginvestigasi bidang gelincir zona rawan tanah longsor di Bukit Pawinihan, menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi wenner. (Brahmantyo and Yulianto, 2014) mengidentifikasi bidang gelincir di kelurahan Sukorejo menggunakan konfigurasi dipole-dipole.

Metode ini merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Metode geolistrik juga dapat menentukan ketebalan atau kedalaman lapisan yang memiliki potensi longsor serta litologinya sehingga diketahui lapisan yang berperan sebagai bidang gelincir. Oleh karena itu, metode ini dapat digunakan untuk survei wilayah yang rentan terhadap bencana longsor karena setiap lapisan tanah mempunyai nilai resistivitas yang berbeda.

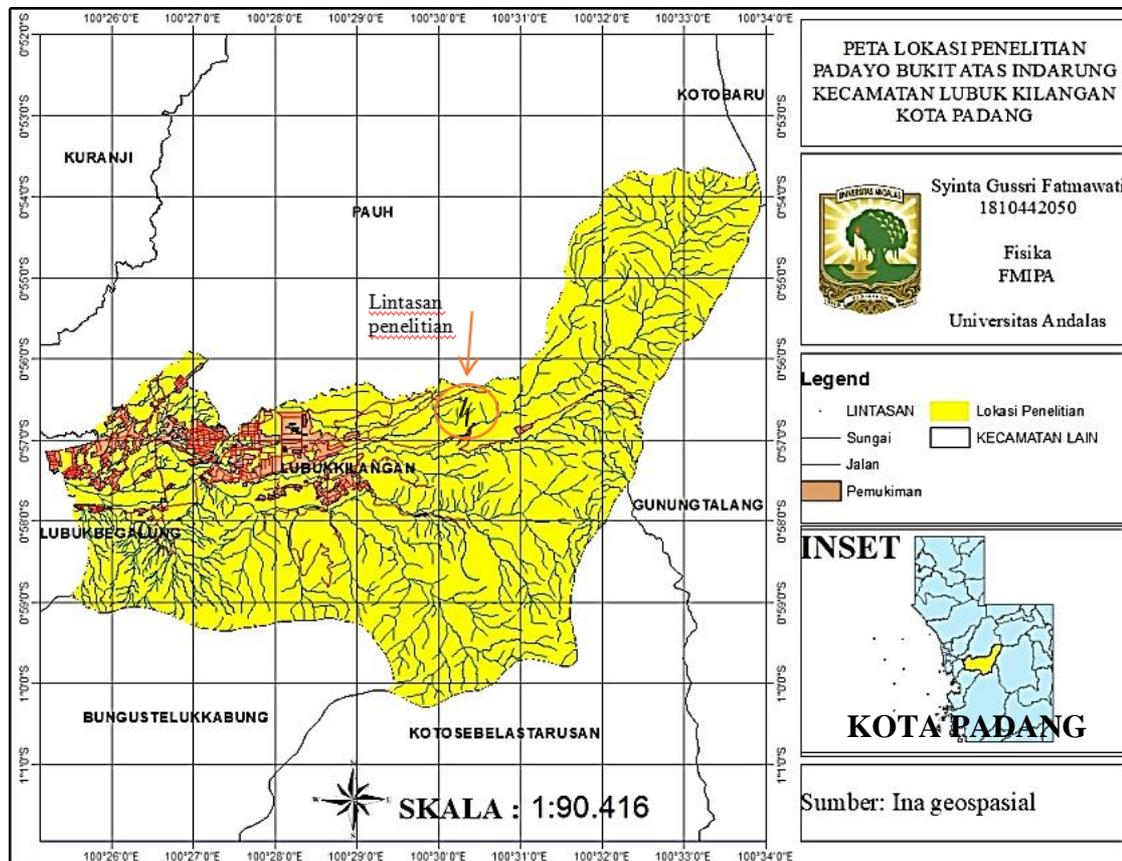
Desa Padayo Bukit Atas merupakan salah satu contoh daerah perbukitan dengan kemiringan lereng yang curam. Daerah ini banyak digunakan untuk pemukiman warga, lahan pertanian, perkebunan, peternakan dan tempat wisata. Desa ini terletak di puncak bukit dengan kemiringan lereng 45° dan diklasifikasikan lereng yang curam. Selain itu, curah hujan yang tinggi juga mempengaruhi pergerakan tanah di perbukitan dan dapat menyebabkan tanah longsor sehingga akan merugikan warga sekitar. Tercatat di Stasiun Meteorologi Padang, bahwa rata-rata curah hujan di wilayah ini mencapai 4.500 mm/tahun (BPS, 2021).

II. METODE

Penelitian dilakukan di Desa Padayo Bukit Atas Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang. Adapun tahapan penelitian meliputi survei lokasi, pengambilan data, pengolahan data, interpretasi data dan analisis data. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *resistivitymeter* yang digunakan untuk mengukur nilai resistivitas batuan, dua pasang elektroda arus dan potensial, kabel penghubung untuk menghubungkan masing-masing elektroda dengan *resistivitymeter*, akumulator sebagai sumber tegangan, palu untuk menancapkan elektroda ke dalam tanah, *Global Positioning System* (GPS) digunakan untuk mengukur koordinat atau posisi dan ketinggian titik pengamatan, meteran sebagai alat ukur panjang lintasan dan jarak antar elektroda.

Pengambilan data dilakukan pada dua lintasan sejajar dengan panjang masing-masing lintasan yaitu 60 m menggunakan konfigurasi Wenner. Langkah pengambilan data diawali dengan perancangan tabel akuisisi data, menentukan garis survei lapangan, menancapkan elektroda, menginjeksikan arus, mencatat nilai arus dan beda potensial, lalu pindahkan elektroda ke titik berikutnya. Ulangi langkah ini untuk seluruh titik sepanjang lintasan.

Penelitian dilaksanakan dari Bulan Februari sampai Bulan Juni 2022. Lokasi penelitian adalah daerah rawan bencana longsor di Padayo Bukit Atas Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Fisika Bumi Universitas Andalas.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Setelah pengambilan data, kemudian dilakukan perhitungan nilai faktor geometri konfigurasi Wenner dengan menggunakan Persamaan 1

$$K = 2\pi a \quad (1)$$

dengan a adalah spasi elektroda. Selanjutnya menghitung nilai resistivitas semu (*apparent resistivity*) menggunakan Persamaan 2

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

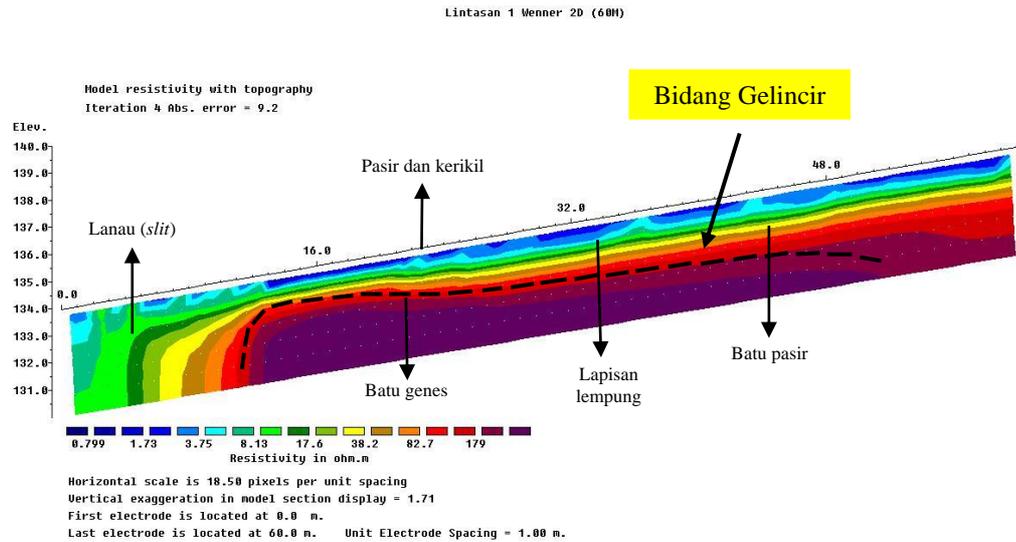
dengan ρ adalah nilai resistivitas semu, ΔV adalah nilai beda potensial, K adalah faktor geometri dan I adalah nilai arus listrik. Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software RES2DINV* untuk memberikan tampilan citra 2 dimensi lapisan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai resistivitas.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Lintasan 1

Lintasan 1 terletak pada koordinat ($100^{\circ}30'16.33''$ BT dan $0^{\circ}56'27.52''$ LS) sampai ($100^{\circ}30'15.81''$ BT dan $0^{\circ}56'29.37''$ LS). Ketinggian Lintasan 1 berkisar antara 134 – 138 mdpl. Sudut kemiringan lereng Lintasan 1 adalah 45° dan diklasifikasikan sebagai kemiringan lereng sangat curam. Kemiringan lereng merupakan unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi tanah. Hasil citra dua dimensi untuk Lintasan 1 ditampilkan pada Gambar 2.

Dapat dilihat bahwa lapisan bawah permukaan Lintasan 1 memiliki beberapa jenis material seperti yang terlihat di Tabel 1.



Gambar 2 Citra 2 dimensi Lintasan 1

Gambar 2 merupakan model hasil inversi citra dua dimensi Lintasan 1. Dapat dilihat pengukuran dilakukan pada ketinggian 134 m. Hasil citra dua dimensi Lintasan 1 diperoleh dengan melakukan iterasi sebanyak 4 kali dengan *RMS-error* sebesar 9,2%. Sedangkan rentang nilai resistivitas daerah penelitian bervariasi mulai dari 0,799 Ωm – 179 Ωm .

Tabel 1 Hasil Interpretasi Lintasan 1

No	Warna Penampang	Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman (m)
1.		0,799 - 3,75	Pasir dan kerikil	0,250 – 3,96
2.		8,13 - 17,6		
3.		17,7 - 38,2	Lanau (<i>slit</i>)	1,27 - 3,96
4.		38,3 - 82,7		
5.		82,8 - 179	Lapisan lempung	2,00 – 3,96

Lapisan pertama yaitu berwarna biru tua dan biru muda dengan rentang nilai resistivitas 0,799 – 3,75, posisinya terletak di sepanjang lintasan pengukuran pada kedalaman yang bervariasi mulai dari 0,250 m – 1,27 m serta memiliki ketebalan 1 m. Lapisan ini berupa pasir dan kerikil. Hal ini disebabkan karena letaknya yang berada mendekati permukaan. Batuan ini termasuk dalam jenis batuan sedimen yang terbentuk oleh endapan yang biasa terjadi di permukaan bumi dan di bawah tanah atau di dalam air.

Lapisan kedua ditandai dengan warna hijau muda dan hijau tua dengan rentang nilai resistivitas berkisar antara 8,13 Ωm - 17,6 Ωm , terdapat di semua titik sepanjang lintasan dan dominan berada di titik awal pengukuran dengan ketebalan 3 m - 4 m, sedangkan pada titik lain ketebalannya hanya 1 m saja. Jenis batuan masih berupa pasir dan kerikil.

Lapisan ketiga ditandai dengan warna kuning dan coklat memiliki nilai resistivitas sebesar 17,7 Ωm - 38,2 Ωm pada kedalaman 1,27 - 3,96 m, posisinya terletak mulai dari titik 6 m sampai ujung lintasan. Lapisan ini dominan berada di titik awal pengukuran dengan ketebalan 2 m - 3 m pada kedalaman 2,50 m – 3,96 m. Jenis batuan berupa lanau (*slit*). Lapisan lanau merupakan tanah atau batuan yang memiliki ukuran diselang pasir dan lempung.

Lapisan keempat ditandai dengan warna orange dan merah memiliki nilai resistivitas sebesar 38,3 Ωm - 82,7 Ωm , posisinya berada mulai dari titik 9 m - 60 m. Lapisan ini dominan terdapat di

titik 9 m - 12 m dengan ketebalan 2 m - 3 m pada kedalaman 1,50 m - 3,96 m. Sedangkan di titik 13 m - 60 m ketebalannya hanya 1 m pada kedalaman 1,27 m - 2,50 m. Jenis batuan pada lapisan ini masih berupa lanau (*slit*).

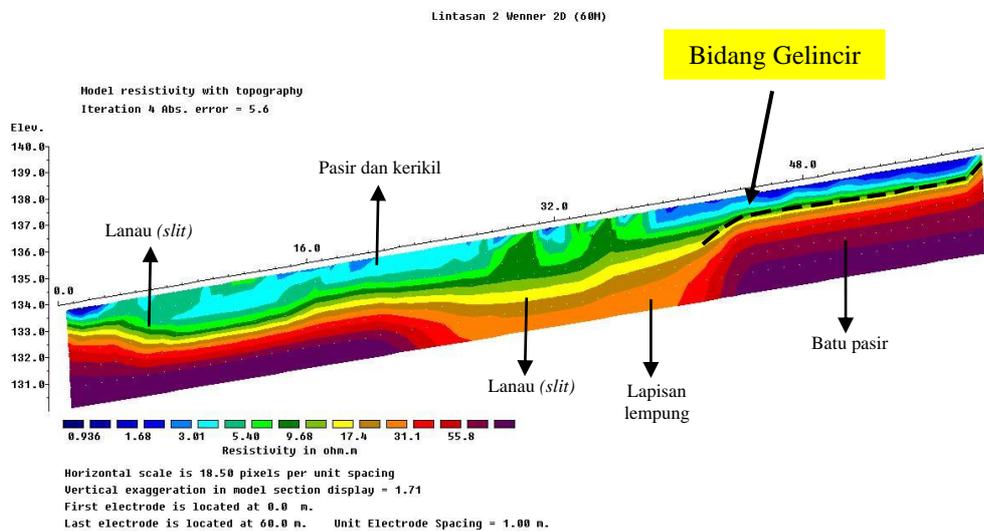
Lapisan terakhir dengan warna merah tua dan ungu memiliki nilai resistivitas sebesar 82,8 Ωm - 179 Ωm , diidentifikasi sebagai lapisan paling keras di Lintasan 1. Jenis batumannya adalah lapisan lempung. Hal ini dibuktikan dengan peta geologi kota Padang khususnya wilayah Indarung dimana jenis batuan di daerah tersebut terdiri dari bebatuan *alluvial* berupa pasir, lempung agak keras, lanau, pasir dan kerikil serta bongkahan-bongkahan batuan vulkanik (Kastowo *et al.*, 1996). Berdasarkan nilai resistivitas batuan dan mineral pada Tabel 2.1, nilai resistivitas batuan yang diduga sebagai bidang gelincir pada Lintasan 1 adalah lapisan lempung.

Bidang gelincir biasanya dicirikan oleh lapisan kedap air, yang memiliki nilai resistivitas lebih tinggi, dan lapisan dengan nilai resistivitas lebih tinggi menunjukkan kandungan air yang lebih sedikit. Dari porositas batuan, porositas lapisan kedap air sangat kecil. Nilai porositas (%) lanau (*slit*) dan lapisan lempung (*clay*) berturut-turut adalah 35 - 50 dan 5 - 50 (Freeze and Cherry, 1979).

Lapisan lempung yang agak keras sulit menyimpan dan meloloskan air. Hal ini akan menyebabkan air dari lapisan atas akan terakumulasi pada batuan tersebut yang menjadikan batuan tersebut licin. Lapisan lempung yang licin ini akan berperan sebagai bidang tempat Bergeraknya material pelapukan yang berada di atasnya ke luar dari lereng bukit.

3.2 Lintasan 2

Lintasan 2 dengan koordinat (100°30'17.12" BT dan 0°56'29.34" LS) sampai (100°30'16.50" BT dan 0°56'31.14" LS) terletak di bekas longsor yang terjadi tahun 2020. Panjang lintasan pengukuran Lintasan 2 adalah 60 m dengan ketinggian berkisar antara 134 m - 138 mdpl. Hasil citra dua dimensi untuk Lintasan 2 ditampilkan pada Gambar 3. Dapat dilihat bahwa lapisan bawah permukaan Lintasan 2 memiliki beberapa jenis batuan seperti yang terlihat di Tabel 2.



Gambar 3 Citra 2 dimensi Lintasan 2

Gambar 3 merupakan model hasil inversi citra dua dimensi Lintasan 2. Dapat dilihat pengukuran dilakukan pada ketinggian 134 m. Hasil citra dua dimensi Lintasan 2 diperoleh dengan melakukan iterasi sebanyak 4 kali dengan *RMS-error* sebesar 5,6%. Sedangkan rentang nilai resistivitas daerah penelitian bervariasi mulai dari 0,936 Ωm - 55,8 Ωm .

Tabel 2 Hasil Interpretasi Lintasan 2

No	Warna Penampang	Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman (m)
1.		0,936 - 3,01	Pasir dan kerikil	0,25 - 3,96
2.		5,48 - 9,68		
3.		9,69 - 17,4	Lanau (<i>slit</i>)	0,25 - 3,96
4.		17,5 - 31,1		
5.		31,2 - 55,8	Lapisan lempung	0,90 - 3,96

Lapisan pertama yaitu berwarna biru tua dan biru muda dengan rentang nilai resistivitas 0,936 – 3,01 Ωm , posisinya terletak di sepanjang lintasan pengukuran pada kedalaman yang bervariasi. Lapisan ini dominan berada di titik 7 m -16 m dengan ketebalan lapisan 1 m pada kedalaman 0,250 m – 1,27 m. Jenis batumannya yaitu pasir dan kerikil.

Lapisan kedua ditandai dengan warna hijau muda dan hijau tua memiliki rentang nilai resistivitas berkisar antara 5,48 Ωm - 9,68 Ωm , posisinya terletak di sepanjang lintasan pengukuran dan dominan terdapat di tengah lintasan dengan ketebalan 1m - 1,5 m pada kedalaman 0,250 m - 2,50 m. Jenis batumannya masih berupa pasir dan kerikil.

Lapisan ketiga hampir sama dengan lapisan kedua ditandai dengan warna kuning dan coklat memiliki nilai resistivitas sebesar 9,69 Ωm - 17,4 Ωm dengan kedalaman yang bervariasi mulai dari 1,27 m - 3,96 m. Lapisan ini dominan berada di tengah lintasan pada kedalaman 2,49 m - 3,19 m dengan ketebalan 1 m dan pada titik lainnya pada kedalaman 0,90 m -1,50 m dengan ketebalan 0,5 m. Jenis batumannya yaitu berupa lanau (*slit*).

Lapisan keempat ditandai dengan warna orange dan merah memiliki nilai resistivitas sebesar 17,5 Ωm - 31,1 Ωm . Posisinya berada di semua titik pengukuran dan dominan berada di tengah lintasan dengan ketebalan 1 m - 1,5 m pada kedalaman 2,49 m - 3,96 m. Sedangkan di titik lain berada pada kedalaman yang bervariasi mulai dari 0,90 m – 1,50 m dengan ketebalan 0,5 m. Jenis batuan pada lapisan ini masih berupa lanau (*slit*).

Lapisan terakhir dengan warna merah tua dan ungu memiliki nilai resistivitas sebesar 31,2 Ωm - 55,8 Ωm , posisinya berada pada masing-masing ujung lintasan. Jenis batumannya berupa lapisan lempung basah.

Bidang gelincir pada Lintasan 2 diduga merupakan lapisan lempung basah yang berada pada kedalaman 0,90 m – 3,96 m dari permukaan tanah. Lintasan 2 memiliki nilai porositas yang lebih besar dibandingkan Lintasan 1 karena memiliki kandungan air yang lebih banyak. Lapisan ini sangat labil apabila lapisan di atasnya bertambah bebannya. Penambahan beban diakibatkan dari pembangunan maupun air hujan karena secara gravitasi akan memperberat gaya ke bawah yang sewaktu-waktu dapat memicu adanya tanah longsor. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh (Darsono *et al.*, 2012).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bidang gelincir pada kedua lintasan merupakan lapisan lempung. Lintasan 1 dengan ketebalan 2 m - 3 m pada kedalaman 2,50 m – 3,96 m. Sedangkan Lintasan 2 dengan ketebalan 2 m - 3 m pada kedalaman 0,90 m – 3,96 m. Tipe gerakan tanah yang terjadi pada Lintasan 1 adalah longsor translasi dan pada Lintasan 2 adalah longsor rotasi berdasarkan pola bidang gelincir masing-masing lintasan.

DAFTAR PUSTAKA

BPS. (2021), “Badan Pusat Statistik Kota Padang”, Badan Pusat Statistik Kota Padang, available at: <https://padangkota.bps.go.id/indicator/153/389/1/jumlah-curah-hujan-dan-hari-hujan.html> (accessed 26 August 2022).

- Brahmantyo, A. and Yulianto, T. (2014), Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Trangkil Sejahtera Kecamatan Gunungpati Semarang, *Youngster Physics Journal*, Vol. 3.
- Darsono, Nurlaksito, B. and Legowo, B. (2012), “Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar”, *Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar*, Vol. 2 No. 1, pp. 51–60.
- Freeze and Cherry. (1979), “Freeze And Cherry 1979 : Allan R. Freeze and John A. Cherry : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive”, *University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.*, available at: <https://archive.org/details/groundwater-freeze-and-cherry-1979> (accessed 26 August 2022).
- Irayani, Z. (Zaroh), Permanajati, I. (Indra), Haryadi, A. (Aris), Wihantoro, W. (Wihantoro) and Azis, A.N. (Abdullah). (2016), “Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Dengan Metode Tahanan Jenis Dan Pengujian Sifat Plastisitas Tanah Di Bukit Pawinihan Desa Sijeruk, Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara”, *Dinamika Rekayasa*, Jenderal Soedirman University, Vol. 12 No. 2, pp. 53–57.
- Kastowo, Amin and Gerhard. (1996), “Peta Geologi Lembar Padang, Sumatera [peta] = geological map of the Padang quadrangle, Sumatera / oleh Kastowo, Gerhard W. Leo, S. Gafoer & T.C. Amin | OPAC Perpustakaan Nasional RI.”, *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi*, available at: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=721003> (accessed 26 August 2022).
- Romadon and Irwan. (2016), “Identifikasi Bidang Gelincir di Dusun Dukuh, Desa Koripan, Kecamatan Matesih, Kabupaten Karanganyar Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Alfa”, *UNS*, UNS (Sebelas Maret University), available at: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/56824/Identifikasi-Bidang-Gelincir-di-Dusun-Dukuh-Desa-Koripan-Kecamatan-Matesih-Kabupaten-Karanganyar-Menggunakan-Metode-Geolistrik-Resistivitas-Konfigurasi-Wenner-Alfa> (accessed 26 August 2022).
- Sy, M.I. and Budiman, A. (2013), “Investigasi Bidang Gelincir Pada Lereng Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dua Dimensi (Studi Kasus: Kelurahan Lumbung Bukit Kecamatan Pauh Padang)”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 2 No. 2.