

## Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Kecamatan Barangin Kota Sawahlunto

Verdillah Nur Azizah<sup>1</sup>, Afdal<sup>1\*</sup>, Dian Hadiyansyah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Bumi, Departemen Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

<sup>2</sup>Dinas ESDM Provinsi Sumatera Barat, Padang, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 22 Agustus 2023  
Direvisi: 7 September 2023  
Diterima: 10 November 2023

#### Kata kunci:

barangin  
bidang gelincir  
geolistrik resistivitas  
longsor

#### Keywords:

barangin  
slip surface  
geoelectric resistivity  
landslide

#### Penulis Korespondensi:

Afdal  
Email: [afdal@sci.unand.ac.id](mailto:afdal@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Investigasi bidang gelincir tanah longsor di Kecamatan Barangin, Kota Sawahlunto telah dilakukan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger satu dimensi. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari kantor Dinas ESDM Provinsi Sumatera Barat pada empat lintasan yang berada di Desa Durian Duo dan Lubang Panjang. Panjang masing-masing lintasan yaitu 140 m, 100 m, 100 m, dan 200 m. Pengukuran nilai resistivitas batuan dilakukan menggunakan Resistivitymeter Naniura NRD 300 Plus. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* IPI2WIN versi lite dan Surfer untuk menampilkan citra lapisan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada Desa Durian Duo bidang gelincir ditemukan pada kedalaman 3,86 meter sampai 18 meter dengan nilai resistivitas berkisar 154  $\Omega$ m dan 51  $\Omega$ m. Untuk Desa Lubang Panjang diperoleh nilai resistivitas berkisar 183  $\Omega$ m dan 430  $\Omega$ m, bidang gelincir ditemukan pada kedalaman 8,11 meter sampai 7,83 meter. Jenis batuan bidang gelincir pada daerah penelitian merupakan lapisan batu gamping. Bidang gelincir pada Desa Durian Duo dan Lubang Panjang termasuk kelas bidang gelincir yang dalam sehingga memiliki potensi tinggi untuk terjadinya tanah longsor.

*Investigation of landslide slip surface in Barangin District, Sawahlunto City has been carried out using the one-dimensional Schlumberger configuration resistivity geoelectric method. The data used is secondary data from the West Sumatra Province ESDM Service office on four tracks in the villages of Durian Duo and Lubang Panjang. The length of each track is 140 m, 100 m, 100 m and 200 m. Rock resistivity values were measured using a Naniura NRD 300 Plus Resistivitymeter. Data processing was carried out using the lite version of IPI2WIN software and Surfer to display images of the subsurface layer based on resistivity values. The research results showed that in Durian Duo Village the slip surface was found at a depth of 3.86 meters to 18 meters with resistivity values ranging from 154  $\Omega$ m and 51  $\Omega$ m. For Lubang Panjang Village, the resistivity values were found to be around 183  $\Omega$ m and 430  $\Omega$ m, the slip surface was found at a depth of 8.11 meters to 7.83 meters. The type of slip surface rock in the research area is a limestone layer. The slip surface in Durian Duo and Lubang Panjang villages are classified as deep slip surface so they have a high potential for landslides.*

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, tanah, bahan rombakan, atau material campuran yang bergerak meluncur ke bawah atau keluar dari lereng (Priyono, 2022). Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Kecamatan Barangin Kota Sawahlunto dengan 23 kejadian pada tahun 2021. Daerah yang sering mengalami bencana tanah longsor adalah Desa Durian Duo. Lereng-lereng yang pada awalnya berupa hutan lindung dan daerah resapan air dijadikan sebagai lokasi pertambangan, perkebunan, sawah, dan rumah hunian oleh masyarakat. Kondisi tersebut mempengaruhi kestabilan lereng yang mengakibatkan terjadinya bencana tanah longsor (BPS Sawahlunto, 2022).

Longsor disebabkan karena adanya gangguan kestabilan struktur tanah dan batuan, kemiringan lereng curam, curah hujan yang tinggi, dan jenis batuan yang menjadi bidang gelincir. Bidang gelincir merupakan bidang kedap air yang menjadi landasan Bergeraknya massa tanah. Pada saat musim hujan, air meresap ke dalam tanah yang menyebabkan tanah menjadi lebih berat, sehingga lapisan lapisan lunak (material longsor) bergerak ke bawah di atas lapisan keras (bidang gelincir) yang menjadi licin (Sumarli & Hau, 2021). Semakin dalam bidang gelincir, tingkat resiko terjadi longsor semakin tinggi karena volume tanah longsor akan semakin besar (Seniwati dkk., 2018). Oleh karena itu karakteristik (kedalaman, kemiringan, ketebalan, dan panjang) bidang gelincir penting untuk diketahui.

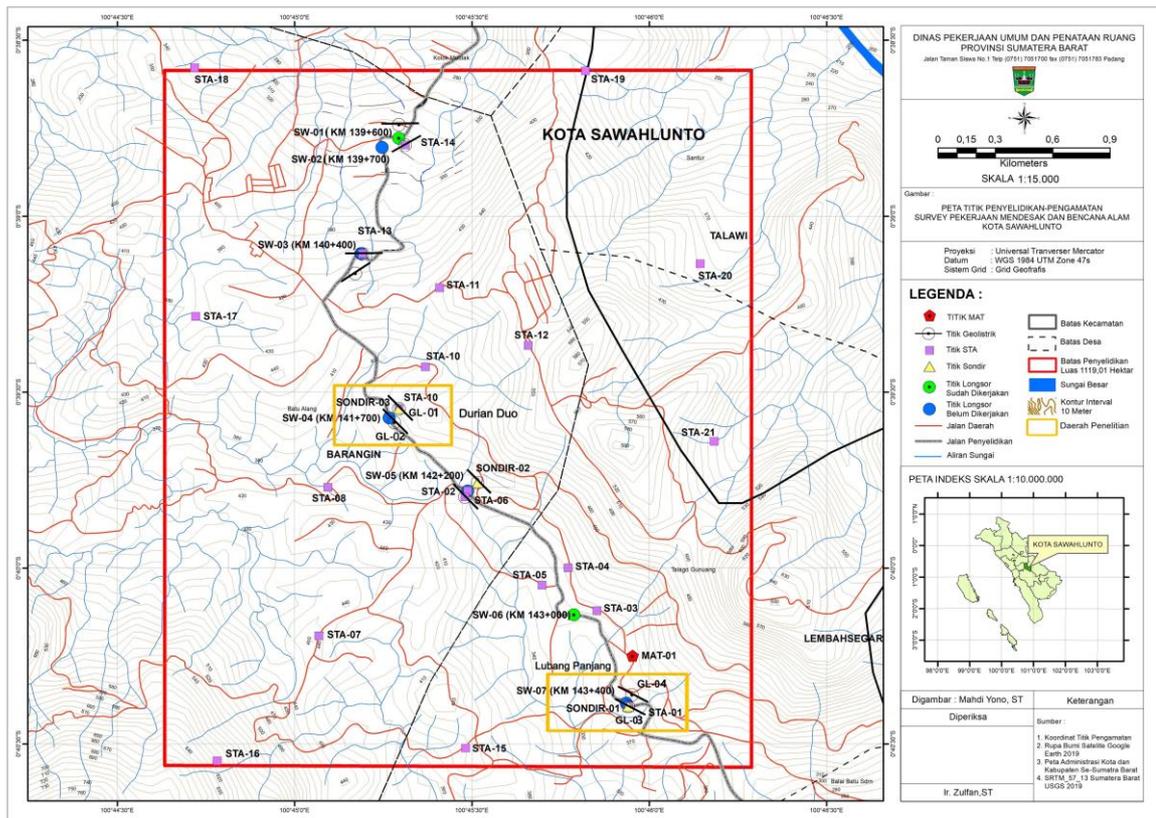
Metode geolistrik dapat menghasilkan citra lapisan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai resistivitas batuan penyusun lapisan tanah. Setiap lapisan tanah memiliki nilai resistivitas yang berbeda, sehingga metode geolistrik resistivitas dapat digunakan untuk identifikasi bidang gelincir seperti Muhardi dan Wahyudi (2019), Faizin dan Irawan (2020), dan Tari (2022) dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger. Survei dengan metode geolistrik resistivitas dapat dilakukan dengan beberapa konfigurasi elektroda seperti konfigurasi Wenner, Schlumberger, Dipole-Dipole, Pole-Dipole, Pole-Pole, dan Wenner-Schlumberger. Konfigurasi Schlumberger digunakan untuk identifikasi bidang gelincir karena memiliki penetrasi kedalaman baik, dapat mendeteksi adanya ketidakhomogenan lapisan batuan bawah permukaan, dan pemindahan elektroda yang relatif praktis (Reynolds, 1997).

Pada Kecamatan Barangin pernah dilakukan penelitian yang berhubungan dengan tanah longsor menggunakan metode yang berbeda oleh Fauziah dan Pohan (2023) yang menggunakan parameter frekuensi dominan, amplifikasi, dan  $V_{S30}$ . Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa daerah berpotensi tanah longsor yang tinggi yaitu pada daerah di sekitar Desa Durian I, Kecamatan Barangin. Penelitian ini hanya memetakan potensi tanah longsor pada Desa Durian I dan belum dilakukan pada desa-desa lain di Kecamatan Barangin. Pada penelitian ini kajian potensi tanah longsor di Desa Durian Duo dan Lubang Panjang dilakukan melalui identifikasi bidang gelincir menggunakan metode geolistrik resistivitas. Dengan diketahuinya keberadaan dan posisi bidang gelincir, diharapkan dapat menjadi acuan bagi masyarakat dalam upaya mitigasi tanah longsor.

## II. METODE

Pada penelitian ini data yang dipakai merupakan data sekunder yang didapatkan dari langsung kantor Dinas ESDM Provinsi Sumatera Barat. Data yang didapatkan berisi nilai AB/2, MN/2, arus, tegangan, elevasi, dan koordinat lintasan. Pengambilan data dilakukan menggunakan metode geolistrik resistivitas satu dimensi konfigurasi Schlumberger. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 17 - 18 November 2019 oleh ESDM Provinsi Sumatera Barat menggunakan *Resistivitymeter Naniura NRD 300 Plus*. Daerah yang diteliti adalah Desa Durian Duo dan Lubang Panjang, Kecamatan Barangin, Kota Sawahlunto menggunakan empat lintasan dimana pemilihan lokasi dan panjang lintasan mempertimbangkan aspek geologi dan geografi daerah penelitian. Berdasarkan pengamatan di lapangan terdapat tebing utama longsor yang rapuh, retakan tanah di tebing, dan kaki longsor yang berbentuk melengkung.

Lintasan 1 berada di Desa Durian Duo dengan panjang lintasan 140 m dan ketinggian 444 mdpl. Lintasan 2 berada di Desa Durian Duo dengan panjang lintasan 100 m dan ketinggian 431 mdpl. Lintasan 3 berada di Desa Lubang Panjang dengan panjang lintasan 100 m pada ketinggian 322 mdpl, sedangkan Lintasan 4 berada di Desa Lubang Panjang dengan panjang lintasan 200 m pada ketinggian 346 mdpl. Peta lokasi dan lintasan yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Lokasi penelitian  
(Sumber : Dinas ESDM Provinsi Sumbar, 2023)

Setelah pengumpulan data sekunder dilakukan pengolahan data menggunakan *software* IPI2WIN untuk memberikan tampilan citra lapisan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai resistivitas menggunakan pemodelan ke depan (*forward modeling*). Berdasarkan hasil pemodelan ke depan dari *software* IPI2WIN diperoleh penampang resistivitas yang selanjutnya akan dijadikan penampang litologi menggunakan *software* IPI RES3 dan *Surfer*.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Lintasan 1

Lintasan 1 terletak di Desa Durian Duo, Kecamatan Barangin. Kedalaman yang dapat dideteksi pada Lintasan 1 adalah 18,8 meter, dengan nilai *rms error* sebesar 16%. Dapat dilihat bahwa Lintasan 1 memiliki 5 jenis lapisan dengan kedalaman, ketebalan, nilai resistivitas, dan kemungkinan litologi seperti pada Tabel 1. Lapisan pertama diasumsikan sebagai lapisan pasir dan kerikil. Lapisan ini merupakan jenis batuan sedimen yang terbentuk dari endapan yang biasa terjadi di permukaan tanah, di bawah tanah, dan di dalam air. Pasir kerikil termasuk ke dalam Formasi Sangkarewang (Tos) dengan kenampakan jenis batuan berupa pasir halus dengan serpih. Formasi ini merupakan formasi batuan yang tersusun dari serpih gampingan, batu pasir arkose dan breksi andesit (Santoso & Lumbanatu, 2010). Pada lapisan ini tidak terdapat tanah penutup karena terjadi pengikisan tanah penutup pada saat musim hujan akibat adanya erosi (Matheus, 2019).

Lapisan kedua diasumsikan sebagai lapisan lempung. Hal ini dibuktikan dengan geologi Kota Sawahlunto khususnya Kecamatan Barangin dimana daerah tersebut terletak pada Formasi Sangkarewang (Tos) dan Anggota Bawah Formasi Ombilin (Tmol). Jenis batuan pada daerah ini mengandung serpih lempung (Santoso & Lumbanatu, 2010).

Lapisan ketiga diasumsikan sebagai lapisan batu gamping. Lapisan batu gamping merupakan jenis batuan dari formasi Sangkarewang (Tos) yang termasuk ke dalam geologi Kecamatan Barangin, Kota Sawahlunto (Santoso & Lumbanatu, 2010). Batu gamping termasuk jenis batuan yang paling banyak ditemukan di Sumatera Barat, salah satunya pada daerah Sawahlunto.

Lapisan keempat diduga hampir sama dengan lapisan kedua yaitu lapisan lempung yang disebabkan karena perbedaan nilai resistivitas dengan lapisan sebelumnya cenderung dekat. Jenis batuan lapisan kelima diprediksi sebagai lapisan batu gamping yang memiliki jenis batuan yang sama dengan lapisan ketiga. Hal ini disebabkan karena perbedaan nilai resistivitas dengan lapisan ketiga yang cenderung mendekati.

**Tabel 1** Hasil interpretasi pada Lintasan 1

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	$\rho$ ( $\Omega m$ )	Kemungkinan Litologi
1	0 – 2,49	2,49	88,7	Lempung, lanau, batu pasir, gamping, pasir kerikil, dan lempung berpasir
2	2,49 – 3,86	1,37	10,2	Lempung, lanau, batu pasir, dan napal
3	3,86 – 8,55	4,69	154	Lanau, batu pasir, gamping, kuarsit, air meteorik, pasir kerikil, lempung berpasir, breksi, lava, dan serpih
4	8,55 – 18,28	10,3	1,05	Lempung dan batu pasir
5	18,8 – $\infty$	Tidak terdeteksi	130	Lanau, batu pasir, gamping, kuarsit, air meteorik, pasir kerikil, lempung berpasir, breksi, lava, dan serpih

### 3.2 Lintasan 2

Lintasan 2 terletak di Desa Durian Duo, Kecamatan Barangin. Kedalaman yang dapat dideteksi pada Lintasan 2 adalah 18 meter, dengan nilai rms *error* sebesar 16%. Dapat dilihat bahwa Lintasan 2 memiliki 4 jenis lapisan dengan kedalaman, ketebalan, nilai resistivitas, dan kemungkinan litologi seperti pada Tabel 2. Lapisan pertama diasumsikan sebagai tanah penutup. Hal ini disebabkan karena tanah penutup berada pada lapisan paling atas dan mendekati permukaan. Selain itu, tanah penutup pada umumnya terletak pada kedalaman 30 – 60 cm serta tempat tumbuhnya rumput dan tanaman.

Lapisan kedua diasumsikan sebagai lapisan pasir dan kerikil, lapisan ketiga diasumsikan sebagai lempung, dan lapisan keempat diasumsikan sebagai batu gamping berdasarkan nilai resistivitas batuan dan geologi daerah penelitian. Kecamatan Barangin terletak pada Formasi Sangkarewang (Tos) dan Anggota Bawah Formasi Ombilin (Tmol). Formasi ini tersusun dari serpih gampingan, batu pasir arkose dan breksi andesit (Santoso & Lumbanatu, 2010).

**Tabel 2** Hasil interpretasi pada Lintasan 2

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	$\rho$ ( $\Omega m$ )	Kemungkinan Litologi
1	0 – 0,655	0,655	986	Tanah penutup, batu pasir, gamping, kuarsit, kuarsa, andesit, dan serpih
2	0,655 – 3,07	2,41	86,8	Lempung, lanau, batu pasir, batu gamping, kuarsit, air meteorik, pasir kerikil, lempung berpasir, breksi, serpih, dan grafit
3	3,07 – 18	14,9	4,82	Lempung, batu pasir, dan napal
4	18 – $\infty$	Tidak terdeteksi	51	Lempung, lanau, napal, batu pasir, gamping, kuarsit, air meteorik, pasir kerikil, lempung berpasir, dan grafit

### 3.3 Lintasan 3

Lintasan 3 berada di Desa Lubang Panjang, Kecamatan Barangin. Kedalaman yang dideteksi pada Lintasan 3 adalah 15,4 meter, dengan rms *error* sebesar 13,9%. Dapat dilihat bahwa Lintasan 3 memiliki 4 jenis lapisan dengan kedalaman, ketebalan, nilai resistivitas, dan kemungkinan litologi seperti pada Tabel 3. Lapisan pertama diasumsikan sebagai lapisan pasir dan kerikil, lapisan kedua diasumsikan sebagai lapisan lempung, lapisan ketiga diasumsikan sebagai lapisan batu gamping, dan lapisan keempat diasumsikan sebagai lapisan lempung berdasarkan nilai resistivitas batuan dan geologi daerah penelitian yang berada pada Formasi Sangkarewang (Tos) dan Anggota Bawah Formasi Ombilin (Tmol). Formasi batuan ini tersusun dari serpih gampingan, batu pasir arkose dan breksi andesit (Santoso & Lumbanatu, 2010).

**Tabel 3** Hasil interpretasi pada Lintasan 3

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	$\rho$ ( $\Omega$ m)	Kemungkinan Litologi
1	0 – 4,42	4,42	174	Lanau, batu pasir, gamping, kuarsit, pasir kerikil, lempung berpasir, breksi, andesit, dan serpih
2	4,42 – 8,11	3,69	2,65	Lempung dan batu pasir
3	8,11 – 15,4	7,29	183	Lanau, batu pasir, gamping, kuarsit, air meteorik, pasir kerikil, lempung berpasir, breksi, andesit, dan serpih
4	15,4 – $\infty$	Tidak terdeteksi	2,72	Lempung dan batu pasir

### 3.4 Lintasan 4

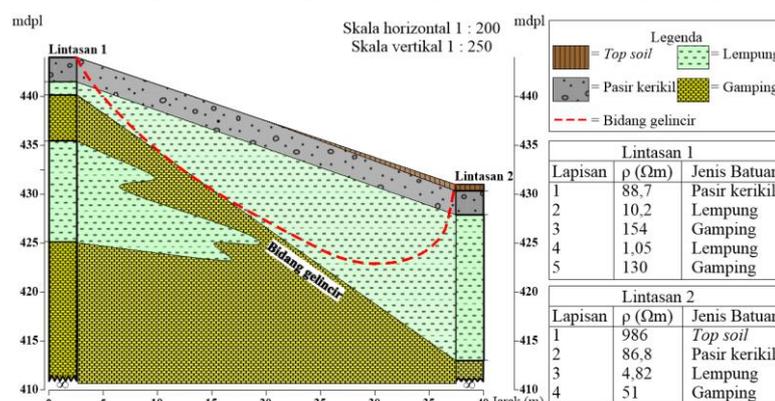
Lintasan 4 berada di Desa Lubang Panjang, Kecamatan Barangin. Kedalaman yang dideteksi pada Lintasan 4 adalah 22,3 meter, dengan rms *error* sebesar 15,7%. Dapat dilihat bahwa Lintasan 4 memiliki 5 jenis lapisan dengan kedalaman, ketebalan, nilai resistivitas, dan kemungkinan litologi seperti pada Tabel 4. Lapisan pertama diasumsikan sebagai lapisan pasir dan kerikil, lapisan kedua diasumsikan sebagai lempung, lapisan ketiga diasumsikan sebagai batu gamping, lapisan keempat diasumsikan sebagai lempung, dan lapisan kelima diasumsikan sebagai serpih berdasarkan nilai resistivitas batuan dan geologi daerah penelitian. Lapisan batu serpih merupakan bagian dari Formasi Sangkarewang (Tos) (Santoso & Lumbanatu, 2010).

**Tabel 4** Hasil interpretasi pada Lintasan 4

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	$\rho$ ( $\Omega$ m)	Kemungkinan Litologi
1	0 – 0,38	0,38	457	Tanah penutup, batu pasir, gamping, kuarsit, kuarsa, dan andesit
2	0,38 – 3,81	3,43	93,6	Lempung, lanau, batu pasir, gamping, kuarsit, air meteorik, pasir kerikil, lempung berpasir, breksi, dan grafit
3	3,81 – 7,83	4,02	1,31	Lempung dan batu pasir
4	7,83 – 22,3	14,5	430	Batu pasir, gamping, kuarsit, kuarsa, andesit, granit, lava, dan serpih
5	22,3 – $\infty$	Tidak terdeteksi	680	Batu pasir, gamping, kuarsit, kuarsa, andesit, granit, lava, dan serpih

### 3.5 Analisis Bidang Gelincir pada Desa Durian Duo

Penampang litologi dibuat dari penggabungan 2 lintasan pada daerah yang sama dengan jarak antar lintasan yang dekat karena memiliki geologi daerah yang sama sehingga kemungkinan jenis batuan cenderung hampir sama. Penampang litologi pada Desa Durian Duo ditampilkan pada Gambar 2. Bidang gelincir ditemukan pada kedalaman 3,86 m sampai 18 m dari permukaan tanah dengan nilai resistivitas 154  $\Omega$ m dan 51  $\Omega$ m dan jenis batuan berupa batu gamping. Bidang gelincir ditandai dengan adanya perbedaan nilai resistivitas yang kontras di antara dua lapisan batuan bawah permukaan yaitu antara lapisan lempung dan batu gamping yang dapat dilihat pada garis merah putus-putus pada Gambar 2.

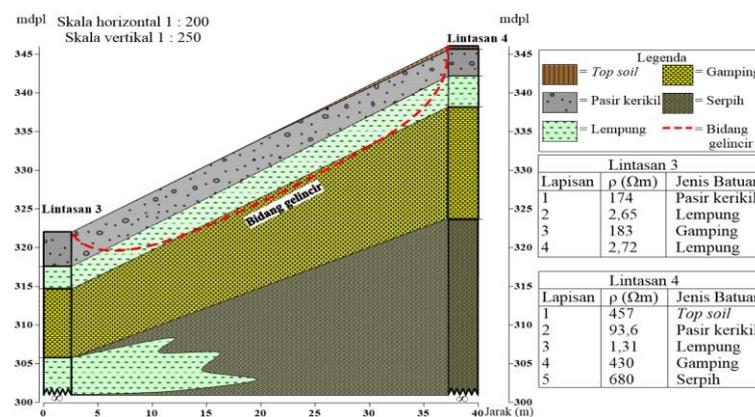


**Gambar 2** Penampang litologi Lintasan 1-2 Desa Durian Duo

Batu gamping sangat labil jika lapisan di atasnya terdapat penambahan beban dari air hujan sehingga memperberat gaya ke bawah dan dapat memicu terjadinya tanah longsor. Saat terjadi hujan, air akan masuk menuju permukaan lapisan batu gamping yang kedap air. Akibatnya permukaan batu gamping yang keras akan menjadi licin sehingga lapisan lempung yang mengalami pelapukan di atasnya akan bergerak ke bawah. Berdasarkan kelas kedalaman bidang gelincir, dapat diketahui bahwa bidang gelincir pada Desa Durian Duo termasuk ke dalam kelas bidang gelincir yang dalam (Zakaria, 2009).

### 3.6 Analisis Bidang Gelincir pada Desa Lubang Panjang

Penampang litologi Desa Lubang Panjang ditampilkan pada Gambar 4. Bidang gelincir ditemukan pada kedalaman 8,11 m – 7,83 m dari permukaan tanah dengan nilai resistivitas 183  $\Omega\text{m}$  dan 430  $\Omega\text{m}$  yang berupa lapisan batu gamping. Berdasarkan kelas kedalaman bidang gelincir, dapat diketahui bahwa bidang gelincir pada Desa Lubang Panjang termasuk ke dalam kelas bidang gelincir yang dalam (Zakaria, 2009). Bidang gelincir pada Desa Lubang Panjang dapat dilihat pada garis merah putus-putus pada Gambar 3.



Gambar 3 Penampang litologi Lintasan 3-4 Desa Lubang Panjang

Dapat dilihat bahwa daerah penelitian merupakan daerah rawan longsor, karena daerah tersebut memiliki struktur bawah tanah yang dominan dengan lapisan lempung dan batu gamping yang didukung faktor morfologi daerah penelitian yang menunjukkan kemiringan lereng yang curam berkisar 15-50° dan bergantung pada faktor lainnya seperti tebal tanah pelapukan, vegetasi penutup, kegempaan, dan tata guna lahan setempat.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bidang gelincir daerah penelitian merupakan lapisan batu gamping. Bidang gelincir pada Desa Durian Duo terdapat pada kedalaman 3,86 m sampai 18 m. Pada Desa Lubang Panjang ditemukan bidang gelincir pada kedalaman 8,11 m sampai 7,83 m. Bidang gelincir pada daerah penelitian termasuk kelas bidang gelincir yang dalam sehingga memiliki potensi tinggi untuk terjadinya tanah longsor.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS Sawahlunto. (2022). *Kecamatan Barangin Dalam Angka 2022*. <https://sawahluntokota.bps.go.id/>
- Faizin, N., & Irawan, J. F. (2020). Pemodelan 1D Resistivitas Semu Lapisan Tanah Di Wilayah Durjo, Kabupaten Jember. *Jurnal Teknologi Sumber Daya Mineral*, 1(1), 18–24.
- Fauziah, L., & Pohan, A. F. (2023). Identifikasi Potensi Longsor di Kota Sawahlunto dengan Menggunakan Parameter Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kecepatan Gelombang Geser. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 341–347.
- Matheus, R. (2019). *Skenario Pengelolaan Sumber Daya Lahan Kering: Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Deepublish, Yogyakarta.
- Muhardi, M., & Wahyudi, W. (2019). Identifikasi Litologi Area Rawan Longsor di Desa Clapar Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika*, 9(2), 52–59.

- Priyono. (2022). *Kumpulan Informasi Terutama Tentang Bencana Tanah Longsor dan Banjir Serta Upaya Mitigasinya*. Unisri Press, Surakarta.
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley & Sons, UK.
- Santoso, & Lumbanatu, U. M. (2010). Dinamika Bentang Alam dan Pengaruhnya Terhadap Aspek Fisik Lahan Daerah Solok-Singkarak, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral*, 20(2), 107–116.
- Seniwati, S., Abdullah, A., Musa, M. D. T., & Abdullah, A. I. (2018). Penyelidikan Kedalaman Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Hambatan Jenis Pada Ruas Jalan Tavaili-Toboli, Kabupaten Donggala. *Gravitasi*, 17(1).
- Sumarli, S., & Hau, R. R. H. (2021). Identifikasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Perumahan Ayudia Semarang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 7(2), 177–181.
- Tari, S. N. S. (2022). *Identifikasi Potensi Tanah Longsor Berdasarkan Data Kelistrikan Bumi Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Kawasan Sulanji Ngaliyan Semarang)*. UIN Walisongo, Semarang.
- Zakaria, Z. (2009). Analisis Kestabilan Lereng Tanah. *Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjajaran, Bandung*.