

## Investigasi Bidang Gelincir Zona Rawan Longsor dengan Menggunakan Metode Geolistrik di Sekitar Kawasan Wisata Taman Panorama

Mifthahul Putri, Elistia Liza Namigo\*

Laboratorium Fisika Bumi, Departemen Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 2 Juli 2024

Direvisi: 13 Agustus 2024

Diterima: 16 Oktober 2024

#### Kata kunci:

Bidang Gelincir

Ngarai Sianok

Resistivitas

Wenner

#### Keywords:

slide Surface

Sianok canyon

resistivity

wenner

#### Penulis Korespondensi:

Elistia Liza Namigo

Email:

[elistializanamigo@sci.unand.ac.id](mailto:elistializanamigo@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian untuk menginvestigasi bidang gelincir zona rawan longsor di sekitar kawasan Taman Panorama, Kayu Kubu, Kota Bukittinggi telah dilakukan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi Wenner. Telah dilakukan investigasi bidang gelincir zona rawan longsor di sekitar kawasan Taman Panorama, Kayu Kubu, Kota Bukittinggi menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi Wenner. Penelitian dilakukan di atas perbukitan dengan kemiringan 40°. Pengambilan data dilakukan pada tiga lintasan dengan panjang masing-masing lintasan yaitu 80, 70, dan 70 meter. Pengolahan data dilakukan menggunakan software *Res2dinv* untuk menampilkan citra 2 dimensi lapisan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas yang terukur di lapangan. Hasil interpretasi data menunjukkan bahwa terdapat bidang gelincir pada masing-masing lintasan berupa lapisan batuan breksi gunungapi. Untuk lintasan AB diperoleh nilai resistivitas yang berkisar dari 250 – 813  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 3,75 – 15,9 m. Lintasan CD memiliki nilai resistivitas berkisar dari 137 – 375  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 3,75 – 15,9 m, sedangkan pada lintasan EF diperoleh nilai resistivitas berkisar dari 116 – 287  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 6,38 – 15,9 m. Berdasarkan kedalamannya, bidang gelincir yang diidentifikasi tergolong cukup dalam, sehingga daerah ini dikategorikan sebagai kawasan rawan longsor.

*The investigation of the slip plane in the landslide-prone area around Taman Panorama, Kayu Kubu, Bukittinggi City has been conducted using the 2-dimensional resistivity geoelectric method with Wenner configuration. The study was carried out on hills with a slope of 40°. Data collection was conducted along three tracks with lengths of 80, 70, and 70 meters respectively. Data processing was done using Res2dinv software to display a 2-dimensional image of subsurface layers based on the measured resistivity values in the field. The interpretation of the data results showed the presence of slippage zones along each track in the form of a volcanic breccia rock layer. For line AB, resistivity values range from 250 to 813  $\Omega\text{m}$  at depths of 3.75 - 15.9 meters. Line CD has resistivity values ranging from 137 to 375  $\Omega\text{m}$  at depths of 3.75 - 15.9 meters, while track EF had resistivity values range from 116 – 287  $\Omega\text{m}$  at depths of 6.38 – 9.25 meters. Based on the depths, the identified slip surfaces are categorized as quite deep, thus this area is classified as a landslide-prone zone.*

Copyright © 2024 Author(s).

## I. PENDAHULUAN

Kawasan wisata Taman Panorama merupakan salah satu destinasi wisata alam yang berlokasi di Kayu Kubu, Kecamatan Guguk Panjang, Kota Bukittinggi, Sumatera Barat. Berdasarkan geologinya, kawasan ini merupakan bagian dari kawasan Geopark Ngarai Sianok dan termasuk ke dalam zona lembahan patahan sesar Sumatera Segmen Sianok (Fadhly dan Hadiyansyah, 2021). Kawasan Wisata Taman Panorama berada di atas dataran tinggi tebing Ngarai Sianok dengan kemiringan yang relatif curam berkisar antara  $30^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  dan pada elevasi 850-900 mdpl (Nofirman, 1994). Batuan penyusun yang terdapat di sepanjang Ngarai Sianok adalah diorit kuarsa, batuan tufa, dan batu apung. Secara umum batuan ini mempunyai sifat fisik rapuh dan mudah tergerus, sehingga kemampuannya untuk menahan beban menjadi kurang kuat dan mudah runtuh bila mengalami gangguan terutama oleh aliran air hujan dan air tanah (Firmansyah et al., 2017). Kawasan Wisata Taman Panorama Kayu Kubu tergolong sebagai wilayah dengan tingkat risiko tinggi terhadap potensi bencana longsor. Selain dari kondisi geologinya yang telah dijelaskan diatas, kerawanan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti, intensitas hujan yang tinggi (antara 90 – 490 mm per bulannya) dan adanya bahaya gerakan tanah akibat penggunaan lahan yang pada umumnya tidak sesuai dengan aturan tata kelola lahan (Dinata et al., 2019). Selain itu, faktor lain yang menentukan tingkat kerawanan longsor adalah keberadaan bidang gelincir (slide surface). Biasanya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di bidang gelincir tersebut, sehingga perlu diketahui keberadaan dan bentuknya.

Metode geofisika yang paling sering digunakan untuk mengetahui keberadaan bidang gelincir adalah metode geolistrik (Telford dkk., 1990). Metode ini bersifat tidak merusak lingkungan, murah, dan mampu mendeteksi perlapisan tanah sampai kedalaman beberapa meter dibawah permukaan (Sugito et al., 2010). Salah satu konfigurasi yang umum digunakan dalam survei penentuan bidang gelincir dengan metode geolistrik resistivitas adalah konfigurasi *Wenner* 2D. Konfigurasi ini lebih sering digunakan untuk eksplorasi geolistrik dikarenakan pembacaan tegangan lebih teliti dibandingkan dari konfigurasi lainnya. Selain itu konfigurasi ini juga dapat menghasilkan data yang lebih akurat dalam menentukan struktur bawah permukaan secara lateral serta memiliki ketahanan yang baik terhadap gangguan elektromagnetik seperti noise di lapangan.

Identifikasi bidang gelincir dengan metode geolistrik, khususnya untuk lapisan batuan yang serupa dengan bahan penyusun di daerah Ngarai Sianok, telah dilakukan sebelumnya oleh Nurhayati dan Ardi (2016) di daerah Desa Cihideung Kecamatan Parompong Kab. Bandung Barat. Daerah Desa Cihideung ini memiliki kondisi geologi yang sama dengan daerah penelitian, dimana pada kedua daerah ini berada diantara gunungapi, sehingga memiliki bahan penyusun yang sama dengan Ngarai Sianok. Penelitian tersebut mengidentifikasi letak bidang gelincir menggunakan metode resistivitas bawah permukaan konfigurasi *Wenner*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan tanah di wilayah desa Cihideung diinterpretasikan sebagai pasir tufaan dan lempung, dengan nilai resistivitas berturut turut yaitu  $253 \Omega m$ -  $2776 \Omega m$  dan  $231 \Omega m$ - $1250 \Omega m$ . Interpretasi 2D resistivitas menunjukkan adanya bidang gelincir berbentuk cekung dengan kemungkinan bergerak secara rotasi terhadap kemiringan bidang. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Mulyasari et al., (2020) di Jalan Raya Suban, Bandar Lampung menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Hasil penelitiannya mengindikasikan litologi bawah permukaan terdiri atas lapisan sedimen tufa, pasir lempungan dan breksi. Bidang gelincir diperkirakan berada di batas antara lapisan sedimen tufa dan pasir lempungan pada kedalaman (5-15 m) dari permukaan tanah, jenis longsor yang terjadi merupakan longsor translasi tanah berbutir halus.

Mengingat tingginya tingkat kerawanan longsor dan belum adanya pemetaan potensi longsor di Kawasan Taman Panorama Kayu Kubu, maka perlu dilakukan identifikasi keberadaan bidang gelincir menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Wenner* di kawasan tersebut. Langkah ini merupakan salah satu upaya mitigasi dan kebijakan pemanfaatan tata kelola lahan yang lebih baik.

## II. METODE

Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, survei lokasi, pengambilan data geolistrik, pengolahan data, interpretasi dan analisis bidang gelincir. Survei lokasi dilakukan untuk untuk penelitian. Geologi daerah penelitian ditampilkan pada Gambar 1.b (ESDM, 2014). Pengambilan data dilakukan pada bulan Agustus - September 2023 di kawasan Taman Panorama, yang dapat dilihat pada Gambar 1.a. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan satu set alat survei geolistrik *resistivitymeter Resistivitymeter G-Sound GL-4 M100* yang digunakan untuk mengukur nilai resistivitas

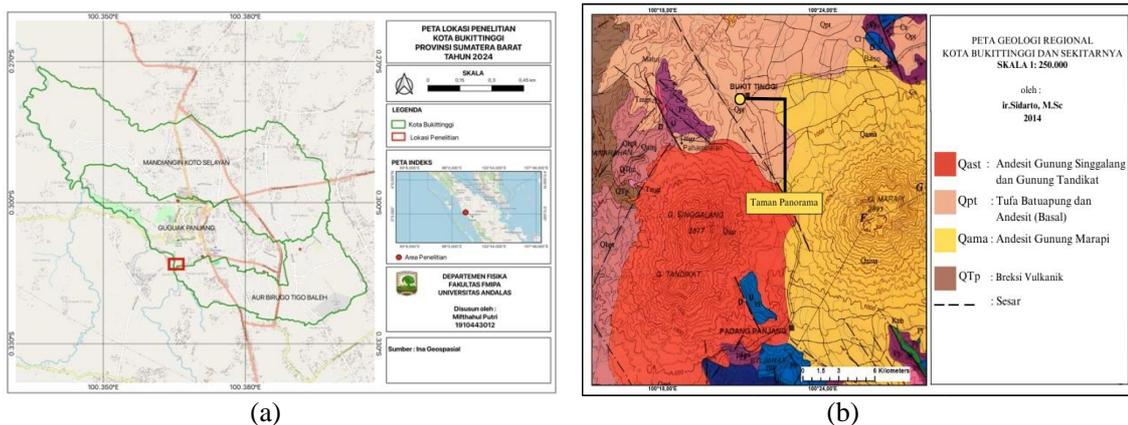
batuan, meteran untuk mengukur panjang lintasan dan jarak antar elektroda, dua pasang elektroda arus dan elektroda potensial untuk menginjeksikan arus ke dalam tanah, palu untuk menancapkan elektroda ke dalam tanah, kabel untuk menghubungkan elektroda ke resistivity meter, akumulator sebagai sumber arus dan *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan koordinat posisi setiap lintasan geolistrik.

Pengambilan data dilakukan pada 3 lintasan dengan masing-masing koordinat lintasan ditentukan menggunakan software Google Earth. Panjang lintasan 1 sepanjang 8 m serta lintasan 2 dan 3 sepanjang 70 m dengan koordinat masing-masing lintasan seperti yang terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Koordinat pengambilan data

| Lintasan        | Koordinat Lintasan  |
|-----------------|---|
| Lintasan 1 (AB) | A(0°18'27.31" S dan 100°21'49.41"T) – B(0°18'27.62" S dan 100°21'51.58" T)  |
| Lintasan 2 (CD) | C(0°18'27.62" S dan 100°21'51.58" T) – D(0°18'29.80" S dan 100°21'49.76" T) |
| Lintasan 3 (EF) | E(0°18'29.79" S dan 100°21'51.08" T) – F(0°18'27.31" S dan 100°21'49.41"T)  |

Hasil pengolahan data geolistrik menggunakan *software Res2Dinv* menghasilkan penampang dua dimensi dari lapisan bawah permukaan yang menyajikan informasi tentang rentang resistivitas, RMS error, dan kedalaman yang dapat dijangkau. Penampang dua dimensi ini, berdasarkan variasi resistivitas, digunakan untuk mengidentifikasi struktur litologi bawah permukaan di setiap lintasan daerah penelitian.



**Gambar 1** (a) Lokasi penelitian (b) Peta geologi daerah penelitian

Tahapan awal dalam pengambilan data dilakukan dengan menancapkan elektroda pada titik data, menginjeksikan arus, mencatat nilai arus dan beda potensial, kemudian pindahkan elektroda ke titik data selanjutnya. Ulangi langkah-langkah tersebut untuk seluruh titik data. Setelah dilakukan pengambilan data, kemudian dilakukan perhitungan faktor geometri konfigurasi *Wenner* menggunakan Persamaan 1.

$$K = 2\pi a \tag{1}$$

dengan  $a$  adalah jarak antara elektroda. Selanjutnya dilakukan perhitungan resistivitas semu (*apparent resistivity*) dengan Persamaan 2.

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \tag{2}$$

dengan  $\rho$  adalah nilai resistivitas semu,  $\Delta V$  adalah nilai beda potensial,  $K$  adalah faktor geometri dan  $I$  adalah nilai arus listrik. Selanjutnya interpretasi dan pemodelan perlapisan batuan menggunakan software *Res2Dinv*. untuk mendapatkan hasil tampilan penampang 2D lapisan bawah permukaan daerah penelitian berdasarkan nilai resistivitas. Hasil yang diperoleh dari program inversi tersebut berupa variasi nilai hambatan jenis, kedalaman dan ketebalan lapisan yang kemudian dianalisa dan

diinterpretasikan. Hasil interpretasi juga disesuaikan dengan geologi daerah Taman Panorama Kayu Kubu. Interpretasi sebenarnya di dapatkan setelah melakukan perbandingan nilai resistivitas dengan mempertimbangkan kondisi geologi bawah permukaan, literatur dan kondisi lokasi penelitian.

### III. HASIL DAN DISKUSI

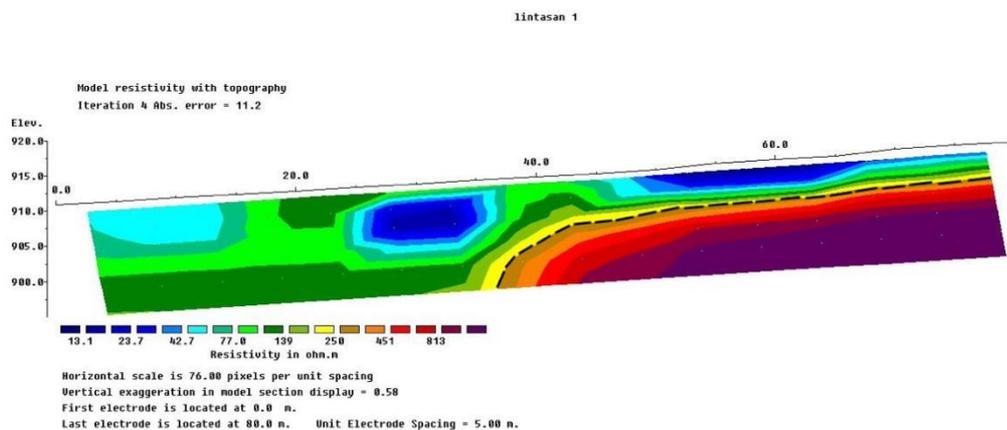
#### 3.1 Hasil citra 2D penampang bawah permukaan

##### 3.1.1 Penampang resistivitas 2D lintasan 1

Persamaan Gambar 2 memperlihatkan hasil citra dua dimensi dari penampang resistivitas bawah permukaan pada Lintasan 1 (AB). Hasil pengukuran pada penampang lintasan menunjukkan kedalaman yang dapat dideteksi hingga 15,9 m. Pengukuran titik awal dilakukan pada ketinggian awal 911 mdpl dengan perolehan hasil citra 2D didapatkan nilai resistivitas pada rentang  $12,9 \Omega\text{m} - 822 \Omega\text{m}$  dengan melakukan iterasi sebanyak 4 kali dan *RMS error* yang diperoleh sebesar 11,4%.

Berdasarkan hasil citra penampang 2D yang dihasilkan pada Gambar 2 nilai resistivitas batuan yang didapatkan dibandingkan dengan batuan penyusun yang berada didaerah penelitian. Lapisan pertama merupakan lanau (*silt*) dengan nilai resistivitas  $13,1 - 42,7 \Omega\text{m}$ , lapisan kedua adalah tufa basah yang termasuk kedalam batuan sedimen yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik sehingga dapat meloloskan air dalam jumlah yang banyak dengan nilai resistivitas dengan rentang  $77 - 139 \Omega\text{m}$ . Bidang gelincir ditunjukkan dengan warna kuning hingga ungu yang diduga sebagai lapisan breksi gunungapi dengan nilai resistivitas yang lebih besar yaitu  $250 - 813 \Omega\text{m}$ . Jika hujan turun dengan intensitas tinggi, air akan meresap ke dalam tanah dan kemungkinan terakumulasi di lapisan tersebut. Akibatnya, lapisan yang mengalami pelapukan di atasnya dapat bergerak menuruni lereng, sehingga memicu terjadinya tanah longsor kembali.

Gambar 2 menunjukkan model penampang resistivitas yang digabungkan model topografinya bahwa bentuk longsor yang terjadi yaitu tipe translasi.



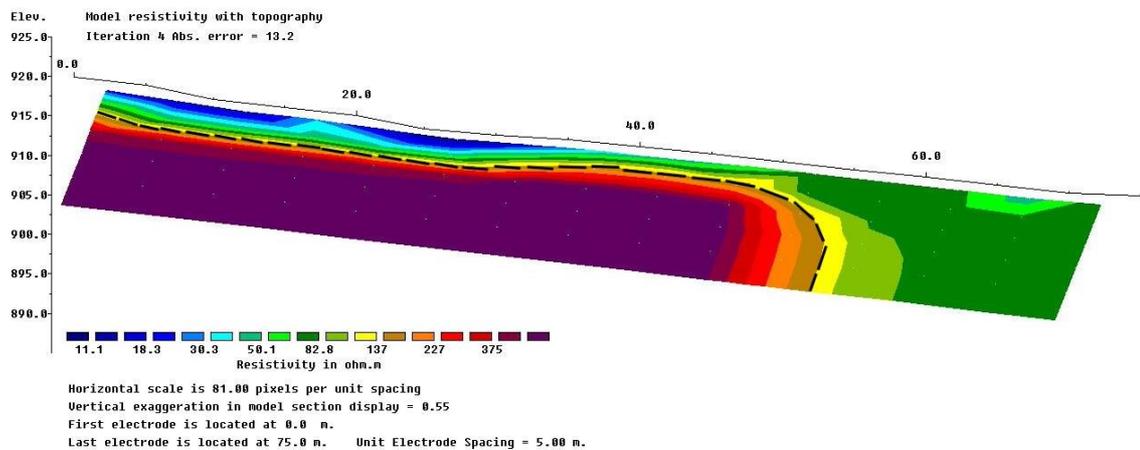
**Gambar 2** Penampang resistivitas lintasan 1 (AB) dengan koreksi kemiringan

##### 3.1.2 Penampang resistivitas 2D lintasan 2

Lintasan 2 (CD) berada pada ketinggian berkisar antara 905-920 mdpl dengan panjang lintasan 70 m. Hasil pengukuran resistivitas menggunakan konfigurasi *Wenner* menunjukkan bahwa kedalaman yang dapat dideteksi yaitu hingga 15,9 m tanpa koreksi kemiringan, memiliki keadaan geologi yang beragam. Hasil citra dua dimensi diperoleh dengan *RMS error* sebesar 13,2% dengan iterasi sebanyak 4 kali. Nilai resistivitas yang didapat yaitu  $11,1 - 375 \Omega\text{m}$ . Hasil citra 2D pada lintasan CD dapat dilihat pada Gambar 3.

Lapisan di bawah lintasan CD disusun oleh lapisan tanah adalah lanau, tufa, dan breksi gunungapi. Lapisan breksi gunungapi mendominasi pada lintasan CD ini. Berdasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian, lapisan penyusun atas cenderung tersusun oleh material lanau yang berwarna biru tua hingga biru muda dengan nilai resistivitas  $11,1 - 30,3 \Omega\text{m}$ . Material ini memiliki nilai resistivitas yang rendah dimana terjadinya pelapukan dan membuat pembacaan dalam alat menjadi rendah. Lapisan kedua dengan nilai resistivitas dari  $50,1 - 82,8 \Omega\text{m}$ . Lapisan ini diduga batuan tufa basah yang termasuk kedalam batuan sedimen yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik sehingga dapat meloloskan air dalam jumlah yang banyak. Lapisan terakhir ditandai dengan nilai

resistivitas 137 –375  $\Omega\text{m}$  diisi oleh kelompok batuan breksi gunungapi. Lapisan breksi gunungapi diduga sebagai bidang gelincir karena lapisan tersebut memiliki nilai resistivitas yang lebih besar dari lapisan yang lainnya. Bidang gelincir pada lintasan ini terlihat pada awal lintasan sampai 57 m.

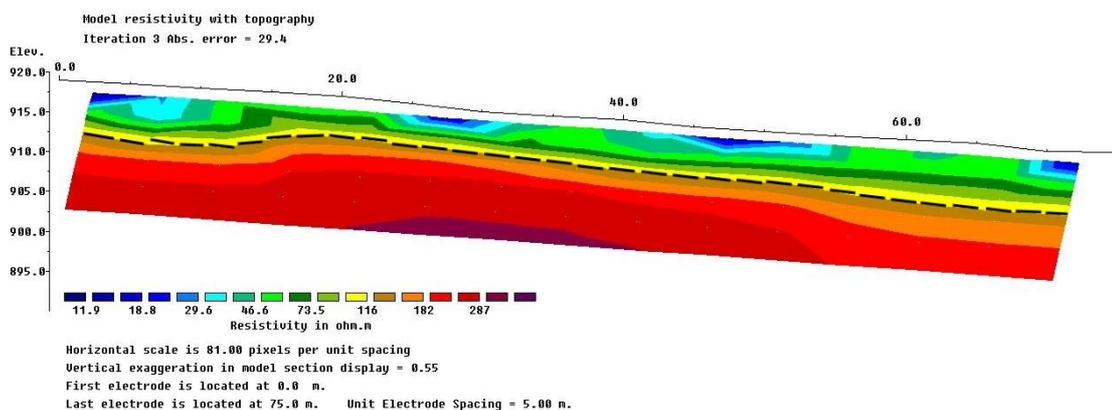


Gambar 3 Penampang resistivitas lintasan 2 (CD) dengan koreksi kemiringan

### 3.1.3 Penampang resistivitas 2D lintasan 3

Lintasan 3 (EF) dengan elevasi yang berkisar antara 910 - 919 mdpl memiliki panjang lintasan 70 m dari citra dua dimensi pada lintasan EF diperoleh nilai resistivitas 11,9 – 287  $\Omega\text{m}$  setelah melakukan iterasi sebanyak 3 kali dan hasil *rms error* sebesar 29,4 %. Hasil citra dua dimensi untuk Lintasan EF dapat dilihat pada Gambar 4.

Lapisan pertama diperoleh nilai resistivitas 11,9 – 29,6  $\Omega\text{m}$  yang diduga merupakan batuan atau material lanau (*silt*). Lapisan kedua yang diindikasikan sebagai batuan tufa basah ditandai dengan warna hijau muda hingga hijau tua diperoleh nilai resistivitas 46,6 – 73,5  $\Omega\text{m}$ . Lapisan terakhir dengan nilai resistivitas 116– 287  $\Omega\text{m}$  yang berada pada kedalaman 6,38 – 15,9 m diasumsikan sebagai batuan breksi gunungapi. Pada Gambar 4 terlihat bahwa bentuk bidang gelincir yang dihasilkan relatif mengikuti bentuk tebing yang rata. Tipe longsor pada lintasan ini belum dapat diidentifikasi, dikarenakan bentangan lintasan pada lokasi ini tidak tegak lurus dengan tebing ngarai.



Gambar 4 Penampang resistivitas lintasan 3 (EF) dengan koreksi kemiringan

## 3.2 Interpretasi dan analisis bidang gelincir penampang 2D

Hasil interpretasi nilai resistivitas dari pemodelan 2D menunjukkan lapisan penampang bawah permukaan dengan didasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian, lapisan penyusun tersebut terdiri atas 3 kelompok jenis batuan pada daerah penelitian yaitu lanau, batu tufa dan batuan breksi gunungapi. Nilai resistivitas yang diperoleh pada setiap lintasan dibandingkan dengan nilai resistivitas batuan kemudian dapat diperoleh jenis batuan yang terdapat pada setiap lapisan bawah permukaan tiap lintasan (Telford et al., 1990).

Hasil dari input nilai topografi pada setiap lintasan menghasilkan identifikasi bidang gelincir pada citra penampang resistivitas dua dimensi. Bidang gelincir pada setiap lintasan ditandai dengan

garis hitam putus-putus pada lapisan berwarna orange hingga warna ungu yang diasumsikan sebagai material lapisan batu breksi gunungapi.

Kedalaman bidang gelincir bervariasi pada tiap lintasan. Pada lintasan pertama terindikasi terdapat adanya bidang gelincir pada kedalaman 3,75 m sampai 15,9 m, dimana nilai resistivitasnya berkisar antara 251 – 454  $\Omega$ m. Lintasan CD memiliki rentang nilai resistivitas berkisar dari 137 – 375  $\Omega$ m dengan ketebalan 12 m pada kedalaman 6,38 – 15,9 m. Lintasan EF dengan nilai resistivitas berkisar 116 – 287  $\Omega$ m memiliki ketebalan lapisan di atasnya sebesar 6,13 m dan terletak pada kedalaman 6,38 – 15,9 m.

Berdasarkan kedalaman bidang gelincir resiko longsor paling besar terjadi pada lintasan AB karena keberadaan bidang gelincir semakin dalam serta ketebalan lapisan di atas bidang gelincir paling tebal. Potensi longsor akan semakin tinggi jika lapisan di atas bidang gelincir semakin tebal (Zulfiadi, 2011).

Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi tingkat risiko longsor adalah kemiringan lereng di area penelitian. Pada ketiga lintasan memiliki sudut kemiringannya yang sama yaitu mencapai 40°. Berdasarkan pengelompokan dalam klasifikasi kemiringan lereng, ketiga lintasan tersebut termasuk dalam kategori lereng curam. Lereng curam ini cenderung lebih rentan terhadap gerakan tanah, sehingga memiliki potensi besar untuk menyebabkan terjadinya longsor. Dengan sudut kemiringan yang tinggi, gaya gravitasi yang bekerja pada massa tanah menjadi lebih kuat, meningkatkan kemungkinan pergerakan tanah yang tidak stabil dan berujung pada longsor (Ruyani, 2023).

#### IV. KESIMPULAN

Hasil investigasi penelitian berdasarkan data citra dua dimensi menunjukkan bahwa bidang gelincir pada lintasan AB dan CD teridentifikasi sebagai kelompok batuan breksi gunungapi yang mengikuti kemiringan lereng, dengan kedalaman antara 3,75 hingga 15,9 meter. Sementara itu, pada lintasan EF, bidang gelincir juga berada pada kelompok batuan breksi gunungapi dengan kedalaman antara 6,38 hingga 15,9 meter. Struktur lapisan bawah permukaan tanah pada ketiga lintasan terdiri dari lanau (*silt*), batuan tufa, dan lapisan kelompok breksi gunungapi. Tipe gerakan longsor pada lintasan AB dan CD merupakan tipe translasi, sedangkan pada lintasan EF, tipe longsor belum teridentifikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dinata, F. A., Suasti, Y., & Ahyuni. (2019). Evaluasi Penetapan Batas Sempadan Ngarai Sianok Terhadap Bahaya Mikrozonasi Gerakan Tanah Bagi Permukiman Di Kota Bukittinggi. *Jurnal Buana*, 3(1), 174–182.
- ESDM, K. (2014). *Peta Geologi Interpretasi Citra Inderaan Jauh Lembar Bukittinggi, Sumatera Barat*. <https://geologi.esdm.go.id/geomap/>, diakses pada Januari 2024.
- Fadhly, A., & Hadiyansyah, D. (2021). Analisis mitigasi bencana dan kajian geologi ngarai sianok dalam pengembangan konservasi berkelanjutan di geopark nasional ngarai sianok–maninjau, sumatera barat. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 21(2), 253–261.
- Firmansyah, Rohjan, J., & Syarifudin, D. (2017). Analisis Resiko Bencana Multi Bahaya (Multi Hazard) dan Arah Mitigasinya di Kota Bukittinggi. *Prosiding Seminar Nasional Perencanaan Pembangunan Inklusif Desa*, 361–372.
- Mulyasari, R., Darmawan, I. G. B., Effendi, D. S., Saputro, S. P., Hesti, A. H., & Haerudin, N. (2020). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Analisis Bidang Gelincir Dan Studi Karakteristik Longsor Di Jalan Raya Suban Bandar Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 6(1), 66–76.
- Nofirman, D. (1994). *Perilaku Material Geologis Padat*. Universitas Negeri Padang. Padang. [http://repository.unp.ac.id/1726/1/NOFIRMAN\\_807\\_94.pdf](http://repository.unp.ac.id/1726/1/NOFIRMAN_807_94.pdf)
- Nurhayati, N., & Ardi, N. D. (2016). Identifikasi Zona Bidang Gelincir Daerah Rawan Longsor Cihideung Kabupaten Bandung Barat dengan Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains*, 581–589. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
- Ruyani. (2023). *Tanah Longsor*. Bumi Aksara. <https://books.google.co.id/books?id=Xcv>

- Sugito, S., Irayani, Z., & Permana Jati, I. (2010). Investigasi bidang gelincir tanah longsor menggunakan metode geolistrik tahanan jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas. *Berkala Fisika*, 13(2), 49–54.
- Telford, W. M., Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics*. Cambridge university press.
- Zulfiadi, Z. (2011). Analisis Kestabilan Lereng Tanah. *Bandung: Universitas Padjajaran*.