

Pemodelan 3D Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik di Bukit Nobita Padang

M. Arif, Dwi Pujiastuti*, Ahmad Fauzi Pohan

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

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 20 April 2023
Direvisi: 10 Mei 2023
Diterima: 31 Oktober 2023

Kata kunci:

Bidang gelincir
Resistivitas
Res2dinv
Wenner
Bukit Nobita

Keywords:

surface of rupture
resistivity
res2dinv
wenner
Bukit Nobita

Penulis Korespondensi:

Dwi Pujiastuti
Email:
dwipujiastuti@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan investigasi bidang gelincir tanah longsor di bukit Nobita, Kampung Jua, Lubuk Begalung, Kota Padang menggunakan metode geolistrik resistivitas 3 dimensi konfigurasi Wenner. Penelitian dilakukan di daerah perbukitan dengan kemiringan mencapai 40°. Pengambilan data dilakukan pada tiga lintasan dengan variasi panjang lintasan yaitu 120 dan 240 m. Jarak antara elektroda adalah 6, 12, 18, 24 m untuk elektroda arus dan elektroda potensial. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software Res2dinv* untuk menampilkan citra 2 dimensi lapisan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas yang terukur di lapangan. Hasil pengolahan citra 2 dimensi kemudian dimodelkan dalam 3 dimensi menggunakan *software Voxler*. Interpretasi data hasil diperoleh lintasan 1 memiliki nilai resistivitas 1170-2028 Ωm pada kedalaman 4,5-19,1 m. Lintasan 2 memiliki nilai resistivitas 1052-1768 Ωm dengan kedalaman 4,5-19,1 m. Lintasan 3 dengan nilai resistivitas 1492-2937 Ωm pada kedalaman 1,5-19,1 m. Arah bidang gelincir lintasan 1 dan 2 ke arah barat laut sedangkan lintasan 3 ke arah timur laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bidang gelincir pada masing-masing lintasan merupakan batu granit.

The surface of rupture investigation has been conducted at Nobita Hill, Kampung Jua, Lubuk Begalung, Padang City using the 3-dimensional resistivity geoelectric method in Wenner configuration. The research was conducted in a hilly area with a slope of up to 40°. Data was collected on three tracks with variations in length lengths of 120 and 240 m. The electrode spacing is 6, 12, 18, and 24 m for current and potential electrodes. Data processing was carried out using Res2dinv software to display a 2-dimensional image of the subsurface layer based on the resistivity values measured in the field. The results of 2-dimensional image processing were then modeled in 3 dimensions using Voxler software. Data interpretation of the results obtained by Track 1 has a resistivity value of 1170-2028 Ωm at a depth of 4.5-19.1m. Track 2 has a resistivity value of 1052-1768 Ωm with a depth of 4.5-19.1 m. Track 3 has a resistivity value of 1492-2937 Ωm at a depth of 1.5-19.1 m. The direction of the sliding plane of Tracks 1 and 2 is to the northwest, while track 3 is to the northeast. The results showed that the sliding plane on each track is granite.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Bukit Nobita, Kecamatan Lubuk Begalung, Padang adalah daerah perbukitan dengan kemiringan lereng yang curam mencapai 40°. Kemiringan lereng menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya longsor dimana semakin curam suatu lereng maka semakin besar potensi longsor pada area tersebut (Nurhayati & Ardi, 2016). Daerah ini dimanfaatkan warga sebagai lahan perkebunan dan tempat wisata. Pengalih fungsian lahan sebagai tempat wisata menambah beban tambahan di atas lereng, seperti kolam renang dan *cafe* yang dapat meningkatkan risiko terjadinya longsor pada kawasan Bukit Nobita. Vegetasi yang buruk akibat pengalihan lahan akan berdampak kepada kurangnya akar pepohonan yang berperan sebagai penahan tanah sehingga air akan mudah masuk menerobos lapisan bawah permukaan dan lama-kelamaan akan menambah massa batuan dan melemahkan kestabilan lereng (Faizana dkk., 2015). Kemiringan lereng Bukit Nobita yang curam ditambah dengan adanya pengalihan lahan menjadi objek wisata serta vegetasi yang semakin buruk memperbesar resiko terjadinya longsor di kawasan Bukit Nobita.

Tanah longsor merupakan perpindahan material pembentuk lereng yang bergerak ke bawah atau ke luar lereng dalam waktu yang singkat dan volume yang besar (Fitriadi dkk., 2017). Lereng yang curam memiliki potensi longsor yang lebih besar, longsor ini umumnya bergerak di atas suatu bidang yang dikenal dengan bidang gelincir (Fuadi dkk., 2020). Menurut Scholz (2019) bidang gelincir merupakan lapisan yang menjadi bidang gerak dari lapisan material longsor. Bidang gelincir adalah bidang yang kedap air dan licin yang dapat meloloskan material di atasnya (Jayadi dkk., 2020). Beberapa metode telah digunakan untuk mengetahui bidang gelincir salah satunya yaitu metode geolistrik resistivitas.

Metode geolistrik resistivitas dapat menentukan kedalaman lapisan yang memiliki potensi longsor serta litologinya sehingga diketahui lapisan yang berperan sebagai bidang gelincir (Santoso, 2002). Beberapa penelitian menunjukkan metode geolistrik resistivitas efektif digunakan untuk mengetahui bidang gelincir. Dona dan Sudiar (2015) melakukan identifikasi bidang gelincir di Bukit Lantiak Padang Selatan. Hasil penelitian menunjukkan penampang bawah daerah penelitian terdiri dari material *clay*, *limestone*, *sandstone*, dan *andesite* dengan jenis bidang gelincir yaitu pada lapisan *limestone*. Zakaria dan Maisarah (2019) mengidentifikasi bidang gelincir di Desa Srimartani Yogyakarta dengan metode geolistrik wenner. Hasil interpretasi menunjukkan bidang gelincir terdapat pada lapisan tanah permukaan dengan lempung dengan kemiringan lereng yang cukup terjal.

Tujuan survei geolistrik dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur bawah permukaan serta karakteristik bidang gelincir. Penelitian terkait bidang gelincir tanah longsor belum pernah dilakukan di Bukit Nobita sebelumnya. Dengan mengetahui bidang gelincir di wilayah ini, diharapkan dapat bermanfaat untuk keperluan mitigasi, terutama untuk tata guna lahan yang lebih baik dan mengurangi risiko terjadinya tanah longsor.

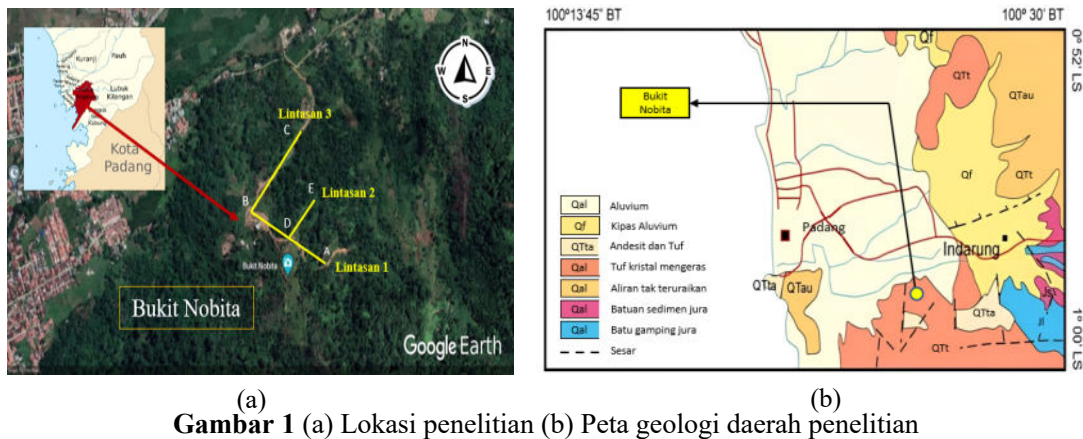
II. METODE

Tahapan kegiatan penelitian meliputi survei lokasi, pengambilan data geolistrik, pengolahan data, interpretasi, pemodelan 3 dimensi, dan analisis bidang gelincir. Survei lokasi dimaksudkan untuk menentukan tempat lokasi dan lintasan yang sesuai untuk melakukan penelitian. Pengambilan data dilakukan pada November sampai Desember 2022. Lokasi pengambilan data berada di kawasan Bukit Nobita Kecamatan Lubuk Begalung Padang yang dapat dilihat pada Gambar 1.a. Pengambilan data dilakukan menggunakan satu set alat survei geolistrik Resistivitymeter.

Pengambilan data dilakukan pada 3 lintasan dengan panjang lintasan 1 dan 3 sepanjang 240 m serta lintasan 2 sepanjang 120 m dengan koordinat masing-masing lintasan seperti yang terlihat pada Tabel 1. Jarak elektroda terpendek adalah 6 m untuk elektroda arus dan elektroda potensial.

Tabel 1 Koordinat pengambilan data

Lintasan	Koordinat Lintasan
Lintasan 1	0°58'11" S dan 100°24'59" E - 0°58'18" S dan 100°24'51" E
Lintasan 2	0°58'18" S dan 100°24'51" E - 0°58'24" S dan 100°24'56" E
Lintasan 3	0°58'21" S dan 100°24'54" E - 0°58'21" S dan 100°24'58" E



Tahap pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai faktor geometri (K) dengan memasukkan nilai jarak antara dua elektroda (a) menggunakan Persamaan 1. Resistivitas semu (ρ_a) pada Persamaan 2 dihitung dengan memasukkan nilai beda potensial (ΔV), kuat arus listrik (I), dan faktor geometri (K). Selanjutnya interpretasi dan pemodelan per lapisan batuan menggunakan *software* Res2Dinv dengan menghasilkan kontur struktur lapisan bawah permukaan.

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

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

Citra 2 dimensi dari hasil pengolahan Res2Dinv kemudian diinterpretasikan nilai resistivitas lapisan-lapisan batuan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas material (Telford dkk., 1990). Hasil interpretasi juga disesuaikan lagi dengan peta geologi Kota Padang terkhususnya kawasan Bukit Nobita. Interpretasi data sebenarnya didapatkan setelah melakukan perbandingan data nilai resistivitas dan geologi bawah permukaan.

Tahap pemodelan 3 dimensi dilakukan dengan menyimpan data keluaran dari *software* Res2Dinv dalam format file bertipe dat pada *software* Notepad. Kemudian data diolah menggunakan *software* Voxler dan dilakukan penyesuaian warna dari model penampang sehingga didapat model citra 3 dimensi lokasi penelitian. Tahap analisis bidang gelincir merupakan tahapan untuk memahami dan mengevaluasi kemungkinan terjadinya gerakan tanah atau potensi longsor di kawasan Bukit Nobita. Analisis ini melibatkan peninjauan keadaan lereng dan struktur bidang gelincir yang ada pada daerah penelitian.

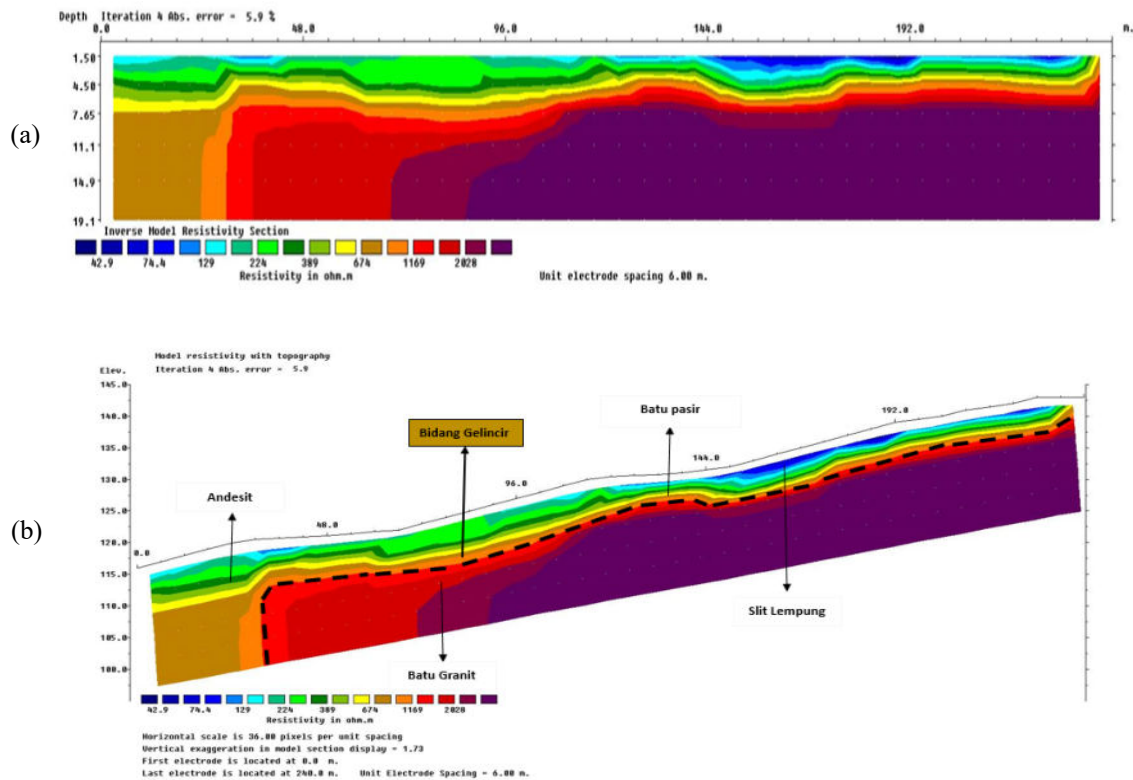
III HASIL DAN DISKUSI

3.1 Penampang Resistivitas 2D

3.1.1 Lintasan 1

Hasil inversi data geolistrik berupa penampang lintang yang memberikan informasi kedalaman dan nilai tahanan jenis dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur litologi bawah permukaan. Setelah dimasukkan nilai koreksi kemiringan sebesar 70 - 85 mdpl, penampang resistivitas lintasan 1 dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2a merupakan gambar penampang lintang 2 dimensi, Gambar 2b merupakan gambar penampang resistivitas dengan koreksi kemiringan. Inversi data geolistrik lintasan 1 dengan *Root Mean Square* (RMS) error sebesar 5,9% dengan rentang nilai resistivitas yaitu dari 42,9 - 2028 Ωm serta rentang nilai kedalaman yaitu 1,5 - 19,1 m.

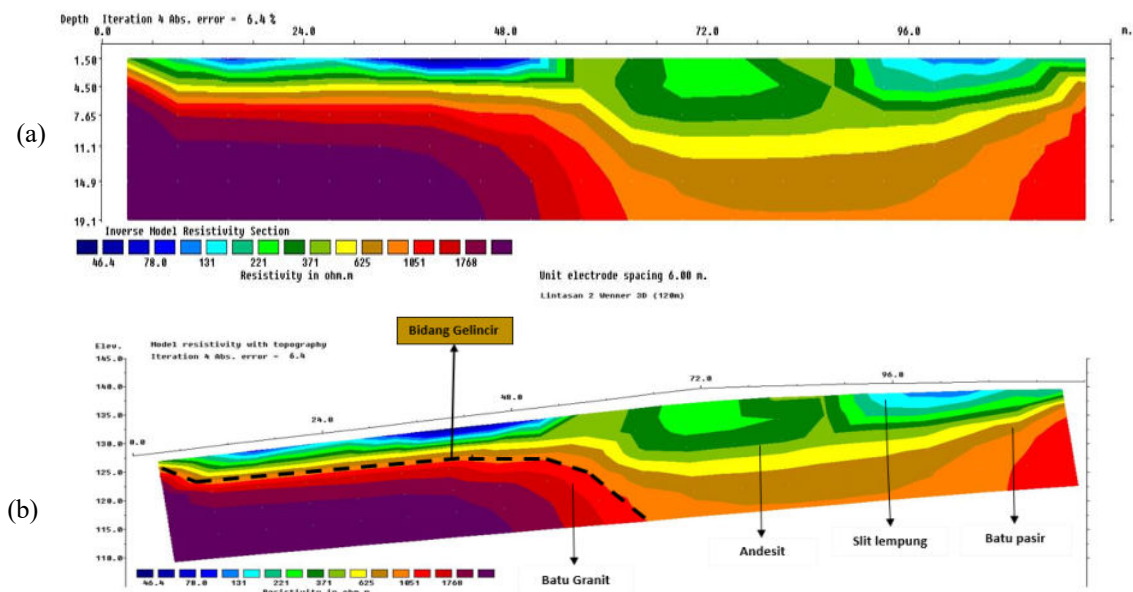
Berdasarkan citra penampang 2D (Gambar 2), jenis lapisan pertama adalah lapisan lanau berlempung dengan rentang nilai resistivitas 25,9 - 100 Ωm . Jenis batuan kedua dengan rentang nilai resistivitas berkisar 197 - 386 Ωm diasumsikan sebagai batuan andesit. Jenis batuan ketiga memiliki rentang nilai resistivitas berkisar 768 - 1494 Ωm dapat diasumsikan sebagai batu pasir. Lapisan dasar diasumsikan sebagai batu granit dengan nilai resistivitas berkisar 1495 - 2937 Ωm .



Gambar 2 (a) Penampang lintang 2 dimensi lintasan 1
(b) Penampang resistivitas dengan koreksi kemiringan

3.1.2 Lintasan 2

Lintasan 2 memiliki ketinggian berkisar antara 127-140 mdpl dengan panjang lintasan 120 m. Pengambilan panjang lintasan 2 terbatas sepanjang 120 m dipengaruhi karena terbatasnya jangkauan pengukuran akibat faktor geologi daerah penelitian yang memiliki lereng sangat curam. Hasil citra dua dimensi untuk lintasan 2 tanpa koreksi kemiringan ditampilkan pada Gambar 3.a dan koreksi kemiringan pada Gambar 3.b. Kedalaman yang diperoleh mencapai 19,1 m. Pengukuran dilakukan pada ketinggian awal 128 mdpl. Hasil citra 2D lintasan 2 diperoleh dengan melakukan iterasi sebanyak 4 kali dengan *rms-error* sebesar 6,4% dengan rentang nilai resistivitas bervariasi mulai dari 46,4 – 1768 Ω m.

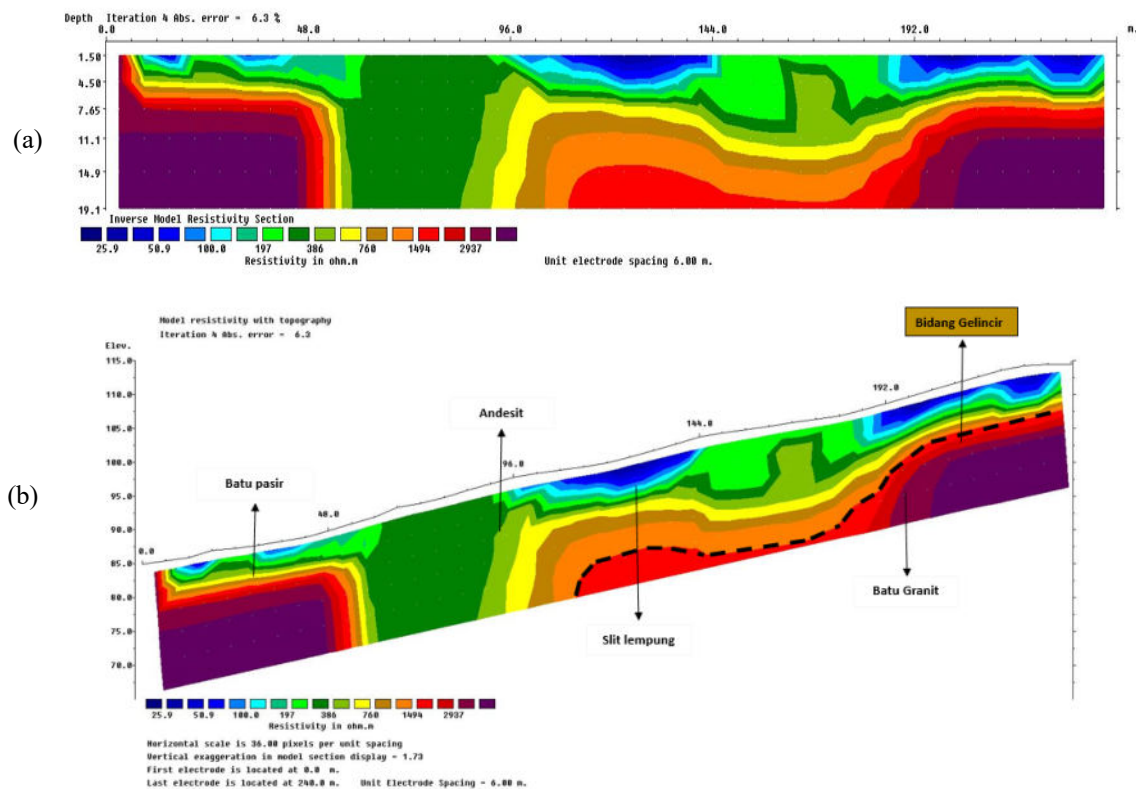


Gambar 3 (a) Penampang lintang 2 dimensi lintasan 2
(b) Penampang resistivitas dengan koreksi kemiringan

Berdasarkan citra penampang 2D (Gambar 3), jenis lapisan pertama adalah lapisan lanau berlempung dengan rentang nilai resistivitas 46,4 – 131 Ωm . Jenis batuan kedua dengan rentang nilai resistivitas berkisar 221 – 371 Ωm diasumsikan sebagai batuan andesit. Jenis batuan ketiga memiliki rentang nilai resistivitas berkisar 372 – 1051 Ωm dapat diasumsikan sebagai batu pasir. Lapisan dasar diasumsikan sebagai batu granit dengan nilai resistivitas berkisar 1051 – 1768 Ωm .

3.1.3 Lintasan 3

Ketinggian lintasan 3 berkisar antara 85-116 mdpl. Lintasan 3 merupakan bagian lereng paling bawah dengan panjang lintasan pengukuran 240 m. Hasil citra dua dimensi untuk lintasan 3 tanpa koreksi kemiringan ditampilkan pada Gambar 4.a dan koreksi kemiringan pada Gambar 4.b. Kedalaman yang diperoleh mencapai 19,1 m. pengukuran dilakukan pada ketinggian awal 85 mdpl. Hasil citra 2D lintasan 3 diperoleh dengan melakukan iterasi sebanyak 4 kali dengan *RMS-error* sebesar 6,3% dengan rentang nilai resistivitas 25,9 – 2937 Ωm .

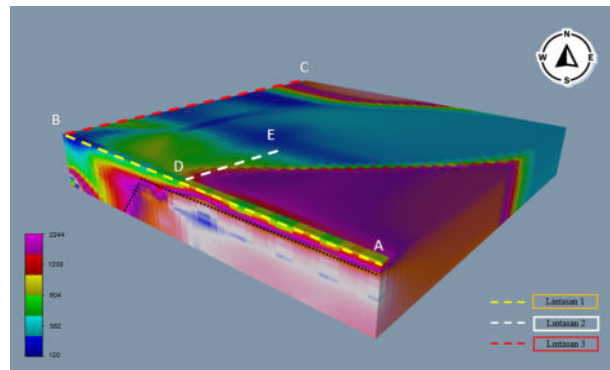


Gambar 4 (a) Penampang lintang 2 dimensi lintasan 3
(b) Penampang resistivitas dengan koreksi kemiringan

Berdasarkan citra penampang 2D (Gambar 4), jenis lapisan pertama adalah lapisan lanau berlempung dengan rentang nilai resistivitas 25,9 – 100 Ωm . Jenis batuan kedua dengan rentang nilai resistivitas berkisar 197 – 386 Ωm diasumsikan sebagai batuan andesit. Jenis batuan ketiga memiliki rentang nilai resistivitas berkisar 768 – 1494 Ωm dapat diasumsikan sebagai batu pasir. Lapisan dasar diasumsikan sebagai batu granit dengan nilai resistivitas berkisar 1495 – 2937 Ωm .

3.2 Penampang Resistivitas 3D

Interpretasi data 2 yang diperoleh kemudian dimodelkan dalam bentuk 3D sebagaimana yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Penampang lintang 3D daerah penelitian

3.3 Interpretasi dan Analisis Bidang Gelincir Penampang 2D

Hasil citra penampang resistivitas 2D menunjukkan bahwa terdapat empat jenis batuan pada daerah penelitian, yaitu lanau berlempung, kelompok andesit, batu pasir dan batu granit. Setiap nilai resistivitas yang diperoleh pada lintasan 1, 2 dan 3 dibandingkan dengan nilai resistivitas batuan (Telford dkk., 1990) sehingga diperoleh jenis batuan pada setiap lapisan bawah permukaan.

Hasil yang diperoleh sesuai dengan peta geologi pada Gambar 1.b dimana geologi daerah penelitian terdiri dari matriks yang banyak mengandung serabut-serabut gelas dengan fragmen kuarsa dan batuan gunung api serta mengandung keselarasan antara tuf dan andesit. Struktur dari batu granit dan batu pasir memiliki korelasi yang sama dengan litologi penelitian dimana batu granit dan batu pasir merupakan batuan beku yang berasal dari perut bumi dan berstruktur kuarsa. Semakin ke atas lapisan permukaan memiliki kontak selaras dengan kelompok andesit dan juga lanau berlempung. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dona dan Sudiar (2015) dimana terdapat struktur lapisan yang sama berupa lapisan andesit yang juga berada di atas lapisan batu pasir hal ini dipengaruhi oleh jarak antar lokasi penelitian yang tidak terlalu jauh (5 km).

Bidang gelincir pada setiap lintasan diketahui dengan memasukkan nilai topografi pada hasil citra penampang resistivitas 2D. Gambar 2.b, Gambar 3.b, dan Gambar 4.b memperlihatkan bahwa penampang bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus yang dicitrakan oleh lapisan berwarna merah hingga ungu yang diasumsikan sebagai lapisan batu granit.

Kedalaman bidang gelincir tanah longsor pada setiap lintasan bervariasi. Kedalaman bidang gelincir pada lintasan 1 dan 2 terletak pada kedalaman 4,5 sampai 19,1 m. Lintasan 3 memiliki bidang gelincir tanah longsor pada kedalaman dangkal yaitu 1,5 sampai 19,1 m. Amir (2015) menyatakan, semakin dalam bidang gelincir, maka volume longsor juga semakin besar, dan semakin dangkal bidang gelincir, maka volume longsor juga semakin kecil.

Faktor lain yang mempengaruhi tingkat resiko longsor adalah sudut kemiringan daerah penelitian. Sudut kemiringan lereng pada lintasan 1 adalah 40°, lintasan 2 adalah 37°, dan pada lintasan 3 adalah 39°. Sudut kemiringan pada ketiga lereng tersebut diklasifikasikan ke dalam kemiringan lereng curam, sehingga memiliki potensi besar terjadinya longsor (Nugroho & Nugroho, 2020).

3.4 Interpretasi dan Analisis Penampang 3D

Hasil Penampang 3D menunjukkan hubungan antara setiap penampang yang saling berpotongan satu sama lain. Titik A-B merupakan lintasan 1 yang berpotongan dengan lintasan 3 dengan titik B-C. Lintasan 2 berpotongan di tengah-tengah lintasan 1 dengan titik D-E seperti pada Gambar 5.

Lapisan atas sebagian merupakan lapisan lanau berlempung dengan nilai resistivitas 120 – 382 Ωm yang tersebar hampir disemua permukaan daerah penelitian. Lapisan yang lebih keras berupa lapisan andesit dengan nilai resistivitas 604 Ωm terdapat di bawahnya. Batu pasir dengan resistivitas 1238 Ωm cukup mendominasi di sepanjang lintasan 1. Dibagian paling bawah terdapat batu granit dengan resistivitas 2244 Ωm yang mendominasi di sepanjang lintasan 1 dan 2 serta di awal dan di ujung lintasan 3 yang diasumsikan sebagai lapisan penahan kestabilan lereng di lokasi penelitian.

Penampang bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus. Perbedaan nilai resistivitas yang konstan dengan lapisan atas nya diasumsikan sebagai bidang gelincir (Hidayatika dkk., 2020). Arah bidang gelincir pada lintasan 1 yaitu ke arah barat laut namun berkemungkinan berubah arah menuju timur laut atau ke arah lintasan 2. hal ini dipengaruhi oleh perbedaan elevasi yang cukup

signifikan di area sepanjang titik bidang gelincir serta adanya zona lemah dibagian kanan lereng akibat kurangnya penahan dan besarnya sudut kemiringan lereng bagian kanan lintasan 1. Arah bidang gelincir lintasan 2 menuju timur laut dan lintasan 3 ke arah barat laut hal ini oleh karena adanya zona lemah dibagian penahan lereng lintasan 2 dan kondisi lereng yang sangat curam ke arah lintasan 3.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa lapisan batuan di Bukit Nobita Padang terdiri dari empat lapisan batuan, yaitu lanau berlempung, andesit, batu pasir, dan granit. Bidang gelincir diindikasikan berupa batu granit dengan kedalaman 4,5 m – 19,1 m pada lintasan 1 dan 2. Lintasan 3 dengan kedalaman 1,5 m - 19,1 m. Tipe gerakan tanah pada lintasan 1 dan 2 adalah longsoran translasi dan pada lintasan 3 adalah longsoran rotasi. Arah bidang gelincir lintasan 1 dan 2 menuju barat laut dan lintasan 3 menuju timur laut. Longsor paling berpotensi terjadi di bagian selatan daerah penelitian karena besarnya sudut kemiringan lereng dan kedalaman bidang gelincir yang terdapat diantara pertemuan lintasan 1 dan lintasan 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, H. (2015). Investigasi bidang gelincir di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Solok dengan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi schlumberger (Investigation of landsile slip surface in Jorong Koto Baru Nagari Aia Dingin, Solok Regency using the geoele. *Pillar of Physics*, 6(2).
- Dona, I. R., & Sudiar, N. Y. (2015). Identifikasi Bidang Gelincir menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan. *Pillar Of Physics*, 5(1).
- Faizana, F., Nugraha, A. L., & Yuwono, B. D. (2015). Pemetaan risiko bencana tanah longsor Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(1), 223–234.
- Fitriadi, M. W., Kumalawati, R., & Arisanty, D. (2017). Tingkat kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana tanah longsor di desa jaro kecamatan jaro kabupaten tabalong. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 4(4).
- Fuadi, Z., Muhardi, M., & Yusa, M. (2020). Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan dan Bidang Gelincir Lereng Kelurahan Muara Lembu Metode Geolistrik. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 56–66.
- Hidayatika, A., Suharno, S., Mulyasari, R., Hesti, H., & Juliarka, B. R. (2020). Interpretasi Geofisika Bidang Gelincir Paleo-Rockslide Parangtritis. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 6(2), 121–130.
- Jayadi, H., Mukaddas, A., & Meidji, I. U. (2020). Investigasi bidang gelincir pada daerah rawan longsor di ruas jalan Tawaeli-Toboli menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. *Jurnal Fisika Unand*, 9(3), 381–387.
- Nugroho, D. D., & Nugroho, H. (2020). Analisis Kerentanan Tanah Longsor Menggunakan Metode Frequency Ratio di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. *Geoid*, 16(1), 8–18.
- Nurhayati, N., & Ardi, N. D. (2016). Identifikasi Zona Bidang Gelincir Daerah Rawan Longsor Cihideung Kabupaten Bandung Barat dengan Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner. *Prosiding SNIPS*.
- Santoso, D. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika*. ITB, bandung.
- Scholz, C. H. (2019). *The mechanics of earthquakes and faulting*. Cambridge university press.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. In *Applied Geophysics*. Cambridge university press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139167932>
- Zakaria, M. F., & Maisarah, S. M. (2019). Identifikasi Bidang Gelincir Pada Daerah Rawan Longsor Desa Srimartani, Yogyakarta. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 5(3), 214–222.