

Identifikasi Bidang Gelincir Zona Rawan Longsor di Kawasan Wisata Puncak Taruko Kabupaten Agam Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas

Husnatul Fauzana, Elistia Liza Namigo*

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

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 7 Mei 2024
Direvisi: 11 Juli 2024
Diterima: 19 Agustus 2024

Kata kunci:

Bidang Gelincir
Wenner-Schlumberger
Puncak Taruko
Resistivitas

Keywords:

Surface of rupture
Wenner-Schlumberger
Puncak Taruko
Resistivity

Penulis Korespondensi:

Elistia Liza Namigo
Email:
elistializanamigo@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi bidang gelincir di kawasan Puncak Taruko, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode geolistrik resistivitas 2 dimensi konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pengambilan data dilakukan pada tiga lintasan dengan panjang lintasan 80, 100 dan 100 m serta spasi elektroda 5 m. Daerah penelitian merupakan dataran tinggi dengan kemiringan lereng hingga 40° yang berbatasan langsung dengan tebing Ngarai Sianok yang sangat curam dengan ketinggian tebing 30-100 m. Pengolahan data dilakukan dengan *Software Res2dinv* untuk menampilkan citra 2 dimensi struktur lapisan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas yang terukur di lapangan. Pada penampang hasil pemetaan di ketiga lintasan teridentifikasi 4 lapisan batuan yaitu lempung, pasir, tufa dan batu granit. Hasil interpretasi menunjukkan bidang gelincir pada tiap lintasan adalah tufa. Untuk Lintasan 1 dengan kedalaman 3,75-15,9 m, untuk Lintasan 2 yaitu 5,15-19,8 m dan kedalaman 6,38-19,8 m untuk Lintasan 3. Berdasarkan interpretasi hasil citra 2D area Lintasan 1 dan 2 memiliki tipe longsoran translasi dan area lintasan 3 memiliki tipe longsoran rotasi. Berdasarkan kedalaman dan ketebalan bidang gelincir resiko longsor paling besar berada pada Lintasan 3.

A research has been conducted to identify the surface of rupture plane in Puncak Taruko area, Agam Regency, West Sumatra Province using 2-dimensional resistivity geoelectric method of Wenner-Schlumberger Configuration. Data collection was carried out on three tracks with track lengths of 80, 100 and 100 m and 5 m electrode spacing. The research area is a plateau with a slope of up to 40° which is directly adjacent to the very steep cliffs of Sianok Canyon with a cliff height of 30-100m. Data processing was carried out using Res2dinv software to display a 2-dimensional image of the subsurface layer structure based on the resistivity values measured in the field. In the cross section of the mapping results in the three tracks, 4 rock layers were identified, namely clay, sand, tuff and granite. The interpretation results show that the sliding plane on each track is tuff. For Track 1 with a depth of 3,75-15,9m, for track 2 it is 5,15-19,8 m and a depth of 6,38-19,8 m for track 3. Based on the interpretation of 2D image results, the area of track 1 and 2 has a translational avalanche type and the area of track 3 has a rotational avalanche type. Based on the depth and thickness of the slide field, the greatest risk of landslide is on track 3.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Puncak Taruko merupakan sebuah destinasi wisata populer yang berada di di Subarang Tigo Jorong, Kenagarian Koto Gadang, Kecamatan IV Koto, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat (Triyatno, 2012). Daerah ini termasuk ke dalam kawasan Geopark Ngarai Sianok yang memiliki topografi daerah perbukitan dengan lembah sempit dan curam. Kawasan Puncak Taruko berada di atas tebing Ngarai Sianok tersebut. Kemiringan lereng Ngarai Sianok yang berkisar dari 30° - 90° dan ketinggian antara 30-100 m ditambah dengan curah hujan tinggi yaitu sekitar 190 ml/bulan menjadikan kawasan ini diperkirakan mempunyai potensi longsor yang cukup tinggi. Selain obyek wisata, kawasan Puncak Taruko terdapat lahan pemukiman dan juga pertanian. Pengalih-fungsian lahan sebagai objek wisata, pemukiman dan pertanian menyebabkan beban di atas lereng bertambah, hal ini dapat meningkatkan resiko terjadinya longsor pada Kawasan Puncak Taruko (Triyatno, 2012). Deforestasi yang terjadi pada lahan akan berdampak pada kurangnya akar pepohonan yang berperan sebagai penahan air yang masuk kedalam lapisan bawah permukaan yang kemudian menambah massa batuan hingga membuat lapisan menjadi jenuh air (Wakhidah dkk., 2014). Selain itu, faktor lain penentu terjadinya longsor adalah letak/kedalaman bidang gelincir. Bidang gelincir merupakan lapisan imajiner yang menjadi bidang gerak dari lapisan material longsor yang bersifat kedap air dan dapat meloloskan material di atasnya.

Metode geofisika yang paling sering digunakan untuk mengetahui keberadaan bidang gelincir adalah metode geolistrik (Telford dkk., 1990). Metode geolistrik mempunyai resolusi spasial yang baik dalam menentukan kedalaman lapisan yang memiliki potensi longsor serta litologinya sehingga lapisan yang berperan sebagai bidang gelincir dapat diidentifikasi (Santoso, 2002). Konfigurasi yang umum digunakan dalam survei penentuan bidang gelincir dengan metode geolistrik resistivitas adalah konfigurasi Wenner-Schlumberger 2D. Konfigurasi ini cocok untuk survei resistivitas di area yang luas karena jarak antara elektroda bisa diperbesar dan memiliki tingkat akurasi kedalaman yang baik dalam mendeteksi keadaan resistivitas batuan dibawah permukaan daerah penelitian (Telford dkk., 1990).

Beberapa penelitian mengenai penentuan bidang gelincir dengan metode resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger* 2D diantaranya adalah Argobi (2022) di daerah Subang. Hasil menunjukkan lapisan batuan terdiri atas batuan tufa pasir dan batu breksi dengan kedalaman bidang miring 20 – 35 m. Jenis longsor merupakan longsor translasi dimana juga terdapat patahan yang saling menyambung sehingga memperkuat daerah ini merupakan daerah rawan longsor. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Mulyasari dkk (2020) di Jalan Raya Suban, Bandar Lampung. Hasil penelitiannya mengindikasikan litologi bawah permukaan terdiri atas lapisan sedimen tufa, pasir lempungan dan breksi dengan jenis bidang gelincir berada dibatas antara lapisan sedimen tufa dan pasir lempungan pada kedalaman 5-15 m dengan longsor yang terjadi adalah translasi. Penelitian ini dijadikan acuan karena memiliki kondisi geologi yang hampir sama dengan Puncak Taruko yaitu litologi batuan penyusun daerah berupa batuan tufa, ketinggian daerah yang rata-rata 90- 100 m serta curah hujan yang cukup tinggi pada daerah tersebut.

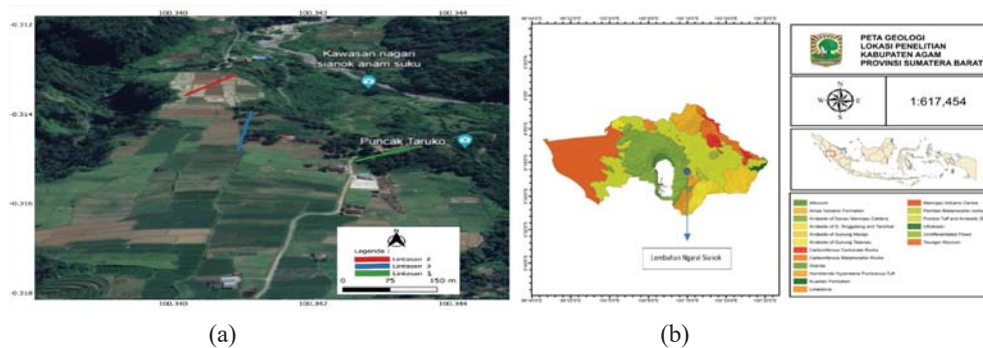
Penelitian mengenai identifikasi bidang gelincir khususnya pada daerah Puncak Taruko belum pernah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi bidang gelincir di daerah Puncak Taruko dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* 2D. Mengingat kawasan ini merupakan salah satu destinasi wisata yang populer di samping sebagai daerah pemukiman penduduk dan lahan pertanian, maka penentuan potensi longsor di kawasan Puncak Taruko perlu dilakukan agar usaha mitigasi dan kebijakan pemanfaatan lahan di daerah tersebut lebih optimal.

II. METODE

Tahapan penelitian ini meliputi survey lokasi, pengambilan data geolistrik, pengolahan data, interpretasi dan analisis bidang gelincir. Survey lokasi dilakukan untuk menentukan lokasi dan lintasan yang sesuai untuk penelitian. Geologi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.b. Pengambilan data dilakukan pada bulan September dan Desember 2023. Lokasi pengambilan data berada pada kawasan Puncak Taruko, yang dapat dilihat pada Gambar 1.a. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan satu set alat survei geolistrik *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 panjang lintasan 1 adalah 80 m terletak pada koordinat 0°31'485"S dan 100°34'315"E sampai 0°31'58"S dan 100°34'313"E. Lintasan 2 pada koordinat 0°31'329"S dan 100°34'205"E sampai 0°31'396"S dan 100°34'127"E dengan panjang lintasan 100 m. Lintasan 3 pada koordinat 0°31'410"S dan 100°34'236"E sampai 0°31'422"S dan 100°34'327"E dengan panjang lintasan 100 m. Jarak terpendek pada elektroda arus dan elektroda potensial yaitu 5 m dan 35 m untuk jarak elektroda terjauh.



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

Langkah 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-schlumberger menggunakan Persamaan 1.

$$K = \pi n (n + 1)a \quad (1)$$

dengan n dan a adalah faktor perbandingan jarak antara elektroda. Selanjutnya dilakukan perhitungan resistivitas semu dengan Persamaan 2.

$$\rho = \pi a n (n + 1) \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dengan ρ adalah nilai resistivitas semu, ΔV adalah nilai beda potensial, K adalah faktor geometri dan I adalah nilai arus listrik. Setelah itu dilakukan pemodelan menggunakan *software Res2Dinv* untuk mendapatkan hasil tampilan penampang 2D lapisan bawah permukaan daerah penelitian berdasarkan nilai resistivitas.

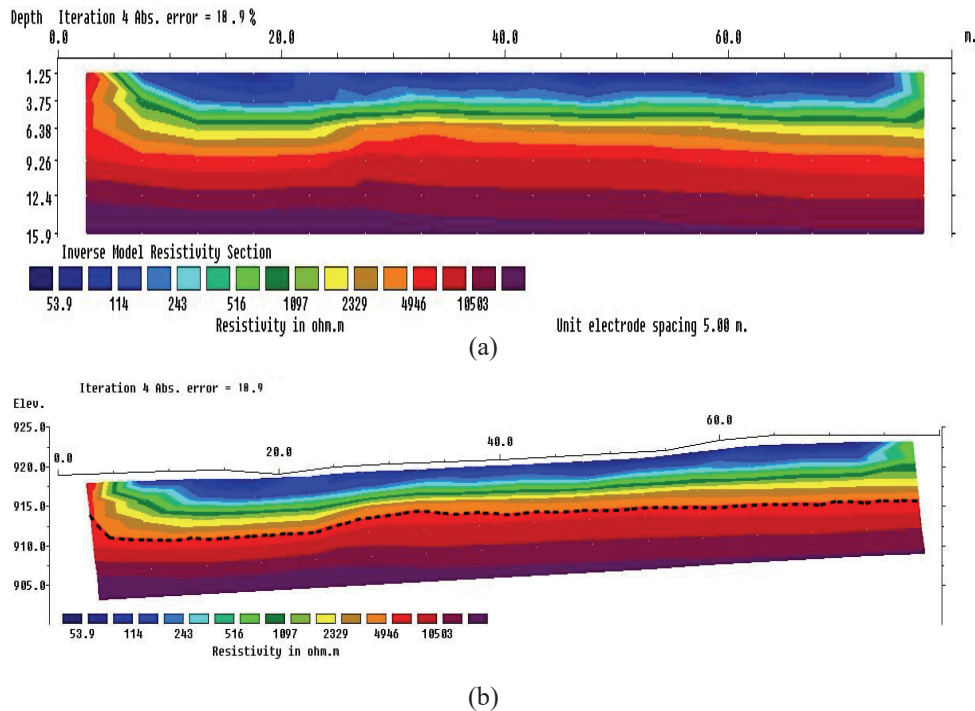
Citra 2 dimensi dari hasil pengolahan *software Res2Dinv* kemudian di interpretasikan nilai resistivitas lapisan batuan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas material (Telford dkk., 1990). Hasil interpretasi juga disesuaikan dengan geologi daerah Puncak taruko.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Interpretasi Citra 2D Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki ketinggian ± 918 mdpl dengan sudut kemiringan lereng adalah 37° yang termasuk ke dalam klasifikasi kemiringan lereng curam. Hasil citra 2D pada Lintasan 1 tanpa koreksi kemiringan dapat dilihat pada Gambar 2(a) dan hasil citra dua dimensi Lintasan 1 dengan koreksi kemiringan pada Gambar 2(b).

Hasil penampang lintasan Pada Gambar 2(a) menunjukkan kedalaman yang dapat dideteksi hingga 15,9 m dengan rentang nilai resistivitas 53,9 Ω m – 10503 Ω m dan iterasi dilakukan sebanyak 4 kali dengan RMS *error* yang diperoleh sebesar 18,9%.



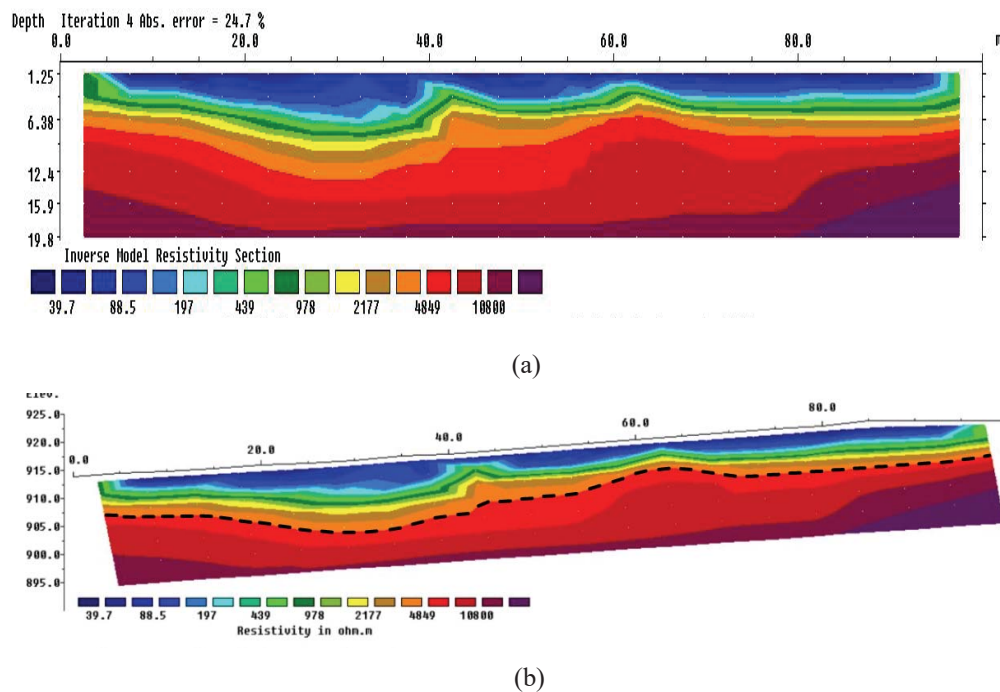
Gambar 2. (a) Penampang lintasan 2D lintasan 1
(b) Penampang resistivitas dengan koreksi kemiringan

Pada lintasan pertama didapatkan nilai resistivitas 53,9 – 243 Ω m dengan posisi kedalaman 1,25 – 3,75 m diduga dengan jenis material lempung, air tanah dan lanau karena memiliki nilai resistivitas yang rendah, keadaan dimana terjadinya pelapukan dan membuat resistivitas menjadi rendah. Berdasarkan kondisi daerah dilapangan serta peta geologi, daerah penelitian diisi oleh jenis batuan berupa lempung (Fadhly dkk., 2021). Lapisan kedua memiliki nilai resistivitas dengan rentang 516–1097 Ω m pada kedalaman 1,25–6,38 m. Jenis batuan penyusun diduga berupa kuarsa (batu pasir), lava dan konglomerat. Berdasarkan kondisi daerah dari peta geologi lapisan ini merupakan material batupasir. Hal ini juga dapat dilihat pada kawasan sekitar daerah penelitian yang sudah terkikis dan terjadi longsor. Lapisan ketiga dengan nilai resistivitas dengan rentang 2329– 4946 Ω m yang terdapat pada sepanjang lintasan pengukuran dengan kedalaman yang berkisar antara 1,25 –9,26 m, dengan jenis lapisan yang memungkinkan yaitu batuan tufa, lava dan sabak. Dilihat dari geologi regional yang ada, pada lapisan ini diisi oleh batuan tufa dimana kawasan ini termasuk kedalam Geoprak Ngarai Sianok Maninjau yang berada pada klasifikasi batuan hasil gunung api lebih tua yang memiliki ciri membentuk dataran kecil hingga bukit rendah yang ditutupi oleh tanah berwarna abu-abu hingga merah kecoklatan (Nofirman, 1992), terbukti dari elevasi yang terdapat pada daerah penelitian yang berada di sekitar bukit-bukit (Fadhly dkk.,2021). Lapisan terakhir dengan nilai resistivitas yang diperoleh yaitu 4947 – 10503 Ω m diperkirakan berupa material batu granit, tufa dan tanduk. Berdasarkan peta geologi daerah lapisan dengan kedalaman 9,26–15,9 m diisi oleh batuan granit, satuan ini memiliki penyebaran yang sangat luas, tersingkap baik di sepanjang tebing maupun pada dasar lembah (Nofirman, 1992).

Pada lapisan ketiga dan keempat memiliki perbedaan nilai resistivitas yang signifikan. Batuan ini berkontak langsung antara material tufa pasir yang memiliki karakteristik semi-permeabel dan sedikit meloloskan air dan bertemu langsung dengan lapisan granit yang impermeabel atau batuan yang kompak tidak meloloskan air yang memungkinkan granit tahan terhadap terjadinya erosi. Sehingga bidang gelincir diduga berada pada lapisan tufa yang ditandai dengan garis putus-putus berwarna hitam di sepanjang lintasan pada Gambar 2(b) dengan indikasi kedalaman 3,75-15,9 m yang termasuk kedalam bidang gelincir yang sedang hingga dalam. Potensi longsor akan semakin tinggi jika lapisan diatas bidang gelincir semakin tebal. Bentuk bidang gelincir pada lapisan ini relatif datar mengikuti bentuk lereng, sehingga dapat dikategorikan bahwa tipe longsor yang terjadi adalah tipe translasi.

3.2 Interpretasi Citra 2D Lintasan 2

Lintasan 2 dengan 912–926 mdpl memiliki kemiringan sudut 37°. Hasil citra 2D Lintasan 2 menunjukkan kedalaman yang dapat dideteksi yaitu hingga 18,2 m dengan RMS-error sebesar 24,7% . Hasil citra dua dimensi untuk Lintasan 2 dapat dilihat pada Gambar 3(a) dan (b).



Gambar 3. (a) Penampang lintasan 2D lintasan 2
(b) Penampang resistivitas dengan koreksi kemiringan

Lapisan pertama dengan nilai resistivitas 39,7–197 Ωm pada kedalaman 1,25 – 6,05 m. Lapisan ini diduga merupakan batuan lempung, air tanah dan juga lanau. Berdasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian, lapisan penyusun atas cenderung tersusun oleh material lempung yang berwarna coklat kemerahan yang memiliki nilai resistivitas yang rendah dimana terjadinya pelapukan dan membuat pembacaan dalam alat menjadi rendah (Nofirman, 1992). Lapisan kedua dengan nilai resistivitas dari 439–978 Ωm diduga merupakan batuan pasir, lava dan batuan konglomerat. Berdasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian, diduga lapisan yang berada pada kedalaman 1,25–6,38 m merupakan batuan pasir yang termasuk kedalam batuan sedimen yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik. Lapisan ketiga dengan nilai resistivitas 2177– 4849 Ωm pada kedalaman 1,50–12,1m diduga diisi oleh jenis batuan tufa, lava dan batuan sabak. Berdasarkan peta geologi dan kondisi di lapangan material penyusun pada lapisan ini adalah tufa pasiran. Material ini memiliki porositas dan permeabilitas yang kurang baik dimana lapisan batuan ini hanya dapat menyimpan air dalam jumlah yang sedikit. Lapisan terakhir dengan nilai resistivitas 4850–10800 Ωm diasumsikan diisi oleh material batu granit, tufa dan batuan tanduk. Berdasarkan peta geologi dan kondisi di lapangan material penyusun pada lapisan ini adalah batuan granit. Dimana batuan ini merupakan batuan yang memiliki permeabilitas yang buruk sehingga lapisan batuan ini tidak dapat menyimpan dan meloloskan air (Fadhly dkk, 2021).

Nilai resistivitas pada lapisan tiga dan empat memiliki perbedaan nilai resistivitas yang sangat kontras. Keberadaan bidang gelincir ditandai dengan adanya kontras resistivitas antar dua batuan yang berdekatan dimana lapisan kedap air memiliki nilai tahanan jenis yang besar yang berada tepat di antara lapisan yang memiliki tahanan jenis lebih kecil. Bidang gelincir pada Lintasan 2 dengan ketebalan lapisan di atasnya 5,25 m berada pada kedalaman 6,38 - 19,8 m. Kedalaman bidang gelincir termasuk kedalam kategori bidang gelincir yang dalam, dimana semakin dalam bidang gelincir, tingkat bahaya longsor akan semakin besar. Sehingga resiko terjadinya longsor pada Lintasan 2 besar. Bentuk dari

bidang gelincirnya cenderung berbentuk datar dan mengikuti kemiringan dari lereng sehingga tipe longsor yang terjadi merupakan tipe longsor translasi.

3.3 Interpretasi Citra 2D Lintasan 3

Lintasan 3 dengan elevasi yang berkisar antara 917-925 mdpl memiliki panjang lintasan 100m, kemiringan sudut 40° . Dari citra dua dimensi pada lintasan 3 diperoleh nilai resistivitas 38,8–8650 Ω m dan hasil *rms error* sebesar 26,9 %. Hasil citra dua dimensi untuk Lintasan 3 dapat dilihat pada Gambar 4(a) dan (b).

(a)

(b)

Gambar 4. (a) Penampang lintasan 2D lintasan 3
(b) Penampang resistivitas dengan koreksi kemiringan

Lapisan pertama diperoleh nilai resistivitas 38,8–182 Ω m yang diduga merupakan batuan atau material lempung, air tanah dan lanau. Berdasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian, lapisan penyusun atas cenderung tersusun oleh material lempung, posisinya berada hampir di sepanjang lintasan pengukuran dengan kedalaman 1,25–6,38 m yang ditandai dengan warna biru tua hingga biru muda. Lapisan kedua diperoleh nilai resistivitas 394–853 Ω m yang berada pada sepanjang lintasan pengukuran. Lapisan ini diperkirakan diisi oleh material pasir, lava dan juga konglomerat. Berdasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian, lapisan ini tersusun oleh material batu pasir yang terdapat pada kedalaman 1,25–12,4m. Lapisan ketiga dengan nilai resistivitas 1846–3996 Ω m dengan kemungkinan jenis batuan berupa tufa, lava dan batuan sabak. Berdasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian pada peta geologi lapisan tengah tersusun oleh material tufa dengan kedalaman 1,25–19,8 m. Lapisan ini dominan berada pada titik lintasan 0–35 m dengan ketebalan 16,05 m. Lapisan terakhir yang berada pada kedalaman 6,38–19,8 m memiliki nilai resistivitas 3997–8650 Ω m dengan jenis lapisan yang memungkinkan yaitu batuan granit, tufa dan batuan tanduk. Berdasarkan kondisi dan struktur geologi daerah penelitian pada peta geologi, lapisan baawah tersusun oleh bebatuan beku berupa batu granit yang ditandai dengan warna merah hingga warna ungu. Lapisan ini dominan berada pada titik lintasan 35-100 m dengan ketebalan 13,42 m.

Nilai resistivitas pada lapisan tiga memiliki perbedaan nilai resistivitas yang sangat kontras dibandingkan dengan lapisan keempat Adanya kontras nilai resistivitas antar