

Perunutan Jalur Sesar Lokal di Desa Sri Mulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang Berdasarkan Data Geofisika

WASIS^{a)}, SUNARYO^{a)}, ADI SUSILO^{a)}

^{a)} Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

diterima 7 Januari 2010, direvisi 17 Maret 2011

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang berjudul Perunutan Jalur Sesar Lokal di Desa Sri Mulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang yang bertujuan untuk mendapatkan parameter fisis patahan/sesar 3 dimensi, yang meliputi kedalaman, lebar, panjang dan arah lintasnya.

Penelitian dilakukan dengan mengacu pada penelitian pendahuluan (*preliminary re-search*) yang berupa hasil interpretasi data geologi, gaya berat, dan singkapan (*out crop*) yang muncul. Penelitian dilakukan dengan menggunakan parameter geolistrik resistivitas dengan menerapkan konfigurasi pseudodepth section (4 elektroda). Dari data hasil akuisisi dilakukan pengolahan dan interpretasi secara inverse. Dengan melakukan penggabungan untuk setiap pseudodepth section, maka akan diperoleh parameter fisis target dalam 3 dimensi.

Kata kunci: Perunutan, patahan/sesar lokal, pseudodepth section.

ABSTRACT

A research has been conducted for searching local cesar at Sri Mulyo Village, Malang Regency, to get the physical parameters of 3 dimension cesar, which include depth, width, length, and direction.

The research is based on the preliminary research that results geological data interpretation, gravity, and out crop. The survey used resistivity parameter by applying pseudodepth section configuration (4 electrodes). Data processing and interpretation using in-verse method. By combining every pseudodepth section, 3 dimension physical parameters will be acquired. Square Error is 2.51×10^{-27} .

Key word: Searching, local cesar, pseudodepth section

PENDAHULUAN

Pada tanggal 24 Januari 2006 di Desa Sri Mulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang terjadi longsor yang mengakibatkan 1 rumah hancur, 14 rumah retak-retak pada bagian dinding dan pondasinya. Di samping itu, longsor yang terjadi pada 3 (tiga) buah bidang

longsoran besar dan 12 longsoran kecil tersebut juga menyebabkan terputusnya jalan desa beraspal yang terletak di depan musholla Hidayatullah akibat ambles ke bawah sebesar 60cm. Berdasarkan interpretasi secara geologi, areal terjadinya longsor berada diatas batuan breksi lapuk yang menumpang di atas batu gamping Formasi Wonosari. Di samping itu, tata guna lahan setempat berupa pemukiman sebanyak 24 rumah, kebun, serta tegalan. Dari segi topografi daerah ini mempunyai kelerengan yang tidak terlalu terjal, yaitu sebesar 12°– 20°,

*Corresponding author : Wasis ,
E-mail: wasis55@ub.ac.id

hal ini menunjukkan bahwa kejadian longsor memang tidak semata-mata diakibatkan oleh faktor topografi, namun lebih didominasi oleh adanya sesar turun yang di duga disebabkan amblesnya batu gamping kars di bagian bawah yang menyebabkan banyak terjadi longsor ikutan .

Mengacu pada peta geologi, daerah Sri Mulyo Kecamatan Dampit merupakan zona yang dilewati oleh patahan K.Genting [1]. Hal ini mengakibatkan pada kawasan setempat banyak dijumpai adanya batuan yang retak sebagai media masuknya air pada musim penghujan dan rentan terhadap getaran atau gempa. Berdasarkan hasil interpretasi data gaya berat, secara umum menunjukkan bahwa Kecamatan Dampit dilalui oleh jalur gradien horisontal yang rapat sebagai representasi dari adanya patahan yang melintas sekitar K.Genting [2], [3].

Patahan atau sesar adalah salah satu jenis struktur geologi. Dengan dijumpainya suatu singkapan (out crop) struktur sesar, maka dapat dilakukan perunutan untuk mengetahui sebaran/perkembangan arah dari sesar tersebut. Interpretasi secara visual dan geologi hanya memberikan gambaran jalur sesar yang bersifat kualitatif, tanpa diketahui parameter kedalaman serta struktur dan lithologi bawah permukaannya. Penelitian pendahuluan (preliminary research) dengan gaya berat juga belum menampakkan detail dari struktur sesar lokal setempat. Oleh karena itu, dengan mengacu pada hasil kualitatif dari interpretasi geologi dan gaya berat setempat akan dilakukan perunutan dengan menggunakan parameter geolistrik konfigurasi pseudodepth section. Dari perunutan ini, diharapkan parameter kuantitatif yang berupa dimensi kedalaman, lebar, panjang, dan lintasan akan dapat diketahui. Dengan diketahuinya parameter-parameter kuantitatif terhadap patahan lokal tersebut, maka Pemerintah Daerah atau pihak-pihak lain yang terkait bisa membuat perencanaan tentang tata guna lahan dengan konsep rencana tata ruang yang berbasis mitigasi. Dengan demikian, harapan selanjutnya adalah zonasi lahan harus ditata kembali termasuk konstruksi bangunan sipil,

sehingga faktor keamanan dan keselamatan (safety) penduduk setempat akan relatif dapat lebih terjamin.

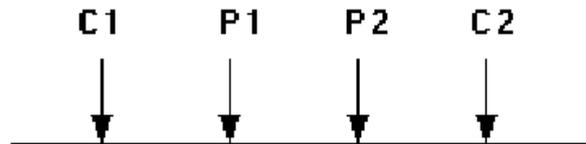
METODE PENELITIAN

Tahapan/Cara Kerja. Pengukuran resistivitas secara umum adalah dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui 2 elektroda arus (C1 dan C2 lihat Gambar 1), dan mengukur respon beda potensial yang ditimbulkannya pada 2 elektroda potensial (P1 dan P2). Dari data harga arus (I) dan beda potensial (V), dapat dihitung nilai resistivitas semu (ρ_a) sebagai berikut :

$$\rho_a = k \frac{V}{I} \tag{1}$$

dengan k adalah faktor geometri yang tergantung pada pengaturan dari 4 elektroda yang telah disebut sebelumnya.

Dalam survai resistivitas ini dipakai konfigurasi dipol-dipol yang secara luas masih dipakai dalam survai resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial.



Gambar 1. Susunan Sederhana 4 Elektroda .

Susunan elektroda dari konfigurasi dipol-dipol ditunjukkan pada Gambar 2. Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu “a”. Konfigurasi mempunyai faktor lain yaitu “n” (Gambar 2).

Dipole - Dipole



Gambar 2. Susunan Konfigurasi Dipol-dipol.

Ini adalah rasio jarak antara elektroda-elektroda C1 dan P1 ke C2-C1 (atau P1-P2)

dengan jarak pisah dipol “a”. Pada survai ini spasi tetap yaitu “a” dan faktor “n” bertambah dari 1 sampai tak terhingga yaitu sesuai dengan target kedalaman yang akan ditentukan. Nilai resistivitas semu dari konfigurasi dipol-dipol adalah

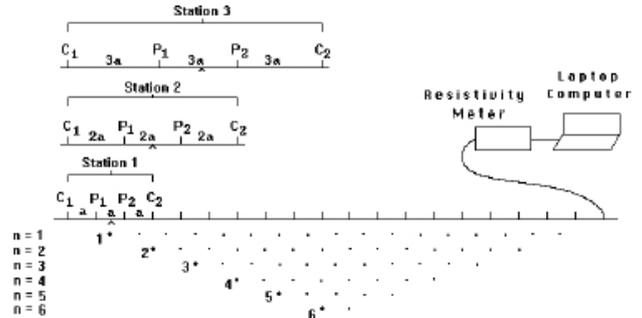
$$\rho_a = 3,14 n(n+1)(n+2)a \frac{V}{I} \quad (2)$$

Data *pseudosection* akan memberikan gambaran yang baik secara lateral maupun vertikal (Gambar 3). Keuntungan dari data ini adalah penyajian datanya yang berbentuk gambar kontur kearah kedalaman, sehingga variasi lateral dan vertikal langsung bisa dilihat.

Rancangan Penelitian. Penelitian dilakukan dengan mengacu pada hasil interpretasi penelitian pendahuluan (*preliminary research*) yang berupa jalur sesar lokal [1], jalur gradien horisontal [2], [3], dan singkapan (*out crop*) jalur sesar setempat.

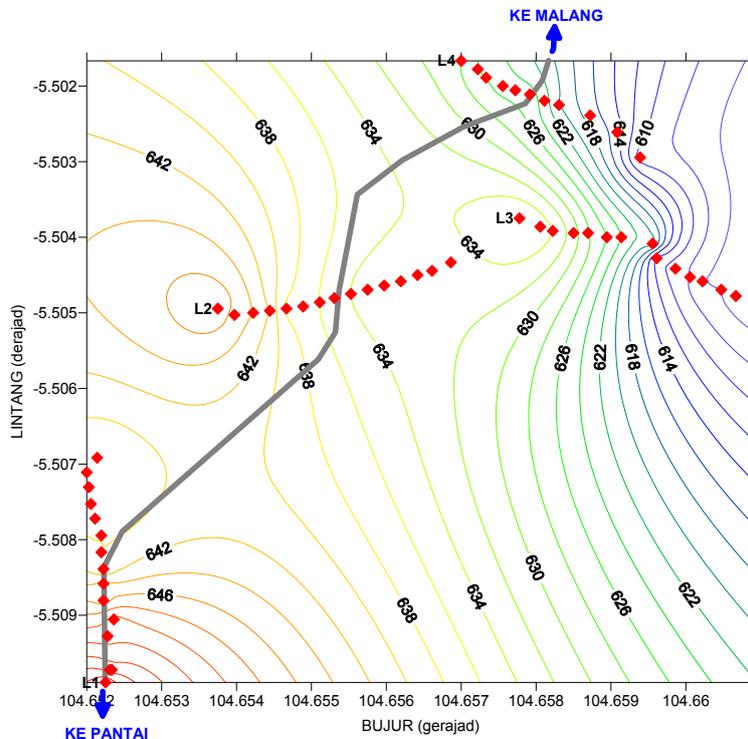
Perunutan dilakukan dengan melakukan pengukuran *pseudodepth section* memotong lintasan sesar. Dengan melakukan

maka parameter fisis patahan/sesar dalam 3-dimensi akan dapat diperkirakan.



Gambar 3. Konfigurasi Dipol-dipol dengan *pseudosection* termodifikasi.

Analisis Data. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *res2dinv* dimana algoritmanya berdasar pada metode quasi-Newton yang perhitungannya merupakan nilai pendekatan dari turunan parsial data resistivitas semu [4]. Nilai resistivitas yang dihitung bukanlah nilai resistivitas bawah permukaan yang sebenarnya, namun itu merupakan nilai semu yang merupakan resistivitas dari bumi



Gambar 4. Distribusi lintasan (L1, L2, L3, dan L4) dan kontur topografi lokasi penelitian. Interval kontur 2m.

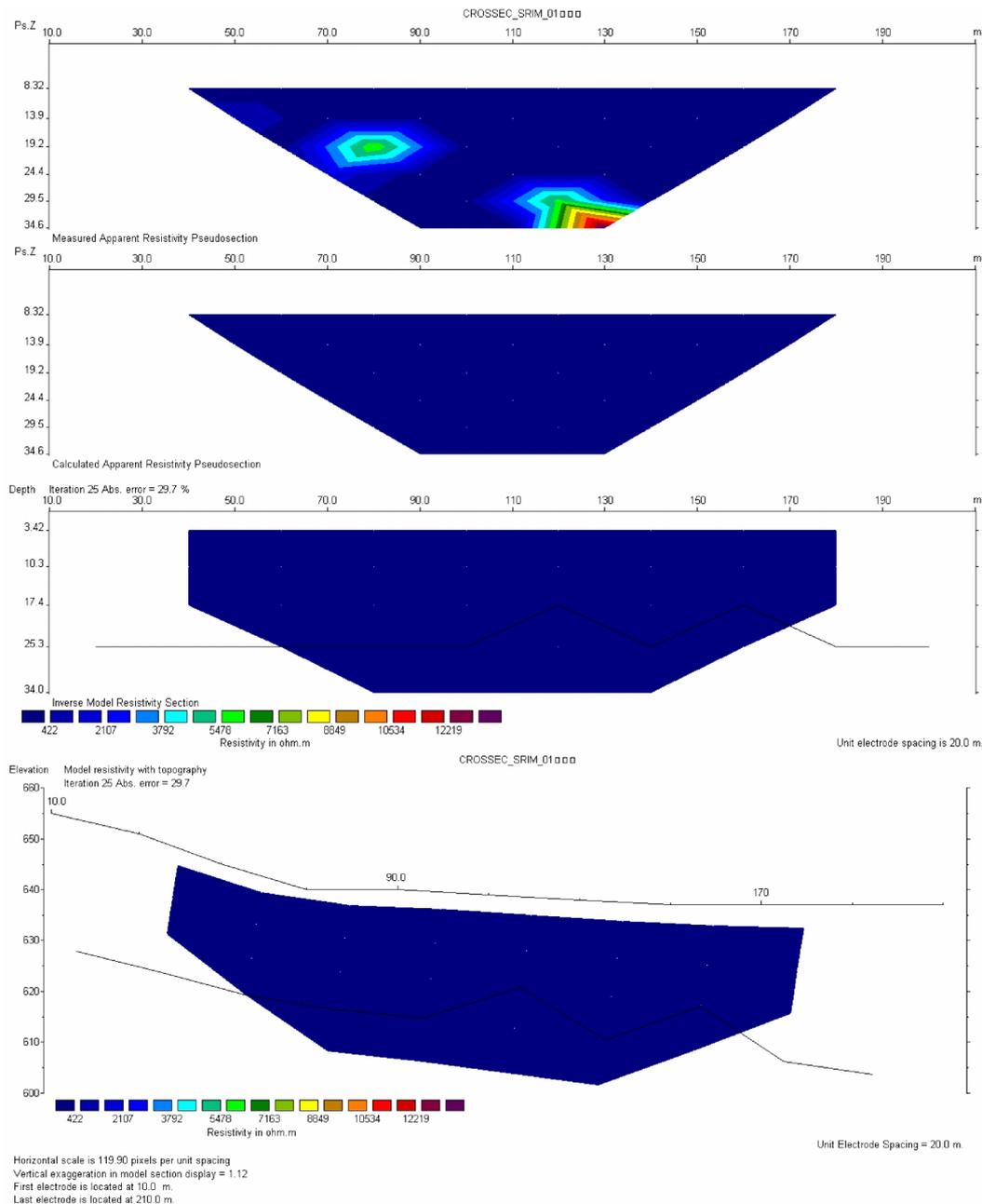
penggabungan dari setiap *pseudodepth section*

yang dianggap homogen dan memberikan nilai resistansi yang sama untuk susunan elektroda

yang sama. Hubungan antara resistivitas semu dan resistivitas sebenarnya sangat kompleks [5], sehingga untuk menentukan nilai resistivitas bawah permukaan yang sebenarnya diperlukan

perhitungan secara inversi dengan menggunakan bantuan komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN



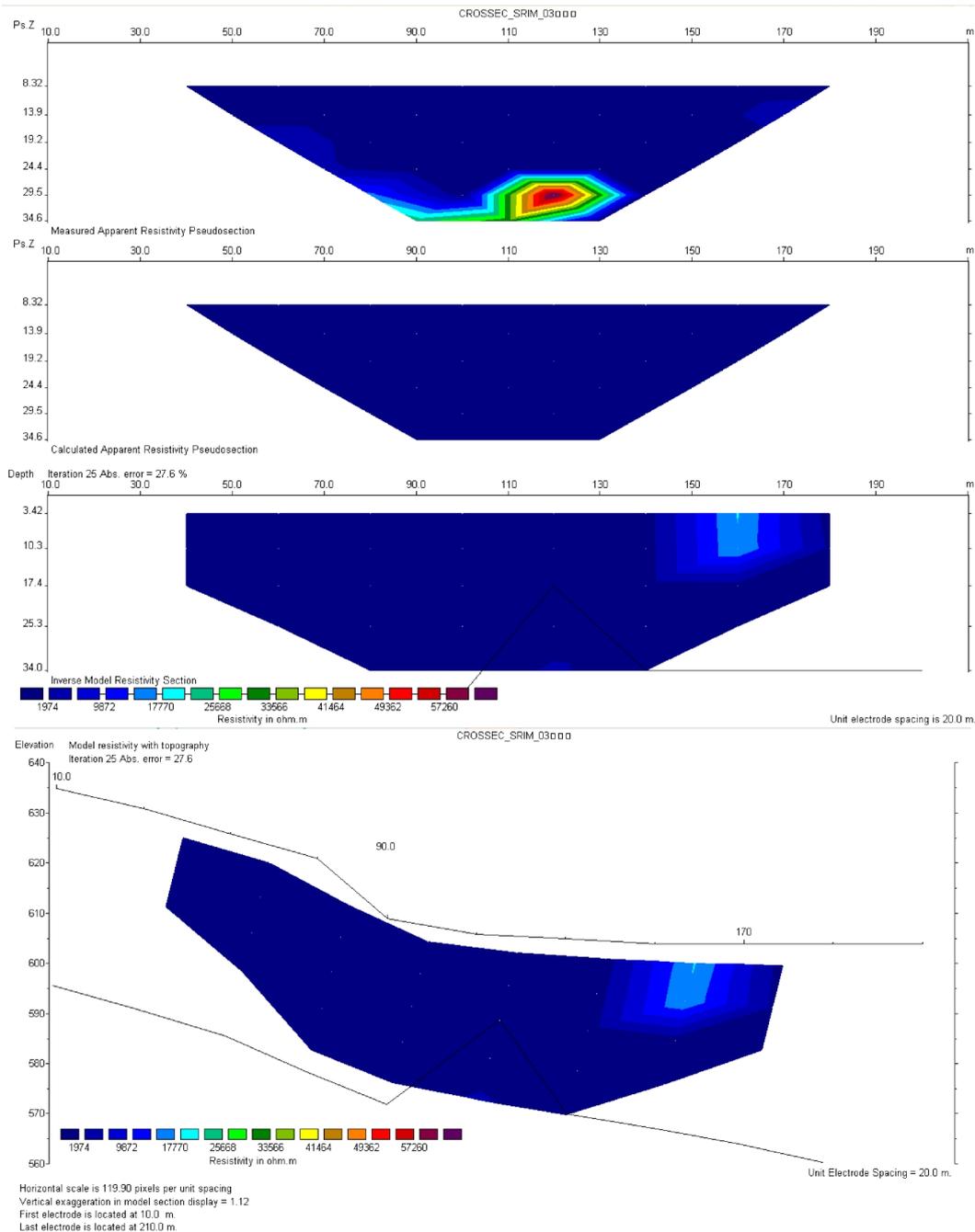
Gambar 5. Hasil interpretasi *pseudodepthsection* untuk lintasan 1 (L1)

masing-masing lintasan bervariasi sesuai dengan kondisi ruang di lapangan.

Hasil Pengolahan dan Interpretasi Data.

Dari data yang diperoleh dari hasil akuisisi tersebut, yang berupa nilai arus listrik (I), nilai tahanan batuan (R), nilai beda potensial (V), dan geometri lapangan, maka untuk selanjutnya

dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai hambatan jenis (ρ). Selanjutnya dilakukan interpretasi dengan menggunakan metode inversi. Interpretasi kualitatif data geolistrik resistivitas atau tahanan jenis 2D biasanya dilakukan berdasarkan pola kontur tahanan jenis semu pada *pseudosection*. Namun informasi

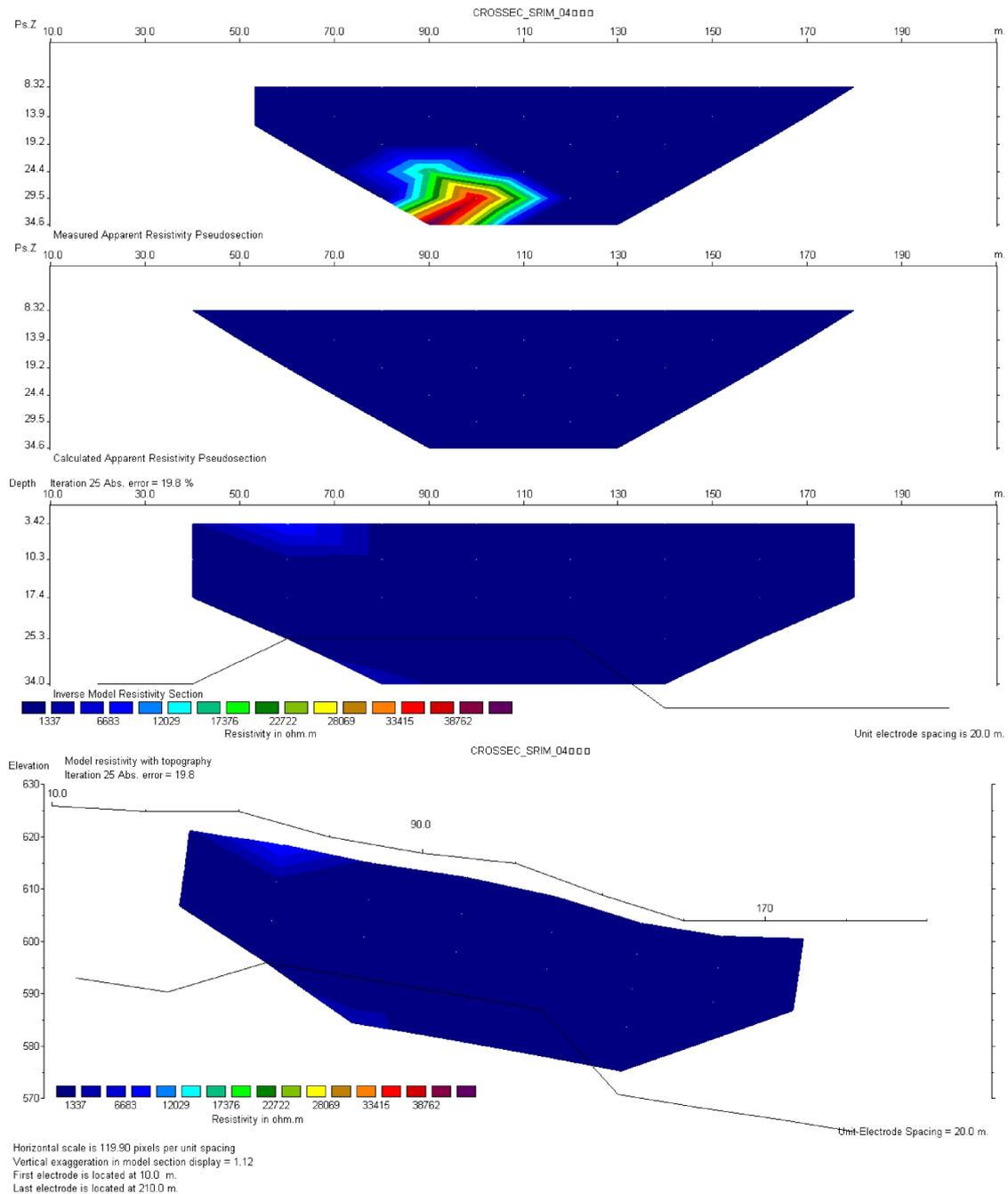


Gambar 7. Hasil interpretasi *pseudodepthsection* untuk lintasan 3 (L3)

yang diperoleh kurang optimal, karena parameter tahanan jenis dan geometri (terutama untuk kedalaman) anomali bawah permukaan adalah besaran yang bersifat relatif. Interpretasi menggunakan pemodelan inversi merupakan alternatif untuk memperoleh informasi tahanan jenis bawah permukaan secara lebih kuantitatif.

Prinsip dasar metode inversi linier kuadrat

terkecil adalah modifikasi model awal secara iteratif hingga diperoleh model yang responnya cocok dengan hasil pengukuran akuisisi data lapangan. Modifikasi model didasarkan pada informasi mengenai sensitivitas parameter observasi (data) terhadap perubahan parameter model. Faktor sensitivitas tersebut terkandung dalam matriks Jacobi yang elemen-elemennya



Gambar 8. Hasil interpretasi *pseudodepthsection* untuk lintasan 4 (L4)

adalah turunan parsial respons model terhadap parameter model. Untuk kasus geolistrik 2D perhitungan matriks Jacobi dilakukan secara numerik menggunakan pendekatan beda-hingga sehingga memerlukan perhitungan *forward modeling* dalam jumlah yang cukup besar. Perhitungan respons model tahanan jenis 2D dilakukan melalui penyelesaian persamaan diferensial yang cukup kompleks menggunakan metode beda-hingga atau elemen-hingga. Oleh karena itu inversi linear kuadrat terkecil untuk data geolistrik 2D membutuhkan sumber daya komputasi (waktu eksekusi dan memori) yang relatif cukup besar.

Adapun hasil dari interpretasi *pseudodepthsection* adalah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 yang masing-masing menunjukkan hasil interpretasi untuk lintasan L1, lintasan L2, lintasan L3, dan lintasan L4. Berdasarkan lintasan 1 (Gambar 5), tampak bahwa batuan dengan nilai resistivitas tinggi (warna hijau-ungu), meskipun pada data hasil akuisi tampak, namun pada hasil inversi tidak tampak.

Hal ini menunjukkan bahwa batuan memang didominasi oleh material rombakan dan sedimentasi alluvial (nilai resistivitas warna biru). Hal ini berarti bahwa, penyebab dari gerakan tanah atau longsoran didominasi oleh 2 (dua) hal, yaitu: Tingkat sementasi yang rendah menyebabkan ikatan material rombakan sangat lemah, sehingga ketika musim penghujan butiran antar material batuan terisi air dan menyebabkan peningkatan bobot dari batuan tersebut. Serta peningkatan bobot batuan akibat pengisian air antar butiran material yang terletak di atas *bed rock* pada kedalaman 25m sampai dengan 40m dengan kemiringan 7.5° mengakibatkan ikatan batuan menjadi lepas dan terjadilah longsoran bertingkat menurun (*graded*) menuju topografi yang lebih rendah.

Berdasarkan lintasan 2 (Gambar 6), tampak bahwa terdapat batuan dengan nilai resistivitas tinggi (warna hijau-ungu) pada koordinat 60m-120m dan 125m-170. Sedangkan pada koordinat antara 120m-125m menunjukkan nilai resistivitas yang relatif kecil (warna biru). Nilai resistivitas tinggi pada lintasan ini terletak pada

lokasi yang di atasnya terdapat rumah maupun jalan. Hal ini menunjukkan telah terjadi pemadatan material pada lokasi ini akibat beban jalan maupun perumahan, sehingga material menjadi lebih kompak. Sedangkan nilai yang kecil (warna biru) menunjukkan adanya patahan badan jalan akibat bencana longsor pada tahun 2006 [2], [6]. Kemiringan bed rock pada lintasan ini adalah 3.08° . Akibat dari proses kompaksi akibat aktifitas manusia, maka pada lintasan ini kejadian longsor frekwensinya lebih rendah jika dibandingkan dengan lintasan yang lain.

Lintasan 3 (Gambar 7) dan lintasan 4 (Gambar 8) adalah termasuk pada lokasi yang paling parah terhadap kejadian longsor. Pada lokasi ini terdapat banyak pohon ikut hanyut oleh longsor dan banyak rumah yang posisinya sudah miring akibat penurunan tanah yang tidak merata atau longsor yang bertingkat (*graded*). Material rombakan dan kemiringan topografi yang relatif besar (10.01° untuk lintasan 3 dan 9.46° untuk lintasan 4) menyebabkan daerah ini tidak layak untuk dijadikan hunian. Setiap tahun saat terjadi hujan yang panjang (2 hari berturut-turut) pasti selanjutnya akan diikuti dengan munculnya retakan-retakan yang menunjukkan telah terjadi penurunan atau longsoran tanah di lokasi ini.

KESIMPULAN

Kesimpulan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil interpretasi geolistrik resistivitas pseudodepth section, diperoleh kedalaman bed rocks yang bervariasi dari masing-masing lintasan yang terletak pada kedalaman antara 25m sampai dengan 40m.
2. Dari perhitungan berdasarkan hasil interpretasi bed rocks diperoleh kemiringan bed rocks untuk lintasan 1 (L1), lintasan 2 (L2), lintasan 3 (L3), dan lintasan 4 (L4) masing-masing adalah 7.5° , 3.08° , 10.01° , dan 9.46° .
3. Berdasarkan kondisi bed rocks, out crop batuan setempat, waktu terjadinya longsoran, dan kondisi longsoran setempat menunjukkan bahwa penyebab longsoran

selain karena geometri bidang longsor, juga karena material setempat didominasi oleh material rombakan yang sementasinya lemah sehingga pada saat musim penghujan menjadi tempat meresapnya air melalui antar butiran.

Saran. Berdasarkan kondisi setempat dan hasil interpretasi geolistrik resistivitas pseudodepth section yang telah dilakukan, maka peneliti menyarankan agar lokasi setempat tidak dijadikan kawasan hunian. Penduduk setempat sebaiknya direlokasi ke tempat yang struktur tanahnya stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A Suyanto, Hadisantono,R., Kusnama, Chaniago,R., dan Baharuddin,R., 1992, Peta Geologi lembar Turen, Jawa skala 1:100.000, Puslitbang Geologi, Bandung.
- [2] Sunaryo, 2007-a, Studi Zona Mineralisasi di Kawasan Malang Selatan Jawa Timur menggunakan Metode Geofisika Terpadu, Disertasi S-3, UGM, Yogyakarta..
- [3] Sunaryo, 2007-b, Penyusunan dan Analisis Data Informasi Perencanaan Pembangunan Kawasan Rawan Bencana Alam di kabupaten Malang, Badan Perencanaan Pembangunan Kabupaten, Malang.
- [4] Loke M.H., and Barker R.D., 1996, Rapid Least-squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by Quasi-Newton Method. *Geophysics Prospecting* 44,131-152.
- [5] Loke M.H., 2000., *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies, A practical guide to 2-D and 3-D surveys.*
- [6] Sunaryo,Wiyono, Analisis Longsoran Sri Mulyo Malang Selatan Jawa Timur Berdasarkan Respon Geolistrik Resistivitas Pseudodepthsection, The 34th HAGI Annual Meeting, Jogyaakarta, 10-12 November 2009.

