

Aplikasi Geolistrik Resistivitas untuk Mengetahui Distribusi Tahanan Jenis dalam Investigasi Potensi Bencana Longsor di Perbukitan Ampelgading Kabupaten Malang

AKHMAD JUFRIADI¹, HENA DIAN AYU¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Kanjuruhan Malang Fisika FMIPA

Email: akhmadjufriadi@yahoo.com

ABSTRAK: Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui distribusi tahanan jenis dan bidang gelincir pada lapisan tanah daerah rawan bencana longsor di perbukitan Gunung Sriti dan Gunung Bagong Desa Purwoharjo Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang. Lokasi penelitian memiliki elevasi bukit-bukit berkisar 450 - 491 meter dan kemiringan lereng curam berkisar 30^o hingga 50^o. Penelitian dilaksanakan dengan melakukan pengukuran terhadap nilai Tegangan karena adanya injeksi Arus terhadap lapisan bumi dengan menggunakan metode survei geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner. Hasil pengolahan data geolistrik resistivitas lintasan pertama menunjukkan, tahanan jenis pada lapisan bidang gelincir berkisar 51 Ohm-meter berupa material lempung pasir dan tanah pelapukan berkisar 59 - 88 Ohm-meter yang berupa material dengan fragmen kerakal. Pada lintasan kedua lapisan bidang gelincir berkisar 56 Ohm-meter berupa material lempung kecap air dan tanah pelapukan berkisar 71 hingga 97 Ohm-meter merupakan material lempung dengan fragmen kerakal. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian memiliki potensi tinggi terjadinya bencana longsor.

KATA KUNCI : Geolistrik resistivitas, konfigurasi Wenner, longsor

1 PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan kejadian yang terjadi akibat adanya proses alam maupun karena tingkah manusia yang dapat menyebabkan kerugian materi maupun non materi. Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang dapat diprediksi dan dianalisis kedatangannya, karena faktor terbesar dari alam yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor adalah curah hujan. Dengan curah hujan tinggi, tanah pelapukan yang mempunyai sifat meloloskan air menyebabkan tanah menjadi jenuh air. Air akhirnya mengalir pada bidang kontak yang bertindak sebagai bidang gelincir (slip surface). Akibat jenuhnya tanah pelapukan, bobot massa tanah bertambah, hal ini menyebabkan keseimbangan lereng terganggu dan lereng bergerak mencari

keseimbangan baru sehingga bencana tanah longsor terjadi. Pada umumnya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut.

Secara fisiografis Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang merupakan bagian dari jalur Pegunungan Selatan Pulau Jawa, dengan morfologi perbukitan yang bergelombang disertai bukit-bukit dan punggung yang sejajar. Dengan elevasi berkisar 400 hingga 900 meter dpl dan kemiringan lereng termasuk klasifikasi curam yaitu 30^o hingga 50^o, serta tingkat curah hujan yang cukup tinggi maka Kecamatan Ampelgading merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi bencana longsor.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk investigasi bidang gelincir adalah metode geofisika terutama geolistrik tahanan jenis. Metode geofisika ini bersifat

tidak merusak lingkungan, biaya relatif murah dan mampu mendeteksi perlapisan tanah sampai kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah. Oleh karena itu metode ini dapat di manfaatkan untuk survey daerah rawan longsor, khususnya untuk menentukan ketebalan lapisan yang berpotensi longsor serta litologi perlapisan batuan bawah permukaan [1]. Selain itu juga potensi daerah longoran dapat diketahui dengan menggunakan salah satu metode yang disebut metode USLE (Universal Soil Loss Equation), dengan metode ini akan didapatkan nilai laju aliran debris longoran [2].

Metode geolistrik resistivitas dijelaskan diantaranya oleh Loke (2000) [3], yang menyatakan bahwa tujuan dari survei geolistrik resistivitas adalah untuk mengetahui distribusi tahanan jenis bawah permukaan dengan melakukan pengukuran pada permukaan. Tahanan jenis ini bersesuaian dengan berbagai macam parameter geologi, seperti mineral, fluida dan porositas pada batuan. Prinsip dasar dari metode ini adalah injeksi arus listrik kedalam bumi yang melalui dua buah elektroda arus, kemudian besarnya beda potensial diukur dari dua buah elektroda potensial yang lain. Dari hasil pengukuran arus, beda potensial dan variasi jarak elektroda arus dan potensial (faktor geometri) tersebut akan diperoleh harga tahanan jenis lapisan di bawah titik ukur.

Persamaan yang digunakan untuk menyatakan besaran tahanan jenis semu dari hasil pengukuran adalah:

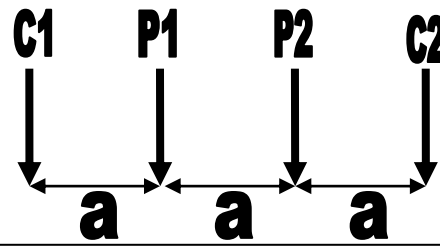
$$\rho = k \frac{\Delta V}{I}, \tag{1}$$

dimana ΔV adalah beda potensial dan I adalah besar arus dan k adalah faktor geometri. Pada penelitian ini digunakan susunan elektrode menggunakan konfigurasi Wenner dengan susunan elektrodenya seperti pada gambar 1, dan nilai dari faktor geometrinya adalah:

$$k = 2\pi a, \tag{2}$$

a adalah jarak spasi antar elektroda.

Konfigurasi Wenner tersebut memiliki jarak spasi antar elektroda sama, yaitu jarak $C_1P_1 = P_1P_2 = C_2P_2$, sesuai Gambar 1.



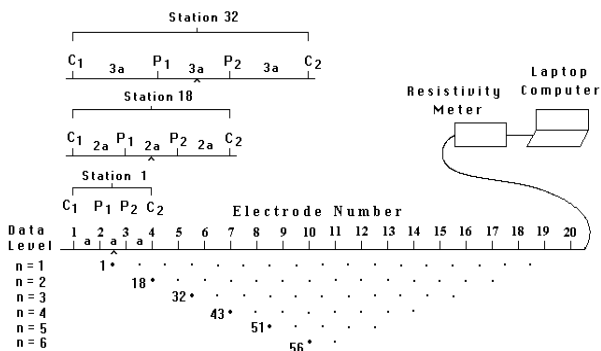
Gambar 1 Susunan Elektroda dengan konfigurasi Werner

2 METODE

Survei geolistrik resistivitas dilakukan di daerah perbukitan Gunung Sriti dan Gunung Bagong Desa Purwoharjo Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang. Berdasarkan kajian geologi regional, maka secara fisiografis daerah penelitian merupakan bagian jalur Pegunungan Selatan Pulau Jawa dengan morfologi perbukitan menggelombang. Elevasi permukaan daerah penelitian berkisar 400 sampai 900 meter dpl. Beberapa puncaknya adalah Gunung sriti II Timur daerah penelitian dengan elevasi 828, dan di arah Tenggara adalah Gunung Sriti I dengan elevasi 576 meter dpl. Kemiringan lereng daerah penelitian termasuk curam yaitu sekitar 30o hingga 50o. Peralatan yang digunakan adalah Resistivity Meter Yukawa model Naniura beserta perlengkapannya. Pengukuran dilakukan pada dua lintasan arah Barat Laut-Tenggara dengan panjang lintasan masing-masing 240 meter.

Susunan elektroda menggunakan konfigurasi Wenner dengan desain akuisisi data 2 dimensi. Pada pengukuran pertama spasi (jarak antar elektroda) sebesar 10 meter dan posisi elektroda C1, P1, P2, C2 secara berurutan berada pada posisi 1, 2, 3 dan 4. Untuk pengukuran kedua, posisi elektroda C1, P1, P2, C2 bergeser 10 meter dan secara berurutan berada pada posisi 2, 3, 4 dan 5. Pengukuran dilanjutkan hingga pada ujung bentangan. Kemudian dilanjutkan dengan pengukuran dengan spasi 2a (20 meter) sehingga posisi elektroda C1, P1, P2, C2 secara berurutan berada pada posisi 2, 4, 6

dan 8. Demikian selanjutnya, pengukuran dilakukan hingga ujung bentangan. Proses pengukuran tersebut diulang untuk spasi 3a (30 meter), 4a (40 meter), hingga 8a (80 meter) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain Pengukuran dengan Konfigurasi Werner [3].

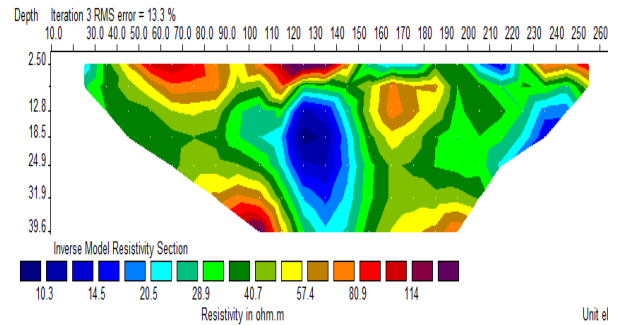
Pengolahan dan analisis data tahanan jenis semu yang diperoleh dari pengukuran dari lapangan menggunakan program RES2DINV versi 3.4 yang menggunakan metode inversi dengan kuadrat terkecil berdasarkan teknik optimasi quasi-Newton [4]. Metode inversi merupakan salah satu metode pemodelan untuk merekonstruksi model lapisan bumi berdasarkan data hasil pengukuran. Dalam program tersebut kondisi lapisan bawah permukaan di gambarkan dalam bentuk blok-blok rectangular yang menjelaskan kondisi sebaran tahanan jenis semu. Optimalisasi dari program tersebut pada dasarnya mereduksi perbedaan antara harga tahanan jenis terukur dengan model dan kondisi optimal biasanya jika iterasi mencapai 3 hingga 5 kali [5]. Hasil analisis data yang dikolaborasikan dengan kajian kondisi geologi dan stratigrafi regional digunakan untuk melakukan interpretasi terhadap kondisi penelitian.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data merupakan model 2D yang berupa penampang distribusi tahanan jenis semu atau pseudosection seperti pada gambar 3 dan 4. Distribusi tahanan jenis tersebut memberikan informasi tentang lapisan-lapisan batuan bawah permukaan yang sesuai dengan kondisi geologi daerah penelitian.

Lintasan Pertama

Lintasan pertama dengan panjang lintasan 240 meter dengan arah Barat Laut-Tenggara. Pada titik data 0 sampai 60 meter kemiringan lereng berkisar 30o dengan ketinggian antara 415 sampai 425 meter dpl. Pada titik data 60 meter sampai 240 meter relatif landai dengan ketinggian rata-rata 425 meter dpl. Lahan sepanjang lintasan pertama merupakan daerah perkebunan.



Gambar 3 Penampang Pseudosection Lintasan Pertama

Dari Gambar 3, penampang pseudosection menunjukkan adanya penyebaran batuan yang mempunyai tahanan jenis bervariasi berdasarkan warna dan kenampakan geologi permukaan. Sebagian besar litologi merupakan material clay (lempung) dengan nilai tahanan jenis kurang dari 29,8 ohm-meter, sampai lempung pasir dengan perkiraan nilai tahanan jenis berkisar 29,8 ohm-meter hingga 51,2 ohm-meter. Jenis batuan ini ditunjukkan dengan warna biru yang merupakan clay (lempung), warna biru muda hingga biru kehijauan merupakan silt (lanau) dan warna hijau merupakan sand (pasir) [6]. Pada titik data 140 hingga titik 40 (bagian tengah hingga ke arah Barat Laut) dengan ketebalan lapisan sekitar 10 meter, merupakan batuan andesit, basalt dan lava yang sudah sangat lapuk dan membentuk pelapukan kulit bawang dengan nilai tahanan jenis lebih besar dari 51,2 ohm-meter. Batuan tersebut ditunjukkan dengan warna kuning hingga ungu [7]. Dugaan batuan andesit ini diperkuat dengan adanya singkapan yang menunjukkan bolder andesit yang mengalami pelapukan pada daerah lintasan penelitian. Batuan dasar nampak pada kedalaman sekitar 35 meter, batuan dasar tersebut diduga sebagai breksi andesit yang sudah lapuk. Pada bentangan 40 hingga 135 meter sekitar kedalaman 5 hingga 10 meter dengan

nilai tahanan jenis relatif lebih tinggi dibandingkan sekitarnya, diduga sebagai material lempung dengan fragmen kerakal akibat longsoran.

Dengan adanya lapisan batuan dengan dominasi lempung dan lempung pasiran pada lintasan pertama dengan ikatan antar butir tanah sangat rendah, terutama pada kedalaman 5 hingga 10 meter pada bentangan titik 40 hingga 135 meter yang merupakan material lempung yang pada bagian atasnya merupakan lapisan basalt dan lava menunjukkan lapisan tersebut merupakan daerah bidang gelincir (slipsurface). Kondisi geologi pada lintasan pertama dengan kemiringan lereng sekitar 300 dan daerah tersebut merupakan lahan perkebunan singkong dengan vegetasi penutup lahan yang kurang, menyebabkan pada lintasan pertama terutama pada bentangan titik 0 hingga 135 meter merupakan daerah rawan longsor.

Ditambah dengan faktor curah hujan Kabupaten Malang yang cukup tinggi dan beban massa pada bentangan titik 40 hingga 135 meter cukup besar yang berupa boulder andesit menambah tingkat kerawanan longsor daerah lintasan pertama. Diperkirakan longsor yang terjadi akan disertai boulder batuan andesit yang bergerak kearah lereng.

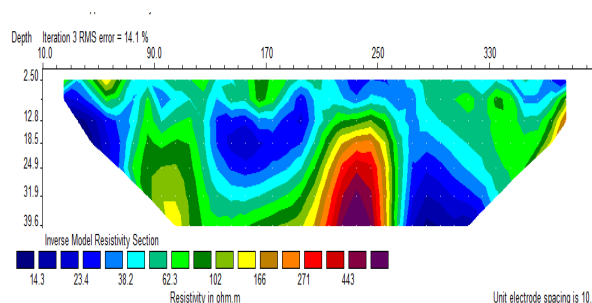
Lintasan Kedua

Lintasan kedua dengan panjang lintasan 375 meter dengan arah Barat Laut-Tenggara. Struktur geologi pada lintasan kedua ini relatif berbukit-bukit dengan ketinggian antara 415 sampai 440 meter dpl. Dengan kemiringan lereng mencapai 50o. Lahan sepanjang lintasan pertama merupakan daerah perkebunan yang ditanami singkong.

Dari Gambar 4, daerah penampang pseudosection menunjukkan adanya penyebaran batuan yang mempunyai tahanan jenis bervariasi berdasarkan warna dan kenampakan geologi permukaan. Sebagian besar litologi merupakan material lempung sampai lempung pasiran dengan perkiraan nilai tahanan jenis berkisar 23,9 ohm-meter hingga 71,2 ohm-meter. Kondisi geologi permukaan berbukit diperkirakan dipengaruhi adanya intrusi andesit dengan nilai tahanan jenis lebih dari 123 ohm-meter, yaitu pada bentangan titik 180 sampai 225 meter. Akibat dari struktur demikian, maka akumulasi air akan terjebak pada bentangan titik 125 hingga 170 meter dan pada bentangan titik 240 hingga 270 meter. Daerah akumulasi air diduga sebagai lapisan material kedap air yaitu clay (lempung) dengan besar tahanan jenis berkisar kurang dari 23,9 ohm-meter. Daerah bidang gelincir (slipsurface) diperkirakan berada pada bentangan titik 40 hingga 180 meter, dengan kedalaman sekitar 10 meter pada atas lapisan clay (lempung). Kondisi geologi dengan kemiringan lereng berkisar 50o, curah hujan yang tinggi dan vegetasi penutup daerah lintasan kedua yang kurang menyebabkan potensi rawan longsor pada daerah tersebut lebih tinggi dari pada lintasan pertama. Namun material longsoran diduga tidak akan disertai dengan boulder batuan andesit.

4 KESIMPULAN

Di kedua daerah penelitian (lintasan pertama dan kedua), terdapat lapisan bidang gelincir (slip surface) ditunjukkan dengan adanya lapisan kedap air yaitu clay (lempung) dengan tahanan jenis untuk lintasan pertama kurang dari 29,8 ohm-meter yang di atasnya dilapisi silt (lanau), sand (pasir), basalt dan lava yang merupakan lapisan lapuk. Untuk lintasan kedua, lapisan clay (lempung) memiliki besar tahanan jenis kurang dari 23,9 ohm-meter. Kuantitas air melimpah karena curah hujan tinggi meresap melalui lapisan lapuk dan pada akhirnya kontak dengan lapisan lempung. Sehingga pada lapisan tersebut akan menjadi lembek dan licin yang pada akhirnya akan menjadi bidang gelincir pada proses terjadinya longsor. Kemiringan bidang gelincir pada lintasan pertama sekitar 300



Gambar 4 Penampang Pseudosection Lintasan Kedua

(cukup terjal) dan pada lintasan kedua 50o (sangat terjal).

Kondisi lokasi penelitian pada umumnya sangat mendukung terjadinya longsor. Air hujan yang melimpah mengalir secara bebas dan dapat meningkatkan kerawanan terjadinya longsor. Lahan perkebunan hanya dijumpai tanaman singkong (tanaman musiman), jarang ada tanaman keras sebagai peningkat kohesi lapisan lapuk, sehingga lapisan ini menjadi tidak stabil dan cenderung akan longsor mengikuti kemiringan bidang longsor. Disamping itu pada lintasan pertama pada lapisan atas banyak ditemukan boulder batuan andesit menambah beban dan tekanan sehingga lebih memudahkan terjadinya longsor. Dengan kondisi tersebut maka lokasi penelitian tersebut memiliki potensi yang cukup tinggi untuk terjadinya longsor.

[7] Telford, Geldard and Sheriff. 1990. Applied Geophysics, 2nd edition. Cambridge University Press. New York.

5 DAFTAR RUJUKAN

- [1] Sugito, Irayani Z, Jati IP. 2010. Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas. Jurnal Berkala Fisika Vol. 13 No. 2. Unsoed.
- [2] Purnomo S, Sunaryo, Hakim L. 2011. Analisis Potensi Longsoran Pada Daerah Ranu Pani Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Kecamatan Senduro kabupaten Lumajang, Jurnal Neutrino UIN Maliki Malang Vol. 4 No.1. Malang.
- [3] Loke MH. 2000. Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies, A Practical Guide to 2D and 3D Surveys. Mind Height. Penang. Malaysia.
- [4] Loke MH, Barker RD. 1996. Rapid Least-square Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by A Quasi-Newton Method. Geophysical Prospecting.
- [5] Surono. 2002. Variasi Tahanan Jenis 2-D Pada Daerah Bencana Gerakan Tanah di Megamendung dan Ciputat. Jurnal Geofisika No. 1. Jakarta Selatan.
- [6] Hunt RE. 1984. Geotechnical Engineering Investigation Manual. McGraw Hill. New York.

