

PENERAPAN METODE RESISTIVITAS UNTUK IDENTIFIKASI PENYEBAB RAWAN LONGSOR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI BRANTAS KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG

Kurriawan Budi Pranata^{*}, Akhmad Jufriadi, Hena Dian Ayu^{}, Dwi Wahyuningsih**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Kanjuruhan Malang 65148

*Email: kurriawan@gmail.com

**Email: henadian@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi tahanan jenis dan bidang gelincir pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Kecamatan Sukun Kota Malang. Lokasi penelitian merupakan daerah dengan tebing yang curam berkisar 70° hingga 90° . Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi *Wenner*. Hasil pengolahan data geolistrik resistivitas menunjukkan bahwa material lempung pasir dengan tahanan jenis 23,4 Ohm-meter, material lempung kedap air dengan tahanan jenis 30,9–57,3 Ohm-meter diduga sebagai bidang gelincir (*slip-surface*). Hal tersebut disebabkan resapan air hujan yang mencapai lapisan lempung kedap air akan mengalami kontak dengan lapisan lempung, air mengalir diatas lapisan lempung dan menyebabkan hancurnya lapisan lempung sehingga menjadi licin yang kemudian menjadi bidang gelincir. Berdasarkan interpretasi hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian memiliki potensi yang tinggi untuk terjadi longsor.

Kata Kunci: Geolistrik; Resistivitas; Longsor.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the distribution of resistivity and slip-surface at the DAS Brantas, Sukun District, Malang City. The research located at steep cliffs with the approximate tilt angle 70° to 90° . It was used geoelectric resistivity method under *Wenner* configuration. The data processing showed sandy clay (23,4 Ωm) and impermeable clay (30,9–57,3 Ωm). These were expected as the slip surface wherein rainfall infiltration reaching impermeable having in contact with the clay layer. The flowing water over the loam clay may turn the clay layer destruction into slip surface. Based on this fact, it can be concluded that this area especially in the second and third track has a high potential for the occurrence of landslides.

Keywords: Geoelectric; Resistivity; Landslides.

PENDAHULUAN

Bencana alam seperti tanah longsor sering terjadi pada daerah dengan curah hujan yang tinggi dan memiliki kondisi morfologi yang curam. Sehingga mengakibatkan kerugian besar bagi masyarakat, baik kerugian materi maupun non materi. Kejadian tanah longsor sebenarnya 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 (*slipsurface*). 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.¹

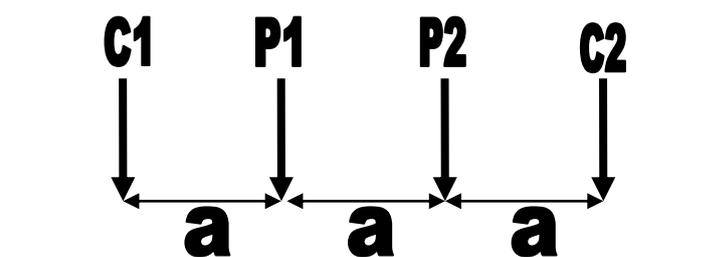
Kecamatan Sukun Kota Malang merupakan daerah dengan curah hujan yang tinggi dan kondisi geologi pada Daerah Aliran Sungai Brantas (DAS) memiliki morfologi yang curam, dengan kemiringan tebing mencapai 90° . Sehingga daerah tersebut merupakan salah satu daerah yang sangat rawan untuk terjadi bencana longsor. Namun keterbatasan pemahaman masyarakat dengan permasalahan tersebut, menyebabkan pembangunan pemukiman pada DAS Brantas terus dilaksanakan. Sehingga dibutuhkan identifikasi secara ilmiah untuk memberikan penjelasan secara menyeluruh kepada masyarakat tentang faktor penting penyebab terjadinya 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 dimanfaatkan untuk survey daerah rawan longsor, khususnya untuk menentukan ketebalan lapisan yang berpotensi longsor serta litologi perlapisan batuan bawah permukaan.² Selain itu juga potensi daerah longsor dapat diketahui dengan menggunakan salah satu metode yang disebut metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*), dengan metode ini akan didapatkan nilai laju aliran debris longsor.³

METODE PENELITIAN

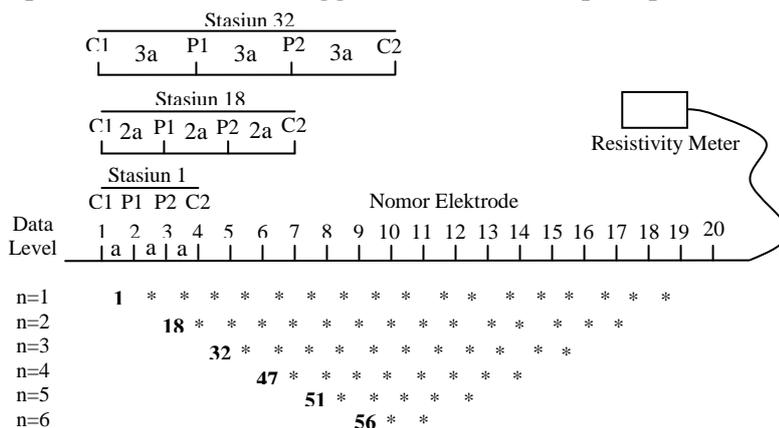
Survei geolistrik resistivitas dilakukan di DAS Brantas Kecamatan Sukun Kota Malang. Berdasarkan kajian geologi regional, maka secara fisiografis daerah penelitian merupakan daerah aliran sungai dengan kemiringan tebing sungai daerah penelitian sangat curam yaitu mencapai 90° . Peralatan yang digunakan adalah *Resistivity Meter* Yukawa model Naniura beserta perlengkapannya. Pengukuran dilakukan pada dua lintasan arah Utara-Selatan dengan panjang lintasan masing-masing 140 meter.

Susunan elektroda yang digunakan dalam akuisisi data dilapangan adalah konfigurasi *Wenner* dengan spasi 10 meter. Pemakaian konfigurasi *Wenner* karena konfigurasi tersebut lebih mampu menggambarkan pola kontur yang baik dan homogen pada lapisan bawah permukaan⁴ dan spasi 10 meter akan menambah tingkat ketelitian pembacaan tegangan, sehingga data yang diperoleh akan lebih akurat. Dengan susunan elektrodanya seperti pada Gambar 1, dimana a adalah jarak spasi antar elektroda. Konfigurasi *Wenner* tersebut memiliki jarak spasi antar elektroda sama, yaitu jarak $C_1P_1 = P_1P_2 = P_2C_2$. Sedangkan desain akuisisi data yang digunakan adalah 2 dimensi.



Gambar 1. Susunan Elektroda dengan Konfigurasi *Wenner*

Pada pengukuran pertama spasi (jarak antar elektroda C_1 dengan P_1 , P_1 dengan P_2 , P_2 dengan C_2) sebesar 10 meter dan posisi elektroda C_1 , P_1 , P_2 , C_2 secara berurutan berada pada posisi 1, 2, 3 dan 4. Untuk pengukuran kedua, posisi elektroda C_1 , P_1 , P_2 , C_2 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 C_1 , P_1 , P_2 , C_2 secara berurutan berada pada posisi 2, 4, 6 dan 8. Setelah itu dilanjutkan dengan pengukuran dengan spasi $3a$ (30 meter) sehingga posisi elektroda C_1 , P_1 , P_2 , C_2 secara berurutan berada pada posisi 3, 6, 9 dan 12. Demikian selanjutnya, pengukuran dilakukan hingga ujung bentangan. Proses pengukuran tersebut diulang untuk spasi $4a$ (40 meter), hingga $5a$ (50 meter) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain pengukuran 2D dengan konfigurasi *Wenner*

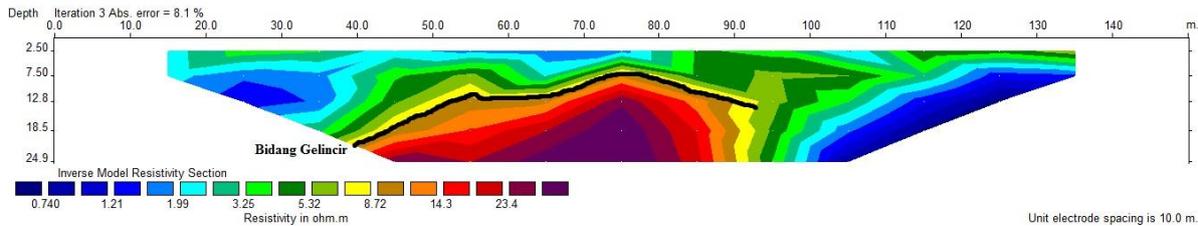
Pengolahan dan analisis data tahanan jenis semu yang diperoleh dari pengukuran dari lapangan menggunakan program RES2DINV versi 3.4 yang menggunakan metode inversi dengan kuadrat terkecil berdasarkan teknik optimasi quasi-Newton.⁵ Metode inversi merupakan salah satu metode pemodelan untuk merekonstruksi 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.⁶ Hasil analisis data yang diintegrasikan dengan kajian kondisi geologi dan stratigrafi regional digunakan untuk melakukan interpretasi terhadap kondisi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Lintasan Pertama

Lintasan pertama dengan panjang lintasan 140 meter dengan arah Utara-Selatan. Semua titik data 0 sampai 140 meter berada pada kemiringan lereng berkisar 90° .



Gambar 3. Penampang *Pseudosection* Lintasan Pertama

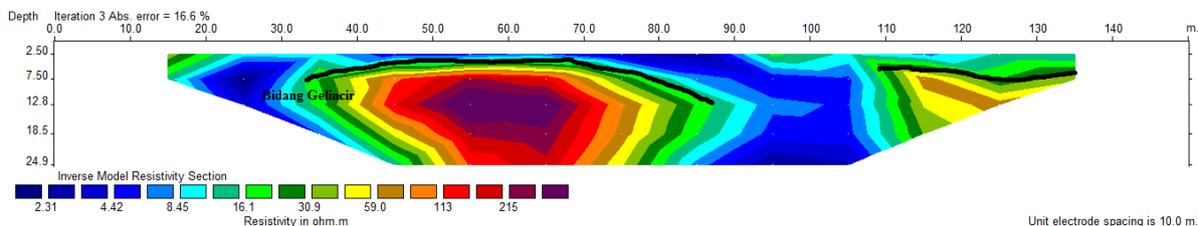
Dari Gambar 3, penampang *pseudosection* menunjukkan adanya penyebaran batuan yang mempunyai tahanan jenis bervariasi berdasarkan warna dan kenampakan geologi permukaan. Dari hasil inversi tersebut dapat diperkirakan bahwa nilai tahanan jenis antara 0,74-5,32 Ohm-meter diperkirakan lapisan tanah gambut dan humus. Sedangkan resistivitas berkisar 23,4 Ohm-meter diperkirakan lapisan lempung. Kemudian untuk tahanan jenis lebih besar dari 23,4 Ohm-meter merupakan lapisan tanah tuf.

Lapisan lempung merupakan lapisan kedap air diduga sebagai bidang gelincir, karena air hujan yang meresap sampai pada lapisan tersebut akan mengalami saturasi dan air akan mengalir pada lapisan lempung sebagai bidang kontak yang akhirnya berfungsi sebagai bidang gelincir. Pada lintasan ini, lapisan lempung berada pada bentangan titik elektrode 40 sampai dengan 90. Batuan tersebut ditunjukkan dengan warna kuning hingga ungu.⁷

Dengan adanya lapisan batuan dengan dominasi lempung dan lempung pasir pada lintasan pertama dengan ikatan antar butir tanah sangat rendah, terutama pada kedalaman 10 meter pada jarak 55-90 meter yang diduga sebagai lempung dan pada bagian atasnya diduga sebagai lapisan humus menunjukkan lapisan tersebut merupakan daerah bidang gelincir (*slipsurface*). Hal ini disebabkan karena air hujan yang masuk melalui lapisan permukaan dengan porositas tinggi, pada akhirnya akan mengalami kontak dengan lapisan lempung, air akan mengalir di atas lapisan lempung dan menyebabkan hancurnya lapisan lempung sehingga menjadi licin yang kemudian berperan sebagai bidang gelincir. Kondisi geologi pada lintasan pertama dengan kemiringan curam menyebabkan pada lintasan pertama adalah daerah rawan longsor.

Lintasan Kedua

Lintasan kedua dengan panjang lintasan 140 meter dengan arah Utara-Selatan. Semua titik data 0 sampai 140 meter berada pada kemiringan lereng berkisar 90°. Sepanjang lintasan kedua, lahan sebagian besar digunakan sebagai tempat hunian masyarakat.



Gambar 4. Penampang *Pseudosection* Lintasan Kedua

Dari Gambar 4, penampang *pseudosection* menunjukkan adanya penyebaran batuan yang mempunyai tahanan jenis bervariasi berdasarkan warna dan kenampakan geologi permukaan. Dari hasil inversi tersebut dapat diperkirakan bahwa nilai tahanan jenis antara 2,31-8,46 Ohm-meter diperkirakan lapisan tanah gambut dan humus. Sedangkan resistivitas

berkisar 16,1-30,9 Ohm-meter di duga sebagai lapisan lempung yang kedap air berada pada titik elektroda 35 sampai dengan 90. Lapisan lempung pada umumnya memiliki sifat resistivitas yang rendah karena mineral lempung memiliki kandungan muatan negatif dan adanya fenomena membran polarisasi pada mineral lempung saat medan listrik diaplikasikan pada mineral lempung.

Lapisan yang diduga sebagai lempung (*clay*) merupakan lapisan kedap air pada lintasan ini berada pada bentangan titik elektrode 57 sampai dengan 72 dan titik 115 sampai 125. Lapisan ini memiliki resistivitas berkisar 16,1-30,9 Ohm-meter. Air hujan yang masuk melalui lapisan permukaan, pada akhirnya akan mengalami kontak dengan lapisan lempung dan menyebabkan hancurnya lapisan lempung sehingga menjadi licin yang kemudian berperan sebagai bidang gelincir. Kondisi lahan yang digunakan sebagai perumahan penduduk, memberikan efek tekanan terhadap lahan tersebut sehingga menyebabkan semakin lemahnya daya topang tanah. Tidak adanya vegetasi penutup lahan yang mampu mengikat butiran-butiran tanah menyebabkan lintasan kedua juga merupakan daerah yang sangat rawan untuk terjadinya longsor.

KESIMPULAN

Pada 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 berkisar 23,4 ohm-meter yang di atasnya dilapisi lapisan humus. Untuk lintasan kedua, lapisan *clay* (lempung) memiliki besar tahanan jenis 16,1-30,9 Ohm-meter. Rendahnya nilai resistivitas lempung disebabkan karena mineral lempung memiliki kandungan muatan negatif dan adanya fenomena membran polarisasi pada mineral lempung saat medan listrik diaplikasikan pada mineral lempung. Kuantitas air melimpah karena curah hujan tinggi meresap melalui lapisan humus dan pada akhirnya kontak dengan lapisan lempung. Sehingga pada lapisan tersebut akan menjadi lembek dan licin dan akhirnya menjadi bidang gelincir pada proses terjadinya longsor.

Kondisi lokasi penelitian pada umumnya sangat mendukung terjadinya longsor. Kemiringan pada daerah penelitian sangat terjal dan air hujan yang melimpah mengalir secara bebas dapat meningkatkan kerawanan terjadinya longsor. Vegetasi yang berupa tumbuhan atau tanaman sebagai peningkat kohesi lapisan lapuk dan penutup lahan hanya dijumpai pada lintasan pertama. Sedangkan untuk lapisan kedua lahan banyak digunakan sebagai rumah hunian masyarakat yang meningkatkan daya tekan dan beban terhadap lapisan tanah. Sehingga pada lintasan kedua lapisannya akan cenderung menjadi tidak stabil dan cenderung akan longsor mengikuti kemiringan bidang longsor. Dengan kondisi demikian, maka lokasi penelitian pada lintasan kedua tersebut memiliki potensi yang cukup tinggi untuk terjadinya longsor dibandingkan lintasan pertama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRPM) Ditjen Penguatan Riset Dan Pengembangan Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana untuk penelitian ini melalui program penelitian dosen pemula tahun 2015

DAFTAR PUSTAKA

1. Jufriadi A, Ayu HD. Aplikasi geolistrik resistivitas untuk mengetahui distribusi tahanan jenis dalam investigasi potensi bencana longsor di perbukitan Ampelgading Kabupaten Malang. *Foton Fisika*. 2015;18(2)
2. Sugito, Irayani Z, Jati IP. Investigasi bidang gelincir tanah longsor menggunakan metode geolistrik tahanan jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas. *Jurnal Berkala Fisika*. 2010;13(2)
3. Purnomo S, Sunaryo, Hakim L. Analisis potensi longsor pada daerah ranu pani menggunakan metode geolistrik resistivitas kecamatan Senduro kabupaten Lumajang, *Jurnal Neutrino*. 2011;4(1)
4. Virgo F. Penerapan konfigurasi wenner-schlumberger untuk pemetaan intrusi air sungai di sekitar pasar 16 ilir Palembang. *Jurnal Sains Tek*. 2006;12(1)
5. Loke MH, Barker RD. Rapid least-square inversion of apparent resistivity pseudosection by a quasi-newton method. *Geophysical Prospecting*. 1996
6. Telford, Geldard and Sheriff. *Applied geophysics*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press; 1990.
7. Surono. Variasi tahanan jenis 2-D pada daerah bencana gerakan tanah di Megamendung dan Ciputat. *Jurnal Geofisika*. 2002;(1).