



# Analisis Potensi Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi *Dipole-dipole* di Desa Kasihan Kecamatan Tegalombo Kabupaten Pacitan Jawa Timur

Nurul Dzakiya<sup>1</sup>, Radhitya Adzan Hidayah<sup>1</sup>, Larikiansyah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Geologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl Kalisahak No 28 Gondokusuman Yogyakarta

E-mail : dzakiya@akprind.ac.id<sup>1</sup>, radhitya.adzan.h@akprind.ac.id<sup>2</sup>, syahkri62@gmail.com

## Abstrak

Kabupaten Pacitan merupakan wilayah dengan tingkat bahaya longsor paling tinggi di Provinsi Jawa Timur, salah satunya di Desa Kasihan Kecamatan Tegalombo. Secara umum daerah ini tersusun oleh batuan sedimen klastik, batuan vulkanik, dan batuan-batuan terobosan. Secara fisiografi daerah penelitian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan yaitu Zona Bagian Selatan Jawa Timur. Zona ini mempunyai topografi yang terjal. Bagian selatannya berupa dataran eolian yang tersusun oleh endapan aluvial, batugamping dan batuan vulkanik. Tingginya kejadian longsor pada wilayah tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, beberapa diantaranya yaitu tingkat pelapukan, jenis litologi, kondisi geologi dan faktor-faktor lainnya. Telah dilakukan pengukuran sebanyak dua lintasan dengan panjang 560 meter di daerah penelitian dengan target kedalaman sekitar 200 meter di bawah permukaan. Berdasarkan hasil interpretasi data, daerah tersebut memiliki nilai resistivitas rendah sekitar 20-50  $\Omega$ m yang diduga berupa batuan yang telah mengalami pelapukan tinggi dan atau mengandung air. Ketebalan lapukan ini sekitar 100 meter serta berada di sekitar atau bahkan di atas batuan dengan resistivitas tinggi 500-1200  $\Omega$ m. Batuan ini diduga berupa batuan vulkanik yang belum lapuk serta berperan sebagai bidang gelincir saat lapisan lapuk di atasnya terisi oleh air di musim hujan sehingga terjadi longsor.

*Kata kunci* : longsor, *dipole-dipole*, tegalombo pacitan

## 1. Pendahuluan

Kabupaten Pacitan merupakan salah satu kabupaten yang rawan longsor di Provinsi Jawa Timur, yakni 32,85 % dari total intensitas kejadian longsor di Provinsi tersebut. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) setempat menyatakan bahwa seluas 85,4 % daerah Pacitan rawan longsor dikarenakan letaknya berada di pegunungan, sedangkan luas datarannya hanya 14,6 % (Arifin, 2014).

Daerah Pacitan merupakan wilayah perbukitan dengan topografi tinggi dan curam, hanya beberapa tempat yang berupa dataran. Secara umum daerah Pacitan tersusun oleh batuan sedimen klastik, batuan gunungapi, dan batuan-batuan terobosan (Samodra dkk., 1992). Secara fisiografi daerah penelitian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan yaitu Zona Bagian Selatan Jawa Timur. Zona Pegunungan Selatan mempunyai topografi yang terjal dan pada bagian selatan berupa dataran eolian. Zona Pegunungan Selatan tersusun oleh endapan aluvial, batugamping dan batuan vulkanik.

Satuan batuan tertua di Daerah Pacitan termasuk ke dalam Formasi Arjosari yang merupakan hasil endapan arus gravitasi. Ciri formasi ini ditemukan batuan volkanoklastik yang berumur Oligosen Akhir-Miosen dengan ketebalan 500 meter. Jenis litologi formasi ini pada bagian atas terdiri dari batupasir batupasir konglomeratan, perselingan breksi vulkanik, lava dan tufa. Bagian tengah terdiri dari breksi polimik, batupasir, lava andesit, tufa dengan sisipan batulempung. Sedangkan yang paling bawah tersusun oleh breksi polimik sisipan tufa dan batupasir tufaan (Abdullah, 2003).

Kecamatan Arjosari-Tegalombo memiliki kemiringan lereng yang cukup curam yaitu berkisar antara 40-50 %, hal tersebut sangat mendukung terjadinya bencana longsor. Berdasarkan studi petrografi dan studi *X-ray diffraction* dari sampel yang diambil dari lokasi penelitian, sehingga dapat disimpulkan bahwa gerakan tanah tipe longsor yang sering sekali terjadi di lokasi penelitian disebabkan karena kontrol tingkat pelapukan yang tinggi pada daerah ini sehingga menghasilkan mineral *clay* dalam jumlah yang besar, seperti Smektit dan Illit serta Kaolin. Kehadiran Smektit dan



Ilit serta Kaolin pada zona lapuk menjadi pemicu terjadinya longsoran pada daerah ini (Rahmalia, 2004).

Kecamatan Tegalombo Kabupaten Pacitan merupakan daerah yang memiliki anomali yang menarik. Setiap saat sebagian besar terkena dampak bencana khususnya tanah longsor. Tanah longsor dalam berbagai bentuknya merupakan bahaya umum di daerah pegunungan, terutama di daerah-daerah yang aktif secara seismik dan daerah dengan curah hujan tinggi. Tanah longsor adalah salah satu bahaya alam yang paling umum di Wilayah Selatan Jawa Timur, menyebabkan kerusakan luas pada properti dan infrastruktur, di samping hilangnya nyawa manusia hampir setiap tahun (Hidayah, 2018).

Purwanto (1998) menyatakan bahwa struktur sesar di Daerah Pacitan ditentukan berdasarkan pada kelurusan citra "landsat", peta topografi, bidang sesar, zona hancuran, pergeseran lapisan dan kekar-kekar gerus sistematis, dengan metode lintasan-lintasan struktur dikelompokkan menjadi sesar-sesar yang berarah baratlaut-tenggara, sesar berarah utara selatan, sesar berarah timurlaut-baratdaya dan sesar berarah barat-timur. Kelompok sesar berarah baratlaut-tenggara, kelompok sesar berarah utara-selatan dan kelompok sesar berarah timurlaut-baratdaya umumnya mengenai batuan berumur Oligosen-Miosen Awal hingga Miosen Tengah (Formasi Arjosari dan Formasi Mandalika sebagian Formasi Jaten) umumnya merupakan sesar geser. Kelompok sesar berarah barat-timur secara umum memotong batuan yang berumur Miosen Awal-Miosen Akhir, secara umum termasuk dalam sesar geser. Informasi mengenai keadaan bawah permukaan di daerah penelitian dilakukan dengan menggunakan metode geolistik konfigurasi *dipole-dipole*.

## 2. Pembahasan

Desa Kasihan Kecamatan Tegalombo merupakan area yang sering terjadi longsor dan dampaknya cukup luas (Gambar 1). Pemanfaatan informasi geologi permukaan digunakan sebagai data awal untuk melakukan interpretasi data bawah permukaan. Peta geologi lokal yang digunakan berskala 1: 450.000 yang dapat dilihat pada Gambar 2. Beberapa batuan yang tersingkap di daerah penelitian, didominasi oleh batuan vulkanik atau batuan gunungapi, batuan sedimen klastik dan batuan-batuan terobosan. Batuan-batuan tersebut hampir sebagian telah mengalami pelapukan dan proses alterasi tinggi sehingga berubah sifat menjadi lempungan. Posisi batuan-batuan tersebut akan labil ketika jenuh air.

### 2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode geolistik konfigurasi *dipole-dipole* dengan tujuan untuk mengetahui pola persebaran batuan penyusun dengan menganalisis nilai resistivitas. Metode ini merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menyelidiki struktur bawah permukaan dengan menggunakan sifat-sifat kelistrikan suatu batuan. Parameter fisis yang diukur dalam metode resistivitas adalah tahanan jenis atau resistivitas.

Metode geolistik umumnya digunakan untuk eksplorasi dangkal, sekitar 300–500 meter. Prinsip dalam metode ini, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus, sedangkan bedapotensial yang terjadi diukur dengan dua buah elektroda potensial. Hasil pengukuran arus dan bedapotensial dapat diperoleh dari variasi nilai resistivitas batuan di bawah permukaan yang disesuaikan dengan informasi geologi lokalnya. Metode resistivitas menganggap bahwa material bumi memiliki sifat resistif atau seperti perilaku resistor. Material-materialnya memiliki perbedaan dalam menghantarkan arus listrik, sehingga nilai resistivitas batuan di setiap wilayah akan memiliki nilai dan karakteristik yang berbeda pula.

Proses pemodelan 2D dilakukan dengan melakukan inversi menggunakan *software Res2dinv*. *Software* ini merupakan program *forward modelling* 2-D yang menghitung nilai *pseudosection apparent resistivity* (resistivitas semu). Saat proses inversi, permukaan survei akan dibagi menjadi beberapa kotak kecil. Semakin kecil nilai *error* yang diperoleh dianggap model yang dihasilkan merepresentasikan mendekati keadaan bawah permukaan yang sebenarnya.

Pengukuran geolistik pada penelitian dilakukan sebanyak dua lintasan dengan panjang 600 meter di daerah penelitian dengan target kedalaman sekitar 200 meter di bawah permukaan. Lintasan membentang sesuai dengan target yang ditentukan, yaitu keadaan geologi bawah permukaan penyebab longsor di bawah jalur lintasan yang diukur. Keadaan yang diukur dianggap mewakili keadaan wilayah disekitarnya.

### 2.2 Hasil dan Diskusi

Berdasarkan hasil interpretasi data, daerah tersebut memiliki nilai resistivitas rendah sekitar 20–50  $\Omega\text{m}$  pada lintasan 1 yang berada di ketinggian 600–740 mdpl dengan elevasi sekitar 40°. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan hasil dari survei yang dilakukan pada daerah lereng tempat terjadinya tanah longsor. Pelapukan dari *bedrock* yang berupa batuan gunung api menghasilkan tanah lempungan

bercampur dengan beberapa *boulder* dan material pelapukan lainnya. Daerah resistivitas rendah dengan nilai di bawah 100  $\Omega m$  ditunjukkan pada daerah berwarna biru pada model lintasan yang kemungkinan besar merupakan daerah akumulasi air yang menyebabkan terjadinya tanah longsor. Hasil pemodelan ini juga memasukkan faktor topografinya.

Pola anomali rendah ini diduga berupa mineral *clay* dalam jumlah yang besar, seperti Smektit dan Ilit serta Kaolin yang berada di atas atau sekitar batuan yang memiliki nilai resistivitas tinggi, yakni 200-600  $\Omega m$  yang diduga batuan vulkanik. Kehadiran Smektit dan Ilit serta Kaolin pada zona lapuk pemicu terjadinya longsor apalagi jika lapukan tersebut jenuh air mengingat Kabupaten Pacitan mempunyai intensitas curah hujan yang tinggi seperti pada Tabel 1.

Selain faktor curah hujan, topografi, kemiringan lereng, geologi lokal dan cuaca, pada prinsipnya longsor yang terjadi di lokasi ini juga disebabkan oleh ketidakmampuan gaya yang menahan posisi batuan ketika terjadi gaya pendorong. Gaya penahan pada umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kekuatan tanah, pada penelitian ini yang berperan sebagai gaya penahan dimungkinkan batuan gunung api yang lebih masif daripada lapukan batuan disekitarnya. Ketika lapukan yang tebal tersebut terisi air, maka batuan vulkanik yang berperan sebagai *bedrock* tidak mampu lagi menahan gerakan massa yang berada di atasnya maka terjadilah

longsor yang dipicu oleh akumulasi air yang tersimpan pada lereng.

Hal serupa juga terjadi pada model lintasan kedua yang memiliki nilai resistivitas rendah disekitar 25-50  $\Omega m$  yang diinterpretasi sebagai lapukan berupa mineral lempung. Ketebalan lapukan ini sekitar 100 meter serta berada di sekitar atau bahkan di atas batuan dengan resistivitas tinggi 500-1200  $\Omega m$  berupa batuan gunungapi yang belum lapuk sehingga dapat berperan sebagai bidang gelincir saat lapisan lapuk di atasnya jenuh air di musim hujan. Adanya rekahan-rekahan batuan di daerah penelitian yang disebabkan oleh adanya struktur-struktur menyebabkan batuan mudah dimasuki oleh air sehingga tingkat lapukan di daerah penelitian tinggi yang menyebabkan daerah tersebut sering terjadi longsor di musim hujan.

Tabel 1. Jumlah Curah Hujan dan Hari Hujan menurut bulan di Kabupaten Pacitan, 2016

Bulan	Curah Hujan	Hari Hujan
Januari	255,01	16,75
Februari	380,19	20,50
Maret	330,52	19,66
April	422,20	20,91
Mei	262,38	17,25
Juni	238,91	15,83
Juli	131,93	13,33
Agustus	242,50	11,61
September	358,73	17,15
Oktober	348,60	21,69
November	508,13	26,38
Desember	545,48	27,69

Sumber: Dinas Binamarga dan Pengairan Kab. Pacitan., 2016.



Kasih

Tegalombo

Jawa Timur

Indonesia

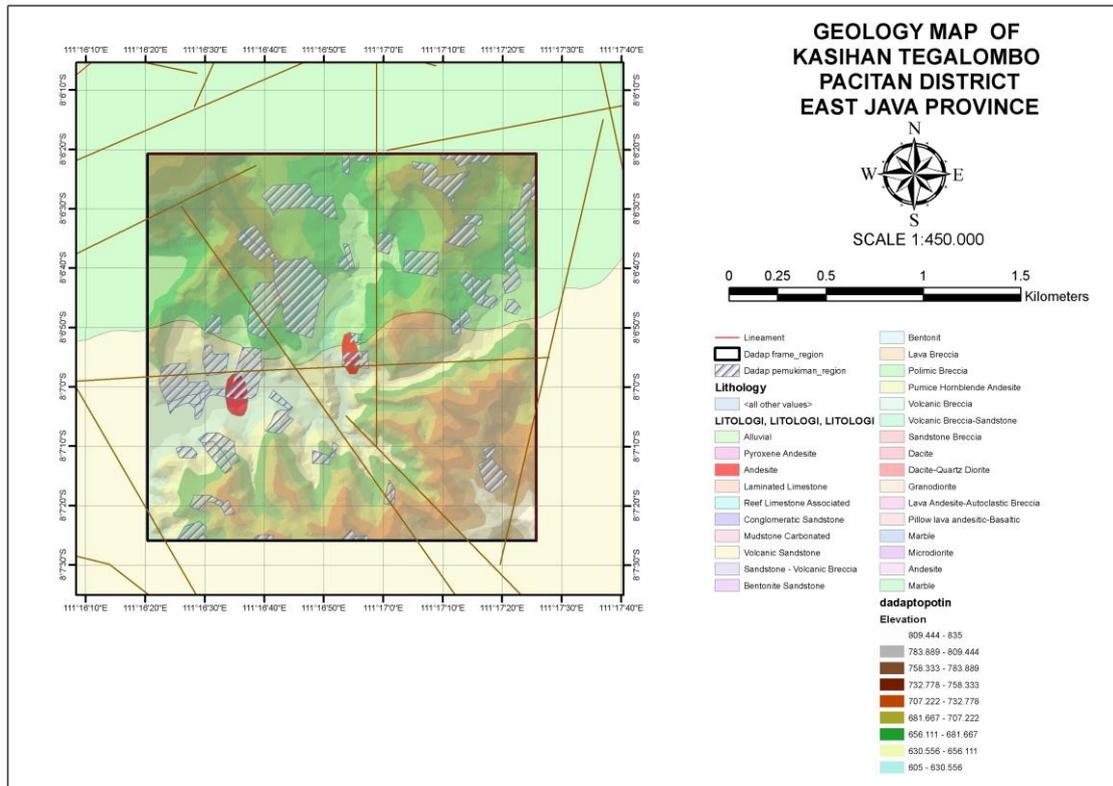
Decimal

DMS

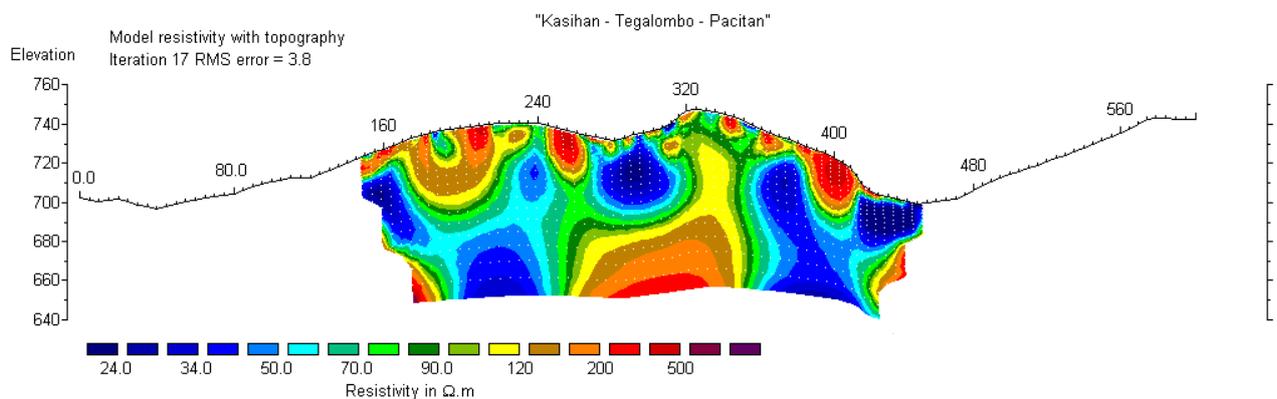
Latitude -8.097409 8°5'50" S

Longitude 111.28991 111°17'23" E

Gambar 1. Longor di Desa Kasihan Kecamatan Tegalombo Kabupaten Pacitan (Doc BPBD, 2018)

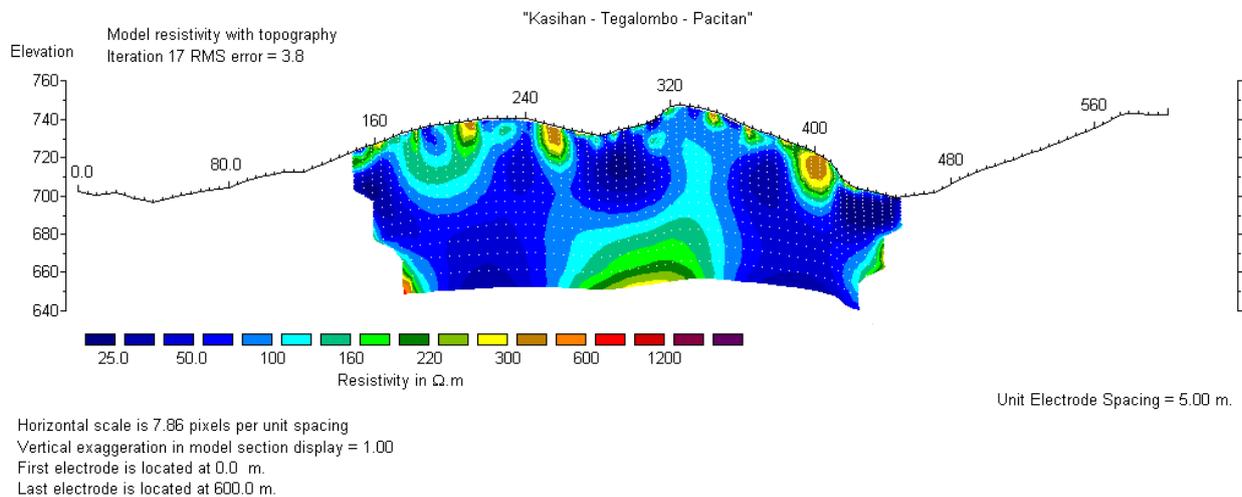


Gambar 2. Peta geologi lokal Desa Kasihan Kecamatan Tegalombo Kabupaten Pacitan skala 1:450.000 (Wintolo, 2003 dalam Hidayah, 2015 dengan modifikasi)



Horizontal scale is 7.86 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 1.00  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 600.0 m.

Gambar 3. Model bawah permukaan pada Lintasan 1



Gambar 4 . Model bawah permukaan pada Lintasan 2

### 3. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### Kesimpulan

Desa Kasihan Kecamatan Tegalombo merupakan area yang sering terjadi longsor dan dampaknya cukup luas. Beberapa batuan yang tersingkap di daerah penelitian, didominasi oleh batuan vulkanik atau batuan gunungapi, batuan sedimen klastik dan batuan-batuan terobosan. Batuan-batuan tersebut hampir sebagian telah mengalami pelapukan dan proses alterasi tinggi sehingga berubah sifat menjadi lempungan. Posisi batuan-batuan tersebut akan labil ketika jenuh air. Pola anomali rendah dengan nilai resistivitas 20-50  $\Omega\text{m}$  diduga berupa mineral *clay* dalam jumlah yang besar, seperti Smektit dan Ilit serta Kaolin yang berada di atas atau sekitar batuan yang memiliki nilai resistivitas tinggi, yakni 200-1200  $\Omega\text{m}$  yang diduga batuan vulkanik yang berperan sebagai *bedrock*. Daerah berpotensi longsor pada saat musim hujan tiba.

#### Saran

Perlu dilakukan pengukuran geolistrik konfigurasi dipole-dipole yang lebih banyak lagi agar mampu menyimpulkan penyebab longsor secara keseluruhan.

### Daftar Pustaka

- Arifin, Nurul, 2014, *Pacitan Wilayah Paling Rawan Longsor di Jawa Timur*, SINDONEWS.com, 11 Mei 2017.
- Samodra, H., Gafoer, S., dan Tjokrosapoetra, S., 1992. *Geologi Lembar Pacitan, Jawa Timur*, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jendral Geologi dan Sumber Daya Mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rahmalia, Trifatama dan Fadlin, 2004. *Studi Hubungan Tingkat Alterasi Terhadap Potensi Longsoran Berdasarkan Analisis Petrografi Dan X-Ray Diffraction Sepanjang Jalan Arjosari-Tegalombo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur* Conference: Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-9, 2014, at DI. Yogyakarta-Indonesia, Volume: Vol 9 [accessed Sep 12 2018].
- Abdullah, C.I., N. A. Magetsari dan H. S. Purwanto, 2003, *Analisis Dinamik Tegangan Purba pada Satuan Batuan Paleogen-Neogen di Daerah Pacitan dan Sekitarnya, Provinsi Jawa Timur Ditinjau dari Studi Sesar Minor dan Kejar Tektonik*, PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 35 A, No. 2, 2003, 111-127.



- Hidayah, R.A dan N. Dzakiya, 2018. *Analysis Geological and Geophysical Data for Prediction Landslide Hazard Zone with Weight of Evidence Method in Pacitan District East Java*. Journal of Applied Geospatial Information.
- Hidayah, R.A. 2016, Jurnal Pertambangan Unika..
- Anonim, *Jumlah Curah Hujan dan Hari Hujan Menurut bulan di Kabupaten Pacitan, 2016*. Dinas Binamarga dan Pengairan Kab. Pacitan,.