

**Deteksi Kelongsoran dengan Survey Geolistrik  
(Studi kasus di Jalan Provinsi Bojonegoro-Jatirogo Km.125+300)**

**Landslides Detection by Geoelectric Survey  
(Case study at Province Road Bojonegoro-Jatirogo Km. 125+300)**

**Diah Novianti**

Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Jawa Timur

DOI: <https://doi.org/10.32781/cakrawala.v12i2.296>

**ARTICLE INFO**

Longsor,  
Geolistrik,  
Erosi,  
Tanah Lempung,  
landslides,  
Geoelectric,  
Erosion,  
Clay

*Article History:*

Received : Oktober 2019

Accepted : December 2019

**Abstrak:**

Longsor merupakan salah satu bencana yang kerap mengancam keselamatan kawasan. Sepertinya bencana tersebut terjadi secara tiba-tiba, terjadi pada saat turun hujan deras, terutama bila terjadi secara terus menerus. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terus dikembangkan untuk memprediksi akan terjadinya bencana longsor pada suatu kawasan. Jalan raya Bojonegoro-Jatirogo merupakan jalan provinsi yang menghubungkan wilayah di Kabupaten Bojonegoro dengan wilayah di Kabupaten Tuban. Jalan ini merupakan jalur penting dalam menunjang kegiatan perekonomian masyarakat Bojonegoro maupun Tuban. Akan tetapi keberlanjutan jalan ini dibayangi oleh kejadian longsor pada lahan di sekitar jalan. Hal ini dibuktikan dengan telah dilakukan pengalihan trase jalan karena terjadinya kerusakan pada penahan tanah pada tahun 2013. Pada saat penelitian tahun 2018, terjadi kelongsoran di titik lain dengan laju kelongsoran yang mengkhawatirkan kelangsungan badan jalan yang ada. Dari hasil stratifikasi dan tomografi geolistrik disimpulkan bahwa penyebab utama masalah longsor di lokasi kegiatan adalah erosi oleh air hujan dan air sungai pada saat musim penghujan. Sementara itu, kondisi tanah yang ada adalah tanah yang sangat rentan terhadap erosi oleh air di permukaan. Dan juga kondisi tanah di permukaan, pada umumnya terdiri dari tanah lempung yang lunak yang relatif gembur dan penuh dengan keretakan di dalamnya, juga mudah tererosi oleh air yang mengalir di permukaan sehingga tanah tersebut sangat rentan terhadap air yang mengalir.

**Abstract:**

Landslides are one of the disasters that often threaten regional safety. It seems like the disaster happened suddenly, happened when heavy rain, especially if it happened continuously. The progress of science and technology continues to be developed to predict the occurrence of landslides in an area. The Bojonegoro-Jatirogo highway is a provincial road that connects the area in Bojonegoro Regency to the area in Tuban Regency. This road is an important route in supporting the economic activities of the Bojonegoro and Tuban communities. However, the sustainability of this road is overshadowed by landslides in the land around the road. This is evidenced by the moving of road tracks due to the damage to the soil barrier in 2013. At the time of the 2018 study, there was a landslide at other points with the rate of landslides worrying about the survival of the existing road bodies. From the results of stratification and geoelectric tomography, it was concluded that the main cause of the landslide problem at the activity site was erosion by rainwater and river water during the rainy season. Meanwhile, the existing soil conditions are soils that are very vulnerable to erosion by water on the surface. And also the condition of the soil on the surface, generally consists of soft clay which is relatively loose and full of cracks in its interior, also easily eroded by water flowing on the surface so that the soil is very vulnerable to running water.

**Cite this as:**

Novianti, D. (2019). Deteksi Kelongsoran dengan Survey Geolistrik (Studi kasus di Jalan Provinsi Bojonegoro-Jatirogo Km.125+300). *Cakrawala*, 13(2). 151-162. <https://doi.org/10.32781/cakrawala.v13i2.296>.

**Corresponding author :**

Address : Jl. Gayung Kebonsari No.56, Gayungan, Kota  
SBY, Jawa Timur 60235  
Email : [diah\\_batekperkim@yahoo.co.id](mailto:diah_batekperkim@yahoo.co.id)  
Phone :

© 2019 Badan Penelitian dan Pengembangan  
Provinsi Jawa Timur  
p-ISSN 1978-0354 | e-ISSN 2622-013X

## **Pendahuluan**

Karnawati (2005) menjelaskan bahwa pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh beberapa kondisi yang meliputi kondisi morfologi, geologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi-kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mengkondisikan suatu lereng menjadi rentan dan siap bergerak. Lereng yang rentan dan siap bergerak akan benar-benar bergerak apabila ada faktor pemicu gerakan. Faktor pemicu terjadinya gerakan dapat berupa hujan, getaran-getaran atau aktifitas manusia pada lereng, seperti pemotongan dan penggalian, pembebanan yang berlebihan dan sebagainya. Longsor merupakan salah satu bencana yang kerap mengancam keselamatan kawasan. Sepertinya bencana tersebut terjadi secara tiba-tiba, terjadi pada saat turun hujan deras, terutama bila terjadi secara terus menerus. Akan tetapi sebenarnya ada tanda-tanda awal yang dapat dipelajari untuk meminimalisir akibat yang ditimbulkannya. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terus dikembangkan untuk memprediksi akan terjadinya bencana longsor pada suatu kawasan.

Secara umum, ancaman bencana alam tanah longsor membayang-bayangi wilayah di daerah dataran tinggi dengan kontur perbukitan. Risiko bencana alam tanah longsor memang dipengaruhi oleh faktor kepadatan dan kerentanan penduduk yang berada di lokasi rawan tanah longsor. Kondisi bangunan dan infrastruktur di sekitar pergerakan tanah dapat pula menjadi pemicu sejauh mana risiko kerugian yang ditimbulkan oleh bencana tanah longsor. Akibat yang paling nyata dari bencana alam tanah longsor adalah tertimbunnya desa atau kelompok masyarakat yang hidup persis di atas atau di bawah bukit yang labil tanahnya. Jika hujan deras turun terus menerus tanpa henti pada suatu periode

waktu pada suatu kawasan di lereng perbukitan dengan jenis tanah adalah tanah lempung, maka perlu diwaspadai akan terjadinya longsor tanah.

Bencana alam tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia setiap tahunnya. Hal ini antara lain disebabkan oleh kondisi geologis tanah di beberapa wilayah Indonesia rata-rata terdiri dari tanah lempung yang lunak sehingga merupakan salah satu ancaman bencana tanah longsor longsor tanah di beberapa wilayah Nusantara tersebut. Berdasarkan catatan kejadian bencana alam, hampir seluruh pulau besar di Nusantara memiliki kabupaten dan atau kota yang berpotensi mengalami ancaman tanah longsor. Ciri utama adalah wilayah tersebut memiliki relief dan rupa tanah yang kasar, lembek, dengan lereng terjal. Kondisi tanah seperti itu yang banyak terhampar khususnya di Pulau Jawa. Keadaan ini diperparah oleh curah hujan yang tidak menentu, terkadang kering namun sering pula hujan deras tanpa henti. Kejadian gempa bumi juga merupakan salah satu penyebab terjadinya longsor tanah.

Jalan raya Bojonegoro-Jatirogo merupakan jalan provinsi yang menghubungkan wilayah di Kabupaten Bojonegoro dengan wilayah di Kabupaten Tuban. Jalan ini merupakan jalur penting dalam menunjang kegiatan perekonomian masyarakat Bojonegoro maupun Tuban. Di sepanjang jalan ini terdapat beberapa kegiatan ekonomi antara lain industri pengolahan pasir kuarsa. Akan tetapi keberlanjutan jalan ini dibayang-bayangi oleh kejadian longsor pada lahan di sekitar jalan. Hal ini dibuktikan dengan telah dilakukan pengalihan trase jalan karena terjadinya kerusakan pada penahan tanah. Pada saat penelitian tahun 2018, terjadi kelongsoran di titik lain dengan laju kelongsoran yang mengkhawatirkan kelangsungan badan jalan yang ada.

Untuk mendeteksi titik rawan penyebab longsor di suatu kawasan perlu diketahui bagaimana kondisi lapisan di bawah permukaan sehingga dapat direkomendasikan penanganannya. Metode geofisika merupakan salah satu cara untuk mengetahui kondisi lapisan di bawah permukaan tanah, termasuk untuk mengetahui keberadaan rongga-rongga (*voids*) yang merupakan informasi penting dalam menganalisa kelongsoran. Pada penelitian ini, hasil pengukuran dengan menggunakan metode geolistrik digunakan untuk menganalisa kondisi bawah permukaan tanah untuk mengetahui penyebab kelongsoran pada wilayah penelitian.

### Tinjauan Pustaka Longsor

Longsor terjadi karena proses alami dalam perubahan struktur muka bumi, yakni adanya gangguan kestabilan pada tanah atau batuan penyusun lereng. Gangguan kestabilan lereng ini dipengaruhi oleh kondisi geomorfologi terutama faktor kemiringan lereng, kondisi batuan ataupun tanah penyusun lereng, dan kondisi hidrologi atau tata air pada lereng. Meskipun longsor merupakan gejala fisik alami, namun beberapa hasil aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam mengeksploitasi alam juga dapat menjadi faktor penyebab ketidakstabilan lereng yang dapat mengakibatkan terjadinya longsor, yaitu ketika aktifitas manusia ini beresonansi dengan kerentanan dari kondisi alam tersebut. Beberapa kegiatan manusia yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng antara lain perubahan alih fungsi lahan dengan melakukan pemotongan lereng, penggantian tanaman pelindung dengan tanaman komoditas, pencetakan kolam dan lain sebagainya.

Gejala umum terjadinya tanah longsor antara lain:

- Munculnya retakan-retakan di lereng

yang sejajar dengan arah tebing;

- Munculnya mata air baru secara tiba-tiba;
- Tebing rapuh dan kerikil mulai berjatuhan;
- Pada musim penghujan biasanya air tergenang. Pada menjelang terjadinya bencana longsor air hujan langsung hilang.
- Runtuhnya bagian tanah dalam jumlah besar;
- Pohon atau tiang listrik banyak yang miring.
- 



**Gambar 1. Salah satu gejala terjadinya tanah longsor**

### Geolistrik

Menurut Sheriff' (*Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics*, 2002, geofisika didefinisikan sebagai berikut :

- Ilmu yang mempelajari bumi dengan metoda kuantitas fisika, khususnya melalui metoda seismik refleksi dan refraksi, gravitasi, magnetik, elektrik, elektromagnet dan radioaktif.
- Aplikasi prinsip-prinsip fisika untuk mempelajari kebumihan. Geofisika meliputi cabang-cabang antara lain seismologi (gempa bumi dan gelombang elastis), geotermometri (pemanasan bumi, aliran panas, vulcanologi dan sumber air panas), hidrologi (air tanah dan air permukaan

termasuk pula *glaciology*), fisika kelautan, meteorologi, tektonofisik, dan lain sebagainya.

- Terkadang geofisika merujuk hanya pada geofisika batuan padat sehingga tidak mencakup hidrologi, fisik kelautan dan meteorologi.
- Eksplorasi geofisika merupakan penggunaan metoda-metoda seismik, gravitasi, magnetik, kelistrikan dan elektromagnet untuk mendapatkan minyak, gas, air dan sebagainya dengan tujuan eksploitasi yang mempunyai nilai ekonomis.

Geofisika mencakup aplikasi teori dan pengukuran fisika untuk mendapatkan kekayaan alam. Dengan geofisika kemampuan manusia dalam mengeksploitasi sumber-sumber daya alam menunjukkan suatu peningkatan yang cukup drastis.

Kelly, dkk (1993) menyimpulkan bahwa potensi dalam mengaplikasikan metode geofisika dalam survey geologi dan geoteknik harus dipertimbangkan secara tepat. Metode geofisika mampu menyajikan informasi penting tentang struktur atau sifat-sifat fisika batuan dan tanah hasil pengeboran pada keadaan tertentu dengan mengurangi beberapa tahapan pengukuran langsung. Keuntungan utama dari metode geofisika adalah kemampuannya dalam menyajikan data dengan kualitas lebih baik dan lebih dapat dipercaya. Untuk mencapai hasil yang tepat dalam aplikasi metode geofisika perlu diperhatikan 3 (tiga) prinsip dasarnya, yaitu :

- Penelitian harus terintegrasi  
Penentuan metode geofisika yang dipilih harus memperhatikan sifat-sifat fisik lingkungan dan jenis struktur geohidrologi dan kondisi geoteknik sehingga dapat menghasilkan informasi penting yang dibutuhkan.
- Penelitian harus melalui tahapan-tahapan yang tepat

- Penelitian harus ekonomis

Lingkup dan jenis penelitian geofisika harus dirancang sedemikian hingga dapat menghasilkan maksimal informasi penting yang dibutuhkan dengan biaya minimum serta dapat dihindari terjadinya duplikasi dengan cara memanfaatkan hasil penelitian terdahulu untuk penelitian selanjutnya.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksi di permukaan bumi, meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Ada beberapa macam metode geolistrik, antara lain : *Self Potential (SP)*, *Arus Telluric*, *Magnetotelluric*, *Electromagnet*, *Induced Polarization (IP)*, dan Resistivitas (tahanan jenis).

Metode geolistrik resistivitas, yang digunakan pada kajian ini, merupakan salah satu metode geofisika yang dapat memberikan gambaran susunan dan kedalaman lapisan batuan dengan mengukur sifat kelistrikan batuan. Loke (2000) mengungkapkan bahwa survey geolistrik metode resistivitas *mapping* dan *sounding* menghasilkan informasi perubahan variasi harga resistivitas baik arah lateral maupun arah vertikal. Metoda ini efektif bila digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi kedalaman lebih dari 1000 kaki (kira-kira 300 meter) atau 1500 kaki (kira-kira 450 meter). Metode resistivitas juga dapat diterapkan pada bidang geoteknik (seperti penentuan rongga bawah permukaan, penentuan lapisan keras, monitoring tanggul sungai) dan arkeologi (pencarian situs purbakala).

Metode geolistrik berhasil diaplikasikan dalam mengatasi permasalahan lingkungan dalam 6 (enam) jenis kegiatan (Mazac and Cahyna, 1988 dalam Kelly and Mares, 1993), antara lain :

- Perlindungan dan pengembangan sumber daya air ;

- Perlindungan dan eksploitasi tanah ;
- Eksploitasi sumber daya alam yang tidak terbarui dan prediksi dampak yang ditimbulkan, misalnya pergeseran tanah, kestabilan lahan, dampak abiotik dan antropogenetik) ;
- Manajemen limbah ;
- Optimalisasi manajemen lingkungan dan
- Perencanaan dan pembangunan wilayah perkotaan.

Prinsip dasar metode geolistrik adalah mempelajari sifat-sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial dan arus listrik baik yang dapat terjadi secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi.

Beberapa model konfigurasi elektroda dan faktor geometri yang digunakan dalam akuisisi data resistivitas adalah sebagai berikut :

- a. Konfigurasi Wenner
- b. Konfigurasi Schlumberger
- c. Konfigurasi dipole-dipole

Secara umum perbandingan dari ketiga konfigurasi ini, dapat dilihat pada tabel 1.

Aplikasi geolistrik dalam bidang kebencanaan digunakan untuk mengamati bidang gelincir longsor. Dari variasi beda resistivitas ini bisa diketahui perlapisan bawah perbukitan tanah dan pada lapisan berapa terdapat lapisan bidang gelincir longsor. Bidang gelincir longsor ini sering kali ditandai dengan nilai kontras resistivitas antara lapisan atas dan bawah yang ada di

bawah permukaan sebuah lereng.

Pada gambar di atas dapat dilihat salah satu hasil pengukuran geolistrik 2-D berupa penampang melintang pada sebuah lereng Basilicata, Italia. Penelitian tersebut dilakukan oleh *Claudia de Bari* bersama kawan-kawannya. Dari penampang 2D geolistrik tersebut bisa dilihat bahwa kedalaman bidang gelincir longsor pada lereng tersebut sekitar 20 meter.

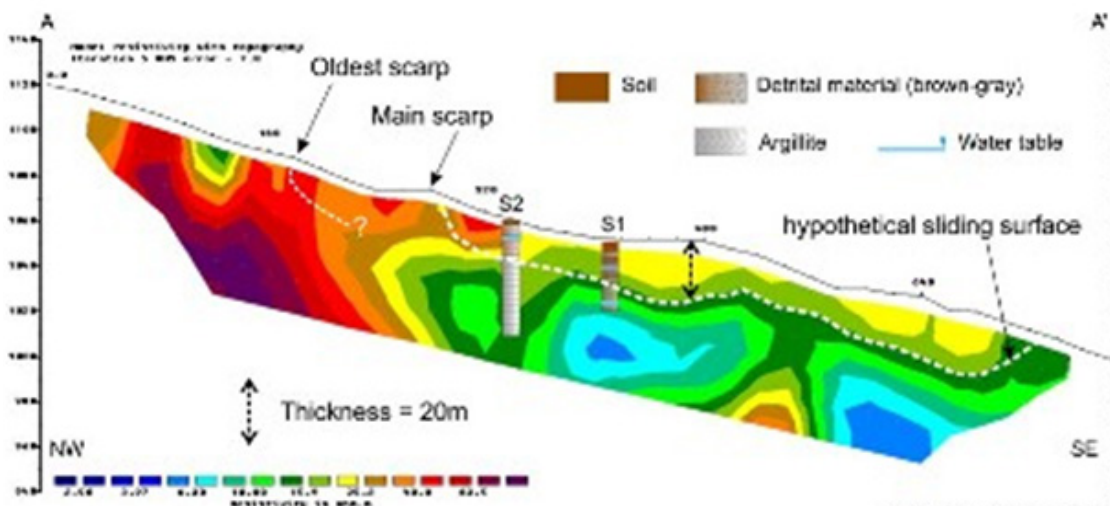
Para geofisikawan Indonesia sendiri juga telah banyak melakukan survey geolistrik untuk mendeteksi kedalaman bidang gelincir sebuah lereng yang rawan longsor. Satu hal yang harus menjadi catatan kita bersama bahwa penelitian tersebut harus dilakukan sebelum longsor terjadi. Apabila sudah diketahui kedalaman bidang gelincirnya tentu bisa diperkirakan metode *slope stability* dan *protection* apa yang cocok diaplikasikan pada lereng sehingga tidak terjadi bencana tanah longsor.

Sementara itu, GPS (*Global Positioning System*) geodetik dual frekwensi (L1 & L2) merupakan salah satu metode yang sangat efektif dan efisien digunakan untuk memantau/memonitoring sebuah gerakan tanah. Teknik pemantauan yang dilakukan adalah dengan cara membandingkan koordinat suatu waktu dengan koordinat di waktu yang lain. Perbedaan koordinat ini menunjukkan arah dan jauh pergerakan tanah di kawasan yang diukur. Gambar 3. menunjukkan prinsip pengukuran GPS untuk studi gerakan tanah.

Tabel 1. Perbandingan Konfigurasi Wenner, Schlumberger dan Dipole-dipole

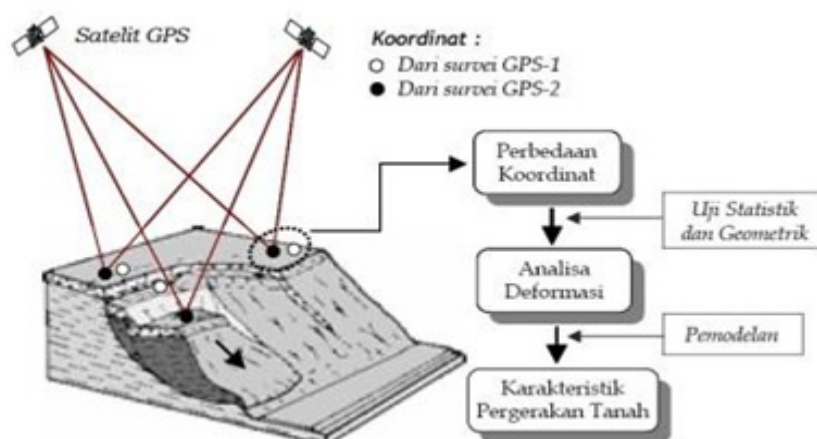
Kriteria	Wenner	Schlumberger	Dipole-dipole
Resolusi vertikal	baik	sedang	jelek
Penetrasi kedalaman	jelek	baik	baik
Kepatutan terhadap VES	sedang	baik	jelek
Sensitivitas terhadap ketidak homogenan secara lateral	tinggi	sedang	sedang

Karous Milös, dkk, 1993.



**Gambar 2. Penampang Bawah Permukaan 2D Hasil Pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis untuk Mendeteksi Bidang Gelincir di Basilicata, Italia**

Sumber: Claudia de Bari, 2011



**Gambar 3. Prinsip Dasar Pemantau Gerakan Tanah (Longsor) dengan GPS Geodetik L1 & L2**

Sumber: Abidin HZ, 2005

**Metode Penelitian**

**Teknik Pengambilan Data**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif kuantitatif yaitu menguraikan tentang beberapa teori dan hasil-hasil kajian terdahulu dan pengukuran langsung di lapangan. Data sekunder didapat dari kajian teori terkait sedangkan data primer didapat dari pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran menggunakan peralatan pengukuran geolistrik.

**Analisa Data**

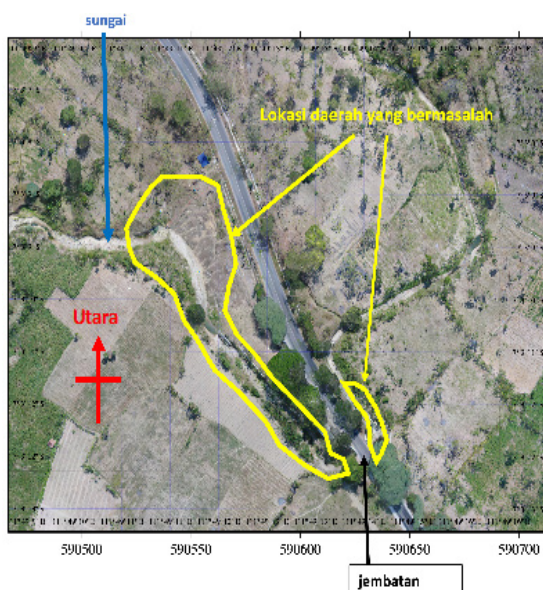
Analisa data dilakukan dengan mendeskripsikan data yang diperoleh dan disajikan dalam bentuk gambar yang merupakan hasil interpretasi data hasil pengukuran di lapangan sehingga mudah untuk dibaca dan dipahami. Hasil analisa akan dapat membantu memberikan gambaran tentang kondisi yang ada.

## Hasil dan Pembahasan Hasil Survey



**Gambar 4. Lokasi kegiatan, jalan provinsi antara Bojonegoro – Jatirogo, di Kecamatan Parengan, Kabupaten Tuban, Jawa Timur**

Dari hasil survey di lapangan diketahui bahwa pada bagian tertentu di sekitar lokasi sungai dan jembatan telah terjadi erosi yang hebat oleh sungai terhadap bangunan tanggul di kiri-kanan sungai sebelah hilir jembatan dan juga terpantau adanya pergerakan tanah longsor di tepi sungai yang kian lama kian mendekat ke arah trase jalan yang ada.



**Gambar 5. Detail lokasi ruas jalan yang bermasalah di bagian jalan yang diapit oleh sungai yang mengalir dari sebelah hulu jembatan (di sebelah kanan jalan) ke sebelah hilir jembatan (di sebelah kiri jalan). Kerusakan kelongsoran tebing dan erosi tanah terutama pada bagian yang dilingkari warna kuning dan di bagian bawah jembatan**

Pada Gambar 5. dapat dilihat sungai bergerak dari bagian hulu, tampak di sebelah kanan jalan raya (sebelah timur jalan), ke bagian hilir, di sebelah kiri jalan raya (sebelah barat jalan). Bagian yang mengalami kelongsoran dan tebing sungainya mengalami kerusakan adalah bagian yang dilingkari warna kuning; di sebelah kanan (di bagian hulu) jembatan kerusakan terutama pada tebing sungai sebelah luar, sedangkan di sebelah kiri (bagian hilir) jembatan kerusakan relatif sudah sangat luas sepanjang tepi ruas jalan.

Diketahui bahwa kedudukan jalan yang lama sebagian besar sudah “dimakan” oleh alur sungai. Trase jalan kemudian dipindahkan agak ke sebelah timur dari jalan yang lama, dan pada belokan sungai dibangun jembatan. Walaupun jalan yang “baru” sudah dipindahkan, keberadaan sungai yang lama masih saja menjadikan masalah besar bagi kelangsungan jalan raya ini, karena sungai tersebut seolah-olah mengepung jalan raya tersebut dari 2 sisi jalan. Bentuk sungai yang berkelok-kelok menunjukkan bahwa sungai tersebut sangat mudah berubah bentuk. Pada saat tim penelitian melakukan survey awal ke lapangan, sungai tersebut dalam keadaan kering sama sekali dan tidak berair. Kondisi ini menunjukkan bahwa DAS (Daerah Aliran Sungai) relatif kecil, tetapi pada musim penghujan sungai ini dapat penuh terisi air dengan kecepatan yang cukup tinggi sehingga mudah melakukan perusakan di sepanjang alirannya.



**Gambar 6. Sisi sungai sebelah timur dari jalan raya, (pandangan mengarah ke Selatan, ke arah jembatan).**

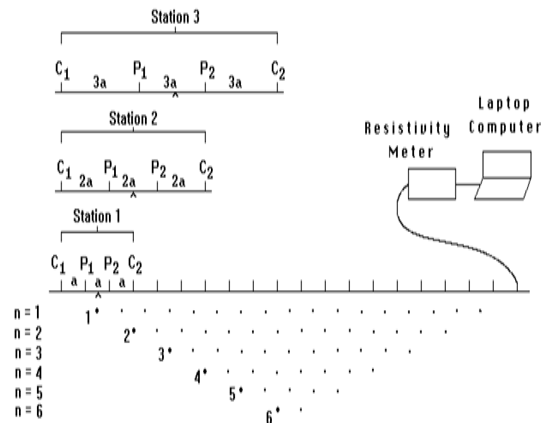
Kondisi tebing sungai di sisi sebelah barat dari jalan raya provinsi justru lebih parah lagi bila dibandingkan dengan tebing sungai di bagian timur jalan raya. Pada tebing sungai sisi barat jalan ini, hampir seluruh konstruksi tembok penahan tanah dari batu kali sudah terguling dan pecah. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Kondisi tebing sungai di sisi barat dari jalan raya provinsi**

Survey geolistrik pada penelitian ini adalah survey 2 dimensi yang digunakan untuk mengetahui perubahan arah vertikal dan horisontal dengan menggunakan konfigurasi Wenner – Schlumberger, di

mana titik-titik datum yang didapatkan dari hasil survey dapat dilihat pada bentuk *stacking chart* di bawah ini.



**Gambar 6. Stacking Chart Datum - Datum survey Geolistrik 2 Dimensi**

Lokasi survey geolistrik ditunjukkan pada sketsa Gambar 7. yang merupakan hasil foto udara.



**Gambar 7. Sketsa Survey Geolistrik**

Survey geolistrik yang dilakukan di lapangan menggunakan konfigurasi Wenner- Schlumberger yang sensitif terhadap perubahan arah horisontal dan kedalaman. Lokasi survey dibagi menjadi pada lokasi ini ada 5 line.

Model Stratifikasi dan Tomography yang digunakan dalam analisis 2 dimensi Secara umum tanah yang ada di lokasi penelitian terdiri dari 2 bagian, yaitu tanah

kelempungan dan batuan yang ditunjukkan pada line 2 hingga line 5. Perlu perhatian khusus pada line 1. Pada line 1 ditemukan terjadinya zona pelapukan. Pelapukan yang terjadi hingga posisi sangat dalam yang di dalamnya terdapat zona saturasi. Pelapukan yang terjadi pada bagian lereng tanah yang akan mengalami kelongsoran

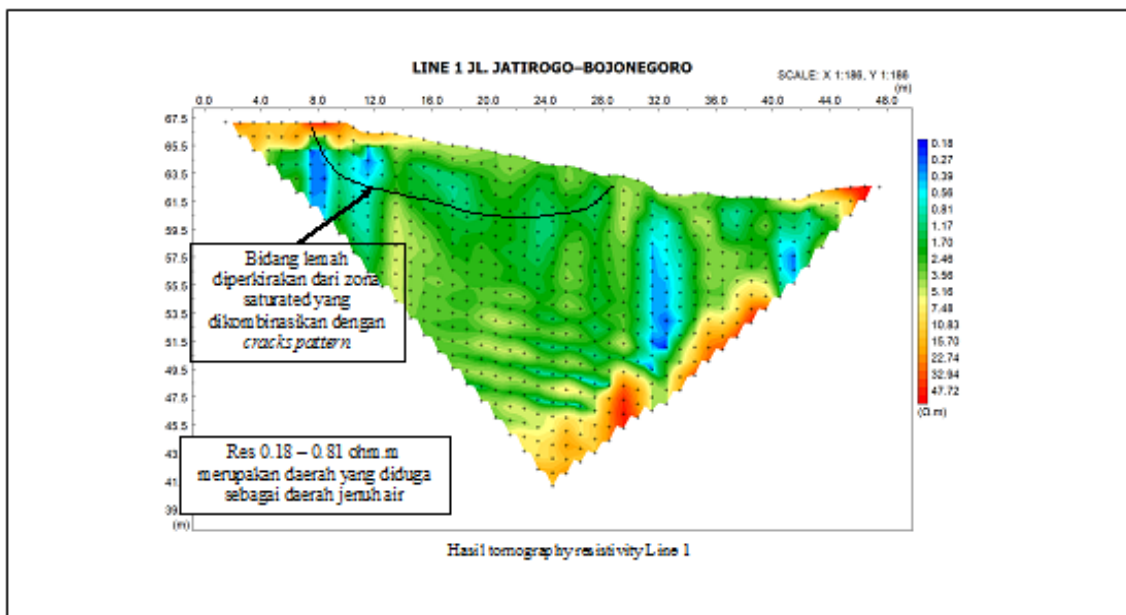
Secara umum lapisan tanah pada line 2 hingga line 5 merupakan tanah yang normal yang tidak ditemukan adanya pembentukan bidang longoran dan pelapukan. Pada line 1 merupakan tanah yang mengalami pelapukan dan ditemukan zona saturasi dan adanya *crack pattern* yang membentuk bidang longsor. Bidang longsor yang terjadi di dalam lereng diperkirakan hingga kedalaman 6 meter dari permukaan tanah. Panjang bidang longsor yang terjadi pada line 1 sepanjang 24 meter. Panjang tersebut ditemukan pada bentang 9 meter hingga 32 meter.

Pengukuran geolistrik menunjukkan hasil-hasil sebagai berikut:

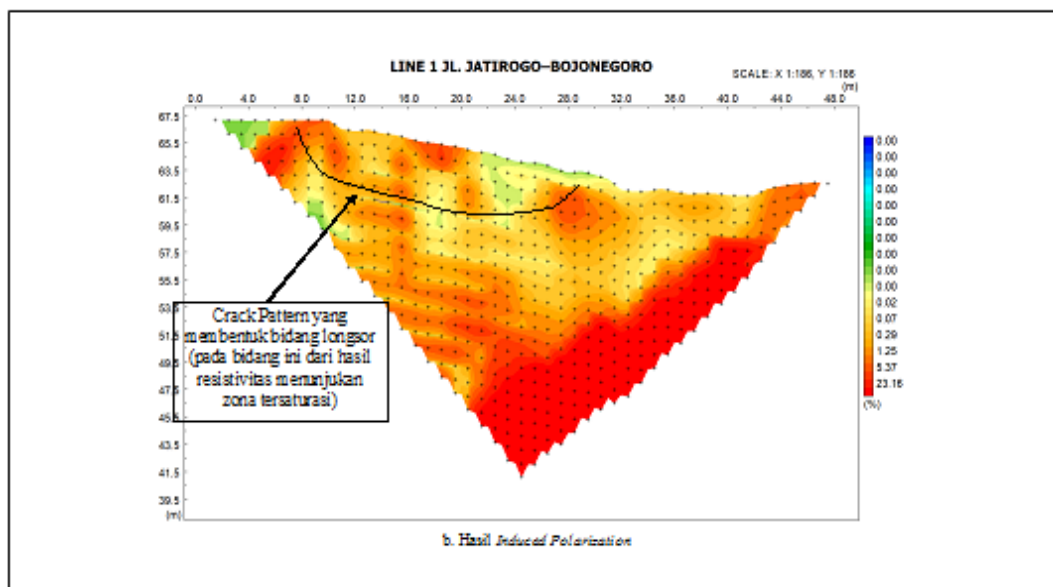
1. Jenis tanah di lapangan di bagian permukaan didominasi tanah lempung (*clay soil*) yang relatif gembur dan di beberapa lokasi lapisan tersebut ternyata

hampir jenuh dengan air, walaupun penyelidikan geolistrik ini dilakukan pada puncak musim kemarau.

2. Di bagian bawah lapisan tanah terdapat lapisan tanah lempung yang sudah mengeras menjadi batuan lempung (*clay shale* atau *clay stone*).
3. Tanah lempung yang lunak juga dapat dijumpai di beberapa kedalaman di antara batuan lempung, seolah-olah terjebak di antara batuan lempung yang keras. Keberadaan lapisan tanah lunak ini di beberapa lokasi bukan berupa lapisan, tetapi terisolir semacam berada di dalam gua-gua di dalam batuan lempung. Kalau dilihat dari bentuknya yang kotak dan teratur, dapat diperkirakan bahwa lapisan tanah lempung lunak itu terjadi akibat adanya intrusi air dari permukaan yang masuk melewati retak-retak di dalam tanah yang arahnya vertikal.
4. Pada tanah lempung lunak di permukaan dan di antara lapisan batuan lempung dapat diindikasikan adanya keretakan-keretakan (*cracks*) pada lapisan tanah yang sangat memudahkan bagi air (hujan) untuk memasuki lapisan



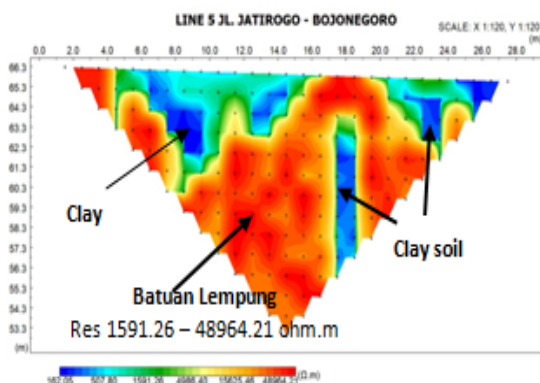
Gambar 8. Hasil tomography resistivity Line 1



**Gambar 9.** Hasil geolistrik *Induced Polarization* 2 dimensi untuk line 1

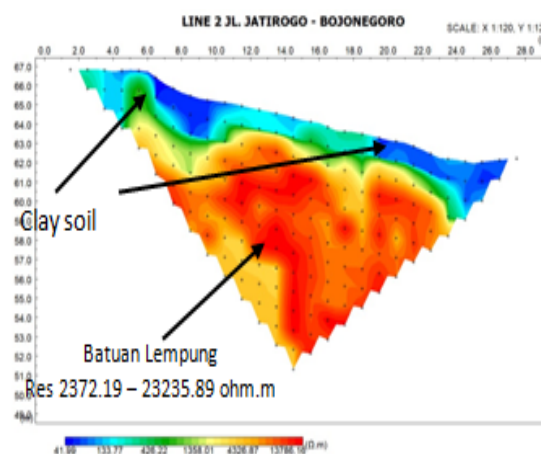
tanah dan menyebabkan kelongsoran. Keretakan-keretakan ini juga jelas terlihat pada saat observasi pendahuluan di lapangan. Adanya bidang keretakan ini juga menjadi penyebab mengapa tanah-tanah lempung yang kering di lapangan seolah-olah mudah lepas satu sama lain dan gembur, walaupun dalam kondisi kering.

5. Hasil geolistrik pada Line 5 menunjukkan keberadaan tanah lempung lunak di antara batuan lempung, dapat terjadi karena intrusi air (hujan) melalui retak-retak arah vertikal yang ada di dalam tanah.



**Gambar 10.** Hasil geolistrik Line 5

1. Hasil geolistrik pada Line 2 menunjukkan keberadaan lapisan tanah lempung di permukaan tanah dan lapisan batuan lempung di bagian yang lebih dalam. Tanah lempung di bagian atas umumnya bercampur dengan tanah kapur dan relatif gembur, sehingga mudah tererosi oleh aliran air dan terlarut di dalam air.



**Gambar 11.** Hasil geolistrik pada Line 2

### Simpulan

Penyebab utama masalah longsor di lokasi kegiatan adalah erosi oleh air hujan dan air sungai pada saat musim penghujan.

Sementara itu, kondisi tanah yang ada adalah tanah yang sangat rentan terhadap erosi oleh air di permukaan. Kondisi tanah di permukaan, pada umumnya terdiri dari tanah lempung yang lunak yang relatif gembur dan penuh dengan keretakan di dalamnya, juga mudah tererosi oleh air yang mengalir di permukaan sehingga tanah tersebut sangat rentan terhadap air yang mengalir. Untuk pencegahan aliran air yang mengalir di permukaan, air hujan yang mengalir di permukaan harus dapat segera dikumpulkan (atau ditangkap) ke dalam suatu selokan khusus yang telah disiapkan agar tidak mudah tererosi oleh air hujan. Untuk pemecahan masalah di atas, yang menjadi perhatian utama adalah keberadaan jalan raya yang terancam menjadi “terputus” di masa depan (mungkin pada musim hujan yang akan datang atau setelahnya), apabila ancaman erosi tebing oleh sungai di sebelahnya tidak segera diantisipasi. Untuk itu diperlukan solusi secepatnya untuk menanggulangi bahaya di atas.

#### Daftar Pustaka

- Abidin H.Z., Andreas H., Gamal M., Kusuma M.A., Darmawan D., Surono, Hendrasto M., dan Suganda O.K., (2005) : Studying Landslide Displacements in Ciloto Area (Indonesia) Using GPS Survey Method, *Jurnal, Spatial Science*
- Aldila,dkk, Studi Pemantauan Lingkungan Eksplorasi Geothermal di Kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso dengan Sistem Informasi Geografis,2013, *Jurnal Teknik POMITS Vol. X, No. X*
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana. Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia, Editor: Triutomo, Sugeng, Widjaja, B. Wisnu, Amri, M.Robi, Jakarta. Direktorat Mitigasi. LAKHAR BAKORNAS PB. 2007
- Claudia de Bari, et all, Digital Photogrammetric Analysis and Electrical Resistivity Tomography for Investigating the Picerno Landslide (Basilicata Region, Southern Italy, 2011, Elsevier
- G.Djatmiko S, S.J.Edy P, *Mekanika Tanah 1*, Penerbit kanisius, 1993
- <https://daerah.sindonews.com/read/1246264/174/selama-2017-terjadi-438-bencana-longsor-di-indonesia-1507359549>
- <http://ugm.ac.id/id/berita/95-49.daerah.di.pulau.jawa.rawan.longsor>
- Karnawati,D. 2005. Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upayah Penangulungannya. Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.232 hal.
- Koefoed, O, 1979, *Geosounding Principles, Resistivity Sounding Measurement*, Elsevier, Amsterdam
- Karous Milös, dkk, 1993. Applied Geophysics in Hydrogeological and Engineering Practice”, edited by William E.Kelly and Stanislav Mareš, Elsevier, Amsterdam-London \_New York\_ Tokyo.

- L.D.Wesley. 2017. *Mekanika Tanah Edisi Baru*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Loke M.H. 2000. *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies, A practical guide to 2-D and 3-D surveys*.
- Sheriff, Robert E. 2002. *Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics*. Tulsa, OK: Society of Exploration Geophysicists.