



Identifikasi Potensi Tanah Longsor Menggunakan Metode Electrical Resistivity Tomography (ERT) di Desa Pengadegan, Kecamatan Majenang, Cilacap, Jawa Tengah

Identification of Landslide Potential Using Electrical Resistivity Tomography (ERT) Method in Pengadegan Village, Majenang District, Cilacap, Central Java

Tissia Ayu Algary^{1*}, Ilham Nurdien²

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta, Jalan Padjajaran, Yogyakarta, 55283.

²Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi, PVMBG, Badan Geologi, Kemen ESDM Jalan Cendana No 15, Yogyakarta, 55166.

*Corresponding Author: tissiaayu@upnyk.ac.id

Article Info:

Received: 10 - 11 - 2021

Accepted: 22 - 02 - 2022

Kata kunci: Pengadegan, gerakan tanah, ERT, bidang gelincir

Keywords: Pengadegan, land movement, ERT, slip field

Abstrak: Desa Pengadegan merupakan salah satu desa di wilayah Kecamatan Majenang yang berpotensi terjadi gerakan tanah. Selain kontur perbukitan yang cukup rapat, endapan vulkanik yang cukup tebal, tata guna lahan di wilayah ini sebagian besar didominasi oleh pertanian, pemukiman dan perikanan yang menjadi parameter yang menyumbang tingginya potensi gerakan tanah. Pemetaan bawah tanah dilakukan untuk mengidentifikasi area yang berpotensi terjadi gerakan tanah. Hasil identifikasi dapat digunakan sebagai panduan untuk penataan ruang dan wilayah sehingga dapat meminimalisir dampak apabila terjadi gerakan tanah. Pemetaan dilakukan dengan metode Electrical Resistivity Tomography (ERT) menggunakan konfigurasi elektroda dipole-dipole dengan jumlah lintasan sebanyak 3 lintasan. Panjang masing masing lintasan 120, 240 dan 240 meter. Hasil identifikasi menunjukkan litologi di area tersebut terusun oleh lapisan lempung (2-10 $\Omega.m$) dan tuff (60-200 $\Omega.m$). Bidang gelincir ditemukan pada kedalaman 15-20 meter yang terdeteksi hampir disepanjang lintasan. Bidang gelincir terdeteksi berada pada batas kontak antara lapisan tuff yang menumpang diatas batuan dasar yang telah rusak dan sudah jenuh air. Diperkirakan potensi arah gerakan tanah dari Utara-Selatan dengan tipe longsor dengan model rayapan.

Abstract: Pengadegan is one of the villages in the Majenang Subdistrict that has the potential for land movement. In addition to the fairly dense contours of the hills, thick volcanic deposits, the land use in this area is mostly dominated by agriculture, settlement, and fisheries, that parameters contribute to the high potential for land movement. Underground mapping is carried out to identify areas that have the potential for ground movement. The results of the identification can be used as a guide for spatial and regional planning to minimize the impact on ground movement. Mapping was carried out using the Electrical Resistance Tomography (ERT) method using a dipole-dipole electrode configuration with 3 line measurement. The length of each line is 120, 240, and 240 meters. The identification results show the lithology in the area is continuously composed of layers of clay (2-10 $\Omega.m$) and tuff (60-200 $\Omega.m$). The slip field is found at a depth of 15-20 meters which is detected almost along the line. The slip area was detected to be at the contact boundary between the tuff layers overlapping the damaged and water-saturated bedrock. It is estimated that the potential direction of land movement from North-South with the type of landslide using the creeping model.

1. Pendahuluan

Tanah longsor merupakan salah satu bencana geologi yang diakibatkan oleh gerakan massa batuan atau tanah yang dapat didefinisikan sebagai perpindahan material pembentuk lereng, yang berupa batuan asli maupun bahan timbunan yang bergerak dengan mengikuti gaya gravitasi bumi (Yunanto, 2014). Gerakan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya intensitas hujan, tata guna lahan, kondisi geologi, aktivitas manusia dan kegempaan (Naryanto, 2003). Penentuan area rawan longsor dapat dilakukan dengan mengidentifikasi beberapa parameter yang dapat memicu longsor seperti kemiringan lereng, sifat fisis tanah, jenis bangunan, tata guna lahan serta intensitas hujan. Longsor secara umum terjadi karena adanya bidang gelincir (*slip surface*) yang biasanya terdapat pada batas antar 2 litologi, berupa bidang kedap air dan licin yang biasanya berupa lapisan lempung. Adanya bidang gelincir, topografi yang curam (15 s/d 45 derajat), intensitas hujan yang tinggi serta tata guna lahan yang buruk akan meningkatkan potensi terjadinya gerakan tanah (Priyonno, 2015).

Identifikasi salah satu parameter yang dapat memicu longsor seperti bidang gelincir di bawah permukaan, dilakukan pengukuran geofisika dengan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT), metode ini digunakan untuk mendapatkan gambaran yang akurat mengenai geometri dan kedalaman bidang gelincir (Darsono, 2012). Metode ERT ini merupakan metode pengukuran aktif yang dapat memberikan gambaran sebaran nilai resistivitas bawah permukaan secara 2D maupun 3D dengan resolusi lateral dan vertical yang cukup baik (Santoso, 2020) sehingga bisa digunakan untuk menganalisis kondisi lereng. Metode ini dapat memberikan gambaran litologi pada setiap kedalaman berdasarkan nilai resistivitasnya serta mendeteksi lapisan jenuh air yang biasanya diidentifikasi dengan nilai resistivitas yang rendah (Lismalini, 2014). Metode ini banyak digunakan karena kemampuannya yang dapat membedakan litologi lapisan tanah berdasarkan nilai resistivitasnya, Nilai resistivitas suatu batuan biasanya dipengaruhi oleh porositas batuan, permeabilitas, dan kandungan air atau fluida di dalamnya. Semakin besar kandungan air dalam suatu lapisan maka nilai resistivitasnya akan semakin rendah sedangkan nilai konduktivitasnya akan semakin tinggi.

Desa Pengadegan merupakan salah satu desa di wilayah Kecamatan Majenang yang berpotensi terjadi gerakan tanah. Selain kontur perbukitan yang cukup rapat, endapan vulkanik yang cukup tebal, tata guna lahan di wilayah ini sebagian besar didominasi oleh pertanian, pemukiman dan perikanan yang menjadi parameter yang menyumbang tingginya potensi gerakan tanah. Pemetaan bawah permukaan diperlukan untuk mengidentifikasi area yang rawan dan berpotensi terjadi gerakan tanah. Dengan mengetahui gambaran litologi bawah permukaan dapat digunakan sebagai acuan pemangku kebijakan untuk memperbaiki tata guna lahan dan meminimalisir dampak apabila terjadi gerakan tanah di wilayah tersebut.

Daerah penelitian terletak di Desa Pengadegan, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap Jawa Tengah dengan koordinat lokasi geografis $7^{\circ}13'49.4''S$ dan $108^{\circ}46'29.3''E$. Morfologi di sekitar daerah penelitian merupakan area perbukitan dengan kemiringan landai sampai agak terjal di sekitar permukiman dengan kemiringan antara 10° sampai 25° , dengan ketinggian antara 360 – 450 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa, Tengah (Kastowo, dkk., 1996), kondisi geologi daerah penelitian dan sekitarnya disusun atas Formasi Kumbang (Tm_{pk}) berupa breksi gunungapi, lava dan tufa bersusunan andesit sampai basal, batupasir tufaan dan konglomerat.

Berdasarkan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Cilacap (Badan Geologi, 2014), daerah bencana termasuk ke zona kerentanan gerakan tanah Menengah - Tinggi artinya pada zona ini dapat terjadi gerakan tanah jika curah hujan di atas normal, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing jalan atau jika lereng mengalami gangguan. Gerakan tanah lama dapat aktif kembali akibat curah hujan tinggi dan erosi (Novotný, 2013).

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode resistivitas. Metode resistivitas ini adalah metode geofisika umum yang telah lama digunakan dalam dunia eksplorasi. Prinsip kerja utama metode ini adalah menggunakan elektroda yang digunakan untuk menyuntikkan arus listrik ke dalam tanah, arus

listrik yang disuntikkan kedalam tanah akan menyebar ke segala arah membentuk bidang equipotensial berupa setengah bola (Telford, 1990) yang kemudian diukur beda potensialnya. Pengukuran dilakukan di sepanjang lintasan (survey 2D) yang ditentukan atau di suatu area luasan di permukaan (survey 3D), perbedaan potensial yang diamati diubah menjadi kurva pseudo-section dengan nilai resistivitas semu yang menggambarkan perubahan resistansi batuan bawah tanah. Hasil inversi nilai resistivitas semu digunakan untuk memetakan anomali resistivitas bawah tanah atau untuk membuat sketsa struktur geologi di bawah permukaan.

Perkembangan teknologi *hardware* maupun *software* pengolahan, menjadikan metode resistivitas semakin berkembang yang tadinya hanya menggunakan 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial berkembang menjadi teknologi multielektroda dengan kemampuan akuisisi multichannel. Kemampuan *hardware* yang didukung dengan *software* pengolahan data yang semakin canggih menjadikan akuisisi data metode ERT lebih cepat dan akurat .

Metode pengukuran ERT memiliki beberapa jenis teknik pengukuran yang ditentukan oleh konfigurasi elektroda yang ditunjukkan oleh **Gambar 1**, pemilihan konfigurasi elektroda tergantung dengan target serta tingkat sensitivitas vertikal dan lateral yang dibutuhkan. Metode ini dapat digunakan untuk memetakan variasi geologi termasuk: litologi tanah, stratigrafi tanah, keberadaan air tanah, zona rekahan, variasi dalam saturasi tanah, area dengan salinitas yang meningkat, dan sebagainya (Rolia, Eva. 2011).

3. Hasil dan Pembahasan

Proses akuisisi data di daerah penelitian menggunakan alat resistivitymeter Syscal Pro 48 Channel dengan konfigurasi elektroda dipole-dipole spasi antar elektroda 10 meter. Injeksi arus dilakukan selama 300 ms untuk setiap elektroda dengan injeksi maksimal 800 Volt. Akuisi data dilakukan dengan mode multielektrode dan multichannel dengan 24 elektroda 10 channel yang berjalan secara simultan sehingga proses akuisisi data lebih cepat dan lebih akurat. Pengukuran di Dusun Babakan dilakukan sebanyak 3 lintasan dengan panjang lintasan masing masing 240 meter dengan orientasi horisontal memotong lereng 1 lintasan dan 2 lintasan vertikal yang saling sejajar mengikuti lereng. Sketsa lintasan pengukuran di Dusun Babakan dapat dilihat pada **Gambar 2**

3.1 Hasil pengukuran lintasan 1

Pengukuran pada lintasan ini dilakukan searah jalan cor yang di sepanjang pemukiman yang berada di lereng dengan mengambil titik nol di rumah paling atas dan berakhir di pinggir jalan desa di bawahnya. Hasil pemodelan inversi lintasan 1 hasil pengolahan data ditampilkan pada **Gambar 3**. Hasil pengukuran pada lintasan ini menunjukkan adanya dua litologi yang kontras, litologi paling atas didominasi oleh tanah penutup (tuff pasiran) memiliki nilai resistivitas 50-150 Ωm dengan ketebalan bervariasi antara 15 s/d 20 meter. Lapisan yang menjadi bidang gelincir memiliki nilai resistivitas sekitar 25 Ωm yang diduga sebagai lapisan tanah lempung yang kedap air. Lapisan tanah bagian atas terlihat ada indikasi mengalami pergeseran/tarikan, hal ini terlihat dari nilai sebaran resistivitas yang tidak konsisten pada lapisan tersebut, anomali ini biasanya disebabkan oleh adanya patahan atau bekas tarikan. Lapisan tanah penutup menumpang pada lapisan batuan dasar (breksi lapuk) yang ada dibawahnya. Terlihat banyaknya infiltrasi fluida yang terjadi pada lapisan batuan dasar, hal ini mengindikasikan lapisan ini sudah rusak, sehingga kompaksi batuan pada lapisan ini cenderung sangat rendah. Hal ini semakin mengurangi tingkat stabilitas lereng sehingga sangat berpotensi sekali untuk bergerak / longsor, didukung dengan tebalnya lapisan soil yang menumpang diatasnya, sudut kemiringan lereng yang cukup tinggi serta beban permukaan berupa bangunan dan kolam perikanan semakin melemahkan daya dukung tanah. Tata guna lahan pada daerah pengukuran didominasi pemukiman yang cukup padat pada lereng bawah sampai atas berselang seling dengan kolam perikanan warga (tidak dilapisi dengan semen/cor) menjadi faktor tambahan penyebab turunnya daya dukung tanah (Manrulu, 2016).

3.2 Hasil pengukuran lintasan 2

Pengukuran lintasan 2 dilakukan hampir sejajar dengan lintasan 1 dengan mengambil titik nol dibagian atas dan memotong tegak lurus jalan desa menuju area persawahan di bawahnya, dengan total panjang lintasan 240 meter. Hasil pemodelan inversi lintasan 2 hasil pengolahan data ditampilkan pada **Gambar 4**. Hasil pengukuran menunjukkan kondisi yang hampir sama dengan lintasan 1. Lapisan paling atas diidentifikasi sebagai tanah penutup (pasir tuffaan) dengan ketebalan sekitar 10 s/d 20 meter. Kondisi dari lapisan tanah penutup juga diindikasikan pernah mengalami tarikan atau gerakan, hal ini nampak jelas di bagian tengah lintasan terlihat adanya diskontinuitas lapisan dan diperparah oleh adanya area jenuh air tepat di bawahnya. Area ini terletak di badan jalan desa disekitar masjid dan rumah warga yang telah rusak akibat amblesan tanah. Terlihat kondisi bawah permukaan pada lintasan ini cukup mengkhawatirkan, mengingat kondisi lapisan atas yang cukup tebal dan tidak kompak menumpang diatas batuan dasar yang hampir sebagian besar telah jenuh air, hal ini sangat berpotensi sekali untuk terjadinya gerakan tanah atau longsoran pada area tersebut.

3.3 Hasil pengukuran lintasan 3

Pengukuran pada lintasan ini dilakukan di sepanjang jalan desa dengan panjang lintasan 240 meter. Pengukuran dilakukan memotong lintasan pertama di bagian ujung bawah dan lintasan kedua tepat di bagian tengahnya. Hasil pemodelan inversi lintasan 1 (atas) delineasi anomali berdasarkan nilai resistivitas (bawah) hasil pengolahan data ditampilkan pada **Gambar 5**. Hasil pengukuran menunjukkan kenampakan litologi yang hampir sama dengan lintasan sebelumnya (vertikal). Litologi paling atas diidentifikasi sebagai lapisan soil dengan ketebalan sekitar 10 s/d 15 meter yang menumpang diatas lapisan batuan dasar yang juga telah rusak dan jenuh air, hal ini sekaligus mengkonfirmasi hasil pengukuran lintasan 1 dan lintasan 2 mengenai potensi gerakan tanah atau longsor yang sangat mungkin terjadi mengingat kondisi lapisan yang tidak stabil dan tidak kompak, selain itu lapisan tersebut juga menumpang diatas lapisan batuan dasar yang juga tidak kompak serta jenuh air, hal ini tidak menutup kemungkinan lapisan batuan dasar ini juga dapat ikut bergerak atau longsor. Sketsa litologi daerah pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 6**.

4. Kesimpulan

Hasil pengukuran nilai resistivitas bawah permukaan menunjukkan adanya potensi gerakan tanah yang cukup besar pada daerah pengukuran. Analisis hasil pemetaan resistivitas bawah permukaan menunjukkan adanya bidang gelincir di semua lintasan dengan kedalaman bervariasi antara 10-20 meter. Berdasarkan pada profil resistivitas juga terlihat adanya indikasi patahnya blok batuan di beberapa tempat disertai infiltrasi air di beberapa tempat yang menyebabkan tingkat kejenuhan air di lokasi tersebut cukup tinggi. Hal ini didukung dengan adanya kenampakan rekahan yang sudah mulai terlihat di permukaan tanah di lokasi yang diindikasikan terjadi patahan berdasarkan hasil pengukuran ERT. Tingkat kompaksi batuan yang lemah, kemiringan lereng yang cukup tinggi, beban permukaan yang berat, serta pemanfaatan lahan untuk perikanan menyebabkan daya dukung tanah menjadi semakin berkurang.

Ucapan Terima Kasih

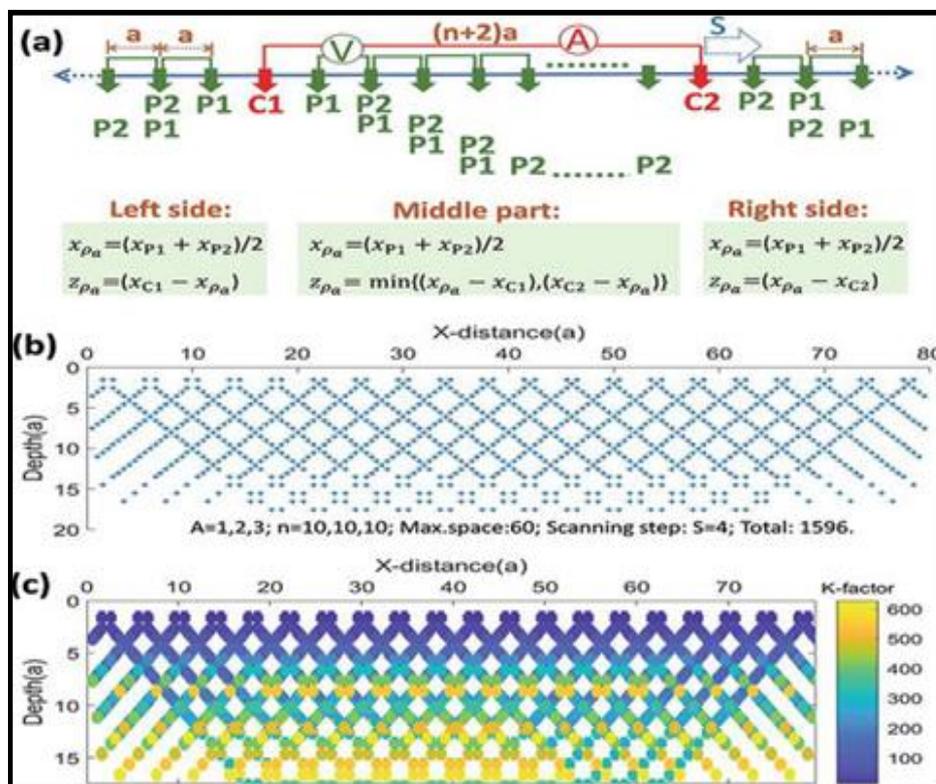
Penulis mengucapkan terimakasih kepada BPBD Majenang yang telah membantu koordinasi dengan perangkat dan tokoh desa setempat, serta masyarakat Desa Pengadegan, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap Jawa Tengah yang turut serta membantu dan memfasilitasi pada saat pengambilan data di lapangan.

Daftar Pustaka

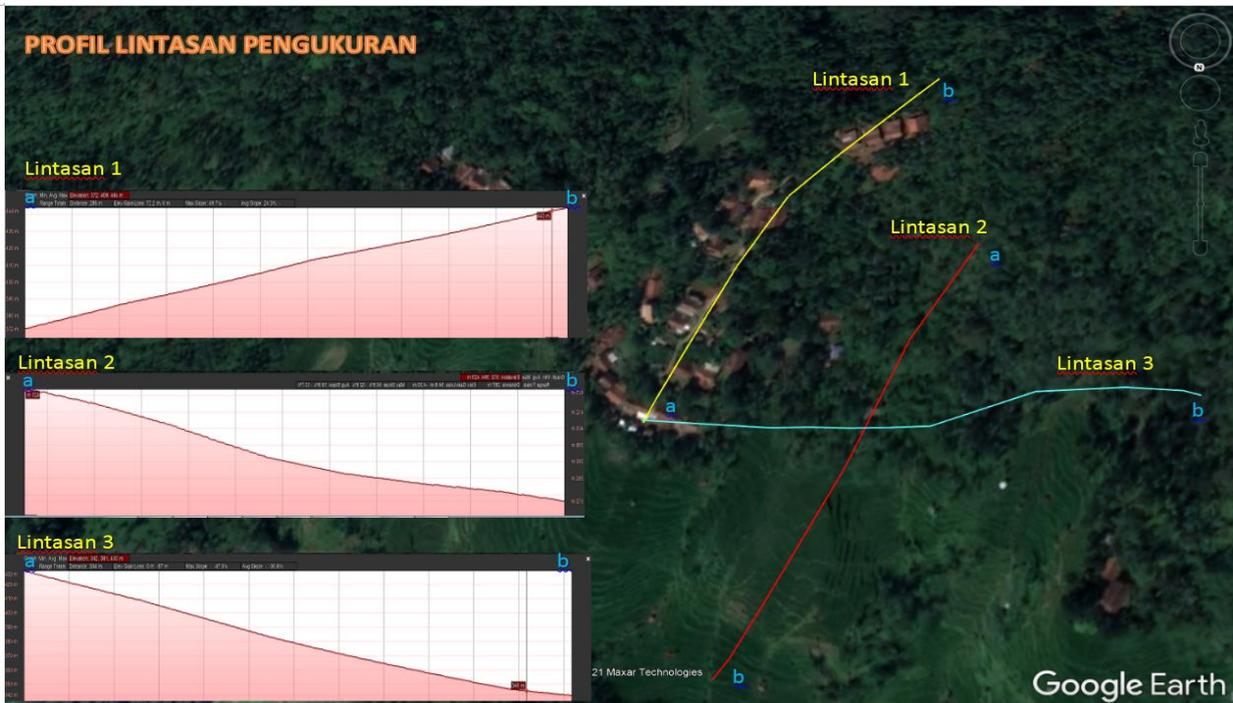
- Badan Geologi. (2014). Peta Zona Kerentanan Tanah. Bandung. *Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi*.
- Darsono, D., Bambang Nurlaksito, Budi Legowo. (2012). Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *Indonesian Journal of Applied Physics* (2012) vol. 2 no. 1. Halaman 58.

- Kastowo dan N. Suwarna. (1996). Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa Tengah. Bandung: *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- Lismalini. (2014). Penyelidikan Bidang Gelincir Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Desa Kampung Manggis Kecamatan Padang Panjang Barat. *Pillar of Physics*. Vol 1 April 2014. Halaman 25-32.
- Manrulu, Rahma Hi., Aryadi Nurfalaq. (2018). Studi Bidang Gelincir Sebagai Langkah Awal Mitigasi Bencana Longsor. *Jurnal Elektronik Universitas Cokroaminoto Palopo*. Halaman 190-196. Palopo: Universitas Cokroaminoto.
- Naryanto, H.S. (2003). Evaluasi dan Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Pulau Jawa Tahun 2002, Year Book Mitigasi Bencana Tahun 2002. Jakarta: *BPPT*.
- Novotny, J. (2013). Varnes Landslide Classification (1978). Charles University in Prague, Faculty of Science. Czech Republic: University Utopia.
- Priyonno. (2015). Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor. Surakarta: *UNISRI*.
- Rolia, Eva. 2011. Penggunaan Metode Geolistrik untuk Mendeteksi Keberadaan Air tanah. *Jurnal Tapak* Vol. 1 No. 1 November 2011. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
- Santoso, B., Subagio, Hasanah, M.U., Suwargana, H., 2020. Investigasi Pendugaan Gerakan Tanah Menggunakan Metode Electrical Resistivity Tomography dan Self Potential di Daerah Pasanggrahan Baru, Sumedang Selatan. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral* Vol.21. No.1 Februari 2020 hal 33-4. doi: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.21.33-44p>.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheiff, R.E. 1990. Applied Geophysics 2nd Edition. Cambridge: *Cambridge University*.
- Yunanto. (2014). Tanah Longsor Bencana Paling Mematikan Tahun 2014. *Kompas* (15 Desember 2014).

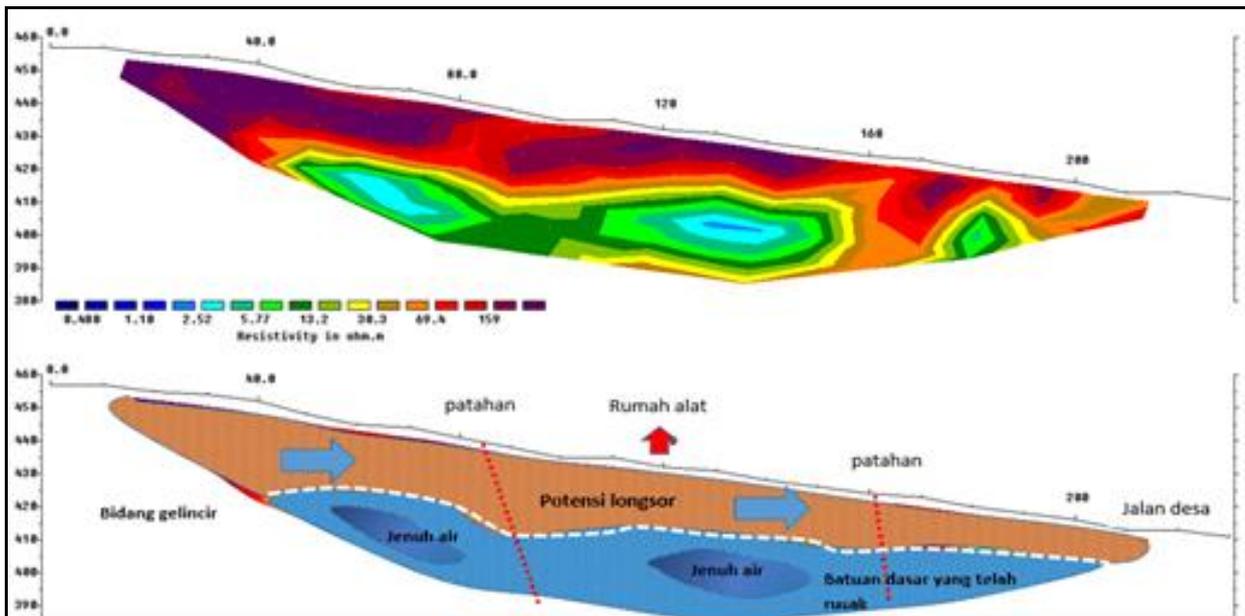
[Gambar 1]



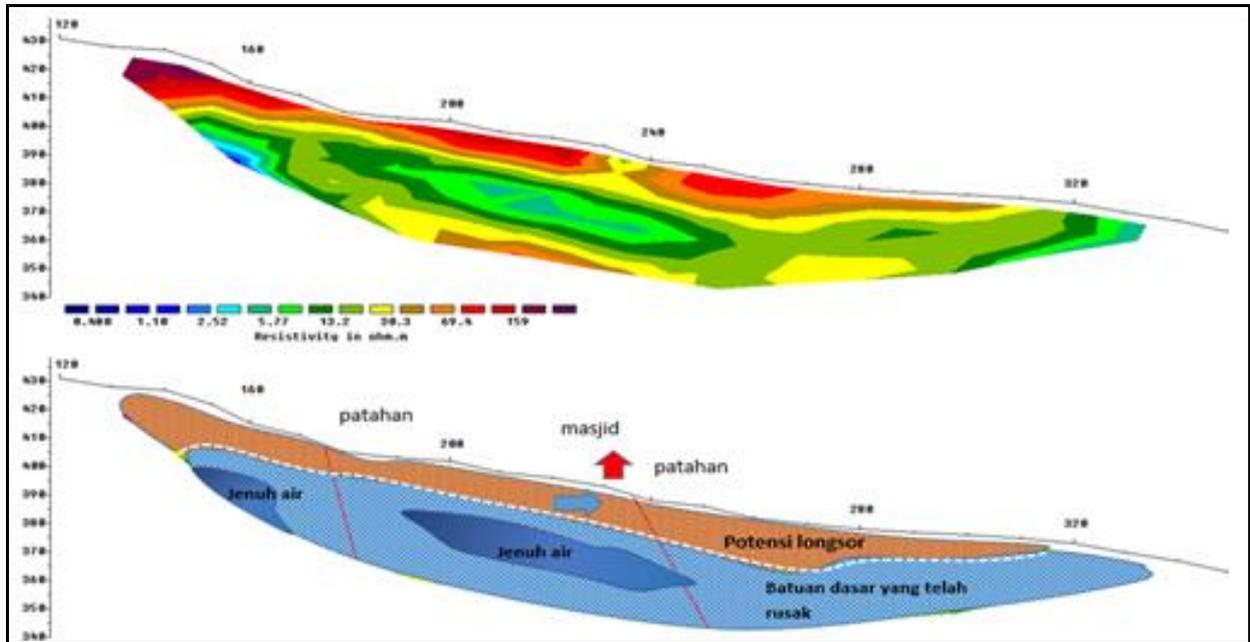
[Gambar 2]



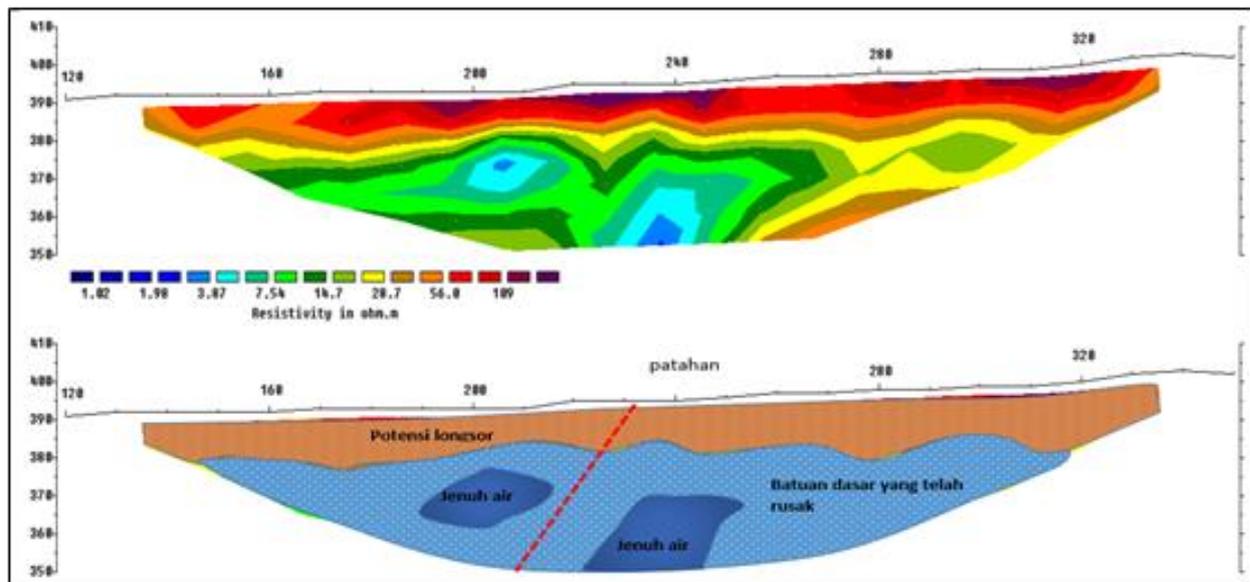
[Gambar 3]



[Gambar 4]



[Gambar 5]



[Gambar 6]

