



## IDENTIFIKASI PERGERAKAN TANAH DENGAN APLIKASI METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER DI DELIKSARI GUNUNGPATI SEMARANG

N. Wakhidah <sup>✉</sup> Khumaedi, P. Dwijananti

Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia, 50229

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Mei 2014

Disetujui Mei 2014

Dipublikasikan Juni 2014

*Keywords:*

*Landslide, Slip Surface,*

*Geolistrik, Wenner -*

*Schlumberger Configuration.*

### Abstrak

Tanah longsor merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan tanah atau material campuran yang bergerak kebawah atau keluar lereng. Penyebab terjadinya gerakan tanah salah satunya yaitu adanya bidang gelincir. Metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger digunakan untuk menentukan bidang gelincir gerakan tanah di Deliksari Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati Semarang pada 5 titik lintasan pengukuran. Dalam penelitian ini akan didapatkan nilai  $V$  dan  $I$  yang akan digunakan untuk menghitung nilai resistivitasnya. Pengolahan data dari hasil pengukuran dilakukan dengan menggunakan software Res2Dinv. Citra penampang bawah permukaan nilai resistivitas yang diperoleh menunjukkan pada daerah tersebut memiliki empat lapisan batuan yang sama secara berturut-turut yaitu lempung, pasir lempungan, batu pasir, dan batu gamping. Lapisan yang diduga berperan sebagai bidang gelincir yaitu batu gamping dengan nilai resistivitas ( $165 - 235$ )  $\Omega m$  pada lintasan 1, 3, 4 dan 5 dengan rentang kedalaman lapisan ( $11 - 13,4$ ) m. Pola resistivitas tanah yang ditunjukkan dari citra geolistrik berupa daerah lereng dengan lapisan bagian atas bidang gelincir berupa batu pasir yang dapat menyimpan kandungan air. Jika curah hujan tinggi kemungkinan air akan terakumulasi yang mengakibatkan lapisan menjadi licin dan tidak mampu menahan tekanan air yang besar, sehingga lapisan di atasnya akan bergerak menuruni lereng. Tipe gerakan tanah yaitu translasi.

### Abstract

*Landslides is the displacement of the slope -forming material in the form of rocks, soil debris material or mixture of materials that move down or off the slopes. One cause of landslide that is the slip surface. Geoelectric method Wenner - Schlumberger configuration is used to determine the slip surface ground motion in the Deliksari Village, District Gunungpati Semarang on 5 point trajectory measurements. In this study we will get the value of  $V$  and  $I$ , which will be used to calculate the value of the resistivity. The results data processing measurements performed using the software Res2Dinv. Cross-sectional image of the subsurface resistivity values obtained show the area suspected the same four layers of rocks in a row that is clay, Consolidate shales, sandstone, and limestone. Layer is thought to act as a slip plane is a limestone with resistivity values ( $165-235$ )  $\Omega m$  on track 1, 3, 4 and 5 with a depth range of approximately layer ( $11$  to  $13.4$ ) m. The soil pattern resistivity geoelectric image show on the top slopes of layer or slip surface sandstone that can store water content. If rainfall is high possibility that water will accumulate and lead to a slippery layer becomes unable to withstand the water pressure is great, so that the layer above it will move down the slope. The type of landslides is a translation.*

## PENDAHULUAN

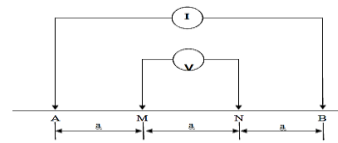
Kota Semarang merupakan salah satu kota besar yang unik. Karena kota ini terbagi dalam dua alam yang kontras dengan jarak sangat berdekatan. Kawasan kota bawah berbatasan langsung dengan pantai. Sementara kawasan perbukitan jaraknya sangat pendek. Kawasan yang berada di bawah tentu rawan akan bencana banjir akibat rob. Sementara daerah perbukitan rawan akan bencana longsor.

Bencana tanah longsor sering dikaitkan dengan datangnya musim penghujan. Bencana tanah longsor (landslides) menjadi masalah yang umum pada daerah yang mempunyai kemiringan yang curam (Darsono et al., 2012:57). Longsor atau sering disebut gerakan tanah/batuan adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Longsoran merupakan salah satu masalah yang banyak terjadi pada lereng alam maupun buatan, dan merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama pada musim hujan yang mengakibatkan kerugian materiil yang cukup besar serta menelan korban jiwa (Wahyono et al., 2011: 95).

Pada penelitian ini digunakan metode geolistrik untuk menentukan bidang gelincir yang diduga sebagai penyebab terjadinya tanah longsor. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di dalam maupun di permukaan bumi (Hendrajaya, 1990). Dalam pelaksanaan survey dikenal beberapa metode pengambilan data sesuai dengan peletakan elektroda yang dilakukan, dimana elektroda-elektroda tersebut diinjeksikan kedalam tanah lalu di aliri arus listrik. Sehingga di dalam penelitian akan di dapatkan nilai  $V$  dan  $I$  yang nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai resistivitas. Ditinjau dari nilai resistivitas pada setiap lapisan serta untuk mengetahui struktur dan pelapisan tanah bawah permukaan di daerah penelitian. Informasi tentang struktur dan pelapisan tanah tersebut digunakan untuk mengetahui batas-batas kelabilan tanah yang dapat menjadi acuan dalam pengembangan wilayah di daerah tersebut dan sekitarnya. Oleh karena itu untuk mengetahui struktur dan pelapisan tanah di lokasi tersebut dilakukan penelitian dengan aplikasi geolistrik metode tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger karena cocok untuk monitoring keadaan di bawah permukaan tanah secara vertikal dan horizontal.

Penerapan metode tahanan jenis pada penelitian sebelumnya telah terbukti bahwa metode geolistrik dapat digunakan untuk menentukan pendugaan tanah longsor, seperti penelitian yang telah berhasil menganalisis daerah rawan longsor di Fylsch Polandia Carpathians (Jochymczyk et al., 2006), penelitian yang berhasil mengidentifikasi gerakan tanah di Banjawa, NTT (Priambodo et al., 2011) dan juga penelitian yang berhasil mengidentifikasi bidang gelincir pemicu bencana tanah longsor dengan metode resistivitas 2 dimensi di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar (Darsono et al., 2012).

Pada alat Resistivity Multi-Channel terdapat pengaturan konfigurasi yang diinginkan, alat tersebut otomatis muncul opsi Schlumberger dan Wenner. Aturan konfigurasi Schlumberger pertama kali diperkenalkan oleh Conrad Schlumberger, dimana jarak elektroda potensial MN dibuat tetap sedangkan jarak AB yang diubah-ubah. Tetapi pengaruh keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB diubah pada jarak yang relatif besar maka jarak MN hendaknya diubah pula. Perubahan jarak hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB, seperti Gambar 1 (Telford,1990).



**Gambar 1.** Elektroda arus dan potensial Konfigurasi Wenner- Schlumberger (Telford, 1990)

Konfigurasi Wenner - Schlumberger mendasarkan pengukuran kepada kontinuitas pengukuran dalam satu penampang dan hasilnya suatu penampang semu (pseudosection). Pengukuran ini dilakukan dengan membuat variasi posisi elektroda arus (AB) dan elektroda potensial (MN).

Dalam konfigurasi Wenner-Schlumberger ini dapat dihitung nilai resistivitas semu ( $\rho$ ) sebagai berikut:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I}$$

dengan K adalah faktor geometri dari konfigurasi elektroda yang digunakan di lapangan. Rumusan faktor geometri dapat dituliskan:

$$K = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{MA} - \frac{1}{BM} \right) \right] - \left[ \left( \frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]$$

**Tabel 1.** Variasi resistivitas material bumi (Telford et al. 1990).

| Bahan                                    | Resistivitas ( $\Omega m$ ) |
|--|-----------------------------|
| Air (udara)                              | ~                           |
| Limestones(Batu gamping)                 | $50 - 10^7$                 |
| Alluvium dan pasir                       | 10 – 800                    |
| Sands                                    | $1 - 1.10^3$                |
| Clay (Lempung)                           | $1 - 1.10^2$                |
| Konglomerat                              | $2.10^3 - 10^4$             |
| Pasir Lempungan<br>(Consolidated shales) | $20 - 2 \times 10^3$        |

## METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung di Deliksari Gunngpati Semarang. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2013.

### Prosedur penelitian

Konfigurasi geolistrik metode tahanan jenis yang ada dalam penelitian ini akan digunakan konfigurasi Schlumberger. Pada konfigurasi Schlumberger ini elektroda-elektroda potensial diam pada suatu spasi tertentu. Sedangkan elektroda-elektroda arus digerakkan secara simetri keluar dalam langkah-langkah tertentu dan sama. Lebar jarak AB menentukan jangkauan geolistrik ke dalam tanah. Ketika perbandingan jarak antara elektroda arus dengan elektroda potensial terlalu besar, elektroda harus digeser, jika tidak maka beda potensial yang terukur akan sangat kecil (Alile et al., 2007).

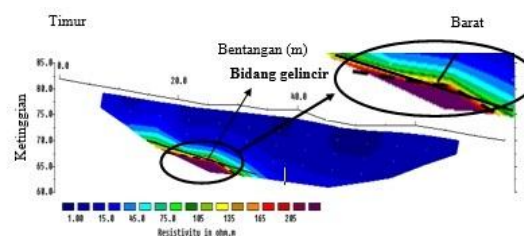
Penelitian ini terdiri atas lima lintasan. Adapun panjang masing-masing lintasan 75 m dengan jarak spasi antar elektroda 5 m.

Pengambilan data dilaksanakan menggunakan alat Resistivitymeter. Prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Menentukan lintasan pengukuran dan arah lintasan.
- Memasang elektroda dengan lebar spasi jarak elektroda 5 m.
- Menyusun rangkaian resistivitymeter.
- Mengaktifkan resistivitymeter kemudian menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui elektroda yang sudah terpasang.
- Melakukan pengukuran pada lintasan dan mencatat arus listrik (I) dan beda potensial (V) antara 2 titik elektroda.
- Menghitung tahanan jenis ( $\rho$ ) hasil pengukuran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

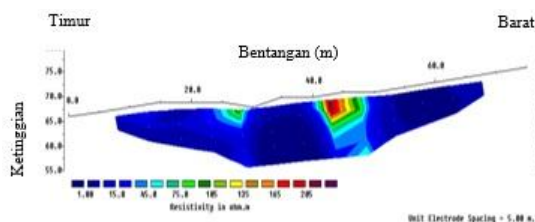
### Lintasan 1



**Gambar 3.** Citra 2D nilai resistivitas bawah permukaan pada lintasan 1 dengan topografi.

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan software Res2Dinv pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa kemiringan lereng sebesar  $12^\circ$  dari arah selatan ke arah utara yaitu ke arah badan jalan masuk ke dusun dan terlihat gambaran pendugaan arah bidang gelincir. Maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut, lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis (1 - 15)  $\Omega m$  dengan warna biru tua. Kedalaman lapisan pertama yaitu antara (1,25 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai batu lempung. Lapisan kedua, mempunyai nilai tahanan jenis (30 - 90)  $\Omega m$  dengan warna biru sampai hijau muda. Kedalaman lapisan kedua yaitu antara (3,88 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai pasir lempungan. Lapisan ketiga, mempunyai nilai tahanan jenis (105 - 165)  $\Omega m$  dengan warna hijau tua sampai jingga. Kedalaman lapisan ketiga yaitu antara (10 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai batu pasir Dan lapisan keempat, mempunyai nilai tahanan jenis (180 - 235)  $\Omega m$  dengan warna merah sampai ungu. Kedalaman lapisan keempat yaitu antara (11 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai batu gamping sesuai dengan Tabel 2.1 yaitu pada resistivitas batu gamping sebesar (50 - 107)  $\Omega m$ . Lapisan batu gamping inilah yang diduga sebagai bidang gelincir pada lintasan 1 yang ditunjukkan pada Gambar 3 dengan tanda garis putus-putus. Lapisan batu gamping memiliki nilai tahanan jenis yang jauh lebih besar dibandingkan dengan ketiga lapisan yang lainnya. Hal ini menunjukkan lapisan tersebut merupakan lapisan yang lebih kedap air dibandingkan dengan lapisan yang lainnya. Lapisan yang mengandung air lebih banyak akan memiliki tahanan jenis lebih kecil.

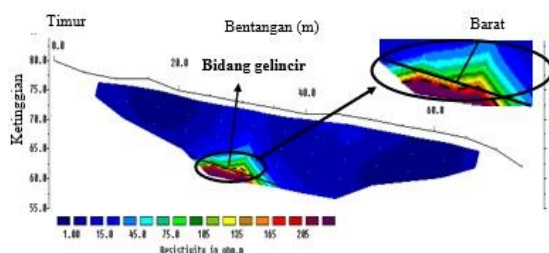
## Lintasan 2



**Gambar 4.** Citra 2D nilai resistivitas bawah permukaan pada lintasan 2 dengan topografi

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan software Res2Dinv pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa kemiringan lereng sebesar  $10^\circ$  dari arah selatan ke arah utara yaitu ke arah lereng belakang masjid di dusun Deliksari. Maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut, lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis ( $1 - 15$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru tua. Kedalaman lapisan pertama yaitu ( $1,25 - 13,4$ ) m, ditafsirkan sebagai batu lempung. Lapisan kedua, mempunyai nilai tahanan jenis ( $30 - 90$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru sampai hijau muda. Kedalaman lapisan kedua yaitu ( $1,25 - 7$ ) m, ditafsirkan sebagai pasir lempungan. Lapisan ketiga, mempunyai nilai tahanan jenis ( $105 - 165$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna hijau tua sampai jingga. Kedalaman lapisan ketiga yaitu ( $1,25 - 6,5$ ) m, ditafsirkan sebagai batu pasir. Dan lapisan keempat, mempunyai nilai tahanan jenis ( $180 - 235$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna merah sampai ungu. Kedalaman lapisan keempat yaitu ( $1,24 - 13,4$ ) m, ditafsirkan sebagai batu gamping. Lintasan 2 pada penelitian ini tidak ditemukan gambaran pendugaan arah bidang gelincir.

## Lintasan 3

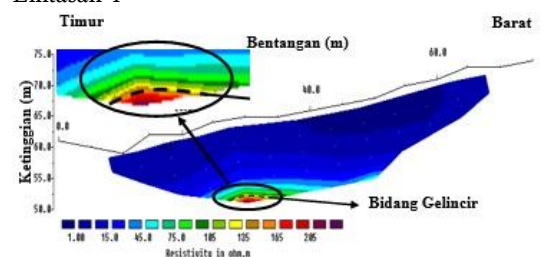


**Gambar 5.** Citra 2D nilai resistivitas bawah permukaan pada lintasan 3 dengan topografi

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan software Res2Dinv pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa kemiringan lereng sebesar  $12^\circ$

dari arah timur ke arah barat. Merupakan arah lereng sebrang jalan dari Gereja Deliksari dan terlihat gambaran pendugaan arah bidang gelincir. Maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut, lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis ( $1 - 15$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru tua. Kedalaman lapisan pertama yaitu rentang ( $1,25 - 13,4$ ) m, ditafsirkan sebagai batu lempung. Lapisan kedua, mempunyai nilai tahanan jenis ( $30 - 90$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru sampai hijau muda. Kedalaman lapisan kedua yaitu antara ( $6,76 - 13,4$ ) m, ditafsirkan sebagai pasir lempungan. Lapisan ketiga, mempunyai nilai tahanan jenis ( $105 - 165$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna hijau tua sampai jingga. Kedalaman lapisan ketiga yaitu ( $10 - 13,4$ ) m, ditafsirkan sebagai batu pasir. Dan lapisan keempat, mempunyai nilai tahanan jenis ( $180 - 235$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna merah sampai ungu. Kedalaman lapisan keempat ini yaitu ( $11,2 - 13,4$ ) m, ditafsirkan sebagai batugamping. Lapisan batu gamping inilah yang diduga sebagai bidang gelincir pada lintasan 3 yang ditunjukkan pada Gambar 5 dengan tanda garis putus-putus. Lapisan batu gamping memiliki nilai tahanan jenis yang jauh lebih besar dibandingkan dengan ketiga lapisan yang lainnya. Hal ini menunjukkan lapisan tersebut merupakan lapisan yang lebih kedap air dibandingkan dengan lapisan yang lainnya. Lapisan yang mengandung air lebih banyak akan memiliki tahanan jenis lebih kecil.

## Lintasan 4



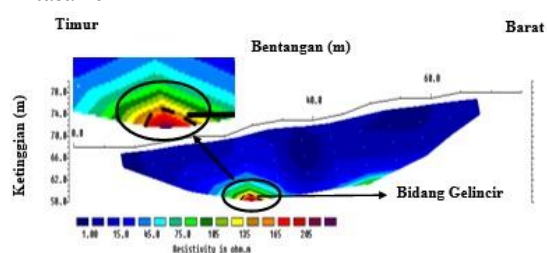
**Gambar 5.** Citra 2D nilai resistivitas bawah permukaan pada lintasan 4 dengan topografi

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan software Res2Dinv pada Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa kemiringan lereng sebesar  $19^\circ$  dari arah barat ke arah timur yaitu sebrang jalan dari lintasan 4 dan terlihat gambaran pendugaan arah bidang gelincir. Maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut, lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis ( $1 - 15$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru tua. Kedalaman lapisan pertama yaitu ( $1,25 - 10,2$ ) m, ditafsirkan sebagai batu lempung. Lapisan kedua, mempunyai nilai tahanan jenis ( $30 - 90$ )  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru



sampai hijau muda. Kedalaman lapisan kedua yaitu (9,94 - 11,5) m, ditafsirkan sebagai pasir lempungan. Lapisan ketiga, mempunyai nilai tahanan jenis (105 - 165)  $\Omega\text{m}$  dengan warna hijau tua sampai jingga. Kedalaman lapisan ketiga yaitu (12 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai batu pasir. Dan lapisan keempat, mempunyai nilai tahanan jenis (180 - 235)  $\Omega\text{m}$  dengan warna merah sampai ungu. Kedalaman lapisan keempat yaitu (13 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai batu gamping. Lapisan batu gamping inilah yang diduga sebagai bidang gelincir pada lintasan 4 yang ditunjukkan pada Gambar 5 dengan tanda garis putus-putus. Lapisan batu gamping memiliki nilai tahanan jenis yang jauh lebih besar dibandingkan dengan ketiga lapisan yang lainnya. Hal ini menunjukkan lapisan tersebut merupakan lapisan yang lebih kedap air dibandingkan dengan lapisan yang lainnya. Lapisan yang mengandung air lebih banyak akan memiliki tahanan jenis lebih kecil.

Lintasan 5



**Gambar 6.** Citra 2D nilai resistivitas bawah permukaan pada lintasan 5 dengan topografi.

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan software Res2Dinv pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa kemiringan lereng sebesar  $7^\circ$  dari arah barat ke arah timur berdekatan dengan lintasan 4 dan terlihat gambaran pendugaan arah bidang gelincir. Maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut, lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis (1 - 15)  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru tua. Kedalaman lapisan pertama yaitu (1,25 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai batu lempung. Lapisan kedua, mempunyai nilai tahanan jenis (30 - 90)  $\Omega\text{m}$  dengan warna biru sampai hijau muda. Kedalaman lapisan kedua yaitu (7,5 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai pasir lempungan. Lapisan ketiga, mempunyai nilai tahanan jenis (105 - 165)  $\Omega\text{m}$  dengan warna hijau tua sampai merah). Kedalaman pada lapisan ketiga yaitu (10,2 - 13,4) m, ditafsirkan sebagai batu pasir. Dan lapisan keempat, mempunyai nilai tahanan jenis (180 - 235)  $\Omega\text{m}$  dengan warna merah sampai ungu. Kedalaman lapisan keempat yaitu (13 - 13,4) m, ditafsirkan

sebagai batu gamping. Lapisan batu gamping inilah yang diduga sebagai bidang gelincir pada lintasan 5 yang ditunjukkan pada Gambar 6 dengan tanda garis putus-putus. Lapisan batu gamping memiliki nilai tahanan jenis yang jauh lebih besar dibandingkan dengan ketiga lapisan yang lainnya. Hal ini menunjukkan lapisan tersebut merupakan lapisan yang lebih kedap air dibandingkan dengan lapisan yang lainnya. Lapisan yang mengandung air lebih banyak akan memiliki tahanan jenis lebih kecil.

Berdasarkan uraian penampang bawah permukaan 2D kelima lintasan tersebut terdapat hanya satu lintasan yang tidak ditemukan bidang gelincir yaitu lintasan 2, sedangkan lintasan lainnya yaitu pada lintasan 1, 3, 4 dan 5 menunjukkan struktur pola resistivitas bidang gelincir yang secara umum adalah translasi yaitu bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. Nilai resistivitas dari keempat bidang gelincir tersebut sama yaitu dengan nilai rentang (180 - 230)  $\Omega\text{m}$  dengan rentang kedalaman antara (11 - 13,4) m berupa lapisan batu gamping. Menurut Herlin & Budiman (2012) dan Sy & Budiman (2013), lapisan batu gamping merupakan lapisan yang kedap air. Apabila air yang meresap ke dalam tanah hingga mencapai lapisan batu gamping, maka air akan terakumulasi yang mengakibatkan lapisan tersebut menjadi licin. Sehingga lapisan yang mengalami pelapukan di atasnya akan bergerak menuruni lereng.

Menurut Mukaddas (2005) dan Jochymczyk et al (2006), penyebab terjadinya gerakan tanah antara lain curah hujan yang tinggi, kemiringan lereng perbukitan yang terjal dan pengaruh tataguna lahan daerah. Jika ditinjau dari bentuk geometri bidang gelincir keempat lintasan bidang gelincir yang ditunjukkan dari citra geolistrik di atas dapat membuat daerah lereng ini terjadi gerakan tanah berupa tanah longsor, maka jika terjadi gerakan tanah (mass wasting) yang berupa longsor (landslide), massa tanah akan bergerak ke bawah menuruni lereng.

## KESIMPULAN

Terdapat 5 lintasan penelitian di Dusun Deliksari Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati Semarang, terdeteksi susunan batuan berupa lempung, pasir lempungan, batu pasir, dan batu gamping. Bidang gelincir pada setiap lintasan berupa batu gamping dengan nilai resistivitas (180 - 235)  $\Omega\text{m}$ . Kedalaman bidang gelincir masing-masing lintasan yaitu pada lintasan 1 (11 - 13,4) m, lintasan 2 tidak ditemukan bidang gelincir, lintasan 3 (11,2 - 13,4) m, lintasan 4 (13 - 13,4) m dan lintasan 5 (13 -

13,4) m. Pola resistivitas tanah yang ditunjukkan dari citra geolistrik berupa daerah lereng dengan lapisan bagian atas bidang gelincir berupa lapisan batupasir yang dapat menyimpan kandungan air. Jika curah hujan tinggi kemungkinan air akan terakumulasi yang mengakibatkan lapisan tersebut menjadi licin dan tidak mampu menahan tekanan air yang besar, sehingga lapisan tersebut bersama lapisan di atasnya akan bergerak menuruni lereng.

Terdeteksi adanya bidang gelincir pada lintasan 1, 3, 4, dan 5 yang berpotensi besar menyebabkan terjadinya gerakan tanah atau tanah longsor dengan tipe gerakan tanah atau gelincirannya yaitu translasi

Gerakan Tanah di Banjawa, NTT. *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi*, 6 (2):1-10.

Sy, M. I. & A. Budiman. 2013. *Investigasi Bidang Gelincir Pada Lereng Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dua Dimensi (Studi Kasus: Kelurahan Lumbang Bukit Kecamatan Pauh Padang)*. *Jurnal Fisika Unand*, 2(2): 88-93.

Telford, W. M., Geldard, L. P., Sheriff, R. E. & Keys, A. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. USA: Cambridge University Press.

Wahyono, S.C, T. A. Hidayat, Pariadi, R. F. Novianti, R. K. Dewi & O. Minarto. 2011. *Aplikasi Metode Tahanan Jenis 2D untuk Mengidentifikasi Potensi Daerah Rawan Longsor di Gunung Kupang, Banjarbaru*. *Jurnal Ilmiah Fisika FLUX*, 8(2) : 95 – 103

## DAFTAR PUSTAKA

Alile, O. M., W.A Molindo, dan M.A Nwachokor. 2007. *Evaluation of Soil Profile on Aquifer Layer of Three Location in Edo State*. *International Journal of Physical Sciences*. 2(9):249-253.

Darsono, B. Nurlaksito & B. 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*, 2 (1): 57-66.

Hendrajaya, L. 1990. *Pengukuran Resistivitas Bumi pada Satu Titik di Medium Tak Hingga*. Bandung: Laboratorium Fisika Bumi ITB.

Herlin, H. S. & A. Budiman. 2012. *Penentuan Bidang Gelincir Gerakan Tanah dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Studi Kasus Di Sekitar Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Limau Manis, Padang)*. *Jurnal Fisika Unand*, 1 (1): 19-24.

Jochymczyk, K., J. Pierwola & G. Staporek. 2006. *Application of Resistivity Imaging to the Recognition of Landslides in the Flysch Carpathians*. *Publications of the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences (PUBLS. INST. GEOPHYS. POL. ACAD. SC.)*, M-29 (395), 2006

Mukaddas, A. 2005. *Studi Geolistrik Dan Geologi Pada Daerah Rawan Gerakan Tanah*. *Sipil Mesin Arsitektur Elektro (SMARTek)*. 262-269 di unduh 23 januari 2013.

Priambodo, I. C., H. Purnomo, N. Rukmana. & Juanda. 2011. *Aplikasi Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Pada Survey*