

## **IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR PEMICU TANAH LONGSOR DENGAN METODE RESISTIVITAS 2 DIMENSI DI DESA TRANGKIL SEJAHTERA KECAMATAN GUNUNGPATI SEMARANG**

**Arga Brahmantyo dan Tony Yulianto**

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*Email: [brahmantyoarga@gmail.com](mailto:brahmantyoarga@gmail.com)*

### **ABSTRACT**

*Landslides was happened by landslide surface. Landslides Identification of landslide surface using dipole-dipole array geoelectrical resistivity 2D method has been conducted at Trangkil Sejahtera Sukorejo Village Gunungpati Regency Semarang. Interpretation of subsurface structure showed in 2D.*

*Field data has processed using RES2DINV program which gives stones resistivity distribution and depth of layers as a result. The result of RES2DINV is entered to CorelDraw to obtain 3D section. Landslide surface has detected by CorelDraw result's.*

*The interpretation show that at Perumahan Trangkil Sejahtera lithology consist of four layers i.e. sandstone, clay/lanau, wet clay, and topsoil. Slip surface was located on lanau/wet clay layers with resistivity 0,492-9,11  $\Omega$ m and dept of layers 2,65-6,47 m. Type landslides research area is kind of translational and rotational slides.*

**Key words :** *Geoelectrical resistivity 2D, landslide surface, Trangkil Sejahtera, dipole-dipole, RES2DINV*

### **ABSTRAK**

*Tanah longsor terjadi akibat adanya bidang gelincir. Identifikasi bidang gelincir tanah longsor telah dilakukan di Perumahan Trangkil Sejahtera Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati Semarang dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi dipole-dipole. Interpretasi struktur bawah permukaan ditampilkan secara 2D.*

*Pengolahan data lapangan dilakukan menggunakan software RES2DINV yang hasilnya berupa distribusi nilai resistivitas batuan beserta kedalaman lapisan. Hasil dari RES2DINV dimasukkan kedalam software CorelDraw sehingga diperoleh gambaran secara 3D. Hasil dari pemodelan dapat menggambarkan bidang gelincir pada daerah penelitian*

*Hasil interpretasi menunjukkan bahwa pada litologi Perumahan Trangkil Sejahtera terdiri dari empat lapisan tanah atas yaitu, pasir/batupasir, lempung/lanau, lempung basah dan topsoil. Bidang gelincir terdapat pada lapisan lanau/lempung basah dengan nilai resistivitas 0,492-9,11  $\Omega$ m pada kedalaman 2,65-6,47 m. Jenis longsor daerah penelitian adalah jenis translasional dan rotasional slides.*

**Kata kunci :** *Geolistrik resistivitas 2D, bidang gelincir, Trangkil Sejahtera, dipole-dipole, RES2DINV*

### **PENDAHULUAN**

Tanah longsor yang banyak terjadi di Indonesia biasanya terjadi pada topografi terjal dengan sudut lereng  $15^{\circ}$ - $45^{\circ}$  dan pada batuan vulkanik lapuk dengan curah hujan tinggi. Faktor-faktor lain yang dapat memicu terjadinya tanah longsor adalah kondisi geologi, kondisi hujan, kondisi tataguna lahan, aktivitas manusia dan kegempaan [8].

Kondisi geologi merupakan salah satu faktor terjadinya tanah longsor, untuk mendeteksi kondisi geologi daerah longsor dibutuhkan pendekatan menggunakan metode geofisika. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan adalah metode geofisika geolistrik resistivitas. Metode ini mendeteksi bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*). [2] dalam penelitiannya menggunakan metode resistivitas untuk

mengidentifikasi bidang gelincir pemicu bencana longsor di Desa Pablengan Kecamatan Matesih, Karanganyar dimana dalam penelitiannya Darsono menemukan bidang gelincir berupa batuan lempung basah dengan nilai resistiviti 19,3  $\Omega$  m-36,6  $\Omega$  m pada kedalaman 1,7 m-17 m.. Metode resistivitas juga diaplikasikan oleh [15] dalam penelitiannya untuk mengidentifikasi bidang gelincir tanah longsor berdasarkan sifat kelistrikan bumi di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas dengan konfigurasi *Wenner* dari penelitiannya bidang gelincir ditemukan pada kedalaman 10,31-14,21 m yang berupa lempung basah.

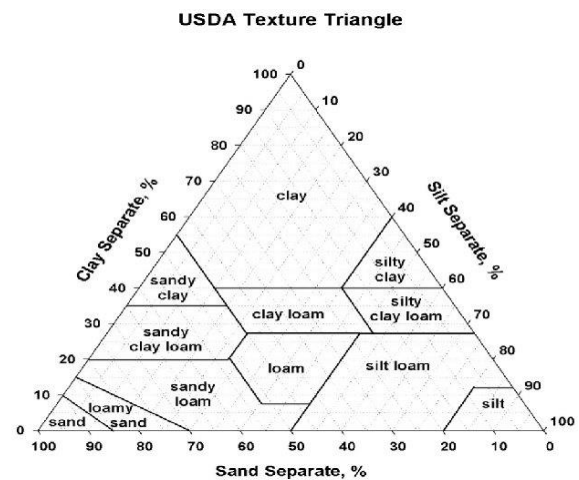
Persebaran penduduk di wilayah Semarang merata sesuai dengan topografinya. Banyak perumahan yang dibangun di daerah datar dan berbukit-bukit. Pada lahan yang berbukit-bukit ini pendirian perumahan berada pada zona tanah yang labil dan sering mengalami longsor, seperti pada perumahan Trangkil Sejahtera di Dukuh Sukorejo Kecamatan Gunungpati Kabupaten Semarang. Perumahan tersebut mengalami longsor pada tanggal 23 Januari 2014 yang menyebabkan puluhan rumah dan jalan-jalan diperumahan rusak.

Pada penelitian mengenai bidang gelincir ini digunakan metode geolistrik resistivitas. Menurut [15] pengukuran metode geolistrik resistivitas dengan 2 cara yaitu *resistivity mapping* dan *resistivity sounding*. *Resistivity mapping* atau lebih dikenal metode geolistrik resistivitas 2-dimensi dimaksudkan untuk menentukan sebaran lapisan tanah secara horisontal dan *resistivity sounding* atau lebih dikenal metode geolistrik resistivitas 1-dimensi (1D) untuk menentukan sebaran konduktivitas batuan secara vertikal. Penelitian kali menggunakan metode geolistrik resistivitas 2-dimensi (2D) karena untuk mengetahui sebaran lapisan tanah secara horisontal dimana bidang gelincir itu berada. Konfigurasi *dipole-dipole* dipilih dalam pengambilan data pada penelitian ini karena konfigurasi ini memiliki keunggulan yang sangat baik dalam penyelidikan data secara horisontal dan juga memiliki perubahan bentangan yang

pendek dibanding konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*.

**DASAR TEORI Tanah**

Tanah (*soil*) merupakan kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horison-horison, terdiri dari campuran bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Tanah juga merupakan media untuk tumbuhnya tanaman. Tanah mempunyai beberapa karakteristik yang terbagi dalam tiga kelompok diantaranya adalah sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi. Sifat fisik tanah antara lain adalah tekstur, permeabilitas, infiltrasi, dll. Setiap jenis tanah memiliki sifat fisik tanah yang berbeda. Sifat fisik tanah juga mempengaruhi sifat kimia dan biologi tanah. Tanah-tanah itu dapat digolongkan menjadi bermacam-macam jenis berdasarkan teksturnya [1].



**Gambar 1** Segitiga tekstur tanah dan sebaran butir [1]

**Tanah Longsor**

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Pada longsor tipe translasional maupun rotasional, ada batas antara massa yang bergerak dan yang diam (disebut bidang gelincir), Bentuk bidang gelincir ini sering

mendekati busur lingkaran, dalam hal ini tanah longsor tersebut disebut *rotational slide*, yang bersifat berputar. Ada juga tanah longsor yang terjadi pada bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan muka tanah, dalam hal ini tanah longsor disebut *translational slide*, yaitu bersifat bergerak dalam suatu jurusan. Tanah longsor semacam ini biasanya terjadi bilamana terdapat lapisan agak keras yang sejajar dengan permukaan lereng [21].

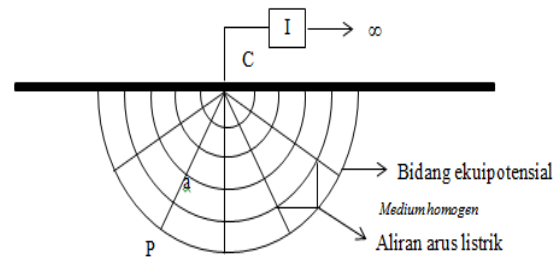
### Metode Geolistrik

Salah satu metode yang digunakan dalam eksplorasi geofisika adalah metode geolistrik resistivitas. Geolistrik resistivitas memanfaatkan sifat resistivitas listrik batuan untuk mendeteksi dan memetakan formasi bawah permukaan. Metode ini dilakukan melalui pengukuran beda potensial yang ditimbulkan akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi. Perbedaan potensial yang terukur merefleksikan keadaan di bawah permukaan bumi [13].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bidang gelincir adalah metode geofisika resistivitas. Metode ini banyak digunakan dalam penyelidikan masalah lingkungan maupun masalah eksplorasi mineral dalam tanah [2]. Menurut penjelasan diatas metode ini dapat dimanfaatkan untuk survey daerah rawan longsor, khususnya untuk menentukan ketebalan lapisan yang berpotensi longsor, kedalaman bidang gelincir serta litologi perlapisan batuan bawah permukaan.

### Potensial di Sekitar Titik Arus Tunggal Pada Medium Homogen

Jika sebuah elektroda tunggal yang dialiri arus listrik diinjeksikan pada permukaan bumi yang homogen isotropis, maka akan terjadi aliran arus yang menyebar dalam tanah secara radial dan apabila udara di atasnya memiliki konduktivitas nol, maka garis potensialnya akan berbentuk setengah bola seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Sumber arus berupa titik pada permukaan medium homogeny [18].

Hukum Ohm yang menyatakan bahwa suatu medium yang homogen isotropis terdapat hubungan antara rapat arus dan intensitas medan listrik [18], yang ditulis dengan persamaan :

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (1)$$

dengan  $\vec{J}$  menyatakan rapat arus ( $A/m^2$ ),  $\sigma$  adalah menyatakan konduktivitas medium (ohm/m), dan  $\vec{E}$  menyatakan intensitas medan listrik (V/m).

Jika arus yang dimasukkan kedalam tanah adalah I, dan tahanan jenis dari tanah adalah  $\rho$ , maka potensial yang ditimbulkan oleh sumber arus titik C pada titik P yang berjarak a dari C (Gambar 2) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\vec{E} = \rho \vec{J} = -\frac{dV}{da} \quad (2)$$

$$\text{Jika } J = \frac{1}{2\pi a} \quad V = \frac{\rho I}{2\pi a} \quad (3)$$

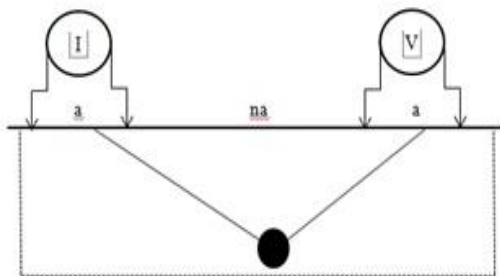
dengan  $\rho$  menyatakan resistivitas semu atau disebut *apparent resistivity* ( $\Omega m$ ), a adalah jarak elektroda arus dengan elektroda potensial (m), V menyatakan tegangan yang terukur (mV) dan I adalah arus yang terukur (mA).

### Konfigurasi Dipole-dipole

Konsep pengukuran geolistrik sebagaimana dijelaskan sebelumnya menggunakan konfigurasi elektroda paling elementer, yaitu sumber arus tunggal dan potensial diukur hanya pada satu titik. Pada kenyataannya injeksi arus harus dilakukan menggunakan dua elektroda yang masing masing dihubungkan ke kutub positif (sebagai

current source) dan kutub negatif sumber arus (sebagai current sink) [7].

Rangkaian elektroda susunan *dipole-dipole* dapat dilihat pada gambar 3. Jarak antara pasangan elektroda arus adalah “a” yang besarnya sama dengan jarak pasangan elektroda potensial. Terdapat besaran lain dalam susunan ini yakni “n”. Ini adalah perbandingan antara kedua pasang elektroda arus atau potensial. Besarnya “a” dibuat tetap serta faktor “n” meningkat mulai dari 1 ke 2 ke 3 sampai sekitar 6 untuk meningkatkan kedalaman daerah penelitian [7]. Untuk menambah kedalaman penetrasi maka jarak antara ‘Current Dipole’ dan ‘Potential Dipole’ atau nilai “na” di perpanjang, sedangkan jarak elektroda arus dan elektroda tegangan tetap. Hal ini merupakan keunggulan konfigurasi *dipole-dipole* di bandingkan dengan konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner*.



Gambar 3 Konfigurasi *dipole-dipole* [7]

Konfigurasi *dipole-dipole* Harga resistivitas semu yang didapatkan dengan konfigurasi ini dapat dilihat pada persamaan (4).

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} \pi a(n+1)(n+2) \tag{4}$$

dengan :

$\rho$  = resistivitas semu (*apparent resistivity*) ( $\Omega m$ )

a = spasi elektroda (jarak antara elektroda C1 dan P1) (m)

Dari persamaan di atas  $\pi a(n+1)(n+2)$  merupakan faktor geometri dari konfigurasi *dipole-dipole* [7].

**Resistivitas Batuan**

Konduktor biasanya didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari  $10^{-8} \Omega m$  , sedangkan isolator memiliki resistivitas

lebih dari  $10^7 \Omega m$ . Dan di antara keduanya adalah bahan semikonduktor. Di dalam konduktor berisi banyak elektron bebas dengan mobilitas yang sangat tinggi. Sedangkan pada semikonduktor, jumlah elektron bebasnya lebih sedikit. Isolator dicirikan oleh ikatan ionik sehingga elektron-elektron valensi tidak bebas bergerak. Secara umum, berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga [10], yaitu:

- Konduktor baik :  $10^{-8} < \rho < 1 \Omega m$
- Konduktor pertengahan :  $1 < \rho < 10^7 \Omega m$
- isolator :  $\rho > 10^7 \Omega m$

Harga resistivitas material-material bumi dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1** Nilai Resistivitas Dari Berbagai Tipe Batuan [18]

No.	Jenis Batuan/Tanah/Air	Resistivitas ( $\Omega m$ )
1	Clay/lempung	1-100
2	Silt/lanau	10-200
3	Marls/batulumpur	3-70
4	Kuarsa	$10-2 \times 10^8$
5	Sandstone/Batu Pasir	50-500
6	Limestone/Batukapur	100-500
7	Lava	$100-5 \times 10^4$
8	Air tanah	0,5-300
9	Air laut	0,2
10	Breksi	75-200
11	Andesit	100-200
12	Tufa vulkanik	20-100
13	Konglomerat	$2 \times 10^3-10^4$

**METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Desa Trangkil Sejahtera Kecamatan Gunungpati Semarang Tahapan kegiatan penelitian meliputi survei pendahuluan, pengambilan data geolistrik di lokasi tanah longsor, pengolahan data dan interpretasi. Survei pendahuluan dimaksudkan untuk pengurusan ijin penelitian, survei awal daerah yang mengalami tanah longsor untuk menentukan bentangan elektroda pada pengukuran dengan metode geolistrik tahanan jenis. Pengukuran metode geolistrik tahanan jenis dengan cara resistivitas 2D

konfigurasi *dipole-dipole (resistivity mapping)* untuk mengetahui litologi dan menentukan bidang gelincir.

Pengambilan data resistivitas menggunakan *Resistivitymeter* NANIURA Model NRD 22 S. Elektroda arus menggunakan besi *stainless steel* dan elektroda potensial menggunakan batang tembaga. Spasi elektroda pada penelitian kali ini adalah 7 m, selanjutnya 14 m, 21 m dan seterusnya dengan kelipatan 7 sampai bentangan 112 m disesuaikan keadaan di lapangan.

Tahapan pengolahan data pertamanya kali dengan menghitung nilai *apparent resistivity* ( $\rho_a$ ) dengan memasukkan nilai  $\Delta V$ ,  $I$ ,  $a$  dan  $K$  ke dalam program *Microsoft Excel*. Selanjutnya interpretasi dan pemodelan 2D per lapisan batuan menggunakan *software RES2DINV*. Pembuatan model perspektif 3D menggunakan *software CorelDraw*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran geolistrik resistivitas 2-D berada disekitar daerah longsoran Perumahan Trangkil Sejahtera Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati Kota Semarang yang terjadi pada tanggal 23 Januari 2014. Pengukuran pada lintasan pertama dilakukan dengan titik 0 pada  $110^{\circ}23'27.2''$  BT  $07^{\circ}01'54.8''$  LS dengan ketinggian 133 m, lintasan kedua berada pada sebelah timur dari lintasan pertama dengan titik 0 pada  $110^{\circ}23'28.2''$  BT  $07^{\circ}01'55.1''$  LS ketinggian 155 m, lintasan ketiga terletak paling timur dengan titik 0 pada  $110^{\circ}23'30.1''$  BT  $07^{\circ}01'55.7''$  LS ketinggian 139 m, lintasan keempat  $110^{\circ}23'32.5''$  BT  $07^{\circ}01'53.8''$  LS ketinggian 128 m, dan lintasan kelima berada di sebelah utara dengan titik 0 pada  $110^{\circ}23'25.4''$  BT  $07^{\circ}01'52.7''$  LS ketinggian 134 m.

### Interpretasi Data Geolistrik Line 1

Pada Gambar 4 memperlihatkan hasil geolistrik resistivitas 2D menggunakan konfigurasi *dipole-dipole* pada *line 1*. Terdapat 4 lapisan pada model hasil interpretasi ini.

Lapisan paling atas merupakan *topsoil* dengan nilai resistivitas 9,11-28,5  $\Omega$ m pada kedalaman 1-3,6 m. Lapisan ini terdiri dari berbagai macam jenis batuan dikarenakan letaknya yang berada mendekati permukaan.

Lapisan yang berada di bawah *topsoil* diidentifikasi sebagai bidang gelincir karena memiliki nilai resistivitas yang berbeda dari lapisan diatas maupun dibawahnya dengan nilai resistivitas 2,91-9,11  $\Omega$ m pada kedalaman 3,6-6,03 m. Lapisan ini diperkirakan merupakan lanau/lempung dimana lapisan ini sangat labil bila lapisan diatasnya bertambah bebannya. Penambahan beban diakibatkan dari pembangunan maupun air hujan karena secara gravitasi memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu adanya tanah longsor.

Lapisan dibawah bidang gelincir memiliki resistivitas 0,524-1,64  $\Omega$ m pada kedalaman 6,03-8,48 m diperkirakan merupakan lempung basah yang terkena air karena nilai resistivitasnya yang kecil. Lapisan lempung basah ini dibuktikan dengan adanya mata air di ujung lintasan. Pada lapisan ini juga labil karena merupakan lapisan yang mempunyai permeabilitas yang kecil sehingga air terakumulasi didalamnya sehingga dapat mendorong lapisan ini ke bawah.

Lapisan terakhir memiliki nilai resistivitas 2,91-28,5  $\Omega$ m pada kedalaman 8,48-11 m, diidentifikasi sebagai lapisan paling keras pada *line 1*. Jenis batumannya adalah pasir sampai batupasir yang mempunyai sifat permeabilitas yang lebih baik daripada lempung sehingga air dapat lewat dan tidak mendorong lapisan ini ke bawah. Pada *line 1* ini kemiringan lerengnya berkisar 2-19% dimana kemiringan paling terjal merupakan bagian permukaan dari bidang gelincir. Jenis longsoran pada *line 1* merupakan longsoran jenis *rotational slides* pada panjang lintasan 70-92 m.

### Interpretasi Data Geolistrik Line 2

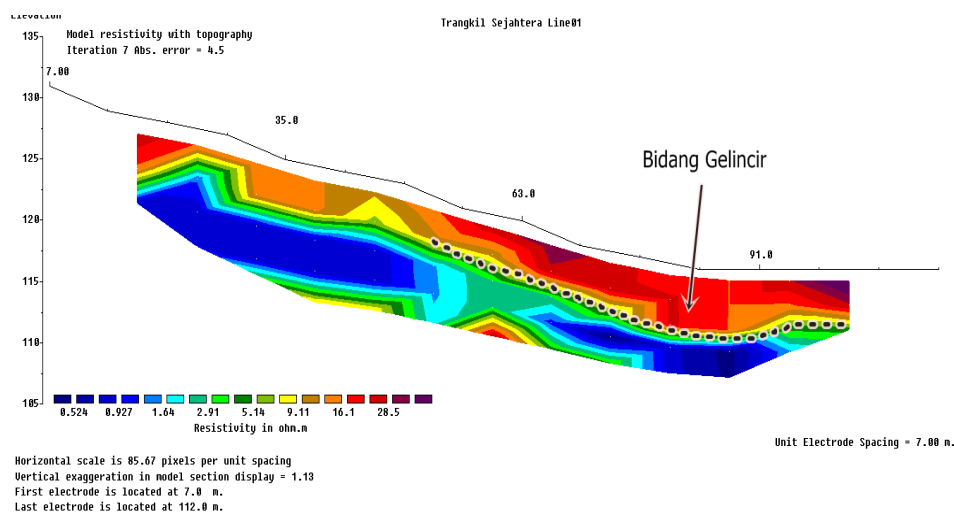
Model penampang dua dimensi pada Gambar 5 dapat juga kita intepretasikan adanya perlapisan bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas dan juga kedalamannya didalam tanah. Terdapat 4 lapisan pada *line 2* ini.

Lapisan paling bawah memiliki nilai resistivitas 7,47-40,8  $\Omega$ m pada kedalaman 9,51-12,9 m, diidentifikasi sebagai lapisan paling keras pada *line 2*. Jenis batuan nya adalah pasir sampai batupasir yang mempunyai sifat permeabilitas yang lebih baik daripada lempung. Pada lapisan ini air dapat lewat dan tidak mendorong lapisan ini ke bawah.

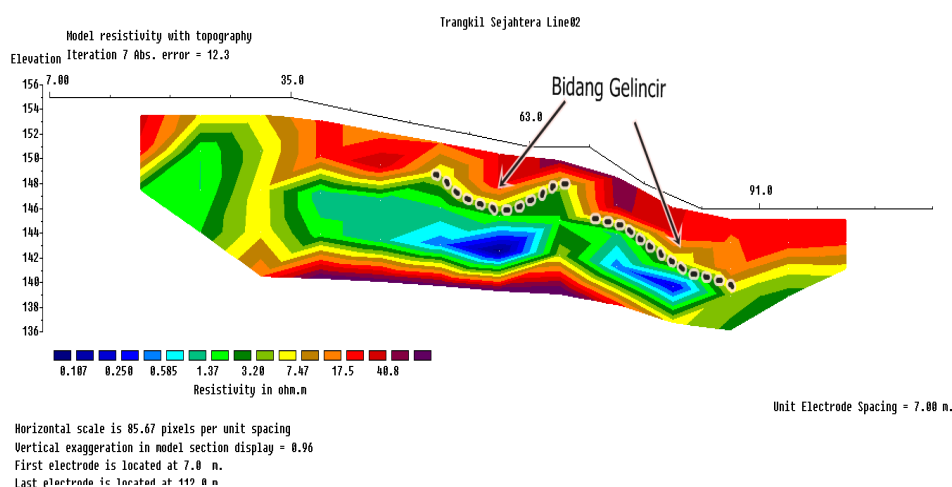
Lapisan diatas lapisan dasar memiliki resistivitas 0,585-3,20  $\Omega$ m pada kedalaman 6,47-9,51 m diperkirakan merupakan lempung basah yang terkena air karena nilai resistivitasnya yang kecil. Lapisan lempung basah ini dibuktikan dengan adanya mata air di ujung lintasan. Pada lapisan ini juga labil karena merupakan lapisan yang mempunyai permeabilitas yang kecil sehingga air terakumulasi didalamnya sehingga dapat mendorong lapisan ini ke bawah. Lapisan lempung ini tidak terlalu banyak seperti pada *line 1*, hanya terdapat sepanjang 20 m.

Lapisan yang berada di bawah *topsoil* diidentifikasi sebagai bidang gelincir karena memiliki nilai resistivitas yang berbeda dari lapisan diatas maupun dibawahnya dengan nilai resistivitas 1,37-7,47  $\Omega$ m pada kedalaman 3,71-6,47 m. Lapisan ini diperkirakan merupakan lanau/lempung dimana lapisan ini sangat labil bila lapisan diatasnya bertambah bebannya akibat pembangunan maupun air hujan karena secara gravitasi memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu adanya tanah longsor. Lapisan ini berada pada jarak 65 m dari titik awal pengukuran dimana elevasi langsung turun dari 152-146 m dengan kemiringan 21%.

Lapisan paling atas merupakan *topsoil* dengan nilai resistivitas 7,47-40,8  $\Omega$ m pada kedalaman 1,2-3,71 m. Lapisan ini terdiri dari berbagai macam jenis batuan dikarenakan letaknya yang berada mendekati permukaan. Jenis longoran pada *line 2* ini ada 2 jenis, pertama pada panjang lintasan 58-64 m terdapat jenis longoran *rotational slides* dan pada lintasan 68-92 m terdapat jenis longoran *translational slides*.



Gambar 4 Model interpretasi data geolistrik (*software RES2DIN*) di *line 1*



**Gambar 5** Model interpretasi data geolistrik (*software RES2DIN*) di *line 2*

### Interpretasi Data Geolistrik *Line 3*

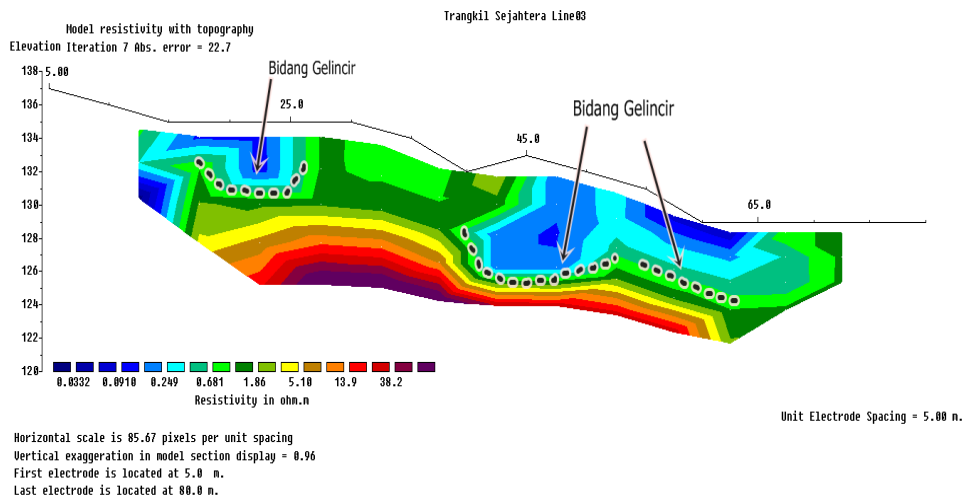
Pada Gambar 6 terlihat bahwa terdapat 4 lapisan pada *line 3*. Lapisan paling atas merupakan *topsoil* dengan nilai resistivitas 0,0910-1,86  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 0,854-2,65 m. Lapisan ini terdiri dari berbagai macam jenis batuan dikarenakan letaknya yang berada mendekati permukaan. Pada *line 3* ini terdapat anomaly pada lapisan *topsoil* sepanjang bentangan 25-45 m, hal ini disebabkan tanah yang turun dan membawahi tanah di lapisan kedua ke permukaan.

Lapisan yang berada di bawah *topsoil* diidentifikasi sebagai bidang gelincir karena memiliki nilai resistivitas yang berbeda dari lapisan di atas maupun dibawahnya dengan nilai resistivitas 0,681-5,10  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 2,65-4,62 m. Lapisan ini diperkirakan merupakan lempung basah dimana lapisan ini sangat labil bila lapisan diatasnya bertambah bebannya. Penambahan beban diakibatkan pembangunan maupun air hujan karena secara gravitasi memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu adanya tanah longsor. Bidang gelincir pada *line 3* ini terdeteksi di sepanjang bentangan 45-65 m, hal ini sesuai dengan keadaan dilapangan. Lapisan dibawah bidang gelincir memiliki resistivitas 1,86-13,9  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 4,62-6,79 m diperkirakan merupakan lanau/lempung yang terkena air karena nilai resistivitasnya yang kecil.

Lapisan lempung basah ini dibuktikan dengan adanya mata air di ujung lintasan, lapisan ini juga labil karena merupakan lapisan yang mempunyai permeabilitas yang kecil sehingga air terakumulasi didalamnya sehingga dapat mendorong lapisan ini ke bawah. Mata air ini juga terdeteksi pada *line 2* dan *line 1*, tetapi pada *line 3* ini letaknya lebih ke permukaan hal ini disebabkan tanah di sekitar mata air naik sehingga mata air juga ikut terakut.

Lapisan terakhir memiliki nilai resistivitas 5,10-38,2  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 6,79-9,18 m, diidentifikasi sebagai lapisan paling keras pada *line 3*. Jenis batumannya adalah pasir sampai batupasir yang mempunyai sifat permeabilitas yang lebih baik daripada lempung sehingga air dapat lewat dan tidak mendorong lapisan ini ke bawah. Pada *line 3* ini kemiringan lerengnya berkisar 15-18% dimana kemiringan paling terjal merupakan bagian permukaan dari bidang gelincir. Pada *line 3* ini jenis longsor ada 2 jenis seperti pada *line 2* yaitu jenis longsor *rotational slides* pada panjang lintasan 15-25 m dan di sepanjang lintasan 45-50 m. Longsor jenis *translational slides* terdapat pada panjang lintasan 58-65 m.





Gambar 6 Model interpretasi data geolistrik (software RES2DIN) di line 3

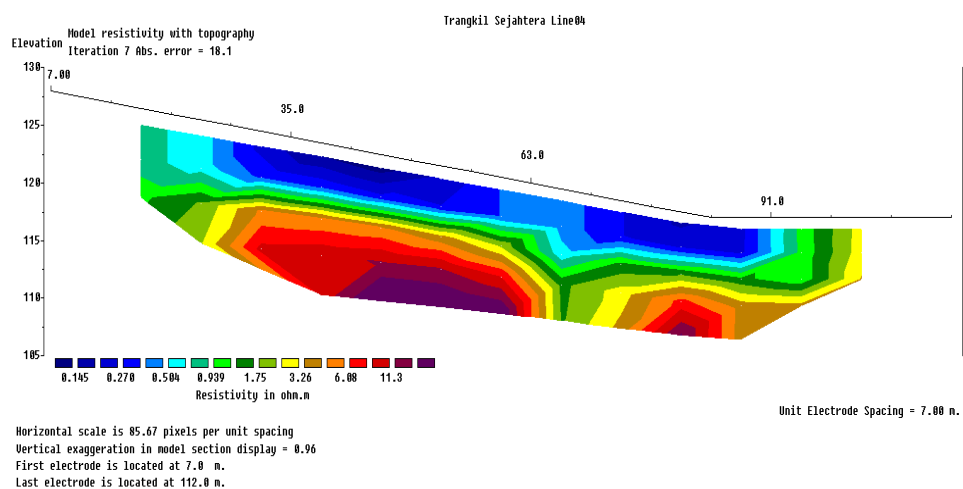
### Interpretasi Data Geolistrik Line 4

Model penampang dua dimensi pada Gambar 7 dapat juga kita interpretasikan adanya perlapisan bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas dan juga kedalamannya didalam tanah. Terdapat 4 lapisan pada line 2 ini.

Pada line 4 ini nilai resistivitanya relatif lebih kecil disbanding dengan line sebelumnya dikarenakan lokasi penelitian berada pada lokasi dekat sumber air dan sebelum hari pengukuran lokasi diguyur hujan selama 4 jam. Lapisan paling bawah memiliki nilai resistivitas 3,26-11,3  $\Omega$ m pada kedalaman 9,51-12,9 m, diidentifikasi sebagai lapisan paling keras pada line 4.

Jenis batumannya adalah pasiran sampai batupasir yang mempunyai sifat permeabilitas yang lebih baik daripada lempung sehingga air dapat lewat dan tidak mendorong lapisan ini ke bawah. Nilai resistivitas yang kecil ini karena ada air yang masuk dari lapisan di atasnya.

Lapisan di atas lapisan dasar memiliki resistivitas 0,939-6,08  $\Omega$ m pada kedalaman 6,47-9,51 m diperkirakan merupakan lanau/lempung yang terkena air karena nilai resistivitasnya yang kecil.



Gambar 7 Model interpretasi data geolistrik (software RES2DIN) di line 4



Lapisan lempung basah ini merupakan lapisan dimana sumber mata air mengalir sampai di sungai di sebelah timur laut *line* 4. Pada lapisan ini juga labil karena merupakan jalur resapan air.

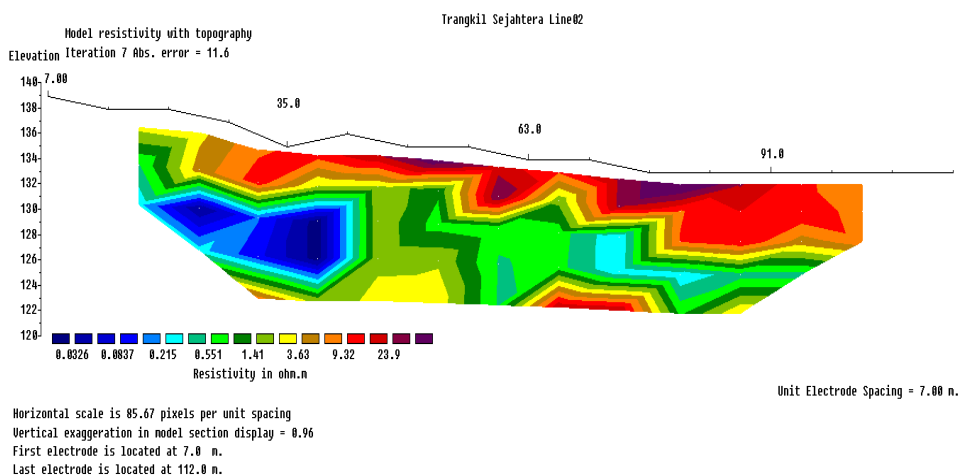
Lapisan yang berada di bawah *topsoil* diidentifikasi sebagai ujung bidang gelincir karena memiliki nilai resistivitas yang berbeda dari lapisan diatas maupun dibawahnya dengan nilai resistivitas 0,504-3,26  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 3,71-6,47 m. Lapisan ini diperkirakan merupakan lempung basah dimana lapisan ini sangat labil bila lapisan diatasnya bertambah bebannya akibat pembangunan maupun air hujan karena secara gravitasi memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu adanya tanah longsor.

Lapisan paling atas merupakan *topsoil* dengan nilai resistivitas 0,145-0,939  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 1,2-3,71 m. Lapisan ini terdiri dari berbagai macam jenis batuan dikarenakan letaknya yang berada mendekati permukaan. *Line* 4 ini memiliki kemiringan 10-13% yang terletak pada titik awal yang merupakan ujung dari *line* 3.

kedalaman 1,2-3,71 m. Lapisan ini terdiri dari berbagai macam jenis batuan dikarenakan letaknya yang berada mendekati permukaan.

Lapisan yang berada di bawah *topsoil* diidentifikasi sebagai pangkal bidang gelincir pada *line* 1 dan *line* 2 karena memiliki nilai resistivitas yang berbeda dari lapisan diatas maupun dibawahnya dengan nilai resistivitas 0,551-9,32  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 3,71-6,47 m. Lapisan ini diperkirakan merupakan lanau/lempung dimana lapisan ini sangat labil bila lapisan diatasnya bertambah bebannya. Pembebanan diakibatkan pembangunan maupun air hujan karena secara gravitasi memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu adanya tanah longsor.

Lapisan dibawah bidang gelincir memiliki resistivitas 0,0326-3,63  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 6,47-9,51 m diperkirakan merupakan lempung basah yang terkena air karena nilai resistivitasnya yang kecil.



Gambar 8 Model interpretasi data geolistrik (*software RES2DIN*) di *line* 5

### Interpretasi Data Geolistrik *Line* 5

Pada Gambar 8 terlihat bahwa terdapat 4 lapisan pada *line* 5. *Line* 5 ini memiliki topografi paling tinggi diantara *line* yang lainnya, *line* ini merupakan titik awal dari *line* 1 dan *line* 2.

Lapisan paling atas merupakan *topsoil* dengan nilai resistivitas 3,63-23,9  $\Omega\text{m}$  pada

Lapisan lempung basah ini dibuktikan dengan adanya mata air di *line* 1 dan *line* 2 lintasan. Pada lapisan ini juga labil karena merupakan lapisan yang mempunyai permeabilitas yang kecil sehingga air terakumulasi didalamnya sehingga dapat mendorong lapisan ini ke bawah.

Lapisan terakhir memiliki nilai resistivitas 1,41-23,9  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman 9,51-12,9 m, diidentifikasi sebagai lapisan paling keras pada *line* 1. Jenis batumannya adalah pasir sampai batupasir yang mempunyai sifat permeabilitas yang lebih baik daripada lempung sehingga air dapat lewat dan tidak mendorong lapisan ini ke bawah. Pada *line* 5 ini kemiringan lerengnya berkisar 2-12%.

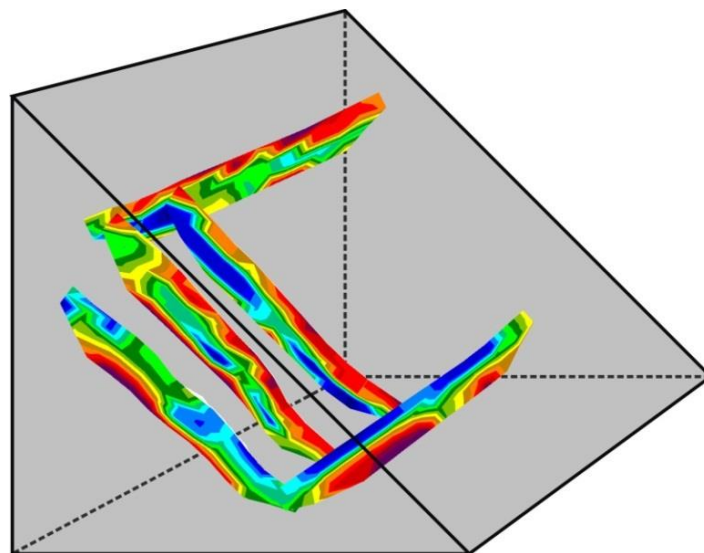
### Pemodelan 3 Dimensi

Penggabungan penampang bawah permukaan dari semua lintasan memberikan bentuk perspektif 3-dimensi berupa gambaran lereng yang berisi penampang dari *line* yang sudah diukur dan diolah menggunakan *software RES2DINV*. Pembuatan model menggunakan *software CorelDraw 16* berdasarkan kondisi nyata dilapangan. Distribusi bidang gelincir di tiap *line* dapat terlihat jelas dan saling berkorelasi *line* satu dengan lainnya.

Pada gambar 9 terlihat jelas bahwa bidang gelincir pada tiap penampang saling berkorelasi. Lapisan bidang gelincir terletak dikedalaman antara 2,65-6,47 m dengan nilai resistivitas diantara 0,492-9,11  $\Omega\text{m}$ .

Melihat dari nilai resistivitasnya diindikasikan bahwa bidang gelincir terjadi pada lapisan lanau/ lempung, lapisan ini mudah bergerak bila diatas lapisan mendapat tambahan beban. Hasil penelelitian ini menunjukkan hal yang sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [15] di Desa Kebarongan Kecamatan Kemrajen Kabupaten Banyuman dimana bidang gelincir diduga sebagai lempung dengan nilai resistivitas 6,21-10,8  $\Omega\text{m}$  dengan tebal lapisan 2,90 m, dan dalam penelitian yang dilakukan [21] pada penelitiannya di Gunung Kupang Banjarbaru bidang gelincir memiliki nilai resistivitas 2,84-14,2  $\Omega\text{m}$ . Tambahan beban disini bisa disebabkan oleh pembangunan pemukiman baru, serta hilangnya resapan air di permukaan. Faktor-faktor yang menyebabkan tanah longsor pada perumahan Trangkil Sejahtera di bagi menjadi dua, yaitu faktor internal, dan eksternal.

Faktor internal yang menyebabkan tanah longsor berupa litologi bawah permukaan. Pada perumahan Trangkil sejahtera litologinya mempunyai nilai resistensi yang rendah seperti sudah dijelaskan pada paragraf sebelumnya dimana resistensi rendah ini lebih berpotensi terjadi longsor tanah.



**Gambar 9** Perspektif model 3-dimensi penampang bawah permukaan

Resistensi rendah diinterpretasikan berupa lempung sampai lanau/lempung basah. Jenis batuan ini merupakan batuan yang memiliki permeabilitas yang kecil, sehingga air yang masuk tidak dapat meresap sampai ke lapisan paling bawah sehingga menambah beban pada lapisan di atasnya. Dengan adanya gaya gravitasi menyebabkan air tersebut akan mengalir kebawah, karena jumlah air yang banyak lapisan lempung sampai lanau/lempung basah tidak kuat menahan beban yang ada maka terjadilah longsor. Berbeda dengan lapisan paling bawah yang berada di kedalaman 7-12,9 m, dengan nilai resistivitas yang cukup tinggi berkisar 3,26-40,8  $\Omega$ m diinterpretasikan merupakan pasir samapi batupasir. Resistensi yang tinggi ini mempunyai kemungkinan yang lebih kecil untuk terjadinya tanah longsor. Litologi ini sama dengan dijelaskan oleh Thanden (1996) dimana daerah penelitian merupakan Formasi Kaligetas (Qpkg), formasi ini berupa breksi vulkanik, aliran lava, tuf, batupasir tufan dan batu lempung. Pada bagian bawah ditemukan batulempung mengandung moluska dan batupasir tufan. Termasuk batuan gunungapi yang melapuk berwarna coklat-kemerahan dan sering membentuk bongkah-bongkah besar. Ketebalan berkisar antara 50-200 m.

Faktor eksternal yang menyebabkan tanah longsor pada daerah penelitian kali ini adalah kelerengan dan tata guna lahan. Kelerengan merupakan kemiringan yang tercermin dalam morfologi. Dari 5 lintasan yang diakuisisi kemiringan lereng yang diukur menggunakan *abney level* nilainya berkisar 2-21% dengan sudut 3-17°. Kemiringan paling terjal terdapat pada *line 2* dimana dibawahnya terdapat bidang gelincir, dan kemiringan yang paling landau terdapat pada penampang yang memotong mahkota longsoran. Hal ini sesuai dengan Peta Kelerengan Semarang daerah Gunungpati merupakan daerah kelerengan miring sampai dengan curam kemiringan rata-rata 5-30% Tata guna lahan merupakan salah satu faktor eksternal setelah kelerengan Tata guna lahan juga berpengaruh terhadap terjadinya gerakan tanah. Tata guna lahan dapat menambah beban yang harus ditanggung suatu litologi. Apabila beban

yang ditanggung lebih besar dari kekuatan litologi untuk menahan beban, maka akan terjadi pergerakan. Pada daerah penelitian tata guna lahan banyak diisi oleh pemukiman, vegetasi yang masih cukup berada pada *line 1* dimana dilokasi tersebut pergerakan tanah tidak terlalu terlihat. Menurut Peta Tata Guna Lahan Semarang wilayah penelitian merupakan area pertanian sawah dan perkebunan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Lapisan batuan di perumahan Trangkil Sejahtera terdiri atas empat lapisan batuan, yaitu pasir sampai batupasir, lempung basah, lempung/lanau, dan tanah penutup (*topsoil*).
2. Bidang gelincir pada daerah penelitian memiliki nilai resistivitas berkisar 0,492-9,11  $\Omega$ m terletak di kedalaman 2,65-6,47 m dengan jenis litologi lempung/lanau.
3. Litologi lempung/lanau pada hasil penelitian berkorelasi positif dengan peta geologi lembar Semarang dan Magelang) dan singkapan dilapangan.
4. Jenis longsoran pada perumahan Trangkil Sejahtera adalah jenis *translational slides* dan *rotational slides*.

### Saran

1. Perlu dilakukan pengambilan sampel tanah untuk diuji di laboratorium Mekanika Tanah untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah, sehingga dapat digunakan untuk pemodelan gerakan tanah.
2. Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat mengenai bidang gelincir yang terdapat di bawah pondasi rumah mereka sehingga dapat mencegah korban jiwa pada saat terjadinya tanah longsor
3. Untuk mencegah longsoran dapat dilakukan dengan membuat irigasi yang

baik dan menanam lahan yang kosong dengan tanaman sehingga dapat menyerap air yang ada dan dengan memperdalam pondasi bangunan agar tidak berada pada bidang gelincir.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles, J.E., Hainim, J.K (1984). *Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- [2] Darsono, Nurlaksito, B., Legowo. B. (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).
- [3] Diraatmadja, E. (1994). *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Hansen, M.J. (1984). *Strategies for Classification of Landslides*. (ed. : Brunsten, D, & Prior, D.B. 1984. Slope Instability, John Wiley & Sons,
- [5] Hardjowigeno, S. 2010, "Ilmu Tanah", Akademik Pressindo, Jakarta.
- [6] Hidayah, S., Gratia, Y.R. (2007). *Program Analisis Stabilitas Lereng*. Semarang : Universitas Diponegoro
- [7] Loke, M.H. (2004). *Tutorial :2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*, Goetomo Software, Malaysia.
- [8] Naryanto, H.S. (2011). "Analisis Kondisi Bawah Permukaan dan Resiko Bencana Tanah Longsor Untuk Arahan Penataan Kawasan di Desa Tengklik Kecamatan Tawamangu Kabupaten Karanganyar JawaTengah". Jakarta: *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 13 (2),
- [10] Pamungkas, D.W., Widiatmoko, B. (2007). *Kajian Arah Pergerakan Relatif Tanah Di Jalan Trangkil Kecamatan Gunungpati Semarang*. Semarang : Universitas Soegijapranata
- [11] Pangular, D. (1985). *Petunjuk Penyelidikan & Penanggulangan Gerakan Tanah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Balitbang Departemen PekerjaanUmum.
- [12] Pasuto, A. dan Soldati, M., 1997. Rock Spreading. Dalam Dikau, R., Brunsten, D., Schortt, L., dan Ibsen, M.L. (eds), *Landslide Recognition, Identification, Movement and Causes*, John Wiley dan Sons, England.
- [13] Prasetyo, B.P. (2013). *Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Area Manifestasi Geothermal Gedongsongo Lereng Selatan Gunung Ungaran*. Semarang: Universitas Diponegoro
- [14] Respati, Y.S., Putranto, A.M., Suwardi, A., Fatkhiandari, I.A.K., Husein, S. (2010). "Analisis GIS Terhadap Gerakan Tanah di Girimulyo, Kulonprogo, D.I. Yogyakarta, dan Kajian Faktor – Faktor Pengontrolnya". *Paper International Geosciences Conference and Exposition*. <http://hmtg.ft.ugm.ac.id/web/wp-content/uploads/Analisis-GIS-Terhadap-Gerakan-Tanah-di-Girimulyo.pdf>. [18 Februari 2014]
- [15] Sugito, Irayani Z, dan Jati I.P. (2010). "Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas". *Jurnal Berkala Fisika*. 13 (2),
- [16] Surono, (2002). "Variasi Tahanan Jenis 2-D Pada Daerah Bencana Gerakan Tanah di Megamendung dan Ciputat". *Jurnal Geofisika*, I.
- [17] Syamsudin. (2012). *Fisika Tanah*. Makassar : Universitas Hasanudin Press
- [18] Telford, M.W., Geldart L.P., Sheriff R.E., Keys D.A. (1990). *Applied Geophysics*, USA, Cambridge University Press.
- [19] Thaden, R.E., Sumadirja, H., Richards P.W. (1996). *Peta Geologi lembar Magelang dan Semarang, JawaTengah*. Direktorat Geologi.
- [20] Varnes, D.J. 1978. "Slope Movement and Type and Processes, Landslide Analysis

*and control.” Transportation Research Board, special Report 176, Washington D.C. : National Research Council.*

- [21] Wahyono, S.C., Hidayat, T.A., Pariadi., Hapsari, P., Novianti, R.S., Dewi, R.K., Minarto, O. (2011). “Aplikasi Metode Tahanan Jenis 2D untuk Mengidentifikasi Potensi Daerah Rawan Longsor di Gunung Kupang, Banjarbaru”. *Jurnal Fisika FLUX*. 8 (2).
- [22] Wesley, L.D. (1977). *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- [23] Zakaria, Z. (2010). *Analisis Kestabilan Lereng*. Bandung : Universitas Padjajaran.

