



EKSPLORASI DAN ANALISIS STRIKE DIP BIDANG GELINCIR DAERAH RAWAN LONGSOR BERDASARKAN DATA SURVEI GEOLISTRIK DIPOLE-DIPOLE DI DESA BENDOSARI KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG

Erra Anggraeni Tamala^{1,*}, Daeng Achmad Suaidi¹, Burhan Indriawan¹

¹Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang Jl. Semarang No. 5 Malang

*Email: erra.anggraeni@gmail.com

Abstrak

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang banyak menimbulkan korban jiwa, beberapa aktifitas manusia bisa menjadi faktor pemicu terjadinya bencana tanah longsor. Pujon salah satu daerah rawan longsor. Korban jiwa dapat diminimalisir dengan cara memberikan informasi masyarakat tentang kondisi geologi tanah longsor di daerah Pujon. Tanah longsor terjadi ketika perpindahan material tanah yang meluncur sepanjang daerah kemiringan tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kedalaman bidang gelincir tanah longsor dan memperkirakan arah longSORan di Desa Bendosari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi *dipole-dipole* yang dapat menyelidiki struktur bawah permukaan dengan prinsip aliran listrik. Data penelitian diperoleh berupa data resistivitas semu dan data topografi. Pengambilan data dilakukan pada 4 lintasan, masing-masing panjang lintasan 130 m, 90 m, 100 m, dan 95 m, serta spasi elektroda 5 m. Pengolahan data dilakukan dengan *software res2dinv 3.56* memperlihatkan perubahan resistivitas pada setiap lapisan batuan, kemudian diolah dengan *software voxler 3* untuk mendapatkan model 3D, serta *software coreDRAW X4* penggabungan keempat lintasan dan menentukan arah longSORan. Hasil dari interpretasi menggunakan *software res2dinv 3.56*, diperoleh pada lintasan pertama sepanjang 130 m kedalaman 11,2 m - 14,7 m perbedaan nilai resistivitas 10.388 Ωm - 40.157 Ωm . Lintasan kedua sepanjang 90 m kedalaman 10,2 m - 14,7 m perbedaan nilai resistivitas 1.414 Ωm - 5.584 Ωm . Lintasan ketiga sepanjang 100 m kedalaman 9,18 m - 14,7 m perbedaan nilai resistivitas 4.945 Ωm - 16.280 Ωm . Sedangkan lintasan keempat sepanjang 95 m kedalaman 14,7 m - 17,9 m perbedaan nilai resistivitas 754 Ωm - 2.037 Ωm . Untuk memperkirakan arah longSORan, maka masing-masing lintasan digabung menjadi satu. *Strike* bidang gelincir diperkirakan berarah dari utara ke timur sebesar 105° dan *Dip* sebesar $16,08^\circ$, sehingga *strike* dan *dip* dalam letak koordinat azimuth $N105^\circ E / 16,08^\circ NE$. Berdasarkan koordinat azimuth potensi longSOR diprediksi mengarah ke timur laut dengan sudut 15° .

Kata Kunci: Bidang Gelincir, Geolistrik, *Dipole-dipole*, Resistivitas, *Res2dinv*, *Voxler*, *Strike Dip*

1. Pendahuluan

Bencana alam adalah suatu peristiwa besar atau ekstrem di alam yang berpotensi merugikan kehidupan manusia. Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang banyak menimbulkan korban jiwa, beberapa aktifitas manusia bisa menjadi faktor pemicu terjadinya bencana tanah longsor, dimana ketika



aktivitas ini beresonansi dengan kerentanan dan kondisi alam yang telah disebutkan contoh aktivitas manusia yang dapat memicu terjadinya tanah longsor adalah penebangan pepohonan secara serampangan di daerah lereng; penambangan bebatuan, tanah atau barang tambang lain yang menimbulkan ketidakstabilan lereng, tingkat kebasahan tanah dan bebatuan (juga daya ikatnya), pengubahan kemiringan kawasan (seperti pada pembangunan jalan, rel kereta atau bangunan), dan pembebanan berlebihan dari bangunan di kawasan perbukitan. Salah satu bencana tanah longsor sering terjadi di daerah Pujon-Ngantang. Daerah tersebut memiliki topografi berupa lereng-lereng curam serta terdapat jalan besar yang menghubungkan Malang-Kediri yang banyak dilintasi kendaraan seperti sepeda motor, mobil, bus, bahkan truk besar.

Kondisi topografi di Desa Bendosari perbukitan atau lereng pegunungan yang mempengaruhi bentukan lansekap pedesaan secara keseluruhan. Area perkebunan dan hutan terletak di kontur yang lebih tinggi sesuai petak-petak lahan secara alami. Desa Bendosari terletak di bagian barat Kabupaten Malang. Desa Bendosari berbatasan langsung dengan kawasan hutan perhutani. Beberapa wilayah hutan perhutani di Desa Bendosari sudah berubah fungsi menjadi ladang yang banyak ditanami tumpang sari oleh masyarakat. Desa ini terletak pada wilayah barat jalur alternatif transportasi barat dan memiliki potensi yang cukup strategis dengan luas wilayah 269,23 Ha dimana seluas 31 Ha merupakan daerah pemukiman penduduk dan sisanya adalah lahan kering dan areal persawahan. Desa Bendosari berada di dataran tinggi dan berbukit, dengan ketinggian 1200 m di atas permukaan laut dengan kisaran suhu antara 8-18 °C, curah hujan 2,3 s/d 2400 mm/th.

Jum'at, 31 Januari 2014 di Dusun Kedungrejo Desa Sukomulyo dan Dusun Ngeprih Desa Bendosari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang, telah terjadi bencana alam hujan deras yang mengakibatkan rumah roboh, korban jiwa, banjir, dan tanah longsor. Korban jiwa di Desa Bendosari dapat diminimalisir dengan cara memberikan informasi masyarakat tentang kondisi geologi tanah longsor di daerah tersebut. Tanah longsor terjadi ketika terdapat perpindahan material tanah yang meluncur sepanjang daerah yang memiliki kemiringan tertentu. Pada saat musim hujan, perubahan tegangan permukaan dalam pori tanah dan peningkatan bobot massa tanah akibat air yang meresap ke dalam tanah dapat memicu perpindahan (ketidakstabilan gravitasi) tersebut.

Kondisi geologi tanah longsor disuatu daerah dapat diketahui dengan mengaplikasikan metode geolistrik. Geolistrik merupakan salah satu metode dalam geofisika yang dapat digunakan untuk mendeteksi batuan tiap lapisan dan banyak diterapkan dalam geologi teknik.

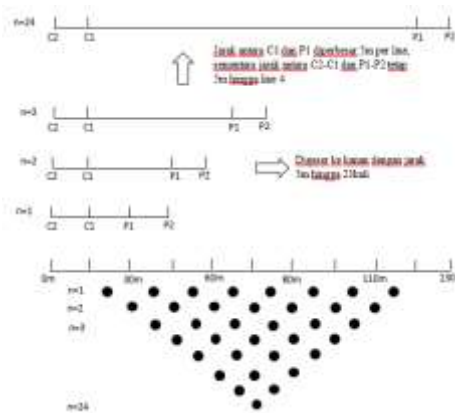
Untuk penyelidikan adanya bidang gelincir di daerah rawan longsor kecamatan pujon dapat dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Dipole-Dipole*. Metode ini bersifat tidak merusak lingkungan dan mampu mendeteksi sampai kedalaman beberapa meter pada perlapisan tanah. Setelah

melakukan penelitian lapangan, kemudian untuk menganalisis daerah rawan longsor yang ditinjau dari nilai resistivitas pada tiap lapisan tanah dan bidang gelincirnya.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini langkah-langkah yang harus dilakukan:

- Survei awal lokasi penelitian
- Mengurus surat perijinan
- Kajian pustaka yang mendukung
- Desain survei geolistrik tahanan jenis konfigurasi *dipole-dipole* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Variasi Jarak Elektroda Konfigurasi *Dipole-dipole*

- Persiapan alat penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Set Peralatan Geolistrik

- Survei di lapangan, yaitu pengukuran Geolistrik tahanan jenis dengan teknik *sounding mapping* konfigurasi *dipole-dipole*
- Data lapangan: V, I, R.
- Pengolahan data: diolah dengan *Ms.Excel* → diproses dengan *Res2Dinv* untuk mendapatkan model penampang → diproses dengan *Voxler* untuk mendapatkan

model 3D → penggabungan penampang keempat lintasan dengan *CoreDRAW X4*.

- Analisis dan interpretasi data
- Pembahasan dan kesimpulan

LOKASI PENELITIAN



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Pujon

Penelitian ini dilakukan di Desa Bendosari, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang di peta geologi dapat dilihat pada Gambar 3. Secara geografis wilayah tersebut terletak pada koordinat $7^{\circ} 51' 59.79''$ s/d $7^{\circ} 52' 03.30''$ LS dan $112^{\circ} 24' 59.15''$ s/d $112^{\circ} 25' 02.84''$ BT. Penelitian ini telah dilakukan pada tanggal 28 September 2014 s/d 7 Juni 2015 dengan langkah-langkah penelitian seperti yang ditunjukkan pada metode penelitian.

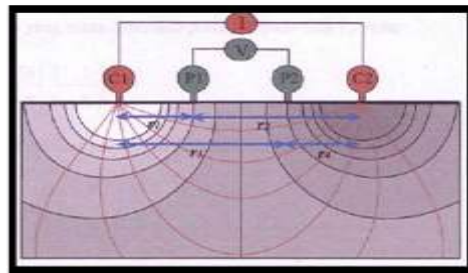
Pelaksanaan penelitian tersebut terdiri dari 4 lintasan, yaitu lintasan 1 dengan panjang 130 m (merah), lintasan 2 dengan panjang 90 m (hijau), lintasan 3 dengan panjang 100 m (kuning), dan lintasan 4 dengan panjang 95 m (biru), serta spasi elektroda 5 m. 4 lintasan penelitian tersebut dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Lintasan Pengukuran pada Lokasi Penelitian

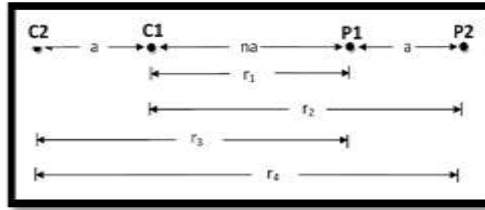
3. Hasil dan Pembahasan

Tujuan survei geolistrik adalah untuk menentukan distribusi resistivitas bawah permukaan dengan cara membuat pengukuran di permukaan tanah. Pengukuran resistivitas yang normal dibuat dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui dua elektroda arus dan mengukur beda tegangan yang dihasilkan pada dua elektroda potensial. Sehingga resistivitas bawah permukaan dapat diperkirakan. Resistivitas tanah berkaitan dengan berbagai parameter geologi seperti mineral dan konten cairan, porositas, derajat patahan, persentase patahan yang terisi air tanah dan derajat saturasi air di batuan.



Gambar 5. Konfigurasi Elektroda Arus dan Potensial pada Permukaan Medium Homogen Isotropik

Perubahan potensial drastis terjadi pada daerah dekat sumber arus C_1 dan C_2 sedangkan pada daerah dekat titik pertengahan antara kedua sumber tersebut gradien potensial kecil dan mendekati linier dapat dilihat pada Gambar 5. Atas dasar ini, pengukuran potensial sebaiknya dilakukan pada daerah diantara C_1 dan C_2 yang mempunyai gradien potensial linier.



Gambar 6. Konfigurasi Elektroda *Dipole-dipole* (Loke, 2000).

Hasil pengukuran dilapangan sesudah dihitung nilai tahanan jenisnya, merupakan fungsi dari konfigurasi elektroda dan berkaitan dengan kedalaman penetrasinya. Semakin besar jarak antar elektroda, semakin dalam penetrasi arus yang diperoleh yang tentu juga sangat ditentukan oleh kuat arus yang dialirkan melalui elektroda arus. Secara umum, nilai faktor geometri dapat dirumuskan sebagaimana berikut:

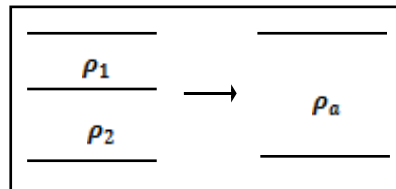
$$K = 2\pi \left[\frac{1}{\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)} - \frac{1}{\left(\frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right)} \right] \quad (1)$$

Masing–masing aturan atau konfigurasi elektroda memiliki nilai K yang tetap. Pada susunan elektroda *dipole-dipole* seperti pada Gambar 6, apabila nilai $r_1 = na$, $r_2 = (a + na)$, $r_3 = (na + a)$, $r_4 = (2a + na)$ dan kemudian disubstitusikan dengan persamaan (1), maka akan diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$K = \pi a(n)(n + 1)(n + 2) \quad (2)$$

Jika bumi diasumsikan homogen isotropik, dimana resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya (*true resistivity*) dan tergantung pada spasi (jarak) elektroda $\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$. Pada kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan nilai resistivity yang berbeda-beda karena memiliki sifat heterogen-anisotropik, sehingga potensial yang terukur merupakan potensial dari pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Harga resistivitas yang terukur merupakan resistivitas gabungan dari beberapa lapisan tanah yang dianggap sebagai satu lapisan (*apparent resistivity*) dan besar nilai tergantung oleh faktor geometri susunan elektrodanya terutama untuk elektroda yang lebar.

Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau.

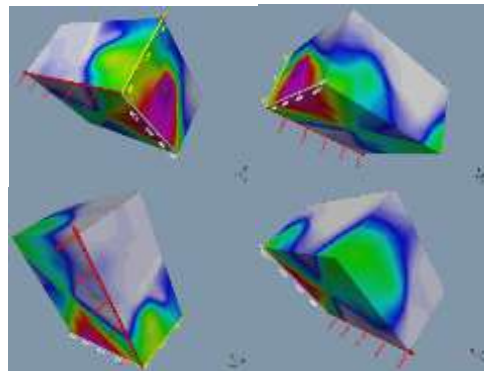


Gambar 7. Konsep Tahanan Jenis Semu. Lapisan 1 dan 2 Menghasilkan Harga Tahanan Jenis Semu ρ_a

Dengan anggapan medium berlapis yang ditinjau, misalnya terdiri dari dua lapis dan mempunyai nilai *resistivity* yang berbeda (ρ_1 dan ρ_2). Dalam pengukuran, medium ini dianggap sebagai medium satu lapis homogen yang memiliki satu nilai resistivitas semu (*apparent resistivity* ρ_a). Resistivitas semu ini merepresentasikan secara kualitatif distribusi resistivitas di bawah permukaan.

Analisis Bidang Gelincir

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sehingga dapat diketahui kedalaman dan struktur lapisan tanah yang berpotensi memiliki bidang gelincir berdasarkan perbedaan resistivitas (tahanan jenis) yang divisualisasikan oleh warna tertentu. Pada tampilan gambar 3D dari *Software Voxler 3* diperoleh Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan 3D Hasil Inversi *Voxler 3*

Analisis pada Lintasan 1 (Pertama)

Hasil pengolahan untuk lintasan pertama, dengan lintasan sepanjang 130 m, arah lintasan Timur-Barat, dimana bagian Timur lebih tinggi dari bagian Barat. Pada titik 0 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 52' 03.30''$ LS dan $112^{\circ} 25' 02.84''$ BT dengan ketinggian 865 m, sedangkan pada titik 130 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 52' 01.46''$ LS dan $112^{\circ} 24' 59.15''$ BT dengan ketinggian 847 m. Hasil data topografi dari GPS yang dimasukkan kedalam data file akan menghasilkan Gambar 9.

Berdasarkan analisis pada data lintasan 1 yang ditunjukkan oleh Gambar 9. memiliki kemiringan yang relatif curam dan berpotensi longsor. Pada kedalaman 11,2 m - 14,7 m lapisan ini memiliki perbedaan nilai resistivitas yaitu $10.388 \Omega\text{m}$ – $40.157 \Omega\text{m}$. Bidang gelincir diperoleh dari kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan. Bila resistivitas di atasnya jauh lebih rendah, maka sangat memungkinkan terjadi longsor. Pada lintasan ini, bidang gelincir dapat memicu terjadinya longsor dengan arah menyamping ke arah utara. Selain itu, adanya resapan air saat hujan juga dapat menambah beban serta berat jenis tanah batuan.

**Analisis pada Lintasan 2 (Kedua)**

Hasil pengolahan untuk lintasan kedua, dengan lintasan sepanjang 90 m, arah lintasan Utara-Selatan, dimana bagian Utara lebih rendah dari bagian Selatan. Pada titik 0 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 52' 00.90''$ LS dan $112^{\circ} 25' 03.00''$ BT dengan ketinggian 848 m, sedangkan pada titik 90 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 52' 03.04''$ LS dan $112^{\circ} 25' 01.87''$ BT dengan ketinggian 871 m. Hasil data topografi dari GPS yang dimasukkan kedalam data file akan menghasilkan Gambar 10.

Berdasarkan analisis pada data lintasan 2 yang ditunjukkan oleh Gambar 10. memiliki kemiringan yang relatif curam yang berpotensi longsor. Pada kedalaman 10,2 m - 14,7 m lapisan ini memiliki perbedaan nilai resistivitas yaitu $1.414 \Omega\text{m} - 5.584 \Omega\text{m}$. Bidang gelincir diperoleh dari kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan. Bila resistivitas di atasnya jauh lebih rendah, maka sangat memungkinkan terjadi longsor. Pada lintasan ini, bidang gelincir dapat memicu terjadinya longsor dengan arah menurun (ke bawah) dari arah selatan ke utara. Selain itu, adanya resapan air saat hujan juga dapat menambah beban serta berat jenis tanah batuan.

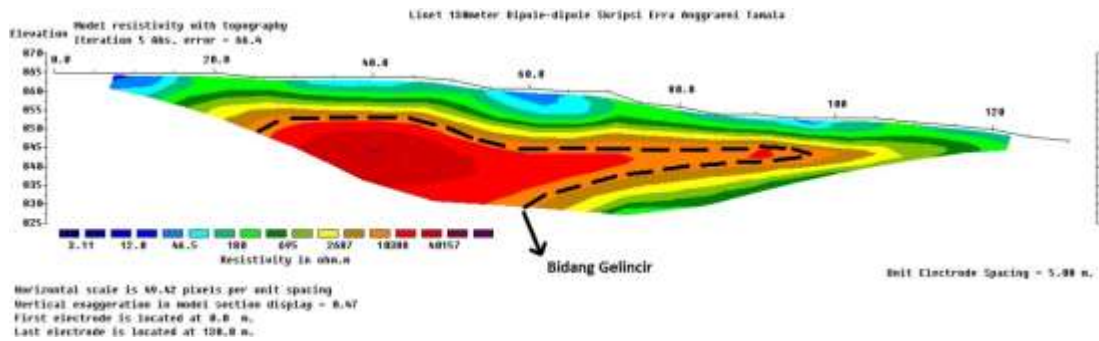
Analisis pada Lintasan 3 (Ketiga)

Hasil pengolahan untuk lintasan ketiga, dengan lintasan sepanjang 100 m, arah lintasan Barat-Timur, dimana bagian Barat lebih rendah dari bagian Timur. Lintasan ketiga ini merupakan lintasan yang paling bawah sendiri, berdekatan dengan jalan raya. Pada titik 0 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 52' 00.01''$ LS dan $112^{\circ} 24' 59.70''$ BT dengan ketinggian 819 m, sedangkan pada titik 100 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 52' 01.44''$ LS dan $112^{\circ} 25' 02.37''$ BT dengan ketinggian 859 m. Hasil data topografi dari GPS yang dimasukkan kedalam data file akan menghasilkan Gambar 11.

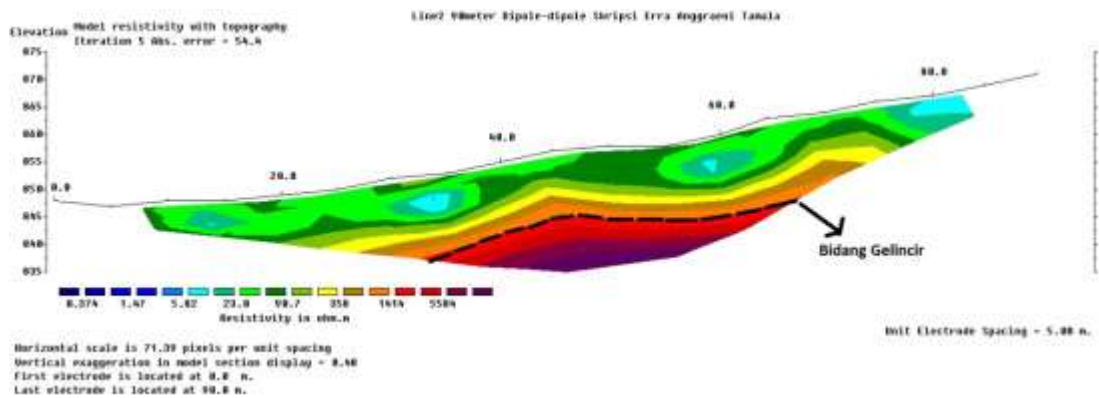
Berdasarkan analisis pada data lintasan 3 yang ditunjukkan oleh Gambar 11. memiliki kemiringan yang curam dan berpotensi longsor. Pada kedalaman 9,18 m - 14,7 m lapisan ini memiliki perbedaan nilai resistivitas yaitu $4.945 \Omega\text{m} - 16.280 \Omega\text{m}$. Bidang gelincir diperoleh dari kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan. Bila resistivitas di atasnya jauh lebih rendah, maka sangat memungkinkan terjadi longsor. Apabila diamati pada lintasan inilah yang sangat berpotensi terjadinya longsor, terdapat material bumi berupa lempung dengan nilai resistivitas yaitu $42,1 \Omega\text{m}$. Dimana material lempung adalah material yang mudah longsor jika terus diguyur hujan deras. Sehingga dapat membahayakan para pengguna jalan raya yang terdapat tepat di samping tebing, dengan arah longsor menyamping ke arah utara menuju jalan raya.

Analisis pada Lintasan 4 (Keempat)

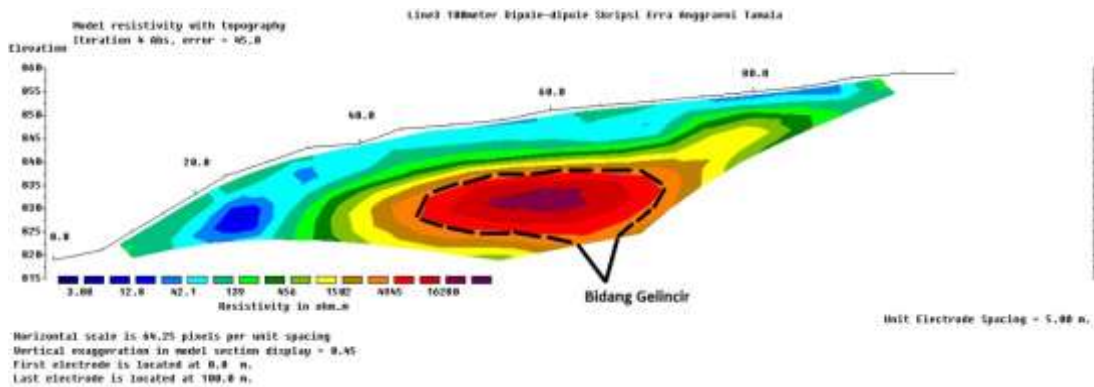
Hasil pengolahan untuk lintasan keempat, dengan lintasan sepanjang 95 m, arah lintasan Selatan-Utara, dimana bagian Selatan lebih tinggi dari bagian Utara. Pada titik 0 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 52' 02.41''$ LS dan $112^{\circ} 25' 00.03''$ BT dengan ketinggian 860 m, sedangkan pada titik 90 m terletak pada koordinat $07^{\circ} 51' 59.79''$ LS dan $112^{\circ} 25' 00.54''$ BT dengan ketinggian 817 m. Hasil data topografi dari GPS yang dimasukkan kedalam data file akan menghasilkan Gambar 12.



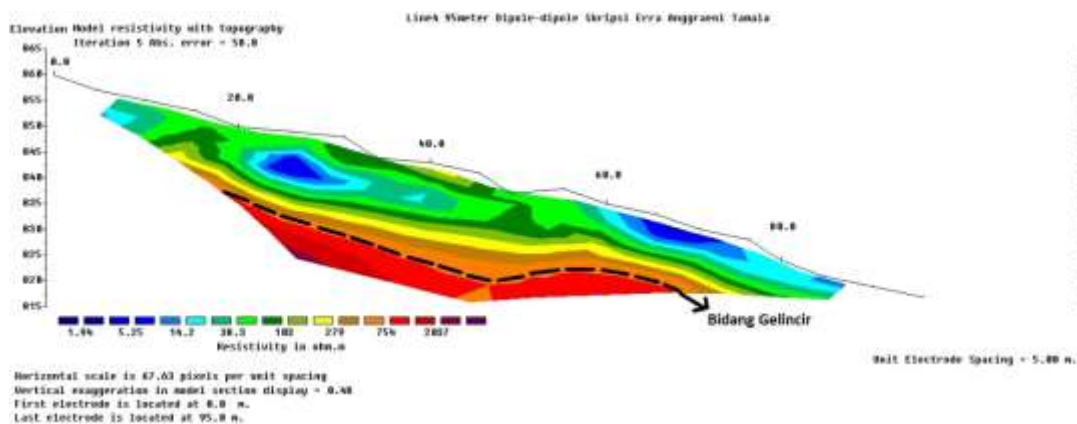
Gambar 9. Lintasan 1 Hasil Inversi *Res2dinv* dengan Topografi



Gambar 10. Lintasan 2 Hasil Inversi *Res2dinv* dengan Topografi



Gambar 11. Lintasan 3 Hasil Inversi *Res2dinv* dengan Topograf



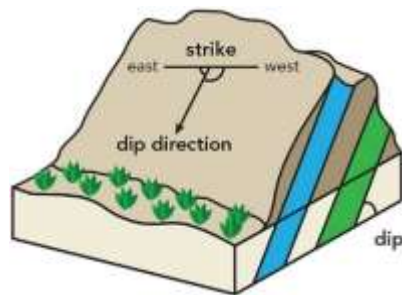
Gambar 12. Lintasan 4 Hasil Inversi *Res2dinv* dengan Topografi

Berdasarkan analisis pada data lintasan 4 yang ditunjukkan oleh Gambar 12. memiliki kemiringan yang paling curam diantara ketiga lintasan lainnya yang berpotensi longsor. Pada kedalaman 14,7 m – 17,9 m lapisan ini memiliki perbedaan nilai resistivitas yaitu 754 Ωm – 2.037 Ωm . Bidang gelincir diperoleh dari kontras resistivitas antar dua batuan yang saling berdekatan. Bila resistivitas di atasnya jauh lebih rendah, maka sangat memungkinkan terjadi longsor. Pada lintasan ini, bidang gelincir dapat memicu terjadinya longsor dengan arah menurun (ke bawah) dari arah selatan ke utara. Selain itu, adanya resapan air saat hujan juga dapat menambah beban serta berat jenis tanah batuan.

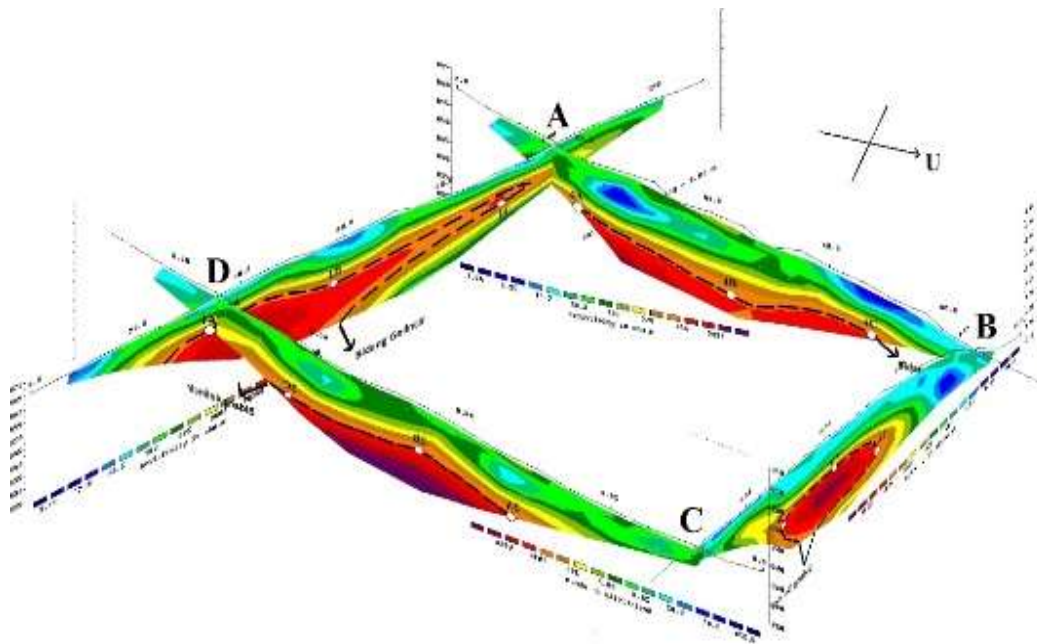
Penentuan *Strike* dan *Dip* Bidang Gelinciran

Penelitian lapisan dan struktur geologi harus mengetahui kedudukan batuan di permukaan bumi dengan mengukur arah penyebarannya dan kemiringan batuan. Dalam ilmu Geologi, kedua elemen tersebut dinamakan *Strike* dan *Dip* yang lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 13.

Strike adalah pengukuran linear dua arah yang mendefinisikan persimpangan sebuah bidang miring dan permukaan horizontal terhadap arah utara. Sedangkan *Dip* adalah derajat yang dibentuk antara bidang planar dan bidang horizontal yang arahnya tegak lurus dari garis *strike*.



Gambar 13. Strike Dip (Price, 2013)



Gambar 14. Penampang Gabungan Keempat Lintasan

Berdasarkan hasil interpretasi *Software CoreDRAW X4* penampang gabungan dari keempat lintasan dengan menggunakan *Res2dinv* yang dapat dilihat pada Gambar 14. Sehingga dapat diketahui Strike bidang gelincir diperkirakan berarah dari utara ke timur sebesar 105° dan Dip sebesar $16,08^{\circ}$, sehingga strike dan dip dalam letak koordinat azimuth $N 105^{\circ} E / 16,08^{\circ} NE$. Berdasarkan koordinat azimuth potensi longsor diperkirakan mengarah ke timur laut dengan sudut 15° . Berdasarkan jenis tanah longsor merupakan longsor translasi yang gerak massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. Serta didukung oleh curah hujan yang tinggi di daerah Pujon dan getaran lalu lintas kendaraan.

4. Kesimpulan

Interpretasi dari keempat lintasan mampu menunjukkan posisi bidang gelincir:

- Lintasan 1 pada kedalaman 11,2 m - 14,7 m dari permukaan.
- Lintasan 2 pada kedalaman 10,2 m - 14,7 m dari permukaan.
- Lintasan 3 pada kedalaman 9,18 m - 14,7 m dari permukaan.
- Lintasan 4 pada kedalaman 14,7 m - 17,9 m dari permukaan.

Strike bidang gelincir diperkirakan berarah dari utara ke timur sebesar 105° dan *Dip* sebesar $16,08^{\circ}$, sehingga *strike* dan *dip* dalam letak koordinat azimuth $N 105^{\circ} E / 16,08^{\circ} NE$. Berdasarkan koordinat azimuth potensi longsor diperkirakan mengarah ke timur laut dengan sudut 15° .

**Daftar Rujukan**

- [1] Agustina, Efa. 2014. *Identifikasi Bidang Gelincir Zona Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole-Dipole Di Payung Kota Batu*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: MIPA UM.
- [2] Amiuza, C.B., dkk. 2012. Pragmatik Bentang Alam Pedesaan (Studi Kasus Dusun Bendosari, Kec. Pujon, Kab. Malang. *Jurnal RUAS*, 10 (2).
- [3] Darsono, Bambang, N. & Budi, L. 2012. Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *Jurnal Aplikasi Fisika*, (Online), 12 (1): 15, (<http://tanahlongsor.ac.id>, diakses 2 September 2014).
- [4] Iryanti, M., Ramalis, T.R. & Ardi, N.D. 2011. Identifikasi Bawah Permukaan di Wilayah Desa Kayuambon, Lembang, Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains*.
- [5] Loke, M.H. 2000. *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies*.
- [6] Malang, Pemkab. 2014. *Bencana Alam Banjir Dan Tanah Longsor Di Wilayah Kecamatan Pujon*, (Online), (<http://pujon.malangkab.go.id/?p=937>, diakses 2 September 2014).
- [7] Price, M., Juan, E. & Inc. 2013. *Strike It Rich with Maplex*, (Online), (www.esri.com/esri-news/arcuser/winter-2013/strike-it-rich-with-maplex, diakses 1 Juli 2015).
- [8] Rozaq, A., Susilo A. & Wasis. 2013. *Identifikasi Kedalaman Dan Struktur Lapisan Bawah Tanah Candi Jajaghu Berdasarkan Nilai Resistivitas Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole*. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya.
- [9] Santoso, S. & Atmawinata, S. 1992. *Peta Geologi Lembar Kediri, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- [10] Supeno, Nurul, P. & Gusfan, H. 2008. Penentuan Struktur Bawah Permukaan 6 Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Interpretasi Data Resistivitas. *Jurnal Ilmu Dasar*, 9 (1): 48-55.
- [11] Telford, Geldart and Sheriff. 1990. *Applied Geophysics, 2nd edition*. New York: Cambridge University Press. Pdf file.
- [12] Wuryantoro, Adhi, M.A. & Rustad, S. 2007. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Menentukan Letak Dan Kedalaman Aquifer Air Tanah (Studi Kasus Di Desa Temperak Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang Jawa Tengah)*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: MIPA UNNES.