

## Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas dengan Menggunakan Metode Tahanan Jenis

Ezra Andwa Heradian<sup>1)</sup>, Yudha Arman<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Tanjungpura, Pontianak

\*Email : Yudhaarman@gmail.com

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk pendugaan bidang gelincir tanah longsor di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik tahanan jenis dengan bantuan perangkat lunak Res2Dinv 3.58 untuk pengolahan dan pemodelan. Data yang digunakan adalah data resistivitas di 3 lintasan dengan panjang tiap lintasan masing-masing adalah 120 m. Data yang digunakan merupakan hasil pengukuran menggunakan 48 elektroda dengan jarak antar elektroda adalah 2,5 m. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa, lintasan 1, lintasan 2, dan lintasan 3 berpotensi memiliki bidang gelincir tanah longsor yang diindikasikan oleh adanya daerah pada penampang model yang memiliki nilai resistivitas rendah. Daerah tersebut diduga merupakan tanah lempung, pasir dan batu pasir yang bersifat relatif lunak dan diindikasikan sebagai bidang gelincir. Pada lintasan 2, bagian ini ditemukan pada kedalaman 24,9 m, sementara pada lintasan 1 dan lintasan 3 berada di kedalaman 13,1m.

**Kata Kunci:** Resistivitas, Metode Geolistrik, Bidang Gelincir

### 1. Pendahuluan

Bencana geologi merupakan bencana yang terjadi akibat proses geologi secara alamiah yang siklus kejadiannya mulai dari ratus tahun bahkan jutaan tahun. Klasifikasi bencana geologi meliputi gempa bumi, gelombang tsunami, letusan gunung api, longsor serta banjir. Bencana tanah longsor merupakan bencana yang dapat disebabkan oleh proses geologi yang terjadi dan campur tangan aktivitas manusia.

Di Indonesia sering terjadi longsor pada jaringan jalan, jaringan pengairan dan daerah pemukiman. Prasarana tersebut cukup vital untuk kebutuhan masyarakat sehingga diperlukan penanggulangan bencana yang tepat, cepat, dan ekonomis untuk menanggulangi kerugian-kerugian dalam pemanfaatan prasarana tersebut oleh masyarakat.

Salah satu penyebab bencana tanah longsor yang sangat berpengaruh adalah bidang gelincir tanah longsor. Informasi tentang struktur tanah digunakan untuk mengetahui batas-batas kelabilan tanah. Informasi tentang struktur ini dapat diperoleh melalui metode geolistrik. Beberapa penulis sebelumnya yang telah memanfaatkan metode ini diantaranya adalah : Aplikasi Metode Tahanan Jenis 2D Untuk Mengidentifikasi Potensi Daerah Longsor Di Gunung Kupang, Banjarbaru (Wahyono, 2011). Penentuan Bidang Gelincir Tanah Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi Schumberger (Studi Kasus di Sekitar Gedung Fakultas Kedokteran

Universitas Andalas Kampus Unand, Limau Manis, Padang) (Herlin dan Budiman, 2012) dan Interpretasi Bawah Permukaan Zona Longsor Di Jalan Samarinda-Balik Papan Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger (Jowandi, dkk., 2011).

Pada penelitian ini metode geolistrik digunakan untuk menentukan bidang gelincir tanah longsor yang terjadi di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas.

### 2. Metodologi

#### 2.1 Metode Geolistrik (Resistivitas)

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan sifat resistivitas tanah untuk mempelajari keadaan bawah permukaan bumi. Metode geolistrik resistivitas memiliki beberapa kelebihan yaitu bersifat tidak merusak lingkungan, pengoperasian mudah dan cepat, biayanya murah, dan dapat mengidentifikasi kedalaman tanah (Panissod, dkk., 2001)

Harga tahanan jenis suatu bahan dapat dituliskan sebagai (Telford, dkk., 1990)

$$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{\rho}{K} \quad (1)$$

Dimana,  $R$  = Resistansi yang diukur ( $\Omega$ )

$\rho$  = Tahanan Jenis bahan ( $\Omega\text{m}$ )

$L$  = Panjang (m)

$A$  = Luas penampang ( $\text{m}^2$ )

$K$  = Faktor Geometri

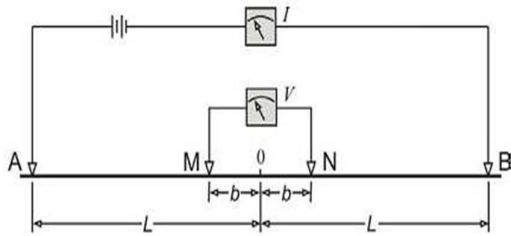
**2.2 Resistivitas Batuan**

Semua sifat fisika batuan dan mineral memiliki nilai resistivitas materialnya sendiri. Pada batuan dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan range nilai resistivitas yang bervariasi dikarenakan oleh jenis tanah dan batuan yang berbeda.

Konduktor didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari  $10^{-5}\Omega m$ , sedangkan isolator memiliki nilai resistivitas lebih dari  $10^7\Omega m$ . Diantara keduanya adalah bahan semikonduktor. Di dalam konduktor terdapat 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 (Telford, dkk., 1990).

**2.3 Konfigurasi Elektroda Schlumberger**

Salah satu konfigurasi elektroda yang umum digunakan pada penelitian metode tahanan jenis adalah konfigurasi Schlumberger. Konfigurasi Schlumberger memiliki keunggulan untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan perbandingan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda.



Gambar 1. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger (sumber: Telford, dkk., 1990)

Faktor geometri untuk konfigurasi Schlumberger adalah:

$$K = \pi \left( \frac{a^2 - b^2}{2b} \right) \quad (2)$$

**2.4 Resistivitas Semu**

Telford, dkk., (1990) menyatakan bahwa struktur bawah permukaan merupakan suatu sistem perlapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda. Faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas diantaranya adalah homogenitas tiap batuan, kandungan mineral logam, kandungan air, porositas, permeabilitas, suhu dan umur geologi batuan. Kondisi demikian menyebabkan nilai resistivitas yang muncul apabila dilakukan pengukuran bukanlah nilai resistivitas sebenarnya, melainkan nilai kombinasi dari resistivitas berbagai macam batuan. Nilai

resistivitas di setiap titik akan memiliki besar yang berbeda, sehingga menyebabkan bidang equipotensial menjadi tidak beraturan.

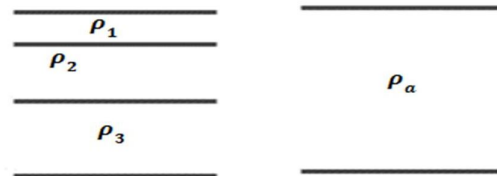
Hasil asli data pengukuran lapangan ini disebut tahanan jenis semu (resistivitas semu) yang dapat ditulis (Reynolds, 1998).

$$\rho_a = \frac{2\pi\Delta V}{I} \cdot \frac{1}{\left[ \frac{1}{AM} + \frac{1}{BM} + \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right]} \quad (3)$$

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (4)$$

Dengan  $\rho_a$  adalah *apparent resistivity* atau resistivitas semu yang bergantung pada spasi elektroda.

Untuk kasus tak homogen, bumi diasumsikan berlapis-lapis dengan masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau. Ilustrasi hal tersebut diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Medium berlapis dengan variasi resistivitas (Sumber : Rahmawati, 2009)

Medium berlapis yang ditinjau terdiri dari dua lapis yang berbeda resistivitasnya ( $\rho_1, \rho_2$  dan  $\rho_3$ ) dianggap sebagai medium satu lapisan homogen yang mempunyai satu harga resistivitas, yaitu resistivitas semu ( $\rho_a$ ).

**2.5 Pengolahan Data**

Data yang sudah diperoleh merupakan data geolistrik resistivitas berupa kuat arus listrik dan tegangan, yang nantinya dimasukkan kedalam persamaan resistivitas semu untuk memperoleh nilai resistivitas guna pendugaan bidang gelincir tanah longsor sebagai salah satu penyebab terjadinya longsor.

Pengolahan data menggunakan perangkat lunak Res2Dinv 3.58 untuk membuat hasil interpretasi 2D dan penampang 3D hasil pengukuran.

**2.6 Analisis dan Interpretasi Data**

Terdapat 3 lintasan dengan panjang tiap lintasan 120 m menggunakan 48 elektroda dengan jarak antar elektroda adalah 2,5 m. 3 lintasan dalam penelitian ini diasumsikan mewakili penampakan bawah permukaan tanah untuk menentukan bidang gelincir tanah longsor dan penyebab longsor di lokasi yang

terjadi di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Analisis 2D**

Analisis 2D dengan menggunakan perangkat lunak Res2Dinv 3.58 yang menampilkan penampang permukaan bawah tanah dan nilai resistivitas tanah. Dari nilai resistivitas tanah dapat diketahui jenis tanah yang berada dilokasi perolehan data dengan pemodelan hasil pengolahan data berwujud citra 2D.

**3.1.1 Identifikasi Batuan**

**a. Lintasan 1**

Hasil pengolahan data Lintasan 1 dapat dilihat pada Gambar 3(a), dengan hasil pengukuran mencapai kedalaman 24,9 m. Dari hasil pemodelan terlihat ada 3 jenis tanah dengan 3 variasi nilai resistivitas yaitu resistivitas rendah, sedang, dan tinggi. Jenis tanah pertama dengan resistivitas rendah pada kedalaman 4,97 – 13,1 m memiliki rentangan nilai resistivitas berkisar 3,51  $\Omega m$  - 22,1  $\Omega m$ . Jenis tanah ini diprediksi merupakan jenis tanah lempung (*clay*) dengan nilai resistivitas pada tabel nilai resistivitas adalah 1  $\Omega m$  – 100  $\Omega m$ .

Jenis tanah kedua dengan rentangan nilai resistivitas berkisar 55,5  $\Omega m$  - 139  $\Omega m$  dapat diasumsikan merupakan pasir (*sand*), dikarenakan rentangan nilai yang diperoleh berada pada rentangan pasir (*sand*) yaitu berkisar 1  $\Omega m$  - 1000  $\Omega m$  pada tabel nilai resistivitas.

Jenis tanah ketiga dengan rentangan nilai resistivitas berkisar 349  $\Omega m$  - 2198  $\Omega m$ , dapat diestiminasikan sebagai batu pasir (*sand stones*), dikarenakan rentangan nilai yang diperoleh berada pada rentangan batu pasir (*sand stones*) yang berkisar 200 m - 8000 m pada tabel nilai resistivitas.

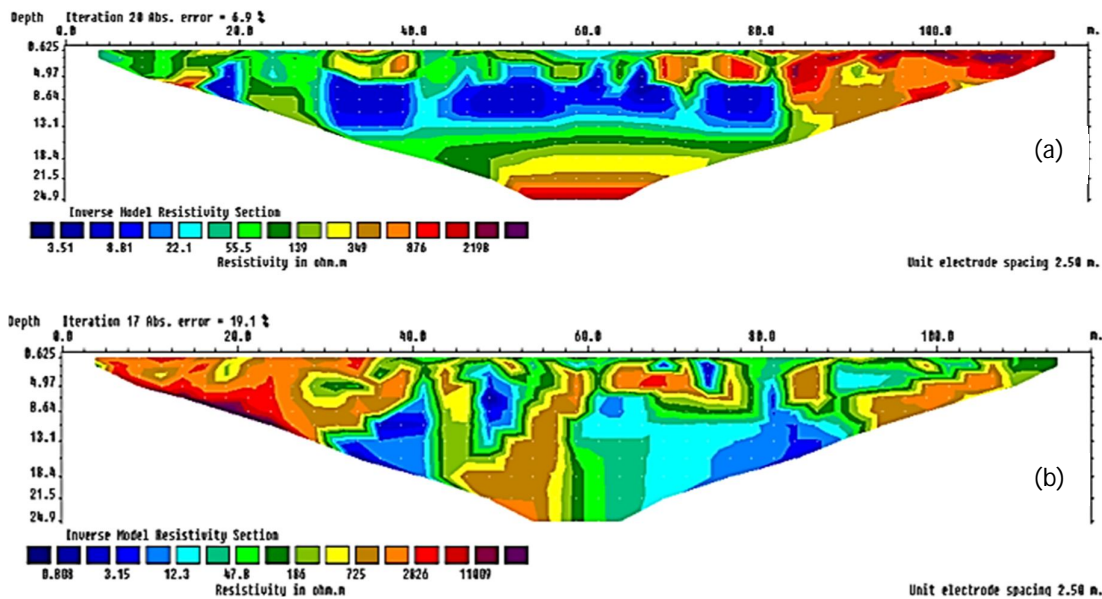
**b. Lintasan 2**

Hasil pengolahan data geolistrik Lintasan 2 dapat dilihat pada Gambar 3(b). Dari hasil pengamatan diperoleh kedalaman mencapai 24,9 m dari permukaan tanah. Dengan menghubungkan antara nilai resistivitas yang didapat dari pengolahan data maka dapat dilakukan identifikasi dengan membandingkan nilai resistivitas yang didapat dan referensi acuan tabel nilai resistivitas.

Pada lintasan ini, jenis tanah pertama dengan nilai resistivitas sebesar 0,808  $\Omega m$  - 12,3  $\Omega m$  diduga merupakan air tanah (*ground water*) yang memiliki nilai resistivitas 0,5  $\Omega m$  - 300  $\Omega m$ .

Kisaran nilai resistivitas yang kedua dengan nilai resistivitas mencapai 47,8  $\Omega m$  - 186  $\Omega m$  dapat diprediksi merupakan pasir (*sand*) yang tertera pada tabel resistivitas sebesar 1  $\Omega m$  - 1000  $\Omega m$ .

Perolehan nilai resistivitas yang ketiga menunjukkan kisaran 725  $\Omega m$  - 11009  $\Omega m$  yang merupakan jenis batuan basalt yang memiliki interval nilai resistivitas 200  $\Omega m$  - 100.000  $\Omega m$ , batuan granit yang memiliki rentangan nilai 200  $\Omega m$  - 100.000  $\Omega m$ , ataupun juga bisa diprediksi sebagai batuan kuarsa dengan rentangan nilai resistivitas 500  $\Omega m$  - 800.000  $\Omega m$ .



Gambar 3(a). Pemodelan pada lintasan 1 (b). Pemodelan pada lintasan 2

**c. Lintasan 3**

Hasil pengolahan data pada lintasan 3 dapat dilihat pada Gambar 4(a). Jika dibandingkan dengan lintasan 1, penampang bawah permukaan lintasan 3 memiliki material penyusun dengan nilai resistivitas yang mendekati nilai resistivitas bawah permukaan tanah lintasan 1. Hal ini dapat terjadi dikarenakan posisi lintasan 3 yang hampir sejajar dengan lintasan 1 berada pada kawasan yang sama. Oleh karena itu, jenis material penyusun lintasan 3 diduga sama dengan lintasan 1 dan dengan kedalaman yang diperoleh sama yaitu mencapai 24,9 m.

Jenis tanah pertama memiliki nilai resistivitas berkisar 4,92 Ωm - 34,9 Ωm. Jenis tanah ini diprediksi merupakan tanah lempung. Jenis tanah kedua memiliki rentangan nilai resistivitas sebesar 93,1 Ωm - 248 Ωm yang diduga merupakan pasir (*sand*) dan Jenis tanah yang ketiga memiliki nilai resistivitas berkisar 661 Ωm - 4696 Ωm dan jenis tanah ini dianalisis berdasarkan nilai resistivitas sebagai batu pasir (*sand stones*).

**3.1.2 Prediksi Bidang Gelincir Tanah Longsor**

**a. Lintasan 1**

Pada Lintasan 1, elektroda ke - 1 berada pada koordinat N 01°36'24.7", E 109° 32'10.2" sedangkan elektroda ke - 48 berada pada koordinat N 01°36'26.4", E 109°32'07.7".

Pada Gambar 4(b) memperlihatkan gambaran pada lintasan 1 yang sudah dimodelkan dengan gabungan topografi yang bertujuan untuk memperlihatkan bentuk permukaan lintasan sebenarnya.

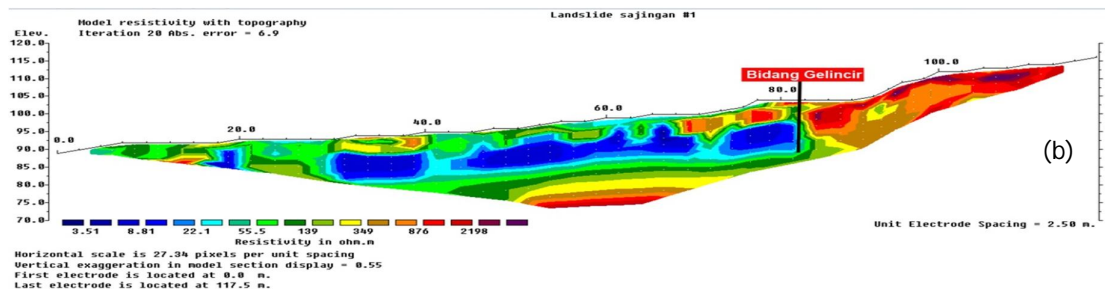
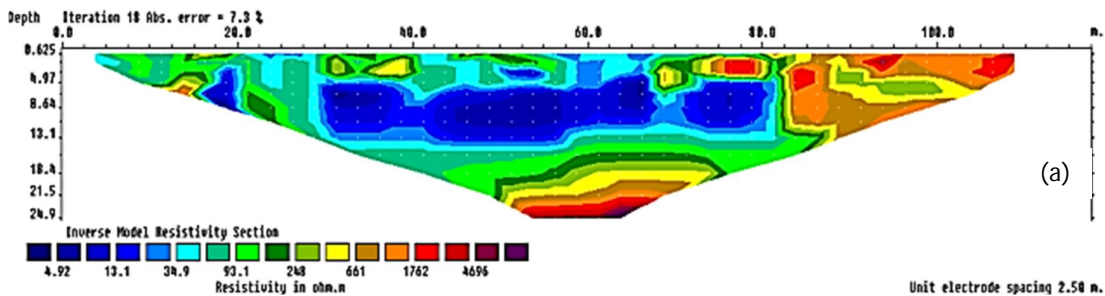
Tanah lempung yang diduga sebagai bidang gelincir pada lintasan ini ditandai oleh garis berwarna hitam dengan nilai resistivitas sebesar 3,51 Ωm - 22,1 Ωm. Apabila air yang meresap ke dalam tanah mencapai tanah lempung, maka air akan terakumulasi yang menyebabkan tanah ini menjadi licin. Tanah lempung merupakan tanah liat dengan sifat kedap air dan lunak sehingga apabila terjadi penambahan kadar air maka massa tanah yang berada diatas tanah lempung akan bertambah dan dengan kondisi geografis yang curam akan memudahkan terjadinya longsor.

**b. Lintasan 2**

Pengolahan data geolistrik Lintasan 2 dilakukan dengan elektroda ke - 1 berada pada titik koordinat N 01°36'27.4", E 109°32'08.8" dan elektroda ke - 48 berada pada titik koordinat 01°36'25.2", E 109°32'10.2".

Gambar 5(a) merupakan interpretasi data yang sudah diolah, dengan penambahan data topografi membuat lintasan ini hampir menyerupai kondisi lintasan pada saat proses pengambilan data di lapangan, dengan tingkat kesalahan 19,1 % yang masih bisa diterima.

Garis berwarna hitam menunjukkan air tanah yang berada pada permukaan tanah hingga kedalaman 24,9 m dibawah permukaan tanah dengan posisi yang tidak beraturan diprediksikan merupakan penyebab tanah longsor pada lintasan ini. Air tanah dengan nilai resistivitas 0,808 Ωm - 12,3 Ωm berada pada posisi terperangkap, sehingga menyebabkan naiknya tegangan geser tanah dan turunnya kekuatan geser tanah yang dapat menyebabkan gerakan tanah yang berakibat longsor.



Gambar 4(a). Pemodelan pada lintasan 3 (b). Pemodelan dengan topografi pada lintasan 1

**c. Lintasan 3**

Pada Lintasan 3, elektroda ke - 1 berada pada koordinat N 01°36'25.9", E 109° 32'07.8" sedangkan elektroda ke - 48 berada pada koordinat N 01°36'25.2", E 109°32'09.2".

Berdasarkan Gambar 5(b), memperlihatkan hasil pengolahan data pada lintasan 3, menunjukkan adanya bidang gelincir dengan kedalaman dan penyebab yang sama dengan pemodelan hasil pengolahan data pada lintasan 1. Hal ini dimungkinkan bahwa lintasan 1 dan lintasan 3 berada pada area yang sama, dan hampir sejajar.

Pendugaan bidang gelincir pada lintasan ini disebabkan oleh tanah lempung yang memiliki komposisi tanah liat yang mengandung air, ditunjukkan oleh garis berwarna hitam dengan kedalaman 13,1 m dan memiliki nilai resistivitas sebesar 4,92 Ωm - 34,9 Ωm. Dengan diduganya tanah lempung sebagai bidang gelincir pada lintasan ini, membuktikan bahwa penyebab dominan dari peristiwa longsor di daerah ini merupakan tanah lempung yang dipicu dengan adanya penambahan kadar air menyebabkan tanah yang mengalami pelapukan diatasnya akan bergerak menuruni tebing.

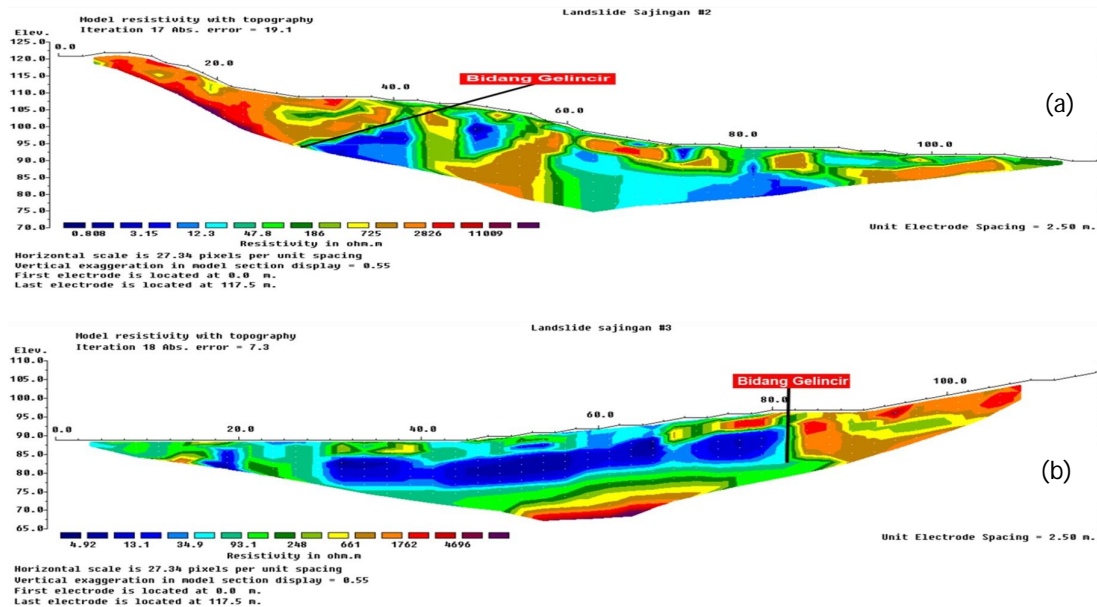
Dari hasil pemodelan yang sudah dianalisis dengan 3 lintasan yang berada pada lokasi longsor di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas, menunjukkan adanya bidang

gelincir tanah longsor yang menyebabkan terjadinya tanah longsor. Bidang gelincir tanah longsor dapat ditentukan dengan melihat adanya penurunan tanah yang terjadi pada lintasan yang menjadi perwakilan penampakan bawah permukaan tanah dan dapat terlihat juga dari ketidaksinambungan struktur tanah yang tidak terjadi longsor dengan struktur tanah yang sudah terjadi longsor.

**3.2 Analisis 3D**

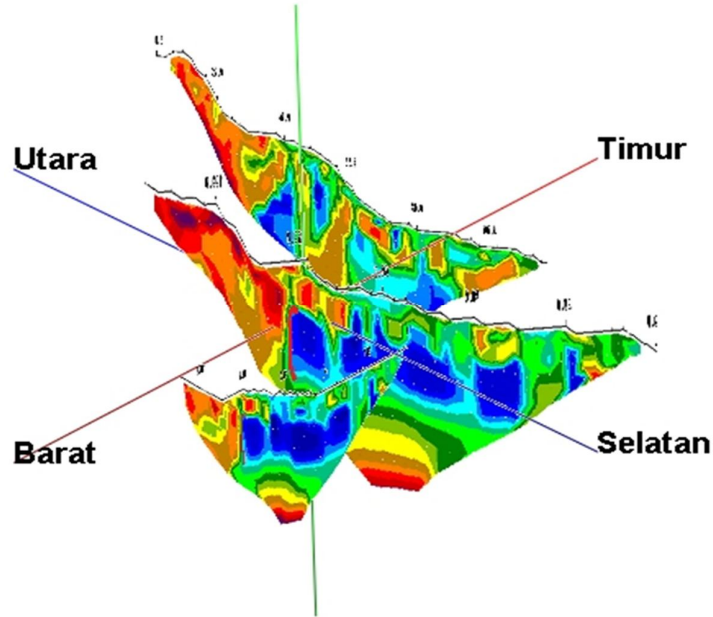
Gambar 6 memperlihatkan penampang 3D hasil pengukuran yang menunjukkan arah dan posisi setiap lintasan yang menjadi acuan untuk menentukan arah longsor yang terjadi.

Arah lintasan 1 berasal dari arah tenggara menuju kearah barat laut dengan posisi lintasan berada di antara lintasan 3 dan lintasan 2. Arah lintasan 2 berasal dari arah barat laut menuju kearah tenggara dengan posisi lintasan berada pada sebelah kanan lintasan 1 dan hampir sejajar dengan lintasan 1 sedangkan arah lintasan 3 berasal dari arah timur menuju kearah barat dengan posisi lintasan berada pada sebelah kiri lintasan 1 dan hampir tegak lurus dengan lintasan 1. Dari arah ketiga lintasan ini dapat diketahui bahwa arah dominan longsor yang terjadi berasal dari arah barat laut menuju ke arah tenggara.



Gambar 5(a). Pemodelan dengan topografi pada lintasan 2 (b). Pemodelan dengan topografi pada lintasan 3





Gambar 6. Penampang 3D hasil pengukuran

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data geolistrik dan hasil interpretasi, maka dapat disimpulkan bahwa:

Jenis material di lokasi terjadinya bencana tanah longsor di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas terdiri dari : lempung, pasir, batu pasir, basalt, granit, kuarsa, dan batu gamping. Jenis tanah yang menjadi bidang gelincir tanah longsor adalah Jenis tanah yang memiliki nilai resistivitas paling rendah yaitu tanah lempung yang terdiri dari tanah liat dan tanah yang mengandung air yang ditunjukkan oleh Lintasan 1 dan Lintasan 3 dengan kedalaman hingga 13,1  $\Omega$ m dari permukaan tanah. Adanya air tanah dengan formasi tidak beraturan yang terjebak ke dalam tanah dengan kedalaman hingga 24,9 m ditunjukkan oleh lintasan 2 yang menyebabkan tanah lempung mengandung air menjadi bidang gelincir tanah longsor.

#### Pustaka

Herlin, H.S., Budiman, A., "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, Vol. 1 No.1, Oktober 2012.

Jowandi, Supriyanto, dan Haryono, A., "Interpretasi Bawah Permukaan Zona Longsor Di Jalan Samarinda-Balikpapan Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger", Fisika Mulawarman, Vol. 7 No.1, Mei 2011.

Rahmawati, A., 2009, "Pendugaan Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus di Daerah Karangsambung dan Sekitarnya, Kabupaten Kebumen", Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Semarang, Semarang.

Reynolds, J.M., 1998, "An Introduction to Applied and Environmental Geophysics". New York: John Willey and Sons.

Panissod C, Benderitter MD, dan Tabbagh Y. 2001., "On the effectiveness of 2D electrical inversion results: An agricultur case study." *Geophysical Prospecting*. 49:570-576.

Wahyono, S. C., "Metode Tahanan Jenis 2D Untuk Identifikasi Potensi Daerah Rawan Longsor Di Gunung Kupang Banjarbaru", Jurnal Fisika FLUX, Vol. 8 No. 2, Agustus 2011 Hal : 95-103.

Telford, W. M, Geldard, L.P, Sherrif, R.E., dan Keys, D. A., 1990, "Applied Geophysics", Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne.