

INVESTIGASI BIDANG GELINCIR DI JORONG KOTO BARU NAGARI AIE DINGIN KABUPATEN SOLOK DENGAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI SCHLUMBERGER

Nurhidayati¹⁾, Akmam²⁾ dan Harman Amir²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP

yhathyfeetluck@gmail.com¹⁾, akmamdb@fmipa.unp.ac.id²⁾ dan harman_unp@yahoo.com³⁾

ABSTRACT

Investigation of landslide slip surface using geoelectrical resistivity method has been conducted at Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Solok. The aim of this research is to know the shape of slip surface, depth of slip surface, and angle of slip surface. Data were collected by Automatic Resistivity Multielectrode in 4 lines with Schlumberger configuration. Interpretation of data was done with Robust Constraint Inversion. The result of this research shows that slip surface is Translation slip. The estimation result showed that the subsurface lithology on four path consist of Alluvium and Sands, Sandstone, Clay, Limestone and Granite. The slip surface is a clay layer on four path with resistivity value range from 66.1-90.25 Ωm , 70.45-90.8 Ωm and 67.05-100 Ωm . Depth of slip surface for one and three section was found are of 7.05 meter, and for two section was found are of 4.14 meters. Angles of slip surface are 21.74°, 19.94°, 21.85°, 17.46° and 17.13°.

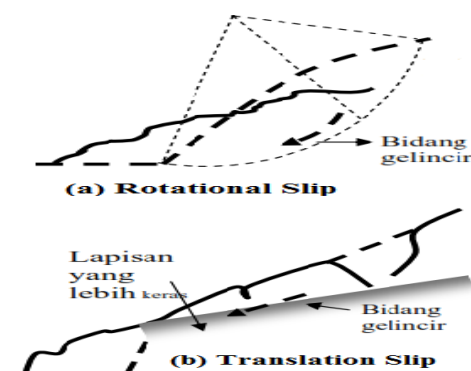
Keywords: Resistivity geoelectrical method, Schlumberger, Slip Surface, Translation Slip.

PENDAHULUAN

Kecamatan Lembah Gumanti merupakan daerah dengan tingkat kerentanan gerakan tanah yang tinggi dari 14 kecamatan yang ada di Kabupaten Solok. Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin merupakan salah satu daerah rawan longsor di Kecamatan Lembah Gumanti^[1]. Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin berada pada perbukitan dengan topografi yang tidak merata dan kondisi tanah kurang stabil sehingga pada musim penghujan sering terjadi bencana longsor. Longsor yang terjadi menimbulkan banyak kerugian dan korban jiwa. Pasca longsor daerah ini masih dihuni oleh banyak penduduk dan juga penduduk mendirikan bangunan disekitarnya yang dapat memberikan beban pada tanah. Penambahan beban pada tanah dapat memicu terjadinya longsor.

Bidang gelincir merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya longsor, oleh karena itu bidang gelincir merupakan suatu hal yang harus diketahui. Bidang gelincir adalah suatu bidang dimana material suatu longsor bergerak di atasnya atau merupakan batas antara massa material yang bergerak dan diam^[7]. Bidang gelincir terbentuk akibat penjuhan air yang terakumulasi dan bergerak lateral di atas permukaan lapisan tanah atau batuan yang sulit tertembus oleh air yang dinamakan lapisan kedap air. Batuan kedap air ini biasanya memiliki pori-pori relatif kecil dan memiliki nilai tahanan jenis yang tinggi. Secara Geolistrik, dalam menentukan struktur geser/bidang gelincir dari batuan gunung api dapat diketahui bahwa batuan ini memiliki nilai tahanan jenis 200-100 Ωm ^[3]. Jika air menembus sampai lapisan kedap air, maka permukaan batuan lapisan kedap air akan melapuk, sehingga menjadi licin. Lapisan yang licin inilah yang berperan sebagai

bidang gelincir^[2]. Bentuk bidang gelincir ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Bidang Gelincir^[4].

Gambar 1 menunjukkan bahwa bidang gelincir terdiri dari dua bentuk, yaitu (a) bidang gelincir rotasi (*Rotational slip*) dan (b) bidang gelincir translasi (*Trasnlation slip*). Bidang gelincir rotasi (*Rotational slip*) adalah bentuk bidang gelincir yang mendekati busur lingkaran yang bersifat memutar. Bidang gelincir rotasi mempunyai bidang yang melengkung ke atas, biasanya terdapat pada daerah yang terdiri dari lapisan yang lapuk. Lapisan batuan lapuk akan bergerak dalam bentuk busur lingkaran sebagai material longsor^[4]. Bidang gelincir translasi (*Trasnlation slip*) adalah bentuk bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan permukaan tanah. Bentuk bidang gelincir menentukan jenis longsor yang terjadi.

Bidang gelincir biasanya ditandai dengan kontras resistivitas antar dua lapisan batuan yang saling berdekatan. Bila resistivitas lapisan atasnya jauh lebih rendah dari resistivitas lapisan bawah

maka sangat memungkinkan terjadi longsor [13]. Penyebab utama longsor dapat disebabkan oleh kemiringan lereng. Kemiringan lereng sangat erat kaitannya dengan gaya geser dan gaya gravitasi sepanjang lereng. Peluang terjadi longsor pada daerah lereng yang curam akan lebih besar dibandingkan dengan daerah yang lerengnya landai. Terdapat 7 klasifikasi kemiringan lereng, yaitu 0° – 2° kemiringan lereng datar, 2° – 4° kemiringan lereng landai, 4° – 8° kemiringan lereng miring, 8° – 16° kemiringan lereng agak curam, 16° – 35° kemiringan lereng curam, 35° – 55° kemiringan lereng sangat curam, dan $>55^{\circ}$ kemiringan lereng terjal [5]. Semakin curam lereng akan semakin besar gaya penggerak massa tanah/batuan penyusun lereng [14]. Lereng yang semakin curam menyebabkan volume dan kecepatan aliran longsor akan semakin besar.

Kedalaman bidang gelincir merupakan batas antara massa yang bergerak dengan massa yang diam dari permukaan tanah sangat penting bagi deskripsi longsor. Terdapat 4 (empat) kelas kedalaman bidang gelincir, yaitu sangat dangkal (<1.5 m), dangkal (1.5 s.d. 5 m), dalam (5 s.d. 20 m) dan sangat dalam (>20 m) [7]. Kedalaman dan besar sudut kemiringan bidang gelincir penting untuk diketahui. Kedalaman suatu bidang gelincir berguna untuk mengetahui seberapa besar resiko longsor yang terjadi. Semakin dalam bidang gelincir, volume longsor akan semakin besar. Sebaliknya, semakin dangkal bidang gelincir, volume longsor semakin kecil. Sudut kemiringan bidang gelincir yang besar akan mempercepat terjadinya longsor dan sudut kemiringan bidang gelincir yang kecil dapat mengurangi kecepatan longsor.

Bentuk bidang gelincir, kedalaman bidang gelincir dan besar sudut kemiringan bidang gelincir belum diketahui. Metode Geolistrik Tahanan Jenis merupakan salah satu metode Geofisika yang memanfaatkan sifat resistivitas tanah untuk mempelajari keadaan bawah permukaan bumi seperti bidang gelincir. Metode Geolistrik Tahanan Jenis ini bersifat tidak merusak lingkungan, biaya penggunaan relatif murah dan mampu mendeteksi perlapisan tanah sampai kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah [2]. Tahanan jenis suatu benda bergantung pada kuat arus listrik yang mengalir pada suatu bahan. Semakin besar tahanan jenis suatu bahan, maka arus listrik akan semakin sulit mengalir. Sebaliknya, semakin kecil nilai tahanan jenis suatu bahan, maka arus listrik semakin mudah untuk mengalir. Hal ini juga sesuai dengan prinsip konduktivitas (daya hantar listrik) suatu bahan. Bahan yang memiliki tahanan jenis besar akan memiliki nilai konduktivitas yang kecil dan sebaliknya. Tahanan jenis yang dimiliki setiap batuan berbeda-beda.

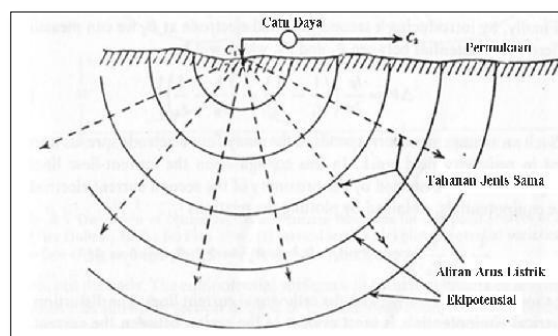
Tahanan jenis dari batuan di bawah permukaan bumi dipelajari dengan mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus. Beda potensial yang dihasilkan diukur melalui dua buah

elektroda lainnya [8]. Berdasarkan hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik dapat dihitung variasi harga tahanan jenis pada lapisan permukaan bumi di bawah titik ukur (*Sounding point*). Variasi nilai tahanan jenis material bumi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Nilai Tahanan Jenis Material Bumi [9]

Materials	Resistivity range (Ωm)
Granite	$3 \times 10^2 - 10^6$
Consolidated shales (serpihan gabungan)	$20 - 2 \times 10^3$
Argillites	$10 - 8 \times 10^2$
Konglomerat	$2 \times 10^3 - 10^4$
Batu pasir (Sandstone)	$1 - 6,4 \times 10^8$
Batu gamping (Limestone)	$50 - 10^7$
Dolomite	$3,5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Unconsolidated wet clay (lempung basah tidak bergabung)	20
Marls	3 – 70
Lempung (Clay)	1 – 100
Alluvium dan pasir	10 – 800
Oil sands	4 - 800
Lavas	$10^2 - 5 \times 10^4$
Gabbro	$10^3 - 10^6$
Basalt	$10 - 1,3 \times 10^7$ (kering)

Bumi diasumsikan sebagai medium homogen isotropis. Ketika arus dialirkan dalam bumi, arus listrik akan mengalir ke segala arah, tetapi arus listrik tidak mengalir ke udara karena udara memiliki nilai tahanan jenis yang sangat besar. Arus mengalir secara radial dipermukaan bumi, sehingga membentuk ruang equipotensial bola. Aliran arus di dalam bumi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Titik Sumber Arus pada Permukaan Medium Homogen [9].

Tahanan jenis bumi secara umum tidaklah homogen, berarti nilai tahanan jenis yang terhitung adalah tahanan jenis semu (*apparent resistivity*). Secara teoritis tahanan jenis yang terukur pada metode geolistrik bukanlah tahanan jenis yang sesungguhnya, melainkan tahanan jenis semu [8]. Hal

ini disebabkan karena bumi merupakan medium non homogen yang terdiri dari banyak lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi potensial listrik yang terukur. Nilai tahanan jenis semu dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

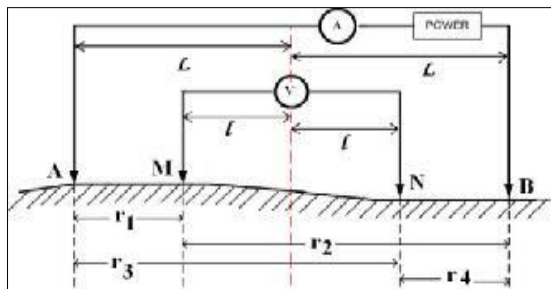
dimana

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

Berdasarkan Persamaan (1) dapat disimpulkan bahwa tahanan jenis semu dihasilkan dari perbedaan potensial akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. ρ_a merupakan tahanan jenis semu, I adalah kuat arus listrik, ΔV adalah beda potensial (tegangan listrik) dan K adalah faktor Geometri yang bergantung pada konfigurasi elektroda.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bentuk, kedalaman dan besar sudut kemiringan bidang gelincir. Konfigurasi yang cocok digunakan harus mempunyai penetrasi arus yang dalam dan memiliki ketelitian vertikal yang baik. Konfigurasi *Schlumberger* memiliki keunggulan diantaranya memiliki penetrasi arus cukup dalam yaitu 1/5 dari jarak spasi elektroda arus yang digunakan [10]. Kedalaman penetrasi arus *Schlumberger* lebih besar dari penetrasi arus konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi *Schlumberger* lebih baik untuk mendapatkan ketelitian vertikal dibandingkan konfigurasi *Dipole-dipole*, walaupun kemampuan penetrasi arusnya sama. Jadi dapat disimpulkan bahwa konfigurasi *Schlumberger* cocok digunakan untuk menentukan bentuk, kedalaman dan besar sudut kemiringan bidang gelincir.

Konfigurasi *Schlumberger* menggunakan empat buah elektroda dengan dua buah elektroda potensial dan dua buah elektroda arus yang disusun dalam satu garis lurus dengan susunan jarak elektroda potensial lebih kecil daripada jarak elektroda arus. Susunan elektroda konfigurasi *Schlumberger* terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan Elektroda Konfigurasi *Schlumberger* [11].

Gambar 3 memperlihatkan bahwa elektroda M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan elektroda A dan B digunakan sebagai elektroda arus dengan jarak pada masing-masing elektroda, yaitu:

$$r_1 = (L-l)$$

$$r_2 = (L+l)$$

$$r_3 = (L+l)$$

$$r_4 = (L-l)$$

dengan:

$$L = AB/2 \text{ dan } l = MN/2$$

Jarak masing-masing elektroda di atas disubstitusikan ke Persamaan (2) sehingga diperoleh harga K untuk konfigurasi *Schlumberger* adalah:

$$K = \frac{\pi(L^2-l^2)}{2l} \quad (3)$$

Berdasarkan harga K yang diperoleh maka harga tahanan jenis semu (*apparent resistivity*) untuk konfigurasi *Schlumberger* dapat dihitung dengan Persamaan (4).

$$\rho_a = \frac{\pi(L^2-l^2) \Delta V}{2l I} \quad (4)$$

dimana ρ_a adalah tahanan jenis semu (Ωm), L adalah jarak elektroda arus $AB/2$ (m), l adalah jarak elektroda potensial $MN/2$ (m), ΔV adalah beda potensial (mV) dan I adalah kuat arus listrik (mA). Penetrasi arus yang dimiliki oleh konfigurasi *Schlumberger* bergantung pada jarak elektroda arus yang digunakan, semakin besar jarak elektroda arus yang digunakan semakin dalam penetrasi arus yang bisa dihitung.

Nilai tahanan jenis semu yang didapat pada saat pengukuran diinterpretasikan dengan menggunakan metode inversi *Robust Constraint*. Inversi *Robust 2D* merupakan metode inversi yang digunakan jika *error* dan distribusi data tidak normal serta terdapat titik *point* data yang tajam. Interpretasi data menggunakan metode inversi *Robust* terbagi atas 2 yaitu *Robust Constraint* dan *Standart Constraint*. *Constraint* merupakan batasan yang diberikan sebagai informasi tambahan bagi solusi atau model hasil inversi [15]. Batasan tersebut dapat berupa interval atau nilai minimum dan maksimum dari data geofisika untuk menentukan model awal hasil inversi.

Inversi *Robust 2D* secara teoritis memiliki keuntungan yaitu inversi *Robust 2D* memberikan hasil yang optimal dalam menggambarkan model resistiviti pada daerah yang memiliki batas lapisan yang tajam, dengan hasil gambaran geologi bawah permukaan lebih halus dibandingkan metode inversi *Least Square* [12]. Persamaan inversi *Robust* dapat dilihat pada Persamaan (5).

$$(J^T J + \lambda F_R) \Delta q = J^T R_d g - \lambda F_R q \quad (5)$$

dimana R_d adalah matriks pembobot untuk mempertajam batasan antar lapisan, J merupakan matrik Jacobian dari turunan parsial, λ adalah faktor damping, Δq adalah vektor perubahan parameter model dan g vektor *discrepancy*. Vektor *discrepancy* g merupakan perbedaan antara nilai-nilai tahanan jenis yang diukur dan yang dihitung. Besarnya vektor ini sering diberikan sebagai nilai RMS (*root mean-square*). Vektor perturbasi Δq adalah perubahan nilai resistivitas model yang dihitung.

Inversi *Robust Constraint* dapat membatasi dan meminimalkan perubahan mutlak pada nilai tahanan jenis dan dapat meminimalkan efek *outlier* dalam data pada model inversi. Pengurangan efek *outlier* akan mempertajam pencitraan data dan memudahkan dalam interpretasi data. Penggunaan nilai *constraint* yang mendekati nol pada inversi suatu data juga akan mengurangi efek *outlier* pada pengolahan data. Inversi *constraint* menghasilkan model antar muka yang tajam antara daerah yang berbeda dengan nilai tahanan jenis yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat survei deskriptif yang dilakukan di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Solok. Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan, pengambilan data dilakukan menggunakan *ARES Multielectrode* sebagai instrumen utama. Terdapat empat jenis variabel yang diamati dalam penelitian ini, yaitu variabel yang diukur, variabel yang dihitung, variabel yang diinterpretasi dan variabel yang diestimasi. Variabel yang diukur yaitu kuat arus listrik (I), beda potensial (V) dan spasi elektroda. Variabel yang dihitung pada penelitian ini adalah tahanan jenis semu (ρ_a) batuan. Variabel yang diinterpretasikan yaitu nilai tahanan jenis (ρ) sesungguhnya dan kedalaman. Variabel yang diestimasi yaitu bentuk bidang gelincir, kedalaman bidang gelincir, dan sudut kemiringan bidang gelincir.

Proses penelitian ini dibagi kedalam beberapa tahap, yaitu:

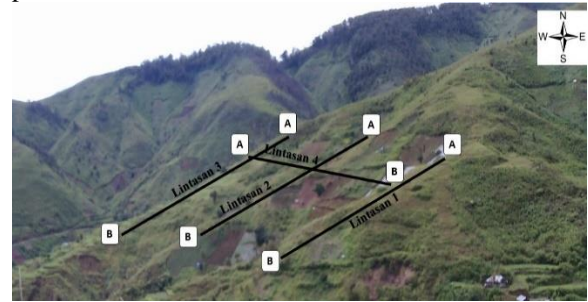
1. Tahap Persiapan

Survei ke daerah pengukuran atau lokasi pengambilan data untuk menentukan lintasan pengukuran dan mengetahui kondisi geologi daerah pengukuran. Tahap ini penulis juga mempersiapkan semua peralatan yang dibutuhkan pada saat pengukuran nantinya.

2. Tahap Perencanaan

Desain pengukuran yang dilakukan terdiri dari 4 lintasan. Kondisi geografis dan medan lokasi pengukuran perlu diperhatikan pada saat merancang desain

pengukuran. Desain lintasan pengukuran terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Lintasan Pengukuran di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Solok.

Lintasan 1, Lintasan 2, Lintasan 3 didesain memanjang ke bawah, yaitu dari puncak lereng ke bawah lereng. Lintasan 4 didesain melintang dengan lereng. A merupakan titik nol Lintasan pengukuran. B merupakan titik akhir pengukuran. Koordinat lintasan terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Koordinat Lintasan Pengukuran

Lintasan	Koordinat
1	01°11'24.0" LS dan 100°48'53.2" BT - 01°11'14.9" LS dan 100°48'53.2" BT
2	01°11'25.6" LS dan 100°48'52.9" BT - 01°11'20.7" LS dan 100°49'00.6" BT
3	01°11'28.4" LS dan 100°48'59.5" BT - 01°11'21.9" LS dan 100°49'05.8" BT
4	01°11'20.7" LS dan 100°48'54.1" BT - 01°11'27.9" LS dan 100°45'00.7" BT

3. Tahap Pelaksanaan

Melakukan pengukuran dan pengambilan data sesuai dengan desain pengukuran yang telah dibuat. Alat yang digunakan untuk pengambilan data yaitu *ARES Multielectrode*. Metode pengukuran yang digunakan pada saat pengambilan data adalah metode Geolistrik Tahanan Jenis.

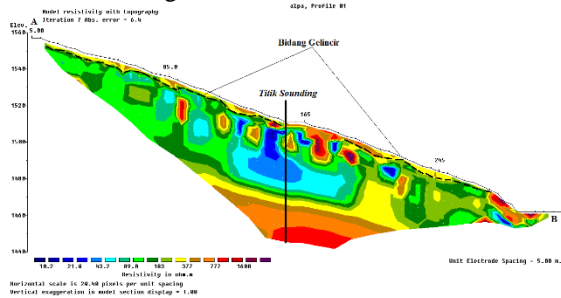
Data yang diperoleh pada saat pengukuran terdiri dari beda potensial (V) dan kuat arus listrik (I), tahanan jenis semu (ρ_a), spasi elektroda dan standar deviasi (*set-dev*). Data yang didapatkan ini dianalisis menggunakan Persamaan (4) sehingga didapatkan nilai tahanan jenis semu. Nilai tahanan jenis semu yang didapatkan diinterpretasikan dengan metode inversi *Robust Constraint* pada Persamaan (5). Hasil interpretasi data berupa penampang 2D Daerah Jorong Koto Baru. Nilai tahanan jenis yang sebenarnya dan kedalaman dapat diketahui berdasarkan penampang 2D. Nilai tahanan jenis yang diperoleh diestimasi dengan cara membandingkan nilai tahanan jenis sebenarnya dengan geologi Daerah Jorong Koto Baru dan tabel tahanan jenis. Hasil akhir dari penelitian ini diketahui bentuk bidang gelincir, kedalaman bidang gelincir dan sudut kemiringan bidang gelincir.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Lintasan 1

Pengukuran Lintasan 1 dimulai dari puncak bukit sebelah selatan dengan koordinat $01^{\circ}11'24.0''$ LS dan $100^{\circ}48'53.2''$ BT menuju ke arah utara dengan koordinat $01^{\circ}11'14.9''$ LS dan $100^{\circ}48'53.2''$ BT. Titik sounding Lintasan 1 pada koordinat $00^{\circ}11'19.4''$ LS dan $100^{\circ}48'53.5''$ BT. Gambar 5 menunjukkan penampang 2D hasil pengolahan data Lintasan 1 dengan inversi *Robust Constrain* 0.001.



Gambar 5. Penampang Model 2D Lintasan 1 dengan Topografi

Gambar 5 menunjukkan penampang 2D bawah permukaan sepanjang Lintasan 1 dengan ketinggian berkisar antara 1462–1558 mdpl. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi yaitu 65.6 m. Distribusi nilai tahanan jenis Lintasan 1 berkisar antara 7.58–3292 Ωm dengan persentase kesalahan (*error*) yang diperoleh pada iterasi ke 7 sebesar 6.4 %.

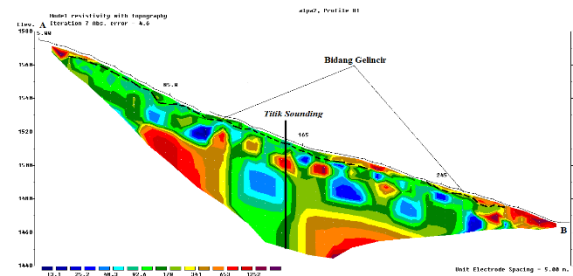
Berdasarkan nilai tahanan jenis penampang model 2D maka dapat diketahui bidang gelincir pada Lintasan 1. Bidang gelincir ditandai dengan lapisan yang memiliki kontras nilai tahanan jenis. Garis hitam putus-putus menunjukkan bidang gelincir yang memicu terjadinya longsor yang ditandai dengan lapisan berwarna hijau, rentangan nilai tahanan jenis lapisan ini 66.1–90.25 Ωm yang diidentifikasi sebagai *Clay*.

Bentuk bidang gelincir Lintasan 1 adalah *Translation Slip*, yaitu bidang gelincir yang sejajar dengan muka tanah. Lintasan 1 terlihat adanya 2 penampang bidang gelincir pada ketinggian 1508–1558 mdpl dan 1472–1501 mdpl dengan besar sudut kemiringan bidang gelincirnya yaitu 21.74° dan 19.94° . Besar sudut kemiringan lereng yang mewakili Lintasan 1 adalah 20.83° dengan kedalaman bidang gelincirnya 7.05 m.

Lintasan 2

Pengukuran Lintasan 2 dimulai dari puncak bukit sebelah selatan dengan koordinat $01^{\circ}11'25.6''$ LS dan $100^{\circ}48'52.9''$ BT menuju ke arah utara dengan koordinat $01^{\circ}11'20.7''$ LS dan $100^{\circ}49'00.6''$ BT. Titik sounding Lintasan 2 pada koordinat

$00^{\circ}11'22.7''$ LS dan $100^{\circ}48'56.2''$ BT. Penampang 2D hasil pengolahan data Lintasan 2 dengan inversi *Robust Constrain* 0.001 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Penampang Model 2D Lintasan 2 dengan Topografi

Gambar 6 dapat dilihat penampang 2D permukaan bumi lintasan pengukuran 2 dengan ketinggian berkisar antara 1466–1577 mdpl. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi yaitu 65.6 m. Distribusi nilai tahanan jenis Lintasan 2 berkisar antara 9.7–2612 Ωm dengan persentase kesalahan (*error*) yang diperoleh pada iterasi ke 7 sebesar 4.6 %.

Berdasarkan nilai tahanan jenis penampang model 2D maka dapat diketahui bidang gelincir pada Lintasan 2. Bidang gelincir ditandai dengan lapisan yang memiliki kontras nilai tahanan jenis. Garis hitam putus-putus menunjukkan bidang gelincir yang memicu terjadinya longsor yang ditandai dengan lapisan berwarna hijau, rentangan nilai tahanan jenis lapisan ini 70.45–90.8 Ωm yang diidentifikasi sebagai *Clay*.

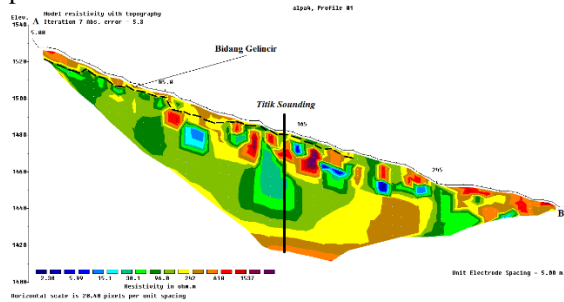
Bentuk bidang gelincir Lintasan 2 adalah *Translation Slip*, yaitu bidang gelincir yang sejajar dengan muka tanah. Lintasan 2 terlihat adanya 2 penampang bidang gelincir pada ketinggian 1498–1565 mdpl dan 1475–1490 mdpl dengan besar sudut kemiringan bidang gelincirnya yaitu 21.85° dan 17.46° . Kedalaman bidang gelincirnya 4.14 m. Besar sudut kemiringan lereng yang mewakili Lintasan 2 adalah 30° .

Lintasan 3

Pengukuran Lintasan 3 dimulai dari puncak bukit sebelah selatan dengan koordinat $01^{\circ}11'28.4''$ LS dan $100^{\circ}48'59.5''$ BT menuju ke arah utara dengan koordinat $01^{\circ}11'21.9''$ LS dan $100^{\circ}49'05.8''$ BT. Titik sounding Lintasan 3 pada koordinat $00^{\circ}11'25.6''$ LS dan $100^{\circ}49'03.0''$ BT.

Berdasarkan nilai tahanan jenis penampang model 2D maka dapat diketahui bidang gelincir pada Lintasan 3. Bidang gelincir ditandai dengan lapisan yang memiliki kontras nilai tahanan jenis. Garis hitam putus-putus menunjukkan bidang gelincir yang memicu terjadinya longsor yang ditandai dengan lapisan berwarna hijau, rentangan nilai tahanan jenis lapisan ini 67.05–100 Ωm yang diidentifikasi sebagai *Clay*. Hasil pengolahan data Lintasan 3

dengan inversi *Robust Constrain* 0.001 dapat dilihat pada Gambar 7.



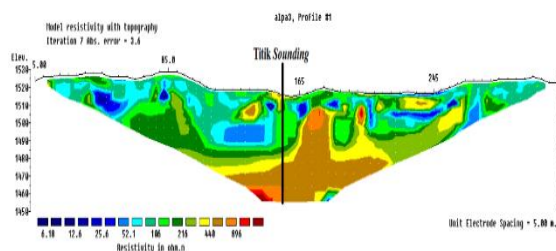
Gambar 7. Penampang Model 2D Lintasan 3 dengan Topografi

Gambar 7 menunjukkan penampang 2D permukaan bumi lintasan pengukuran 3 dengan ketinggian berkisar antara 1447–1535 mdpl. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi yaitu 65.6 m. Distribusi nilai tahanan jenis Lintasan 3 berkisar antara 21.8–2662 Ωm dengan persentase kesalahan (*error*) yang diperoleh pada iterasi ke 7 sebesar 5.3 %.

Bentuk bidang gelincir Lintasan 3 adalah *Translation Slip*, yaitu bidang gelincir yang sejajar dengan muka tanah. Lintasan 3 terlihat adanya 1 penampang bidang gelincir pada ketinggian 1468–1521 mdpl dengan besar sudut kemiringan bidang gelincirnya yaitu 17.13° . Besar sudut kemiringan lereng yang mewakili Lintasan 3 adalah 36.87° dengan kedalaman bidang gelincir 7.05 m.

Lintasan 4

Pengukuran Lintasan 4 dimulai dari puncak sebelah timur dengan koordinat $01^\circ 11' 20.7''$ LS dan $100^\circ 48' 54.1''$ BT menuju ke arah barat dengan koordinat $01^\circ 11' 27.9''$ LS dan $100^\circ 45' 00.7''$ BT. Titik sounding Lintasan 4 pada koordinat $00^\circ 11' 24.9''$ LS dan $100^\circ 49' 56.8''$ BT. Penampang 2D hasil pengolahan data Lintasan 1 dengan inversi *Robust Constrain* 0.001 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Penampang Model 2D Lintasan 4 dengan Topografi

Gambar 8 dapat dilihat penampang model 2D permukaan bumi lintasan pengukuran 4 dengan ketinggian berkisar antara 1517–1529 mdpl. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi yaitu 65.6 m. Distribusi nilai tahanan jenis Lintasan 4 berkisar antara 4.6–1824 Ωm dengan persentase

kesalahan (*error*) yang diperoleh pada iterasi ke 7 sebesar 3.6 %.

Berdasarkan nilai tahanan jenis penampang 2D Lintasan 4 maka dapat diketahui bahwa pada lintasan 4 tidak terdapat bidang gelincir. Hal ini sesuai dengan cara pengambilan data dilapangan. Bentuk Lintasan 4 dibuat melintang dengan lereng, sehingga penampang yang dihasilkan memiliki ketinggian yang hampir sama.

2. Pembahasan

Penelitian telah dilakukan di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Solok. Interpretasi data menggunakan inversi *Robust Constrain* 0.001 dengan bantuan *software Res2Dinv* diperoleh suatu model penampang 2D bawah permukaan bumi. Hasil analisa dan interpretasi data dari penampang 2D tersebut dapat diketahui bahwa batuan penyusun daerah penelitian yaitu *Alluvium and Sands, Sandstone, Clay, Limestone* dan *Granite*. Batuan yang didapat dari hasil penelitian sesuai dengan Geologi daerah penelitian.

Bidang gelincir merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya longsor. Bidang gelincir ditemukan di pada Lintasan 1, 2 dan 3. Secara teoritis bidang gelincir terletak di antara dua lapisan yang memiliki kontras nilai tahanan jenis [6]. Bentuk bidang gelincir yang ditemukan pada daerah penelitian secara umum merupakan bentuk bidang gelincir yang hampir lurus dan sejajar dengan permukaan tanah. Bentuk bidang gelincir ini disebut *Translation Slip*. Bidang gelincir *Translation Slip* ditandai dengan adanya lapisan agak keras yang sejajar dengan muka lereng [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bidang gelincir yang ada pada Lintasan 1, 2 dan 3 terdapat lapisan yang agak keras dan sejajar dengan muka lereng, yaitu lapisan batuan *Clay*. *Clay* terdapat diantara dua lapisan yang memiliki kontras nilai tahanan jenis, yaitu antara lapisan *Sandstone* dan lapisan *Granite*.

Lapisan batuan yang berperan sebagai bidang gelincir pada lokasi penelitian adalah *Clay*. *Clay* pada Lintasan 1, 2 dan 3 memiliki rentangan nilai tahanan jenis 66.1–90.25 Ωm , 70.45–90.8 Ωm dan 67.05–100 Ωm . Berdasarkan Tabel variasi nilai tahanan jenis [9], *Clay* memiliki rentangan nilai tahanan jenis 1–100 Ωm , sehingga lapisan yang berwarna hijau pada Lintasan 1, 2 dan 3 ditafsirkan sebagai *Clay*. *Clay* memiliki nilai tahanan jenis yang cukup besar dan kedap air. Secara teoritis lapisan yang kedap air memiliki nilai tahanan jenis yang cukup besar. Tahanan jenis suatu batuan tergantung pada porositas batuan serta jenis fluida pengisi pori-pori batuan tersebut. Batuan yang bersifat *porous* yang berisi air lebih konduktif dan memiliki nilai tahanan jenis yang rendah.

Secara geolistrik karakteristik bidang gelincir ditandai dengan kecenderungan adanya kontras

tahanan jenis yang cukup besar di antara lapisan batuan penyusun pada lereng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya kontras tahanan jenis yang cukup besar di antara lapisan penyusunnya yaitu ditandai dengan lapisan batuan *Sandstone* yang menumpang pada lapisan batuan *Clay*. *Clay* yang menjadi bidang gelincir disebut juga dengan lempung memiliki porositas dan permeabilitas yang lebih besar dari pada *Sandstone*. *Clay* mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menyimpan air tetapi tidak meloloskan air, sehingga apabila air sampai pada lapisan *Clay* air akan terakumulasi pada batuan tersebut yang menjadikan batuan tersebut licin.

Licinnya permukaan lapisan kedap air menyebabkan berkurangnya gaya gesek dan sangat memungkinkan terjadinya longsor. Lapisan batuan *Sandstone* bersifat basah, memiliki porositas dan permeabilitas yang lebih kecil dan mampu menyimpan dan meloloskan air, sehingga lapisan ini memiliki nilai tahanan jenis yang lebih rendah. Apabila terjadi hujan, selain meloloskan air ke permukaan *Clay*, *Sandstone* juga menyimpan air yang menyebabkan bertambahnya beban batuan tersebut, sehingga menambah gaya pendorong (tegangan geser) batuan tersebut.

Lapisan *Clay* yang licin akan berperan sebagai bidang tempat Bergeraknya material pelapukan yang berada di atasnya maupun di bawahnya baik ke bawah maupun keluar lereng. Material yang bergerak di atas dan di bawah bidang gelincir inilah yang disebut sebagai material longsor. Bidang licin tempat Bergeraknya material longsor ini disebut dengan bidang gelincir. Secara teoritis batas antara massa material yang bergerak dan diam disebut bidang gelincir^[7]. Jadi bidang gelincir adalah suatu bidang praduga tempat Bergeraknya material yang mengalami longsor.

Lintasan 1 terdapat 2 penampang bidang gelincir yang terletak pada kedalaman 7.05 m. Lintasan 2 terdapat 2 penampang bidang gelincir yang terletak pada kedalaman 4.14 m, sedangkan Lintasan 3 terdapat 1 penampang bidang gelincir yang terletak pada kedalaman 7.05 m. Lintasan 4 merupakan lintasan yang dibuat melintang pada saat pengukuran. Secara teoritis menyatakan bahwa bidang gelincir dangkal terdapat pada kedalaman 1.5 s.d 5 m dan bidang gelincir dalam terdapat pada kedalaman antara 5 s.d 20 m^[7]. Lintasan 1 dan 3 termasuk kedalam bidang gelincir dalam, sedangkan Lintasan 2 merupakan bidang gelincir dangkal. Semakin dalam bidang gelincir, tingkat bahaya longsor akan semakin besar. Sebaliknya, semakin dangkal bidang gelincir, maka tingkat bahaya longsor semakin kecil.

Faktor lain yang mempengaruhi tingkat bahaya longsor adalah sudut kemiringan lereng daerah penelitian. Sudut kemiringan lereng yang mewakili Lintasan 1 adalah 21.74° dan 19.94° dengan sudut kemiringan bidang gelincir yang berpotensi longsor adalah 23.58°. Sudut kemiringan lereng yang

mewakili Lintasan 2 adalah 30° dengan sudut kemiringan bidang gelincir adalah 21.83° dan 17.46°. Sudut kemiringan lereng yang mewakili Lintasan 3 adalah 36.87° dengan sudut kemiringan bidang gelincir yang berpotensi longsor adalah 17.13°.

Kemiringan lereng sangat berpengaruh terhadap longsor, dimana semakin curam suatu lereng, semakin besar dan semakin cepat longsor terjadi. Sebaliknya, semakin landai suatu lereng, semakin kecil dan semakin lambat longsor terjadi. Secara teoritis longsor akan mudah terjadi apabila dipicu oleh bidang yang cukup terjal atau curam^[13]. Sudut kemiringan lereng 16°-35° termasuk kedalam kemiringan lereng curam^[5]. Sudut kemiringan lereng yang mewakili setiap lintasan diklasifikasikan ke dalam kemiringan lereng curam, sehingga setiap lintasan pengukuran berpotensi terhadap longsor.

Berdasarkan kedalaman, sudut kemiringan lereng dan sudut kemiringan bidang gelincir dapat diketahui bahwa setiap lintasan berpotensi terhadap bahaya longsor. Lintasan 1 dan 3 memiliki sudut kemiringan curam dan merupakan bidang gelincir dalam, sedangkan Lintasan 2 memiliki sudut kemiringan curam dan merupakan bidang gelincir dangkal. Secara keseluruhan lintasan memiliki Potensi bahaya longsor yang sangat tinggi. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa daerah Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin memiliki lereng yang curam dengan tingkat bahaya longsor tinggi.

Berdasarkan keberadaan bidang gelincir yang ditemukan pada setiap lintasan pengukuran, maka dapat diketahui bahwa bidang gelincir merupakan salah satu indikator pemicu terjadinya longsor di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin. Tempat Bergeraknya material longsor melalui suatu bidang disebut bidang gelincir. Oleh sebab itu perlu adanya tindakan mitigasi awal untuk menghindari terjadinya gerakan tanah pemicu terjadinya bencana longsor.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian menggunakan metode Geolistrik Tahanan Jenis konfigurasi *Schlumberger* di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa bentuk bidang gelincir pemicu terjadinya tanah longsor di daerah tersebut berupa *Translation Slip*. Bidang gelincir Lintasan 1 dan 3 terdapat pada kedalaman 7.05 m. Bidang gelincir Lintasan 2 terdapat pada kedalaman 4.14 m. Lintasan 1 dan 3 termasuk kedalam bidang gelincir dalam dan Lintasan 2 termasuk kedalam bidang gelincir dangkal. Bidang gelincir Lintasan 1 memiliki sudut kemiringan bidang gelincir yang berpotensi longsor adalah 21.74° dan 19.94°. Sudut kemiringan lereng yang mewakili adalah 20.83°. Bidang gelincir Lintasan 2 memiliki sudut kemiringan bidang gelincir yang berpotensi longsor adalah 21.85° dan 17.46°

dengan sudut kemiringan lereng yang mewakili adalah 30° . Bidang gelincir Lintasan 3 memiliki sudut kemiringan bidang gelincir adalah 17.13° dengan sudut kemiringan lereng yang mewakili adalah 36.87° . Lintasan 1, 2 dan 3 termasuk kedalam sudut kemiringan lereng yang curam.

Untuk mengurangi resiko terjadinya bencana tanah longsor sebaiknya masyarakat tidak mendirikan bangunan pada atau diatas lereng dan/atau tepat dibawah lereng lintasan selain itu perlu dilakukan kegiatan seperti penanaman pohon agar akar pohon menjadi penghubung antara tanah yang padat dengan tanah kurang padat, sehingga menutupi retakan tanah dan memadatkan tanah agar air tidak masuk ke dalam tanah melalui retakan yang disebabkan gempa bumi atau faktor penyebab lainnya. Hasil penelitian ini perlu disosialisasikan kepada masyarakat yang tinggal di sekitar daerah penelitian, sebagai antisipasi terhadap bencana tanah longsor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis persembahkan buat kedua orang tua penulis yang selalu memberikan motivasi, doa dan dukungan dalam berbagai bentuk. Terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui Pekan Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2015 atas nama ketua kelompok Nurhidayati dengan judul “Investigasi BiGel Sebagai Mitigasi Bencana Longsor di *Jokobanad* Kabupaten Solok dengan Metode IRC Data Geolistrik”. Terima kasih kepada Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Solok Sumatera Barat. Terima kasih kepada Bapak Camat, Bapak Wali Nagari Aie Dingin, Bapak Jorong Koto Baru yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian. Terima kasih kepada dosen-dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran sehingga penulisan tugas akhir dan jurnal ini menjadi lebih baik. Terima kasih juga kepada rekan-rekan yang telah membantu selama pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bappeda Kabupaten Solok. *Rencana Pembangunan Daerah Kabupaten Solok 2009-2014*.
- [2]. Sugito, Zaroh, I, Indra, P.J. (2010). *Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Daerah Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas*. Berkala Fisika ISSN: 1410 - 9662 Vol. 13, No. 2, April 2010, hal 49 – 54.
- [3]. Fransheri, A., Ludyig, K., and Foto, D. (1998). *Geophysical landslide investigation And Prediction In The Hydrotechnical Works*. Journal Of The Balkan Geophysical Society. Vol. 1. No. 3. Tirana Albania.
- [4]. Priyantari, N dan Wahyono, C. (2005). *Penentuan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi (Determination Of Slip Surface Based On Geoelectricity Properties)*. FMIPA Universitas Jember. (diunduh pada tanggal 4 Januari 2015).
- [5]. Ibnu, S. (2013). *Ringkasan Buku Van Zuidam.pdf*. Diakses pada 16 Desember 2014.
- [6]. VSI (Vulcanology Survey of Indonesia). (2005). *Pengenalan Gerakan Tanah*. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, dari http://ESDM.ac.id/pengenalan_gerakan_tanah/VSI.
- [7]. Zakaria, Z. (2011). *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- [8]. Akmam dan Nofi, Y, S. (2013). *Analisis Struktur Batuan dengan Metode Inversi Smoothness-Constrained Least-Squares Data Geolistrik Konfi -guras Schlumberger di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013. Hlm 1-6.
- [9]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. (1990). *Applied Geophysics*. USA: Cambridge University Press.
- [10]. Grandis, Hendra. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Bandung: Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.
- [11]. Reynolds, J.M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicins Hydrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [12]. Loke, M.H. (2004). *Tutorial: 2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. Di unduh dari www.geotomosoft.com. tanggal 4 September 2014.
- [13]. Mimin, I., Taufik R. R., dan Nanang D. A. (2011). *Identifikasi Bawah Permukaan di Wilayah Desa Kayuambon, Lembang, Kabupaten Bandung Barat*. Bandung, Indonesia: Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains.
- [14]. Sugiharyanto, Muhammad, N, & Nurul, K. (2009). *Study of Landslide Susceptibility in Samigaluh to Efforts the Mitigation of Hazard*. UNY: Hasil Penelitian Strategis Nasional Batch 1 tahun 2009.
- [15]. Grandis, Hendra. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Bandung: Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.