

ESTIMASI BIDANG GELINCIR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI *SCHLUMBERGER* DI KELURAHAN BALAI GADANG KECAMATAN KOTOTANGAH

Desi Anriani¹⁾, Akmam²⁾, Harman amir²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: Desianriani22@gmail.com

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: Akmam_db@fmipa.unp.ac.id,
Harman_unp@yahoo.com

ABSTRACT

Landslides have the potential to occur in the Kelurahan Balai Gadang of Padang. The landslide should be minimized by knowing slip surface. For this reason, the aims of this research was to find the location of the area which the potential for landslide occurs. The research is descriptive using method Geolistrik Resistivity Schlumberger configuration. Data were collected by Automatic Resistivity multielectrode in 4 lines. The interpretation of the data used Smoothness-Constraint Least Square inversion with the help of Res2dinv software. Based on the structure of the obtained rocks, it is estimated of slip surface and depth of slip surface. The results showed that the slip surface found at coordinates one, two, and four with resistivity value from 59.9-170 Ω m, 78.5-225 Ω m and 91.0-236 Ω m..

Keywords: *slip surface, Schlumberger, Geolistrik*

PENDAHULUAN

Kelurahan Balai Gadang merupakan kelurahan di Kecamatan Koto Tangah. Kelurahan Balai Gadang ada sebagian bertopografi terjal yang berpotensi terjadinya longsor^[1]. Kelurahan Balai Gadang termasuk indeks kapasitas bencana tanah longsor berisiko tinggi. Longsor pernah terjadi di Kelurahan Balai Gadang pada tahun 2016 yang mengakibatkan pemukiman warga, dan jalan di Kelurahan Balai Gadang mengalami kerusakan^[2]. Pasca longsor kawasan ini masih dihuni oleh penduduk dan masih saja mendirikan rumah di Kelurahan Balai Gadang. Pada daerah kawasan tanah longsor belum ada peringatan seperti membuat rambu-rambu rawan longsor. Seharusnya pemerintah megupayakan untuk mengatasi bencana longsor dengan cara membuat rambu-rambu rawan longsor di daerah yang berpotensi terjadinya longsor.

Menurut Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) kota Padang, tahun 2010-2030 Kelurahan Balai Gadang ditetapkan sebagai arah pengembangan kota. Pengembangan kawasan ini akan dijadikan sebagai perumahan penduduk, pendidikan, dan jalur transportasi darat skala regional, sehingga informasi mengenai kawasan rawan longsor penting untuk pengembangan tata ruang wilayah kota Padang. Bencana tanah longsor seharusnya dapat diminimalkan dengan cara mengetahui bidang gelincir tanah longsor. Berdasarkan kondisi daerah,

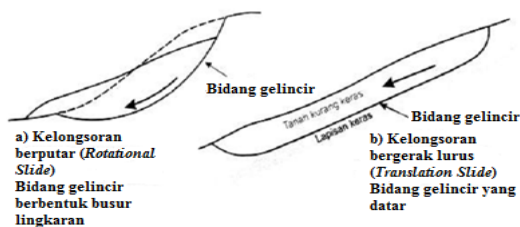
perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bidang gelincir dan lokasi daerah yang berpotensi terjadinya longsor. Bidang gelincir dan kedalamannya di bawah permukaan bumi belum diketahui. Salah satu metoda yang digunakan untuk mengetahui bidang gelincir adalah metode Geolistrik tahanan jenis

Metode Geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam survey Geofisika untuk eksplorasi yang dangkal. Tujuan dari survei Geolistrik adalah untuk menentukan distribusi nilai resistivitas dari pengukuran yang dilakukan di permukaan bumi. Metode Geolistrik memiliki beberapa konfigurasi. konfigurasi yang cocok digunakan untuk mengetahui kedalaman bidang gelincir adalah *Schlumberger*. Konfigurasi *Schlumberger* ini lebih baik dibandingkan konfigurasi lainnya, diantaranya mempunyai penetrasi arus yang lebih dalam yaitu 1/5 jarak spasi elektroda dan memiliki ketelitian vertikal yang baik di bandingkan konfigurasi lainnya. Sehingga konfigurasi *Schlumberger* cocok digunakan untuk menentukan kedalaman bidang gelincir daerah penelitian.

Bidang gelincir merupakan suatu hal yang harus diketahui. Bidang gelincir adalah bidang tempat Bergeraknya suatu material longsor. Salah satu faktor penyebab longsor yang sangat berpengaruh adalah bidang gelincir (*Slip Surface*) atau bidang geser (*Shear Surface*)^[3]. Material yang bergerak di atas bidang gelincir disebut longsor. Pada umumnya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir. Bidang gelincir terbentuk akibat

penjenuhan air yang terakumulasi dan bergerak lateral di atas permukaan lapisan tanah atau batuan yang kedap air. Batuan kedap air ini biasanya memiliki pori-pori relatif kecil dan memiliki nilai tahanan jenis yang besar. Jika air menembus sampai lapisan kedap air, maka permukaan kedap air akan melapuk, sehingga menjadi licin. Lapisan licin inilah yang disebut bidang gelincir. Lapisan yang melapuk akan menjadi licin, sehingga massa bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng.

Bidang gelincir terdiri atas dua bentuk. Pertama bentuk bidang gelincir yang sejajar dan hampir lurus dengan muka tanah disebut *Translation Slip*. Kedua bidang gelincir yang melengkung berupa busur lingkaran bersifat memutar disebut *Rotational Slip*. Gambar 1 menunjukkan macam-macam bidang gelincir.



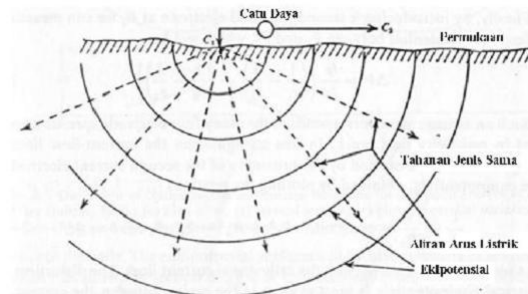
Gambar 1. Macam-macam Bidang gelincir^[4]

Gambar 1a menunjukkan menunjukkan bidang gelincir rotasi yang berbentuk cekung. Bidang gelincir rotasi biasanya terdapat pada daerah yang terdiri dari lapisan lapuk^[4]. Pada Gambar 1b menunjukkan bidang gelincir translasi yang berbentuk rata dengan muka tanah. Biasanya bidang gelincir translasi berada antara kontras nilai tahanan jenis antar lapisan.

Nilai tahanan jenis untuk batuan bervariasi. Berdasarkan kemampuan dalam menghantarkan arus listrik, material dikelompokkan menjadi tiga yaitu: konduktor, semikonduktor dan isolator. secara umum berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu : konduktor memiliki nilai tahanan jenis kecil yaitu ($10^{-8} \Omega m < \rho < 1 \Omega m$), semikonduktor memiliki nilai tahanan jenis ($1 \Omega m < \rho < 10^7 \Omega m$), dan isolator memiliki nilai tahanan jenis ($\rho > 10^7 \Omega m$)^[6]. Batuan mempunyai tahanan jenis berbeda-beda. Batuan yang berperan sebagai bidang gelincir memiliki nilai tahanan jenis yang berbeda dengan batuan lainnya. Bidang gelincir dapat diperoleh dari kontras *resistivity* antar dua batuan yang saling berdekatan^[1]. Nilai tahanan jenis bidang gelincir biasanya lebih besar daripada nilai tahanan jenis batuan di sekitarnya. Nilai-nilai resistivitas rendah berkisar $< 100 \Omega m$ mencirikan material longsor terdiri dari *Clay*, sedangkan material dengan resistivitas tinggi berkisar $100-400 \Omega m$ ditandai dengan bidang longsor^[8]. Jadi nilai tahanan jenis batuan yang berperan sebagai bidang gelincir berkisar antara $100-200 \Omega m$.

Prinsip dasar metoda Geolistrik Tahanan jenis dari batuan dibawah permukaan bumi dipelajari dengan menginjeksikan arus listrik kedalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan menghasilkan beda potensial melalui dua buah elektroda potensial^[9]. Berdasarkan hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik maka dapat dihitung nilai tahanan jenis batuan pada lapisan dibawah permukaan bumi. Dengan demikian lapisan bawah permukaan tanah dapat digambarkan dengan perbedaan nilai tahanan jenis dari masing-masing lapisan tersebut.

Aliran arus listrik di dalam bumi diasumsikan bahwa bumi merupakan medium homogen isotropis. Ketika arus listrik dialirkan ke dalam bumi, arus listrik akan mengalir ke segala arah dan membentuk bidang equipotensial setengah bola. Penjalaran arus listrik ke dalam bumi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



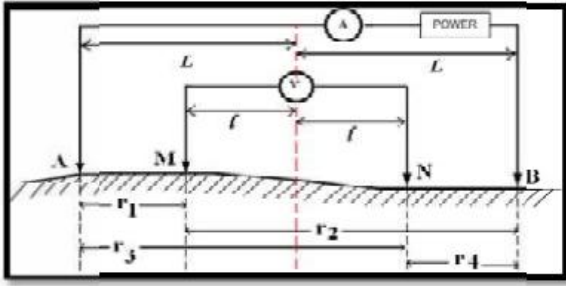
Gambar 1. Titik Sumber Arus pada Permukaan dari Medium Homogen^[6]

Nilai tahanan jenis yang didapatkan pada saat pengukuran langsung disebut dengan tahanan jenis semu. Secara umum tahanan jenis bumi tidak homogen, berarti bahwa yang terhitung dengan Persamaan (1) adalah tahanan jenis semu (*apparent resistivity*, ρ_a)^[9]. Tahanan jenis semu dilambangkan dengan ρ_a sehingga persamaan ini dapat ditulis menjadi:

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

dimana ρ_a merupakan tahanan jenis semu, K adalah faktor geometri, I adalah kuat arus listrik, dan V adalah beda potensial.

Konfigurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Konfigurasi *Schlumberger*. merupakan salah satu konfigurasi dalam eksplorasi Geolistrik yang sering digunakan. Konfigurasi ini memiliki penetrasi arus cukup dalam yaitu 1/5 dari jarak spasi elektroda yang digunakan^[10]. Konfigurasi *Schlumberger* lebih baik untuk mendapatkan ketelitian vertikal dibandingkan dengan konfigurasi *Dipole-dipole*. Penetrasi kedalam konfigurasi *Schlumberger* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner*. Susunan elektroda konfigurasi *Schlumberger* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan elektroda konfigurasi *Schlumberger*^[11]

Berdasarkan Gambar 3 memperlihatkan bahwa elektroda M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan elektroda A dan B digunakan sebagai elektroda arus, dimana jarak MN lebih kecil daripada jarak AB.

Nilai faktor Geometri konfigurasi *Schlumberger*, sebagai berikut:

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

Nilai tahanan jenis semu untuk konfigurasi *Schlumberger*, yaitu:

$$\rho_a = \frac{\pi(L^2 - l^2) \Delta V}{2l I} \quad (3)$$

dimana, ρ_a adalah tahanan jenis semu, L adalah jarak elektroda arus, l adalah jarak elektroda potensial, ΔV adalah beda potensial, I adalah kuat arus

Data hasil pengukuran diinterpretasikan menggunakan inversi *Smoothness- Constrain Least Squares*. Metoda Inversi *Smoothness- Constraint Least Square* merupakan metode inversi yang cenderung menghasilkan suatu model dengan variasi-variasi nilai resistivitas yang smooth^[12]. Metode ini dirumuskan sesuai persamaan berikut:

$$(J^T T + \mu F) d = J^T g - \mu Fr \quad [13] \quad (4)$$

Dimana $F = f_x f_x^T$ dan $f_z f_z^T$, f_x dan f_z merupakan filter vertikal dan horizontal. J merupakan matriks Jacobian dari turunan parsial, μ merupakan faktor *damping*, Δm_k merupakan vector gangguan model dari hasil pengukuran, d merupakan *discrepancy vector* (vector ketidakcocokan) hasil pengukuran dan model, r adalah vector yang mengandung logaritma dan nilai resistivitas model^[12].

Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan penelitian yang berjudul “Estimasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger* di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah”. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat bidang gelincir di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah?

2. Dimana saja terdapat bidang gelincir tanah longsor di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah?

Agar penelitian ini lebih terarah dan dapat menjawab rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian adalah:

1. Untuk mengetahui bidang gelincir tanah longsor berdasarkan nilai tahanan jenis di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah.
2. Untuk mengetahui informasi titik-titik daerah kawasan longsor di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah.

METODE PENELITIAN

Penelitian deskriptif ini dilaksanakan di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Kototangah menggunakan metode Geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger*. Parameter yang diukur adalah kuat arus listrik (I), beda potensial (V), dan jarak elektroda. Susuna elektroda/konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi *Schlumberger*. Pengukuran dilaksanakan pada 4 Lintasan dengan jarak spasi 10 meter. Setelah menentukan lintasan, kemudian melakukan penancapan elektroda arus dan potensial dengan menggunakan alat Geolistrik ARES *Multielectrode* dengan type beserta perlengkapan, dan GPS untuk mengetahui garis lintang dan bujurnya.

Parameter yang dihitung pada penelitian ini adalah tahanan jenis semu. Cara menghitung tahanan jenis semu terdapat pada persamaan (1). Nilai tahanan jenis semu diinterpretasi menggunakan metode inversi untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya.

Jenis Parameter yang diinterpretasikan yaitu tahanan jenis sesungguhnya dan kedalaman. Data diinterpretasikan menggunakan *Smoothness- Constrain Least Squares*. menggunakan *Software Res2Dinv*. Parameter yang diestimasi yaitu bidang gelincir. Estimasi bidang gelincir diketahui berdasarkan nilai tahanan jenis sebenarnya serta merujuk pada kondisi Geologi daerah tersebut. Berdasarkan nilai tahanan jenis, sehingga diperoleh material penyusun daerah peneltian. Informasi titik-titik daerah yang berpotensi longsor didapatkan berddasarkan koordinat di daeah Kelurahan Balai Gadang.

Kedalaman setiap lapisan dapat dihitung dengan cara mengukur penampang 2D tanpa topografi. Kedalaman diambil pada tiga titik yang mewakili semua lapisan. Titik pertama diambil pada jarak 1/3 dari spasi elektroda pertama. Titik kedua diambil pada bagian *sounding*. Titik ketiga diambil dari 1/6 dari spasi elektroda pertama. Kedalaman didapat dengan cara memproyeksikan setiap lapisan ke kedalaman. Bidang gelincir merupakan bidang miring. Kemiringan bidang gelincir dan kemiringan lereng

yang mewakili setiap lintasan dapat dihitung dengan menggunakan rumusan sudut trigonometri

Desain lintasan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Lintasan pengukuran

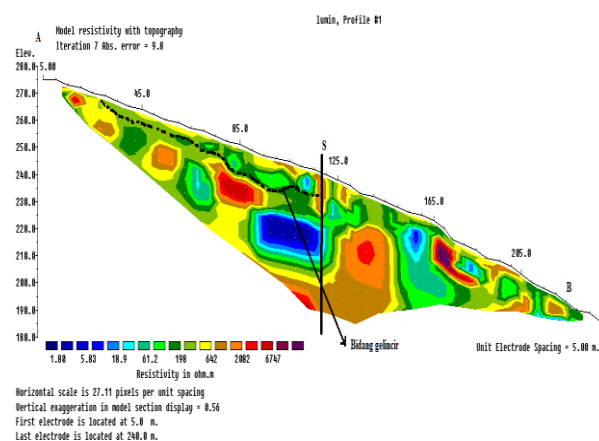
Berdasarkan Gambar 4 merupakan desain lintasan pengukuran yang di buat pada daerah di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tengah. Lintasan di buat sejajar sebanyak 4 lintasan, dengan A merupakan titik awal pengukuran dan B merupakan titik akhir pengukuran. Lintasan dimulai dari puncak bukit menuju kebawah. Jarak antara lintasan 1 dengan lintasan lainnya berkisar 100-200 m.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Lintasan 1 ($00^{\circ}81'81.5''$ LS dan $100^{\circ}39'42.5''$ BT - $00^{\circ}81'60.3''$ LS dan $100^{\circ}39'30.5''$ BT)

Lintasan 1 berada pada koordinat $00^{\circ}81'81.5''$ LS dan $100^{\circ}39'42.5''$ BT - $00^{\circ}81'60.3''$ LS dan $100^{\circ}39'30.5''$ BT. Titik sounding terletak pada koordinat $00^{\circ}81'70.3''$ LS dan $100^{\circ}39'15.5''$ BT. Panjang lintasan 1 adalah 235 m dengan spasi elektroda 5 m. Gambar 5 menunjukkan penampang 2D inversi *Smoothness-Constraint Least Squares*



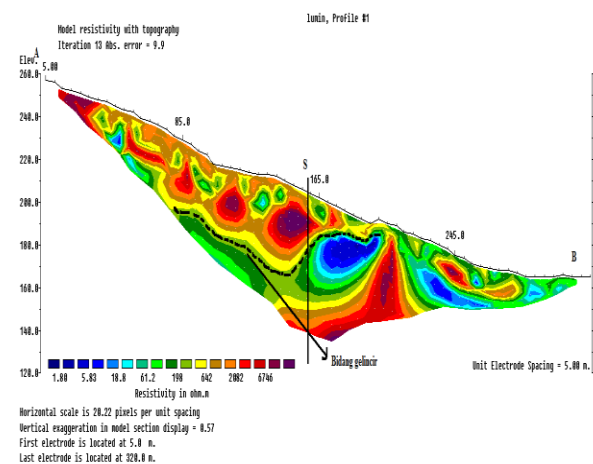
Gambar 5. Penampang Model 2D dengan Topografi pada Lintasan 1

Gambar 5 menunjukkan penampang 2D dibawah permukaan pada Lintasan 1 berada dititik kawasan longsor dengan koordinat $00^{\circ}81'81.5''$ LS dan $100^{\circ}39'42.5''$ BT - $00^{\circ}81'60.3''$ LS dan $100^{\circ}39'30.5''$ BT. Ketinggian berkisar antara 180-280 mdpl serta kedalaman maksimum mencapai 49,9 m. Distribusi tahanan jenis pada lintasan 1 sekitar 2,61-3882 Ω m dengan persentase kesalahan yang diperoleh pada iterasi ke 7 sebesar 9,8 %.

Lintasan 1 menunjukkan adanya bidang gelincir, hal ini ditandai adanya lapisan yang memiliki kontras tahanan jenis yang cukup besar di antara lapisan penyusunnya dan memiliki tahanan jenis yang lebih besar dibandingkan disekitarnya. Lapisan yang diestimasi Bidang gelincir pada lintasan 1 ditandai dengan garis hitam putus-putus. Lapisan ini berwarna hijau dengan nilai tahanan jenis berkisar 59,9-170 Ω m yang diperkirakan sebagai *Clay*. Lintasan 1 berada pada titik kawasan longsor, karena terdapat bidang gelincir yang ditinjau dari kedalaman, dan sudut kemiringan bidang gelincir

Lintasan 2 ($00^{\circ}81'82.7''$ LS dan $100^{\circ}39'62.3''$ BT - $00^{\circ}81'88,3''$ LS dan $100^{\circ}39'86.2$ BT)

Lintasan 2 berada pada koordinat $00^{\circ}81'82.7''$ LS dan $100^{\circ}39'62.3''$ BT - $00^{\circ}81'88,3''$ LS dan $100^{\circ}39'86.2$ BT. Titik sounding lintasan 3 terletak pada koordinat $00^{\circ}81'83.4$ LS dan $100^{\circ}39'74.0$ BT. Panjang lintasan 2 sekitar 315 m dengan spasi elektroda 5 m. Gambar 6 menunjukkan penampang hasil 2D dengan menggunakan inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* dapat dilihat pada Gambar 6.



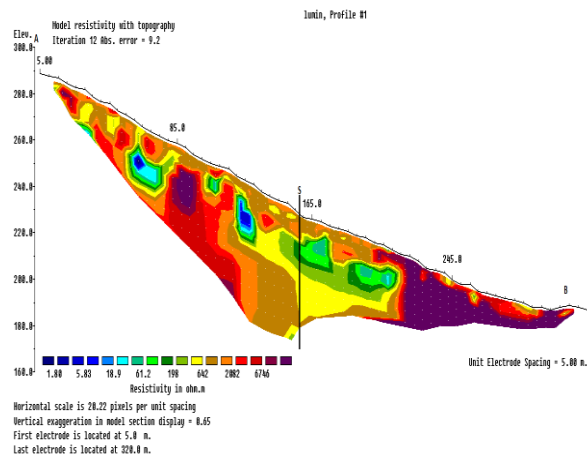
Gambar 6. Hasil penampang model 2D dengan Topografi Lintasan 3

Gambar 6 memperlihatkan hasil penampang 2D lintasan 2 di bawah permukaan berada dititik kawasan longsor dengan koordinat $00^{\circ}81'88,3''$ LS dan $100^{\circ}39'86.2$ BT. Ketinggian berkisar antara 120-260

mdpl dan kedalaman maksimum mencapai 65,6 m. Distribusi nilai tahanan jenis berkisar antara 3,30 Ω m-5348 Ω m dengan persentase kesalahan (*error*) pada iterasi 13 sebesar 9,9. Lapisan yang diestimasi bidang gelincir pada Lintasan 2 ditandai dengan garis hitam putus-putus. Bidang gelincir terdapat pada lapisan berwarna hijau dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 59,9-170 Ω m yang ditafsirkan sebagai batuan *Clay*. Lintasan 2 berpotensi longsor ada, tetapi kemungkinan kecil, karena selain kedalaman lapisan lapuknya, juga terlihat ada profil menonjol di tengah lintasan. Pada penampang lintasan 2 pola bidang gelincir berbentuk lengkung gerakan longsor termasuk jenis longsor rotasi.

Lintasan 3 (00° 81' 83.0" LS dan 100° 39' 57.3" BT - 00° 81' 73.5" LS dan 100° 39' 80.7" BT)

Lintasan 3 berada pada koordinat 00° 81' 83.0" LS dan 100° 39' 57.3" BT menuju kearah selatan dengan koordinat 00° 81' 73.5" LS dan 100° 39' 80.7" BT. Titik sounding terletak pada koordinat 00° 81' 77.7" LS dan 100° 39' 68.7" BT. Panjang lintasan 3 adalah 315 m dengan spasi elektroda 5 m. Gambar 7 menunjukkan hasil penampang model 2D di bawah permukaan dengan menggunakan inversi *Smoothness-Constraint Least Squares*



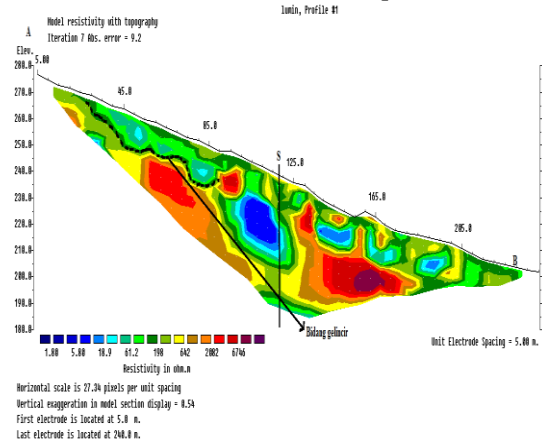
Gambar 7. Hasil penampang model 2D dengan Topografi Lintasan 3

Gambar 7 memperlihatkan hasil penampang 2D lintasan 2 di bawah permukaan berada pada koordinat 00° 81' 83.0" LS dan 100° 39' 57.3" BT - 00° 81' 73.5" LS dan 100° 39' 80.7" BT. Distribusi nilai tahanan jenis berkisar 1,10-6746 Ω m. Kedalaman maksimum pada lintasan 3 yaitu 57,4 m. ketinggian berkisar 160-280 mdpl. Persentase kesalahan (*error*) yang di dapat pada iterasi 12 sekitar 9,2%.

Lintasan 3 diestimasi tidak terdapat bidang gelincir. Hal ini karena pada lintasan 3 tidak terkena longsor pada daerah penelitian. Tetapi, pada lintasan 3 memiliki kemiringan lereng curam sekitar 23,6°. Hal ini juga sesuai dengan teori bahwa kemiringan lereng curam sekitar 16°-35° berpotensi longsor. Jika terjadi pelapukan batuan, maka kemungkinan berpotensi terjadinya longsor.

Lintasan 4 (00° 82' 21.5" LS dan 100° 39' 45.5" BT – 00° 88' 30.3" LS dan 100° 39' 81.5" BT)

Lintasan 4 terletak pada lahan perkebunan penduduk berada pada koordinat 00° 82' 21.5" LS dan 100° 39' 45.5" BT menuju kearah selatan dengan koordinat 00° 88' 30.3" LS dan 100° 39' 81.5" BT. Titik sounding terletak pada koordinat 00° 88' 26.8" LS dan 100° 39' 51.2" BT. Panjang lintasan 4 adalah 235 m dengan spasi elektroda 5 m. Gambar 8 menunjukkan hasil penampang model 2D dengan menggunakan inversi *Smoothness-Constraint Least Squares*.



Gambar 8. Penampang model 2D dengan topografi Lintasan 4

Gambar 8 memperlihatkan hasil penampang 2D lintasan 4 di bawah permukaan dengan ketinggian berkisar antara 180-280 mdpl dan kedalaman maksimum mencapai 49,9 m. Distribusi nilai tahanan jenis berkisar antara 8,15 Ω m-2953 Ω m dengan persentase kesalahan (*error*) pada iterasi 7 sebesar 9,2%.

Berdasarkan hasil penampang model 2D lintasan 4 dari nilai tahanan jenis maka dapat diketahui bidang gelincir ditandai dengan lapisan yang memiliki kontras nilai tahanan jenis. Lintasan 4 terdapat penampang bidang gelincir yang ditandai dengan garis hitam putus-putus. Bidang gelincir terdapat pada lapisan berwarna hijau dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 91,0-236 Ω m yang ditafsirkan sebagai

batuan *Clay*. Lintasan 4 juga merupakan daerah titik kawasan longsor, karena juga terdapat bidang gelincir.

2. Pembahasan

Hasil interpretasi data menggunakan metode Geolistrik inversi *Smoothnes-Constarint Least Square* yang dilakukan di daerah Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Kototengah. Pengukuran di rancang sebanyak 4 lintasan dengan spasi elektroda 5 m. Hasil penelitian di daerah ini menunjukkan terdapat 5 jenis batuan. Jenis batuan yang terdapat di daerah penelitian yaitu *Alluvium*, *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, Dan *Andesit*. Batuan yang didapat dari hasil penelitian juga sesuai dengan kondisi Geologi daerah penelitian.

Hasil Penelitian yang telah dilakukan oleh Irepia (2014) tentang identifikasi bidang gelincir menggunakan metode Geolistrik Tahanan Jenis konfigurasi *Schlumberger* di Bukik Lantiak Kecamatan Padang Selatan disimpulkan bahwa bentuk bidang gelincir yang terdapat di Bukik Lantiak Padang Selatan adalah *Translation Slip*. Bidang gelincir ditemukan pada batuan yang agak keras yaitu *Limestone* yang memiliki nilai tahanan jenis 104,45 Ωm , terdapat pada kedalaman 12,8 m dengan sudut kemiringan 29.83° . Selanjutnya penelitian Nurhidayati (2015) tentang investigasi bidang gelincir di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Kota Solok dengan metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger* disimpulkan bahwa bentuk bidang gelincir yang di dapatkan adalah *Translation Slip*. Bidang gelincir terdapat lapisan agak keras dan sejajar dengan muka lereng yaitu lapisan *Clay*. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa terdapat bidang gelincir pada lintasan 1 dan 4 berbentuk *Translation Slip*. Sedangkan Lintasan 2 berupa *Rotational Slip*. Lapisan Bidang gelincir berupa lapisan *Clay* dengan rentang tahanan jenis berkisar 59.9-170 Ωm , 78,5-225 Ωm dan 91,0-236. Hal ini juga sesuai dengan teori bahwa nilai tahanan jenis bidang gelincir sekitar 100-200 Ωm (perrone)

Bidang gelincir diestimasi berada pada koordinat 1 dan 2, 4. Hal ini dapat dilihat bahwa pada koordinat 1 dan 2, 4 merupakan berkas longsor yang pernah terjadi. Pada umumnya tanah longsor bergerak di atas bidang gelincir^[14]. Hal ini diakibatkan terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng. Hasil penelitian menunjukkan adanya kontras tahanan jenis yang cukup besar diantara lapisan penyusunnya. Hal ini juga sesuai dengan teori bahwa syarat terjadinya bidang gelincir ditandai dengan lapisan yang memiliki kontras tahanan jenis batuan yang saling berdekatan^[15]. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa bidang gelincir pada lintasan 1, 2, dan lintasan 4 merupakan lapisan batuan yang agak keras yaitu *Clay*. *Clay* terdapat pada diantara dua lapisan yang memiliki nilai kontras tahanan jenis, yaitu *Sandstone* dan *Limestone*. Batuan yang berada

diatas bidang gelincir merupakan lapisan lapuk berupa batuan *Sandstone*, dan *Limestone* terdapat diatas bidang gelincir, sedangkan batuan yang berperan sebagai bidang gelincir yaitu *Clay* memiliki nilai tahanan jenis pada lintasan 1 dan 2 dan 4 berkisar 59.9-170 Ωm , 78,5-225 Ωm dan 91,0-236 Ωm . Berdasarkan teori bahwa tahanan jenis yang berperan sebagai bidang gelincir berkisar 100-200 Ωm ^[8].

Hasil penelitian menunjukkan adanya kontras tahanan jenis yang cukup besar diantara lapisan penyusunnya. Lapisan berperan sebagai bidang gelincir yaitu batuan *Clay*. *Clay* disebut juga dengan lempung yang memiliki porositas dan permeabilitas yang lebih besar diantara lapisan diatasnya. *Clay* hanya dapat menyimpan air tapi tidak dapat meloloskan air, sehingga apabila air sampai pada *Clay*, maka air akan terakumulasi pada batuan dan menjadikan batuan tersebut menjadi licin dan menurangi kuat geser. *Sandstone* dengan porositas dan permeabilitas yang lebih besar akan mudah menyimpan dan meloloskan air. Secara teoritis dengan meningkatnya kadar air akan meningkatkan tekanan pori dan melemahnya kestabilan lereng^[16]. Pada saat terjadi hujan, selain meloloskan air ke permukaan *clay*, *sandstone* juga menyimpan air yang akan menyebabkan bertambahnya beban batuan, sehingga menambah gaya pendorong batuan tersebut. Lapisan *Clay* akan berperan sebagai bidang gelincir dimana material suatu longsor bergerak diatasnya. material yang bergerak diatas dan di bawah bidang gelincir disebut sebagai material longsor Batas antara massa material yang bergerak dan yang diam disebut bidang gelincir^[17].

Lintasan yang diduga adanya bidang gelincir terdapat pada lintasan 1, 2, 4 dan. Lintasan 1 terdapat bidang gelincir yang terletak pada kedalaman 4,3. Lintasan 2 bidang gelincir terletak pada kedalaman 21.7 m. Lintasan 4 juga terdapat bidang gelincir pada kedalaman 5.5. Secara teori "kedalaman bidang gelincir sangat dangkal terdapat pad kedalaman <1,5 m, dangkal 1,5 s.d 5 m, dalam antara 5 s.d 20 m, sangat dalam > 20 m. Lintasan 1 termasuk kedalam bidang gelincir dangkal^[13]. Bidang gelincir 2 merupakan bidang gelincir dalam. Lintasan 4 termasuk bidang gelincir dalam. Kedalaman suatu bidang gelincir sangat penting untuk diketahui seberapa besar potensi longsor yang terjadi. Semakin dalam bidang gelincir, maka longsor akan semakin besar, sebaliknya semakin dangkal bidang gelincir longsor akan semakin kecil.

Bidang gelincir juga dipengaruhi oleh besar sudut kemiringan daerah penelitian. Sudut kemiringan lereng pada lintasan 1 sekitar 25.68° dengan sudut kemiringan bidang gelincir 18.9° . Sudut kemiringan lereng pada lintasan 2 sekitar 34.84° dengan sudut kemiringan bidang gelincir 22.02° . Sudut kemiringan

lereng pada lintasan 3 sekitar $22,20^{\circ}$ yang juga berpotensi terjadinya longsor walaupun tidak ada bidang gelincir. Sedangkan sudut kemiringan lereng pada lintasan 4 sekitar $21,60^{\circ}$ dengan sudut kemiringan bidang gelincir $23,57^{\circ}$. Sudut kemiringan lereng sangat pengaruh terhadap longsor. Semakin besar sudut kemiringan suatu lereng maka akan mempercepat terjadinya longsor. Sebaliknya semakin kecil sudut kemiringan lereng maka akan mengurangi kecepatan terjadinya longsor.

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh lintasan 1 ($00^{\circ}81'81,5''$ LS dan $100^{\circ}39'42,5''$ BT - $00^{\circ}81'60,3''$ LS dan $100^{\circ}39'30,5''$ BT) merupakan daerah titik kawasan longsor, karena terdapat bidang gelincir yang ditinjau dari kedalaman, sudut kemiringan lereng dan sudut kemiringan bidang gelincir yang berpotensi terjadinya longsor. Lintasan 2 ($00^{\circ}81'82,7''$ LS dan $100^{\circ}39'62,3''$ BT - $00^{\circ}81'88,3''$ LS dan $100^{\circ}39'86,2''$ BT) juga merupakan daerah titik kawasan longsor. Pada lintasan 2 juga terdapat bidang gelincir, tetapi kemungkinan berpotensi longsor kecil. Bidang gelincir ditafsirkan berbentuk busur lingkaran yang disebut bidang gelincir rotasi. Pada lintasan 3 ($00^{\circ}81'83,0''$ LS dan $100^{\circ}39'57,3''$ BT - $00^{\circ}81'73,5''$ LS dan $100^{\circ}39'80,7''$ BT) bukan merupakan daerah titik kawasan longsor, karena pada lintasan ini tidak terkena longsor. Lintasan 3 tidak terdapat bidang gelincir. Lintasan 4 ($00^{\circ}82'21,5''$ LS dan $100^{\circ}39'45,5''$ BT - $00^{\circ}88'30,3''$ LS dan $100^{\circ}39'81,5''$ BT) juga merupakan daerah titik kawasan longsor. Lintasan ini terdapat bidang gelincir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil interpretasi data setiap lintasan maka diperoleh Bidang gelincir yang terdapat pada koordinat 1, 2, dan 4 berada pada nilai tahanan jenis berkisar $59,9-170 \Omega m$, $78,5-225 \Omega m$ dan $91,0-236 \Omega m$ dengan kedalaman berkisar 4,3 m, 21,7 m, dan 5,5 m. Jenis batuan penyusun di Kelurahan Balai Gadang terdiri dari yaitu *Alluvium*, *Clay*, *Sandstone*, *Limestone*, Dan *Andesit*. Batuan yang berperan sebagai bidang gelincir di ditafsirkan berupa *Clay*.

Untuk mengurangi resiko bencana tanah longsor perlu dilakukan kegiatan seperti penanaman pohon dan dibuat dinding penahan di sepanjang jalan Kelurahan Balai Gadang serta melakukan sosialisasi kepada masyarakat yang tinggal disekitar Kelurahan Balai Gadang untukantisipasi terhadap bencana tanah longsor yang terjadi. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan tata kota pengembangan wilayah Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak penyandang dana Penelitian Unggulan Perguruan

Tinggi “Optimalisasi Metoda Inversi Least-Square Data Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Estimasi Daerah Rawan Longsor di Sumatera Barat” yaitu DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Universitas Negeri Padang Tahun Anggaran 2017 No:1651/UN35.2/PG/2017 tanggal 31 mei 2017 yang telah memberikan bantuan dana untuk penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis yang selalu memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis. Terima kasih juga kepada teknisi Edi Kurnia, S.Si dan rekan-rekan yang telah membantu dalam pengambilan data, dan juga teman-teman yang telah membantu dalam menyelesaikan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) Kota Padang. 2014. *Peraturan Walikota Padang*. Padang.
- [2]. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang. 2013. *Peta Kapasitas Bencana Tanah Longsor di Kota Padang Sumatera Barat*. Padang.
- [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*. Indonesian Journal Of Applied Physics (2012) Vol.2 No.1 halaman 2 ISSN: 2089
- [4]. Wesley, Laurence D. (2010). *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Residu*. ANDI: Yogyakarta.
- [5]. Zakaria, Z. 2009. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjajaran.
- [6]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. (1990). *Applied Geophysics*. USA: Cambridge University Press.
- [7]. Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: ITB.
- [8]. Perrone, A., Sabatino, P., and Vincenzo, L. 2012. *Electrical Resistivity Tomographies For Landslide Monitoring: a Review*. Berichte Geol. B.-A.93. ISSN 1017-8880.
- [9]. Akmam. 2004. *Exsistence of Spring in Batu Limbak Villange Simawang Kecamatan Rambatan Kabupaten Tanah Datar*. Jurnal Prosiding Seminar PPD Forum HEDS 2004 Bidang MIPA, ISBN 979-95726-7-3. Hlm 593-608.

- [10] GF Instruments. 2011. *Short Guide for Resistivity Imaging*. Jecna: Geophysical Equipment and Services.
- [11] Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [12] Loke, M. H. 2004. *Tutorial : 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*. Di unduh dari www.geotomosoft.com tanggal 17 April 2017.
- [13] Akmam,et al. 2015. “Optimition Of Least Squares Methods Smooth Constrain UsingOccam’s Inversion Geoelectric Resistivity Dipole-Dipole Consfiguration For Estimation Slip Surface”. Jurnal ICOMSET ISBN 978-602-19877-3-5.
- [14] Sugito, Z. I., dan Indra P.J. 2010. *Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas*. Berkala Fisika. Vol. 13, No. 2, hal 49 – 54
- [15] Mimin, I., Taufik R. R., dan Nanang D. A. (2011). *Identifikasi Bawah Permukaan di Wilayah Desa Kayuambon, Lembang, Kabupaten Bandung Barat*. Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains: Bandung, Indonesia.
- [16] Colangelo, G., Vincenzo, L., Antonio, L., Angela, P., and Luciano, T. 2008. *2D Electrical Resistivity Tomographies For Landslide Investigating Recent Activation Landslides In Basilicats Region (Southern Italy)*. ANNALS OF GEOPHYSICS Vol 51 N 1.
- [17] Zakaria, Z. 2009. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjajaran.
- [18] Irepia R. Dona, Akmam, Nofi Yendri Sudiar. 2014. *Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan*. Pillar Of Physics, Vol. 5. April 2015, 01-08.
- [19] Nurhidayati. Akmam, Harman Amir. 2015. *Investigasi Bidang Gelincir Di Jorong Koto Baru Nagari Aie Dingin Kabupaten Solok Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger*. Phylar of Physics, Vol 2. November 2015. Hlm 68-70.