Prosiding Semirata2015 bidang MIPA BKS-PTN Barat
Universitas Tanjungpura Pontianak
Hal 169-182

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MONITORING GEOLISTRIK TIME-LAPSE UNTUK MEMANTAU DAERAH RAWAN LONGSOR DI KOTA PADANG DENGAN MENGGUNAKAN METODA GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER

DEVELOPMENT OF GEOELECTRIC TIME-LAPSE MONITORING TECHNOLOGY TO MONITOR THE SLIDING PRONE IN PADANG USING GEOELECTRIC METHODS WENNER CONFIGURATION

Mahrizal [1*],Ahmad Fauzi [2],Akmam [3]

Jurusan Fisika FMIPA UNP, Padang [1*]
mahrizalmz@gmail.com Komp Permata Biru Blok F No. 15
Batang Kabung Koto Tangah PADANG 25172 HP 085658434825
Jurusan Fisika FMIPA UNP, Padang. [2]
Jurusan Fisika FMIPA UNP, Padang. [3]

ABSTRACT

Recently, the landslide disasters often hit the city of Padang. In order to overcome the landslide problem, it is necessary to do a comprehensive research and to observe the physical appeareance and the structure of the subsurface rocks in areas prone to slide. Until now, the physical appearance and the structure of the subsurface rocks in Padang City have not been disclosed yet. The study aim to identify the presence of sliding plane in areas prone to slide. The Data collection was performed at the Bukit Lantiak located in Seberang Palinggam Village, South Padang District, city of Padang. Data in the form of a cross section 2D models with different colors were obtained using the Wenner configuration is processed with RES2DINV software. Each color indicates the values of certain types resistivity. The data interpretation of 1st track is as follows. First tracks is located at coordinates 0.00^0 58' 3.7" S and 100^0 22' 5.6" E to 0.00^0 58' 3.9" S and 100^0 22' 10,1" E. Sounding point located at coordinates 0.00^0 58' 3.9" S and 100^0 22' 10,1" E. The length of first track is 315 meter with electrode spacing of 5 meter. Based on resistivity values that obtained on first track it is identified that there are 4 types of rock constituent. There are Clay, Sandstone, Limestone, and Andesite. Interpretation of the results showed in first track is sliding plane.

Key words : Landslide disasters, physical appearance and structure of the subsurface rocks, geoelectric resistivity method, Wenner configuration, sliding plane.

ABSTRAK

Akhir-akhir ini bencana longsor sering melanda Kota Padang. Agar masalah longsor ini bisa ditangani secara menyeluruh oleh pihak yang terkait maka perlu dilakukan penelitian secara komprehensif serta melihat gambaran sifat fisis dan struktur batuan bawah permukaan di daerah rawan longsor. Hingga kini, bagaimana gambaran sifat fisis dan struktur batuan bawah permukaan di Kota Padang belum banyak diungkapkan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi adanya bidang gelincir di daerah rawan longsor. Pengambilan data dilakukan di Bukit Lantiak yang masuk Kelurahan Seberang Palinggam Kecamatan Padang Selatan Kota Padang. Data yang diperoleh dengan menggunakan Konfigurasi Wenner ini diolah dengan bantuan software RES2DINV berupa penampang model 2D yang memiliki warna yang berbeda-beda. Masing-masing warna menunjukkan rentangan nilai tahanan jenis tertentu. Hasil interpretasi data untuk Lintasan 1 ini adalah sebagai berikut. Lintasan 1 terletak pada Koordinat 0.00^0 58' 3.7" LS dan 100^0 22'

5.6” BT sampai 0.00^0 58’ 3.9” LS dan 100^0 22’ 10,1” BT. Titik sounding berada pada koordinat 0.00^0 58’ 3.9” LS dan 100^0 22’ 10,1” BT. Panjang Lintasan 1 adalah 315 m dengan spasi elektroda 5 m. Berdasarkan nilai resistivitas yang diperoleh pada Lintasan 1 diidentifikasi terdapat 4 jenis batuan penyusun yaitu Clay, Sandstone, Limestone, dan Andesit. Hasil interpretasi menunjukkan di Lintasan 1 terdapat bidang gelincir.

Kata kunci : Bencana longsor, sifat fisis dan struktur batuan bawah permukaan, metoda geolistrik tahanan jenis, konfigurasi Wenner, bidang gelincir

1. PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini bencana longsor sering melada Kota Padang. Agar masalah longsor ini bisa ditangani secara menyeluruh oleh pihak yang terkait maka perlu dilakukan penelitian secara komprehensif serta melihat gambaran sifat fisis dan stuktur batuan bawah permukaan di daerah rawan longsor. Hingga kini, bagaimana gambaran sifat fisis dan stuktur batuan bawah permukaan di Kota Padang belum banyak diungkapkan.

Pemerintah Provinsi Sumatera Barat telah mengidentifikasi kerentanan bahaya longsor baik secara fisik maupun non-fisik. Kerentanan secara fisik adalah belum ada tanda-tanda bahaya pada lokasi bahaya longsor, belum ada peta resiko longsor dan belum terpasang alat peringatan dini. Sedangkan kerentanan non-fisik dari bahaya longsor adalah masyarakat tidak terdidik untuk menghindari bahaya longsor, keterbatasan lahan pembuatan pemukinan baru, sistem pemilikian tanah yang melibatkan budaya lokal dan kekurangan kemampuan masyarakat untuk mencegah, menjinakan, mencapai kesiapan dan menaggapi dampak bahaya longsor.

Ancaman bahaya longsor di Sumatera Barat pada umumnya dan Kota Padang pada khususnya bersumber pada banyaknya pemukinan masyarakat yang terletak di kaki lereng bukit serta jalan-jalan raya strategis dibangun pada lereng-lereng bukit yang cukup terjal. Pada musim hujan, banyak daerah-daerah tersebut mengalami kejadian longsor. Jika hal ini dibiarkan terus-menerus maka akan mengganggu masyarakat dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari.

Pemprov Sumatera Barat telah menyusun sebuah rencana penanggulangan bencana periode 2008-2012 melalui Perda No. 115 tahun 2008 **[1]**. Dengan beragamnya potensi bencana yang ada di Provinsi Sumatera Barat, maka dibutuhkan skala prioritas dalam pengurangan resikonya. Skala prioritas dikelompokan dalam 3 tingkat yang mana masing-masing tingkat ditentukan berdasarkan faktor kemungkinan terjadi bencana, kerentanan masyarakat, dan kapasitas sumber daya yang dimiliki. Ketiga tingkatan tersebut adalah Tingkat Resiko Satu yaitu paling mendesak untuk ditangani, Tingkat

Resiko Dua yaitu segera harus ditangani dan Tingkat Resiko Tiga yaitu dapat ditangani secara bertahap. Tingkat Resiko Satu adalah jika potensi jumlah korban dan kerugian/kerusakan yang timbul amat besar dengan potensi terjadinya bencana amat tinggi. Longsor termasuk dalam kategori Tingkat Resiko Dua yang harus segera ditangani.

Beberapa upaya yang telah dilakukan pemerintah dalam mengantisipasi bencana longsor adalah membuat rambu-rambu rawan longsor dan menempatkan alat-alat berat pada titik-titik yang sering terjadi longsor. Meskipun demikian usaha ini dinilai oleh banyak kalangan belum menuntaskan permasalahan karena longsor terjadi pada daerah tersebut secara berulang-ulang. Oleh karena itu, diperlukan sebuah penelitian yang komprehensip yang melibatkan kepakaran dan alat-alat serta perangkat lunak yang memadai.

Salah satunya daerah di Kota Padang yang sering terkena bencana longsor adalah daerah sekitar Gunung Padang. Gunung Padang merupakan rangkaian dari Bukit Gado-Gado, Bukit Air Manis dan Bukit Putuih. Gunung Padang terletak di Keluarahaan Mato Aie, Kecamatan Padang Selatan, morfologi daerahnya terdiri perbukitan dengan ketinggian sedang, serta memiliki kemiringan lereng rata-rata 30°-65° (Brotodiharjo *et al*, 2001). Kejadian longsor lahan di Gunung Padang banyak menimbulkan kerugian bagi masyarakat, berupa hancurnya bangunan, kerusakan prasarana fisik, dan korban meninggal dunia, seperti yang terjadi pada tanggal 31 juli 2001 dan tahun 2009. Mengingat rawannya daerah Gunung Padang terhadap bencana longsor lahan, maka perlu dilakukan penyelidikan metode geolistrik time-lapse untuk memantau perkembangan daerah rawan longsor setiap saat.

Salah satu pemicu terjadinya bencana longsor adalah curah hujan yang tinggi. Secara teori, nilai tahanan jenis suatu batuan bergantung kepada kandungan air. Apakah metode geolistrik time-lapse dapat mengetahui perubahan nilai tahanan jenis batuan setelah dan sebelum hujan hingga kini belum terungkapkan. Di Indonesia, penelitian ini adalah yang pertama mengembangkan teknologi monitoring geolistrik time-lapse untuk memantau daerah rawan longsor khususnya akibat musim. Jika penelitian ini berhasil maka akan didapatkan sebuah “frontier technology” dalam bidang geolistrik untuk memantau perkembangan daerah rawan longsor setiap saat.

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi material sendiri, sedangkan faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan bergeraknya

material tersebut. Tanah longsor terjadi pada permukaan bumi berupa lereng atau secara fisisnya berupa wilayah yang berbentuk bidang miring.

Tim Bakornas Penaggulangan Bencana Nasional (2007) memperkenalkan defenisi longsor, gangguan kestabilan lereng, proses pemicu longsor, kajian bahaya longsor, gejala dan peringatan dini bencana longsor, parameter-parameter fisika bencana longsor, upaya mitigasi dan karakteristik bencana longsor sebagai berikut **[2]**. Longsoran merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Ada 6 jenis tanah longsor, yakni: longsoran translasi, longsoran rotasi, pergerakan blok, runtuhan batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Jenis longsoran translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsoran yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan.

Beberapa peneliti terdahulu telah menggunakan metode geolistrik untuk memetakan daerah rawan longsor. Jaya (2005) telah menentukan bidang gelincir pada daerah rawan longsor melalui pengukuran karakteristik kelistrikan bumi dengan daerah studi kasus di Kecamatan Prigen, Kabupaten Pasuruan, Privinsi Jawa Timur. Hasilnya adalah tiap-tiap lapisan didominasi oleh jenis tanah lanauan dan pasiran yang mempunyai harga resistivitas dari 15-150 Ohmmeter, hasil ini bersesuaian dengan data bor. Sudut bidang gelincir yang ditemukan adalah adalah 37,65° dan 22,7°. **[3].** Suhendra (2005) menentukan geometri bidang gelicir di jalur jalan raya antara Wanareja –Majenang di Km. 90,4 Desa Cikukun Kecamatan Wanareja Banyumas Propinsi Jawa Tengah menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner–Schlumberger. Berdasarkan nilai tahanan jenis yang diperoleh di Desa Cikukun yaitu 7,2 Ωm – 9,5 Ωm dari penampang 2D geolistrik terlihat ada tiga bidang gelincir dan di Desa Cirongge diperoleh nilai tahanan jenis dari 2,6 Ωm – 3,5 Ωm serta dari penampang 2-D geolistrik terlihat ada dua bidang gelincir yang mempengaruhi gerakan tanah dengan kedalaman yang bervariasi antara 2 sampai 9 m **[4].** Drahor, et.al., (2006) mengaplisikan teknik tomografi resistivitas listrik 2D untuk menyelediki longsor lahan di distrik Söke dari Aydın, Turki. Sebuah kajian pemodelan resistiviti sintetik 2D dilakukan untuk memahami respon dari resitivitas longsorlahan sebelum survai dilakukan. Hasil resistiviti dan lubang bor mengindikasikan keberadaan sebuah patahan disampingnya. Data resistiviti dari lintasan yang diukur sepanjang poros lonsorlahan mengungkapkan adanya sebuah rekahan di permukaan **[5]** . Yilmaz (2007) menyelidiki lonsorlahan Gürbulak, Trabzon, arah timur laut Turki menggunakan metode penampang bayangan resistivitas listrik 2D. Penyelidikan

diarahkan untuk menentukan ketebalan material yang bergerak, bidang gelincir dan evaluasi airtanah yang berhubungan dengan terjadinya longsorlahan. Hasil resitiviti dan informasi geologi dari longsor lahan menemukan bahwa bodi longsor lahan mempunyai derajat yang berbeda dan derajat saturasi tinggi dan bidang gelincir berada pada kedalaman 10 m **[6].** Sule, et.al., (2007) menggunakan metode resistivity dan GPS dalam memantau longsorlahan di daerah Panawangan, Ciamis, Indonesia. Hasil penelitian ini menemukan bahwa nilai resitiviti Halang didominasi oleh *clay* dan formasi didominasi oleh *breccia* dapat menjelaskan perbedaan hasil-hasil inversi dari data resitiviti dimana bidang antarmuka pada masing-masing formasi berlaku sebagai bidang gelincir. Nilai resisitivitas rendah menunjukkan kemungkinan *incharge* air permukaan. Sedangkan beberapa nilai resistivitas rendah yang ditemukan di daerah penelitian dapat berlaku sebagai trigger untuk terjadinya lonsorlahan. Hasil survai GPS menunjukkan adanya pergerakan tanah daerah penelitian dengan pergeseran horizontal maksimun 175 mm dan pergeserakan vertical maksimum 6 m. Ini mengindikasi bahwa kombinasi kedua metode potensial untuk memantau lonsorlahan **[7].** Colangelo, et.al., (2008) menerapkan tomografi resistivitas listrik 2D untuk menyelidiki longsorlahan aktif di daerah Basilicata, arah tenggara Italia. Modal, et.al., (2008) menggunakan metode tomografi resistivitis listrik 2D resolusi tinggi untuk mengkarakterisasi lonsorlahan aktif di Garhwal Hialaya, India. Tomogram resitivitity mengindetifikasikan keberadaan zona bidang gelincir pada kedalaman 10-20 m dari permukaan tanah **[8]**.

Selanjutnya, Lapenna, et.al., (2012) mengembangkan algoritma data inverse tomografi untuk monitoring longsor di bagian selatan Italia. Hasilnya adalah metode geolistrik robust ini secara efektif diaplikasikan untuk memberikan konstribusi terhadap fase dalam siklus manajemen bencana **[9]**. Sule,et.al., (2007) telah menggunakan kombinasi metode resitiviti dan GPS untuk menyelidiki longsor di Area Panawangan-Ciamis, Indonesia. Hasilnya menunjukkan gerakan berarti dari tanah dalam area yang diselidiki dengan pergeseran horizontal maksimum 175 mm dan pergerakan vertikal maksimum 6 mm **[7]**. Travelletti, et.al., (2011) menggunakan metode tomografi resistivity listrik time-lapse untuk memonitor perembesan dan aliran air bawah permukaan dalam tanah lonsor dengan batuan pasir bercampur clay. Hasil penelitian mengidikasikan sebuah pengurangan berarti dalam resistiviti sampai 18% dibandingkan dengan keadaan awal dalam skema hujan. Penelitian ini mendemonstrasikan bahwa metode tomografi resistivity listrik time-lapse berpotensi memonitor perembesan air pada bidang miring pasir bercampur clay **[10]**.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa meskipun metode geolistrik telah digunakan secara luas untuk menyelediki karakteristik daerah rawan longsor, namun pengembagan teknologi monitoring geolistrik time-lapse untuk memantau perkembangan daerah rawan longsor masih sangat sedikit. Di Indonesia, metode geolistrik time-lapse ini adalah yang pertama diterapkan untuk memantau perkembangan daerah rawan longsor dalam selang waktu tertentu.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Daerah Penelitian

Daerah penelitian terletak di Kota Padang yaitu di Bukit Lantiak yang termasuk Kelurahan Seberang Palinggam Kecamatan Padang Selatan.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam survai geolistrik dan geologi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam survei geolistrik dan geologi

No	Nama Alat	Spesifikasi	Kegunaan	Jumlah
1	Automatic Resistivity System GF Instruments	Model Ares-G4	Mengukur nilai tahanan jenis batuan bawah permukaan	1 buah
2	GPS	Garmin V	Mengukur posisi	1 buah
3	Altimeter	Pauline	Mengukur ketinggian	1 set
4	Mobil	CC>1800	Alat transportasi lapangan	1 buah
5	Kamera digital	Optikal zoom	Pemotretan titik-titik amat	1 buah
6	Palu geologi	-	Pengetukan batuan	1 buah
7	Kompas	Utara-selatan	Menentukan arah amat	1 buah

2.3. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Peralatan utama yang digunakan untuk mendapatkan nilai tahanan jenis adalah *Automatic Resistivity System GF Instruments* (ARES) dengan spesifikasi Model Ares-G4 buatan Republik Cheko. Peralatan ini adalah milik Universitas Negeri Padang (Jurusan Fisika FMIPA) yang diperoleh dari bantuan DIKTI akibat musibah Gempabumi Padang tanggal 30 September 2010. Alat ini dilengkapi dengan sofware RES2D asli. Teknik

pengumpulan data yang akan digunakan adalah konfigurasi Wenner untuk melihat perubahan nilai tahanan jenis secara vertikal.

Titik-titik pengamatan ditentukan berdasarkan peta topografi, peta jalan dan pengetahuan geologi daerah tersebut. Sebelum pelaksanaan pengukuran di lapangan, disiapkan alat dan bahan sebagai berikut: peta jalan, peta tofografi, peta geologi, Automatic Resistivity System GF Instruments, altimeter, alat ukur posisi (Global Positioning System), kamera foto, jam, alat komunikasi dan alat transportasi. Pengukuran nilai tahanan jenis di setiap stasiun diikuti dengan pengukuran ketinggian, dan pengukuran posisi stasiun serta dilanjutkan dengan memfoto posisi stasiun. Alat yang digunakan untuk mengukur posisi stasiun adalah GPS sedang alat untuk untuk mengukur ketinggian adalah altimeter.

2.4 Teknik Analisa Data Geolistrik

Pengolahan data lapangan hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan mengunakan perangkat lunak RES2D. Pada tahap ini dicoba untuk menampilkan Model 2-D yang menggambarkan nilai tahanan jenis batuan pada kedalaman tertentu. Untuk menyakinkan kualitas hasil pemodelan, nilai tahanan jenis dan kedalaman sebenarnya yang pertama sekali dihitung digunakan untuk mendapatkan nilai tahanan jenis dan kedalaman semu terhitung berikutnya. Proses ini dilakukan terus menerus (iterasi) sampai didapatkan hasil yang terbaik.

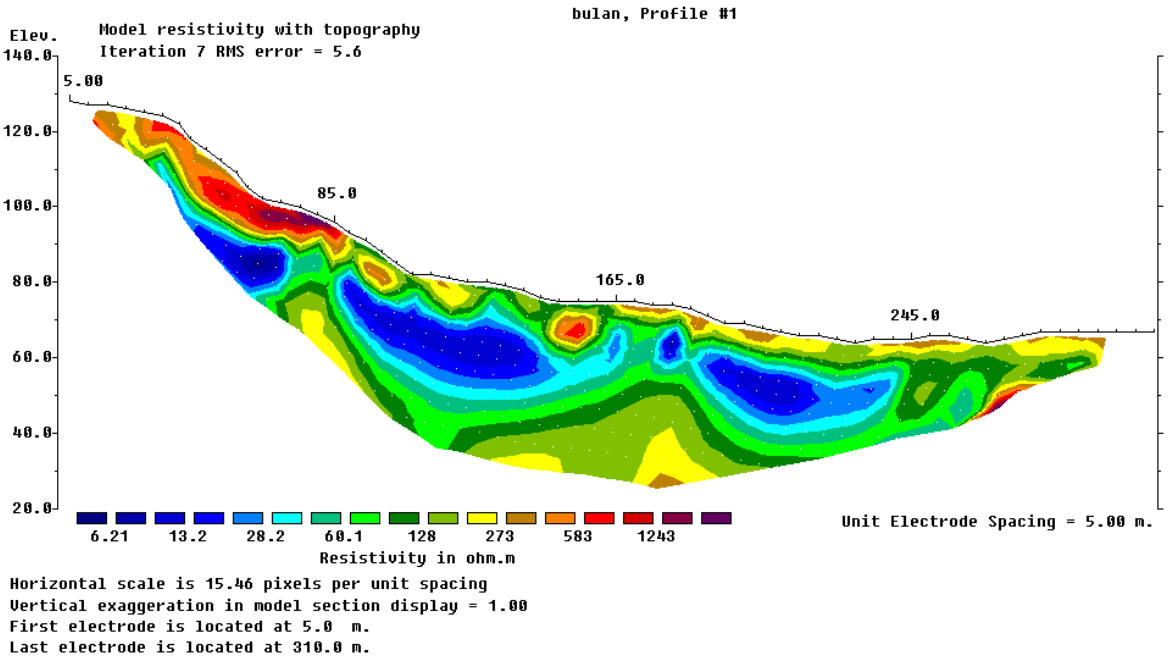
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengkuran Geolistrik dengan menggunakan *Automatic Resistivity System GF Instruments* Konfigurasi Wenner dapat dikelompokkan dalam data maksimum (Maks) dan minimum (Min) yang terdiri atas data kuat arus I (dalam mA), data selisih potensial V (dalam mV) dan data hambat jenis ρ_a (dalam ohm.meter), seperti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kuat arus, beda potensial dan hambat jenis Lintasan 1

No.	Lintasan	Nilai	I (mA),	V (mV)	ρ_a (ohm.meter).
1	1	Maks	457.65	365.8	1178.71
		Min	4.88	20.06	31.92

. Data yang diperoleh dengan menggunakan Konfigurasi Wenner ini diolah dengan bantuan software RES2DINV berupa penampang model 2D yang memiliki warna yang berbeda-beda seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



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

Masing-masing warna menunjukkan rentangan nilai tahanan jenis tertentu, yang dapat diinterpretasi sebagai jenis mineral geologi tertentu seperti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil interpretasi material di Lintasan 1

KODE WARNA	Tahanan jenis (Ωm)	MATERIAL
	6,21-60,1	CLAY
	60,10-273,00	SANDSTONE
	273,00-583,00	LIMESTONE
	583,00-1243,00	ANDESIT

Hasil interpretasi data untuk Lintasan 1 ini adalah sebagai berikut. Lintasan 1 terletak pada Koordinat 0.00^0 58' 3.7" LS dan 100^0 22' 5.6" BT sampai 0.00^0 58' 3.9" LS dan 100^0 22' 10,1" BT. Titik sounding berada pada koordinat 0.00^0 58' 3.9" LS dan 100^0 22' 10,1" BT. Panjang Lintasan 1 adalah 315 m dengan spasi elektroda 5 m. Berdasarkan nilai resistivitas yang diperoleh pada Lintasan 1 diidentifikasi terdapat 4 jenis batuan penyusun yaitu Clay, Sandstone, Limestone, dan Andesit. Hasil interpretasi menunjukkan di Lintasan 1 terdapat bidang gelincir yang membentang dari posisi x = 15 m sampai x = 85 m masing-masing dengan ketinggian 118 mdpl sampai 86 mdpl, dengan ketebalan 32 m.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan nilai resistivitas yang diperoleh pada Lintasan 1 diidentifikasi terdapat 4 jenis batuan penyusun yaitu Clay, Sandstone, Limestone, dan Andesit. Hasil interpretasi menunjukkan di Lintasan 1 terdapat bidang gelincir.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sangat berterima kasih kepada pihak penyandang dana Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi "Pengembangan Teknologi Monitoring Geolistrik Time-Lapse Untuk Memantau Daerah Rawan Longsor Di Kota Padang" ini yaitu Kementerian Riset dan Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana untuk kebutuhan penelitian ini. Kemudian terima kasih juga saya ucapkan kepada Kepala Laboratorium Geofisika FMIPA UNP dan Wali Alat Automatic Resistivity System GF Instruments yang telah mengizinkan saya untuk menggunakan peralatan ARES dan memberikan bimbingan teknis cara pengolahan data Geolistrik.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Pemprov Sumbar, 2008, Rencana Penanggulangan Bencana Provinsi Sumbar 2008-2012.

[2] BAKORNAS PB, 2007, Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya, Di Indonesia, ISBN 978-979-96016-2-9, Direktorat Mitigasi, Kalakhar BAKORNAS PB, Jakarta

[3] Jaya, M.S., 2005, Penentuan Bidang Gelincir Pada Daerah Rawan Longsor Melalui Pengukuran Karakteristik Kelistrikan Bumi, ITS-Research, ITS Library.

[4] Suhendra, 2005, Penyelidikan daerah rawan gerakan tanah dengan metode geolistrik tahanan jenis (studi kasus : longsoran di desa cikukun), Jurnal Gradien Vol.1 No.1 Januari 2005 : hal. 1-5.

[5] Drahor, M.G., Göktürkler, G., Berge, M.A., and Kurtulmuş, T. Ö., 2006, Application of electrical resistivity tomography technique for investigation of landslides: a case from Turkey, Environmental Geology, Volume 50, Number 2 / May, 2006, Pages 147-155.

[6] Yilmaz, S., 2007, Investigation of Gürbulak Landslide Using 2D Electrical Resistivity Image Profiling Method (Trabzon, Northeastern Turkey), Journal of Environmental & Engineering Geophysics, June 2007, v. 12; issue. p. 199-205.

[7] Sule, R., Syamsuddin, Sitorus, F., Sarsito, D.A., and Sadisun, I.A., 2007, The Utilization Of Resistivity And Gps Methods In Landslide Monitoring: Case Study At Panawangan Area – Ciamis, Indonesia, PROCEEDINGS JOINT CONVENTION BALI The 32nd HAGI, The 36th IAGI, and The 29th IATMI Annual Conference and Exhibition, 2007.

[8] Colangelo, G., Lapenna, V., Loperte, A., Perrone, A., and Telesca, L., 2008, 2D electrical resistivity tomographies for investigating recent activation landslides in Basilicata Region (Southern Italy), ANNALS OF GEOPHYSICS, VOL. 51, N. 1, February 2008

[9] Lapenna, V., Perrone, A., Piscitelli, S., 2012, Electrical Tomography for landslide monitoring: state-of-the-art and an overview of recent results in Southern Italy, EMSEV 2012 Gotemba Kogen Resort, Gotemba, Japan October 1–4, 2012.

[10] Travelletti, J., Sailhac, P., Malet, J.P., Grandjean, G., and Ponton, J., 2011, Hydrological response of weathered clay-shale slopes: water infiltration monitoring with time-lapse electrical resistivity tomography, HYDROLOGICAL PROCESSES Hydrol. Process. (2011)