

## INVESTIGASI BIDANG GELINCIR PADA LERENG MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS DUA DIMENSI (Studi Kasus: Kelurahan Lumbang Bukit Kecamatan Pauh Padang)

**Muhammad Iqbal Sy, Arif Budiman**  
Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Andalas  
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163  
*e-mail: muhammadiqbalsy10@gmail.com*

### ABSTRAK

Penelitian untuk menginvestigasi bidang gelincir telah dilakukan pada dua lintasan sejajar. Masing-masing lintasan memiliki panjang 100 m dan jarak kedua lintasan adalah 10 m. Kedua lintasan tersebut terletak pada sebuah bukit dengan kemiringan  $35^\circ$ . Metoda yang digunakan adalah geolistrik tahanan jenis dua dimensi dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv* versi 3.59. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa litologi lapisan bawah permukaan pada kedua lintasan diduga terdiri dari pasir lempungan, lempung, batupasir, dan batugamping. Bidang gelincir berupa lapisan batugamping dengan nilai tahanan jenis  $756.566,50 \Omega\text{m} - 6.593.275,00 \Omega\text{m}$  dengan kedalaman 6,72 m sampai 10,0 m, untuk lintasan I. Kemudian untuk lintasan II bidang gelincir berupa batugamping dengan nilai tahanan jenis  $117.803,00 \Omega\text{m} - 3.296.588,00 \Omega\text{m}$  dengan kedalaman 6,72 m sampai 10,8 m. Pada kedua lintasan ditemukan bahwa kemiringan bidang gelincir adalah sekitar  $35^\circ$ . Tipe gerakan tanah atau gelinciran adalah translasi. Kata kunci: bidang gelincir, metode geolistrik tahanan jenis, dua dimensi

### ABSTRACT

*The research to investigate the landslide slip surface has been conducted on two parallel paths. Each path has a length of 100 m and the distance between the two paths is 10 m. Both paths are located at a hill with a slope of  $35^\circ$ . The method used is a two-dimensional geoelectric resistivity with Wenner-Schlumberger configuration. Data processing used Res2Dinv Version 3.59 software. The interpretation result showed that the subsurface lithology on both path consist of consolidated shale, clay, sandstone and limestone. The slip surface layer of limestone have resistivity value about  $756,566.50 \Omega\text{m} - 6,593,275.00 \Omega\text{m}$  with depth about 6.72 m to 10.0 m and  $117,803.00 \Omega\text{m} - 3,296,588.00 \Omega\text{m}$  with depth about 6.72 m to 10.8 m, for path I and path II, respectively. The result also showed that the slope of the landslide slipe surface is about  $35^\circ$ . The type of mass wasting is translational.*

*Keywords: slip surface, geoelectric resistivity methods, two dimensional*

## I. PENDAHULUAN

Longsor merupakan gejala geologi yang umum terjadi dan mesti akan terjadi dalam rangka mencari keseimbangan alam. Aktivitas tanah lonsor terjadi di Lumbang Bukit, Kecamatan Pauh, Padang. Berdasarkan laporan kejadian bencana alam tanah longsor dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Sumatera Barat, telah terjadi 11 kali kejadian bencana alam tanah longsor pada pertengahan tahun 2012 di Kelurahan Lumbang Bukit dan sekitarnya. Bencana alam tanah longsor tersebut telah menewaskan 4 jiwa, serta 13 unit rumah rusak berat dan 30 unit rumah rusak ringan (Sumber: ESDM, 2012).

Salah satu faktor penyebab longsor yang sangat berpengaruh adalah adanya bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*). Faktor lain yang juga mempengaruhi adalah kemiringan lereng, tanah yang kurang padat/tebal, jenis tata lahan, dan adanya beban tambahan. Pada umumnya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut (Sugito dkk, 2010). Pada saat terjadi hujan, air hujan akan meresap dan menembus tanah hingga ke lapisan kedap air. Lapisan inilah yang akan berperan sebagai bidang gelincir sehingga menyebabkan gerakan tanah atau longsor.

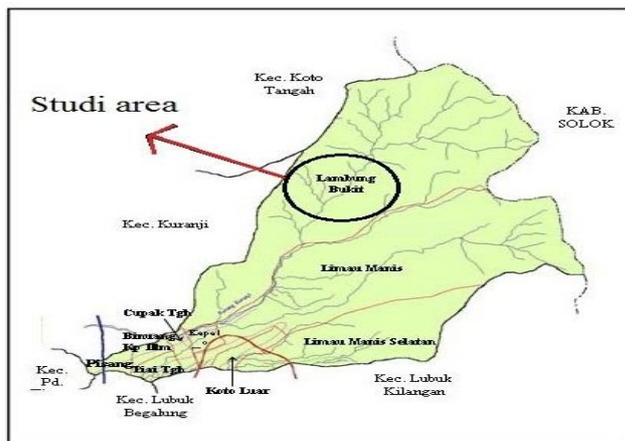
Metode geolistrik tahanan jenis dua dimensi (2D) merupakan salah satu metoda geofisika yang dapat menghasilkan citra lapisan batuan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai tahanan jenis batuan penyusun lapisan tersebut. Oleh karena itu metode ini dapat dimanfaatkan untuk survei daerah rawan longsor, khususnya untuk menentukan kedalaman atau

ketebalan lapisan yang berpotensi longsor serta litologinya sehingga dapat diketahui lapisan yang berperan sebagai bidang gelincir.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan survei daerah yang mengalami gerakan tanah, khususnya menentukan litologi per lapisan batuan bawah permukaan serta menentukan kedalaman bidang gelincir. Sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat dalam upaya pencegahan terjadinya bencana alam tanah longsor.

**II. METODE**

Penelitian ini dilakukan dalam rentang waktu bulan September 2012 sampai bulan Januari 2013 yang berlokasi di Kelurahan Lumbang Bukit, Kecamatan Pauh, Padang. Denah lokasi tempat penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Alat-alat yang digunakan terdiri dari resistivitymeter, aki, dua pasang elektroda, meteran, palu, dan GPS. Tahapan kegiatan penelitian meliputi survei pendahuluan, pengambilan data, pengolahan data dan interpretasi data.



Gambar 1 Daerah penelitian

Penelitian ini dilakukan pada dua lintasan, lintasan I terletak antara titik A ( $100^{\circ} 42' 68,0''$  BT dan  $00^{\circ} 92' 32,6''$  LS) ke titik B ( $100^{\circ} 42' 52,1''$  BT dan  $00^{\circ} 92' 27,6''$  LS). Kemudian pengukuran dilanjutkan pada lintasan II yang terletak antara titik A ( $100^{\circ} 42' 67,4''$  BT dan  $00^{\circ} 92' 34,0''$  LS) ke titik B ( $100^{\circ} 42' 35,2''$  BT dan  $00^{\circ} 92' 54,2''$  LS). Susunan atau konfigurasi elektroda yang digunakan adalah konfigurasi Wenner-Schlumberger dan jumlah titik data adalah 290 buah, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.

	0	12,5	5	17,5	10	22,5	15	27,5	20	32,5	25	37,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50	52,5	55	57,5	60	62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80	82,5	85	87,5	90	92,5	95	97,5	100												
1=1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40												
1=2			30	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74															
1=3				75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108																
1=4					109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140																	
1=5						141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170																		
1=6							171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199																		
1=7								200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230															
1=8									231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260															
1=9										261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290														
1=10											291	292	293	294	295	296	297	298	299	300																																	

Gambar 2 Susunan elektroda dan urutan pengukuran data geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger

Setelah dilakukan pengukuran data untuk semua titik berupa nilai arus dan beda potensial ( $I_F$ ,  $V_F$ ,  $I_R$ ,  $V_R$ ), kemudian dilakukan perhitungan nilai faktor geometri dengan menggunakan Persamaan 1.

$$K = \pi n (n + 1) a \tag{1}$$

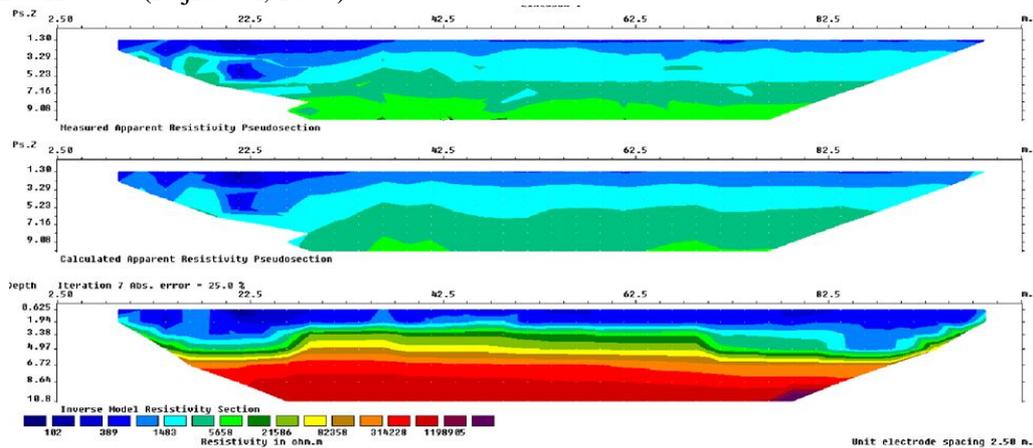
dengan  $n$  merupakan perbandingan jarak antara elektroda AM atau BN, dan  $a$  adalah jarak antar elektroda AB atau MN. Selanjutnya menghitung nilai tahanan jenis semu (*apparent resistivity*) menggunakan Persamaan 2.

$$\rho = K \Delta V / I \tag{2}$$

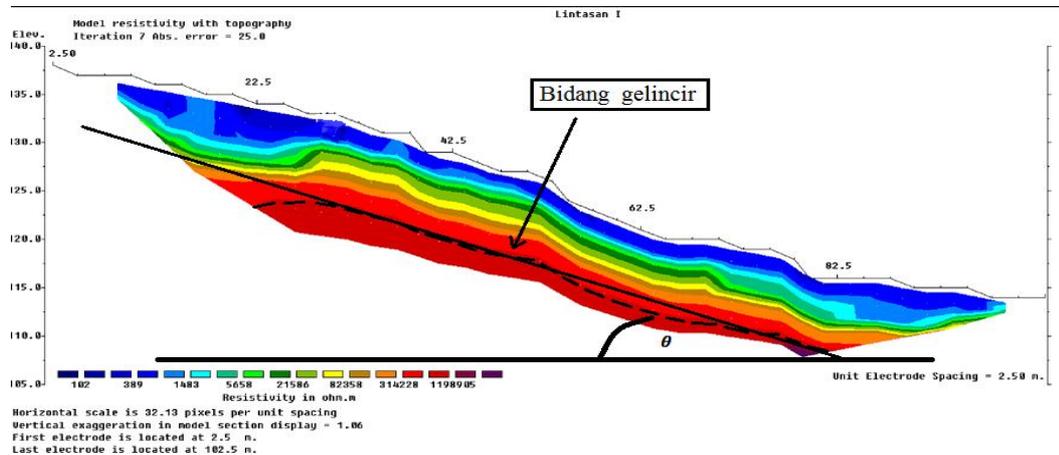
Pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv* versi 3.59 untuk mendapatkan tampilan citra dua dimensi (menunjukkan kontur tahanan jenis sebenarnya). Dari hasil pengolahan data tersebut dilakukan analisis dan interpretasi data mengenai pola anomali resistivitas atau tahanan jenis untuk memperoleh kedalaman bidang gelincir dan struktur geometri bidang gelincir.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software Res2Dinv* berupa citra dua dimensi untuk lintasan I dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Hasil tersebut diperoleh dengan melakukan 7 iterasi dengan kesalahan sebesar 25,0 %. Nilai eror dapat diterima karena kecil dari 30 % (Pujiastuti, 2009).



Gambar 3 Citra dua dimensi lintasan I tanpa topografi



Gambar 4 Citra dua dimensi lintasan I dengan topografi

Citra warna yang terlihat pada penampang *pseudosection* Gambar 3 dan 4 menunjukkan perbedaan nilai tahanan jenis lapisan bawah permukaan lintasan I. Dari hasil interpretasi

Gambar 3 dan 4 dapat dikelompokkan nilai tahanan jenis dan jenis batuan seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai tahanan jenis dan jenis batuan lapisan lintasan I

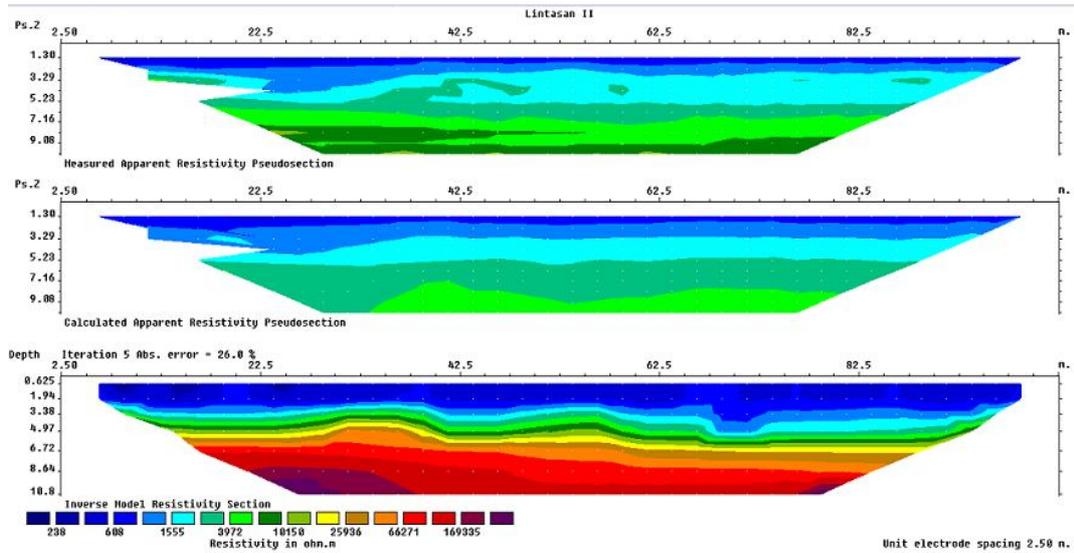
No.	Warna	Tahanan Jenis ( $\Omega\text{m}$ )	Jenis Lapisan
1		60,47 – 102,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
2		102,00 – 245,50	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
3		245,50 – 389,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
4		389,00 – 936,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
5		936,00 – 1.483,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
6		1.483,00 – 3.570,50	Lempung ( <i>clay</i> )
7		3.570,50 – 5.658,00	Lempung ( <i>clay</i> )
8		5.658,00 – 13.622,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
9		13.622,00 – 21.586,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
10		21.586,00 – 51.972,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
11		51.972,00 – 82.358,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
12		82.358,00 – 198.293,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
13		198.293,00 – 314.228,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
14		314.228,00 – 756.566,50	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
15		756.566,50 – 1.198.985,00	Batugamping ( <i>limestone</i> )
16		1.198.985,00 – 3.896.130,00	Batugamping ( <i>limestone</i> )
17		3.896.130,00 - 6.593.275,00	Batugamping ( <i>limestone</i> )

Dari Tabel 1, lintasan I dapat dibagi menjadi empat lapisan yaitu pasir lempungan (*consolidated shales*), lempung (*clay*), batupasir (*sandstones*), dan batu gamping (*limestone*). Lapisan pasir lempungan (*consolidated shales*) merupakan lapisan yang terdiri dari campuran lempung (*clay*) dan batupasir (*sandstone*). Akan tetapi, total ketebalan batupasir (*sandstone*) ini masih lebih tebal dari pada total ketebalan sisipan lempung (*clay*) sehingga lapisan ini disebut sebagai pasir lempungan (*consolidated shales*). Bidang gelincir biasanya ditandai oleh lapisan kedap air, lapisan kedap air memiliki nilai tahanan jenis yang tinggi. Lapisan yang memiliki tahanan jenis tinggi diindikasikan mempunyai sedikit kandungan air.

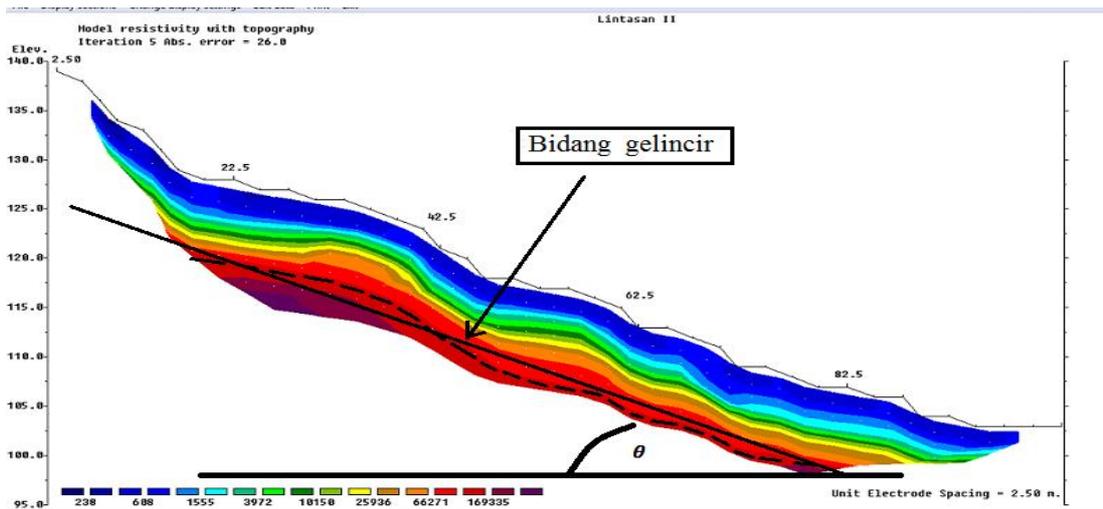
Jika ditinjau dari porositas batuan, lapisan kedap air memiliki porositas yang kecil. Nilai porositas (%) lempung (*clay*), batupasir (*sandstone*), dan batugamping (*limestone*) berturut-turut adalah 40 – 70 (55), 5 – 30 (16), dan 0 – 20 (11) (Freeze dan Cherry, 1979). Berdasarkan nilai tahanan jenis dan porositas batuan, bidang gelincir pada lintasan I diduga lapisan batugamping (*limestone*) sebagai lapisan yang kedap air. Lapisan ini terdeteksi pada kedalaman dari permukaan bervariasi dari 6,72 m – 10,0 m dengan nilai tahanan jenis 756.566,50  $\Omega\text{m}$  – 6.593.275,00  $\Omega\text{m}$ .

Lapisan-lapisan bagian atas bidang gelincir yang terdeteksi diduga sebagai lapisan batuan lapuk yaitu berupa lapisan pasir lempungan (*consolidated shales*), lempung (*clay*), dan batupasir (*sandstone*) yang dapat menyimpan kandungan air. Jika curah hujan tinggi kemungkinan air akan terakumulasi pada lapisan-lapisan tersebut, sehingga apabila terjadi longsor lapisan-lapisan tersebut yang mengalami pergerakan. Kalau dilihat dari pola bidang gelincir yang berbentuk rata atau menggelombang landai, gerakan tanah atau gelinciran adalah translasi.

Hasil citra dua dimensi untuk lintasan II diperoleh dengan melakukan 5 iterasi dengan kesalahan sebesar 26,0 %. Bentuk citra dua dimensi lintasan II dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Citra dua dimensi lintasan II tanpa topografi



Gambar 6 Citra dua dimensi lintasan II dengan topografi

Citra warna yang terlihat pada penampang *pseudosection* Gambar 5 dan 6 menunjukkan perbedaan nilai tahanan jenis lapisan bawah permukaan lintasan II. Dari hasil interpretasi Gambar 5 dan 6 dapat dikelompokkan nilai tahanan jenis dan jenis batuan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2. Dari Tabel 2, lintasan II dapat dibagi menjadi empat lapisan yaitu pasir lempungan (*consolidated shales*), lempung (*clay*), batupasir (*sandstones*), dan batugamping (*limestone*). Dengan analisis yang sama dengan lintasan I, bidang gelincir pada lintasan II diduga lapisan batugamping (*limestone*). Lapisan ini terdeteksi pada kedalaman dari permukaan bervariasi dari 6,72 m sampai 10,8 m dengan nilai tahanan jenis 117.803,00  $\Omega\text{m}$  – 3.296.588,00  $\Omega\text{m}$ . Kalau dilihat dari pola bidang gelincir yang berbentuk rata, gerakan tanah atau gelinciran adalah translasi sama halnya dengan lintasan I.

Jika dibandingkan dengan lintasan I, penampang bawah permukaan lintasan II mempunyai lapisan-lapisan batuan dengan nilai tahanan jenis yang mendekati nilai tahanan jenis lapisan-lapisan bawah permukaan lintasan I. Hal ini dapat menguatkan kualitas hasil yang diperoleh pada lintasan I, karena posisi lintasan II berada 10 m dari lintasan I.

Tabel 2 Nilai tahanan jenis dan jenis batuan lapisan lintasan II

No.	Warna	Tahanan Jenis ( $\Omega\text{m}$ )	Jenis Lapisan
1		97,20-238,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
2		238,00 - 423,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
3		423,00 - 608,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
4		608,00 - 1.081,50	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
5		1.081,50 – 1.555,00	Pasir lempungan ( <i>consolidated shales</i> )
6		1.555,00 – 2.763,50	Lempung ( <i>clay</i> )
7		2.763,50 – 3.972,00	Lempung ( <i>clay</i> )
8		3.972,00 – 7.061,00	Lempung ( <i>clay</i> )
9		7.061,00 – 10.150,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
10		10.150,00 – 18.043,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
11		18.043,00 – 25.936,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
12		25.936,00 – 46.103,50	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
13		46.103,30 – 66.271,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
14		66.271,00 – 117.803,00	Batupasir ( <i>sandstone</i> )
15		117.803,00 – 169.335,00	Batugamping ( <i>limestone</i> )
16		169.335,00 – 1.282.961,50	Batugamping ( <i>limestone</i> )
17		1.282.961,50 – 3.296.588,00	Batugamping ( <i>limestone</i> )

Jika ditinjau dari kemiringan tebing yang memiliki nilai  $\pm 35^\circ$ . Bentuk geometri bidang gelincir kedua bidang gelincir yang ditunjukkan dari citra geolistrik di atas dapat membuat daerah lereng ini terjadi gerakan tanah (*mass wasting*) berupa tanah longsor (*landslide*), karena badan jalan dan pemukiman tepat berada di bawah atau di samping lereng, maka jika terjadi gerakan tanah (*mass wasting*) yang berupa longsor (*landslide*), massa tanah akan bergerak ke bawah akan menutupi badan jalan dan pemukiman. Oleh sebab itu diperlukan adanya tindakan antisipasi untuk mempertahankan kekuatan tanah dan memperbesar gaya penahan pada lereng.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil interpretasi citra dua dimensi untuk kedua lintasan diduga struktur lapisan bawah permukaan tanah berupa pasir lempungan (*consolidated shales*), lempung (*clay*), batupasir (*sandstone*), dan batugamping (*limestone*). Bidang gelincir pada kedua lintasan pengukuran diduga lapisan batugamping (*limestone*) dan berada pada kedalaman sekitar 6,72 m – 10,0 m dari permukaan tanah untuk lintasan I dan pada kedalaman 6,72 m – 10,8 m untuk lintasan II dengan kemiringan lereng pada kedua lintasan  $\pm 35^\circ$ . Tipe gerakan tanah yang terjadi pada kedua lintasan berdasarkan pola bidang gelincir yang berbentuk rata dari permukaan tanah adalah gelinciran jenis translasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ESDM, 2012, Laporan Peninjauan Bencana Tanah Longsor Padang (Unpublished).
- Freeze, R. A., dan Cherry, J. A., 1979, *Groundwater*, John A. Cherry, inc., USA.
- Pujiastuti, D., Indrawati, Edwiza. D., dan Mustafa, B., 2009, Penentuan Kedalaman Bidang Gelincir Daerah Rawan Gerakan Tanah dengan Metode Tahanan Jenis (studi Kasus : Dua titik Pengamatan di Kampus Unand Limau Manis Padang), *Prosiding seminar Nasional Fisika Universitas Andalas (SNFUA)*, Padang, hal 42-54.
- Sugito, Irayani, Z., dan Jati, I., 2010, Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Desa Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas, *Jurnal Berkala Fisika*, Vol. 13, No. 2, hal 49-54.