

Seminar Nasional Fisika 2013
Jurusan Fisika FMIPA Unhas Makassar

IDENTIFIKASI BIDANG GELINCIR DAERAH KEPULAUAN SERUI MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS

Virman¹⁾, Paulus G.D. Lasmono¹⁾, Muhammad Altin Massinai²⁾

¹⁾ Jurusan MIPA, Program Studi Fisika, FKIP Uncen

²⁾ Program Studi Geofisika, FMIPA Unhas

ABSTRAK

Longsor merupakan salah satu bencana alam geologi yang paling sering menimbulkan kerugian seperti jalan raya rusak, kerusakan tata lahan, bangunan perumahan, bahkan sampai merenggut korban jiwa. Kejadian longsor antara lain dikontrol oleh sifat fisik tanah dan batuan, struktur geologi, kemiringan lereng, vegetasi penutup serta faktorbeban dan getaran. Agar tidak terjadi kerugian material dan immaterial seperti tersebut diatas, maka permasalahan gerakan tanah perlu mendapat perhatian. Telah dilakukan pengukuran geolistrik di Kabupaten Kepulauan Waropen yaitu di Km 4, Km 29+00, Km 29+200 dan Km 32+00. Lereng di lokasi pengukuran termasuk terjal ($> 55^{\circ}$). Vegetasi atau jenis tanaman pada lereng tersebut didominasi oleh tumbuhan yang berakar serabut. Sedangkan tebing yang terdapat diantara Km 29+200 dan Km 29+00 kondisi vegetasi penutup umumnya sangat kurang. Pengukuran geolistrik tahanan jenis yang dilakukan di ruas jalan sepanjang 40 km menghubungkan Kota Serui – Kampung Wadapi bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan tanah secara vertikal sehingga dapat diketahui bidang yang rawan longsor. Pengukuran lapangan menggunakan konfigurasi Schlumberger seluruhnya ada 4 (empat) lintasan dan pengolahan data menggunakan software IPI2win. Berdasarkan korelasi antara data geologi dan *true resistivity* dari keempat lintasan maka litologi daerah penelitian didominasi oleh tahanan jenis yang lebih kecil dari 100 ohm m (< 100 ohm m), jenis tanahnya terdiri atas lempung, atau clay, dan berpasir. Jenis tanah ini termasuk tidak kompak sehingga rawan terjadinya longsor. Diperlukan mitigasi antara lain dengan penanaman pohon atau broncong sehingga dapat mencegah terjadinya longsor.

Kata kunci: longsor, tahanan jenis, konfigurasi Schlumberger

1. Latarbelakang

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal. Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak kearah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor.

Diruas jalan Serui-Manawi Kabupaten Waropen terdapat daerah berlereng dengan kondisi tanah secara visual adalah tanah lempung dan sangat rawan akan bahaya kelongsoran. Pada daerah ini jalan raya yang ada menghubungkan Kota Serui – Manawi dengan arus lalu lintas yang termasuk sepi. Pada saat musim hujan lereng yang ada disepanjang ruas jalan Serui-Manawi ini di beberapa lokasi ada yang longsor.

Longsor merupakan salah satu bencana alam geologi yang paling sering menimbulkan kerugian seperti jalan raya rusak, kerusakan tata lahan, bangunan perumahan, bahkan sampai merenggut korban jiwa. Kejadian longsor antara lain dikontrol oleh sifat fisik tanah dan batuan, struktur geologi, kemiringan lereng, vegetasi penutup serta factor beban dan getaran. Agar tidak terjadi kerugian material dan immaterial seperti tersebut diatas, maka permasalahan gerakan tanah perlu mendapat perhatian.

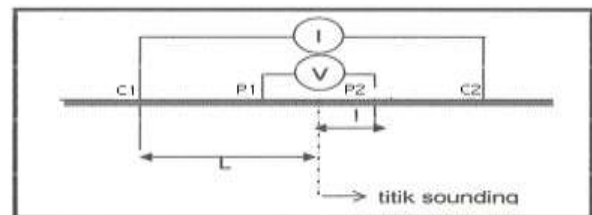
Dalam penelitian ini digunakan metode geolistrik tahanan jenis, yang bertujuan untuk menentukan bidang gelincir yang diduga sebagai penyebab terjadinya tanah longsor. Informasi tentang struktur dan perlapisan tanah tersebut digunakan untuk mengetahui batas-batas kelabilan tanah yang dapat menjadi acuan dalam pengembangan wilayah khususnya ruas jalan Serui – Manawi. Oleh karena itu untuk mengetahui struktur dan perlapisan tanah di lokasi tersebut dilakukan penelitian menggunakan metode geolistrik. Metode geolistrik adalah metode yang telah banyak digunakan baik untuk kegiatan eksplorasi maupun masalah lingkungan termasuk masalah gerakan tanah atau tanah longsor. Penelitian ini sangat penting dilakukan mengingat di Indonesia umumnya sering terjadi longsor. Aplikasi metode ini pada masalah gerakan tanah (longsor) antara lain telah dikembangkan oleh Sugito, dkk (2010), Suhendra (2005), dan Nurul, P (2005). Metode

geolistrik tidak merusak lingkungan, biasanya relatif murah dan mampu mendeteksi sampai kedalaman tertentu (Reynold, 1997).

2. Metode Penelitian

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan dan bagaimana cara mendeteksinya dipermukaan bumi. Tujuannya adalah menggambarkan distribusi tahanan jenis bawah permukaan. Tahanan jenis bawah permukaan menggambarkan parameter-parameter geologi seperti mineral dan kandungan cairannya, porositas dan derajat saturasi air dalam batuan (Sanny, 2005).

Akuisisi data dilakukan dengan alat *Resistivity Meter* Naniura NRD 328 HF, menggunakan konfigurasi Schlumberger (Gambar 1). Injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui elektroda arus (C_1 C_2) dan mengukur respon formasi batuan bawah permukaan pada elektroda potensial (P_1 P_2).



Gambar 1 Susunan elektroda Schlumberger 2-D, (Loke, 2002)

Untuk memperoleh informasi yang lebih dalam, pengukuran dilakukan dengan memperbesar spasi elektroda. Data yang diperoleh berupa arus (I dalam Amper) dan beda potensial (ΔV dalam Volt). Dengan mengetahui nilai beda potensial dan arus listrik maka nilai tahanan jenis perlapisan batuan bawah permukaan dapat diprediksi. Hubungan antara tahanan jenis, beda potensial dan arus listrik yang terukur memenuhi persamaan:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

dimana K adalah faktor geometri elektroda (dalam meter) yang dinyatakan oleh:

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

Data yang dihasilkan dari kegiatan pengukuran tahanan jenis, selanjutnya dilakukan inversi menggunakan IPI2win untuk menghasilkan model kondisi dibawah permukaan. Untuk mengetahui jenis-jenis batuan yang ada pada masing-masing titik disesuaikan dengan besar kecilnya nilai tahanan yang dimiliki serta data geologi pada daerah penelitian.

Prosedur pengambilan data mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- Melakukan survey pendahuluan yang bertujuan untuk melihat daerah penelitian sebahen masukan untuk menentukan titik pengamatan dan arah bentangan.
- Pengambilan data dilakukan setelah titik-titik amat ditentukan.
- Pengecekan di lapangan. Dimaksudkan untuk mengetahui sesegera mungkin bila ada kesalahan dalam pengambilan data.

Pengukuran data tahanan jenis di lapangan dilakukan di ruas jalan Serui-Manawi Kepulauan Waropen (Lampiran 1). Lokasi penelitian secara geografis terletak pada $136^{\circ}55'$ - $136^{\circ}58'$ Bujur Timur dan $4^{\circ}32'$ - $4^{\circ}40'$ Lintang Selatan.

3. Hasil dan Pembahasan

Interpretasi data dilakukan dengan membandingkan atau mengkorelasi antara nilai tahanan jenis (*true resistivity*) dengan data geologi berdasarkan pemboran inti.

Hasil perhitungan data geolistrik berupa tahanan jenis semu, selanjutnya diolah menggunakan IPI2win untuk mendapatkan tahanan jenis sebenarnya. Data tahanan jenis yang sudah melalui tahap pengolahan dapat berupa model yang menggambarkan jumlah perlapisan dan kedalaman (Lampiran 1 dan 2). Selanjutnya model tersebut dianalisis berdasarkan konsep yang dikembangkan oleh Telford, 1990 dan dikorelasi dengan data geologi (pemboran inti). Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

Titik Pengukuran pertama (Km 4+200):

Untuk titik pengukuran pertama (Km 4 +200) yang berarah utara-selatan, panjang bentangan 85 meter atau AB/2 adalah 170 meter. Berdasarkan hasil pengolahan data (Lampiran 1) diperoleh perbandingan antara data kurva pengukuran dengan model perlapisan yaitu *root mean square* 18.3 % (RMS = 18.3 %). Adapun hasil analisis terhadap

model yang diperoleh berupa struktur bawah permukaan adalah sebagai berikut:

- ❖ Lapisan pertama, dengan ketebalan 0.75 m, harga tahanan jenis 122 ohm m merupakan lapisan penutup terdiri dari lapisan lanau, pasir dan sisipan pasir lempung berwarna coklat.
- ❖ Lapisan kedua, terdapat pada kedalaman 0.984 m tebalnya 0.234 m dan tahanan jenis batumannya adalah 10.9 ohm m. Lapisan ini memiliki struktur perlapisan sama dengan lapisan pertama, lebih konduktif dan kadar air yang lebih tinggi.
- ❖ Lapisan ketiga, lapisan bertahanan jenis 160 ohm m, berada pada kedalaman > 0.9 m. Pada lapisan ini strukturnya sama dengan lapisan pertama dan kedua berupa lempung, pasir kasar hingga halus bersifat lebih resistif.

Berdasarkan hasil pengukuran maka, potensi terjadinya longsor pada titik pengukuran ini ditunjukkan oleh struktur tanah yang relatif memiliki tahanan jenis rendah, yaitu , berlereng serta merupakan ruas jalan beraspal yang juga sudah mengalami retak-retak. Retak-retak ini akan semakin besar apabila curah hujan terus bertambah dan beban berupa getaran yang ditimbulkan oleh arus lalu lintas.

Titik Pengukuran kedua (Km 29+000):

Untuk titik pengukuran kedua ($01^{\circ} 52' 52.0''$ LS & $136^{\circ} 24' 19.9''$ Elevasi : 58 m dpal) yang berarah utara - selatan, panjang bentangan 170 meter atau AB/2 adalah 85 meter. Berdasarkan hasil pengolahan data yang menggunakan IP2win (titik pengukuran kedua, Lampiran 1) diperoleh perbandingan antara data kurva pengukuran dengan model perlapisan yaitu *root mean square* 13 % (RMS = 13 %). Adapun hasil analisis terhadap model yang diperoleh berupa struktur bawah permukaan adalah sebagai berikut:

- ❖ Lapisan pertama, merupakan lapisan penutup dengan ketebalan 0.75 m, harga tahanan jenis 103 ohm m. merupakan lapisan penutup terdiri dari lapisan pasir dan sisipan pasir lempung.
- ❖ Lapisan kedua, terdapat pada kedalaman 0.9 m tebalnya 0.2 m dan tahanan jenis batumannya adalah 7.42 ohm m. Lapisan ini diperkirakan sebagai lapisan lempung yang kedap air lebih konduktif dari lapisan pertama.
- ❖ Lapisan ketiga, lapisan bertahanan jenis 24.8 ohm m, jenis batumannya berupa lempung, pasir kasar hingga halus bersifat sangat konduktif.

ketebalan 5.67 m. berada pada kedalaman 6.67 m dari permukaan.

- ❖ Lapisan keempat, adalah lapisan yang tahananannya jenisnya 39.2 ohm m, berada pada kedalaman >6.67 meter.

Potensi terjadinya longsor pada titik pengukuran ini ditunjukkan oleh struktur tanah yang relatif memiliki tahanan jenis rendah, berlereng serta merupakan ruas jalan beraspal, vegetasi yang sangat kurang. Curah hujan dan beban berupa getaran yang ditimbulkan oleh aktivitas lalu lintas sangat berpengaruh terhadap proses terjadinya longsor.

Titik pengukuran ketiga (Km 29+200):

Titik pengukuran ketiga dilakukan dengan bentangan 200 meter atau AB/2 adalah 200 meter, arah bentangan timur-barat. Berdasarkan hasil pengolahan data yang menggunakan software IPI2win (titik pengukuran pertama, Lampiran 2), lintasan pertama terdiri atas 3 (tiga) lapisan. Hasil pengolahan dengan software IPI2win menunjukkan perbandingan antara kurva hasil pengukuran dengan model, diperoleh tingkat kesalahan atau *root means square* (RMS) = 11.5 %. Adapun distribusi tahanan jenis dan prediksi jenis batuanannya setiap lapisan adalah sebagai berikut:

- ❖ Lapisan pertama, merupakan lapisan penutup dengan ketebalan 0.75 m, harga tahanan jenis 124 ohm m. Lapisan ini merupakan tanah penutup terdiri atas lempung hingga lempung pasiran, lanau, pasir halus hingga pasir kasar.
- ❖ Lapisan kedua, terdapat pada kedalaman 1.82 m tebalnya 1.07 m dan tahanan jenis batuanannya adalah 20.7 ohm m. Lapisan ini lebih konduktif jika dibanding dengan lapisan pertama, pada lapisan ini jenis batuanannya masih dianggap sama dengan lapisan pertama namun pada lapisan ini kadar air lebih tinggi.
- ❖ Lapisan ketiga adalah lapisan dengan tahanan jenis 45.1 ohm m, suatu lapisan yang memiliki kadar air lebih rendah dibanding lapisan kedua, jenis batuan berupa lempung, pasir, kerikil dan berwarna hitam hingga kecoklatan, ketebalan 10.6 m berada pada kedalaman 12.5 m dari permukaan.
- ❖ Lapisan keempat, adalah lapisan yang tahanan jenisnya 8.61 ohm m dengan ketebalan 15.8 meter, dari permukaan sekitar 28.2 meter. Lapisan ini paling konduktif diperkirakan sebagai lapisan dengan kadar air tertinggi diprediksi sebagai lapisan akuifer yaitu lapisan yang tersusun oleh pasir dan sedikit lempung.
- ❖ Lapisan kelima, merupakan lapisan yang berada pada kedalaman > 28.22 m. Lapisan ini merupakan lapisan yang termasuk batuan dasar,

memiliki tahanan jenis paling resistif yaitu 6663 ohm m.

Berdasarkan Lampiran 1, ruas jalan di Km 29+200 disebelah kiri jalan terdapat lereng terjal dengan vegetasi kurang, diawatirkan apabila terjadi longsor maka badan jalan tertimbun. Sedangkan disebelah kanan jalan terdapat tebing terjal sekitar 4 m dari sisi jalan, vegetasi lebat dan pada kedalaman > 28 m sudah dijumpai struktur tanah yang termasuk batuan dasar (*basement*).

Titik Pengukuran keempat (Km 32+000):

Untuk titik pengukuran keempat ($01^{\circ} 52' 22.8''$ LS & $136^{\circ} 24' 48.7''$ Elevasi : 22 m dpal) yang berarah timur-barat, panjang bentangan 200 meter atau AB/2 adalah 100 meter. Berdasarkan hasil pengolahan data yang menggunakan IP2win (titik pengukuran kedua, Lampiran 2) diperoleh perbandingan antara data kurva pengukuran dengan model perlapisan yaitu *root mean square* 25 % (RMS = 25 %). Adapun hasil analisis terhadap model yang diperoleh berupa struktur bawah permukaan adalah sebagai berikut:

- ❖ Lapisan pertama, merupakan lapisan penutup dengan ketebalan 14.2 m, harga tahanan jenis 36.8 ohm m. merupakan lapisan penutup terdiri dari lapisan pasir dan sisipan pasir lempung.
- ❖ Lapisan kedua, terdapat pada kedalaman 29 m tebalnya 14.8 m dan tahanan jenis batuanannya adalah 361 ohm m. Lapisan ini diperkirakan sebagai lapisan lempung yang kedap air lebih konduktif dari lapisan pertama.
- ❖ Lapisan ketiga, lapisan bertahanan jenis 3.2038 ohm m, jenis batuanannya berupa lempung, pasir kasar hingga halus bersifat sangat konduktif. berada pada kedalaman > 29 m dari permukaan.

Pada ruas jalan Km 32+000 hasil pengukuran geolistrik diketahui struktur tanah terdiri tiga lapis. Pada lapisan ketiga tahanan jenis pada kedalaman > 29 m sangat rendah yaitu 3.2 ohm m. Tahanan jenis yang rendah tersebut diprediksi sebagai struktur tanah yang berpori (pasir) yang potensi terjadinya intrusi air laut. Tebing terjal di sisi jalan memiliki vegetasi yang cukup lebat.

4 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis, distribusi tahanan jenis didominasi oleh tahanan jenis < 100 ohm m, jenis tanahnya terdiri atas lempung, atau clay, dan berpasir, jenis tanah ini bersifat dispersive (mudah tererosi) hal ini

disebabkan karena mineral lempung di dalamnya akan diselimiti oleh lapisan air dua kali lebih tebal dibanding dengan mineral lempung pada umumnya.

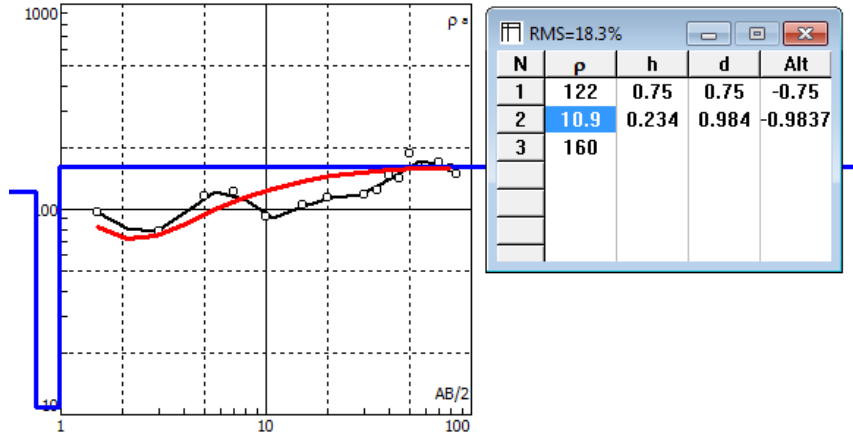
2. Potensi longsor daerah penelitian antara lain akibat terdapatnya bidang gelincir dari keempat lintasan yaitu terdapat pada lapisan kedua, lapisan tiga, lapisan empat dan lapisan tiga. Demikian juga lereng di lokasi pengukuran Km 4, Km 29+00, Km 29+200 dan Km 32+00 termasuk terjal ($> 55^{\circ}$). Vegetasi atau jenis tanaman pada lereng tersebut didominasi oleh tumbuhan yang berakar serabut. Sedangkan tebing yang terdapat diantara Km 29+200 dan Km 29+00 kondisi vegetasi penutup umumnya sangat kurang.
3. Diperlukan mitigasi antara lain dengan penanaman pohon atau broncong sehingga dapat mencegah terjadinya longsor.
4. Metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Schlumberger dapat menggambarkan dengan baik penyebaran tahanan jenis bawah permukaan pada identifikasi bidang gelincir.

Daftar Pustaka

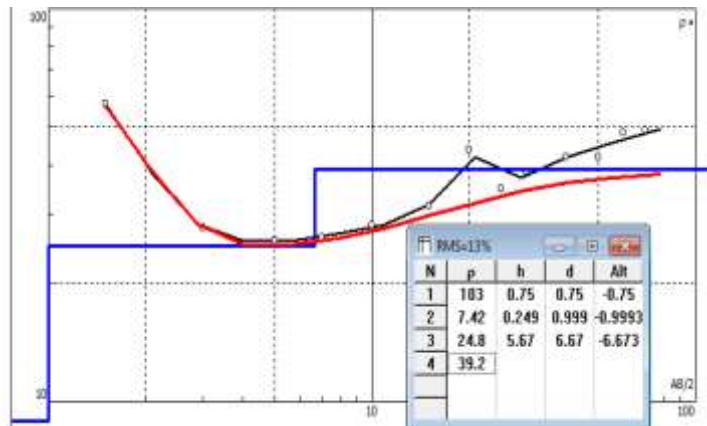
1. Keller, G.V., 1977. *Electrical method geophysical prospecting*. Pergamon Press.
2. Kenneth, P., 1994. *Sediment transport and depositional processes*. Blacwell Scientific Publications.
3. Loke, M.H., 2002. *A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys*, Malaysia.
4. Loke, M.H., 2004. *Rapid 2D Resistivity & IP Inversion using the least-square method*, Geotomo Software, Malaysia.
5. Nurul, P., Cahyo, W., 2005. Penentuan bidang gelincir tanah longsor berdasarkan sifat kelistrikan bumi. *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol. 6. No. 2. Hal. 137-141.
6. Suhendra, 2005. Penyelidikan daerah rawan gerakan tanah dengan metode geolistrik tahanan jenis. *Jurnal Gradien*. Vol. 1. Hal. 1-5.
7. Sugito, Irayani, Z., dan Jati, I. P., 2010. Investigasi bidang gelincir tanah longsor menggunakan metode geolistrik tahanan jenis di Desa Kebarongan Kecamatan Kemranjen Kab. Bayumas. *Jurnal Berkala Fisika*. Vo. 13. No. 2. Hal. 49-54
8. Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sherif, R. E., 1990. *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, New York.
9. Vernes, D., 1981. *Slope movement type and process, landslide analysis and control*. By R. Schuster & R. Krizek, Natural Academic and Science Special
10. Wahyunto., 2005. Kerawanan longsor lahan pertanian di daerah aliran sungai Citarum, Jawa Barat. Proseding Seminar Nasional Multifungsi dan Konsevasi Pertanian.

Lampiran 1

Jenis Pengukuran : Geolistrik Tahanan Jenis
 Konfigurasi : Schlumberger
 Lokasi Kegiatan : KM 4 + 200
 Koordinat : 01° 53'03.1" LS & 136°24'19.9" Elevasi : 121m dpal (UTM
 : X : 0656383, Y : 9792030, Z : 121 m dpal
 Tanggal : 30 – 12- 2012



Jenis Pengukuran : Geolistrik Tahanan Jenis
 Konfigurasi : Schlumberger
 Lokasi Kegiatan : KM 29 + 000
 Koordinat : 01° 52'52.0" LS & 136°24'19.9" Elevasi : 58 m dpal (UTM
 : X : 0656332, Y : 9792018, Z : 58 m dpal
 Tanggal : 31 – 12- 2012



Lampiran 2

Jenis Pengukuran : Geolistrik Tahanan Jenis
 Konfigurasi : Schlumberger
 Lokasi Kegiatan : KM 29+200
 Koordinat : 01° 52'51.6" LS & 136°24'21.5" Elevasi : 38 m dpal (UTM
 : X : 0656383, Y : 9792030, Z : 38 m dpal
 Tanggal : 31 - 12- 2012



Jenis Pengukuran : Geolistrik Tahanan Jenis
 Konfigurasi : Schlumberger
 Lokasi Kegiatan : KM 32 + 000
 Koordinat : 01° 52'22.8" LS & 136°24'48.7" Elevasi : 22 m dpal (UTM
 : X : 0657222, Y : 9792913, Z : 22 m dpal
 Tanggal : 31 - 12- 2012

