

**PENGUNAAN METODA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS UNTUK
MENENTUKAN GERAKAN TANAH
(Studi Kasus: Longsor di Desa Nasol Kabupaten Ciamis)**

Muhammad Nor,S.Si,M.T

Jurusan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UNRI, Pekanbaru

ABSTRACT

Penelitian yang dilakukan untuk memperoleh gerakan tanah di bagian lereng bagian utara dari gunung Payung (430 meter). Lereng bagian atas merupakan daerah yang relatif landai, pada desa antara Ciamis-Nasol Propinsi Jawa Barat menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Schlumberger, dan 2D dengan konfigurasi Wenner. Pengolahan data tahanan jenis menggunakan tahanan jenis 2D menggunakan program RES2DINV.

Berdasarkan nilai tahanan jenis yang diperoleh, lapisan akuifer daerah penelitian terdiri dari dua kelompok gerakan tanah, yaitu Kelompok gerakan tanah I yang tersusun dari batuan Endapan dan Kelompok gerakan tanah II yang tersusun dari batuan Vulkanik.

Tahanan jenis Kelompok gerakan tanah I berkisar antara 11,6-379 Ω m, terdiri pasir, kerikil, kerakal dan tufa dengan sisipan lempung, dan merupakan gerakan tanah bebas sampai tertekan, ketebalan berkisar antara 2-4 meter. Tahanan jenis Kelompok gerakan tanah II berkisar antara 17,4-157 Ω m, terdiri pasir tufaan, breksi tufaan dengan diselingi tufa lempungan., dan merupakan gerakan tanah tertekan.

Key Words : Geoelectrical method, resistivity, block slide, rotation soil

Pendahuluan

Longsor terjadi karena terganggunya kesetimbangan alam akibatnya seringkali membawa bencana dan kerugian yang tidak sedikit baik harta benda maupun jiwa manusia. Wilayah Indonesia yang sebagian besar perbukitan dan pegunungan yang sebagian kondisi alamnya berupa lereng yang terjal sehingga berpotensi untuk terjadinya longsor, ditambah lagi oleh adanya curah hujan yang tinggi dan aktivitas manusia membuka lahan pertanian baru dan pemotongan lereng untuk pemukiman maupun jalan.

Berdasarkan data longsor di Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Propinsi Jawa Barat Paling sering dilanda bencana tanah longsor dibandingkan daerah lainnya di Indonesia, sejak tahun 1990-2006 sedikitnya telah

terjadi tanah longsor di beberapa desa di kabupaten ciamis yang menimbulkan korban jiwa dan beberapa sarana mengalami kerusakan seperti jalan dan lahan pertanian.

Kondisi geologi dan morologi di kabupataen tersebut berpotensi besar menimbulkan bencana gerakan tanah yang dapat mengganggu pengguna jalur jalan. Gerakan tanah yang bersekala besar hampir setiap tahun terjadi pada kabupaten ini sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menyelidiki penyebab terjadinya gerakan tanah.

Banyak metoda yang dapat digunakan untuk memantau gerakan tanah, salah satunya adalah metoda geolistrik tahanan jenis yang dapat digunakan untuk memberikan gambaran tentang geometri gerakan tanah.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di daerah Payung Sari, Kabupaten Ciamis Jawa Barat secara geografi terletak pada koordinat $108^{\circ}25'72.67''$ BT dan $07^{\circ}11'34.65''$ LS.

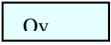
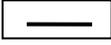
Gerakan tanahnya yang terjadi berupa rayapan yang dicirikan adanya retakan dan belahan, terdapat di daerah lereng bagian bawah dan pada lereng bagian atas daerah pemukiman Nasol. Retakan yang terjadi didaerah pemukiman pada lereng bagian bawah mempunyai panjang lebih dari 30 m, lebar rekahan tanahnya 7-14cm, dalamnya 15-20 cm dan arahnya $U 315^{\circ}$ T, sedangkan nendatan terjadi pada lereng bagian atas daerah permukiman panjang lintasannya 15 m, tinggi penurunan muka tanahnya 20-50 cm, lebar rekahannya 7-10 cm dan arahnya $U 270^{\circ}$ T. Gawir gerakan tanah yang terletak dilereng bagian atas daerah pemukiman Nasol (di bawah badan jalan desa Ciamis-Nasol), Panjang mahkota longsorannya ± 120 m, tinggi gawir 2-4 m, kemiringannya 45° - 60° dan arahnya $U 260^{\circ}$ T.

Daerah lokasi bencana dominan disusun oleh batuan vulkanik yang bersumber dari Gunung Api tua produk Gunung Sawal yaitu breksi gunung api, breksi, tufa dan lava bersusun andesit sampai basalt. Tufa, berwarna coklat kehitaman dengan sifat fisik setengah sehingga mudah hancur bila terkena air dan tersingkap di kaki lereng bagian bawah. Tanah penutupnya berupa lempung pasir, berwarna coklat kehitaman dengan ketebalan 4-6 m, dan bersifat meluluskan air





Peta Geologi
Daerah Payung Sari dan sekitarnya
Kabupaten Ciamis, Jawa Barat

	Oa	Aluvial lempung, lanau, pasir, bongkah diredapkan di daerah Banjir sungai besar
	Ov	Hasil gunung muda: Breksi gunung api, lahar dan tufa bersusun Andesit, basalt dari gunung galunggung (Qvg), gunung cereme(Qvu)
	OTv	Hasil gunung tua: Breksi gunung api, breksi aliran tufa, lempung dan lava Bersusun andesit sampai basalt, dari gunung sawal (Qtvs)
	Jalan	
	Sungai	

Sumber : Peta geologi Lembar Tasikmalaya
(oleh T.Budhisutrisno)

Gambar 1. Peta Geologi Desa Nasol Kabupaten Ciamis

Sifat Kelistrikan Bumi

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat-sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara merekam di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial dan arus baik yang terjadi secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi (Telford, 1990:522, Loke, 1999:1).

Aliran arus listrik di dalam batuan / mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu konduksi secara elektronik, elektrolit dan konduksi secara dielektrik. Konduksi secara elektronik terjadi jika batuan / mineral banyak mengandung elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan oleh elektron-elektron bebas itu. Konduksi elektrolitik terjadi jika batuan / mineral bersifat porous dan pori-pori tersebut terisi oleh cairan-cairan elektrolit. Pada konduksi ini arus listrik dibawah oleh ion-ion elektrolit, sedangkan konduksi dielektrik jika batuan / mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus yaitu terjadi polarisasi saat bahan dialiri listrik (Telford dkk, 1990:284-288, Reynolds, 1997:420-421).

Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan / mineral digolongkan menjadi tiga macam, yaitu; konduktor baik ($10^{-8} < \rho < 1$) Ωm , konduktor pertengahan ($1 < \rho < 10^7$) Ωm , dan isolator ($\rho > 10^7$) Ωm (Anonim, 1999:4).

Aliran Arus Listrik di dalam Bumi

Pendekatan yang paling sederhana untuk mempelajari secara teoritis tentang aliran listrik di dalam bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium yang homogen dan isotropis. Jika medium tersebut dialiri arus listrik searah (diberi medan listrik E) maka elemen arus δI yang melewati elemen luas δA dengan kerapatan arus J adalah : (Telford dkk,1990)

$$\delta I = J \delta A \quad (1)$$

Berdasarkan hukum Ohm, hubungan antara kerapatan arus listrik J dengan medan listrik E dan konduktifitas medium σ dapat dinyatakan:

$$J = \sigma E \quad (2)$$

Apabila E adalah medan konservatif, maka dapat dinyatakan dalam bentuk gradien potensial V sebagai:

$$E = -\nabla V \quad (3)$$

Substitusikan persamaan (3) ke persamaan (2), sehingga diperoleh kerapatan arus J sebagai berikut:

$$J = -\sigma \nabla V \quad (4)$$

Apabila tidak ada sumber muatan yang terakumulasi pada daerah regional, maka:

$$\nabla \cdot J = \sigma \nabla \cdot E = 0$$

atau

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \quad (5)$$

Untuk ruang homogen isotropi maka σ adalah konstanta skalar dalam ruang vektor, sehingga persamaan (5) menjadi:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (6)$$

Yang merupakan persamaan Laplace ini adalah bentuk fungsi potensial harmonik derajat dua. Persamaan tersebut juga berlaku pada kondisi batas dua medium yang memiliki konduktivitas berbeda. Dengan menggunakan syarat batas misalnya dua medium homogen isotropis dalam arah x dengan konduktivitas σ_1 dan σ_2 , berlaku:

$$E_{x1} = E_{x2} ; \sigma_1 E_{z1} = \sigma_2 E_{z2} ; V_1 = V_2 \quad (7)$$

Dengan: E_{x1} = komponen tangensial medan listrik dalam arah x

E_{z1} = komponen normal medan listrik dalam arah z

V_1 dan V_2 adalah potensial pada medium 1 dan 2

Karena simetri bola, potensial hanya sebagai fungsi jarak r dari sumber, selanjutnya persamaan (6) dapat ditulis:

$$\frac{d}{dr}\left(r^2 \frac{dV}{dr}\right) = 0 \quad (8)$$

atau

$$\frac{d^2V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} = 0 \quad (9)$$

Pemecahan persamaan tersebut dapat dilakukan melalui integral atau dengan pemecahan persamaan diferensial. Dengan mengintegrasikan dua kali solusi umum persamaan Laplace untuk ini adalah seperti persamaan (10) dibawah ini:

$$V = -\frac{A}{r} + B \quad (10)$$

dengan A dan B adalah konstanta integrasi yang nilainya bergantung pada syarat batas. Untuk $r \rightarrow \infty$, maka $V = 0$, sehingga diperoleh $B = 0$, maka persamaan (10) menjadi;

$$V = -\frac{A}{r}$$

Jadi beda potensial listrik (V) yang terjadi mempunyai nilai yang berbanding terbalik dengan jari-jari atau jarak bidang equipotensial dari titik sumber (r)

Elektroda Arus Tunggal di permukaan

Jika sebuah titik elektroda yang memancarkan arus listrik I terletak pada permukaan medium homogen-isotropik akan dipancarkan keseluruhan arah bidang setengah bola, jika udara di atas permukaan memiliki nilai konduktivitas sebesar nol, maka potensial listrik A yang dihasilkan pada suatu titik dengan jarak r adalah (Telford dkk, 1990).

$$A = -\frac{\rho I}{2\pi} \quad (11)$$

sehingga diperoleh:

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r} \text{ atau } \rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (12)$$

Dengan J adalah rapat arus, σ adalah konduktivitas, A adalah luas penampang bola, V adalah potensial, I adalah arus listrik dan ρ adalah tahanan jenis.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan dilapangan di daerah Nasol Kabupaten Ciamis dengan Metoda geolistrik tahanan jenis adalah salah satu metoda geofisika yang memanfaatkan sifat tahanan jenis untuk mempelajari keadaan di bawah permukaan bumi.

Metoda ini dilakukan dengan menggunakan arus listrik searah yang diinjeksikan melalui dua buah elektroda arus ke dalam bumi, lalu mengukur beda potensial yang terbentuk melalui dua buah elektroda beda potensial yang berada ditempat lain. Perbedaan potensial yang terukur merefleksikan distribusi tahanan jenis yang terdapat dibawah permukaan bumi, dari analisis distribusi tahanan jenis spesifik ini nantinya dapat diinterpretasikan keadaan dibawah permukaan bumi. Pada dasarnya metoda ini didekati menggunakan konsep perambatan arus listrik didalam medium homogen isotropis, dimana arus listrik bergerak kesegala arah dengan nilai sama besar. Berdasar asumsi tersebut, maka bila terdapat anomaly yang membedakan jumlah rapat arus yang mengalir diasumsikan akibat oleh adanya perbedaan akibat anomali tahanan jenis. Anomali ini akan digunakan untuk merekonstruksi keadaan geologi bawah permukaan. Perbedaan konfigurasi elektroda, variasi tahanan jenis spesifik yang akan diselidiki, prosedur memperoleh data sangat menentukan dalam pemakaian metoda ini.

Metoda tahanan jenis mempunyai dua macam pendekatan, yaitu pendekatan horizontal dan pendekatan vertical, kedua pendekatan ini mempunyai prosedur kerja dan interpretasi yang berbeda antara satu sama lainnya. Metoda tahanan jenis pendekatan horizontal dimaksudkan sebagai eksplorasi metoda tahanan jenis untuk mendeteksi lapisan atau formasi batuan yang mempunyai kedudukan stratigrafi bidang lapisan yang membentang secara horizontal. Sedangkan eksplorasi dilakukan untuk mempelajari urutan stratigrafi batas lapisan secara vertikal dari atas sampai kebawah.

Hasil dan Pembahasan

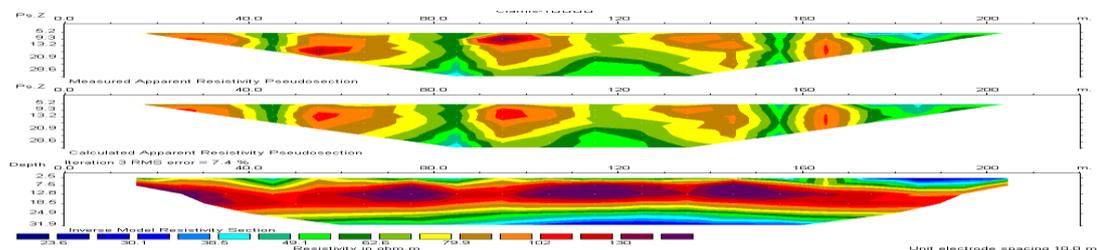
Hasil pengolahan data geolistrik di Desa Nasol. Penampang hasil pengolahan data di Desa Nasol dengan lintasan diperlihatkan pada gambar (2) untuk penampang 2-D yang terdiri dari tiga bagian yaitu penampang semu tahanan jenis yang terukur

(measurement apparent resistivity Pseudosection), Pseudosection tahanan jenis terhitung (Calculated apparent resistivity pseudosection). Dan model tahanan jenis hasil inversi. Setelah itu menggunakan perangkat lunak RES2DINV ditampilkan model tahanan jenis dengan topografi (3).

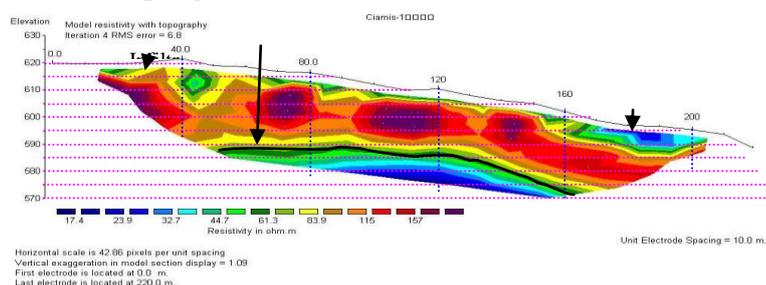
Hasil pemodelan kedepan oleh perangkat lunak RES2DINP Dengan pendekatan beda hingga. Penampang tahanan jenis semu terhitung ini akan menjadi model awal untuk proses inversi.

Dalam proses inversi, respon model dibandingkan dengan respon data lapangan. Jika berbeda jauh maka model (parameter) diubah sampai mendekati data lapangan. Proses perubahan model ini dilakukan secara otomatis oleh perangkat lunak. Pada gambar 3 terlihat bahwa daerah ini terdapat bermacam-macam jenis tanah dan batuan yang memberikan nilai resistivity ada perbedaan setiap pengukuran yang dilakukan tergantung pada jarak yang kita ambil dan morfologinya. Semakin jauh jarak yang kita ambil semakin jauh kedalaman yang kita peroleh. Berdasarkan penampang hasil pengolahan data di desa Nasol Kabupaten Ciamis dengan 2 lintasan yang diperlihatkan pada gambar (3) untuk penampang 2-D hasil model tahanan jenis dengan tofografi dapat dilihat pada gambar (4)

Gambar (4) menunjukkan hasil inversi data pengukuran di Desa Nasol. Pada gambar penampang geolistrik tersebut terlihat bahwa nilai tahanan jenis dari 23.6 Ωm sampai 130 Ωm dengan kesalahan iterasi 7.4 % (pada iterasi ke -3). Adapun kedalaman yang dicapai 50 meter. Hasil data jenis batuan dan resistivity dari gambar (2) pada daerah Nasol terlihat pada tabel 1.



Gambar 2. Penampang hasil lintasan I inversi 2-D di Desa Nasol



Gambar (3). Penampang I tahanan jenis tofografi Desa Nasol

Hasil dan jenis batuan pada lintasan Nasol

Posisi (m)	Kedalaman (meter)	Resistivitas (ohm meter)	Interpretasi Jenis	
			Atas	Bawah
0 - 40	0 - 10	44.7 - 83.9	Soil, lapisan lapuk	Soil, lapisan lapuk
	10 - 20	83.9 - 115	Pasir, Breksi Tuffa	Pasir, lempung
	20 - 30	115 - 157	Pasir	Pasir
40 - 80	0 - 10	44.7 - 115	Soil, Lempung pasiran	pasir
	10 - 20	115 - 157	Batu gamping	Batu gamping
	20 - 30	157 - 83.9	Pasir, Breksi Tuffa	lempung
	30 - 40	83.9 - 32.7	lempung	Pasir, lempung
80 - 120	0 - 10	44.7 - 61.3	Lempung basah	Soil, Lempung
	10 - 20	61.3 - 157	lempung	Soil
	20 - 30	157 - 115	Soil, Breksi tuffa	Breksi tuffa
	30 - 40	115 - 23.9	Breksi	lempung
	40 - 50	23.9 - 17.4	Lempung, Pasir	Lempung, Air
120-160	0 - 10	44.7 - 83.9	Lempung basah	lempung
	20 - 30	83.9 - 115	Soil	Soil
	30 - 40	115 - 32.7	Breksi tuffa	Lempung
160-200	0 - 10	23.9 - 44.7	Soil, Pasir	Lempung Basah
	10 - 20	44.7 - 115	Pasir, Breksi Tuffa	lempung

Tabel 1. Jenis batuan dan resistivity Desa Nasol

KESIMPULAN.

1. Berdasarkan penampang geolistrik diketahui:
 - Geometri bidang gelincir di daerah Nasol yang relatif dalam yaitu 30 - 50 m dengan nilai tahanan jenis antara 17.4 - 157 Ω m dan 6,7 - 425 Ohmmeter
 - Di kedua lokasi penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi berulang-ulang peristiwa gerakan tanah, yang ditandai oleh bentuk bidang gelincir
2. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa :
 - Lapisan batuan di daerah Nasol dominan berupa batuan Batu Gamping, Pasir, soil, dan batulempung. Lapisan batulempung yang kedap air dapat bertindak sebagai bidang gelincir untuk terjadinya gerakan tanah dengan tanah pelapukan berupa lempungan pasiran yang relatif tipis yang menumpang diatas batulempung sehingga pergerakannya relatif lambat (rayapan)

DAFTAR PUSTAKA

1. Abramson, L. W and Lee, T.S 1996. *Slope Stability and Stabilization Methode*, John Wiley & Son INC, New York, 1-57.
2. Azhar, 2001. Pemodelan fisis metoda resistivity untuk eksplorasi batubara : *Penelitian Laboratorium. Tesis S-2 (tidak dipublikasikan)*, Program Magister Geofisika Terapan, Pasca Sarjana ITB, Bandung.
3. Dikau, R. et. all. 1997. *Landslide Recognition*, John Willey & Sons Ltd, New York, 44 – 54
4. Gueguen, Y. & Palciauskas, V; 1994, *Introduction to the Physics of Rocks*, Printceton University Press, New Jersey
5. Koefoed, O., 1979. *Geosounding Principles I; Resistivity sounding measurement*, Elsevier, Netherlands
6. Loke, M.H., 1999. *RES2DINV ver. 3.3 for windows 3.1, 95 and NT; Rapid 2D resistivity & IP inversion using the least-squares method (wenner, pole-pole, inline pole-pole, equatorial dipole-dipole, Schlumberger) on land, underwater and cross-borehole surveys*, Penang, Malaysia
7. Oldenburg, D., Y. Li and Jones F. 1998. *TUTORIAL : Basics concepts of resistivity and IP profiling, The UBC Geophysica Inversion Facility*, HTML : F. Jones@UBC-GIF
8. Taib, M.I.T., 2000. *Dasar Metoda Eksplorasi Tahanan Jenis Galvanik : Diktat Kuliah, metoda Geolistrik*, Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, ITB. Bandung, 1-4
9. Telford, W.M., L. P. Geldart and R.E Sheriff, 1990., *Applied Geophysics: Second Edition*, Cambridge Universitym Press, USA, 522-538
10. Varnes, D.J. 1978. *Slope movement types and processes*. In *Landslides analysis and control* (eds R. L. Schuster and R. J. Krizek). Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Special Report 176, 12-33.

