

## **Penerapan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis untuk Menentukan Tanah Longsor (Studi Kasus: Longsor di Desa Nasol Kabupaten Ciamis)**

**Muhammad Nor**

*Laboratorium Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA FKIP  
Universitas Riau Pekanbaru 28293*

**Diterima 3 September 2004    Disetujui 15 Desember 2004**

### **Abstract**

Geoelectric survey at countryside of Nasol District of Penambangan Province of West Java has been using Wenner – schlumberger resistivity configuration with one lines. The path length measurement of geoelectrical is 230 m eith electrode space distance 10 m. The result of survey is indicated landslide of Nasol area with slope inclination angle  $45^{\circ}$ , Which is main scarp about 2-4 meter with rotational direction. The landslide of with bsoutheast – northwest direction. Pursuant to 2D geoelectric section in countryside of Nasol can be interpreted there is trihedron slip with type of between 11.6 – 379 ohmmeter, seen that in of survey area have caused process ground movement at slip area with deepness variation between 30 – 40 m.

**Key words:** Landslide, geoelectrical method, resistivity

### **Pendahuluan**

Longsor merupakan peristiwa alam yang seringkali membawa bencana dan kerugian yang tidak sedikit baik berupa harta benda dan jiwa manusia. Wilayah Indonesia yang sebagian besar merupakan daerah perbukitan dan pegunungan yang sebagian kondisi alamnya berupa lereng yang terjal sehingga berpotensi untuk terjadinya gerakan tanah, kondisi ini ditambah lagi oleh adanya curah hujan yang tinggi dan aktifitas manusia seperti pengembangan lahan dan pemotongan lereng untuk sarana jalan dan pemukiman.

Berdasarkan data gerakan tanah di Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Propinsi Jawa Barat paling sering dilanda bencana tanah longsor dibandingkan daerah lainnya di Indonesia. Kondisi geologi dan morfologi di Kabupaten Ciamis, Jawa Barat berpotensi besar menimbulkan bencana gerakan tanah yang mengakibatkan kerusakan rumah penduduk dan mengganggu pengguna jalur jalan. Pemeriksaan daerah bencana di Desa Nasol Kabupaten Ciamis, perlu dilakukan penelitian untuk menyelidiki penyebab terjadinya longsor.

Banyak metoda yang dapat digunakan untuk memantau gerakan tanah, salah satunya

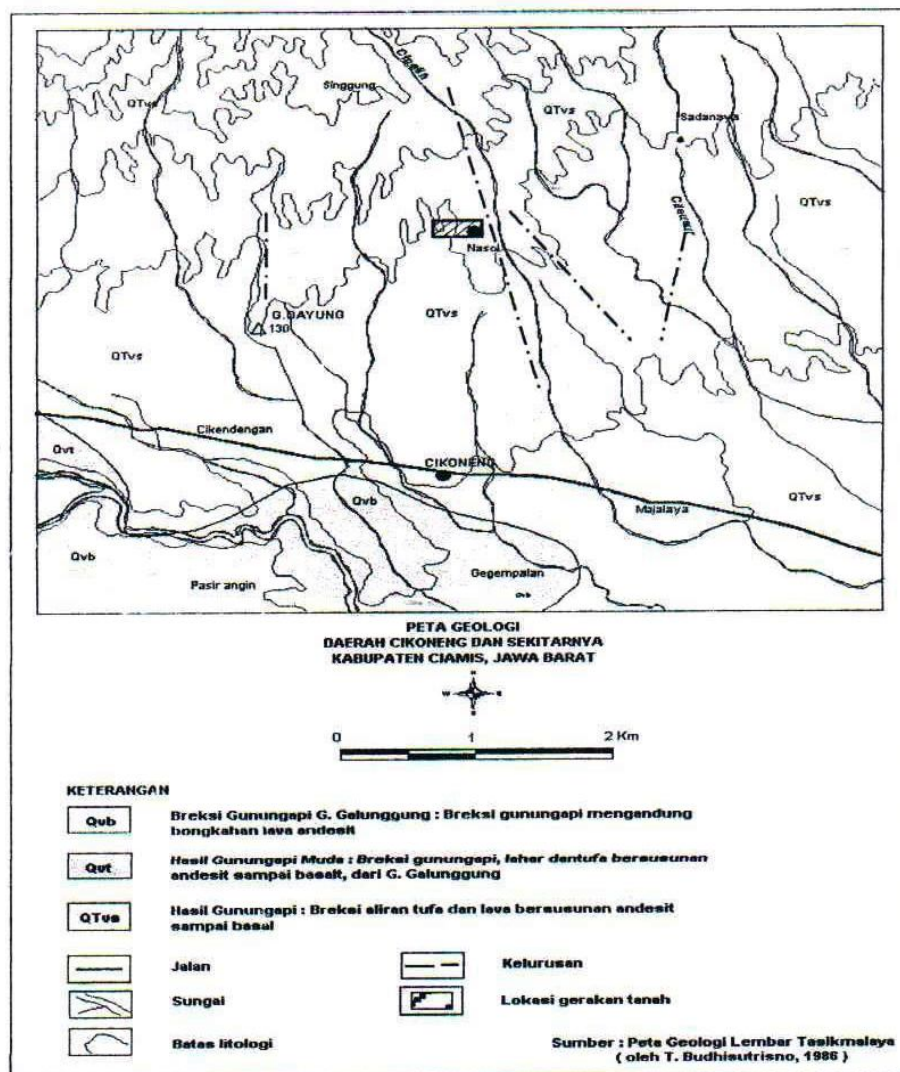
adalah metoda geolistrik tahanan jenis merupakan metode geofisika yang dapat memberikan gambaran susunan dan kedalaman lapisan batuan, berdasarkan sifat kelistrikan batuan. Metoda ini dilakukan dengan mengalirkan arus kedalam bumi melalui sepasang elektroda yang disebut dengan elektroda arus ( $C_1$  dan  $C_2$ ) dan mengukur beda potensial di permukaan bumi melalui beda potensial antara dua elektroda yang dipasang diantara  $C_1$  dan  $C_2$ . Elektroda ini dinamakan elektroda potensial  $P_1$  dan  $P_2$ . Dari beda potensial hasil pengukuran dapat dihitung tahanan jenis lapisan-lapisan di bawah permukaan. Interpretasi hasil-hasil pengukuran ini, yang dikorelasikan dengan keadaan geologi setempat, akan memberikan informasi mengenai keadaan geologi bawah permukaan pada daerah penelitian.

### **Lokasi Penelitian**

Lokasi gerakan tanah terletak di desa Nasol, lebih kurang 4 Km dari Kecamatan Cikoneng Kabupaten Ciamis secara geogarfis terletak pada koordinat  $108^{\circ} 17' 02''$  BT dan  $07^{\circ} 16' 46''$  LS. Geologi daerah penelitian Nasol, bentuk bentang alam umumnya berelief sedang-kasar, dengan perbukitannya yang memanjang dengan arah utara - selatan, diantaranya

dengan arah utara - selatan, diantaranya dibentuk oleh Gunung Payung (+ 430 m), Gunung Sawal (+ 1764 m) dan Pasir Tajur (+ 400 m), sedangkan lokasi daerah bencana gerakan tanah terletak di bagian kaki lereng sebelah selatan Gunung Sawal. Arah lintasan pengukuran timur - barat dan barat laut - tenggara. Secara regional batuan dasar pada daerah penelitian disusun oleh produk gunung api yaitu hasil Gunung api Tua (QTvs) yang berasal dari Gunung Sawal di dalam peta geologi termasuk pada lembar Tasikmalaya skala 1 : 100.000 (T. Budhitrisono dkk, 1986). Batuan gunung api tersebut terdiri dari breksi

gunung api, breksi, tufa dan lava bersusunan andesit sampai basal. Struktur geologi yang ada di daerah penelitian, terdapat adanya lintasan struktur sesar mendatar yang diperkirakan (kelurusan), yaitu lintasannya memanjang dengan arah barat-timur dan dengan arah utara-selatan (gambar 1. Peta Geologi). Sesar ini diperkirakan telah memberikan pengaruh pada kenampakan morfologi disekitarnya baik berupa kelurusan bukit, kemiringan lereng yang lebih terjal maupun mempengaruhi pula kedudukan dan kekerasan batuan setempat menjadi kurang kuat.



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 poros 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 ( $10^{-8} < \rho < 1$ )  $\Omega m$ , konduktor pertengahan ( $1 < \rho < 10^7$ )  $\Omega m$ , dan isolator ( $\rho > 10^7$ )  $\Omega m$  (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  $\delta I$  yang melewati elemen luas  $\delta A$  dengan kerapatan arus J (Telford dkk, 1990) adalah :

$$\delta I = J \delta A \tag{1}$$

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

$$J = \sigma E \tag{2}$$

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

$$E = -\nabla V \tag{3}$$

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

$$J = -\sigma \nabla V \tag{4}$$

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

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

atau

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \tag{5}$$

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

$$\nabla^2 V = 0 \tag{6}$$

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  $\sigma_1$  dan  $\sigma_2$ , berlaku:

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

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:

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

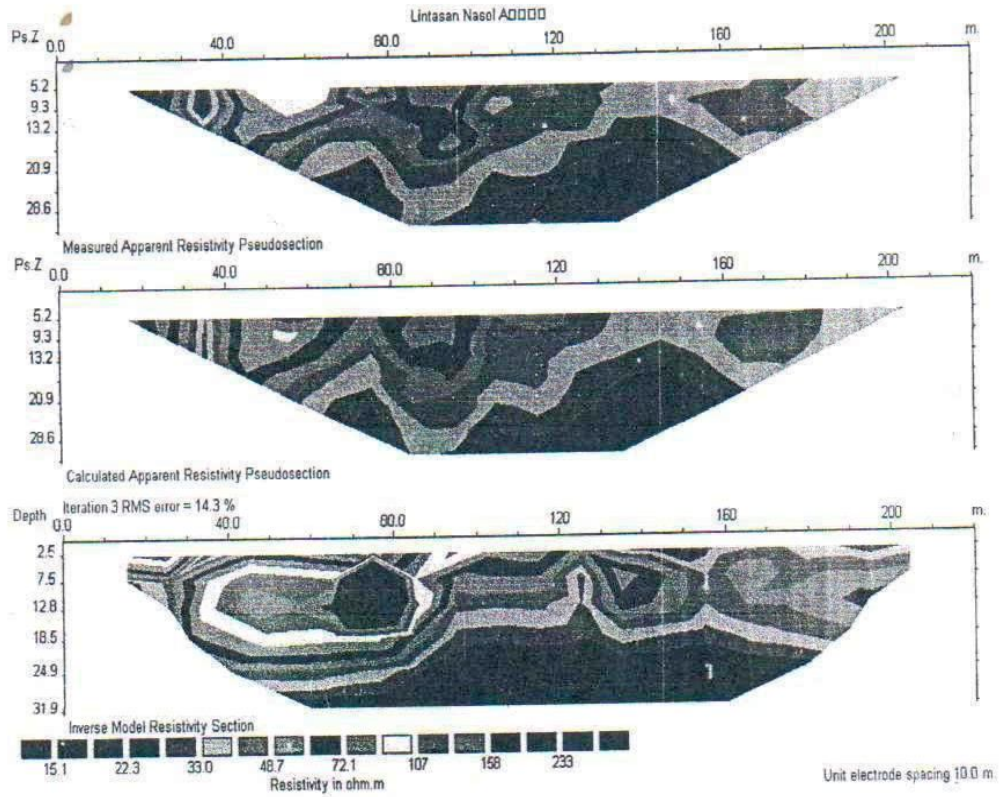
atau

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

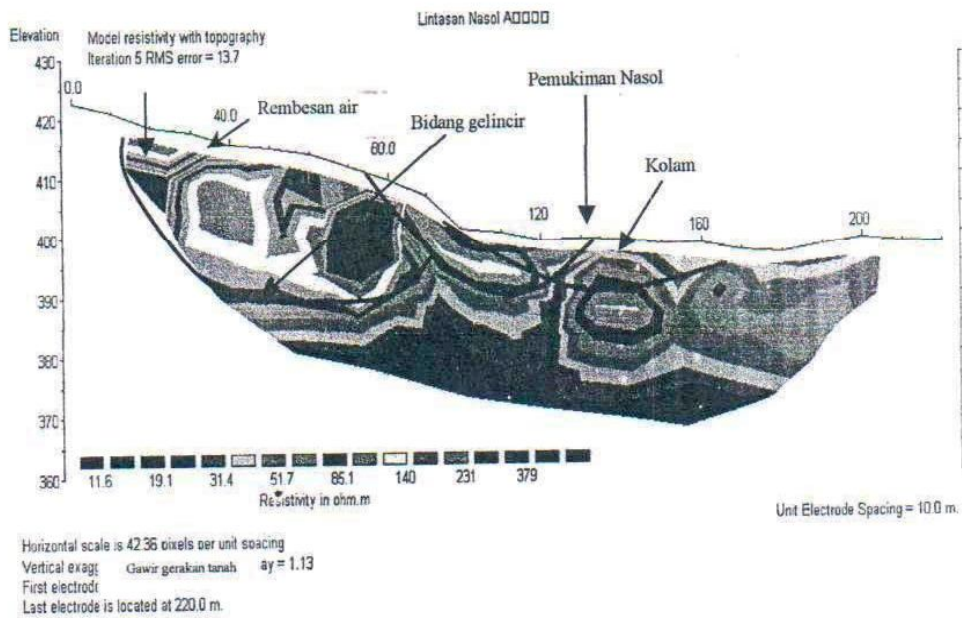
Pemecahan persamaan tersebut dapat dilakukan melalui integral atau dengan pemecahan persamaan diferensial. Dengan mengintegrasikan dua kali solusi umum persamaan Laplace untuk ini adalah seperti persamaan (10) dibawah ini:

$$V = -\frac{A}{r} + B \tag{10}$$

dengan A dan B adalah konstanta integrasi yang nilainya bergantung pada syarat batas.



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



**Gambar 3. Penampang I tahanan jenis topografi Desa Nasol**

Tabel 1. Jenis batuan dan resistivity Daerah Nasol

Posisi (meter)	Kedalaman (meter)	Resistivitas (Ohm m)	Interpretasi Jenis Lapisan	
			Atas	Bawah
0 - 40	0 - 10	140 - 231	Soil, Lempung Pasir	Soil, Lempung, Pasir
	10 - 20	31,4 - 231	Lempung Pasiran	Breksi Tuffa
	20 - 30	19,1 - 231	Pasir, tuffa	Pasir, Lempung
	30 - 40	85,1 - 140	Pasir, Lempung	Pasir, Lempung
	40 - 50	-	-	-
40 - 80	0 - 10	140 - 85,1	Soil, Lapisan lapuk	Lempung, Pasir
	10 - 20	85,1 - 379	Pasir, Lempung	Breksi Tuffa
	20 - 30	140 - 379	Breksi Tuffa	Pasir, Breksi tuffa
	30 - 40	31,4 - 140	Pasir, Lempung	Pasir, Lempung
	40 - 50	-	-	-
80 - 120	0 - 10	140 - 85,1	Soil, Lapisan lapuk	Lempung, Pasir
	10 - 20	85,1 - 379	Pasir, Lempung	Pasir, Lempung
	20 - 30	51,7 - 85,1	Pasir, Breksi Tuffa	Lempung, Pasir
	30 - 40	31,4 - 85,1	Lempung (basah)	Air, lempung, pasir
	40 - 50	19,1 - 31,4	Air, Lempung	Air, Pasir
120 - 160	0 - 10	140 - 85,1	Soil, Lapisan lapuk	Lempung, Pasir
	10 - 20	85,1 - 379	Pasir, Lempung	Pasir, Lempung
	20 - 30	31,4 - 85,1	Lempung, Breksi	Pasir, Lempung
	30 - 40	51,7 - 85,1	Pasir, Lempung	Lempung, Pasir
	40 - 50	19,1 - 51,7	Pasir, Lempung, Air	Air, Pasir, Lempung
160 - 200	0 - 10	140 - 85,1	Soil, Lapisan lapuk	Lempung, Pasir
	10 - 20	85,1 - 379	Pasir, Lempung	Pasir, Lempung
	20 - 30	51 - 85,1	Pasir, Breksi tuffa	Pasir, Lempung (Basah)
	30 - 40	-	-	-
	40 - 50	-	-	-

### Kesimpulan

Aplikasi metoda tahanan jenis dapat dipakai sebagai alat untuk eksplorasi longsor. Metoda geolistrik dapat mendeteksi bidang gelincir pada lapisan dibawah permukaan bumi.

Berdasarkan penampang geolistrik diketahui:

- Geometri bidang gelincir di daerah Nasol yang relatif dalam yaitu 30 - 45 m dengan nilai tahanan jenis 11.6 - 379  $\Omega$ m.
- Pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi berulang-ulang peristiwa longsor, yang ditandai oleh bentuk bidang gelincir

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Surono sebagai kepala Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Bandung sebagai pembimbing yang telah mengizinkan memakai alat sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar. Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Djoko

Samudro pada atas dorongan moril dan bimbingan yang diberikan selama penulis di S2 Geofisika terapan.

### Daftar Kepustakaan

- Telford, W.M., L. P. Geldart and R.E. Sheriff. 1990., *Applied Geophysics*: Second Edition, Cambridge University Press, USA, 522-538.
- 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.
- Abramson, L. W and Lee, T.S 1996. *Slope Stability and Stabilization Methods*. John Wiley & Son INC, New York, 1-57.
- Budhitrisna T. et. all. 1986. *Peta Geologi Lembar Tasikmalaya*, Puslitbang Geologi, Direktorat Jendral Pertambangan umum, Departemen Pertambangan dan Energi, Jakarta.
- Dikau, R. et. all. 1997. *Landslide Recognition*, John Willey & Sons Ltd, New York, 44 - 54.

- Koefoed, O., 1979. *Geosounding Principles 1, Resistivity sounding measurement*, Elsevier, Netherlands.
- 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.
- Oldenburg, D., Y. Li and Jones F. 1998. TUTORIAL : Basic concepts of resistivity and IP profiling. *The UBC Geophysics Inversion Facility*. HTML : F. [Jones@UBC-GIF](mailto:Jones@UBC-GIF)
- Reynold, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Wiley & Sons Ltd., UK, 418-425.