

Investigasi Akuifer Air Tanah di Sekitar Lahan Pertanian Desa Kedungwuluh, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah Berdasarkan Survei Geolistrik Resistivitas dengan Konfigurasi Wenner

Sehah dan Hartono

Abstract: Exploration to groundwater sources has been done at Kedungwuluh, District of Kalimanah, Regent of Purbalingga Central Java using Geoelectric Resistivity method with Wenner configurations. This research done at around of agriculture land in Kedungwuluh. The objective of this research is interpret to depth and properties of groundwater aquifer based on resistivity data of Wenner configurations. The length of measurement trajectory in this research area are 300 meters, that outstretched from coordinate of $07^{\circ} 23' 46.5''$ S and $109^{\circ} 18' 42,9''$ E up to $07^{\circ} 23' 56''$ S and $109^{\circ} 18' 42,9''$ E. The results that obtained from this research is two dimensionly (2D) resistivity profile of sub surface rocks, which contains of some layers or section of rocks, i.e: sandy claystone ($< 53,35 \Omega\text{m}$), clayey sandstone (53,35 up to 75,35 Ωm), smooth sandstone (75,35 up to 249,00 Ωm), and compacted sandstone and gravel ($>249,00 \Omega\text{m}$). Based on the results of the interpretation, estimated that rock section which most dominant as groundwater aquifer is smooth sandstone, and then clayey sandstone, then sandy claystone. While compacted sandstone and gravel is not estimated as aquifer.

Keywords: groundwater aquifer, village of Kedungwuluh, geoelectric of resistivity method, Wenner configuration.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan air permukaan, seperti sungai, danau, waduk dll telah lama dilakukan oleh masyarakat. Namun, karena kebutuhan air permukaan belum proporsional dengan ketersediaannya terutama pada musim kemarau, maka seringkali tanaman yang dibudidayakan pada musim kemarau tersebut mengalami kekeringan. Berdasarkan fakta tersebut, maka perlu dipikirkan alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman dari

sumber yang lain. Air tanah merupakan salah satu alternatif sumber air yang dapat dikembangkan untuk keperluan irigasi pertanian. Pertimbangannya adalah potensi air tanah di suatu wilayah relatif tetap sehingga jika tidak diusahakan, maka pengisian air tanah (*water recharging*) tidak terjadi secara alamiah, karena beda potensial antara air tanah dan permukaan tanahnya konstan. Selain itu, pengambilan air tanah yang sesuai dengan kemampuan pengisiannya,

akan memungkinkan terjadinya akselerasi sirkulasi air tanah (Anonim, 2008).

Tiga tahun terakhir ini, wilayah Desa Kedungwuluh Kecamatan Kalimanah Kabupaten Purbalingga Jawa Tengah telah mengalami dampak degradasi lingkungan akibat rusaknya sistem hutan penyangga di lereng Gunungapi Slamet. Hal ini terlihat dengan menyusutnya debit aliran air pada beberapa sungai yang berhulu di lereng Gunungapi Slamet saat musim kemarau sehingga mengurangi ketersediaan air irigasi di kawasan ini (Pandu, 2007). Untuk meningkatkan ketersediaan air irigasi, agar masa tanam di kawasan ini dapat diperpanjang hingga musim kemarau, maka perlu dilakukan eksplorasi sumber air tanah. Apalagi daerah ini termasuk dalam kawasan Cekungan Air Tanah Purwokerto-Purbalingga (Anonim, 2006). Berdasarkan data Pusat Lingkungan Geologi, luas total cekungan air tanah ini mencapai kira-kira 1.318 kilometer persegi, dengan potensi volume air sekitar 513 juta meter kubik. Sementara itu, berdasarkan peta indikasi potensi air tanah dan daerah irigasi untuk Kabupaten Purbalingga kondisi akuifer air tanah

di kawasan ini diperkirakan sangat baik dengan debit aliran lebih dari 10 liter per detik per kilometer persegi sehingga sangat layak digunakan sebagai sumber air irigasi (Anonim, 2003).

Salah satu metode Survei Geofisika yang lazim digunakan untuk eksplorasi akuifer air tanah adalah metode Geolistrik Resistivitas. Metode ini memanfaatkan variasi nilai resistivitas batuan bawah permukaan untuk mendeteksi struktur geologi atau formasi batuan bawah permukaan, sehingga dapat diterapkan untuk menduga keberadaan akuifer air tanah. Pengukuran Geolistrik Resistivitas dengan tujuan untuk memperoleh informasi struktur batuan bawah permukaan, termasuk mengeksplorasi keberadaan akuifer air tanah dapat dilakukan menggunakan konfigurasi Wenner. Pengukuran geolistrik dengan konfigurasi ini cukup sederhana, murah, tidak merusak lingkungan, dan memiliki respon yang cukup tinggi terhadap perubahan resistivitas batuan bawah permukaan (Agodzo et al., 2003).

Pengukuran Geolistrik metode Resistivitas menggunakan konfigurasi Wenner memerlukan empat buah elektroda, yang terdiri

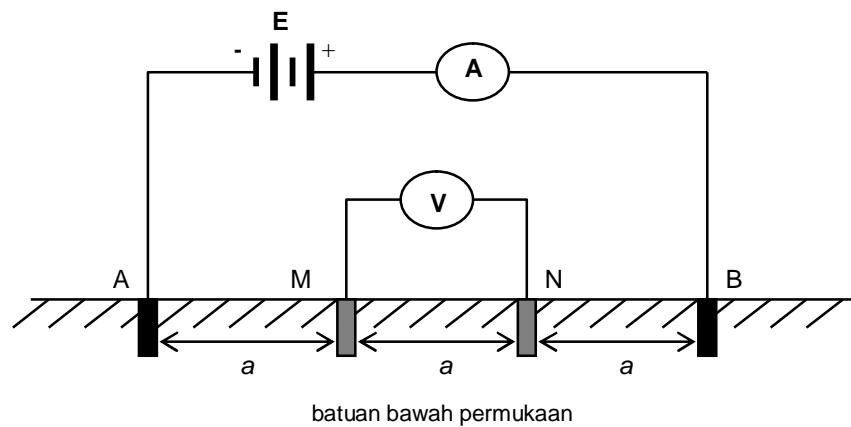
atas dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial. Mekanisme pengukuran yang digunakan adalah dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui elektroda arus, kemudian kuat arus dan beda potensial yang terjadi diukur (Sule dkk., 2007). Nilai resistivitas semu lapisan batuan (ρ_a) dapat dihitung dari beda potensial yang terukur (ΔV) dan arus yang mengalir (I) menggunakan persamaan berikut (Telford et.al., 1990).

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (1)$$

dimana K menyatakan faktor geometri konfigurasi elektroda yang digunakan. Untuk konfigurasi Wenner, jarak antar elektroda dibuat sama sehingga nilai faktor geometri dapat dihitung dari persamaan berikut (Telford et.al., 1990):

$$K_{Wen} = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{NB}\right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{MB}\right)} = 2\pi a \dots\dots\dots (2)$$

dimana $a = AM = MN = NB$ yang menyatakan jarak spasi antar elektroda, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema peralatan pengukuran metode Geolistrik Resistivitas konfigurasi Wenner (Agodzo, et.al., 2003).

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan selama 4 bulan, yaitu dari bulan April hingga Juli 2009. Pengukuran data geolistrik resistivitas dilakukan di

sekitar lahan pertanian di Desa Kedungwuluh, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga, sedangkan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Fisika

Eksperimen, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED, Purwokerto. Kawasan penelitian merupakan lahan pertanian yang sangat luas,

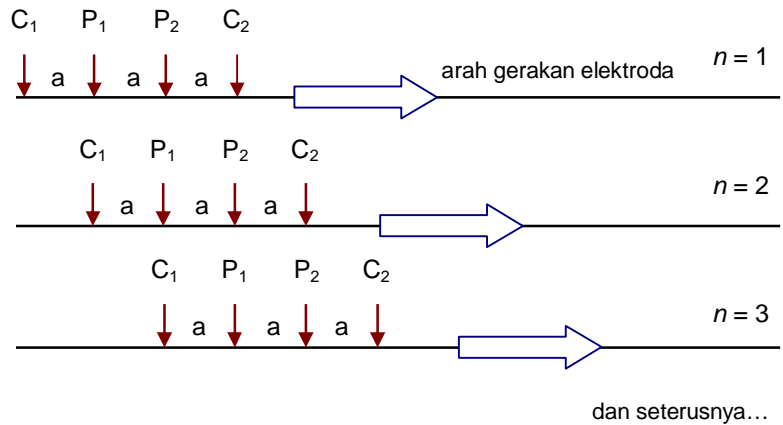
sehingga layak untuk dicarikan sumber air tanah sebagai sumber irigasi. Peralatan yang diperlukan di dalam penelitian seperti Tabel 1.

Tabel 1. Peralatan penelitian yang digunakan di lapangan dan di laboratorium

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Resistivitymeter, tipe NANIURA model NRD 22S lengkap dengan elektroda tembaga dan <i>stainless steel</i>	1 set
2	Accu 12 V	2 buah
3	Pita ukur 250 meter	2 buah
4	Kabel 300 meter	4 rol
5	Palu	4 buah
6	Kabel penghubung dan Konektor	secukupnya
7	Peta Geologi dan Topografi	1 lembar
8	Peta Potensi Indikasi Air Tanah dan Daerah Irigasi	1 lembar
9	Global Positioning System (GPS)	1 buah
10	Buku catatan dan alat tulis	1 set
11	Laptop lengkap dengan printer	1 set
12	Perangkat lunak (<i>software</i>) Excell 2003	1 paket
13	Perangkat lunak (<i>software</i>) Res2Dinv	1 paket

Pengukuran Geolistrik Resistivitas dengan konfigurasi Wenner dilakukan dengan cara menancapkan elektroda pada permukaan tanah dengan susunan seperti Gambar 1. Pada pengukuran pertama, jarak antar elektroda dibuat sama misalnya a , kemudian dilakukan pengukuran arus (I), beda potensial (ΔV), dan jarak bentangan elektroda (a). Setelah itu seluruh elektroda digeser ke arah kanan sejauh a seperti Gambar 2, kemudian dilakukan pengukuran

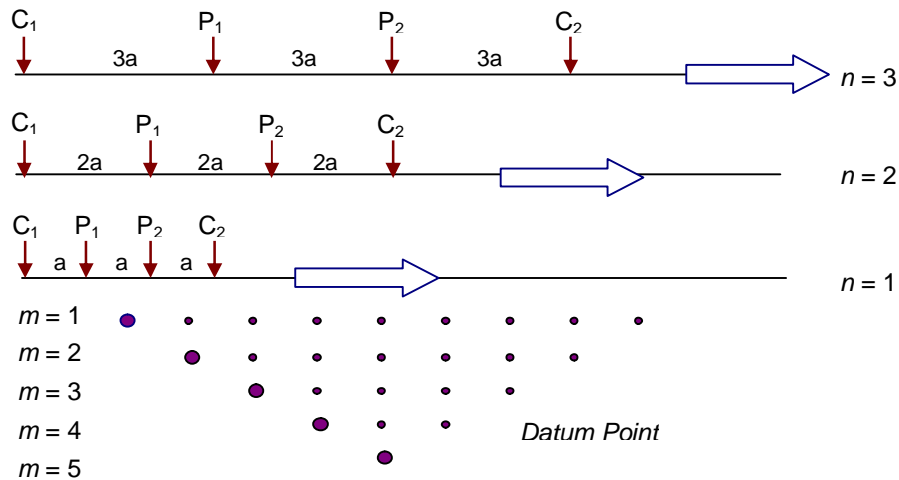
kembali terhadap arus, beda potensial dan jarak elektroda. Demikian seterusnya hingga pengukuran ke- n , dimana seluruh panjang lintasan pengukuran terpenuhi. Untuk mendapatkan profil resistivitas batuan bawah permukaan secara dua dimensi (2D) pada suatu lintasan, maka pengukuran pada lintasan tersebut diulang hingga beberapa kali, dimana setiap pengulangan jarak antar elektroda selalu diperlebar seperti Gambar 3.



Gambar 2. Pergerakan elektroda dalam survei Geolistrik Resistivitas dengan model konfigurasi Wenner (Agodzo et.al., 2003).

Data-data yang diukur pada setiap pengukuran digunakan untuk menghitung datum point, faktor geometri (K), dan resistivitas semu (ρ_a). Pemodelan dilakukan menggunakan data-data hasil perhitungan tersebut secara inversi, sehingga diperoleh profil resistivitas batuan bawah permukaan dalam

bentuk penampang 2D. Profil yang diperoleh diinterpretasi untuk menafsirkan jenis litologi dan sifat hidrogeologi batuan bawah permukaan. Berdasarkan hasil interpretasi ini, maka dapat diketahui susunan, jenis, dan kedalaman batuan bawah permukaan termasuk akuifer air tanah.

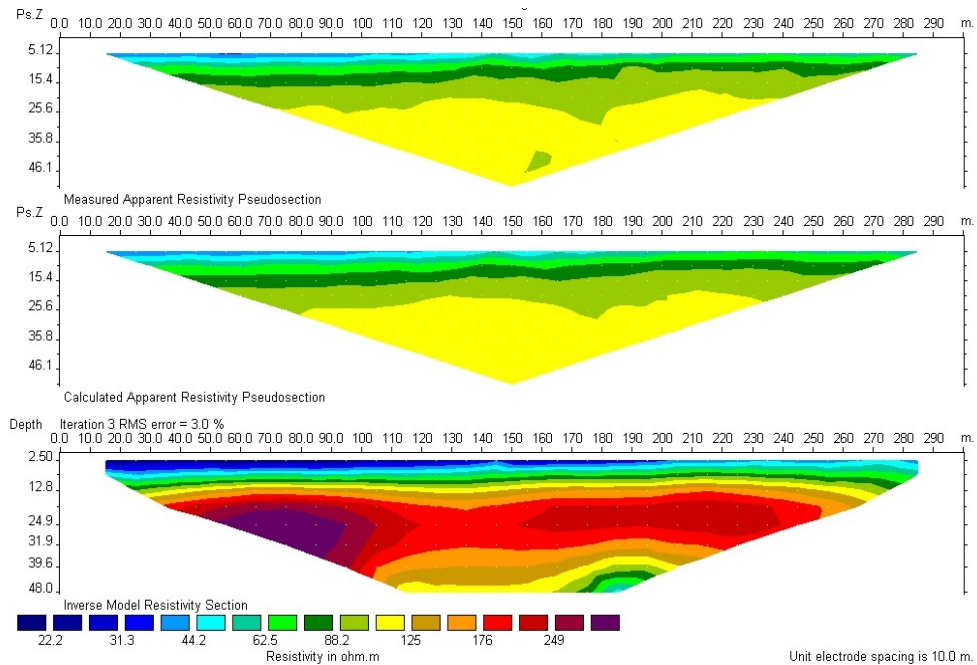


Gambar 3. Teknik pengukuran dan presentasi data dalam bentuk penampang resistivitas dua dimensi (2D) dalam konfigurasi Wenner (Agodzo et.al., 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Geolistrik Resistivitas telah dilakukan di sekitar lahan pertanian di Desa Kedungwuluh, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga menggunakan konfigurasi Wenner. Panjang lintasan pengukuran 300 meter yang membentang dari posisi 07° 23' 46,5" LS dan 109° 18' 42,9" BT hingga 07° 23' 56" LS dan 109° 18' 42,9" BT. Pemodelan dilakukan menggunakan *software* RES2DINV,

menghasilkan profil resistivitas batuan bawah permukaan seperti Gambar 4. Kesalahan RMS hasil pemodelan 3,0% yang menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh cukup baik. Interpretasi profil resistivitas dilakukan untuk mengetahui jenis litologi dan karakteristik hidrogeologi lapisan batuan bawah permukaan. Interpretasi didasarkan pada data geologi daerah penelitian (Djuri dkk., 1996) dan tabel resistivitas batuan (Reynold, 1997).



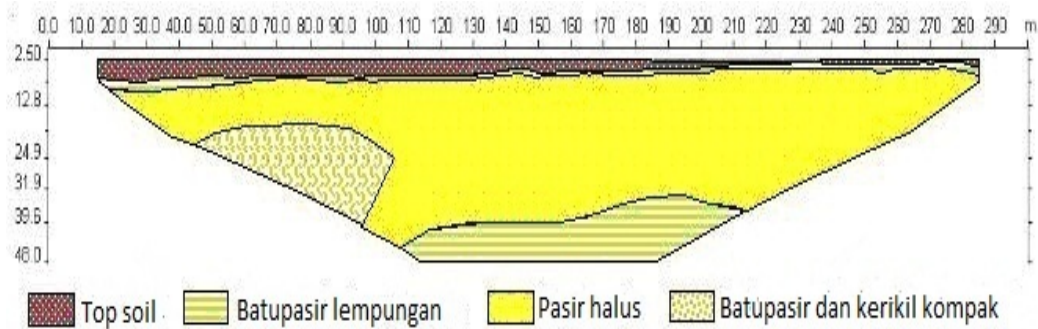
Gambar 4. Hasil pemodelan resistivitas batuan bawah permukaan daerah penelitian dalam bentuk profil 2D.

Berdasarkan interpretasi ini diketahui bahwa litologi daerah penelitian terdiri atas batulempung

pasiran, batupasir lempungan, batupasir halus, serta batupasir dan kerikil kompak, seperti Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi susunan lapisan batuan bawah permukaan berdasarkan pemodelan 2D di daerah penelitian

No.	Interval Resistivitas (Ωm)	Estimasi Kedalaman (m)	Hasil Interpretasi	
			Litologi	Hidrogeologi
1	< 53,35	0,00	Batulempung pasiran	Top soil
2	53,35 – 75,35	7,65	Batupasir lempungan	Akuifer
3	75,35 – 249,00	12,80	Batupasir halus	Akuifer
4	> 249,00	18,85	Batupasir dan kerikil kompak	Non akuifer
5	53,35 – 75,35	39,60	Batupasir lempungan	Akuifer



Gambar 5. Hasil pemodelan litologi batuan bawah permukaan daerah penelitian dalam bentuk profil 2D.

Sebagian besar batuan bawah permukaan hasil interpretasi adalah akuifer air tanah, sehingga potensi pengembangan air tanah sebagai sumber irigasi sangat besar. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa lapisan akuifer air tanah di daerah penelitian didominasi oleh batupasir halus dengan resistivitas 75,35 – 249,00 Ωm . Lapisan ini ditemukan pada kedalaman 12,80 m, sedangkan batas bawahnya tidak terinterpretasi akibat keterbatasan pengukuran. Selain batupasir halus,

lapisan akuifer lain adalah batupasir lempungan yang mempunyai nilai resistivitas 53,35 – 75,35 Ωm . Lapisan ini ditemukan pada kedalaman 7,65 – 12,80 m yang merupakan pembatas antara top soil (batulempung pasiran) dengan batupasir halus, serta di bagian bawah kanan pada kedalaman lebih dari 39,60 m. Di daerah penelitian ini juga ditemukan lapisan non akuifer berupa batupasir dan kerikil kompak dengan resistivitas lebih dari 249,00 Ωm . Lapisan batuan ini ditemukan

pada kedalaman 18,85 m dengan posisi dari ujung kiri lintasan hingga 100 m ke arah kanan. Meskipun bukan akuifer, namun lapisan ini diperkirakan tidak sepenuhnya kedap, sehingga masih dapat ditempati dan dilalui oleh air tanah. Data hasil interpretasi sebagaimana Tabel 2 digunakan sebagai dasar untuk membuat model profil litologi bawah permukaan 2D menggunakan software Arc-View 3.3. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan uraian di atas serta informasi geologi (Asikin dkk., 1992), secara geologis formasi batuan daerah penelitian adalah alluvium yang merupakan satuan batuan termuda dan pembentukannya masih berlangsung hingga saat ini. Formasi ini berasal dari rombakan batuan yang lebih tua, yang terdiri atas kerikil, pasir, lanau, dan lempung yang merupakan endapan sungai. Tebal formasi batuan ini diperkirakan mencapai 150 meter (Djuri dkk, 1996). Di bawah formasi ini diperkirakan terdapat lapisan batuan dasar berupa bongkahan batuan andesit-basaltik (Djuri dkk., 1996). Namun lapisan batuan dasar tidak dapat ditampilkan pada profil hasil pengolahan data dengan RES2DINV

ini. Hal ini akibat terbatasnya panjang bentangan elektroda arus, sehingga arus listrik yang diinjeksikan dalam tanah tidak dapat menjangkau lapisan batuan dasar.

KESIMPULAN

Eksplorasi sumber air tanah di Desa Kedungwuluh, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga Jawa Tengah telah berhasil dilakukan melalui pengukuran Geolistrik Resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger. Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Susunan batuan bawah permukaan daerah penelitian terdiri atas batulempung pasiran, batupasir lempungan, batupasir halus, serta batupasir dan kerikil kompak, yang menunjukkan formasi geologi daerah penelitian adalah alluvium (endapan).
2. Akuifer air tanah yang diperkirakan paling dominan dan potensial di daerah penelitian adalah batupasir halus dengan nilai resistivitas 75,35 – 249,00 Ω m, yang ditemukan pada kedalaman 12,80 m.
3. Akuifer air tanah lainnya adalah batupasir lempungan yang mempunyai nilai resistivitas

53,35 – 75,35 Ω m, yang ditemukan pada kedalaman 7,65 – 12,80 m serta kedalaman lebih dari 39,60 m.

4. Secara umum akuifer di daerah penelitian lebih dominan daripada non akuifer sehingga air tanah di kawasan ini cukup berpotensi untuk dikembangkan dan dieksploitasi menjadi sumber irigasi pertanian yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang menunjang kelancaran jalannya penelitian ini, baik dari segi pendanaan, peralatan, pemikiran, dan tenaga, terutama kepada Ketua Lembaga Penelitian UNSOED, Ketua Laboratorium Fisika Eksperimen, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED, dan mahasiswa Program Studi Fisika yang telah berpartisipasi pada saat akuisisi data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agodzo, S.K., Okyere, and P.Y., Kussi-Apiah, K., 2003, *The Use of Wenner Configuration to Monitor Soil Water Content*, School of Engineering, Kwame, Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi (KNUST), Ghana.

Anonim, 2003, *Peta Potensi Indikasi Air Tanah dan Daerah Irigasi Kabupaten Purbalingga, Propinsi Jawa Tengah*, Dirjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Anonim, 2008, *Daftar Cekungan Airtanah di Indonesia*, Pusat Lingkungan Geologi, Bandung.

Anonim, 2008, *Pedoman Teknis Pengembangan irigasi Airtanah Dangkal*, Direktorat Pengelolaan Air, Dirjen Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian, Jakarta.

Djuri, M, Samodra, H., Amin, T.C., dan Gafoer, S., 1996, *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Pandu, A.N., 2007, *Rehabilitasi Irigasi Jangan Sekedar Komitmen*, Tegal, Edisi 17 Desember 2007, Banyumas.

Reynolds, J.M., 1997, *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*, John Willey and Sons, New York.

Sule, R., Syamsuddin, F., Sitorus, D.A., Sarsito, and I.A., Sadisun, 2007, *The Utilization of Resistivity and GPS Methods in Landslide Monitoring: Case Study at Panawangan Area – Ciamis, Indonesia*, *Proceedings Joint Convention Bali 2007*.

Telford, W.M., Gedaart, L.P., Sheriff, R.E., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge, New York.