

**ANALISIS KEDALAMAN POTENSI AKUIFER AIR TANAH DENGAN
PEMODELAN DISTRIBUSI TAHANAN JENIS SECARA INVERSI 2-D
DESA KOMPAS RAYA, NANGA PINOH, MELAWI, KALIMANTAN BARAT**

Adhika Junara Karunianto

Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 9, Pasar Jumat, Jakarta 12440
Email: adhika@batan.go.id

Masuk: 17 September 2012

Revisi: 15 Februari 2013

Diterima: 7 Maret 2013

ABSTRAK

ANALISIS KEDALAMAN POTENSI AKUIFER AIR TANAH DENGAN PEMODELAN DISTRIBUSI TAHANAN JENIS SECARA INVERSI 2-D DESA KOMPAS RAYA, NANGA PINOH, MELAWI, KALIMANTAN BARAT. Penyelidikan geofisika dengan metode geolistrik tahanan jenis telah dilakukan di Desa Kompas Raya, Kecamatan Pinoh, Kabupaten Melawi, Propinsi Kalimantan Barat. Desa Kompas Raya merupakan daerah yang selalu kekurangan air pada musim kemarau sehingga masyarakat desa kesulitan untuk mendapatkan air bersih untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari. Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat penyebaran data tahanan jenis baik lateral maupun vertikal secara dua dimensi. Penyebaran data tahanan jenis ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui informasi potensi keberadaan batuan pembawa air tanah (akuifer) di area penelitian. Metode pengukuran adalah geolistrik *sounding* yang dilakukan dengan Konfigurasi Schlumberger. Jumlah titik ukur *sounding* adalah 30 titik yang dibagi menjadi 6 lintasan survei dengan tiap lintasan terdapat 5 titik ukur *sounding*. Pada penelitian ini, pengolahan data geolistrik dilakukan dengan menggunakan teknik pemodelan inversi 2D berdasarkan data geolistrik *sounding*. Teknik pemodelan ini akan menginterpolasi data *sounding* dalam satu lintasan secara otomatis dan kemudian data kemudian tahanan jenis semu diinversi menjadi tahanan jenis sebenarnya. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah terdapatnya dua lapisan batuan dengan nilai tahanan jenis relatif kecil yaitu berturut-turut kurang dari 30 Ohm.m dan 20 Ohm.m. Lapisan pertama diinterpretasi sebagai akuifer dangkal (akuifer-1) dengan kedalaman sekitar 20 m sampai 30 m, sedangkan lapisan kedua diinterpretasi sebagai akuifer dalam (akuifer-2) dengan kedalaman sekitar 90 m sampai 100 m.

Kata kunci: *Sounding*, tahanan jenis, pemodelan, inversi

ABSTRACT

ANALYSIS OF SOIL WATER AQUIFER DEPTH POTENTIAL BY 2-D INVERSION IMPRISONMENT FOR DISTRIBUTION MODELING OF DESA KOMPAS RAYA, NANGA PINOH, MELAWI, WEST KALIMANTAN. Geophysical investigation by geoelectrical resistivity method have been done at Kompas Raya Village, Pinoh, Melawi, West Kalimantan Province. Kompas Raya Village is an area that is always a lack of water in the dry season, so the villagers are always difficult to get clean water to meet their daily needs. This study aimed to look resistivity distribution both laterally and vertically in two dimensions. The data distribution of resistivity can be used as a basis to determine the potential aquifers in the area of research. The measurement method of sounding resistivity is performed by Schlumberger Configuration. The numbers of measuring points are 30 points soundings which are divided into six survey paths each where each survey path is contained five measuring points. In this study, resistivity data processing is performed using 2D inversion modeling techniques based on data resistivity sounding. The results obtained from this study is the presence of two layers of relatively low resistivity that is each less than 30 Ohm.m and 20 Ohm.m. The first layer is interpreted as a shallow aquifer (aquifer-1) with the

depth of about 20 m to 30 m, while the second layer is interpreted as the aquifer (aquifer-2) with the depth of about 90 m to 100 m.

Keywords: Sounding, resistivity, modeling, inverse

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tahapan sebelum dilakukan pembuatan sumur produksi adalah penyelidikan keberadaan potensi akuifer air tanah dan penentuan lokasi titik pemboran. Penyelidikan potensi akuifer air tanah dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis *sounding* sebanyak 30 titik pengukuran. Kegiatan penyelidikan geolistrik ini didukung adanya informasi geologi^[1] bahwa Desa Kompas Raya dan sekitarnya tersusun oleh endapan berumur Kuartar berupa aluvial seperti: kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung dan material gunung api. Di bawah endapan berumur Kuartar tersebut secara tidak selaras terdapat sedimen Tersier dari Formasi Tebidah dengan variasi batuan berupa batupasir berselingan dengan batulanau. Kegiatan penyelidikan geolistrik dilakukan dalam rangka pendayagunaan air tanah dalam untuk kebutuhan air baku domestik daerah sulit air di wilayah Nanga Pinoh.

Desa Kompas Raya, Kabupaten Melawi, Propinsi Kalimantan Barat merupakan wilayah yang selalu mengalami kekurangan air bersih pada musim kemarau. PDAM di wilayah tersebut sampai sekarang tidak dapat memenuhi kebutuhan air untuk masyarakat pada musim kemarau karena sulitnya mendapatkan sumber air sehingga masyarakat memanfaatkan air Sungai Melawi yang sudah tercemar untuk kebutuhan sehari-hari. Permasalahan kekurangan air bersih di wilayah ini akan dapat diselesaikan dengan cara melakukan pembuatan sumur produksi air bersih.

Pengolahan data geolistrik tahanan jenis *sounding* Konfigurasi Schlumberger dilakukan melalui pendekatan teknik pemodelan inversi 2-D dengan menggunakan perangkat lunak RES2DINV. Perangkat lunak ini sudah cukup populer dan handal untuk digunakan dalam pengolahan data geolistrik secara dua dimensi. Dengan perangkat lunak ini, penyelesaian problem inversi tahanan jenis semu secara 2D untuk mendapatkan penyebaran tahanan jenis bawah permukaan terasa lebih mudah dan cepat. Teknik pendekatan pemodelan 2D ini dapat mengetahui penyebaran tahanan jenis baik secara horizontal maupun secara vertikal dengan kualitas penetrasi kedalamannya cukup dalam sesuai penetrasi data geolistrik tahanan jenis *sounding*^[2,3].

Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat penyebaran data tahanan jenis baik lateral maupun vertikal secara dua dimensi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi potensi keberadaan batuan pembawa air tanah (akuifer) baik itu berupa kedalaman, penyebaran secara lateral maupun vertikal berdasarkan penyebaran nilai tahanan jenis bawah permukaan.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Kompas Raya dan sekitarnya yang secara administratif termasuk wilayah Kecamatan Nanga Pinoh Utara, Kabupaten Melawi (Gambar 1). Daerah ini terletak di sebelah barat Kota Nanga Pinoh berjarak sekitar 400 km dari Kota Pontianak. Untuk mencapai lokasi ditempuh dengan kendaraan roda 4 dan dilanjutkan menyeberangi Sungai Melawi dengan menggunakan perahu.

DASAR TEORI

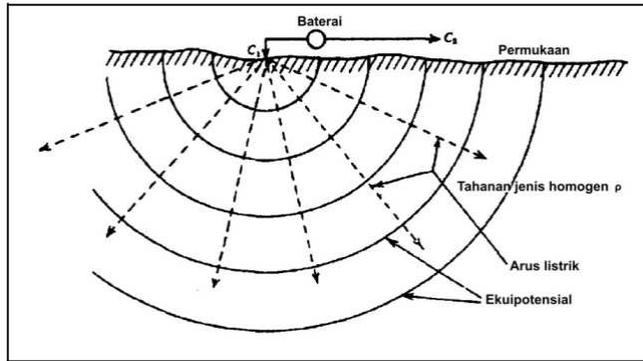
Pada prinsipnya pengukuran geolistrik adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi dan mengukur besarnya potensial listrik akibat adanya aliran arus listrik^[5]. Berdasarkan kedua besaran yang terukur yaitu arus listrik dan potensial listrik tersebut dapat dihitung nilai tahanan jenis semu. Besarnya nilai tahanan jenis semu tergantung pada konfigurasi elektroda yang digunakan. Variasi tahanan jenis di bawah permukaan bisa dihitung dengan teknik pemodelan ke depan maupun inversi.

Sumber Arus Titik di Atas Medium Homogen

Arus listrik mengalir menjauhi sumber arus secara radial di atas permukaan (Gambar 2). Besarnya tahanan jenis medium dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \dots\dots\dots (1)$$

dimana V adalah potensial (Volt), ρ adalah tahanan jenis (Ohm.m), I adalah arus listrik (Ampere), r adalah jarak suatu titik dari sumber arus (meter).



Gambar 2. Ilustrasi distribusi potesial yang dihasilkan satu sumber arus titik^[6].

Dua Elektroda Arus di Permukaan

Pada praktek di lapangan, survei geolistrik paling sedikit memakai dua elektroda arus yaitu sumber arus positif dan sumber arus negatif (Gambar 3). Distribusi arus listrik dan potensial yang dihasilkan dapat dilihat pada tampak atas (Gambar 4(a)) dan tampak samping (Gambar 4(b)). Distribusi arus listrik terlihat memiliki pola ortogonal, sedangkan distribusi potensial memiliki pola simetris di sekitar titik tengah antara dua elektroda arus. Variasi beda potensial sepanjang garis lurus melalui sumber arus titik dapat dilihat pada Gambar 4(c). Besarnya tahanan jenis medium dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \frac{2\pi}{\left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}} \dots\dots\dots (2)$$

dimana ΔV adalah beda potensial (Volt), ρ adalah tahanan jenis (Ohm.m), I adalah arus listrik (Ampere), sedangkan untuk r_1, r_2, r_3, r_4 berturut-turut adalah jarak antar dua elektroda yaitu: $C_1-P_1, C_2-P_1, C_1-P_3,$ dan C_2-P_2 .

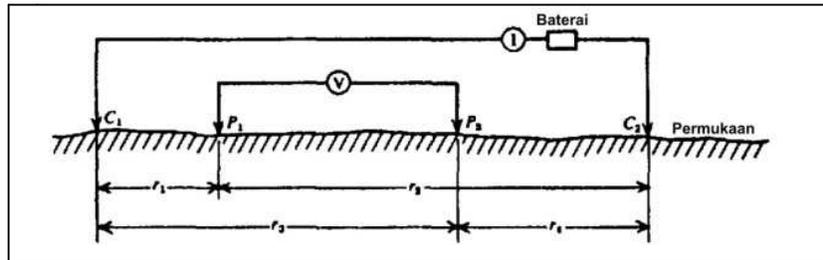
Persamaan (2) dapat disederhanakan menjadi seperti berikut:

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (3)$$

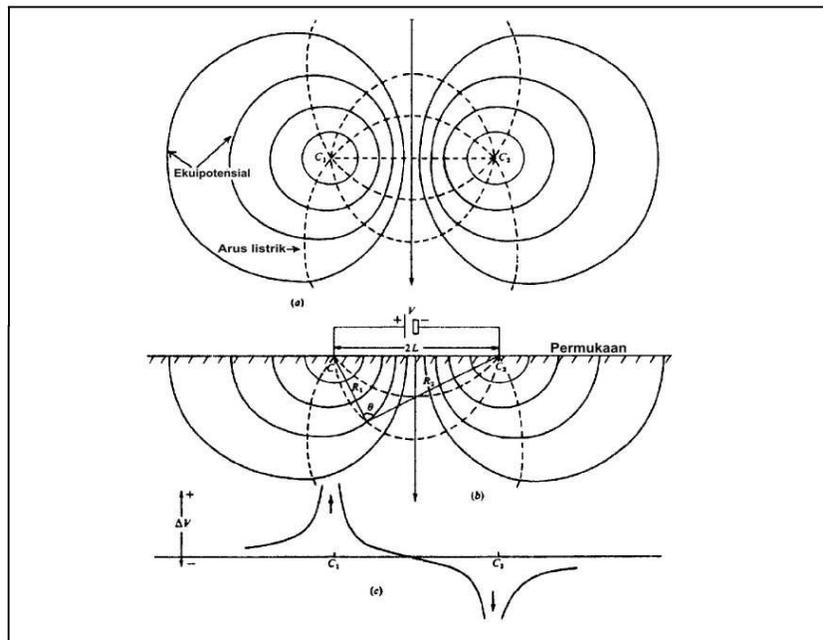
dan

$$k = \frac{2\pi}{\left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}} \dots\dots\dots (4)$$

dimana k adalah faktor geometri yang besarnya tergantung pada pemilihan konfigurasi elektroda.



Gambar 3. Ilustrasi dua elektroda arus dan dua potensial di atas permukaan medium homogen isotropis^[6].



Gambar 4. Ekuipotensial dan garis-garis arus listrik untuk dua sumber arus titik di permukaan medium homogen^[6]: (a) Tampak atas; (b) Tampak samping; (c) Variasi beda potensial sepanjang lintasan melalui sumber arus.

METODOLOGI

Metodologi merupakan rangkaian tahapan kerja yang dilakukan selama melakukan penelitian. Di dalam penelitian ini tahapannya meliputi studi meja, pengambilan data di lapangan, pengolahan data. Berikut ini adalah penjelasan tentang peralatan dan tahapan kerja yang dilakukan dalam penelitian ini:

Peralatan

Perangkat keras : *resistivity meter*, elektroda arus, elektroda potensial, kabel listrik, *handy talky*, GPS.

Perangkat lunak : Microsoft Excel, SURFER, MATLAB, RES2DINV

Tahapan Kerja

1. Studi meja

Tahapan ini merupakan pekerjaan awal yang dilakukan dengan mempelajari data yang telah ada meliputi studi morfologi, geologi dan hidrogeologi. Hasil pengumpulan informasi awal ini diharapkan dapat memperoleh gambaran secara umum tentang bentang alam, sebaran batuan, struktur geologi yang dominan di area penyelidikan.

2. Pengambilan data di lapangan

Lintasan pengukuran ditentukan berdasarkan kedudukan *strike* dan *dip* bidang perlapisan batuan yaitu relatif tegak lurus terhadap *strike*. Hasil pengukuran dalam satu lintasan dapat digunakan untuk melihat distribusi tahanan jenis secara lateral maupun vertikal. Jarak antar titik pengukuran dalam satu lintasan sekitar antara 100-200 m. Lintasan berikutnya ditentukan relatif sejajar dengan lintasan sebelumnya dengan jarak antar lintasan sekitar 200-250 m. Jumlah titik pengukuran sebanyak 30 titik *sounding*, dan bentangan kabel sekurang-kurangnya 2x300 m agar dapat diperoleh jangkauan kedalaman sampai 100 m.

3. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan melalui tiga tahapan yaitu: (i) Pengumpulan data *sounding* dalam satu profil dan mengkonversi dari jarak AB/2 menjadi kedalaman efektif dengan menggunakan Microsoft Excel; (ii) Penyiapan data *sounding* menjadi penampang 2-D tahanan jenis semu menggunakan SURFER; (iii) Penyiapan data input RES2DINV menggunakan MATLAB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

GEOLOGI

Fisiografi

Secara fisiografi Desa Kompas Raya dan sekitarnya merupakan dataran rendah dengan elevasi umumnya sekitar 50 m di atas permukaan air laut. Keadaan morfologi daerah ini sebagian besar merupakan lahan dengan bentuk topografi berupa dataran bergelombang, kecuali di bagian utara bentuk topografinya berupa perbukitan bergelombang berlereng landai dengan ketinggian sekitar 125 m di atas permukaan air laut.

Stratigrafi

Secara geologi Desa Kompas Raya dan sekitarnya berada pada sebaran endapan aluvium dan sedimen berumur Tersier dari Formasi Tebidah berumur Oligosen (Gambar 5)^[1].

Endapan Aluvium mempunyai pelamparan menutupi seluruh daerah penelitian. Secara umum endapan ini tersusun material lepas dari endapan pantai, sungai dan rawa berupa: pasir, lempung, lanau dan kerikil. Formasi Tebidah terdapat di bagian bawah endapan aluvial mempunyai pelamparan membentuk jalur rangkaian perbukitan bergelombang rendah. Variasi batuan anggota formasi ini pada umumnya adalah berupa perselingan batupasir dan batulumpur di bagian atas batulempung dengan setempat batubara. Secara hidrologi merupakan daerah airtanah langka dengan akuifer berproduksi rendah.

Litologi

Litologi daerah penyelidikan terdiri dari endapan aluvium dan Formasi Tebidah. Endapan aluvium secara fisik merupakan endapan sungai, di bagian bawah tersusun oleh sedimen lanau-lempung berbutir halus berwarna kelabu-coklat, setempat bersifat pasiran dan

krikilan dengan bentuk butir menyudut sampai sangat menyudut. Bagian atas tersusun oleh pasir kasar-kerikil yang mengandung material organik, butiran kuarsa dan bersifat lunak, berlapis dengan kedudukan horisontal. Formasi Tebidah berumur Oligosen yang tersusun oleh perselingan batu pasir dan lanau.

PENGOLAHAN DATA GEOFISIKA

Penyelidikan geofisika yang dilakukan adalah pengukuran tahanan jenis *sounding* dengan jumlah 30 titik (Gambar 6). Dari seluruh titik *sounding* tersebut dibagi menjadi enam profil yaitu: Profil 1 (terdiri atas GF-1 sampai GF-5), Profil 2 (terdiri atas GF-6 sampai GF-10), Profil 3 (terdiri atas GF-11 sampai GF-15), Profil 4 (terdiri atas GF-16 sampai GF-20), Profil 5 (terdiri atas GF-21 sampai GF-25), dan Profil 6 (terdiri atas GF-26 sampai 30).

Pada pengolahan data *sounding*, kondisi topografi daerah penelitian diasumsikan relatif datar karena tidak ada pola morfologi yang signifikan. Kurva tahanan jenis *sounding* pada Profil-1 yang mempunyai kemiripan pola relatif sama (Gambar 7). Interpolasi untuk membuat data tahanan jenis 2-D dilakukan dalam domain kedalaman efektif (sumbu vertikal) dan jarak mendatar (sumbu horizontal)^[2,3]. Selanjutnya data tahanan jenis secara 2-D tersebut digunakan untuk menyiapkan *file input* pada perangkat lunak RES2DINV agar dapat dimodelkan secara inversi 2-D (Gambar 8). Validasi data *sounding* dilakukan untuk melihat tingkat keberhasilan metode interpolasi dalam menyiapkan data input yang optimal untuk keperluan pemodelan tahanan jenis secara inversi 2-D (Gambar 9). Hasil validasi untuk kurva *sounding* pada profil 1 dengan kurva terhitung hasil interpolasi secara umum memperlihatkan kemiripan yang berarti tidak ada diskriminasi kurva yang menonjol.

Hasil

Interpretasi dari penampang distribusi tahanan jenis bawah permukaan pada profil 1 dan profil 2 memperlihatkan 4 lapisan batuan yaitu lapisan A, B, C dan D. Lapisan A merupakan lapisan dengan tahanan jenis tinggi lebih dari 80 Ohm.m dan ketebalan rata-rata 10 m sampai 35 m, dimana kemungkinan berupa endapan aluvial (kerakal, kerikil, pasir, dan lempung). Lapisan B merupakan lapisan di bawah lapisan A dengan tahanan jenis relatif rendah kurang dari 30 Ohm.m, dimana kemungkinan berupa lapisan batupasir dan lanau di dalam Formasi Tebidah. Tahanan jenis relatif rendah kemungkinan memiliki lapisan yang mengindikasikan terdapatnya air tanah yang bisa dikategorikan sebagai akuifer dangkal. Lapisan C merupakan lapisan dengan tahanan jenis relatif tinggi lebih dari 500 Ohm.m dan kedalaman rata-rata 35 m sampai 50 m, dimana kemungkinan adalah lapisan batuan konglomerat. Lapisan ini memiliki tahanan jenis tinggi diduga mempunyai porositas dan permeabilitas rendah. Lapisan D adalah lapisan di bawah lapisan C dengan tahanan jenis rendah kurang dari 20 Ohm.m dan kedalamannya antara 90-100 m, dimana kemungkinan diduga batuan pasir yang mengandung air tanah sehingga dapat dikategorikan sebagai akuifer dalam (Gambar 10).

Interpretasi dari penampang distribusi tahanan jenis bawah permukaan pada profil 3 dan profil 4 memperlihatkan empat lapisan batuan yaitu lapisan A, B, C dan D. Lapisan A merupakan lapisan dengan tahanan jenis tinggi lebih dari 80 Ohm.m dan ketebalan rata-rata 10 m sampai 30 m, dimana kemungkinan berupa endapan aluvial. Lapisan B merupakan

lapisan dibawah lapisan A dengan tahanan jenis relatif rendah kurang dari 30 Ohm.m, dimana kemungkinan berupa lapisan batupasir dan lanau di dalam Formasi Tebidah. Lapisan ini memiliki tahanan jenis relatif rendah kemungkinan mengindikasikan terdapatnya air tanah yang bisa dikategorikan sebagai akuifer dangkal. Lapisan C merupakan lapisan dengan tahanan jenis relatif tinggi lebih dari 500 Ohm.m dan kedalaman rata-rata 40 m sampai 50 m, dimana kemungkinan diduga berupa lapisan batuan konglomerat. Lapisan ini memiliki tahanan jenis tinggi diduga mempunyai porositas dan permeabilitas rendah. Lapisan D adalah lapisan di bawah lapisan C dengan tahanan jenis rendah kurang dari 20 Ohm.m dan kedalamannya antara 90-100 m, dimana kemungkinan diduga berasosiasi dengan terdapatnya batuan yang mengandung air tanah yang dapat dikategorikan sebagai akuifer dalam.

Interpretasi dari penampang penampang distribusi tahanan jenis bawah permukaan pada profil 5 dan profil 6 memperlihatkan empat lapisan batuan yaitu lapisan A, B, C dan D. Lapisan A merupakan lapisan dengan tahanan jenis tinggi lebih dari 80 Ohm.m dan ketebalan rata-rata 15 m sampai 30 m, dimana kemungkinan berupa endapan aluvial. Lapisan B merupakan lapisan di bawah lapisan A dengan tahanan jenis relatif rendah kurang dari 30 Ohm.m, dimana kemungkinan berupa lapisan batu pasir dan lanau di dalam Formasi Tebidah. Lapisan ini memiliki tahanan jenis relatif rendah kemungkinan mengindikasikan terdapatnya air tanah yang bisa dikategorikan sebagai akuifer dangkal. Lapisan C merupakan lapisan dengan tahanan jenis relatif tinggi lebih dari 500 Ohm.m dan kedalaman rata-rata 40 m sampai 55 m, dimana kemungkinan diduga lapisan batuan konglomerat. Lapisan ini memiliki tahanan jenis tinggi diduga mempunyai porositas dan permeabilitas rendah. Lapisan D adalah lapisan di bawah lapisan C dengan tahanan jenis relatif rendah kurang dari 20 Ohm.m dan kedalamannya lebih dari 90-100 m, dimana kemungkinan diduga berasosiasi dengan terdapatnya batuan yang mengandung air tanah yang dapat dikategorikan sebagai akuifer dalam.

KESIMPULAN

1. Akuifer dangkal berupa perselingan batupasir dan lanau dengan tahanan jenis kurang dari 30 Ohm.m terletak pada kedalaman rata-rata 20-30 m.
2. Akuifer dalam berupa batu pasir dengan tahanan jenis kurang dari 20 Ohm.m terletak pada kedalaman rata-rata 90-100 m.

SARAN

Untuk menambah optimalisasi hasil sebaiknya interval pengukuran *sounding* dibuat lebih rapat sekitar kurang lebih 50 m.

DAFTAR PUSTAKA

1. AMIRUDIN dan TRAIL,G.S., "Peta Geologi Indonesia Bersistem, Lembar Nanga Pinoh skala 1:250.000", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 1993.
2. KARUNIANTO, A.J., "Pemodelan Tahanan Jenis 2-D Data Vertical Electrical Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger", Thesis, ITB, Bandung, 2012.
3. RISS, J., MARTINEZ, F. J. L., SIRIEIX, C., HARMOUZI, O., MARACHE, A. and ESSAHLAOUI, A. "A Methodology for Converting Traditional Vertical Electrical Soundings into 2D Resistivity Models: Application to the Saiss Basin, Morocco", *Geophysics*, 76 no. 6, B213-B224, 2011.
4. BAKOSURTANAL, "Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Nanga Pinoh, skala 1 : 250000", Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, Bogor 1993.
5. LOKE, M.H., 2004, "Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies, Tutorial 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys", www.geoelectrical.com, accessed 11 June 2007.
6. TELFORD,W.M., GELDART, L.P. and SHERIFF,R.E. "Applied Geophysics", Cambridge University Press, Second Edition, 1990.