

SURVEI GEOLISTRIK UNTUK MENGETAHUI POTENSI AIR TANAH DI KEPULAUAN AYAU, KABUPATEN RAJA AMPAT, PROVINSI PAPUA BARAT

Khristian Enggar Pamuji
Jurusan Fisika, Universitas Negeri Papua
Jl. Gunung salju Amban, Manokwari
k_enggar_p@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan survei geolistrik di Kepulauan Ayau, Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat. Metode pengukuran yang digunakan adalah metode sounding, sedangkan konfigurasi elektroda yang digunakan adalah konfigurasi Schlumberger dengan bentangan 100 -150 m. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan perangkat lunak Progress. Dari hasil survei metode geolistrik ini diperoleh kesimpulan bahwa di titik pengukuran sounding geolistrik tidak dijumpai adanya akuifer air tanah yang baik, sebagai sumber air sumur bor. Lapisan air dengan ketebalan antara 1 - 3 m yang berada pada permukaan (aluvial) merupakan resapan air hujan sehingga tidak direkomendasikan untuk membuat sumur bor di titik ini.

Kata kunci: *survey geolistrik, akuifer air tanah, sumur bor*

Abstract

Geoelectricity survey has been done in Ayau Islands, Raja Ampat Regency, West Papua Province. The measurement method that used is sounding, whereas electrode configuration used is Schlumberger configuration with a stretch of 100 -150 m. The data obtained are then processed by Progress Software. The results of this survey obtained show that in the geoelectricity sounding measurement point not found any good groundwater aquifers, as the water source of drilled well. Water layer with the thickness between 1-3 m at the surface (alluvial) is a rain water infiltration that is not recommended to make boreholes at this point.

Keyword: *geoelectricity survey, groundwater aquife, borehole*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air adalah urat nadi dan jantung bagi Pangan dan air adalah dua kebutuhan dasar manusia. Namun kondisi global pada tahun 2002 mengindikasikan bahwa dari sepuluh orang, lima diantaranya memiliki akses ke suplai air berpipa di rumah, tiga orang memiliki tipe suplai air lainnya seperti mata air terlindung atau pipa air publik, dua orang tidak sama sekali. Dan sebagai tambahan, empat dari sepuluh orang tersebut hidup tanpa sanitasi yang berarti (*Earth Summit 2002*).

Diperkirakan 15% penggunaan air di seluruh dunia adalah di rumah tangga. Hal ini meliputi air minum, mandi, memasak, sanitasi, dan berkebun. Kebutuhan minimum air yang dibutuhkan dalam rumah tangga menurut perkiraan adalah sekitar 50 liter per individu per hari, belum termasuk kebutuhan berkebun. Air minum haruslah air yang berkualitas tinggi sehingga dapat langsung dikonsumsi tanpa risiko bahaya.

Dari 92 daerah terluar di Indonesia, 64 diantaranya merupakan daerah sulit air bersih. Salah satu dari daerah tersebut adalah Pulau Abidon yang terletak di distrik Kepulauan Ayau kabupaten Raja Ampat. Masyarakat di daerah ini tidak memiliki sumber air tawar (air tanah) yang bisa digunakan untuk konsumsi dan sanitasi. Mereka memanfaatkan air hujan untuk keperluan tersebut. Dibeberapa tempat memang sudah terdapat sumur gali, tetapi kondisinya tidak terlalu baik. Beberapa sumur sudah tercemar air laut, dan beberapa sumur lagi telah kering karena debit yang kurang.

1.2. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari survei geolistrik di Pulau Abidon, Kepulauan Ayau adalah untuk mengetahui keberadaan lapisan air tanah sebelum dilakukan pembuatan sumur bor. Kondisi air tanah dapat diketahui dari kondisi akuifer. Akuifer adalah suatu lapisan batuan atau formasi geologi yang mempunyai struktur yang memungkinkan air untuk masuk dan bergerak melaluinya dalam

kondisi normal. Dengan mengetahui kondisi air tanah, maka kita dapat memperkirakan kedalaman lubang bor (sumur bor) yang paling efektif.

1.3. Lokasi Daerah Survei

Kabupaten Raja Ampat berada di bagian paling Barat pulau induk Papua yang membentang di area seluas kurang lebih 46,108 Km². Secara geografis, Kabupaten Raja Ampat berposisi pada koordinat 00° 30,33" Lintang Utara - 01° Lintang Selatan dan 124° 30,00 - 131° 30 Bujur Timur. Secara administratif, batas wilayah Kabupaten Raja Ampat adalah sebagai berikut:

1. Sebelah selatan berbatasan langsung dengan Kabupaten Seram Utara, Provinsi Maluku.
2. Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Halmahera Tengah, Provinsi Maluku Utara.
3. Sebelah timur berbatasan dengan Kota Sorong dan Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat.
4. Sebelah Utara berbatasan langsung dengan samudra pasifik.

Sebagai wilayah kepulauan, daerah ini memiliki sekitar 610 pulau besar dan kecil, atol dan taka dengan panjang garis pantai 753 km. Sementara ini hanya 34 pulau saja yang berpenghuni. Perbandingan wilayah darat dan laut adalah 1:6, dengan wilayah perairan yang lebih dominan. Dilihat dari luasnya, pulau-pulau di Raja Ampat memiliki luas yang sangat bervariasi. Terdapat empat pulau besar, yaitu Pulau Waigeo, Pulau Batanta, Pulau Salawati dan Pulau Misool. Di luar empat pulau besar terdapat pulau-pulau sedang dan kecil yang berjumlah kurang lebih 600 pulau. Pulau-pulau tersebut hanya terdiri dari batu karang sehingga masyarakat yang mendiami pulau-pulau tersebut hanya memiliki mata pencaharian sebagai nelayan dan tidak bisa bercocok tanam, seperti penduduk di pulau-pulau yang menjadi bagian dari Distrik Kepulauan Ayau.

Lokasi survei geolistrik ini mengambil tempat di Pulau Abidon yang merupakan salah satu pulau di Distrik Kepulauan Ayau. Kepulauan ini terletak di koordinat 0° 28' 0" N, 131° 3' 0" E.



Gambar 1. Peta Kabupaten Raja Ampat
(Sumber : Dinas Pertambangan dan Energi
Provinsi Papua Barat)

1.4. Tinjauan Geologi

Fisiografi

Kepulauan Raja Ampat terbentuk oleh pergerakan lempeng Pasifik dan pembentukan laut dalam sekitar 231-163 juta tahun lalu (Zaman Jura). Pada sekitar 125 juta tahun lalu (zaman kapur akhir) benua Australia bergerak ke utara membentuk busur kepulauan (Supriatna, 1995). Gerakan lempeng Australia-India sekitar 8 cm/tahun ke utara - timur laut dan lempeng Pasifik sekitar 10 cm/tahun ke barat - barat laut membentuk Sesar Sorong yang membelah Pulau Batanta dan Salawati. Kawasan ini dikelilingi oleh Laut Seram di selatan, Laut Halmahera di barat, dan Samudera Pasifik di utara - timur, yang terdiri dari Pulau Waigeo, Batanta, Misool, Kofiau, Salawati, Sayang, Gag, Kawe, Gam, Manuran, Mansuar dan lainnya serta pulau-pulau kecil, termasuk kepulauan Ayau.

Geomorfologi

Geomorfologi adalah kenampakan bentang alam mulai dari garis pantai hingga perbukitan di daratan diperlihatkan dalam bentuk kemiringan lereng, geometri, batuan, iklim dan curah hujan, serta aktivitas manusia.

Berdasarkan geomorfologinya kepulauan Ayau masuk dalam Satuan Topografi Karst yang terdiri dari batuan batugamping terumbu karang dan kalkarenit, kemiringan lereng 8% hingga terjal. Elevasi 0 - 300 m, bergelombang, relief kasar, membulat, triangular facet, terdapat rekahan, celahan, gua-gua, dan dolina-dolina. Proses alam yang terjadi adalah pengangkatan, patahan, karstifikasi. Tutupan lahan umumnya hutan sedang hingga semak-semak.

Karakteristik Pantai

Berdasarkan karakteristik pantai berupa kenampakan bentuk, lereng, batuan penyusun, relief dan proses-proses geodinamis yang terjadi, kepulauan Ayau masuk dalam karakteristik Pantai Pantai terumbu, dicirikan dengan relief rendah, melengkung halus, pasir halus hingga kasar, pecahan cangkang kerang, karbonat, berwarna putih, ditumbuhi terumbu karang, dan proses sedimentasi yang dominan.

Tanah

Tanah merupakan hasil pelapukan batuan setempat dan endapan transportasi yang terdapat pada bagian atas dari batuan (Top Soil). Hasil pelapukan dapat diklasifikasikan menjadi lapuk ringan, sedang dan lanjut. Secara fisik dengan pengamatan visual, tanah di kepulauan Ayau masuk kedalam karakteristik Pasir Kerikilan; terdiri dari batuan batugamping. Mempunyai vegetasi mengisi celahan batuan. Ketebalan 0 hingga - 20 cm, ikatan semen terdiri dari pasir-kerikil, berwarna coklat kekuningan, bersifat lepas-lepas, porositas sedang.

Batuan

Batuan yang dijumpai di kepulauan Ayau adalah batu gamping terumbu. Tidak dijumpai jenis batuan yang lain.

1.5. Tinjauan Geofisika

Di perusahaan pertambangan metode resistivity mempunyai peranan penting dalam penyelidikan bahan tambang misalnya emas (mineral sulfida), tembaga atau bahan yang lain. Dan untuk mengetahui penyebaran bahan tambang secara lateral maupun vertikal. Selain dalam dunia pertambangan, metode ini juga digunakan dalam penyelidikan geothermal, pencarian air tanah, penyelidikan candi yang terpendam, dalam eksplorasi minyak dan gas bumipun memerlukan metode ini dan lain sebagainya.

Prinsip dasar metode ini adalah dengan mengalirkan arus ke dalam bumi melalui sepasang elektroda yang disebut elektroda arus (C_1 dan C_2) dan mengukur beda potensial dipermukaan bumi melalui kedua elektroda yang lain yang disebut elektroda potensial (P_1 dan P_2).

Arus listrik (pergerakan partikel-partikel bermuatan) menjalar didalam medium bumi melalui tiga jenis konduksi. Konduksi pertama adalah konduksi ohmik, dimana elektron-elektron

menjalar melalui struktur kristalin atau metal yang memiliki nilai ohmik yang kecil. Konduksi kedua adalah konduksi elektrolit, dimana partikel-partikel bermuatan dapat menjalar melalui air tanah (pada lubang-lubang tanah yang permiabel), sedimen lepas ataupun batu-batuan. Dan jenis ketiga adalah konduksi dielektrik, yaitu adanya medan listrik bolak balik menyebabkan ion-ion dalam medium bergerak melingkar sehingga menimbulkan medan magnet dan munculnya medan elektrik sekunder. Dengan demikian konduksi dielektrik ini dapat terjadi walaupun pada medium yang kurang dapat mengalirkan partikel-partikel bermuatan. Dengan penjalarnya didalam tanah, aliran-aliran elektron tersebut mengalami hambatan. Hambatan ini (didalam geolistrik) dideskripsikan sebagai tahanan jenis (resistivitas) listrik, yang mempunyai satuan Ohm-jarak. Besaran tahanan jenis inilah yang menjadi target utama dalam pengukuran geolistrik.

Di dalam medium bumi, nilai tahanan jenis sangat tergantung dari kombinasi efek ohmik dan dielektrik yang bersesuaian dengan efek jenis batuan, sifat elektrolitnya, dan keberadaan air tanah di dalam pori-pori mediumnya. Oleh karena itu, penjalaran arus didalam medium batuan walaupun berjenis sama, dalam formasi sama, dapat memiliki harga resistivitas yang berbeda. Jadi peranan pengetahuan geologi didalam survei geolistrik sangat penting.

Teori Dasar

Tahanan jenis adalah suatu sifat dasar material, yang mana mencirikan material tersebut, seperti halnya berat jenis. Pengukuran tahanan jenis dilapangan pada material seperti mineral sulfida, lempung, pasir, bermacam-macam tipe batuan sedimen lainnya, batuan metamorf dan batuan beku, yang akan menghasilkan suatu kesimpulan untuk membedakan satu tipe dari yang lainnya tanpa melakukan penggalian.

Penggunaan dilapangan berdasarkan atas kemampuan alat untuk menghantarkan arus listrik kedalam material yang mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menghantarkan arus listrik pada berbagai kedalaman yang diketahui dan untuk mengukur tahanan jenis pada kedalaman tersebut.

Hukum Ohm

Untuk mengeluarkan energi yang tersimpan dalam baterai diperlukan sebuah penghubung

diantara kedua terminalnya. Walaupun pergerakan ion-ion baik ion positif maupun negatif sama-sama bergerak, akan tetapi sesuai dengan perjanjian, bahwa yang dipandang sebagai penjalaran arus adalah penjalaran ion positifnya.

Apabila ditambahkan dengan sebuah resistor maka akan terjadi perubahan potensial pada ujung-ujung hambatan tersebut. Hubungan antara beda potensial, arus dan resistor, diberikan oleh Georg Simon Ohm (1827) sebagai berikut :

$$r = \frac{V}{i}$$

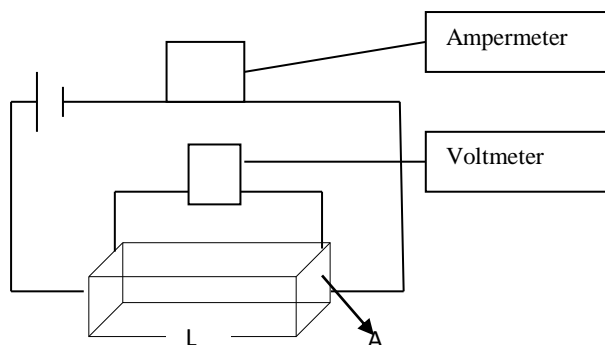
Dimana, r = Hambatan, ohm
 i = Arus, Ampere
 V = Beda potensial, Volt

Hukum Resistivity

Sekarang tinjauan lebih didekatkan pada hambatanya. Apabila hambatan berbentuk balok dengan luas penampang A , panjang L dan hambatan r , maka dikenal istilah tahanan jenis dan dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\rho = \frac{r A}{L}$$

Dimana,
 ρ = Tahanan jenis, Ωm
 r = Hambatan, Ω
 A = Luas Penampang, m^2
 L = Panjang penampang, m



Gambar 2. Pengukuran Tahanan Jenis

2. Metode Survei

2.1. Akuisisi Data

Alat yang digunakan

Alat merupakan hal yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan kualitas dan kuantitas data. Dalam survei ini alat yang digunakan meliputi :

- 1 Unit Resisitvimeter Naniura
- 4 roll kabel
- 4 buah elektroda
- 1 buah accu 12 volt.

Metode pengukuran

Metode pengukuran resistivity yang digunakan pada survey ini adalah metode *Vertical electrical sounding*. Metode ini digunakan untuk mengetahui perubahan tahanan jenis secara vertical atau untuk mengetahui perlapisan tanah/batuan dibawah permukaan. Sedangkan konfigurasi elektroda yang digunakan adalah dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger dengan bentangan 100 -150 m.

Peralatan Penunjang

Peralatan penunjang ini diperlukan untuk memperlancar proses survey dilapangan. Alat-alat tersebut adalah

- | | |
|-------------------|------------------|
| a. Peta Topografi | h. Multimeter |
| b. Kompas Geologi | i. Meteran |
| c. Palu Geologi | j. Clipboard |
| d. Handy-Talky | k. Kertas Grafik |
| e. Toolset | l. Kalkulator |
| f. Palu | m. Alat Tulis |
| g. Payung | n. dll |

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data resistivity dapat dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yaitu manual dan komputasi (software). Cara manual yaitu dengan menggunakan kurva matching. Kurva ini adalah mencocokkan kurva lapangan dengan kurva-kurva standar, yang telah diketahui parameter kedalaman dan resistivitasnya. Biasanya cara ini digunakan untuk data sounding, akan tetapi tidak tertutup kemungkinan dengan menggunakan komputasi (software). Pada survei kali ini software yang digunakan adalah Progress.

2.3. Interpretasi

Langkah terakhir ini sering disebut sebagai suatu langkah penerjemahan bahasa fisis (resistivitas) menjadi bahasa geologi. Oleh karena itu didalam analisa interpretasi ini sangat diperlukan pengetahuan geologi, baik struktur maupun proses sedimentasi untuk mengetahui perkiraan jenis-jenis batuan yang berada dibawah lintasan survei.

3. HASIL INTERPRETASI

Lokasi pengukuran terletak pada koordinat N 00° 29' 55.9" dan E 131° 07' 27.1" dan pada ketinggian 8 m diatas permukaan air laut, dan berada kurang lebih 200 m dari garis pantai, dengan panjang bentangan 200 meter (2x100m). Pengukuran dilakukan pada hari Kamis, 30 Mei 2013 pada pukul 8.30 WIT, dengan cuaca berawan, sedikit gerimis.

Setelah akuisisi, data kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak progress, dengan kesalahan RMS 10.9%. Kesalahan ini memang cukup besar (masih diatas 10%), kemungkinan besarnya kesalahan ini disebabkan oleh faktor kontras tahanan jenis yang sangat besar.

Data geolistrik yang diperoleh dapat diinterpretasi sampai kedalaman 70 m. Secara umum nilai tahanan jenis dapat digolongkan kedalam beberapa lapisan isoresistivitas (tahanan jenis sama), yaitu :

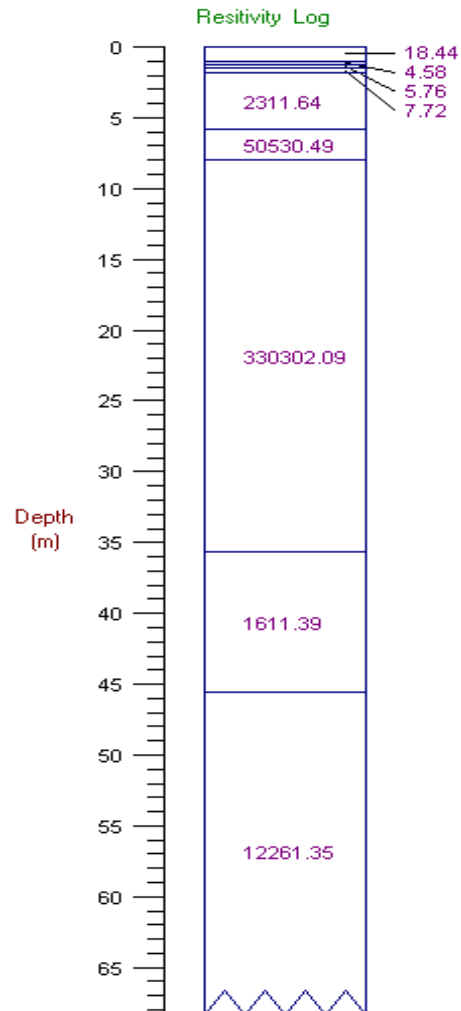
- Lapisan pertama : Kedalaman 0-2,5 m, memiliki tahanan jenis 4,5 – 18,4 Ωm .
- Lapisan kedua : Kedalaman 2,5 – 6 m, tahanan jenisnya 2311 Ωm
- Lapisan ketiga : Kedalaman 6 – 36 m, tahanan jenisnya 33030,2 Ωm
- Lapisan keempat : Kedalaman 36 – 46 m, tahanan jenisnya 1611 Ωm
- Lapisan kelima : Kedalaman diatas 46 meter, tahanan jenisnya 12261 Ωm

Pada kedalaman 0 – 2,5 m, nilai tahanan jenis cukup rendah antara 4 – 20 Ωm . Nilai yang cukup rendah ini diduga berasal dari akuifer bebas atau air resapan dilapisan pada aluvium. Disekitar titik ini terdapat beberapa sumur yang memanfaatkan air resapan ini. Kedalaman sumur antara 2 - 3 m. Menurut warga sekitar, sumur tua atau sumur yang pertama kali dibuat di pulau ini juga berada dilokasi ini. Meskipun lapisan air ini tidak terlalu tebal, tetapi karena lokasinya yang berada di lembah, maka air di daerah ini jumlahnya cukup banyak.

Selain itu tutupan vegetasi di sekitar titik sounding juga masih cukup rapat. Intrusi air laut juga tidak mempengaruhi sumur-sumur didaerah ini. Untuk akuifer ke dua, ternyata titik ini tidak berbeda dengan titik pertama. Data geolistrik menunjukkan bahwa sampai kedalaman 70 m tidak dijumpai nilai resistivitas yang rendah yang berasosiasi dengan lapisan air.

Pada kedalaman 3 m nilai tahanan jenis cukup tinggi sekitar 2000 Ωm , dan nilai resistivitas ini semakin kebawah semakin meningkat sampai

mencapai 30000-an Ωm . Meskipun terjadi penurunan nilai pada kedalaman 36 -46 m, tetapi nilai tahanan jenis ini masih terlalu tinggi untuk diasosiasikan dengan tahanan jenis lapisan air. Nilai sesistivitas yang tinggi ini diduga bersumber dari nilai resistivitas batuan gamping.



Gambar 3. Hasil Interpretasi Data Geolistrik



Gambar 4. Interpretasi Geologi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil survei metode geolistri sounding di Kepulauan Ayau, maka diperoleh kesimpulan :

1. Di titik pengukuran sounding geolistrik tidak dijumpai adanya akuifer air tanah yang baik, sebagai sumber mata air sumur bor.
2. Lapisan air dengan ketebalan antara 1 - 3 m yang berada pada permukaan (aluvial) merupakan resapan air hujan.
3. Mengingat ketebalan lapisan akuifer bebas hanya 1-3 m, maka sumur gali merupakan pilihan terbaik, tidak direkomendasikan untuk membuat sumur bor di titik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada. Jogjakarta
- [1] Grant, F. S., and West, G. F., 1965. Interpretation theory in applied geophysics :Mc-Graw-Hill Book Company.
 - [2] Riyanto, B. 2005. *Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Gunung Budjil, Karang Sambung Kebumen, Jawa Tengah Berdasarkan Data Kontras Resistivitas*. Skripsi Program Studi
 - [3] Robinson GP, dkk. 1990. *Geologi Lembar Waigeo, Irian Jaya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
 - [4] Schon, J. H., 1996. *Physical Properties of Rock : Fundamentals and Principles of Petrophysics*: Institute of Applied Geophysics, Austria
 - [5] Sitinjak, BR. 2008. *Interpretasi Bawah Permukaan di Sekitar Areal Kampus Unipa, Manokwari Berdasarkan Data Kontras Resistivitas*. UNIPA, Manokwari.
 - [6] Telford, W.M. Geldart, L.P. Sheriff, R.E. Keys, D.A. (1974). *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. Cambridge
 - [7] Todd, 1980. *Ground Water Hydrokoi. Second Edition*, Jhon wiley & Sons. New york
 - [8] <http://psg.bgl.esdm.go.id>