

Juandi
2008: 2 (2)

ANALISIS AIR BAWAH TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK

Juandi

*Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simp. Panam Pekanbaru , 28193 Telp/Fax (0761) 63273
e-mail :juandi@unri.ac.id*

Abstrak

Metode geolistrik telah diaplikasikan untuk mengetahui air bawah tanah. Penelitian ini dilakukan di suatu areal yang terletak di Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru, dengan luas daerah 50 x 45 m². Dengan membuat line pengukuran AB, maka telah dapat diinterpretasikan bahwa jika ingin dilakukan pengeboran air bawah tanah untuk keperluan pemukiman, maka sebaiknya disarankan pemboran tidak dilakukan dibawah bentangan AB. Hasil penelitian ini dapat diinterpretasikan bahwa di bawah bentangan itu tidak ada indikasi terdapatnya air bawah tanah.

Kata kunci: distribusi air tanah, geolistrik

The Analysis of Ground Water by Geoelectric Method

Abstract

The Geoelectric method had applied to found ground water. This research was conducted in areal of Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru, with field 50 x 45 m², measurement line AB and was interpretive to drilling ground water for housing needs. The drilling was suggested not under AB areal. The result was interpretation that under the areal AB not indicated presence ground water.

Keywords: *distribution, ground water, geoelectric*

PENDAHULUAN

Distribusi air bawah tanah pada lapisan geologi dibagi atas zona-zona yaitu : zona *vadose*, merupakan suatu zona yang terletak diantara permukaan tanah sampai pada bidang batas air jenuh (*Water table saturated*), zona *phreatik* , zona ini ditetapkan dari bidang batas air jenuh sampai pada suatu lapisan dimana air secara '*stasioner*' tak jenuh dan pori-pori tanah atau batuan tak berhubungan, atau berada pada lapisan semi kedap air (*layer of semipermeable*). zona *phreatik* , disebut juga zona air jenuh dapat mencapai kedalaman yang cukup besar, namun pada kedalaman yang besar (lebih dari 3 km) jarang dijumpai air. Sebaliknya pada kedalaman yang bertambah, kadang-kadang air dapat bertambah, sehingga muncul *akuifer* tak tertekan pada zona *phreatik* (Todd,1980).

Menurut Soinien (1985), penelitian air tanah dapat dilakukan di permukaan atau di bawah permukaan dengan menggunakan metode geolistrik. Sedangkan untuk interpretasi gambaran air tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode interpretasi data geolistrik dc (*direct current*) (Torok 2001). Oleh sebab itu penelitian ini akan mencoba mengaplikasikan metoda geolistrik untuk menganalisis distribusi air bawah tanah. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis distribusi air tanah dengan menggunakan metoda geolistrik.

Metode geolistrik merupakan salah satu cabang ilmu geofisika yang mempelajari bumi dan lingkungannya berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batuan. Sifat ini adalah tahanan jenis, konduktivitas, konstanta dielektrik, kemampuan menimbulkan potensial listrik sendiri, arus listrik diinjeksikan kdalam bumi melalui dua lektroda arus dan distribusi potensial yang dihasilkan diukur dengan elektroda potensial (Dobrin, 1976).

Pada areal tertentu dapat muncul lapisan akuifer, sebagai lapisan pembawa air yang dapat memindahkan air dari suatu titik ke titik yang lain atau sebagai akuifer tertekan. Di bawah permukaan bumi, air tanah terperangkap diantara celah-celah partikel tanah atau batuan. Beberapa tipe batuan seperti pasir, batu pasir (*sandstones*), gravel atau batu konglomerat mempunyai kemungkinan untuk memerangkap air tanah diantara celah partikelnya. Namun beberapa tipe batuan seperti batuan beku, metamorfosa dan sedimen biasanya sedikit mengandung air. Kemampuan batuan atau sedimen memerangkap air bawah tanah diantara celah partikelnya disebut potensial air tanah. Potensial air tanah akan besar, pada sedimen atau batuan yang memiliki porositas yang besar. Pergerakan air tanah di bawah permukaan bumi juga ditentukan oleh permeabilitas batuan atau tanah (Allan et al, 1982).

Permeabilitas ini ditandai dengan kemampuan zat cair untuk bergerak melewati lapisan batuan yang bersangkutan. Kemampuan zat cair untuk menyusuf melalui suatu lapisan batuan atau tanah. Kemudian jika pori-pori lapisan tidak saling berhubungan, maka akan menghasilkan suatu lapisan yang tidak permeabel meskipun porositasnya besar.

Secara teoritis setiap lapisan batuan mempunyai tahanan jenis yang dipengaruhi oleh komposisi mineral yang dikandung oleh batuan tersebut. Pendugaan air tanah dapat dikorelasikan dengan harga tahanan jenisnya seperti ditunjukkan pada tabel 1 (Alan et.al, 1982).

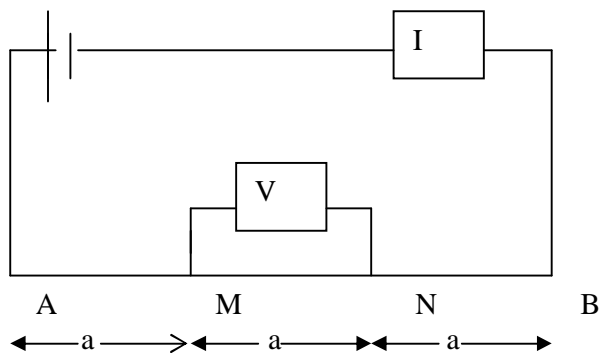
Tabel 1.
Tahanan Jenis Berbagai Air

Tipe Air	ρ (Ohm.m)
Air meteorik	30 – 100
Air permukaan	10 – 100
Air tanah	30 – 150
Air laut	sekitar 0,2

Pada pengukuran resistivitas, arus listrik searah diinjeksikan ke dalam tanah melalui dua elektroda arus, beda tegangan yang terbentuk diamati melalui dua elektroda potensial yang terletak diantara dua elektroda arus. Dalam penelitian ini dilakukan eksplorasi resistivitas pendekatan horizontal untuk mendeteksi lapisan-lapisan batuan atau formasi batuan yang mempunyai kedudukan stratigrafi dengan bidang lapisan yang membentang secara horizontal

Dalam kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan (ρ) yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Dengan demikian harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar, yang dirumuskan (Dobrin 1981):

$$\rho_s = k\Delta V / I \quad (1)$$



Gambar 1.
Susunan Elektroda Wenner

dengan: ρ_s = resistivitas semu (ohm.m)

V = Tegangan (Volt)

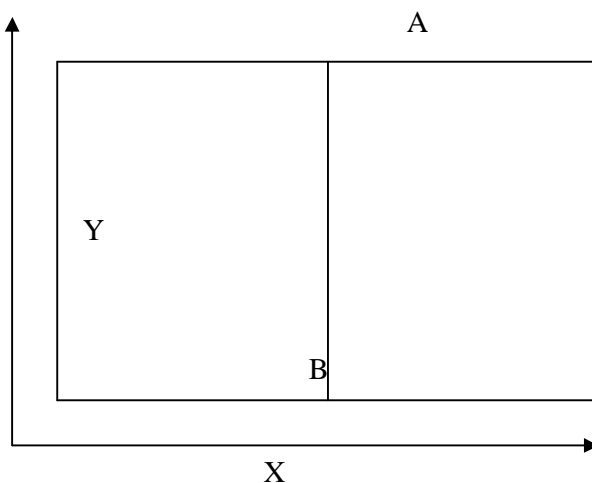
I = Arus (Amper)

$$k = 2\pi \left[\frac{1}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)} \right] \quad (2)$$

Dalam konfigurasi elektroda cara Wenner M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan A,B digunakan sebagai elektroda arus (Bhattacharya dan Patra, 1991).

METODE PENELITIAN

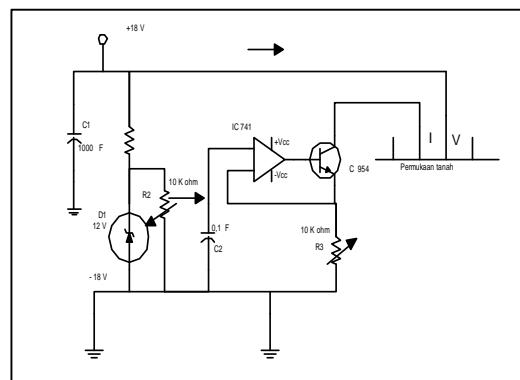
Penelitian ini dilaksanakan di suatu areal tertentu pemukiman penduduk yang terletak di kecamatan bukit raya Pekanbaru. Sedangkan pengolahan datanya dilakukan di laboratorium fisika komputasi jurusan fisika FMIPA Universitas Riau. Terlebih dahulu dibuat daerah formasi pengukuran yang akan disurvei yang terdiri dari sebuah bidang persegi dengan ukuran panjang 50 m, lebar 45 m. Dalam bidang survei lapangan itu ditentukan sumbu koordinat bidang XY. Kemudian ditetapkan titik pangkal koordinat (0,0) pada sumbu koordinat yang dipilih. Pengukuran dilakukan pada sepanjang line yang telah ditetapkan dengan mengambil jarak elektroda terkecil 1 m dan terbesar 14 m. Pergeseran antara elektroda pada setiap pengukuran selanjutnya dilakukan sebesar 1 m. Kemudian arus dan tegangan listrik yang terukur pada alat dicatat. Gambar 2 menunjukkan daerah survei pengukuran di lapangan.



Gambar 2.
Daerah Survei Pengukuran

Alat pengukur resistivitas memiliki ciri-ciri yaitu memanfaatkan fungsi sumber DC sebagai pembangkit sinyal listrik. Pembangkit sinyal listrik ini memanfaatkan rangkaian Op-amp yang dimodifikasi sehingga dapat dimanfaatkan untuk tujuan penelitian ini. Yang kedua, alat yang dirancang sebagai pengatur arus diatur pada sistem pengatur besar-kecilnya arus (pembagi arus), yaitu dengan menggunakan resistor variabel pada alat pembangkit sinyal listrik. Sedangkan ciri terakhir yaitu nilai arus dan tegangan yang diukur, dibaca dengan menggunakan alat multimeter digital, sehingga mempunyai ketelitian yang lebih baik. Skema rangkaian alat pengukuran resistivitas terlihat pada gambar 3.

Aturan Wenner digunakan dalam penelitian ini, yaitu dengan jarak elektroda potensial (MN) dibuat tetap a . Kemudian dilakukan injeksi arus bentangan elektroda (AB) dibuat tetap yaitu $3a$. Kemudian elektroda arus dan potensial digeserkan dengan pergeseran tetap 1 m. Dilakukan injeksi arus dan beda potensialnya dicatat. Jika beda potensial terbaca terlalu kecil, maka arus dapat diperbesar. Demikian seterusnya hingga sampai bentangan maksimum 45 m. Dengan cara yang sama perlakuan ini dilakukan pula pada line berikutnya.



Gambar 3.
Skema Rangkaian Pengukuran Resistivitas

Untuk menghitung harga tahanan jenis sebenarnya digunakan program Res2Dinv (Loke, 1997). Program ini secara otomatis akan menentukan model tahanan jenis dua dimensi (2D) bawah permukaan dengan menginputkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan.

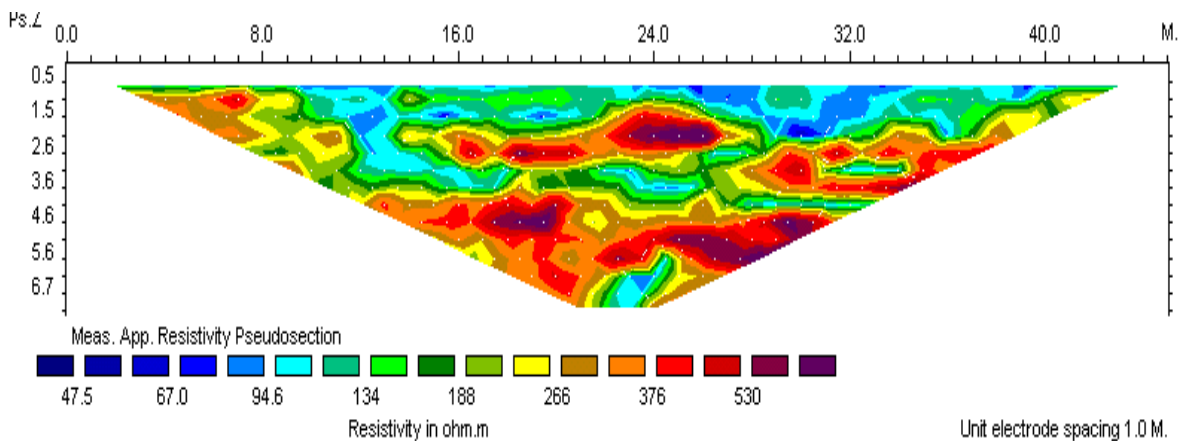
Model 2D yang digunakan dalam program inversi ini terdiri dari sejumlah blok rektanguler, susunan blok diikat dengan longgar pada distribusi datum point didalam pseudosection. Distribusi dan ukuran blok dihasilkan secara otomatis oleh program sampai jumlah blok tidak melebihi dari jumlah datum point. Setiap blok akan memberikan warna sesuai dengan besarnya tahanan jenis, sehingga dapat diketahui potensial air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan yang kita lihat dari warna yang muncul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen distribusi air bawah tanah dengan menggunakan metoda geolistrik telah didapat nilai resistivitas untuk line pengukuran AB, Pada areal 50 x 45 m². Untuk menghitung harga resistivitas sebenarnya dan membuat model bawah permukaannya digunakan program Res2Dinv, program ini secara otomatis akan menentukan model resistivitas dua dimensi (2D) bawah permukaan menggunakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran.

Distribusi dan ukuran blok dihasilkan secara otomatis oleh program sampai jumlah blok tidak melebihi dari sejumlah datum point. Setiap blok akan memberikan harga resistivitas tertentu, sehingga kita tahu kandungan batuan apa yang terdapat pada suatu lapisan yang mengandung air bawah tanah. Dari hasil kajian diketahui bahwa untuk areal yang teridentifikasi ada air bawah tanah, ternyata mempunyai kisaran harga resistivitas berkisar antara 30 sampai 150 Ohm meter.

Dari hasil pengolahan data telah dapat dikatakan bahwa, telah terjadi perubahan distribusi resistivitas pada pengukuran di line AB diperoleh bentangan resistivitas antara 47,5 – 530 Ohm.m (gambar 4). Jika dibandingkan dari harga teoritis, dapat dikatakan bahwa nilai resistivitas tersebut tidak berada dalam range daerah resistivitas yang teridentifikasi adanya air bawah tanah (30 sampai 150 Ohm meter). Sehingga dari hasil pengukuran di lapangan yang diteliti pada line AB ini dapat kita katakana bahwa tidak terdapat aliran air tanah, ataupun dapat kita katakana bahwa batuan yang mengandung akuifer tidak mempunyai pori-pori saling berhubungan, sehingga tidak terdapat air bawah tanah didaerah studi tersebut. Tetapi dari hasil ini dapat kita lihat bahwa terdapat air permukaan, yang kemungkinan besar dari curah hujan yang merembes. Jadi dari hasil pengukuran pada line AB ini dapat kita katakana bahwa terdapat batuan yang mengandung akuifer yang pori-porinya tidak berhubungan atau terjadi akuifer tertekan. Gambar 4 menunjukkan hasil interpretasi untuk pengukuran pada line AB.



Gambar 4.
Model Resistivitas untuk Identifikasi Air Bawah Tanah

Dari hasil penelitian dapat dikatakan bahwa ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pola distribusi resistivitas bawah permukaan tanah yaitu topografi, cuaca, kelembaban, kandungan mineral batuan, porositas batuan. Berdasarkan analisa pengamatan pada line pengukuran dapat diketahui apakah ada distribusi air bawah tanah merata atau tidak dalam tanah. Ternyata air tanah tidak terdistribusi merata dalam tanah. Dari analisa pengamatan perubahan line terhadap pola distribusi resistivitas yang dihasilkannya dapat diketahui bahwa AB yang berjarak 25 m dapat diinterpretasikan bahwa batuanannya tidak mempunyai pori-pori yang saling berhubungan, atau dapat pula diinterpretasikan bahwa litologi batuanannya tidak sama. Sistem batuan reservoir terdapat dibawah bentangan line AB yang mungkin mengandung batuan berpori tetapi tidak berhubungan atau mengandung batuan dari kelompok batuan beku atau metamorfosa.

Karena dari hasil penelitian ini dapat diinterpretasikan bahwa di bawah kedua bentangan itu ada indikasi terdapatnya air bawah tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada suatu areal lapangan tertentu ternyata distribusi resistivitas di areal itu tidak terdistribusi merata dalam tanah. Penelitian juga menyimpulkan bahwa jika ingin melakukan pengeboran air bawah tanah untuk keperluan pemukiman, maka sebaiknya disarankan pemboran itu tidak dilakukan dibawah bentangan AB. Karena dari hasil penelitian ini dapat diinterpretasikan bahwa di bawah bentangan itu tidak ada indikasi terdapatnya air bawah tanah. Atau dapat dikatakan bahwa batuan yang mengandung akuifer di daerah penelitian itu tidak mempunyai pori-pori saling berhubungan, sehingga sulit untuk mendapatkan air bawah tanah di daerah studi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, L. Nicholas K., Koch, 1982, Physical Geology, New York.
- Bhattacharya, P.K., Patra, H.P. 1991. Method for Direct Current Geolistic Sounding, Geophysical Prosp. V.20.P.448-458.
- Dobrin, M.B. 1981. Introduction to Geophysical Prospecting, New York : McGraw-Hill.
- Soininen, H. 1985. The Behavior Of The Apparent Resistivity Phase Spectrum In The Case Of Two Polarizable Media. J. Geophysics 50: 810-819
- Todd, D.K, 1980, Groundwater Hydrology, John Wiley and Sons, New York.
- Torok, I., Kis, M. 2001. GSE and Weighted GSE inversion in the interpretation of DC geoelectric data. J. Geosciences 59: 63-74.