



PENDUGAAN PERSEBARAN AIR BAWAH PERMUKAAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER DI DESA TANGGUNGARJO KABUPATEN GROBOGAN

Annisa Patria Yuristina[✉], Supriyadi, Khumaedi

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Diterima Mei 2015
Disetujui Mei 2015
Dipublikasikan Agustus 2015

Keywords:

Geoelectric, Water, Wenner-Schlumberger

Abstrak

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di Desa Tanggungharjo, penggunaan sumur galian telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dengan kedalaman sekitar 5-18 meter. Namun beberapa sumur dengan kedalaman 6 meter tidak dapat memenuhi kebutuhan air disebabkan keringnya air sumur saat musim kemarau. Masyarakat di daerah tersebut tidak mengetahui sebaran dan kedalaman air. Tujuan penelitian untuk mengetahui penyebaran dan kedalaman air sumur galian. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah penelitian geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger dengan 4 lintasan di daerah tersebut. Hasil menunjukkan lapisan dengan interval resistivitas 200-550 Ωm merupakan lapisan kerikil dan batu gamping. Lapisan dengan interval resistivitas 50-200 Ωm merupakan kerikil, lempung dan pasir. Lapisan yang memiliki interval resistivitas 0,4-50 Ωm terdapat lapisan tanah, lempung dan lempung basah. Dari hasil penelitian diperoleh lintasan yang paling berpotensi mengandung air adalah lokasi dengan titik koordinat S 07°05'25.9", E 110°36'10.3" dengan kedalaman air 6,76-13,4 m.

Abstract

Based on the observation that have been done in Tanggungharjo village, the use of dig well have been done to fulfill the need of fresh water with about 5-18 m depth. But some dig well with less than 6 m depth can't fulfill the need of fresh water because of the water is empty due the dry season. The people in this area haven't know the spread and the depth of water. The aim of the research is to know the spread and the depth of water. The method to get the aim is configuration Wenner-Schlumberger geoelectric research 4 line in this area. The result shows us that the sheet with resistivity interval 200-550 Ωm is the gravel and limestones sheet. The sheet with resistivity interval 50-100 Ωm is the gravel, silcklay and sand. The sheet with resistivity interval 0,4-50 Ωm is soil, clay and unconsolidate wet clay. The result of this research get the potential line that had water is location S 07°05'25.9", E 110°36'10.3" with dig well water about 6,76-13,4 m depth.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan oleh semua makhluk hidup. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan generasi mendatang. Sebagai upaya pemenuhan kebutuhan air khususnya air minum di suatu daerah, penyediaan air tanah selalu dikaitkan dengan kondisi air tanah yang sehat, murah dan tersedia dalam jumlah yang sesuai kebutuhan.

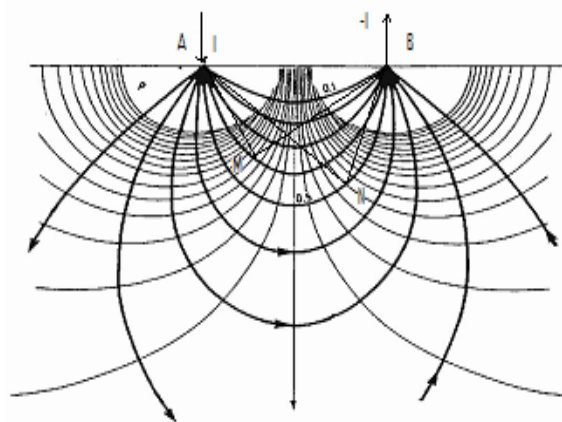
Dalam usaha untuk mendapatkan susunan mengenai lapisan bumi, kegiatan penyelidikan melalui permukaan tanah atau bawah tanah haruslah dilakukan, agar bisa diketahui ada atau tidaknya lapisan pembawa air (akuifer), ketebalan dan kedalamannya serta untuk mengambil contoh air untuk dianalisis kualitas airnya. Meskipun air tanah tidak dapat secara langsung diamati melalui permukaan bumi, penyelidikan permukaan tanah merupakan awal penyelidikan yang cukup penting, paling tidak dapat memberikan suatu gambaran mengenai lokasi keberadaan air tanah tersebut.

Untuk menyelesaikan masalah-masalah tersebut di atas, perlu dilakukan studi ke-geofisika-an. Penelitian ini merupakan suatu studi geofisika yang menerapkan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi.

Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial dan arus listrik yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus di dalam bumi. Metode ini dilakukan di desa Tanggungharjo kabupaten Grobogan.

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat dijadikan sebagai referensi dalam mengaplikasikan metode geolistrik yaitu untuk menentukan tahanan jenis (*resistivitas*) bawah permukaan dan memetakan formasi bawah permukaan sehingga keberadaan benda/material di bawah permukaan dapat teridentifikasi.

Sakka (2001) mengatakan bahwa tujuan survei *geolistrik* tahanan jenis adalah mengetahui perbedaan tahanan jenis (*resistivitas*) bawah permukaan bumi dengan melakukan pengukuran di permukaan bumi. Pengukuran dengan konfigurasi *schlumberger* menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial dimana telah dilakukan oleh Azhar dan Gunawan Handayani (2004) dengan pemodelan berskala laboratorium untuk mengukur tahanan jenis suatu bahan dengan beberapa sampel batubara dari Tambang Air Laya. Kesimpulannya bahwa salah satu metoda geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan dan ketebalan batubara di bawah permukaan adalah metode geolistrik tahanan jenis. Metode geolistrik dapat mendeteksi lapisan batubara pada posisi miring, tegak dan sejajar bidang perlapisan di bawah permukaan. Ilustrasi garis ekuipotensial yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi.



Gambar 1. Pola aliran arus dan bidang ekuipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Bahri, 2005)

Beda potensial yang terjadi antara MN yang disebabkan oleh injeksi arus pada AB adalah :

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_M - V_N = \\ \Delta V &= \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \\ \rho &= 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \\ \rho &= K \frac{\Delta V}{I}\end{aligned}\tag{1}$$

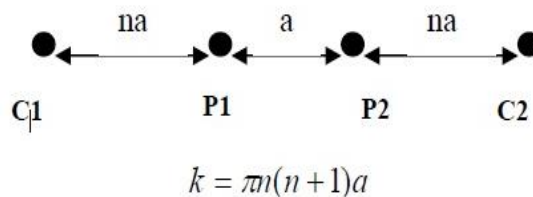
dengan I arus dalam Ampere, ΔV beda potensial dalam Volt, ρ tahanan jenis dalam Ohm meter dan k faktor geometri maka

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1}\tag{2}$$

K merupakan faktor koreksi geometri dari konfigurasi elektroda potensial dan elektroda arus.

2.1 Resistivitymeter

Resistivitymeter memberikan nilai *resistansi* $R = V/I$ sehingga nilai *resistivitas* dapat dihitung dengan

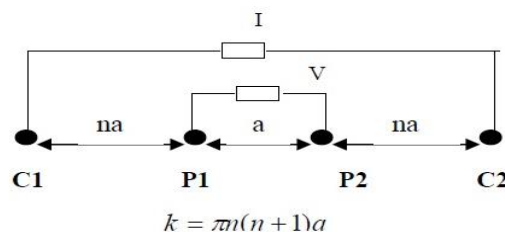


Gambar 2. Bentuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger* beserta faktor geometri k

Bumi tersusun atas lapisan-lapisan tanah yang nilai *resistivitas* suatu lapisan tanah atau batuan tertentu berbeda dengan nilai *resistivitas* lapisan tanah atau batuan lainnya. Nilai *resistivitas* ini dapat diketahui dengan menghubungkan *battery* dengan sebuah *Ammeter* dan elektroda arus untuk mengukur sejumlah arus yang mengalir ke dalam tanah, selanjutnya ditempatkan dua elektroda potensial dengan jarak a untuk mengukur perbedaan potensial antara dua lokasi (Utama, 2005).

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1(atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2 seperti pada Gambar 3. Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na + a$. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus (Sakka, 2001).



Gambar 3. Pengaturan elektroda konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Nilai resistivitas material-material bumi dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai resistivitas material-material bumi

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Air (udara)	\sim
Limestones (Batugamping)	50 – 107
Sandstones (Batupasir)	1 – 100
Aluvial dan Pasir	10 – 800
Sands	1 – 1.103
Clay (Lempung)	1 – 1.102
Napal	3 – 70
Konglomerat	2.103 – 104

METODE PENELITIAN

Peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah *resistivitymeter* dengan serangkaian elektrodanya. Lintasan dan spasi antar elektroda diukur dengan bantuan *roll meter* dengan panjang 70 meter.

Proses penelitian:

Pada penelitian ini pada 4 titik sounding tetapi dalam satu wilayah di daerah Desa Tanggunharjo Kecamatan Tanggunharjo Kabupaten Grobogan *Resistivitas* bawah permukaan dapat diperoleh dari respon potensial jika arus diinjeksikan ke dalam tanah melalui 4 buah elektroda. Besar potensial yang terukur bergantung pada resistivitas batuan bawah permukaan. Arus yang diinjeksikan adalah arus DC atau frekuensi sangat rendah. Gambar 4 menunjukkan pemetaan lokasi penelitian untuk survey tahanan jenis 3D dengan 1 lintasan menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.



Gambar 4. Pemetaan lokasi penelitian untuk survey 3D

Nilai tahanan jenis hasil pengukuran berupa tahanan jenis semu, untuk memperoleh nilai tahanan jenis sebenarnya dilakukan dengan menggunakan *software Surfer* untuk memperoleh luaran berupa peta *resistivity* 3D.

Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- (1) Melakukan pengukuran dengan menggunakan alat *resistivity* di lokasi penelitian dengan bentangan 75 meter spasi 5 meter,
- (2) Kabel penghubung elektroda pertama hingga elektroda keempat dimasukkan pada lubang alat *resistivity multi channel* yang bertuliskan angka 1-8,
- (3) Memasang kabel penghubung dengan sumber arus dan kabel penghubung alat *resistivity multi channel* dengan USB agar terkoneksi dengan laptop,
- (4) Membuka *software GeoRes* pada laptop. Memilih *settings* mengubah metode menjadi *Wenner-Schlumberger*,
- (5) Memilih *resistivity* kemudian memilih direktori untuk menyimpan data yang dihasilkan dari pengukuran lalu mengklik *start*. Dengan software tersebut monitoring di bawah permukaan tanah dapat otomatis terbaca,
- (6) Data hasil pengukuran disimpan pada direktori yang sudah dipilih sebelum memulai pengukuran,
- (7) Mengulangi langkah poin 1 sampai 7 untuk 4 lintasan berikutnya.

Pengolahan data

Menghitung nilai resistivitas (ρ) menggunakan persamaan (1) dan diolah menggunakan *software Surfer* untuk menampilkan penampang resistivitas.

Tahap Analisa Data

Menginput spasi elektroda potensial (MN), self potential (SP), nilai beda potensial (V), dan nilai kuat arus (I) ke *Surfer* untuk mendapatkan nilai resistivitas.

Mengubah data menjadipola 3-dimensi dengan *software Surfer*. Hasil output akan memunculkan keadaan 3-dimensi tiap lapisan sehingga dapat menunjukkan keberadaan air di bawah permukaan tanah.

Tahap Interpretasi Data

Interpretasi data dilakukan dengan mengevaluasi penampang tiga dimensi berdasarkan nilai ρ_a (resistivitas semu) hasil perhitungan dan data geologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan nilai R, ρ , dan k

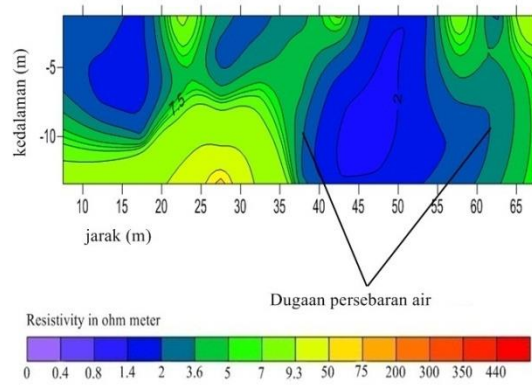
Sebelum perhitungan R, ρ , dan k, menentukan nilai $AB/2$ yaitu setengah jarak antara elektroda C1-C2 dan nilai $MN/2$ yaitu jarak elektroda P1-P2. Menghitung nilai konstanta geometri (k) untuk konfigurasi elektroda *wenner-schlumberger* menggunakan persamaan

$$k = \pi n(n+1)a$$

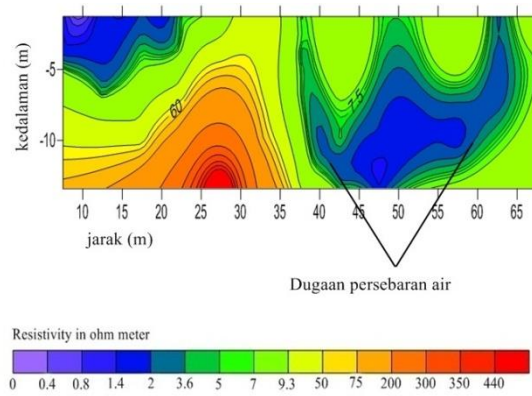
Selanjutnya menghitung nilai R dengan membagi nilai tegangan terukur dengan nilai arus terukur dan menghitung resistivitas (ρ) menggunakan persamaan (1).

Hasil Data Lapangan

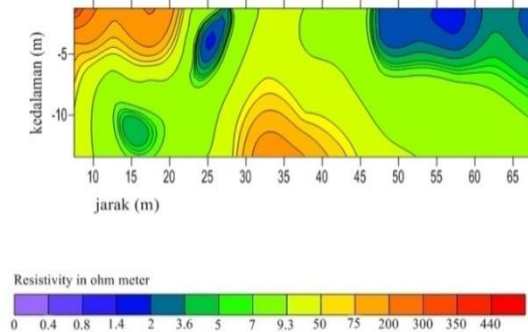
Untuk menginterpretasikan lapisan bawah permukaan sesuai dengan kedalamannya dilakukan dengan membaca dan mengevaluasi penampang berdasarkan nilai resistivitas yang diperoleh dalam pengukuran di lapangan. Dari hasil pengolahan data, nilai resistivitas suatu material ditunjukkan berdasarkan pencitraan warna.



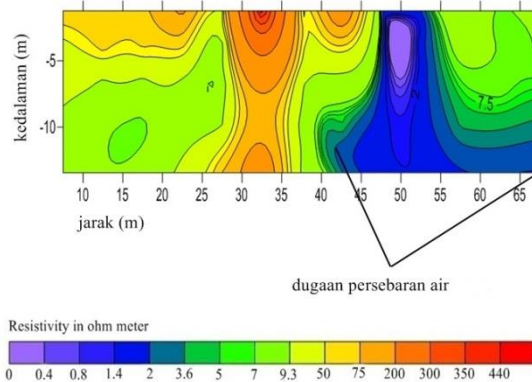
Gambar 5. Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D line pertama.



Gambar 6 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D line kedua



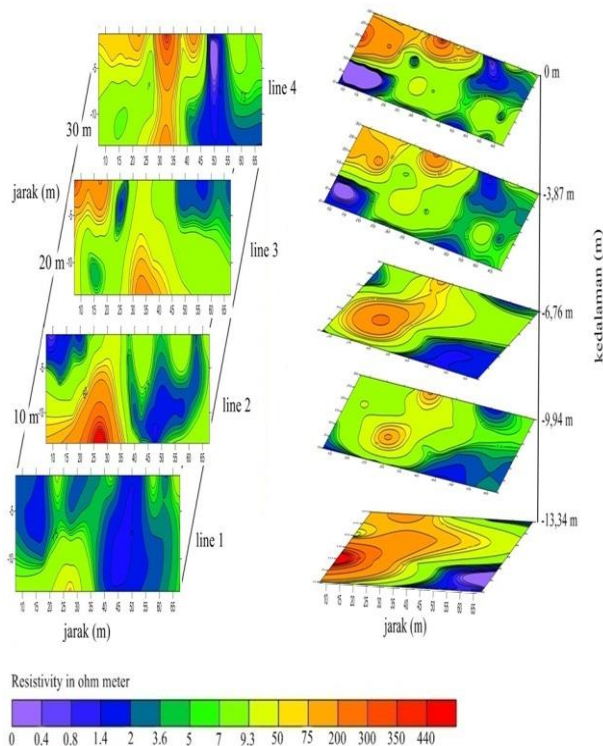
Gambar 7 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D line ketiga



Gambar 8 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D line keempat

Koordinat line pertama S 07°05'25.9", E 110°36'10.3".dan S 07°05'23.5". E 110°36'11.1"
 Koordinat line kedua S 07°05'25.8", E 110°36'10.1".dan S 07°05'23.3". E 110°36'10.8"
 Koordinat line ketiga S 07°05'25.5", E 110°36'09.7".dan S 07°05'23.2". E 110°36'10.5"
 Koordinat line keempat S 07°05'25.3", E 110°36'09.3".dan S 07°05'23.1". E 110°36'10.1"

Untuk melihat pendugaan persebaran air pada lintasan-lintasan dapat digabung menjadi satu dan diolah kembali untuk memperoleh tampilan 3-D. Tampilan dalam bentuk 3-D dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9 Penampang Persebaran Air Tanah dalam 3-D

Dari data tersebut diperoleh material yang terkandung di bawah permukaan daerah penelitian yaitu berupa material lempung, kerikil, pasir dan batu gamping. Nilai resistivitas air bersih berkisar antara 0,4 Ω m hingga 1,4 Ω m. Dari hasil interpretasi lapisan bawah permukaan, material tanah, lempung dan lempung basah dengan nilai resistivitas berkisar antara 0,4 Ω m hingga 50 Ω m. Lapisan ini diinterpretasikan kemungkinan sedikit sekali mengandung air karena lapisan ini merupakan lapisan kedap air. Untuk pencitraan dengan nilai resistivitas berkisar antara 50 Ω m hingga 200 Ω m merupakan material kerikil, lempung halus dan pasir. Lapisan tersebut dapat diinterpretasikan sebagai daerah yang berpotensi memiliki air. Sedangkan 200 Ω m hingga 500 Ω m merupakan material kerikil dan batu gamping. Lapisan tersebut merupakan lapisan kedap air, sehingga sangat sulit untuk terdapatnya air.

Dari tampilan 2-D dan 3D, apabila ingin membuat sumur persebaran dan kedalaman air diperkirakan terdeteksi pada kedalaman 6,76 meter hingga 13 meter dan pada titik koordinat S 07°05'25.9", E 110°36'10.3"

SIMPULAN

Lintasan yang paling berpotensi mengandung air bawah permukaan adalah lintasan yang teletak pada koordinat S 07°05'25.9", E 110°36'10.3" dengan kedalaman 6,76 meter hingga 13 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004. *Pelatihan Geolistrik Metode Vertical Electrical Sounding (VES)*. Lab. Listrik Dasar & Proyek SEMI QUE – V, Jurusan Elektro FT-UNRAM.
- Azhar dan Gunawan Handayani, 2004. *Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara*, Jurusan Geofisika Terapan ITB, Bandung.
- Geotomo Software, 2004, *Geoelectrical Imaging 2D & 3D*, (www.geoelectrical.com)
- Sakka, 2002. *Metoda Geolistrik Tahanan Jenis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam – UNHAS, Makassar.
- Telford, WM., 1990. *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University.
- Utama W., 2005. *Experimental Module Mataram Geophysical Workshop*. Lab. Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS., Surabaya.