PENDUGAAN POTENSI AIR TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI KAMPUS TEGAL BOTO UNIVERSITAS JEMBER

Gusfan Halik
Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Unej Jl. Slamet Riyadi 62 Jember Telp. 0331-410241,
e-mail : gusfan@teknik.unej.ac.id

Jojok Widodo S.
Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Unej Jl. Slamet Riyadi 62 Jember Telp. 0331-410241,
e-mail : jojok@teknik.unej.ac.id

Abstract
Geoelectric represents geophysics method frequently used to study subsurface geology structure, even though it can be applied to explore groundwater. The objective of this study is to investigate groundwater potency using Schlumberger configuration. The investigation result shows that the area study have a good groundwater potential indicated by an aquifer having the character of low resistivity at 15,9 Ωm at sounding point 1 (s1). The aquifer potential lies at depth of about 100 – 125 meter. The inversion model result using IPI2WIN, suggests that the subsurface layers model with error level of 5 percent at each sounding point.

Keywords:
geoelectrical, groundwater exploration, resistivity, Schlumberger.

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan salah satu sumber akan kebutuhan air bagi kehidupan makhluk di muka bumi. Usaha memanfaatkan dan mengembangkan air tanah telah dilakukan sejak jaman kuno. Dimulai menggunakan timba yang ujungnya diikat pada bambu kemudian dilengkapi dengan pemberat (sistem pegas), kemudian berkembang dengan menggunakan teknologi canggih dengan cara mengebor sumur-sumur dalam sampai kedalaman 200 meter.

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.

Beberapa metode penyelidikan permukaan tanah yang dapat dilakukan, diantaranya : metode geologi, metode gravitasi, metode magnit, metode seismik, dan metode geolistrik. Dari metode-metode tersebut, metode geolistrik merupakan metode yang banyak sekali digunakan dan hasilnya cukup baik (Bisri,1991).

Sebelum pengambilan air tanah dengan sumur dalam (bor dalam) ini dilakukan, terlebih dahulu dilakukan penyelidikan awal di atas permukaan tanah untuk mengetahui ada tidaknya lapisan pembawa air (akuifer). Sementara itu, potensi air tanah (akuifer) yang ada dikampus Tegal Boto Universitas Jember tidak diketahui secara pasti, karena belum pernah dilakukan penelitian.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui susunan lapisan bawah permukaan tanah, sehingga dapat diketahui adanya lapisan pembawa air tanah atau akuifer yang ada di Kampus Tegal Boto Universitas Jember dengan menggunakan pendekatan Geolistrik.

Pendugaan geolistrik ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran mengenai lapisan tanah di bawah permukaan dan kemungkinan terdapatnya air tanah dan mineral pada kedalaman tertentu. Pendugaan geolistrik ini didasarkan pada kenyataan bahwa material yang berbeda akan mempunyai tahanan jenis yang berbeda apabila dialiri arus listrik. Air tanah mempunyai tahanan jenis yang lebih rendah daripada batuan mineral. Beberapa penelitian yang terkait dengan pendugaan geolistrik ini diantaranya : penyelidikan untuk mengetahui sebaran mineral batu bara (Azhar, dkk., 2003) dan

penyelidikan eksplorasi air bawah tanah (Ali M.N, dkk., 2003).

Prinsip kerja pendugaan geolistrik adalah mengukur tahanan jenis (*resistivity*) dengan mengalirkan arus listrik kedalam batuan atau tanah melalui elektroda arus (*current electrode*), kemudian arus diterima oleh elektroda potensial. Beda potensial antara dua elektroda tersebut diukur dengan volt meter dan dari harga pengukuran tersebut dapat dihitung tahanan jenis semua batuan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Anonim, 1992 dan Todd, 1980):

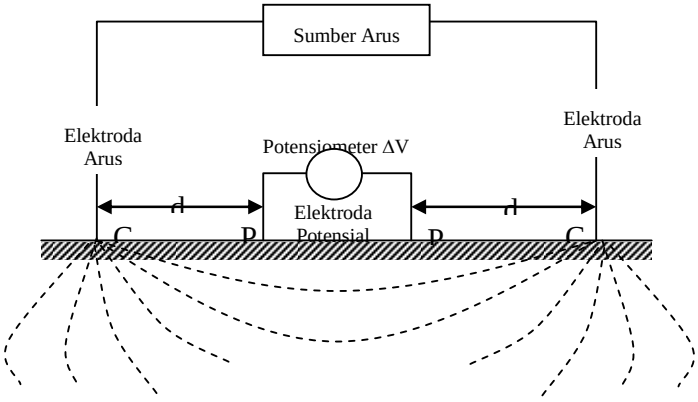
$$\rho = 2 . \pi . a . \frac{V}{I} \quad \text{.....} [1]$$

ρ adalah tahanan jenis, 2π konstanta, V beda potensial, I kuat arus dan a adalah jarak elektroda

Menurut Bisri (1991) Ada beberapa macam aturan pendugaan lapisan bawah permukaan tanah dengan geolistrik ini, antara lain : aturan Wenner, aturan Schlumberger, aturan ½ Wenner, aturan ½ Schlumberger, dipole-dipole dan lain sebagainya. Prosedur pengukuran untuk masing-masing konfigurasi bergantung pada variasi resistivitas terhadap kedalaman yaitu pada arah vertikal (*sounding*) atau arah lateral (*mapping*) (Derana, 1981). Metode resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger dilakukan dengan cara mengkondisikan spasi antar elektrode potensial adalah tetap sedangkan spasi antar elektrode arus berubah secara bertahap (Sheriff, 2002). Pengukuran resistivitas pada arah vertikal atau *Vertical Electrical Sounding* (VES) merupakan salah satu metode geolistrik resistivitas untuk menentukan perubahan resistivitas tanah terhadap kedalaman yang bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas batuan di bawah permukaan bumi secara vertikal (Telford, *et al*., 1990).

Metode ini dilakukan dengan cara memindahkan elektroda dengan jarak tertentu maka akan diperoleh harga-harga tahanan jenis pada kedalaman yang sesuai dengan jarak elektroda. Harga tahanan jenis dari hasil perhitungan kemudian diplot terhadap kedalaman (jarak elektroda) pada kertas 'log–log' yang merupakan kurva lapangan. Selanjutnya kurva lapangan tersebut diterjemahkan menjadi jenis batuan dan kedalamannya. Prinsip konfigurasi geolistrik ditunjukkan pada Gambar 1.

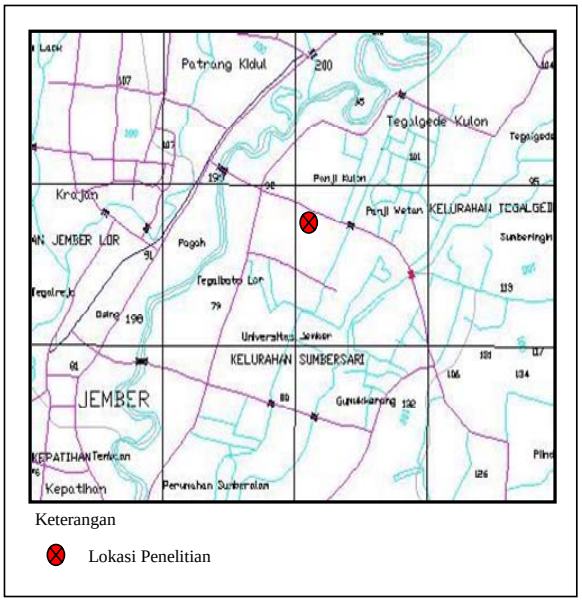
Dengan memindahkan elektroda dengan jarak tertentu maka akan diperoleh harga-harga tahanan jenis pada kedalaman yang sesuai dengan jarak elektroda. Harga tahanan jenis dari hasil perhitungan kemudian diplot terhadap kedalaman (jarak elektroda) pada kertas 'log–log ' yang merupakan kurva lapangan. Selanjutnya kurva lapangan tersebut diterjemahkan menjadi jenis batuan dan kedalamannya



Gambar 1. Konfigurasi Geolistrik

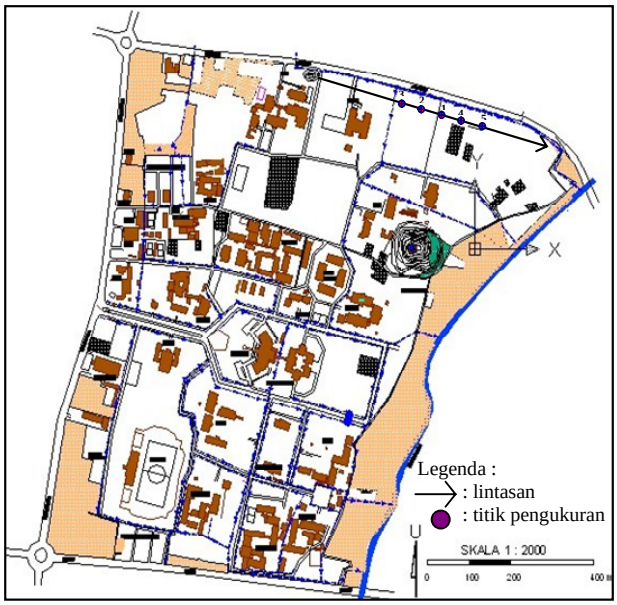
Pengukuran resitivitas suatu titik *sounding* dilakukan dengan jalan mengubah jarak elektrode secara sembarang tetapi mulai dari jarak elektrode kecil kemudian membesar secara gradual. Jarak antar elektrode ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi. Makin besar jarak elektrode maka makin dalam lapisan batuan yang dapat diselidiki. Interpretasi data resistivitas didasarkan pada asumsi bahwa bumi terdiri dari lapisan-lapisan tanah dengan ketebalan tertentu dan mempunyai sifat kelistrikan homogen isotrop, dimana batas antar lapisan dianggap horisontal.

Survei resistivitas akan memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan. Harga resistivitas tertentu akan berasosiasi dengan kondisi geologi tertentu. Untuk mengkonversi harga resistivitas ke dalam bentuk geologi diperlukan pengetahuan tentang tipikal dari harga resistivitas untuk setiap tipe material dan struktur daerah survey. Harga resistivitas batuan, mineral, tanah dan unsur kimia secara umum telah diperoleh melalui berbagai pengukuran dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk proses konversi (Telford, *et al*., 1990).
Nilai resistivitas sebenarnya dapat dilakukan dengan cara pencocokan (*matching)* atau dengan metode inversi. Pada penelitian ini dilakukan dengan metode inversi, menggunakan program IPI2WIN.



Sumber : Bakorsurtanal, 1997

Gambar 2 Lokasi Penelitian



Sumber : Anonim, 2006

Gambar 3 Lintasan dan Posisi Titik Pengukuran Geolistrik

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kampus Tegal Boto – Universitas Jember. Lokasi Penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Sedangkan penentuan lintasan dan titik pengukuran geolistrik dilakukan di rencana lokasi gedung Teknik Kampus Tegal Boto Universitas Jember. Adapun lintasan dan titik pengukuran geolistrik dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.

Pengukuran geolistrik yang diterapkan pada penelitian ini adalah geolistrik sounding (vertikal) konfigurasi Schlumberger. Jumlah titik sounding sebanyak 5 titik dengan panjang lintasan sepanjang 850 meter

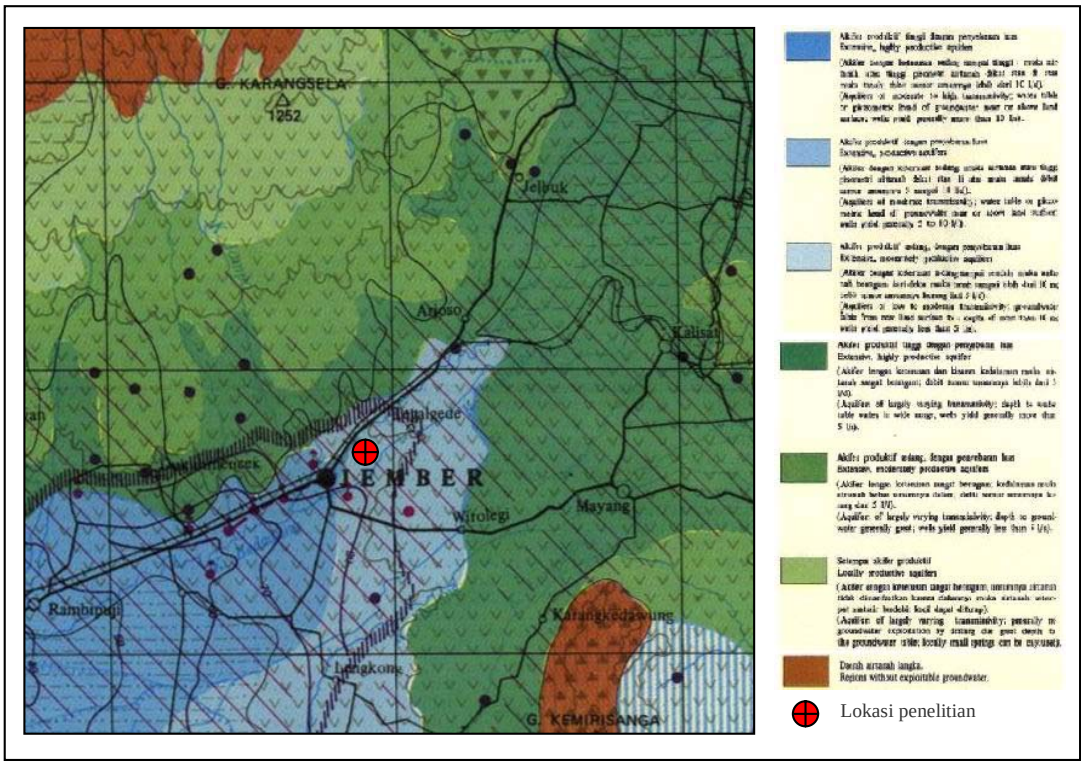
HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geologi, batuan di lokasi penelitian didominasi oleh endapan vulkanik muda, meliputi : tufa, lahar, breksi dan lava andesit sampai basal. Kelulusan tinggi hingga sedang. Kelulusan tinggi terutama pada endapan lahar dan aliran lava vasikuler. Secara hidrogeologi, akuifer di lokasi penelitian merupakan aliran melalui celah dan ruang antar butir. Akuifer produktifnya bersifat produksi sedang dengan penyebaran yang luas. Akuifer dengan keterusandan kisaran kedalaman muka air tanah sangat beragam. Debit sumur umumnya kurang dari 5 liter/detik. Peta hidrogeologi lokasi penelitian lihat Gambar 4.

Pengukuran tahanan jenis di lokasi penelitian merupakan pengukuran tahanan jenis semu. Data tahanan jenis semu tersebut diolah atau diinversi dengan persamaan matematis untuk mendapatkan nilai tahanan jenis yang sebenarnya. Dalam penelitian ini input data tahanan jenis semu dioleh dengan menggunakan perangkat lunak IPI2WIN. Hasil pengolahan data pseudosection berupa distribusi tahanan jenis sebenarnya terhadap penampang melintang di bawah permukaan tanah. Hasil pengolahan data yang diperoleh berupa penampang resistivitas yang menggambarkan nilai distribusi lapisan bawah permukaan tanah pada masing-masing titik *sounding*. Pada penampang resistivitas tersebut, perubahan nilai resistivitas dinyatakan dalam bentuk citra warna yang berbeda-beda dengan kedalaman atau ketebalan lapisan tertentu sesuai dengan nilai resistivitasnya. Hasil distribusi resistivitas atau tahanan jenis sebenarnya pada penampang vertikal ditunjukkan pada Gambar 5.

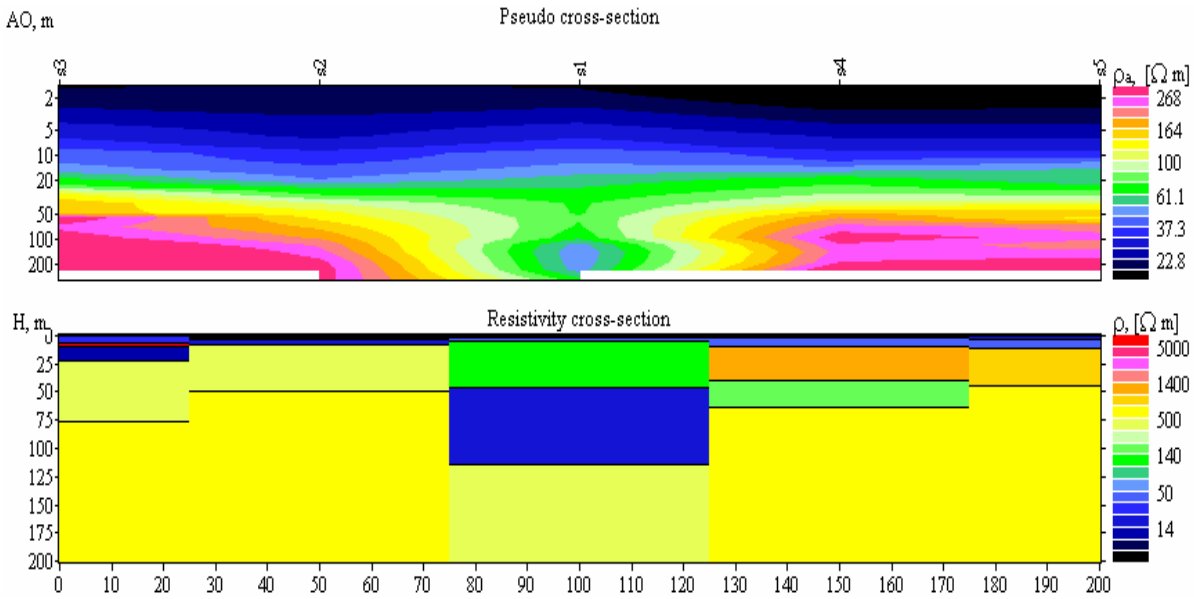
Berdasarkan hasil interpretasi peta geologi dan hidrogeologi, menunjukkan bahwa lapisan pembawa air (akuifer) di lokasi penelitian tergolong akuifer dengan tingkat produktivitas sedang yang menyebar secara luas. Pada akuifer ini potensi air tanah yang dapat dimanfaatkan kurang dari 5 liter/detik. Akuifer ini diperkirakan berasal dari daerah resapan Gunung Argopuro dan Gunung Raung.

Berdasarkan hasil distribusi nilai resistivitas secara vertikal (Gambar 5), didapatkan interpretasi kuantitatif yang menggambarkan kondisi atau lapisan batuan bawah permukaan tanah di lokasi penelitian. Hasil interpretasi selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1 sampai Tabel 5.



Sumber : Soekardi, 1984

Gambar 4 Peta Hidrogeologi Lokasi Penelitian



Gambar 5 Distribusi Nilai Resistivitas (Tahanan Jenis)

Tabel 1 : Interpretasi pada titik S1

No	Kedalaman (m)	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Lapisan Batuan	Konfigurasi Warna
1	0 – 5,48	17 - 33,70	Dugaan asosiasi antara lempung, lanau dan lempung berpasir	Biru 1
2	6,0 – 46	100	Dugaan kerikil dan lempung berpasir kering	Hijau 2,3
3	45 – 115	15,9	Dugaan pasir atau kerikil jenuh air	Biru 2,3
4	115 – 200	422	Dugaan batu pasir, kerikil dan batu gamping.	Kuning 1

Tabel 2 : Interpretasi pada titik S2

No	Kedalaman (m)	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Lapisan Batuan	Konfigurasi Warna
1	0 - 8,0	18 – 33	Dugaan asosiasi antara lempung, lanau dan lempung berpasir	Biru 1,2
2	8,0 – 50	427	Dugaan batu pasir, kerikil dan batu gamping.	Kuning 1
3	50 – 200	653	Dugaan batu pasir berkwarsa, batu gamping	Kuning 2

Tabel 3 : Interpretasi pada titik S3

No	Kedalaman (m)	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Lapisan Batuan	Konfigurasi Warna
1	0 - 5,61	21,6	Dugaan asosiasi antara lempung, lanau dan lempung berpasir	Biru 3,4
2	6,0 – 10	4663	Dugaan lapisan batu boulder dan kerikil kering.	Merah
3	10 – 22	22,1	Dugaan lapisan pasir, lempung pasiran	Biru 1,2
4	22 – 77	367	Dugaan batu pasir dan kerikil kering	Kuning 1
5	77 – 200	687	Dugaan batu pasir berkwarsa, batu gamping	Kuning 2

Tabel 4 : Interpretasi pada titik S4

No	Kedalaman (m)	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Lapisan Batuan	Konfigurasi Warna
1	0 - 10	14,9 – 47,2	Dugaan asosiasi antara lempung, lanau dan lempung berpasir	Biru 4,5
2	10 – 40	1345	Dugaan batu pasir, kerikil kering	Coklat 2
3	40 – 64	173	Dugaan kerikil dan lempung berpasir kering	Hijau 3
4	64 – 200	622	Dugaan batu pasir berkwarsa, batu gamping	Kuning 2

Tabel 5 : Interpretasi pada titik S5

No	Kedalaman (m)	Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Lapisan Batuan	Konfigurasi Warna
1	0 - 11	15,7 – 47,2	Dugaan asosiasi antara lempung, lanau dan lempung berpasir	Biru 3,4,5
2	11 – 45	839	Dugaan batu pasir, kerikil kering	Coklat 1
3	45 – 200	577	Dugaan batu pasir berkwarsa, batu gamping	Kuning 2

Dari hasil interpretasi diatas menunjukkan bahwa sebagian besar batuan didominasi oleh lapisan batuan yang mempunyai nilai resistivitas atau tahanan jenis tinggi (diatas 500 Ωm). Lapisan ini kurang mempunyai sifat sebagai lapisan pembawa air (akuifer). Namun demikian apabila akan dilakukan pengeboran air tanah sebaiknya di lakukan di titik sounding 1 (S1), dengan kedalaman pengeboran antara 100 sampai 125 meter. Pada titik S1 ini diduga sebagai lapisan pembawa air (akuifer) dengan prospek akuifer produksi setempat.

SIMPULAN

Dari hasil penyelidikan geolistrik di lokasi Gedung Teknik, Kampus Tegal Boto Univesitas Jember, maka dapat disimpulkan bahwa: Secara geologi, batuan di lokasi penelitian didominasi oleh endapan vulkanik muda yang terdiri dari tuf, breksi, lahar dan lava andesit sampai basal. Secara hidrogeologi, lokasi penelitian merupakan akuifer yang memiliki aliran melalui celah dan ruang antar butir. Akuifer ini bersifat sedang dengan penyebaran luas. Keterusan dan kedalaman muka air tanah sangat beragam. Debit sumur yang dapat dimanfaatkan kurang dari 5 liter/detik. Hasil pendugaan dengan geolistrik yang dikorelasikan dengan referensi kuantitatif, menunjukkan bahwa sebagian besar batuan di titik sounding 2 sampai 5 merupakan lapisan batuan keras yang mempunyai nilai resistivitas tinggi (diatas 500 Ωm). Lapisan ini kurang mempunyai sifat sebagai lapisan pembawa air (akuifer). Namun demikian apabila akan

dilakukan pengeboran air tanah sebaiknya di lakukan di titik *sounding* 1 (S1) yang berpotensi sebagai lapisan pembawa air (akuifer).

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat direkomendasikan bahwa : Untuk mengetahui distribusi nilai resistvitas secara horisontal, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan cara pengukuran geolistrik metode mapping. Apabila akan dilakukan pengeboran air tanah di lokasi penelitian, maka disarankan untuk dilakukan pengeboran di titik *sounding* 1 (s1), dengan kedalaman pengeboran sampai 100 – 125 m. Setelah dilakukan pengeboran, sebaiknya dilakukan pengukuran *well logging*, untuk mendapatkan posisi lapisan akuifer tipis. Dengan cara ini dapat ditentukan letak saringan yang tepat dari akuifer yang disadap, sehingga akan didapatkan hasil eksploitasi air tanah yang maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Universitas Jember yang telah membantu mendanai penelitian ini.

REFERENSI

Ali, M.N., Za'ari, Supoyo, 2003. "Eksplorasi, eksploitasi Sumber Daya Mineral Air Bawah Tanah : Studi Kasus Di Kawasan Industri Pasuruan Jawa Timur". ***Proceedings*** *of Joint The 32 nd IAGI dan The 28 th HAGI Annual Convention and Exhibition.*

Anonim, 1992. "Standar Metode Eskplorasi Air Tanah dengan Geolistrik Susunan Slumberger", SNI 03 – 2818 – 1992, Departemen Pekerjaan Umum Jakarta.

Anonim, 2006. "Redesain Masterplan Tahap II Universitas Jember", CV Wijasena Konsultek, Jember.

Azhar, Handayani G., 2004. "Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara". ***Jurnal*** *Natur Indonesia 6(2) hal 122-126, ISSN1410-9379.*

Bakorsurtanal, 1997. "Peta Rupa Bumi Skala 1:25.000".

Bisri, Mohammad, 1991. "Aliran Air Tanah. Malang", Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Derana, T. I., 1981, "Perbandingan Interpretasi Geolistrik", Aturan Wenner dan Schlumberger, Skripsi, Jurusan Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

Sheriff, R E., 2002, "Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics, 4th *edition*", SEG Tulsa, Oklahoma.

Soekardi Puspowardoyo, 1984. "Hidrogeologi Indonesia Lembar XI Jember (Jawa) ". Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.

Telford, W. M., Geldart, L. P. and Sheriff, R. E., 1990, "Applied Geophysics, Second Edition", Cambridge University Press, United State of America.

Todd D.K. 1980. "Groundwater Hydrology". John Willey & Sons. Inc. New Work, 2d.ed.