

PENDUGAAN LAPISAN AKIFER DARI PENYELIDIKAN GEOLISTRIK-RESISTIVITAS DI KAMPUS UNSRI INDERALAYA

Hadir Kaban, Ramlan Purba, Azhar K. Affandi
Jurusan Fisika FMIPA Universitas sriwijaya

ABSTRAK

Pengukuran geolistrik-resistivitas dilakukan dengan jalan memberikan energi listrik ke bumi dan kemudian mengamati pengaruhnya. Arus listrik dihantarkan ke bumi melalui dua titik (elektroda arus) dan beda potensial diukur antara dua titik lain (elektroda potensial). Pengukuran ini memberikan besaran tahanan (resistansi) dari pada lapisan bantuan. Dengan memperhatikan/memasukkan faktor geometri susunan elektroda, akan didapatkan tahanan jenis (resistivitas) dari pada lapisan batuan. Tujuan dari penelitian ini menduga keberadaan lapisan akifer berdasarkan nilai resistivitasnya pada setiap titik sounding. Metoda yang dipergunakan dalam interpretasi data sounding resistivitas adalah *metoda matching*, dengan bantuan kurva standar dan kurva bantu. Dari penelitian ini diperoleh hasil seperti berikut : Sistem perlapisan pada daerah penelitian diperkirakan ada 4 lapisan; Lapisan pertama adalah tanah penutup, lapisan kedua berupa pasir tufaan, kemudian lempung dan batu pasir. Lapisan pembawa air (akifer) berupa batu pasir diperkirakan berada pada kedalaman sekitar 65 m.

PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih khususnya untuk air minum di kampus Unsri Inderalaya masih sangat terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu upaya untuk memenuhi kebutuhan di atas dan salah satu alternatif penyediaan air bersih yang mungkin adalah air tanah. Penyelidikan geofisika yang sering digunakan untuk menduga lapisan batuan/tanah yang mengandung air (lapisan akifer) adalah metoda geolistrik - resistivitas.

Pengukuran geolistrik-resistivitas dilakukan dengan jalan memberikan energi listrik ke bumi dan kemudian mengamati pengaruhnya. Arus listrik dihantarkan ke bumi melalui dua titik (elektroda arus) dan beda potensial diukur antara dua titik lain (elektroda potensial). Pengukuran ini memberikan besaran tahanan (resistansi) dari pada lapisan batuan. Dengan memperhatikan/memasukkan faktor geometri susunan elektroda, akan didapatkan tahanan jenis (resistivitas) dari pada lapisan batuan.

Tujuan dari penelitian ini untuk menduga keberadaan lapisan akifer berdasarkan nilai resistivitasnya pada setiap titik sounding dan mempelajari penyebaran akifer secara lateral dan vertikal di areal/lokasi penelitian berdasarkan pendugaan di tiap titik sounding.

METODOLOGI

Metoda eksplorasi geofisika yang paling banyak dan paling umum digunakan dalam pendugaan kondisi bawah permukaan khususnya kondisi keberadaan air tanah adalah metoda geolistrik tahanan jenis (resistivitas), dimana prinsip kerja metoda ini adalah bahwa tiap jenis

tanah/batuan memiliki harga resistivitas yang berbeda. Secara umum dapat dikatakan bahwa tiap batuan atau mineral mempunyai harga resistivitas tertentu.

Di alam, nilai resistivitas selain ditentukan oleh komposisi mineral, besar butir, juga dipengaruhi oleh kandungan air, kandungan kimia air (misalnya Na, K dari garam) dan lain sebagainya. Secara kualitatif hubungan antara batuan dengan nilai resistivitas dapat dikonversikan sebagai berikut :

- Sedimen lepas akan mempunyai harga tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan sedimen kompak dan batuan beku mempunyai harga tahanan jenis yang jauh lebih tinggi dari keduanya.
- Harga resistivitas terukur akan lebih kecil dari harga resistivitas sebenarnya, apabila batuan tersebut mengandung air atau mengandung air yang berkadar garam.

Dasar Metoda Resistivitas

Dalam metoda resistivitas, arus listrik searah atau arus bolak-balik berfrekuensi rendah dialirkan kedalam bumi melalui dua elektroda yang dinamakan elektroda arus, dan distribusi potensial yang dihasilkan diukur dengan dua elektroda lainnya yang dinamakan elektroda potensial. Dengan demikian pengukuran ini memberikan besaran tahanan jenis bumi (Burger,1992).

Asumsi dasar pada metoda resistivitas adalah :

- Bumi berlapis secara mendatar.
- Tiap lapisan bersifat homogen isotropik
- Pemisahan lapisan yang satu dan yang lainnya merupakan bidang batas dua resistivitas yang berbeda.

Dari asumsi di atas maka potensial medan listrik pada suatu tempat yang bukan sumber akan memenuhi persamaan Laplace (Koefoed,1979).

$$\nabla^2 u = 0 \quad (1)$$

Dalam koordinat bola kita pilih simetri terhadap φ dan θ sehingga

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial u}{\partial r} \right) = 0 \quad (2)$$

Jika syarat batas potensial sama dengan nol untuk tempat yang jauh dari sumber dan arus yang mengalir sama dengan integral rapat arus yang menembus suatu bola, kita peroleh

$$u(r) = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad (3)$$

dimana ρ : resistivitas bumi

r : jarak dari sumber

Beda potensial u diukur antara dua elektroda potensial setelah arus diinjeksikan melalui elektroda arus.

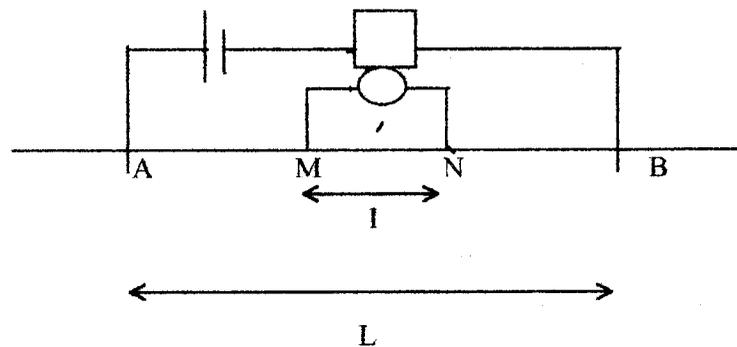
Susunan Elektroda

Pengaturan letak elektroda ada bermacam-macam bergantung dari kuantitas fisik yang diukur. Dalam hal resistivitas sounding, dimana pengaturan bertujuan mencatat gradien potensial atau intensitas medan listrik dengan menggunakan pasangan elektroda pengukur yang berjarak rapat dan biasanya dipakai susunan elektroda Schlumberger.

Susunan Elektroda Schlumberger

Pada susunan elektroda Schumberger, elektroda pengukur (elektroda potensial) diam pada suatu tempat pada garis sentral AB sedangkan elektroda arus digerakkan secara simetri keluar dalam langkah tertentu.

Perubahan posisi tersebut dengan memperhatikan batasan berlakunya perhitungan Schlumberger agar $MN \leq 1/5 AB$ atau $AB \geq 5 MN$.



Gambar 1. Susunan Elektroda Schlumberger (Dobrin,1988)

Parameter Pengukuran

Dari hasil pengukuran besaran-besaran fisik :

- arus I yang dialirkan melalui dua elektroda arus yang terletak di A dan B
- beda potensial ΔV antara dua elektroda pengukur yang terletak di M dan N
- Jarak antara elektroda-elektroda

maka dapat ditentukan suatu parameter pengukuran yang disebut *resistivitas semu* ρ_a melalui hubungan (Telford,1976)

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (4)$$

dimana K adalah faktor geometris yang menyatakan efek jarak pisah elektroda.

Perumusan faktor geometri K untuk susunan elektroda Schlumberger adalah :

$$K = \frac{\pi}{l} \left[\left(\frac{L}{2} \right)^2 - \left(\frac{l}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

(5)

Metoda Lapangan

Resistivitas sounding dengan susunan elektroda Schlumberger bertujuan mempelajari variasi resistivitas listrik bumi terhadap kedalaman dibawah suatu titik dipermukaan bumi dan mengkorelasikannya dengan pengetahuan geologi agar supaya dapat menarik kesimpulan yang lebih detail mengenai substruktur. Dalam penyelidikan ini jarak (spasi) antara elektroda secara gradual ditambah. Dengan spasi yang semakin besar (lebar), efek material yang terletak lebih dalam menjadi semakin besar. Secara kasar dapat dikatakan bahwa kedalaman penetrasi adalah antara $1/4 AB$ dan $1/3 AB$.

Sebagai contoh, mula-mula jarak MN diambil 0.5 m dan pembacaan dilakukan untuk setiap AB sama dengan : 2.5 m, 3 m, 5 m, 7 m, 10 m, 15 m

Jika beda potensial antara elektroda-elektroda pengukur terlalu kecil, jarak MN diperbesar menjadi 3 m dan pembacaan dilanjutkan. Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menyatakan hubungan antara resistivitas semu ρ_a dengan spasi elektroda ($1/2 AB$). Tabel berisi : spasi elektroda ($1/2 AB$), faktor geometri K, arus yang dialirkan I, beda potensial ΔV dan resistivitas semu ρ_a .

Grafik yang menyatakan hubungan antara resistivitas semu ρ_a dengan spasi elektroda, disebut *kurva medan* dan dibuat dalam sistem koordinat bilogaritmik. Pembuatan kurva medan tersebut harus serentak dilakukan pada waktu melakukan pengukuran, agar kita dapat menilai kualitas data yang diperoleh dan menentukan langkah-langkah yang harus dilakukan.

Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan di dalam Kampus Unsri Inderalaya dan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer.

Data Sekunder berupa peta topografi dan peta geologi daerah penelitian

Data primer, berupa pengukuran resistivitas sounding yang terdiri dari 7 titik sounding dengan panjang bentangan antara 100 hingga 200 m.

Pengolahan data

Interpretasi data sounding resistivitas dilakukan dengan menggunakan metoda Matching dengan langkah-langkah sebagai berikut (Sharma,1986) :

1. Data lapangan diplotkan pada kertas bilogaritma dengan $AB/2$ sebagai ordinat dan ρ_a absis.
2. Himpitkan bagian kurva lapangan spasi pendek dengan kurva standar dua lapis, sedemikian rupa sehingga sumbu koordinatnya sejajar. Koordinat titik asal kurva standar yang dibaca pada kurva lapangan merupakan resistivitas lapisan pertama (ρ_1) dan ketebalan lapisan pertama (h_1). Kurva standar yang sesuai tadi menunjukkan harga perbandingan resistivitas/ketebalan antara lapisan kedua dan pertama (ρ_2 / ρ_1) & (h_2 / h_1).
3. Titik asal pertama (I) dengan koordinat (h_1, ρ_1) diletakkan tepat pada titik asal kurva bantu dari jenis yang sesuai dengan tipe kurva lapangan.

4. Pada kertas bilogaritma dibuat/digambarkan kurva bantu dengan harga ρ_2 / ρ_1 sebagaimana perbandingan ρ_2 / ρ_1 yang diperoleh dari kurva standar (langkah pada butir 2). Kurva bantu ini akan merupakan tempat kedudukan titik asal selanjutnya (II) yang akan menentukan harga resistivitas lapisan ketiga dan ketebalan lapisan kedua.
5. Titik asal kedua (II) diperoleh dengan cara menggeser-geser kurva standar 2 lapis yang sesuai untuk kurva lapangan sisanya (pada bagian kanan) sepanjang kurva bantu yang dibuat pada butir 4. Titik asal II dengan koordinat (h_{e1}, ρ_{e1}) menyatakan ketebalan dan resistivitas efektif dua lapis teratas yang tereduksi.
6. Gunakan titik (h_{e1}, ρ_{e1}) sebagai pusat koordinat kurva standar dua lapis yang bersesuaian untuk ρ_3 / ρ_e , sehingga akan didapatkan resistivitas lapisan ketiga (ρ_3).
7. Melalui titik (h_{e1}, ρ_{e1}) , tentukan h_2 / h_1 dari kurva bantu tersebut diatas, sehingga didapat ketebalan h_2 .
8. Untuk kurva lapangan sisanya, hanya tinggal mengulangi langkah-langkah pada butir 5 hingga 7 sebagaimana diuraikan diatas.

Analisis Data

- Dari parameter fisis lapangan (resistivitas) yang diperoleh dari hasil perhitungan, dilakukan pendugaan jenis batuan berdasarkan tabel hubungan nilai resistivitas dan jenis batuan, mengingat tidak adanya data bor.
- Membuat korelasi litologi antar titik sounding dan memprediksi lapisan yang mengandung air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelidikan geolistrik - resistivitas pada daerah penelitian yaitu di kawasan Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya terdiri dari 7 titik sounding dengan panjang bentangan (AB/2) antara 100 m hingga 200 m.

Dari penyelidikan yang dilakukan, diperoleh hasil berupa parameter lapisan yaitu nilai resistivitas (ρ) dan ketebalan lapisan (Tabel 1)

Tabel 1. Nilai Resistivitas Hasil interpretasi

No Sounding	AB/2 (m)	resistivitas $\rho(\Omega \cdot m)$	Ketebalan h (m)
1	150	2500	2,2
		278	46,9
		782	~
2	200	3350	1,8
		476	32,1
		1040	~
3	200	5200	1,3
		578	12,3
		3250	~
4	200	1600	1,8
		533	18,0
		89	45,5
		232	~
5	150	1300	1,7
		325	11,2
		20	64,5
		6	~
6	100	750	1,7
		2250	4,1
		78	15,2
		20	~
7	200	900	1,3
		100	3,2
		7	~

Titik Sounding 01

Titik sounding 01 terletak pada kebun percobaan Fakultas Pertanian (gambar 2). Dari hasil interpretasi diperoleh 3 lapisan dengan penetrasi sekitar 49 m. Lapisan pertama nilai resistivitasnya $2500 \Omega \cdot m$ dengan ketebalan 2,2 m diperkirakan berupa tanah penutup dan lempung. Lapisan ke-2 berupa batu pasir tufaan dengan ketebalan sekitar 47 m. Sedangkan lapisan ke tiga diperkirakan adalah batu pasir.

Titik Sounding 02

Terletak di Bumi Perkemahan Sriwijaya . Arah bentangan Utara-Selatan dengan panjang (AB/2) 200 m, diperoleh 3 lapisan, lapisan pertama berupa tanah penutup dengan resistivitas $3350 \Omega \cdot m$ dan ketebalan 2,2 m. Lapisan kedua dengan resistivitas $475 \Omega \cdot m$ dan ketebalan sekitar 32 m diperkirakan berupa lapisan batupasir tufaan. Sedangkan lapisan ketiga adalah lempung, dengan resistivitas sekitar $10 \Omega \cdot m$.

Titik Sounding 03

Lokasi sounding ini berada di depan Masjid- Universitas Sriwijaya dengan Arah bentangan Barat-Timur dengan panjang (AB/2) 200 m, diperkirakan lapisan pertama adalah tanah penutup dengan resistivitas $5200 \Omega \cdot m$ dan ketebalan 1,3 m. Lapisan kedua berupa

batupasir tutupan dengan ketebalan sekitar 12 m. dan lapisan ketiga adalah lempung terkonsolidasi.

Titik Sounding 04

Titik sounding 04 tepat dibelakang Perpustakaan Pusat Universitas Sriwijaya. Arah bentangan Barat-Timur dengan panjang (AB/2) 200 m. Lapisan pertama adalah tanah penutup, lapisan kedua batupasir tufaan, lapisan ketiga lempung dan lapisan ke empat adalah batupasir

Titik Sounding 05

Terletak di sebelah kanan luar gedung KPA Universitas Sriwijaya, arah bentangan Barat laut-Tenggara dengan panjang (AB/2) 150 m. Lapisan pertama adalah tanah penutup, lapisan ke dua batupasir-tufaan, lapisan ketiga lempung tak terkonsolidasi.

Titik Sounding 06

Berada di dekat pintu gerbang Universitas Sriwijaya, arah bentangan Barat-Timur dan panjang bentangan 100 m. Dari interpretasi diperkirakan bahwa lapisan pertama adalah lapisan tanah penutup dan lempung, lapisan kedua batupasir tufaan, lapisan ketiga lempung, dan lapisan keempat lempung tak terkonsolidasi.

Titik Sounding 07

Terletak dibelakang laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan arah bentangan Utara-Selatan panjang 200 m. Hasil interpretasi diperoleh tiga lapisan dengan lapisan pertama adalah tanah penutup, lapisan kedua pasir dan lapisan ketiga lempung.

KESIMPULAN

- Sistem perlapisan pada daerah penelitian diperkirakan ada 4 lapisan; Lapisan pertama adalah tanah penutup, lapisan kedua berupa pasir tufaan, kemudian lempung dan batu pasir.
- Lapisan pembawa air (akuifer) berupa batu pasir diperkirakan berada pada kedalaman sekitar 65 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Burger,H.R.**, 1992, *Exploration Geophysics of The Shallow Subsurface*, Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- Dobrin,M.B.**, 1988, *Introduction to Geophysical Prospecting*, Mc. Graw-Hill, Tokyo, Japan
- Koefoed,O.**, 1979, *Geosounding Principles*, 1, Elsevier, Amsterdam, Netherland.
- Sharma,P.V.**, 1986, *Geophysical Methods in Geology*, Elsevier, New York, USA.
- Telford,W.M., Geldart,L.P., and Sheriff,R.E.**, 1976. *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge.