

Perbandingan Survei dan Analisis Data Geolistrik Sounding Daerah Pantai dan Pegunungan Studi Kasus Penyelidikan Air Tanah di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah

Imam Suyanto

Lab. Geofisika FMIPA UGM
imamsuyanto@ugm.ac.id

Received 21-02-2013, Revised 20-03-2013, Accepted 27-03-2013, Published 13-10-2013

ABSTRACT

A geoelectrical method research have been done to find out the presence of aquifer at mountain and coastal area in Kabupaten Kendal, Central java, February 2008 using VES (Vertical Electrical Sounding) method, Schlumberger configuration. 22 measurement location spread out at coastal and mountain area with the 500 meter long each measurement point. Each measurement point presented in resistivity curve and the thick of each detected subsurface layer as a result of Progress III data processing software. From the result of this measurement shown that the aquifer at coastal area defined as confined a aquifer with the range of thickness more than 50 meter thick and the range of resistivity value between 5 – 15 Ohm meter and the eksistence of the detected subsurface layer shown mostly at each sounding point. For the mountain area, the the deep of the aquifer around hundred meters at the subsurface with the range of thickness about 10-20 meters with the range of resistivity value 10-80 Ohm meter.

Keywords : geoelectrical, schlumberger configuration, resistivity, aquifer, kendal

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian metode geolistrik untuk mengetahui keberadaan akuifer di daerah pegunungan dan pantai di Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah, Februari 2008 dengan menggunakan metode geolistrik sounding konfigurasi Schlumberger. Titik pengukuran sebanyak 22 titik tersebar di daerah pantai dan pegunungan dengan bentangan 500 meter. Data tiap titik ukur disajikan dalam bentuk kurva nilai resistivitas dan tebal tiap perlapisan sebagai hasil pengolahan menggunakan program *Progress III*. Hasil analisis menunjukkan bahwa akuifer di daerah pantai merupakan akuifer tertekan dengan ketebalan kurang lebih 50 meter dengan rentang nilai resistivitas 5 – 15 Ohm meter dan keberadaan lapisan penutup yang terlampar di sepanjang titik pengukuran, untuk daerah pegunungan kedalaman akuifer mandekati seratusan meter di bawah permukaan tanah dengan ketebalan 10 – 20 meter rentang nilai resistivitas antara 10 – 80 Ohm meter.

Kata Kunci : geolistrik, konfigurasi Schlumberger, resistivitas, Kendal.

PENDAHULUAN

Eksplorasi Geofisika merupakan sebuah seni dalam menyelidiki struktur bawah permukaan bumi dengan menerapkan perhitungan secara fisika dari data yang diperoleh di permukaan bumi. Informasi yang diperoleh dari hasil interpretasi dapat digunakan untuk menceritakan gambaran struktur bawah permukaan dengan penjelasan secara geologi. Baik tidaknya gambaran geologi bawah permukaan hasil penelitian tersebut sangat bergantung

dari kualitas pengambilan data di lapangan. Salah satu metode geofisika yang sering digunakan dalam eksplorasi geofisika metode geolistrik.

Dalam survei geolistrik, nilai tahanan jenis yang diperoleh di lapangan sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi bawah permukaan daerah penelitian berupa batuan penyusun, struktur, maupun mineral yang terkandung di dalamnya. Daerah dataran rendah (pantai) dan dataran tinggi (pegunungan) merupakan beberapa contoh daerah yang memiliki kondisi geologi yang dikontrol oleh bentang alam di sekitarnya dan litologi bawah permukaan, sehingga di setiap daerah tersebut akan memiliki variasi nilai tahanan jenis yang berbeda pula. Dengan membandingkan beberapa parameter data yang diperoleh dari kedua daerah tersebut maka dapat diketahui karakteristik data dari masing masing daerah yang pada akhirnya dapat digunakan sebagai acuan untuk survei resistivitas selanjutnya.

Adapun tujuan penelitian adalah:

Untuk mengetahui karakteristik data geolistrik *sounding* untuk 2 tipe daerah yang memiliki perbedaan morfologi, yaitu daerah pegunungan dan pantai. Hasil ini dapat digunakan sebagai acuan bahwa setiap tipe daerah pengukuran memiliki karakteristik khusus yang harus dicermati sebagai bahan pertimbangan sebelum melakukan pengukuran untuk mendapatkan data yang optimal berdasarkan keberadaan lapisan akuifer dari kedua tipe daerah pengukuran.

Sebagai studi kasus dibahas hasil survei di kab. Kendal, Jawa Tengah. Survei dilakukan di 4 desa, terdiri dari 2 desa (Belimbing di kecamatan Patean dan Rowosari di kecamatan Boja) mewakili area pegunungan dan 2 desa (Wonotenggang di kec. Weleri dan Damarsari di kec. Cepiring) mewakili daerah pantai. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi survei geolistrik *sounding* ^[1]. Titik amat ditandai dengan bintang dan tulisan merah.

Geologi Daerah Penelitian

Morfologi daerah penelitian

Kabupaten Kendal terletak antara 109°40' - 110°18' Bujur Timur dan 6°32' - 7°24' Lintang Selatan. Wilayah kabupaten Kendal terbagi menjadi 2 (dua) daerah dataran, berupa daerah dataran rendah (pantai) dan daerah dataran tinggi (pegunungan). Wilayah bagian utara merupakan daerah dataran rendah dengan ketinggian antara 0 – 10 meter dpl dan wilayah

bagian selatan merupakan daerah dataran tinggi yang terdiri atas tanah pegunungan dengan ketinggian antara 10 – 2.579 meter dpl.

Di bagian selatan terdapat 2 gunung yaitu Gunung Prahu dan Gunung Ungaran. Lereng kedua gunung tersebut membentuk wilayah selatan dari Kabupaten Kendal. Klasifikasi satuan bentuk lahan daerah Kendal :

Satuan Dataran Bergelombang.

Daerah dengan satuan bentuklahan ini terletak pada Kabupaten Kendal bagian utara dengan ketinggian 0 - 10 m meliputi Kecamatan Weleri, Rowosari, Kangkung, Cepiring, Gemuh, Patebon, Kendal, Brangsong dan Kaliwungu. Perbedaan ketinggian tersebut mengakibatkan adanya dua karakter iklim yang berbeda secara lokal. Daerah selatan yang berujud perbukitan mempunyai udara yang lebih sejuk dan curah hujan yang relatif lebih tinggi.

Satuan Dataran Bergelombang – Pegunungan Sangat Terjal.

Ketinggian untuk daerah ini berkisar antara 10 - 2.579 m di atas permukaan laut. Satuan meliputi Kecamatan-kecamatan Plantungan, Pageruyung, Sukorejo, Patean, Singorojo, Boja dan Limbangan serta sebagian Kaliwungu.

Di daerah Kabupaten Kendal proses erosi di daerah aliran sungai sangat berpengaruh, sehingga menimbulkan sedimentasi cukup tinggi pada sungai-sungai yang mengalami proses tersebut. Sungai dengan tingkat sedimentasi tinggi yaitu Kali Bodri, dimana pada daerah ini juga terbentuk gosong sungai yang merupakan produk dari sedimentasi tersebut. Endapan dari Kali Bodri ini membentuk suatu endapan aluvium sungai yang berumur Neogen^[2].

Litologi Dataran Pantai

Titik pengukuran Damarsari dan Wonotenggang yang berada di sekitar Sungai Kali Bodri masuk dalam dataran pantai (aluvium), merupakan endapan permukaan berupa kerikil, kerakal, pasir dan lanau pada lapisan pertama dengan ketebalan 1 – 3 m. Batulempung dan batupasir dengan ketebalan 50 m dimana batupasir dominan berpotensi sebagai lapisan pembawa air pada kedalaman 80 m lebih. Zona aluvium ini terlihat menumpang pada formasi Damar yang berupa perlapisan batuan sedimen yang terdiri dari batupasir tufan dan breksi vulkanik yang terendapkan oleh proses vulkanik sebagai lahar.

Litologi Dataran Tinggi

Daerah pengukuran Belimbing dan Rowosari termasuk dalam Formasi Kaligetas yang terdiri dari breksi vulkanik, batu pasirtufan dan batulempung serta aliran lahar yang posisinya menumpang di atas Formasi Kerek yang terdiri dari perselingan batulempung, konglomerat, napal, batu pasir, breksi vulkanik dan batugamping. Lapisan tipis konglomerat muncul pada lapisan batupasir dan batulempung dan batugamping yang dijumpai pada daerah ini umumnya berlapis dan memiliki ketebalan hingga 400 meter^[4].

Air tanah

Airtanah merupakan semua air yang berada di bawah permukaan tanah yang menempati zona jenuh air (akuifer). Sumber utama pembentukan airtanah adalah air hujan, yang sebagian akan menguap dan sebagian mengalir di permukaan sebagai limpasan dan meresap ke dalam tanah melalui retakan-retakan, celah ataupun rongga antar butir. Air resapan ini

akan sampai pada zona jenuh air dan disebut sebagai air tanah. Dan proses tersebut disebut Siklus Hidrologi ^[5].

Akuifer

Akuifer adalah batuan yang memiliki susunan sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan dan mengalirkan air. Batuan tersebut berfungsi sebagai lapisan pembawa air yang bersifat permeable dan memiliki sifat meneruskan, meluluskan dan menyimpan air. Beberapa tipe akuifer berdasarkan litologinya terbagi menjadi ^[5]:

Akuifer bebas (*unconfined aquifer*)

Merupakan akuifer yang tidak tertutup oleh lapisan kedap air. Muka airtanah akuifer bebas merupakan bidang batas atas zona jenuh air.

Akuifer tertekan (*confined aquifer*)

Merupakan airtanah yang berada dibawah tekanan yang lebih besar daripada tekanan atmosfer oleh suatu lapisan kedap air yang menutup akuifer sehingga pada akuifer ini terdapat perbedaan tinggi tekanan.

Akuifer bocor (*leakage aquifer*)

Adalah akuifer yang lebih sering terbentuk daripada kedua tipe akuifer di atas, biasanya terbentuk di daerah lembah alluvial, dataran atau bekas danau dimana keberadaan lapisan permeable berada di atas atau di bawah lapisan semipermeabel.

DASAR TEORI

Geolistrik adalah metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik dalam bumi dan bagaimana mendeteksinya dipermukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus kedalam bumi ^[3]. Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak macam, termasuk didalamnya potensial diri, polarisasi terinduksi (IP), dan resistivity (tahanan jenis).

Tiap-tiap media mempunyai sifat yang berbeda terhadap aliran listrik yang melaluinya, yang bergantung pada tahanan jenisnya. Pada metode ini, arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektrode arus dan beda potensial yang terjadi diukur melalui dua buah elektrode potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektrode berbeda kemudian dapat diturunkan variasi nilai tahanan jenis masing-masing lapisan bawah permukaan bumi. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan lebih dalam, maka spasi masing-masing elektroda arus dan elektroda potensial ditambah secara bertahap. Semakin besar spasi elektroda, maka efek penembusan arus kebawah semakin dalam. Variasi resistivitas batuan terhadap kedalaman jika dikorelasikan dengan informasi geologi, akan dapat ditarik kesimpulan mengenai geologi bawah permukaan daerah penyelidikan secara lebih detail.

Hubungan antara rapat arus dan intensitas medan listrik dinyatakan dengan Hukum Ohm sebagai berikut :

$$J = \sigma E \quad (1)$$

dengan $J = \frac{I}{A}$ = rapat arus, σ = konduktivitas medium, $E = \frac{V}{L}$ = intensitas medan listrik.

Dari persamaan diatas didapat suatu persamaan umum untuk menentukan resistivitas suatu medium homogen, yaitu :

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = R \frac{A}{L} \quad (2)$$

dengan ρ = resistivitas material (ohm-meter)

R = tahanan yang diukur (ohm)

L = panjang (meter)

A = luas penampang (meter²)

Karena $R = \frac{\Delta V}{I}$, maka diperoleh persamaan : $\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot \frac{A}{L}$ (3)

dengan ΔV = beda potensial (volt)

I = kuat arus yang dilalui oleh bahan (ampere)

Faktor A/L sering disebut sebagai faktor geometri, yang dalam survei geolistrik dinamakan faktor konfigurasi (K).

Resistivitas Semu Batuan

Struktur bawah permukaan kemungkinan merupakan suatu lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda. Banyak faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas ini, antara lain : homogenitas tiap batuan, kandungan mineral logam, kandungan air, porositas, permeabilitas, suhu dan umur geologi batuan. Bila dilakukan pengukuran di permukaan, maka yang diukur bukan merupakan resistivitas sebenarnya, melainkan campuran berbagai nilai resistivitas berbagai macam batuan, baik karena variasi lateral maupun vertikal. Hasil pengukuran langsung inilah yang dinamakan resistivitas semu.

Untuk menghitung resistivitas semu batuan, digunakan persamaan sebagai berikut:

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

dengan ΔV = beda potensial

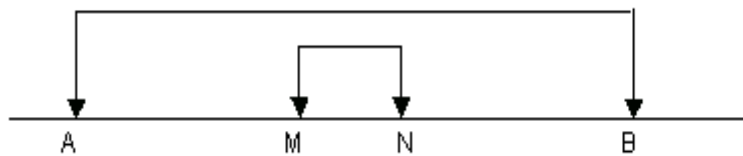
I = besar arus yang dialirkan

K = faktor geometri untuk konfigurasi yang digunakan

Faktor geometri merupakan besaran yang berubah terhadap jarak spasi elektoda dan bergantung pada susunan elektroda. Hasil pengukuran resistivitas semu tersebut merupakan nilai untuk titik yang terletak di tengah-tengah elektroda potensial.

Konfigurasi Untuk *Sounding*

Konfigurasi adalah konfigurasi Schlumberger (gambar 2) dengan eksentrisitas $e \leq \frac{1}{5}$



Gambar 2. Susunan elektroda untuk konfigurasi Schlumberger. A dan B adalah elektroda arus, sedangkan M dan N adalah elektroda potensial. Perbandingan MN dengan AB disebut eksentrisitas.

METODE

Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk pengambilan data di lapangan adalah sebagai berikut :

- Resistivitymeter OYO Model 2115A McOhm Mark-2
- 2 buah baterai kering @ 12 V
- 4 buah elektroda logam
- 4 gulung kabel @ 250 meter dan gulung meteran @ 250 meter
- 3 buah Handy Talky dan 1 buah Multimeter

Konfigurasi yang digunakan

Konfigurasi yang digunakan dalam survei ini adalah konfigurasi Schlumberger. Ada 2 jenis yaitu eksentrisitas $1/3$ dan $1/5$, dan dipilih eksentrisitas $1/5$. Pertimbangannya adalah untuk menghindari efek lateral yang mungkin muncul pada saat pengambilan data resistivitas sounding. Panjang bentangan adalah 250 meter.

Pengambilan data

Prosedur pengambilan data mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

Survei lapangan, dimaksudkan untuk melihat daerah survei sebagai bahan masukan untuk menentukan titik-titik pengamatan dan arah bentangan. Pertimbangan yang dipakai adalah kondisi geologi, kondisi medan dan kenampakan lainnya.

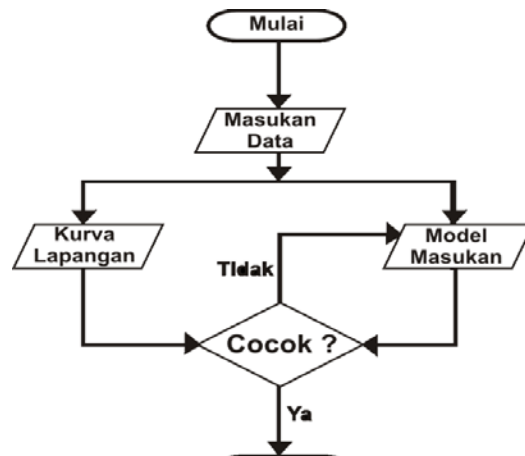
Pengambilan data. Dilakukan setelah titik-titik amat ditentukan.

Pengecekan data di lapangan. Dimaksudkan untuk mengetahui sesegera mungkin bila ada kesalahan dalam pengambilan data. Data dicek dengan langsung diplotkan pada kertas bilog.

Pengolahan data

Dalam pengolahan data sounding diandaikan bahwa :

Bumi merupakan perlapisan-perlapisan yang horisontal. Masing-masing perlapisan mempunyai sifat kelistrikan yang homogen isotrop dengan ketebalan tertentu. Lapisan terdalam mempunyai kedalaman tak berhingga.



Gambar 3. Diagram alir pengolahan data.

Data hasil pengukuran di lapangan adalah arus listrik I , beda potensial ΔV dan nilai K dari konfigurasi elektroda Schlumberger, didapat nilai resistivitas semu batuan di lapangan. Selanjutnya data diolah menggunakan software Progress 3.0 menggunakan metode *forward modeling* sehingga diperoleh hasil informasi tentang jumlah perlapisan, nilai resistivitas dan ketebalan tiap perlapisan. Input program berupa data setengah jarak antara kedua elektroda arus dengan nilai resistivitas semu batuan. Diagram alir pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 3.

Interpretasi

Pengeplotan dan pengolahan data dengan teknik '*curve matching*' diperoleh hasil berupa jumlah perlapisan dan parameter resistivitas dan kedalaman tiap lapisan. Hasil tersebut digunakan sebagai model awal untuk diolah dengan software 'Progress ver.3', yang hasilnya diinterpretasi terhadap kemungkinan adanya air bawah permukaan. Nilai resistivitas lapisan yang menjadi akuifer yang umumnya relatif rendah.

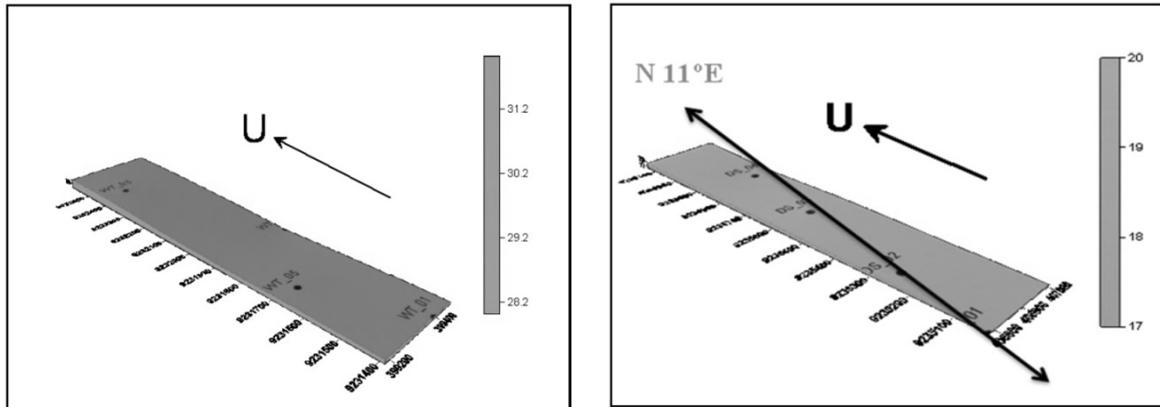
Dari hasil yang telah diperoleh, selanjutnya ditentukan kedalaman lapisan yang diduga mengandung air tanah pada masing-masing titik amat. Dengan menggunakan peta sketsa lapangan, dicoba untuk membuat pendugaan kedalaman lapisan yang mengandung air tawar untuk seluruh area survei.

HASIL DAN PEMBAHASAN

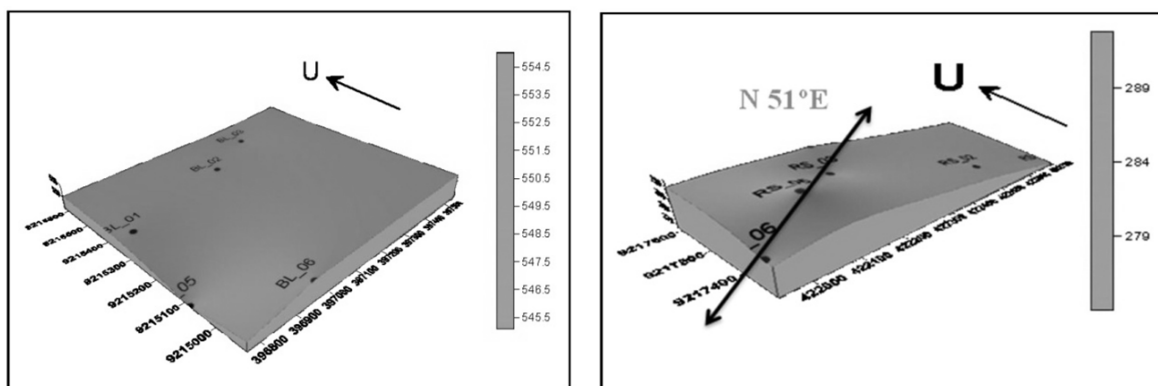
Hasil pengolahan dari data lapangan diperoleh sekitar 4-6 lapisan pada setiap titik ukur *sounding*. Pada beberapa hasil pengolahan untuk daerah pantai, didapatkan perlapisan tipis pada kedalaman pertama pengukuran yang kemungkinan besar dikontrol oleh keberadaan endapan aluvial.

Distribusi Titik Amat

Pengambilan data daerah pantai dilakukan di 2 Kecamatan di wilayah Kabupaten Kendal yang meliputi Kecamatan Weleri (desa Wonotenggang) dan Kecamatan Cepiring (desa Damarsari). Distribusi titik amat di kedua desa dapat dilihat pada Gambar 4. Sedangkan untuk daerah pegunungan kec. Patean (desa Belimbing) dan kec. Boja (desa Rowosari) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. (color online) Distribusi titik amat di desa Wonotenggang, kec. Weleri (kiri) dan desa Damarsari, kec. Cepiring (kanan). Titik-titik warna merah adalah titik amat yang sebarannya diharapkan dapat membentuk lintasan.



Gambar 5. (color online) Distribusi titik amat di desa Belimbing, kec. Patean (kiri) dan desa Rowosari, kec. Boja (kanan). Titik-titik warna merah adalah titik amat yang sebarannya diharapkan dapat membentuk lintasan.

Karakteristik Data Geolistrik Sounding Daerah Pantai dan Pegunungan.

Untuk dapat melakukan survei dan mendapatkan data yang berkualitas dengan waktu yang efektif dan efisien, maka pengenalan karakter lokasi survei sangat diperlukan. Dalam hal ini, akan dibandingkan data geolistrik *sounding* antara daerah pantai dengan daerah pegunungan. Contoh data dapat dilihat pada Tabel 1, dengan data dari desa Damarsari mewakili daerah pantai, dan desa Belimbing mewakili daerah pegunungan.

Dari tabel tersebut terlihat jelas bahwa variasi nilai resistivitas pada daerah pantai relatif kecil (antara 2 s/d 14 Ω m) dibandingkan pada daerah pegunungan (58 s/d 151 Ω m). Data-data yang lain juga menunjukkan pola yang sama. Hal ini membawa konsekuensi bahwa untuk mendapatkan data yang baik pada daerah pantai diperlukan penetrasi arus yang lebih besar dibandingkan di daerah pegunungan. Akibatnya perlu disiapkan sumber arus (*accu*) yang lebih besar pada daerah pantai daripada di daerah pegunungan.

Tabel 1. Contoh data geolistrik sounding untuk daerah pantai dan daerah pegunungan.

No	Daerah pantai (Damarsari)						Daerah gunung (Belimbing)		
	a (m)	b (m)	k	ΔV (mV)	I (mA)	Rho (Ωm)	ΔV (mV)	I (mA)	Rho (Ωm)
1	1	0.2	7.5398	180.800	100.3	13.591	155.300	19.97	58.635
2	1.5	0.3	11.31	79.490	100.3	8.963	143.700	19.97	81.383
3	2	0.3	20.473	33.930	100.4	6.919	89.100	19.97	91.343
4	3	0.3	46.653	13.480	100.3	6.270	49.890	19.97	116.550
5	4	0.3	83.305	7.172	100.3	5.957	32.500	19.96	135.641
6	5	0.3	130.43	4.661	100.3	6.061	21.160	19.96	138.270
7	6	0.3	188.02	3.121	100.2	5.857	15.480	19.96	145.822
8	6	1.2	45.239	11.700	100.3	5.277	61.300	19.97	138.866
9	7	1.2	62.256	8.426	100.3	5.230	46.460	19.97	144.838
10	8	1.2	81.891	6.190	100.3	5.054	36.700	19.96	150.571
11	10	1.2	129.01	3.791	99.4	4.920	22.800	19.96	147.372
12	12	1.2	186.61	2.479	100.3	4.612	14.870	19.96	139.023
13	15	1.2	292.64	1.428	100.3	4.166	8.446	19.96	123.829
14	15	3	113.1	6.581	200.1	3.720	23.100	19.97	130.824
15	20	3	204.73	3.531	200.2	3.611	10.930	19.96	112.108
16	30	3	466.53	1.138	200.1	2.653	3.870	19.97	90.408
17	40	3	833.05	0.532	200.1	2.215	2.097	19.97	87.476
18	50	3	1304.3	0.326	200.1	2.125	1.281	19.96	83.707
19	60	3	1880.2	0.240	200.0	2.256	0.857	19.96	80.730
20	60	12	452.39	0.927	200.1	2.096	3.663	19.96	83.021
21	70	12	622.56	0.720	200.0	2.241	2.797	19.96	87.239
22	80	12	818.91	0.568	200.0	2.326	2.265	19.96	92.927
23	100	12	1290.1	0.374	199.5	2.419	1.699	19.96	109.818
24	120	12	1866.1	0.274	199.6	2.562	1.453	19.95	135.912
25	150	12	2926.4	0.174	199.6	2.551	1.224	19.95	179.544
26	150	30	1131	0.497	199.7	2.815	6.162	49.94	139.549
27	200	30	2047.3	0.327	199.7	3.352	3.173	50.01	129.894
28	250	30	3225.4	0.265	200.1	4.271	1.811	50	116.823

Hal lain yang membedakan data daerah pantai dengan daerah pegunungan adalah saat terjadi perpindahan elektroda potensial pada saat elektroda arus tetap (data nomor 7 dan 8, 13 dan 14, 19 dan 20, 25 dan 26). Berdasarkan asumsi bahwa tiap perlapisan adalah mendatar dan homogen isotrop, seharusnya perpindahan elektroda potensial tidak akan mengubah nilai resistivitas semu. Pada kenyataannya dapat dilihat bahwa pada daerah pantai terjadi perbedaan nilai, tetapi masih sangat berdekatan, tetapi pada daerah pegunungan perbedaan nilai yang terjadi terkadang sangat cukup besar. Hal ini merupakan konsekuensi dari adanya variasi lateral yang tidak mungkin dihilangkan sesuai dengan asumsi. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi lateral di daerah pegunungan kemungkinan terjadi lebih besar dibandingkan di daerah pantai. Untuk itu pemilihan bentangan yang sesuai dengan strike perlapisan batuan di daerah pegunungan harus lebih tepat atau dilakukan lebih hati-hati dibandingkan di daerah pantai.

Dari analisis tersebut, maka beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data geolistrik *sounding* adalah:

Untuk daerah pantai perlu disiapkan cadangan sumber arus untuk mengantisipasi penggunaan arus yang besar.

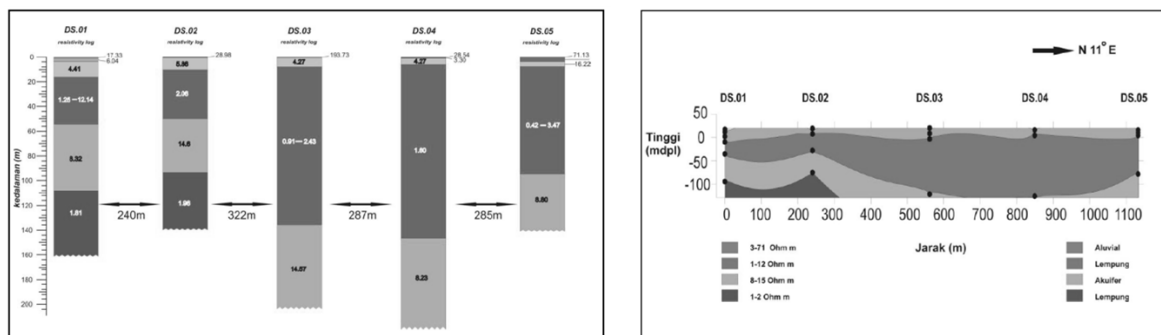
Untuk daerah pantai perlu lebih hati-hati dalam menentukan tegangan yang terbaca, karena variasi nilai resistivitas yang terbaca secara keseluruhan adalah kecil. Atau dengan kata lain perlu resistivitymeter yang resolusinya lebih tinggi untuk daerah pantai dibandingkan daerah pegunungan.

Untuk daerah pegunungan, diperlukan informasi strike batuan yang lebih detail dibandingkan daerah pantai. Hal ini dimaksudkan untuk dapat menentukan arah bentangan yang memenuhi syarat.

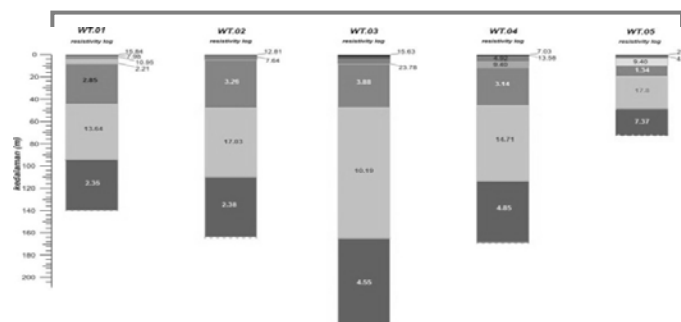
Karakteristik Akuifer Air Tanah Daerah Pantai dan Pegunungan

Daerah Pantai

Dari hasil pengukuran di daerah dataran rendah (pantai) dibuat log resistivitas daerah Damarsari karena sebaran titik pengukuran pada lokasi tersebut dapat ditarik garis lurus. Pola sebaran perlapisan secara keseluruhan untuk semua titik pengukuran di lokasi tersebut dapat dilihat pada gambar 6. Dari profil perlapisan didapatkan kedalaman maksimum 125 meter dibawah permukaan laut dengan panjang profil kurang lebih 1100 m dengan 4 perlapisan. Posisi profil masih berada dalam lingkungan endapan permukaan yang termasuk dalam zona dataran pantai (dataran rendah) dan secara stratigrafi lokasi daerah penelitian di desa Damarsari tersebut berada di atas formasi Damar.



Gambar 6. (color online) Resistivity log hasil pengolahan data sounding (kiri) dan interpretasi pola perlapisan (kanan) pada desa Damarsari, kecamatan Cepiring.

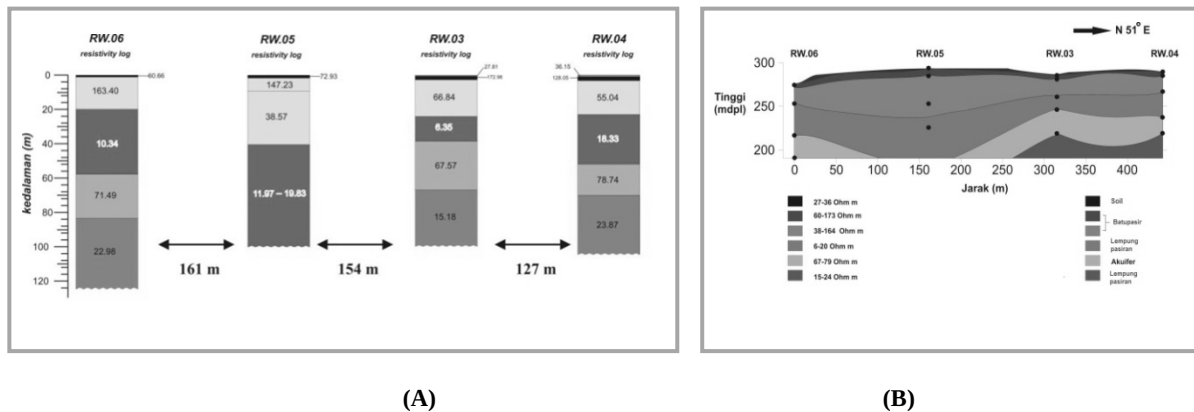


Gambar 7. (color online) Resistivity log hasil pengolahan data sounding (kiri) desa Wonotenggung, kecamatan Weleri.

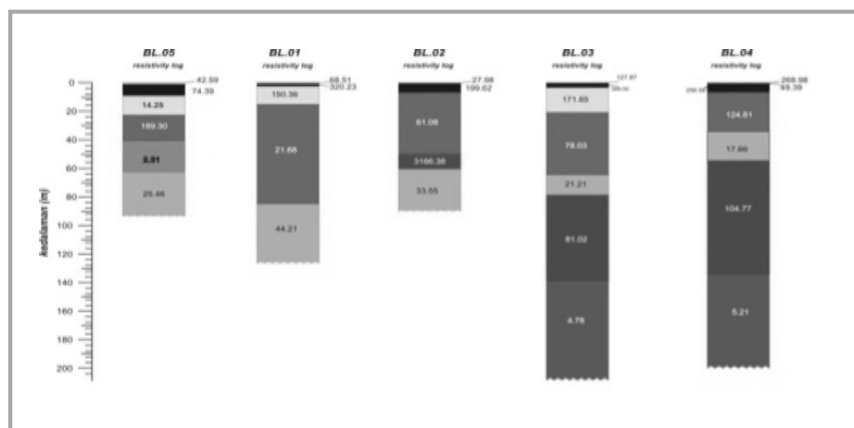
Dari data pada pengukuran di desa Wonotenggang, lapisan paling atas adalah aluvial dengan ketebalan berkisar antar 5 hingga 15 meter. Akuifer yang dijumpai juga termasuk akuifer tertekan dengan keberadaan akuifer dibatasi oleh lapisan penutup (lempung) dengan ketebalan kira-kira 10 hingga 40 meter. Kisaran nilai resistivitas untuk akuifer adalah 10 – 18 Ohm meter. Lapisan akuifer dijumpai pada kedalaman antara 20 – 45 meter. Log resistivitas untuk desa Wonotenggang dapat dilihat pada gambar 7.

Daerah Pegunungan

Pada desa Rowosari, kecamatan Boja, hasil pengukuran kemudian dibuat log resistivitasnya (Gambar 8). Perubahan nilai resistivitas yang didapatkan untuk setiap perlapisan sangat bervariasi dan kontras dengan rentang nilai resistivitas 6-173 Ohm m. Kontras nilai resistivitas yang relatif besar muncul juga pada permukaan tanah sebagai perlapisan tanah kering hasil pelapukan batuan gunung api berwarna merah kecoklatan. Berada pada formasi Kaligetas yang memiliki komposisi breksi vulkanik, aliran lava, tuf, batupasir tufan dan batulempung, akuifer dijumpai dalam keadaan tertekan oleh lapisan penutup yang berupa lempung pasir dengan rentang nilai resistivitas penutup atas sebesar 6 – 20 Ohm meter dan nilai resistivitas lapisan penutup bawah 15 – 24 Ohm meter. Namun pada titik RW.05 belum terdeteksi keberadaan akuifer karena kedalaman penetrasi pengukuran hanya sampai pada batas 100 meter, dan tidak menutup kemungkinan untuk kedalaman lebih dari 100 meter akan dijumpai akuifer tertekan yang sama pada titik tersebut.



Gambar 8. (color online) Resistivity log hasil pengolahan data sounding (A) dan interpretasi pola perlapisan (B) pada desa Rowosari, kecamatan Boja.



Gambar 9. (color online) Resistivity log hasil pengolahan data sounding (kiri) desa Belimbing, kecamatan Patean.

Hasil pengukuran di desa Belimbing, kecamatan Patean diperlihatkan dalam bentuk log resistivitas sebagaimana Gambar 9. Titik pengukuran berada dalam formasi Damar yang didominasi oleh batupasir tufan, metamorf, breksi vulkanik dan tufan. Dari log resistivitas tersebut tampak jelas bahwa nilai resistivitas yang dihasilkan pada tiap perlapisan sangat variatif dan memiliki rentang nilai resistivitas yang besar. Pada titik BL.05 dijumpai adanya sisipan perlapisan dengan nilai resistivitas yang rendah (2,31 Ohm m) yang tidak muncul pada titik yang lain, begitu pula pada titik ukur BL.02 dijumpai perlapisan dengan nilai resistivitas yang tinggi (3166 Ohm meter) di antara lapisan atas yang diperkirakan sebagai lempung dan lapisan akuifer yang berada di bawahnya. Pada titik BL.04 dan BL.05 di atas lapisan lempung dijumpai lapisan dengan resistivitas 80 – 100 Ohm meter yang diduga merupakan batuan hasil aktifitas vulkanik yang muncul pada titik pengukuran tersebut. Keberadaan lapisan akuifer dijumpai pada kedalaman 40 – 60 meter dengan rentang nilai resistivitas 17 – 45 Ohm m.

PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan data resistivitas untuk dua tipe daerah pengukuran yang berbeda (pantai dan pegunungan), dalam hal ini kasus penyelidikan air tanah di pulau Jawa bagian Utara (Kendal), tampak bahwa pola sebaran nilai resistivitas untuk daerah pegunungan lebih lebar dan kontras untuk setiap perlapisan jika dibandingkan dengan daerah pantai. Pada umumnya daerah aluvial pulau Jawa bagian Utara memiliki geomorfologi yang lebih didominasi oleh tenaga eksogen berupa iklim, curah hujan, jenis batuan, topografi yang dimana tenaga tersebut akan mempercepat terjadinya proses pelapukan dan erosi yang pada akhirnya terendapkan oleh aliran-aliran sungai di sekitarnya. Faktor tersebut mempengaruhi pola sebaran nilai resistivitas yang dihasilkan relatif kecil dan mudah untuk diperkirakan keberadaan lapisan akuifer di bawah permukaan. Keberadaan akuifer yang berupa lapisan pasir dan kerikil pada daerah pantai pada umumnya berupa akuifer tertekan yang tertutup oleh lapisan lempung yang sifat permeabilitasnya lebih kecil.

Sedangkan keberadaan akuifer di daerah pegunungan, meskipun secara garis besar masih termasuk dalam jenis akuifer tertekan, namun kehadiran perlapisannya kadang tidak menerus. Hal ini dikarenakan faktor litologi yang didominasi oleh aktivitas vulkanik, yang akibatnya memberikan loncatan nilai resistivitas yang berbeda beda untuk setiap titik pengukuran yang dilakukan.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan terhadap berbagai aspek dalam survei geolistrik sounding di daerah pantai dan pegunungan, maka dapat disimpulkan:

Variasi nilai resistivitas semu hasil pengukuran di daerah pantai mempunyai rentang yang lebih kecil dibandingkan dengan di daerah pegunungan. Nilai resistivitas lapisan akuifer di daerah pantai berkisar pada angka 5 sd 20 Ohm m, sedangkan di daerah pegunungan berkisar pada angka 30 s/d 80 ohm m. Pola sebaran akuifer di daerah pantai lebih mudah untuk ditentukan dan merupakan lapisan yang menerus, sedangkan di daerah pegunungan lebih sulit karena variasi nilai resistivitasnya yang lebih banyak dan tidak menerus. Akuifer di daerah pantai umumnya merupakan akuifer tertekan, sedangkan di daerah pegunungan bergantung kepada sebaran litologi yang membentuk daerah tersebut.

SARAN

Untuk menghasilkan data dan hasil interpretasi yang baik, maka pada saat melakukan survei geolistrik sounding di daerah pantai dan pegunungan perlu disarankan:

Persiapan alat yang lebih baik resolusinya dan sumber arus yang lebih besar untuk melakukan survei di daerah pantai dibandingkan di daerah pegunungan. Terdapat informasi strike batuan yang lebih detail untuk menentukan bentangan pada survei di daerah pegunungan dibandingkan di daerah pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Google Earth, 2013.
- 2 Bemmelen, R.W. 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A, Government Printing Office, The Hague, Netherlands.
- 3 Telford, W. M., Geldard, L. P., Sherrif, R.E., and Keys, D. A. 1976. *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- 4 Thanden, R.E., Sumadirdja, H, dan Richard, P.W. 1996. Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Direktorat Geologi Departemen Pertambangan RI, Bandung.
- 5 Todd, D.K. and Mays, L.W. 2005. *Groundwater Hydrology*, John Wiley and Sons, Inc., Danver, USA.