

Kajian Penyebaran Akuifer Menggunakan Geolistrik Dengan Metode Schlumberger Kompleks RRI Cisalak, Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat (The Study of Aquifer Deployment using Geoelectric with Schlumberger Method Complex RRI Cisalak, Sukmajaya, Depok city, West Java)

Izza H. Hanani¹, Wahyu Krisna Hidajat¹, Narulita Santi¹
¹Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstract

The research was conducted in Cisalak area, Sukmajaya district, Depok city, West Java. The research was committed in order to search for water source as a purpose to support the planning in built private university in West Java. The research aims to know the spreading of the aquifer. The used method is by observing the regional geology of the area and supported by geoelectric measuring and water table data.. This research used Schlumberger method which spreaded in 10 measuring points. From this method, the assessed litologi were clay, tuff sandy, and conglomerat. The underground correlation was committed in four sections. The aquifer generally tend to spread from the central from west to east of the area and from north to south.

Keywords: Cisalak, Geoelectric, Schlumberger, Aquifer

1. Pendahuluan

Kota Depok menjadi wilayah dalam Jabodetabek yang merupakan salah satu kota di bagian barat Jawa yang padat akan penduduk. Tingginya pertumbuhan penduduk ini dipengaruhi oleh arus migrasi yang masuk ke Kota Depok, sehingga semakin lama semakin banyak pembangunan rumah maupun gedung-gedung baru di daerah tersebut. Daerah penelitian sendiri berada di kompleks RRI Cisalak, Sukmajaya, Kota Depok yang memiliki luasan daerah lebih dari 100 ha. Dilakukan penelitian pada daerah ini disebabkan adanya rencana pembangunan sebuah Universitas Swasta. Keberadaan gedung-gedung yang akan dibangun ini nantinya membutuhkan suplai air yang cukup bagi pembangunan maupun bagi keberlangsungan kegiatan dalam kampus tersebut, dimana suplai air dari PDAM tidak akan cukup untuk memenuhinya.

Keberadaan sumber airtanah perlu diketahui sebagai titik dilakukannya pengeboran air. Tentunya hal tersebut dapat dilakukan apabila dilakukan sebuah survei pendahuluan. Kajian geologi, salah satunya hidrogeologi dilakukan dalam upaya pencarian airtanah.

Maksud dari penelitian ini yakni melakukan pengukuran metode *Schlumberger* pada beberapa titik di kompleks RRI Cisalak dan melakukan korelasi pada beberapa log geolistrik.

* Korespondensi Penulis: (Izza) Jurusan Teknik Geologi, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah.
Email : z.hanani24@gmail.com
HP : 082243541544

Hal ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik batuan bawah permukaan dari daerah penelitian maupun mengetahui penyebaran akuifer airtanahnya. Pengukuran tersebut diharapkan dapat memberikan informasi atau acuan bagi pengembangan selanjutnya maupun membantu dalam perencanaan pembangunan kampus kaitannya dengan lokasi pembuatan sumur.

Lokasi Penelitian

Daerah penelitian ini terletak di Kompleks RRI Cisalak, Kecamatan Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat. Kota Depok secara geografis terletak pada koordinat 06019'–06028' Lintang Selatan dan 106043' BT -106055 BT, sedangkan berdasarkan peta proyeksi WGS 1984 zona 48s serta pada peta Rupa Bumi Indonesia lembar 1209-421 Cibinong. Daerah penelitian sendiri dapat ditempuh dengan menggunakan mobil dari Semarang melalui jalur Pantura dan jalan tol menuju Jakarta kemudian mengambil arah menuju jalan raya bogor. Waktu yang ditempuh kurang lebih 8 jam.

Tinjauan Pustaka

Hidrogeologi

Hidrogeologi sendiri dapat dikatakan sebagai geologi air. Toth ((1990) dalam Kodoatie (1996)) menguraikan hal ini menjadi “hydro” dan “geology”. Secara definitif dapat dikatakan hidrogeologi ini bermakna interaksi antara kerja kerangka batuan dan airtanah. Dalam prosesnya, studi ini menyangkut aspek-aspek fisika dan kimia yang terjadi di dekat atau di bawah permukaan tanah.

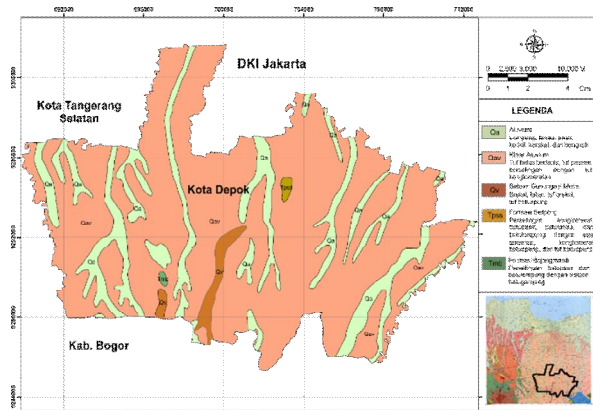
Berbicara dalam hidrogeologi, akan berhubungan dengan siklus hidrologi. Siklus ini diketahui menjadi sebuah proses di bumi yang tidak akan berhenti dan selalu berkelanjutan. Melalui proses ini juga diketahui mengapa terdapat air permukaan maupun airtanah. Siklus ini terjadi melalui proses yakni kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.

Geologi Regional

Keadaan geologi secara regional wilayah kota Depok dapat dilihat pada Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung tahun 1992 dengan skala 1:100.000. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1. Keadaan stratigrafi wilayah Depok dan sekitarnya dari tua ke muda dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Formasi Bojongmanik (Tmb). Perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batugamping.
2. Formasi Serpong (Tpss). Formasi ini terdapat perselingan konglomerat, batupasir, batulanau, dan batulempung.
3. Satuan Batuan Gunung api Muda (Qv). Pada formasi ini tersusun oleh breksi, lahar, tuf breksi, dan tuf batuapung.
4. Satuan Batuan Kipas Alluvium (Qav). Pada satuan ini tersusun atas tuf halus berlapis, tuf pasiran, berseling dengan tuf konglomeratan
5. Satuan Endapan Alluvial (Qa). Pada satuan ini tersusun endapan lempung, pasir, kerikil, maupun kerakal.

Berdasarkan Wasposito (2011), bahwa secara umum wilayah kota Depok dan Jakarta Timur terdapat pada geomorfologi satuan daerah pedataran kipas alluvial, yang mana pada satuan ini tersusun oleh lempung tufaan (lanau), pasir dan kerikil. Wilayah Kota Depok sendiri berada pada satuan pedataran alluvium sungai. Wilayah ini dapat dikatakan menjadi bagian dari kipas alluvial Bogor bagian ujung dan tengah, dengan produk yang dihasilkan berasal dari gunung api. Pola sungai yang ditemui termasuk dalam meander dan berpola dendritik dengan lembah sungai berbentuk U. Satuan ini dapat dikatakan bahwa terbentang dari barat hingga ke timur, dengan relatif datar namun kemiringan pada lembah lebih terjal. Litologi yang menyusun berupa endapan sedimen yang termasuk diantaranya yakni tufa breksi, lempung lanauan dan batu pasir tufaan.



Gambar 1. Peta geologi kota Depok dalam lembar Jakarta dan kepulauan Seribu (Turkandi dkk, 1992 dimodifikasi)

Kondisi geologi kota Depok, berdasarkan Laporan Penelitian Sumberdaya Air Permukaan di Kota Depok (Anonymous, 2002 dalam Mutowal, 2008) menunjukkan bahwasannya wilayah tersebut termasuk dalam sistem cekungan Botabek (Bogor-Tangerang-Bekasi). Cekungan ini merupakan endapan kuarter yang berasal dari produk gunung api muda yang terombakkan maupun endapan sungai. Formasi Serpong, Genteng dan Bojongmanik dapat dijumpai singkapan batuan tersier yang membatasi cekungan Bogor-Tangerang-Bekasi pada bagian barat-barat daya.

2. Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini metode yang digunakan berupa pengamatan geologi secara regional melalui peta geologi lembar Jakarta skala 1:100.000, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran geolistrik sebanyak 10 titik melalui konfigurasi Schlumberger.

Pengambilan Data

Tahap ini dilakukan pengumpulan data secara primer maupun data sekunder. Data primer berupa pengukuran geolistrik pada lapangan yang telah ditentukan sebelumnya, yakni mengambil data arus dan tegangan dari titik bentangan geolistrik dan data muka air tanah. Adapun data sekunder berupa data peta geologi lembar Jakarta, dan data kondisi hidrogeologi.

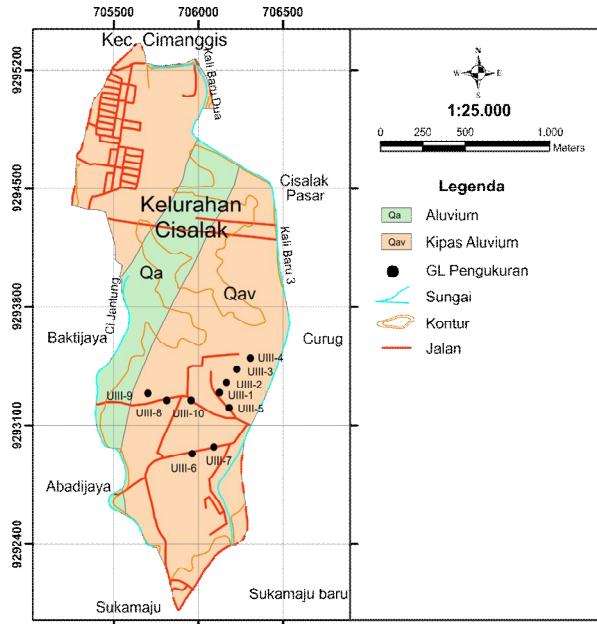
Pada tahapan ini dibagi menjadi beberapa langkah, yakni sebagai berikut.

- a. Data yang didapatkan pada pengukuran berupa arus dan nilai potensial. Melalui perhitungan Ms. Excel akan didapatkan nilai hambatan jenis (R). Nilai ini kemudian dihitung dengan nilai K sebagai faktor geometri kemudian akan didapatkan nilai resistivity masing-masing titik.

- b. Melakukan analisis dengan *matching curve*, dengan diawali pengeplotan nilai *resistivity* pada kurva log pada sumbu y dan nilai AB/2 pada sumbu x. Kurva bantu (K, A, Q, dan H) juga digunakan sesuai dengan lengkungan pada hasil *matching*. *Matching curve* yang telah selesai akan menunjukkan ketebalan lapisan, nilai *resistivity* koreksi setiap lapisan, dan kedalaman dari keseluruhan lapisan pada pengukuran.
- c. Nilai yang didapatkan dari *matching curve* divalidasi dengan menggunakan *software Progress*, sehingga akan didapatkan koreksi ketebalan lapisan dan nilai *resistivity* batuan.
- d. Lapisan-lapisan yang didapatkan dari *software Progress*, kemudian dilanjutkan dengan memasukkan nilai *resistivity* ke *software Rockworks*. Melalui *software* tersebut akan didapatkan gambaran kaitannya dengan korelasi titik pengukuran.
- e. Olahan dari data geolistrik dan dari *software Rockworks* dibuat log dengan menggunakan *software Corel Draw X7* pada masing-masing titik pengukuran. Kemudian log ini dilakukan korelasi untuk mengetahui penyebaran lapisan akuifer airtanah.
- f. *ArcGIS 10.0* dan *Global Mapper* berperan dalam pembuatan peta.

3. Hasil dan Pembahasan

Telford dkk (1990) dalam Halik dan Widodo (2008) mengatakan bahwa pengukuran-pengukuran resistivitas akan menunjukkan nilai yang sesuai dengan kondisi geologi tertentu. Nilai atau harga tersebut akan berbeda-beda tergantung pada material yang ada di bumi, dan dalam melakukan konversi nilai resistivitas cukup penting untuk memiliki pengetahuan akan masing-masing nilai material tersebut. Beberapa harga seperti pada batuan maupun mineral dan tanah telah diketahui akibat telah dilakukan pengukuran-pengukuran sebelumnya, sehingga dapat dijadikan acuan untuk proses konversi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 yang merupakan nilai resistivitas berdasarkan Telford (1990) dan Tabel 2 menunjukkan nilai resistivitas menurut Suyono (1978).



Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian berdasarkan geologi regional

Kondisi geologi di daerah penelitian berdasarkan geologi regional termasuk dalam kipas aluvium. Kota Depok sendiri termasuk pada ujung kipas di sebelah utara dimana material-material rombakan yang mengendap merupakan hasil dari produk gunung api yang berada di sekitar selatan-baratdayanya. Material yang dihasilkan berupa tuf pasir hingga tuf konglomeratan. Daerah penelitian sendiri termasuk dalam daerah dataran rendah. Kondisi jenis batuan maupun geologi ini akan berpengaruh nantinya pada keadaan airtanahnya.

Tabel 1. Nilai resistivitas material-material di bumi (Telford (1990) dalam Kanata dan Zubaidah (2008))

Material	Resistivity (Ohm-meter)
Pyrit	0,01 – 100
Quartz	500 – 800.000
Calcite	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{15}$
Rock Salt	30 – 1×10^{15}
Granite	200 – 100.000
Andesite	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basalt	200 – 100.000
Limestones	500 – 10.000
Sandstones	200 – 8.000
Shales	20 – 2.000
Sand	1 – 1.000
Clay	1 – 100
Groundwater	0,5 – 300
Sea Water	0,2
Magnetite	0,01 – 1.000
Dry Gravel	600 – 10.000
Alluvium	10 – 800
Gravel	100 – 600

Pengukuran geolistrik di daerah penelitian tersebar dalam 10 titik pengukuran geolistrik.

Pengukuran ini memiliki panjang bentangan total hingga 400 meter dari kedua sisi dari alat pengukur di semua titik dengan menggunakan alat Naniura.

Tabel 2. Harga tahanan jenis spesifik batuan menurut Suyono (1978) dalam Bisri (2012)

Material	Tahanan Jenis (ohm meter)
Air pemasukan	80-200
Air tanah	30-100
Silt-lempung	10-200
Pasir	100-600
Pasir dan kerikil	100-1000
Batu lumpur	20-200
Batu pasir	50-500
Konglomerat	100-500
Tufa	20-200
Kelompok andesit	100-2000
Kelompok granit	1000-10000
Kelompok chert, slate	200-2000

Pengukuran tersebut akan menghasilkan log geolistrik pada tiap-tiap titik. Melalui kesesuaian nilai resistivitas akan dapat diduga jenis litologi yang juga merujuk pada kondisi regional daerah penelitian. Adapun nilai tahanan jenis dengan pendugaan jenis litologi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah.

Tabel 3. Nilai resistivitas dan jenis litologi di daerah penelitian

No.	Tahanan Jenis (Ω m)	Pendugaan Litologi
1.	1-25	Lempung
2.	26-135	Pasir tufan
3.	136-1000	Konglomerat

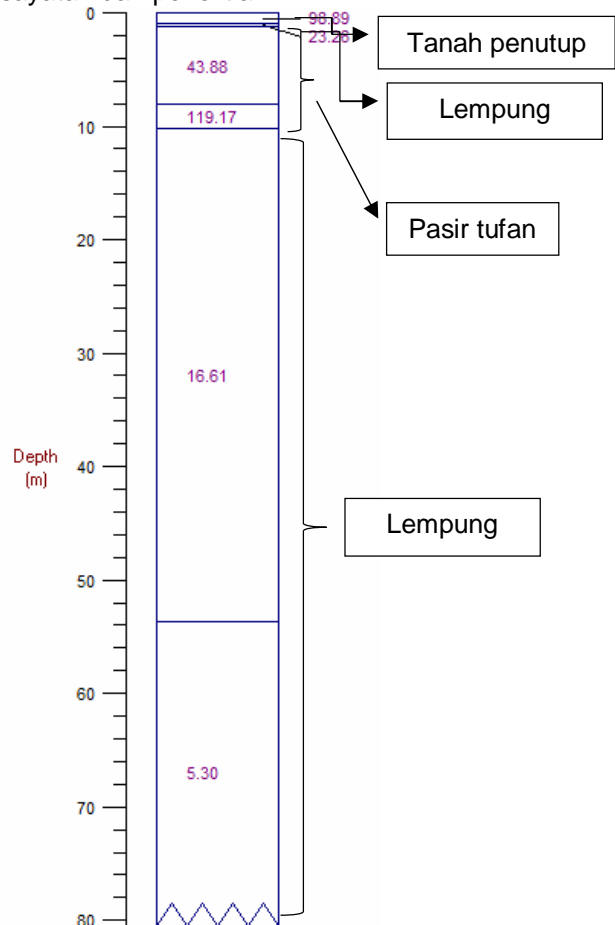
Data hasil pengukuran geolistrik kemudian dilakukan kalkulasi rumus pada Ms. Excel, yang selanjutnya menjadi input untuk dilakukan *matching curve*. Data hasil *matching curve* menampilkan kurva *trend* yang menunjukkan titik pusat, maupun koresi. Hal ini dapat divalidasi dengan menggunakan *software* Progress, seperti contoh titik UIII 1 pada Gambar 2.

Secara umum didapatkan hasil bahwasannya litologi yang didapatkan dari pengukuran berupa lempung, pasir tufan dan konglomerat. Seperti contoh log geolistrik titik UIII 1 menunjukkan bahwa lapisan pasir tufan tidak begitu tebal jika

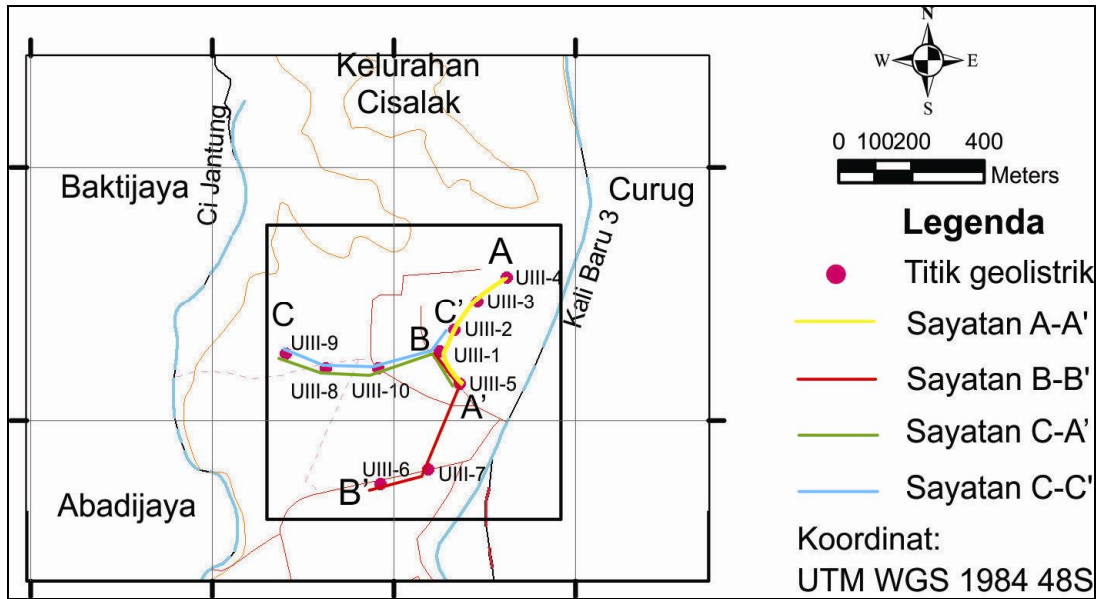
dibandingkan dengan lapisan lempung di bawahnya.

Korelasi Litostratigrafi

Log tahanan jenis yang dihasilkan Progress selanjutnya dilakukan korelasi lapisan untuk mengetahui penyebaran akuifer pada lokasi penelitian. Dilakukan sebanyak empat sayatan litostratigrafi yang menghubungkan beberapa titik pengukuran. Gambar 3 menunjukkan arah sayatan dari penelitian.



Gambar 3. Log pendugaan litologi hasil geolistrik titik UIII 1

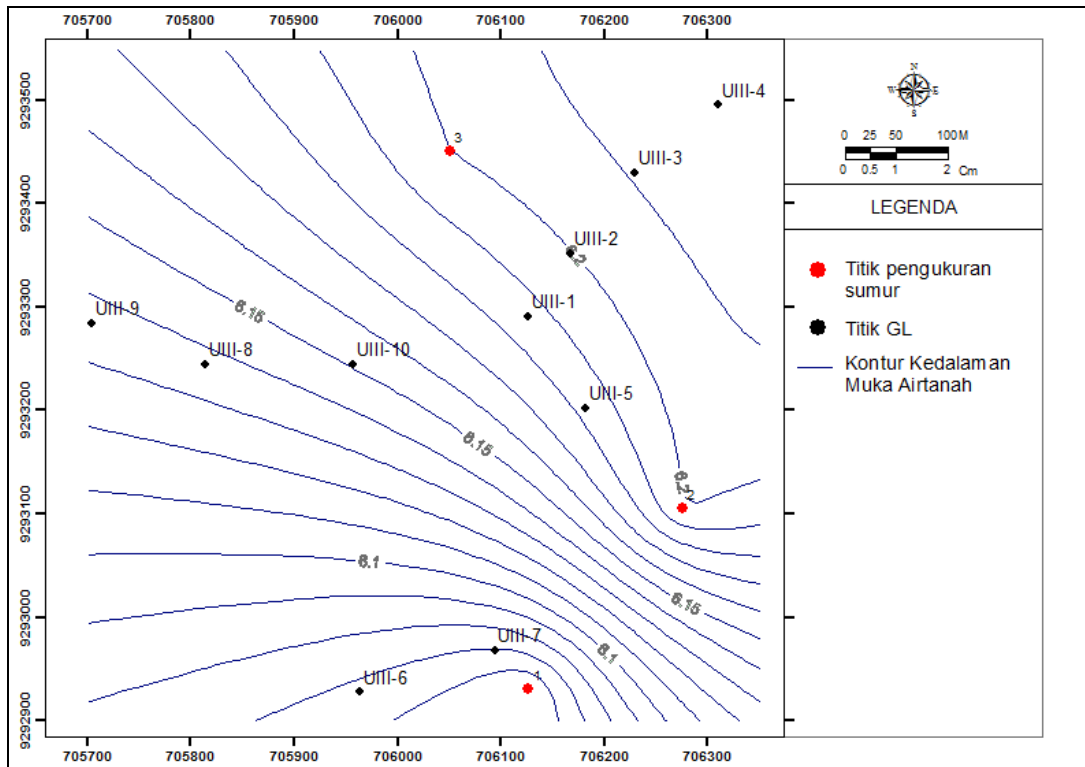


Gambar 4. Penyebaran sayatan geolistrik

Litologi pasir tufan tebal ditemukan dari UIII 5 di tengah daerah penelitian hingga ke selatan menuju UIII 6 maupun daerah di tengah dari barat menuju timur. Sedangkan lempung cukup tebal di titik UIII 2-UIII 1 dan titik UIII 4-UIII 3 lebih tipis. Konglomerat ditemukan pada titik UIII 3 dan UIII 7 saja, dan sangat tipis ditemukan pada titik UIII 9 hingga UIII 10 dibawah soil.

Hasil dari pengukuran kaitannya dengan hidrogeologi diperoleh data muka airtanah dari 3 sumur gali yang menyebar yang ditemukan pada daerah penelitian. Hasil pengukuran tersebut kemudian diperoleh variasi muka airtanah dari 6,05 meter hingga 6,2 meter bawah muka tanah. Ketiga data yang didapatkan kemudian dilakukan interpolasi untuk mengetahui kedalaman muka airtanah dilihat pada konturnya.

Kedalaman Muka Airtanah



Gambar 5. Peta kontur kedalaman muka airtanah

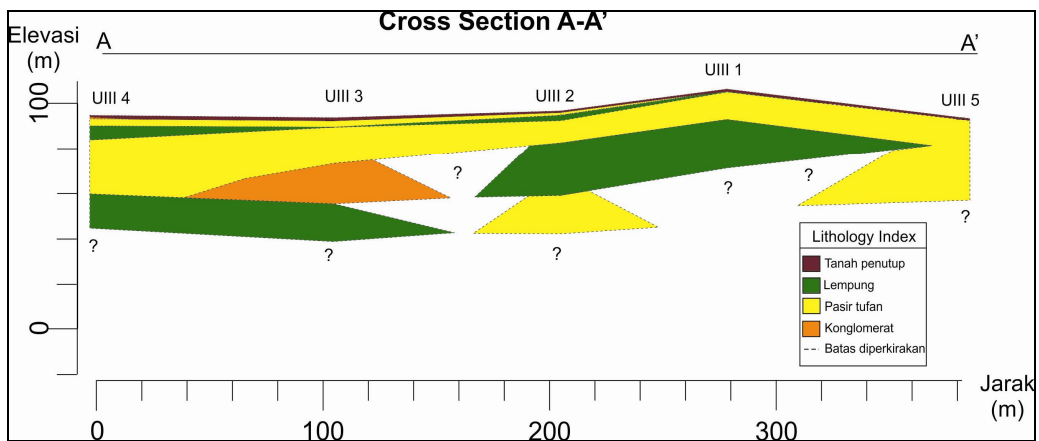
Hidrostratigrafi

Beberapa batuan memiliki sifat yang berbeda apabila berkaitan dengan air. Melihat dari sayatan litostratigrafi, dapat ditunjukkan bahwasanya pada sayatan tersebut terbagi menjadi tiga kriteria, yakni zona vados, akuifer, akuitar dan akuiklud.

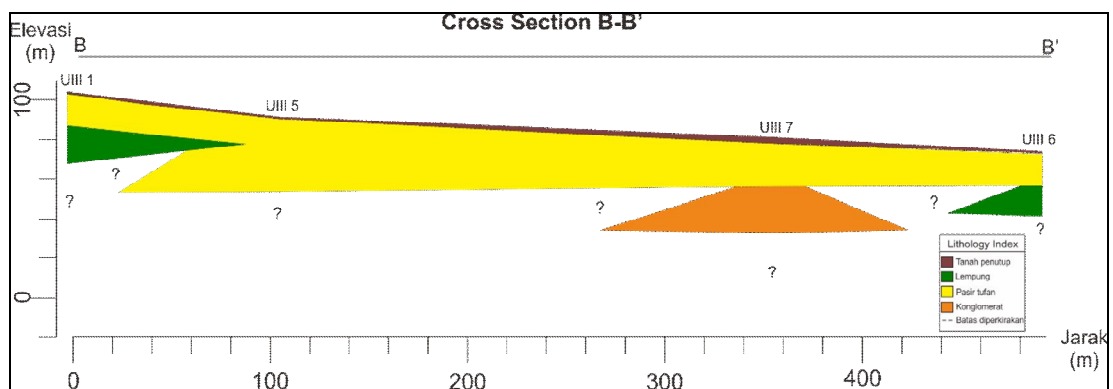
Penampang hidrostratigrafi seperti contoh pada Gambar , menunjukkan bahwa akuifer bebas tebal ditemukan mulai dari titik UIII 1 ke selatan-baratdaya menuju titik UIII 6 dimana bagian atas merupakan muka airtanah dan tidak ditemukan lapisan lempung sebagai akuiklud. Akuifer semi tertekan tebal ditemukan pada tengah daerah penelitian dari barat menuju timur, dimana bagian atas merupakan konglomerat, namun bagian bawah tidak diketahui lapisan yang membatasinya. Akuifer tertekan hanya ditemukan pada penampang dari UIII 4 di kedalaman 11 meter menerus ke selatan menipis pada UIII 1, dan pada UIII 2.

Penyebaran Lapisan Akuifer

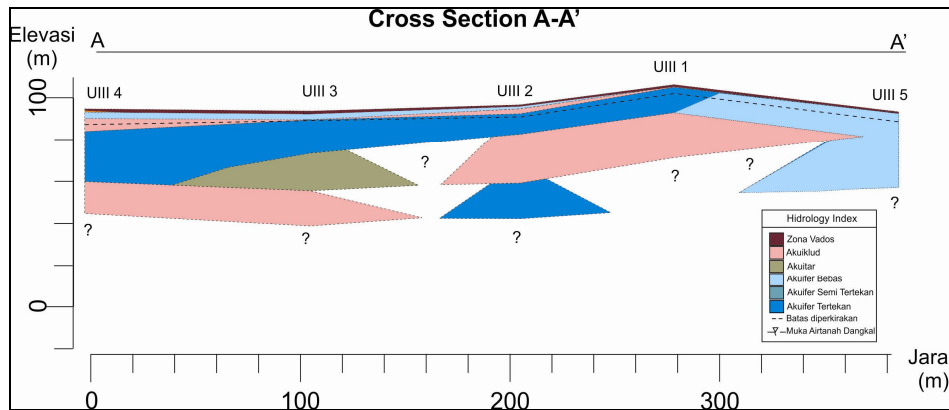
Hasil korelasi menunjukkan bahwa zona akuifer yang ditemukan berupa akuifer bebas, akuifer tertekan, maupun semi tertekan. Akuifer bebas sangat besar persebarannya yakni pada titik UIII 1-UIII 5 hingga ke selatan di titik UIII 6. Mengarah ke barat hingga timur ditemukan akuifer semi tertekan. Akuifer jenis ini cukup tebal dimulai dari titik UIII 9-UIII 10 dan relatif pada titik UIII 2. Akuifer tertekan juga ditemui yakni pada titik UIII 4 dan relatif menerus pada titik UIII 2. Titik UIII 2 kedalaman 40 meter juga ditemukan namun tidak ditemui persebarannya. Sehingga secara keseluruhan baik akuifer bebas, semi tertekan maupun tertekan dijumpai di tengah daerah penelitian dari barat hingga ke timur, dan relatif dari utara menuju selatan. Hal ini dapat dilihat dari persebaran litologi yang digambarkan secara tiga dimensi pada Gambar 9 di bawah.



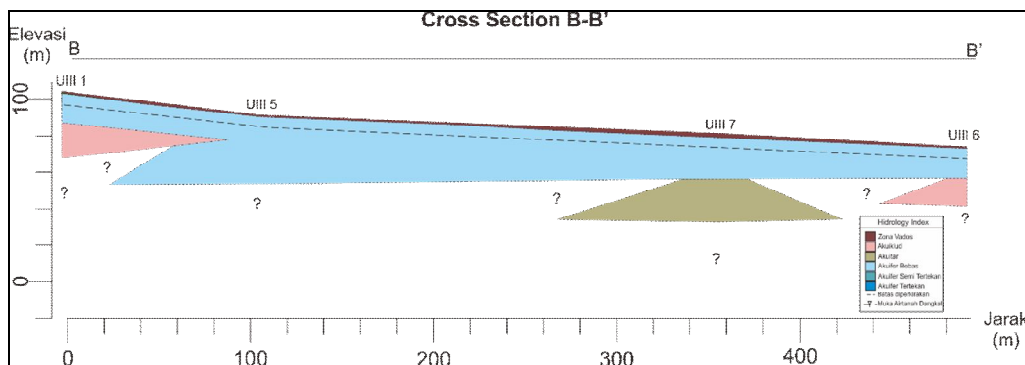
Gambar 6. Penampang stratigrafi A-A'



Gambar 7. Penampang stratigrafi B-B'



Gambar 8. Penampang hidrostratigrafi A-A'



Gambar 9. Penampang hidrostratigrafi B-B'

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik batuan bawah permukaan di daerah penelitian berupa lempung, pasir tufan, dan konglomerat
2. Akuifer yang diduga ditemukan pada daerah penelitian berupa akuifer bebas, semi tertekan dan tertekan. Akuifer bebas cukup tebal pada titik UIII 1-UIII 5-UIII 7 hingga UIII 6. Akuifer semi tertekan cukup tebal pada titik UIII 9-UIII 8-UIII 10. Akuifer tertekan pada titik UIII 4 yang menerus pada UIII 3 pada kedalaman 11 meter dan 44 meter. Akuifer tersebar cenderung pada bagian tengah dari barat menuju timur daerah penelitian dan dari utara menuju ke bagian selatan.

Daftar Pustaka

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2009) *Peta Wilayah Administrasi Pulau Jawa Skala 1:925000*.

Bisri, M. (2012) *Airtanah: Studi tentang Pendugaan Air Tanah, Sumur Air Tanah dan Upaya dalam Konservasi Air Tanah*, UB Press, Malang.

Broto, S. dan Afifah, R. S. (2008) Pengolahan Data Geolistrik dengan Metode Schlumberger, *Jurnal TEKNIK Vol. 29 No. 2 Tahun 2008, ISSN 0852-1697*.

Halik, G. dan Widodo, J. (2008) Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Universitas Jember, *Media Teknik Sipil, Universitas Jember*.

Heath, R. C. (1983) *Basic ground-water hydrology: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2220, 86p*.

Hoeven, F. G. V. D. (1964) *Interpretation of Geoelectric Resistivity Curve*, Proefschrift Mijnbouwkundig ingenieur.

Kanata, B. dan Zubaidah, T. (2008) Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk Survey Pipa Bawah Permukaan, Staff Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, *Teknologi Elektro Vol. 7 No. 2 Juli-Desember 2008*.

Kirsch, R. (2009) *Groundwater Geophysics A Tool for Hydrogeology Second Edition*, Springer.

Kodoatie, R. J. (1996) *Pengantar Hidrogeologi*, ANDI, Yogyakarta.

Mutowal, W. (2008) Penentuan Sebaran Akuifer dan Pola Aliran Airtanah dengan Metode Tahanan Jenis (*Resistivity Method*) di Desa

- Cisalak, Kecamatan Sukmajaya, Kota Depok, Provinsi Jawa Barat. *Skripsi Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor*, Tidak diterbitkan.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheriff, R. E. (1990) *Applied Geophysics, Second Edition*, Cambridge University Press.
- Todd, D. K. (2005) *Groundwater Hydrology 3^d Edition*, John Wiley & Sons, Inc.
- Turkandi, T., Sidarto, Agustiyanto, D. A., Hadiwidjoyo, M. M. P. (1992) *Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Waspodo, R. S. B. (2011) Eksplorasi Air Tanah di Jakarta, Technical Paper, *Jurnal Keteknikaan Pertanian*.
- Pemerintah Kota Depok (2011) *Buku Putih Sanitasi Kota Depok*, Diambil dari <http://ppsp.nawasis.info/dokumen/perencanaan/sanitasi/pokja/bp/kota.depok/BAB%20II%20Buku%20Putih%20Depok.pdf> diakses pada 18 Maret 2017 pukul 22.46 WIB