

Identifikasi Potensi Airtanah untuk Kebutuhan Penyediaan Air Bersih dengan Metode Geolistrik: Studi Kasus di Kawasan Geostech, Puspipstek Serpong

Groundwater Identification for Clean Water Needs Using Geoelectrical Method in Geostech Building Area, Puspipstek Serpong

HERU SRI NARYANTO, PUSPA KHAERANI, SYAKIRA TRISNAFIAH, ACHMAD FAKHRUS SHOMIM, WISYANTO, IWAN G. TEJAKUSUMA

Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana (PTRRB), Kedepatian TPSA, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Gedung Geostech, Lantai 1, Kawasan Puspipstek Serpong, Tangerang Selatan,
Email: heru.naryanto@bppt.go.id

ABSTRACT

Geostech Building, as an office and laboratory facility, requires a source of clean water from groundwater related to the limited supply of clean water from the PDAM. Due to the needs of freshwater from groundwater origin, data and information are needed regarding the potential groundwater in the area, including aquifer configuration, depth, and groundwater potential. The presence of groundwater is not distributed through every area, and it's related to the geological and geohydrological conditions. One of the geophysical methods that can describe subsurface is 2D geoelectric methods. This method can distinguish and analyze rock types, geological structures, groundwater aquifers, and other important information based on the characteristics of the electricity of rocks by looking at the value of the type of resistance. In this measurement, the Wenner Alpha configuration has been used, where the arrangement of A-B current electrodes and M-N potential electrodes have constant spacing. From the measurement results, it can be interpreted that there is a low resistivity layer containing porous groundwater as an aquifer. Based on regional geological data, it has been estimated that this layer is in the form of sandy tuff (0-1.5 ohm-m). The exploitation of groundwater with drilling is expected to reach the aquifer's upper layer at depth, starting from 11.5-13 meters. The groundwater aquifer thickness cannot be ascertained because of the penetration of the lower depth of 2D geoelectric measurements truncated by the constraint of a maximum stretch of cable. The upper layer of the aquifer contains a turned layer of fine tufa and medium tuff, which is impermeable, coarse tuff, and mixed soil with varying thickness at the upper layer.

Keywords: 2D geoelectric, aquifer, potential groundwater, Geostech

ABSTRAK

Gedung Geostech sebagai sarana perkantoran dan laboratorium memerlukan sumber air bersih dari airtanah terkait dengan terbatasnya suplai air bersih dari PDAM. Kebutuhan air bersih berasal dari airtanah, maka diperlukan data dan informasi mengenai kondisi potensi airtanah di kawasan tersebut termasuk konfigurasi akuifer, kedalaman, dan potensi airtanahnya. Keberadaan airtanah tidaklah merata untuk setiap tempat dan sangat terkait dengan kondisi geologi dan geohidrologinya. Salah satu metode geofisika yang dapat memberikan gambaran kondisi bawah permukaan adalah dengan metode geolistrik 2D. Metode ini dapat membedakan dan menganalisis jenis batuan, struktur geologi, akuifer airtanah, dan informasi penting lainnya berdasarkan sifat kelistrikan batuan dengan melihat nilai tahanan jenisnya. Dalam pengukuran ini digunakan konfigurasi Wenner Alpha, dimana susunan elektroda arus A dan B dan elektroda potensial M dan N mempunyai spasi yang konstan. Dari hasil pengukuran dapat diinterpretasikan adanya lapisan dengan resistivitas rendah yang mengandung airtanah dan bersifat *porous* sebagai akuifer. Berdasarkan data geologi regional diperkirakan lapisan ini berupa tuf pasir (0-1,5 ohm-m). Pengambilan airtanah dengan pemboran diperkirakan akan mengenai batas atas lapisan akuifer pada kedalaman 11,5-13 meter. Ketebalan akuifer airtanah tidak bisa dihitung karena penetrasi kedalaman pengukuran geolistrik 2D terbatas oleh bentangan elektroda di permukaan. Lapisan di atas akuifer merupakan lapisan selang-seling tuf halus dan tuf sedang yang kedap air, tuf kasar, dan pada bagian paling atas merupakan tanah urugan dengan ketebalan bervariasi.

Kata kunci: Geolistrik 2D, akuifer, potensi airtanah, Geostech

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan perkantoran dan sarana laboratorium seperti Gedung Geostech di kawasan Puspiptek, Serpong memerlukan sumber air bersih yang tidak sedikit, baik air bersih dari PDAM maupun airtanah. Air bersih yang digunakan di Geostech untuk sarana laboratorium, masjid, kamar mandi, *pantry*, air minum, dan kebutuhan untuk lebih dari 300 orang pegawai. Adanya keterbatasan air bersih dari PDAM dan Pemerintah Kota, maka airtanah sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan air bersih tersebut. Untuk kebutuhan air bersih yang berasal dari airtanah, maka sangat diperlukan data dan informasi mengenai kondisi potensi airtanah di kawasan tersebut termasuk konfigurasi akuifer, kedalaman, dan potensi airtanahnya.

Airtanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah, pada suatu lapisan pembawa air yang disebut akuifer⁽¹⁾. Airtanah merupakan sumberdaya alam yang terbarui (*renewable*), namun keberlangsungannya terutama proses pengisian kembali airtanah sangat tergantung oleh beberapa faktor baik yang sifatnya alami maupun rekayasa. Hal yang paling berpengaruh dari faktor alamiah antara lain: ketersediaan air, kondisi permukaan, curah hujan, litologi, konduktivitas hidraulik, topografi keadaan muka airtanah dan kondisi sifat zona tidak jenuh⁽²⁾. Airtanah sebagai air yang mengisi pori atau ruang antar butir tanah maupun batuan pada zona 100% jenuh (*saturated*). Di atas zona jenuh terdapat zona tidak jenuh tetapi sebagian terisi oleh udara dan dikenal sebagai zona tidak jenuh (*unsaturated*)⁽³⁾.

Keberadaan airtanah tidaklah merata untuk setiap tempat dan sangat terkait dengan kondisi geologi dan geohidrologinya. Oleh karena itu penyediaan air bersih dengan pemanfaatan airtanah harus dilakukan melalui kajian potensi airtanah di daerah yang bersangkutan. Diperlukan adanya tindakan antisipasi untuk tetap memenuhi kebutuhan air bersih secara permanen. Berkaitan dengan hal tersebut, maka perlu adanya upaya eksplorasi airtanah guna memperoleh informasi data tentang potensi airtanah yang kemungkinan bisa dikembangkan dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan⁽⁴⁾. Sementara itu, kerusakan lingkungan dan pencemaran telah menyebabkan sumber air bersih di permukaan terus berkurang. Sebagai solusinya manusia mulai mengeksplorasi dan mengeksploitasi air bawah permukaan bumi untuk memenuhi kebutuhan terhadap air bersih⁽⁵⁾.

Penelitian kondisi geologi bawah permukaan sangat penting untuk memberikan informasi detail

segala sesuatu yang ada di bawah permukaan. Informasi mengenai kondisi batuan, jenis batuan, ketebalan batuan, struktur patahan (sesar) dan sebagainya sangat diperlukan dalam eksplorasi airtanah dan investigasi awal terhadap sistem konstruksi suatu bangunan sipil yang akan dilakukan. Gambaran bawah permukaan mengenai tipe batuan, struktur rekahan, struktur patahan, keberadaan airtanah merupakan hal yang sulit diprediksi. Informasi yang diperoleh dari pembaran tidak cukup untuk memberikan gambaran geologi bawah permukaan secara detail⁽⁶⁾.

Untuk mengetahui kondisi bawah permukaan berupa perlapisan, struktur geologi dangkal dan sebaran batuan dibutuhkan metode geofisika yang dapat merekam sifat fisik perlapisan batuan bawah permukaan. Salah satu metode geofisika tersebut adalah geolistrik 2D yang dapat mengetahui sebaran secara vertikal dan horisontal kondisi bawah permukaan berupa nilai tahanan jenis, yang bisa dianalogikan sebagai lapisan batuan^(7,8).

Salah satu metode geofisika yang akurat dalam memberikan gambaran kondisi geologi di bawah permukaan adalah metode geolistrik 2D. Metode ini dapat membedakan dan menganalisis jenis batuan, struktur geologi dan informasi penting lainnya berdasarkan sifat kelistrikan batuan dengan melihat nilai tahanan jenis (resistivitas). Konsep dasar metode ini adalah mengamati perbedaan harga tahanan jenis batuan yang terdapat pada daerah yang diselidiki. Pada umumnya metode tahanan jenis ini dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah, kemudian mengukur potensial yang timbul akibat adanya perbedaan tahanan jenis setiap batuan yang dilewatinya. Metode pengukuran dalam geolistrik 2D yang umum digunakan adalah Wenner, Schlumberger, Pole Pole, Pole Dipole, Dipole Dipole dan sebagainya, dimana makin jauh rentang elektroda arus, makin dalam penetrasi pendugaan yang dihasilkan^(6,9).

Pada metoda pengukuran geolistrik, dilakukan injeksi arus ke dalam permukaan tanah. Selanjutnya respon yang diberikan dicatat oleh alat yang disebut *resistivitymeter*. Dari data yang tercatat ini kemudian dihitung sebaran nilai resistivitas (tahanan jenis) batuan di bawah permukaan. Karena masing-masing batuan mempunyai nilai resistivitas yang spesifik, maka dari sebaran resistivitas inilah kita dapat melakukan interpretasi jenis batuan, sifat batuan dan struktur geologi yang mungkin ada di bawah permukaan^(7,8).

Identifikasi hidrostratigrafi dapat dilakukan dengan pendugaan geolistrik⁽¹⁰⁾. Penggunaan metode geolistrik bertujuan untuk mengetahui lapisan bawah permukaan bumi, sehingga diketahui kemungkinan keterdapatannya airtanah dan

mineral pada kedalaman tertentu⁽¹¹⁾. Material-material bawah permukaan bumi apabila dialiri arus listrik akan mempunyai perbedaan tahanan jenis yang khas. Variasi litologi penyusun dan struktur geologi akan berpengaruh terhadap karakteristik akuifer, potensi, dan dinamika airtanah di dalamnya. Kuantitas airtanah pada suatu daerah sangat berkaitan dengan sistem dan karakteristik akuifer batuan penyusunnya⁽¹²⁾.

Tahanan jenis sangat tergantung pada pori, tingkat rekahan dan persentase pori, retakan (kekar) yang terisi oleh airtanah. Jenis batuan ini dapat memiliki berbagai nilai tahanan jenis, dari sekitar 1.000 sampai 107 ohm-m, tergantung pada keadaannya, apakah basah atau kering. Batuan sedimen, biasanya lebih berpori dan memiliki kandungan air lebih tinggi dan juga memiliki nilai tahanan jenis lebih rendah dibandingkan dengan batuan beku dan metamorf, yakni antara 10-10.000 ohm-m, dengan nilai rata-rata <1.000 ohm-m⁽¹³⁾.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan analisis data geolistrik model 2D di kawasan Gedung Geotech untuk mengetahui gambaran mengenai keberadaan airtanah terkait dengan persediaan air bersih. Tujuannya untuk mengetahui sebaran lapisan *porous* yang mengandung airtanah bawah permukaan sebagai dasar pertimbangan dalam penyediaan air bersih.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Mei 2019, di lingkungan Gedung Geotech, Kompleks Puspiptek, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten. Lintasan pengukuran geolistrik berada di belakang Gedung Geotech, dengan pertimbangan terdapat medan lurus yang tidak mengganggu kegiatan perkantoran (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian dan lintasan pengukuran geolistrik

2.2 Metodologi Pengumpulan Data

Penelitian yang dilakukan adalah studi kasus. Penelitian studi kasus adalah penelitian tentang status subjek penelitian yang berkenaan dengan suatu fase spesifik atau khas dari keseluruhan personalitas. Pemilihan tempat penelitian dilakukan secara *purposive* dengan alasan potensi airtanah di kawasan Gedung Geotech perlu diketahui untuk memudahkan dalam eksplorasi dan eksploitasi airtanah tersebut kaitannya dengan penyediaan air bersih^(14,15).

Pengumpulan data dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:

- a. Studi data sekunder melalui *desk study*, *browsing* internet, data instansi terkait, wawancara, dan diskusi untuk mencari referensi terkait.
- b. Pengambilan data geolistrik:
 - Pengukuran geolistrik yang dilaksanakan merupakan survei pemetaan bawah permukaan dengan menggunakan instrumen Geolistrik ARES v 5.6, metode geolistrik 2D dengan konfigurasi Wenner Alpha (Gambar 2).
 - Lintasan pengukuran ditentukan pada lokasi yang bentangan kabel relatif lurus, bentangan kabel tidak terganggu transportasi kendaraan, dan panjang bentangan menyesuaikan dengan lokasi yang ada. Data tersebut diolah untuk ditampilkan dalam bentuk penampang melintang geolistrik sehingga memudahkan dalam penafsiran kondisi bawah permukaan tanah. Pengukuran geolistrik dilakukan pada 2 lintasan di lingkungan Geotech. Lintasan ke 1 menggunakan 48 elektroda dengan spasi jarak antar elektroda adalah 2 meter dengan arah bentangan N 255° E, sementara lintasan ke 2 menggunakan 40 elektroda dengan spasi jarak antar elektroda adalah 3 meter dengan arah N 305° E.



Gambar 2. Pengukuran geolistrik dan instrumen geolistrik ARES yang digunakan untuk pengukuran di lapangan

c. Pengolahan dan analisis data

Pengolahan data merupakan proses analisis data dengan menelaah seluruh data yang tersedia dari lapangan. Untuk mendapatkan kedalaman sebenarnya dan nilai tahanan jenis sebenarnya maka dilakukan inversi menggunakan *software Res2Dinv*, hasil inversi tersebut menunjukkan sebaran nilai rho-sebenarnya, nilai rho-sebenarnya inilah yang dijadikan acuan untuk mendeteksi lapisan bawah permukaan. Hasil analisis menggunakan interpretasi material atau batuan pada wilayah kajian didasarkan pada tabel resistivitas material seperti yang tertera pada Tabel 1⁽¹⁶⁾.

Tabel 1. Hubungan tahanan jenis dengan batuan⁽¹⁶⁾.

No	Jenis Media	Kisaran Tahanan Jenis (ohm-m)
1	Air (Udara)	200 – 8.000
2	Sand (Pasir)	1 – 1.000
3	Clay (Lempung)	1 – 100
4	Andesite (Andesit)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
5	Groundwater (Airtanah)	0.5 – 300
6	Sea Water (Air Asin)	0.2
7	Dry Gravel (Kerikil Kering)	600 – 10.000
8	Alluvium (Aluvium)	10 – 800

d. Interpretasi hasil pengolahan data

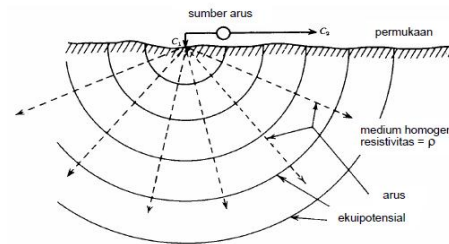
Penulis menginterpretasikan hasil analisis untuk menarik suatu kesimpulan yang berisikan intisari dari seluruh rangkaian kegiatan penelitian dan membuat rekomendasinya.

2.3 Metode Pengukuran Geolistrik 2D

Salah satu teknologi survei bawah permukaan daerah potensi airtanah yang sering digunakan adalah teknologi geolistrik. Pengukuran geolistrik adalah salah satu metoda dalam bidang geofisika yang digunakan untuk mengetahui atau menggambarkan struktur bawah permukaan bumi. Geolistrik dikenal sebagai metode yang ramah lingkungan, praktis, dan dapat memberikan informasi sampai kedalaman yang optimal.

Konfigurasi bawah permukaan dilakukan dengan pengukuran geolistrik 2D. Prinsip dasar geolistrik 2D adalah menggunakan nilai tahanan jenis sebagai pembeda antar litologi dengan asumsi bahwa adanya perbedaan sifat fisik pada setiap jenis litologi akan menghasilkan nilai tahanan jenis yang berbeda. Prinsip pengukuran dalam metode tahanan jenis adalah dengan

menginjeksikan arus listrik (dalam satuan mA) ke bawah permukaan melalui dua elektroda arus, kemudian beda potensial yang terjadi (dalam satuan mV) diukur melalui dua elektroda potensial (Gambar 3). Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda kemudian dapat diturunkan variasi nilai tahanan jenis (ρ) masing-masing lapisan di bawah titik ukur dalam satuan ohm-m^(6,7,9).



Gambar 3. Aliran arus oleh suatu titik sumber pada permukaan tanah homogen isotropik⁽¹⁶⁾.

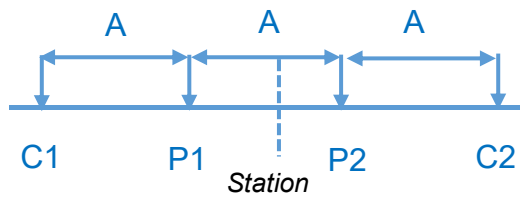
Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda kemudian dapat diturunkan nilai tahanan jenis semu (ρ_a) sebagai berikut:

$$\rho_a = k (V/I) \dots\dots\dots (1)$$

V merupakan beda potensial, I adalah arus sedangkan k merupakan faktor geometri sesuai susunan konfigurasi elektroda yang digunakan.

Ada beberapa variasi cara penempatan elektroda arus A dan B dan elektroda potensial M dan N, tetapi variasi yang umum digunakan dalam pendugaan geolistrik cara tahanan jenis adalah susunan elektroda simetri, misalnya konfigurasi Wenner Alpha, Wenner Beta, Wenner Gamma, Wenner-Schlumberger, Pole-Dipole, Pole-Pole dan Dipole-Dipole. Dalam penelitian ini digunakan konfigurasi Wenner Alpha atau sering disebut sebagai konfigurasi Wenner, dimana susunan elektroda arus A dan B dan elektroda potensial M dan N mempunyai spasi yang konstan.

Metode Wenner ini merupakan konfigurasi yang diperkenalkan oleh Wenner, merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan jarak spasi sama panjang ($r_1 = r_4 = a$ dan $r_2 = r_3 = 2a$). Jarak antara elektroda arus adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik *sounding*-nya adalah $a/2$, maka jarak masing-masing elektroda arus dengan titik *sounding*-nya adalah $3a/2$. Target kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah $a/2$. Dalam akuisisi data lapangan susunan elektroda arus dan potensial diletakkan simetri dengan titik *sounding*⁽¹⁷⁾ (Gambar 4).



Gambar 4. Visualisasi pengukuran tahanan jenis 2D konfigurasi Wenner Alpha⁽¹⁸⁾.

Nilai tahanan jenis semu untuk konfigurasi Wenner ini adalah

$$\rho_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (2)$$

$$K = \pi \cdot n(n+1) \cdot (n+2) \cdot a \dots\dots\dots (3)$$

- ρ_a = Tahanan jenis semu (ohm-m)
- K = Faktor Geometri
- ΔV = Beda potensial (mV)
- I = Kuat arus yang dialirkan (mili Ampere).
- a = Jarak elektroda arus (C1-C2) dan potensial (P1-P2)
- n = Level data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Akuifer Airtanah dengan Data Geolistrik 2D

Interpretasi bawah permukaan yang dilakukan mengacu pada kondisi litologi yang ada di lokasi. Secara regional, berdasarkan peta geologi regional lembar Jakarta, wilayah Serpong tersusun atas lima Formasi dengan susunan stratigrafi dari umur tua ke muda adalah Formasi Bojongmanik, Formasi Genteng, Formasi Serpong, Kipas Aluvium dan Aluvium. Formasi Bojongmanik merupakan formasi dengan umur Miosen Tengah dengan litologi penyusun berupa batupasir dan batulempung bersisipan dengan batugamping. Batuan ini banyak tersingkap di sekitar Sungai Cisadane. Formasi berikutnya adalah Formasi Genteng dengan umur Pliosen Awal-Pliosen Tengah. Formasi ini tersusun atas litologi tuf batuapung, batupasir tufan, breksi, konglomerat, dan sisipan lempung tufan.

Kemudian formasi yang menindih secara tidak selaras batuan Formasi Bojongmanik adalah Formasi Serpong yang tersusun atas perselingan konglomerat, batupasir, batulanau, batulempung dengan sisa tanaman, konglomerat batuapung, dan tuf batuapung. Formasi yang berumur Plistosen hingga Holosen adalah Kipas Aluvium. Endapan ini tersusun atas tuf halus berlapis, tuf pasir, berselingan dengan tuf konglomeratan. Aluvium yang ada pada wilayah penelitian tersusun atas material lepas yang terdiri

atas lempung, lanau, pasir, kirikil, kerakal, bongkah batuan beku, dan kadang-kadang sedimen yang masif. Lokasi pengukuran geolistrik terletak di atas satuan Kipas Aluvium yang terendapkan pada kala Pleistosen. Satuan batuan tersebut tersusun atas tuf halus berlapis, tuf pasir, berselingan dengan tuf konglomeratan⁽¹⁹⁾.

Pengukuran geolistrik 2D dilakukan 2 lintasan di belakang Gedung Geotech dengan konfigurasi Wenner Alpha menggunakan Geolistrik ARES 48 channel. Pengukuran geolistrik 2D pada lintasan 1 (G-1) dilakukan pada koordinat 106° 40' 22,6919" E dan 6° 21' 33,8975" S dan arah bentangan N 255° E dan N 320° E. Jumlah elektroda yang digunakan pada pengukuran tersebut adalah 48 elektroda dengan spasi 2 meter dan 40 elektroda dengan spasi 2 meter. Kedalaman penetrasi yang didapatkan pada pengukuran geolistrik 2D dengan metode Wenner Alpha ini adalah 15,8 meter dan 13,5 meter.

Dari hasil analisis geolistrik 2D didapatkan lapisan dengan range resistivitas 0,5–2205 ohm-m. Diperkirakan lapisan dengan nilai resistivitas yang rendah bersifat porous dan bertindak sebagai lapisan akuifer penyimpanan airtanah. Berdasarkan data geologi regional diperkirakan lapisan ini berupa tuf pasir (0-5 ohm-m). Lapisan akuifer pembawa airtanah mempunyai kedalaman mulai dari 13 meter dari permukaan tanah. Ketebalan lapisan akuifer tidak bisa dipastikan mengingat batas akuifer bawah masih menerus sampai batas maksimal data hasil analisis dari hasil pengukuran yaitu 15,8 meter, sehingga ketebalan akuifer akan lebih dari 2,8 meter (Gambar 5 dan 6).

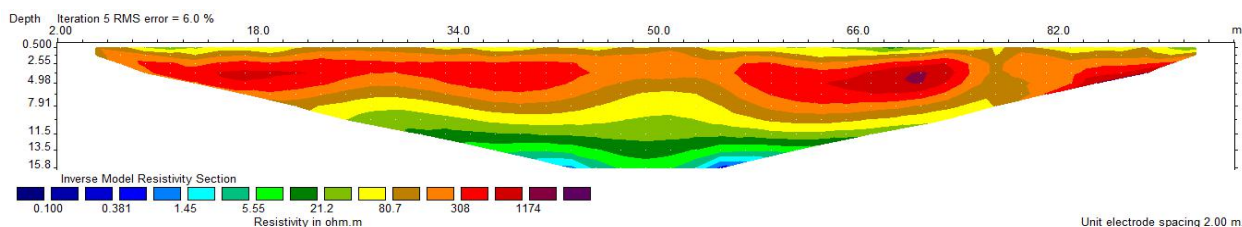
Kondisi yang ditemukan mirip dengan interpretasi zona akuifer oleh peneliti sebelumnya. Penelitian hidrogeologi telah dilakukan pada lokasi calon tapak disposal demo di Kawasan Nuklir Serpong dimana didapatkan zona akuifer pada kedalaman antara 8–20 m dengan lapisan akuifer terukur setebal 12 m. Lapisan akuifer tersebut memiliki permeabilitas yang relatif bervariasi antara 1,39x10⁻² cm/detik (kedalaman 8–10 m), 2,199x10⁻² cm/detik (kedalaman 10–15 m) dan 1,104x10⁻³ cm/detik (kedalaman 15–20 m). Ketebalan zona air tanah berkisar 9,52 m, sampai 9,55 m. Pada musim kemarau kedalaman airtanah ± 16 m dengan kecepatan arah aliran airtanah antara 0,015 m/jam atau 0,35 m/hari atau 128,8 m/th sampai dengan 0,02 m/jam atau 0,48 m/hari atau 175,2 m/th⁽²⁰⁾. Dari hasil interpretasi penampang geolistrik tersebut dan hasil peneliti terdahulu terlihat bahwa lapisan akuifer

penyimpanan air di kawasan Gedung Geotech dimulai pada kedalaman 13 m yang dapat tersusun oleh lapisan-lapisan batuan yang berbeda hingga kedalaman tertentu sehingga permeabilitasnya berbeda untuk masing-masing lapisan di setiap kedalaman. Lapisan akuifer yang terlihat pada penampang geolistrik hanya mencapai kedalaman 15 m sehingga diperkirakan lapisan tersebut memiliki nilai permeabilitas $2,199 \times 10^{-2}$ cm/detik.

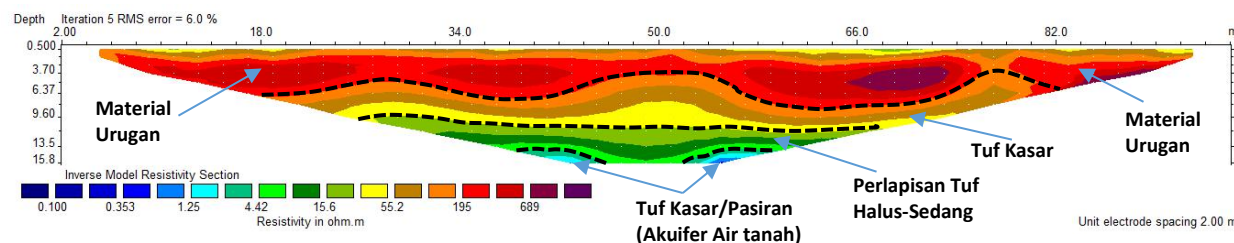
Di atas lapisan lapisan akuifer airtanah terdapat endapan dengan nilai resistivitas lebih tinggi, diperkirakan lapisan ini merupakan perlapisan dengan harga resistivitas 5-30 ohm-m. Lapisan tanah yang berada di atas akuifer tersebut merupakan selang-seling lapisan yang berbutir halus diinterpretasikan sebagai tuf halus sampai tuf sedang yang kedap air dengan ketebalan antara 3,5-6 meter.

Di atas selang-seling lapisan berbutir halus tersebut dijumpai lapisan pasir kasar yang mempunyai harga resistivitas 30-195 ohm-m. Lapisan tersebut merupakan tuf berukuran kasar dengan ketebalan 3-6,5 meter.

Sementara pada lapisan batuan bagian paling atas dijumpai lapisan tanah urugan atau tanah penutup yang cukup tebal. Lapisan tanah urugan tersebut terdiri dari berbagai macam ukuran dengan nilai resistivitas tinggi (>195 ohm-m). Ketebalan tanah urugan tersebut bervariasi dan lebih besar dari 4 meter. Topografi kawasan Geotech merupakan bukit dan lembah yang kurang teratur pada saat sebelum dibangun, untuk mendapatkan daerah yang datar maka dilakukan pemotongan bukit dan hasil potongannya dijadikan urugan (*cut and fill*).



Gambar 5. Hasil pengolahan data pengukuran geolistrik 2D lintasan 1 dengan menggunakan konfigurasi Wenner Alpha, 48 elektroda dan spasi 2 meter



Gambar 6. Interpretasi hasil pengukuran geolistrik 2D lintasan 1

Pengukuran geolistrik lintasan 2 (G-2) dilakukan di sebelah barat lintasan 1 dengan arah pengukuran N 305° E. Jumlah elektroda yang digunakan pada pengukuran ini adalah 40 elektroda dengan spasi 2 meter. Kedalaman penetrasi yang didapatkan pada pengukuran geolistrik 2D pada lintasan 2 ini adalah 13,5 meter. Berbeda dengan pengukuran pada lintasan 1, pengukuran lintasan 2 dilakukan sehabis hujan dengan kondisi sedikit agak becek, sehingga kondisi tanah relatif agak basah akibat air hujan.

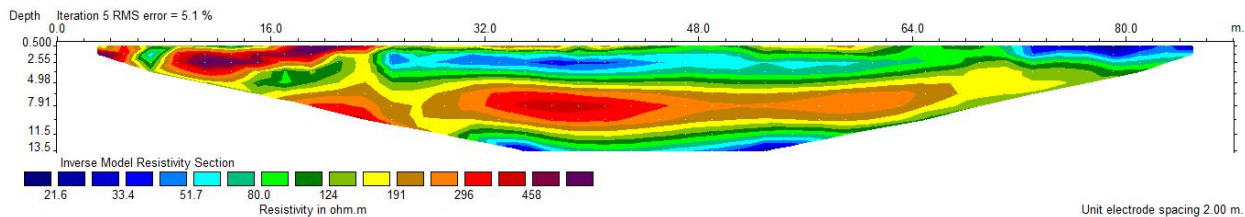
Dari hasil pengukuran dapat diinterpretasikan terdapat lapisan dengan resistivitas rendah pada kedalaman 11,5 meter. Kedalaman akuifer pada lintasan 2 ini lebih dangkal dibandingkan dengan

lintasan 1. Diperkirakan lapisan ini bersifat *porous* dan bertindak sebagai lapisan akuifer penyimpanan airtanah. Di atas lapisan tersebut terdapat endapan dengan nilai resistivitas lebih tinggi, diperkirakan lapisan ini merupakan perlapisan tuf halus sampai tuf sedang dengan ketebalan 2,5 meter, lebih tipis dibandingkan dengan lintasan 1. Lapisan dengan ukuran lebih besar yang diinterpretasikan sebagai tuf kasar mempunyai ketebalan sekitar 5-7 meter. Di lapisan paling atas terdapat lapisan tanah urugan yang mempunyai ketebalan bervariasi, dan lebih besar dari 3 m dengan nilai resistivitas tinggi. Lapisan urugan relatif basah, hal ini sangat terkait dengan tanah yang mempunyai

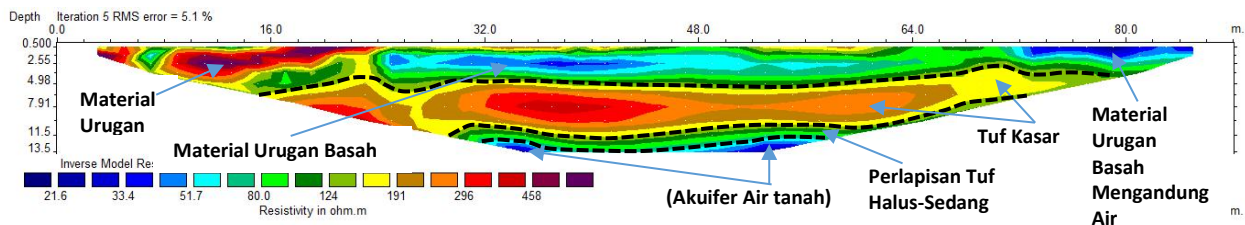
kelembaban air tinggi pada saat pengukuran akibat hujan.

Hasil analisis dari geolistrik 2D lapisan akuifer pembawa airtanah pada lintasan 1 mempunyai kedalaman mulai dari 13 meter dari permukaan tanah, sedangkan lintasan 2 mempunyai kedalaman 11,5 meter. Hasil pengukuran sebelumnya yang telah dilakukan di kawasan Puspiptek tetapi pada tempat lain yaitu pada

lokasi calon tapak disposal demo di Kawasan Nuklir Serpong, didapatkan hasil bahwa kedalaman akuifer airtanah berkisar antara antara 8–20 m⁽²⁰⁾. Hasil penelitian airtanah di lingkungan Geostech berdasarkan pengukuran geolistrik 2D, ternyata hasilnya sama dengan penelitian sebelumnya di lingkungan Puspiptek meskipun pada lokasi yang berbeda (Gambar 7 dan 8).



Gambar 7. Hasil pengolahan data pengukuran geolistrik 2D lintasan 2 dengan menggunakan konfigurasi Wenner Alpha, 40 elektroda dan spasi 2 meter



Gambar 8. Interpretasi hasil pengukuran geolistrik 2D lintasan 2

Analisis data geolistrik di daerah Puspiptek dan sekitarnya hasilnya tidak memperlihatkan bukti adanya patahan, kelurusan sebagai dugaan patahan tersebut kemungkinan akibat erosi sungai maupun resistensi batuan. Beberapa penampang mengindikasikan zona lemah yang menunjukkan nilai tahanan jenis rendah merupakan cekungan zona akuifer. Variasi nilai tahanan jenis lebih banyak dipengaruhi karena adanya perbedaan litologi baik lateral maupun vertikal dan perbedaan tingkat kejenuhan air. Hal ini dikarenakan susunan perlapisan batuan daerah Serpong didominasi oleh batuan sedimen berupa pasir dan lempung⁽²¹⁾.

Kawasan Puspiptek Serpong termasuk dalam Formasi Serpong, yang tersusun oleh lanau pasiran-kerikilan sebagai hasil dari endapan sungai (produk proses fluviatil). Kondisi tersebut yang mempengaruhi ketersediaan airtanah yang dapat menjadi sumber air bersih, terutama di kawasan Gedung Geostech.

Sistem keberadaan airtanah yang dapat dijadikan sebagai sumber air bersih sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang terpenting dalam keberadaan atau ketersediaan airtanah itu sendiri dipengaruhi oleh suatu

Cekungan Airtanah (CAT). Kawasan puspiptek termasuk ke dalam wilayah CAT DKI Jakarta⁽²²⁾. CAT DKI Jakarta termasuk ke dalam Zona Dataran Pantai Jakarta, sub-Cekungan Ciputat, Cekungan Jawa Barat Utara yang dibatasi oleh Tinggian Tangerang dan Tinggian Rengasdengklok. CAT DKI Jakarta merupakan cekungan (*basin*) yang dibatasi di bagian atasnya oleh muka airtanah bebas (muka freatik) dan di bagian bawahnya oleh batuan berumur Tersier yang secara nisbi bersifat kedap air. Sementara itu, batas horizontal di bagian utara berada di laut lepas; di bagian barat adalah Kali Cisadane yang termasuk kategori *noflow boundary*, batas di bagian selatan adalah Batugamping Formasi Kelapanunggal yang menjemari dengan Batulempung Formasi Jatiluhur dan berarah barat-timur yang melewati sekitar Kota Depok; sementara di bagian timur adalah Kali Cikeas atau Kali Bekasi dan termasuk kategori *no flow boundary*⁽²²⁾.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dapat diinterpretasikan terdapat lapisan dengan resistivitas rendah yang

diperkirakan lapisan ini bersifat *porous* dan bertindak sebagai lapisan akuifer penyimpan airtanah terdapat mulai pada kedalaman 13 meter pada lintasan 1 dan 11,5 meter pada lintasan 2. Airtanah merupakan sumber air bersih yang digunakan di Geostech.

Di atas lapisan akuifer terdapat endapan dengan selang-seling tuf halus sampai tuf sedang, di atasnya terdapat tuf kasar dan lapisan paling atas adalah tanah urugan dengan ketebalan bervariasi. Ketersediaan airtanah kawasan Gedung Geostech dipengaruhi oleh sistem Cekungan Airtanah (DKI) Jakarta.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Bpk./Ibu Ir. Eko Widi Santoso M.Si., Nurhidayat ST., M.Si., Prihartanto, ST. M.Si., dan Dr. Ir. Dwi Abad Tiwi, atas dukungan dan bantuan dalam pengukuran dan analisis data lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Freeze, R.A., and Cherry, J.A. (1979). *Groundwater*. New Jersey. Prentice Hall, Inc. 604 pp.
- Nugraha, G.U., Nur, A.A., Yoseph, B., & Pranantya, P.A. (2016). Lapisan Berpotensi Akuifer Berdasarkan Analisis Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kertajati, Majalengka. Seminar Nasional ke III Peran Geologi dalam Pengembangan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Kebencanaan, Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran.
- Todd, D.K. (1980). *Ground Water Hydrology*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- Widada, S., Satriadi, A., dan Rochaddi, B. (2017). Kajian Potensi Air tanah Berdasarkan Data Geolistrik Resistiviti Untuk Antisipasi Kekeringan di Wilayah Pesisir Kungkung, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1), 35-41.
- Budiman, A., Delhasni dan Widjojo, S.A.H.S. (2013). Pendugaan Potensi Air tanah Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Jorong Tampus Kanagarian Ujung Gading Kecamatan Lembah Malintang Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, 5(2), 72-78.
- Naryanto, H.S. (2018). Analisis Patahan Bawah Permukaan Dari Pengukuran Geolistrik Untuk Antisipasi Bencana Gempa di Kabupaten Grobogan. *Jurnal Alami*, 2(2), 73-81.
- Naryanto, H.S. (2015). Analisis Konfigurasi Bawah Permukaan Daerah Potensi Tanah Longsor (Gerakan Tanah) dengan Metode Pengukuran Geolistrik di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia (JRKI)*, 1(1), 41-50.
- Naryanto, H.S. (2016). Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Pengurangan Risiko Bencana Tanah Longsor (Gerakan Tanah) di Indonesia. BPPT Press, 152 pp.
- Naryanto, H.S., Wisyanto, Sumargana, L., Ramadhan, R., dan Prawiradisastra, S. (2016). Kajian Kondisi Bawah Permukaan Kawasan Rawan Longsor dengan Geolistrik untuk Penentuan Lokasi Penempatan Instrumentasi Sistem Peringatan Dini Longsor di Kecamatan Talegong, Kabupaten Garut. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia (JRKI)*, 2(2), 161-172.
- Risanti, A.A., Cahyono, K.A., Latifah, Putri, M.A., Rahmawati, N., Ariefin, R.F., Prameswari, S., Waskito, W.A., Adji, T.N., dan Cahyadi, A. (2018). Hidrostratigrafi Akuifer dan Estimasi Potensi Air tanah Bebas Guna Mendukung Kebutuhan Air Domestik Desa Sembungan. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 108 - 114.
- Halik, G. dan Soetjipto, J.W. (2008). Pendugaan Potensi Air tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Universitas Jember. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 109-114.
- Fetter, C. W. (1988). *Applied Hydrogeology*. Ohio: Merril Publishing Company.
- Pujianto, E. (2014). Pendugaan Zona Jenuh Air tanah Dengan Metode Geolistrik di Sekitar Tambang Batubara Terbuka di Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 10(3), 113-126.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian (Pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D)*. Alfabeta, Bandung.
- Akhirianto, N.A., dan Naryanto, H.S. (2016). Kajian Kapasitas dan Persepsi Masyarakat Pangalengan Terhadap Bencana Tanah Longsor. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia*, 2(2), 117-126.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. 2nd ed. University of Cambridge, The Pit Building, New York, 770 pp.

17. Wijaya, A.S. (2015). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya. *Jurnal Fisika Indonesia XIX(55)*, 1-5.
18. GF Instruments. (2018). User Manual ARES.
19. Turkandi, T, Sidarto, Agustiyanto, D.A., dan Hadiwidjyo, P. (1992). Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu, skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
20. Sucipta dan Setiawan, R. (2016). Arah dan Kecepatan Aliran Air Tanah Calon Tapak Disposol Demo di Kawasan Nuklir Serpong. *Eksplorium*, 37(2), 115–124.
21. Suntoko, H., dan Wicaksono, A.B. (2017). Identifikasi Patahan Pada Batuan Sedimen Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole di Tapak RDE Serpong, Banten. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 19(2), 81 – 88.
22. Tirtomihardjo, H. (2014). Air Tanah dan Pembangunan Bawah Tanah Jakarta, *Geomagz 28/01/2014*, Majalah Geologi Populer.
23. Tirtomihardjo, H.; Taufiq, A., Arief, S., dan Isnaeni, S. (2012). Kuantifikasi dan Pemodelan Air Tanah Cekungan Air Tanah Jakarta Provinsi D.K.I Jakarta, Provinsi Jawa Barat, dan Provinsi Banten. Laporan. Pusat Sumber Daya Air Tanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi, Bandung.