

Technical Paper

Eksplorasi Potensi Airtanah pada Kawasan Industri Air Mineral Dalam Kemasan, Cemplang, Bogor

Exploration Potential of Groundwater In Industrial Estate Bottled Mineral Water Cemplang, Bogor

Roh Santoso Budi Wasposito, Departement Teknik Sipil dan Lingkungan, Instiut Pertanian Bogor.
Email: rohsbw@yahoo.com

Abstract

Exploration of water resources is an attempt to provide water accesibility for society's. Required in-depth study of geological analysis-hydrogeological springs and groundwater that it will be processed into clean water to support communities. The intent of this study was to determine the geoelectric-hydrogeological conditions through the distribution characteristic of the aquifer by resistivity rocks around Cemplang, Bogor. The purpose of this investigation was to provide a data where groundwater sources are used for industrial mineral water. The exploration results obtained by the location of shallow groundwater in the range between 2-14 m below the surface of the local soil. Free groundwater depth (shallow groundwater) conducted in the study area, groundwater depths ranging between 2-8 m below ground surface (bmt) local. The groundwater is estimated from Mount Salak as a groundwater resource, The estimation geoelectric investigation area is resistivity 3-400 Ω m. Rock aquifer consists of sandy loam, silty sand and sand hydraulic conductivity estimated 3-40 m/day. Layer has a smaller resistivity of 13 Ω m and is at a depth of 17 m bmt. The slopes of this research area is 0.017 to obtain the potential of groundwater in at 18,947.37 m³/day, equivalent as 219.30 liters/sec.

Keywords: water resources, hydrogeology, groundwater

Abstrak

Pembangunan di bidang sumber daya air adalah upaya untuk memberikan akses air secara adil kepada seluruh masyarakat. Diperlukan kajian mendalam pada analisis geologi - hidrogeologi sumber mata air dan airtanah yang akan diolah menjadi air bersih untuk menunjang berbagai kegiatan masyarakat. Maksud dari kajian geolistrik ini adalah untuk mengetahui kondisi hidrogeologi melalui sifat sebaran akuifer berdasarkan tahanan jenis batuan di sekitar Desa Cemplang, Kabupaten Bogor. Tujuan dari penyelidikan ini adalah penyediaan data dasar keberadaan sumber airtanah untuk keperluan industri air mineral dalam kemasan. Hasil penyelidikan ini diperoleh letak airtanah dangkal pada kisaran antara 2 - 14 m bawah permukaan tanah setempat. Kedalaman airtanah bebas (airtanah dangkal) yang dilakukan di sekitar wilayah studi, kedalaman airtanah berkisar antara 2 - 8 m di bawah muka tanah (bmt) setempat. Aliran airtanah diduga berasal dari Gunung Salak sebagai daerah imbuhan air tanah, daerah penyelidikan pendugaan geolistrik ini bertahanan jenis 3 - 400 Ω m. Batuan penyusun akuifer terdiri dari lempung pasir, pasir lempungan dan pasir konduktivitas hidrolis diperkirakan 3 - 40 m/hari. Lapisan mempunyai tahanan jenis lebih kecil dari 13 Ω m dan berada pada kedalaman 17 m bmt. Kemiringan hidrolis daerah studi adalah 0.017 sehingga didapatkan potensi airtanah dalam adalah 18,947.37 m³/hari atau setara 219.30 liter/detik.

Kata kunci: sumber daya air, hidrogeologi, airtanah.

Diterima: 26 Mei 2015; Disetujui: 18 Agustus 2015

Pendahuluan

Evaluasi Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok manusia untuk melangsungkan kehidupan dan meningkatkan kesejahteraan. Jumlah kebutuhan air bersih yang bersumber dari airtanah maupun mata air khususnya di Kabupaten Bogor terus meningkat. Untuk itu diperlukan kajian mendalam pada analisa geologi -

hidrogeologi sumber mata air dan airtanah yang akan diolah menjadi air bersih dalam jumlah yang cukup untuk menunjang berbagai kegiatan usaha industri yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat.

Kabupaten Bogor melalui Dinas BPLH mewajibkan setiap usaha eksplorasi airtanah maupun mata air harus melalui kajian hidrogeologi yaitu menghitung ketersediaan sumberdaya air baik berupa mata air maupun cadangan airtanah. Untuk proses perijinan

maka dilakukan penyelidikan pendugaan geolistrik, yang dimaksudkan untuk menentukan beberapa jenis akuifer yang dianggap potensial dalam rencana pembuatan sumur bor maupun akuifer yang berfungsi sebagai lapisan yang mengeluarkan mata air.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari kajian geolistrik ini adalah untuk mengetahui kondisi hidrogeologi melalui sifat sebaran akuifer berdasarkan tahanan jenis batuan di sekitar CV. Mitra Makmur Industri - Cemplang. Sedangkan tujuan dari penyelidikan ini adalah menyediakan data dasar keberadaan sumber airtanah untuk keperluan industri air minum oleh CV. Mitra Makmur Industri - Cemplang.

Bahan dan Metode

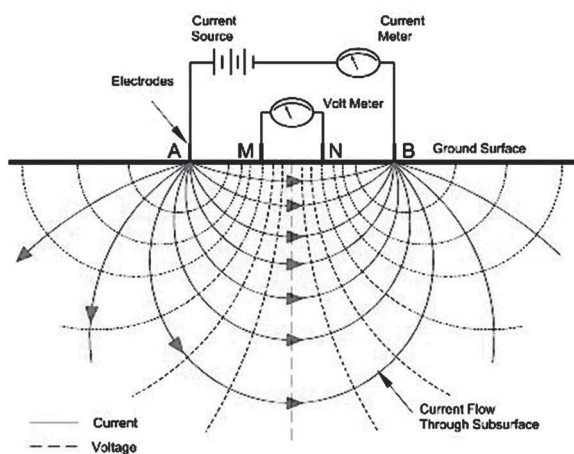
Lokasi dan Waktu

Penelitian dilakukan di CV. Mitra Makmur Industri - Cemplang, Jl. Raya Cemplang RT 01 RW 03, Desa Suka Maju, Kecamatan Cibungbulan, Leuwiliang Kabupaten Bogor. Pengukuran dilakukan 13 - 16 Agustus 2013. Pengolahan data dan pelaporan dilakukan dari 17 - 25 Agustus 2014.

Alat dan Bahan

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian berupa data sekunder dan alat bantu hitung serta software progress 3, Mapinfo dan ArcView 3.0 dan IP2WIN. Alat ukur Geolistrik yang terdiri dari:

- Geolistrik *Earth Resistivity Metre type SAZ 3000 G100*, model BD 1000, *Serial Number M422002* dengan impedansi sebesar 10Mohm
- Separangkat komputer beserta perlengkapannya dan *software Progress Version 3.0*, IP2WIN, Surfer 9.0
- Kabel sepanjang 500 m sebanyak 2 unit untuk elektroda arus
- Kabel sepanjang 30 m untuk elektroda potensial
- AVO meter 1 unit



Gambar 1. Susunan Elektrode Menurut Aturan *Schlumberger*. (Flathe & Leibold, 1976).

- Kompas geologi 1 unit
- Rol meter sepanjang 50 m sebanyak 4 unit
- Palu sebanyak 4 unit
- *Handy talky* sebanyak 3 unit
- GPS
- Peta topografi, peta geologi, peta hidrogeologi, peta tanah dan peta RBI.

Alat yang digunakan adalah alat bantu hitung dan seperangkat komputer yang mendukung untuk mengoperasikan *software Progress version 3.0* dengan spesifikasi yang sesuai. Akibat dari perbedaan jenis lapisan batuan yang dilalui arus tersebut, akan menimbulkan perbedaan potensial. Perbedaan potensial yang ditimbulkan ini dapat diukur di permukaan tanah melalui 2 buah elektroda potensial M dan N, seperti terlihat pada gambar susunan elektroda menurut aturan *Schlumberger* yang dipakai sebagai berikut ini (Gambar 1).

Untuk memperoleh harga tahanan jenis semu pada setiap kali pengukuran digunakan rumus dasar yang mengacu kepada sistem konfigurasi *Schlumberger* berikut ini.

$$\Omega a = \{(AB/2)^2 - (MN/2)^2\} / MN \times \Delta V / I \quad (1)$$

Dimana,

Ωa = Tahanan jenis semu dalam satuan Ohm-meter.

AB = Jarak antara dua elektrode arus dalam satuan meter.

MN = Jarak antara dua elektrode potensial dalam satuan meter.

ΔV = Perbedaan potensial dalam satuan volt atau milivolt.

I = Kuat arus yang dialirkan dalam satuan amper atau miliampere.

Airtanah terdapat pada lapisan akuifer yang memiliki ciri-ciri tersusun atas batuan pasir. Dengan mengetahui litologi lapisan tanah maka dapat diduga sebaran dan ketebalan lapisan akuifer di lokasi penelitian. Dengan bantuan perangkat lunak komputer (*progress version 3.0*) maka didapatkan jenis lapisan tanah dengan ketebalannya, seperti terlihat pada gambar nilai tahanan jenis batuan yang dipakai sebagai berikut ini (Gambar 2).

Metode Perhitungan Airtanah

Airtanah dalam akuifer berasal dari air infiltrasi dan aliran airtanah dari akuifer di bagian hulu. Q adalah aliran airtanah yang keluar dari akuifer, K adalah konduktivitas batuan penyusun akuifer, A adalah luasan akuifer, ∂h adalah perubahan elevasi akuifer, ∂l adalah panjang akuifer, b adalah tebal akuifer dan w adalah lebar akuifer. Selanjutnya debit airtanah dapat dihitung dengan rumus Darcy (Fetter, 1994) :

$$Q = K \times A \times \frac{\partial h}{\partial l} \quad (2)$$

dengan Q adalah debit atau jumlah aliran airtanah,

K adalah permeabilitas akuifer, A adalah luas penampang akuifer dan dh/dl adalah gradien hidrolik atau kemiringan permukaan airtanah.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Umum Wilayah Studi

Berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia lembar Bogor, CV. Mitra Makmur Industri – Cemplang terletak di area sawah berigasi yang telah menjadi tegalan/ladang dan pemukiman. Sedangkan industri air mineral di daerah tersebut untuk memenuhi kebutuhan pasar di wilayah Jabodetabek.

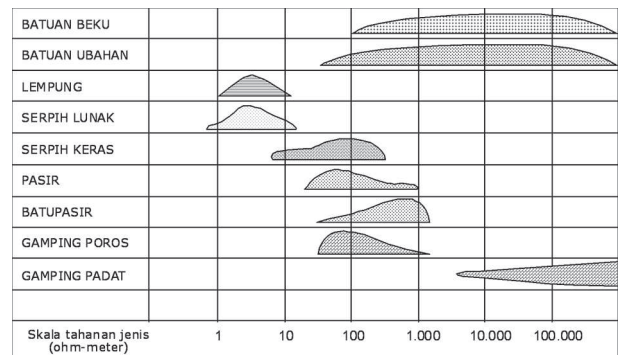
Geologi Wilayah Studi

Lokasi penyelidikan dan sekitarnya merupakan dataran dengan ketinggian 200 - 260 m di atas permukaan laut (dpl). Lokasi penyelidikan berada sebelah selatan lereng Gunung Salak. Kondisi tersebut berarti satuan geologi banyak dipengaruhi oleh satuan geologi Gunung Salak. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Bogor, skala 1 : 100,000, secara umum daerah studi dibentuk oleh 5 formasi batuan yang dominan di antaranya: formasi bojong manik (Tmb), anggota formasi bojong manik (Tmb1), satuan tuf batu apung pasir (Qvst), satuan breksi tufan lapii (Qvsb), aliran lava (Qvsl) dan satuan batuan gunung api tak terpisahkan. Peta Geologi daerah studi disajikan pada Gambar 3.

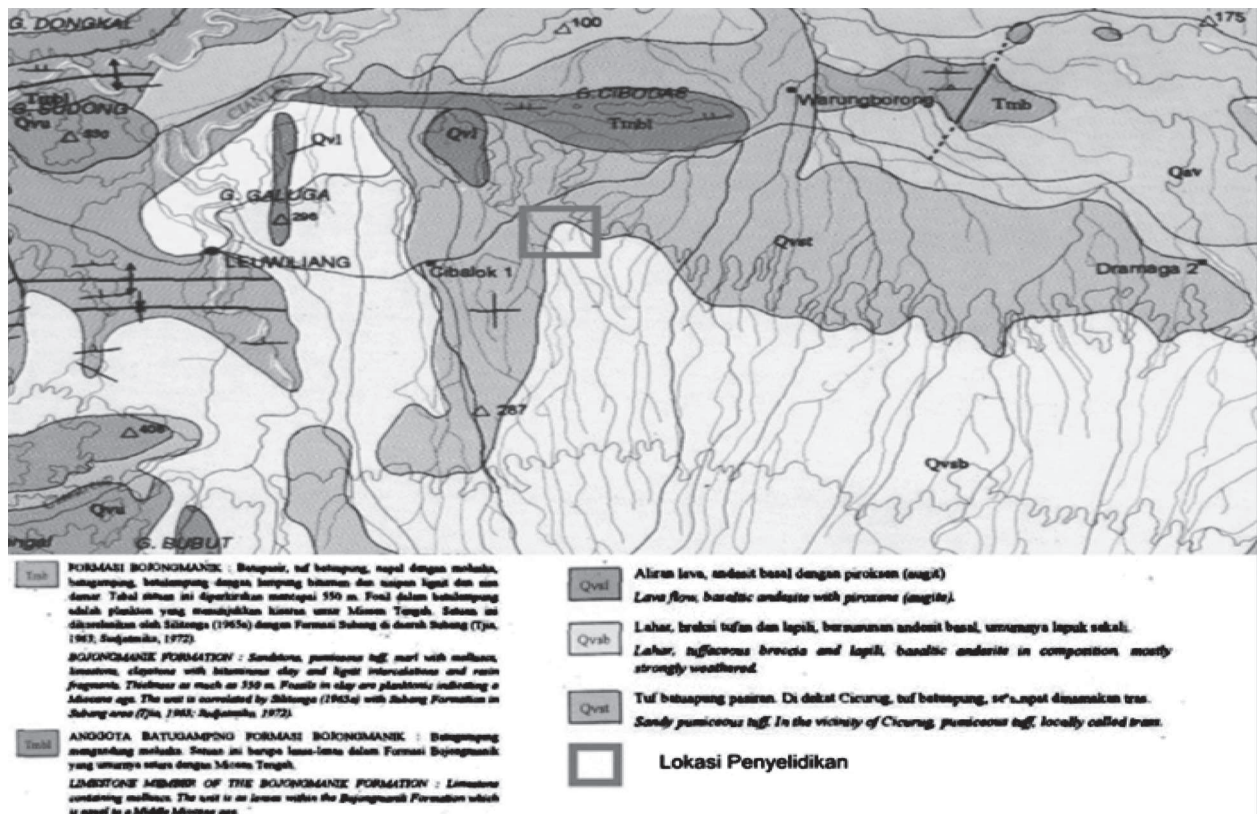
Litologi formasi batuan terdiri dari formasi batuan yang berumur kuartar (holosen dan pleistosen) sampai

tesier. Sifat formasi geologi daerah studi sbb:

1. Formasi Bojongmanik (Tmb): terdiri dari batu pasir, tuf batu apung, napal dengan molusca, batu gamping, batulempung dengan umur miosen tengah.
2. Anggota formasi Bojongmanik (Tmb1): batu gamping yang mengandung molusca. Satuan ini berupa lensa-lensa dalam satuan Bojongmanik yang setara dengan miosen tengah.
3. Satuan tuf batuapung pasir (Qvst): satuan formasi Gunung Salak berupa aliran lava andesit basal dengan piroksen. Formasi ini terbentuk jaman pleistosen.
4. Satuan lahar, breksi tufan dan lapii (Qvsb): satuan formasi Gunung Salak yang bersusunan andesit basal yang umumnya lapuk sekali.
5. Aliran lava (Qvsl): satuan formasi Gunung Salak berupa andesit basal dengan piroksen.



Gambar 2. Nilai Tahanan Jenis Batuan (Sumber: Todd, 1995).



Gambar 3. Peta Geologi daerah Studi.

Tabel 1. Letak dan Tinggi Muka Airtanah di Wilayah Studi.

No	Koordinat						Elevasi (m)	Depth (m)	Elevasi Airtanah (m)
	X			Y					
1	106 ⁰	39'	16.3"	6 ⁰	34'	52.2"	244	2.5	241.50
2	106 ⁰	39'	14.4"	6 ⁰	34'	53.8"	249	2.2	246.80
3	106 ⁰	39'	16.1"	6 ⁰	34'	55.6"	246	2.3	243.70
4	106 ⁰	39'	16.1"	6 ⁰	34'	56.8"	248	1.7	246.30
5	106 ⁰	39'	16.6"	6 ⁰	34'	57.3"	245	2.2	242.80
6	106 ⁰	39'	17.5"	6 ⁰	34'	56.6"	245	2.2	242.80
7	106 ⁰	39'	21.2"	6 ⁰	34'	21.2"	246	8.0	238.00
8	106 ⁰	39'	21.9"	6 ⁰	34'	55.6"	249	3.0	246.00
9	106 ⁰	39'	21.5"	6 ⁰	34'	53.3"	246	4.0	242.00
10	106 ⁰	39'	21.2"	6 ⁰	34'	51.4"	243	2.5	240.50
11	106 ⁰	39'	16.9"	6 ⁰	34'	49.7"	246	3.2	242.80
12	106 ⁰	39'	16.8"	6 ⁰	34'	49.1"	243	3.0	240.00
13	106 ⁰	39'	14.2"	6 ⁰	34'	49.3"	243	2.0	241.00

Hidrogeologi Daerah Studi

Airtanah dipisahkan menjadi airtanah tertekan dan airtanah tidak tertekan. Airtanah tidak tertekan adalah airtanah yang terdapat pada akuifer tidak tertekan (*unconfined akuifer*) yang di bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air dan bagian atasnya tidak ditutupi lapisan kedap air melainkan oleh muka preatik bertekanan satu atmosfer (sama dengan tekanan udara). Sementara itu, airtanah tertekan adalah airtanah yang terdapat pada akuifer tertekan (*confined akuifer*) yang bagian bawah dan atasnya dibatasi oleh lapisan kedap air.

Airtanah Dangkal

Berdasarkan Peta Hidrogeologi Permukaan Lembar Bogor, wilayah studi dengan sumur yang mempunyai potensi debit kurang dari 1 liter/detik. Kondisi akuifer melalui ruang antar butiran, umumnya melampar di daerah perbukitan dan setempat di daerah dataran. Umumnya dimanfaatkan melalui sumur dengan diameter 1 m. Wilayah studi memiliki beberapa lapisan akuifer yaitu pasir lempungan dan lempung pasir dengan ketebalan total akuifer berkisar antara 3 - 10 m, berdasarkan Tabel 1. konduktivitas hidroliknya berkisar antara 3 sampai 7 m/hari dengan kapasitas jenis 20.57 - 23.83 m²/hari. Keterdapatannya airtanah dangkal dapat ditemukan pada kisaran antara 2 - 14 m bawah permukaan tanah setempat.

Berdasarkan hasil survey kedalaman airtanah bebas (airtanah dangkal) yang dilakukan di sekitar wilayah studi, kedalaman airtanah berkisar antara 2-8 m di bawah muka tanah (bmt) setempat. Sumur dengan lokasi yang berdekatan dan dengan eksploitasi yang besar lebih cenderung memiliki kedalaman yang lebih tinggi dari pada sumur lainnya. Hal itu disebabkan eksploitasi debit yang besar akan menimbulkan penurunan airtanah yang besar pula. Letak dan tinggi muka airtanah di daerah studi ditunjukkan pada Tabel 1.

Airtanah Dalam

Berdasarkan Peta Hidrogeologi Dalam Lembar Bogor, wilayah studi dengan sumur yang mempunyai potensi debit kurang dari 5 liter/detik. Kondisi akuifer melalui ruang antar butiran antartanah melalui rengkahan saluran pelarutan yang terdiri dari endapan vulkanik muda. Ketebalan akuifer berkisar antara 1 - 10 m, konduktivitas hidroliknya berkisar antara 0.8 sampai 36.4 m/hari dengan kapasitas jenis 6.91 - 26.78 m²/hari, dengan kedalaman sumur 70 - 150 m bmt. Aliran airtanah diduga berasal dari Gunung Salak sebagai daerah imbuhan airtanah. Kondisi hidrogeologi dalam disajikan pada Gambar 4.

Identifikasi Akuifer dan Interpretasi Batuan

Dari hasil interpretasi pendugaan geolistrik sebanyak 10 (sepuluh) titik duga setelah dikorelasikan dengan data geologi dan hidrogeologi setempat, di daerah penyelidikan pendugaan geolistrik ini bertahanan jenis 3 - 400 Ω m. Berdasarkan kisaran harga tahanan jenis tersebut secara umum dapat dikelompokkan dengan berdasarkan perbedaan harga jenis pada Tabel 2.

Untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai keadaan lapisan batuan bawah tanah secara vertikal maka dapat dibuat gambar penampang tegak tahanan jenis masing-masing dari titik duga geolistrik. Hasil interpretasi geolistrik pada penampang 1 (satu) tahanan jenis.

Berdasarkan hasil intersepsi geolistrik secara kuantitatif yang dikorelasikan dengan data geologi dan data hidrogeologi setempat, maka diperoleh beberapa perbedaan tahanan jenis yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan batuan.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL1

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 1 terdiri dari 8 kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisan. Kelima kontras

Tabel 2. Dugaan Tahanan Jenis Wilayah Studi.

Tahanan Jenis	Perkiraan Litologi	Sifat Hidrogeologi
12-35 om	Tanah penutup	Permeabilitas rendah
8-30 om	Lempung pasir	Akuifer
0.1-25 om	Lempung	Nir akuifer
20-45 om	Pasir lempungan	Akuifer
> 50 om	Tuf batu keras	Batuan kering

tahanan tersebut sebagai lima lapisan batuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

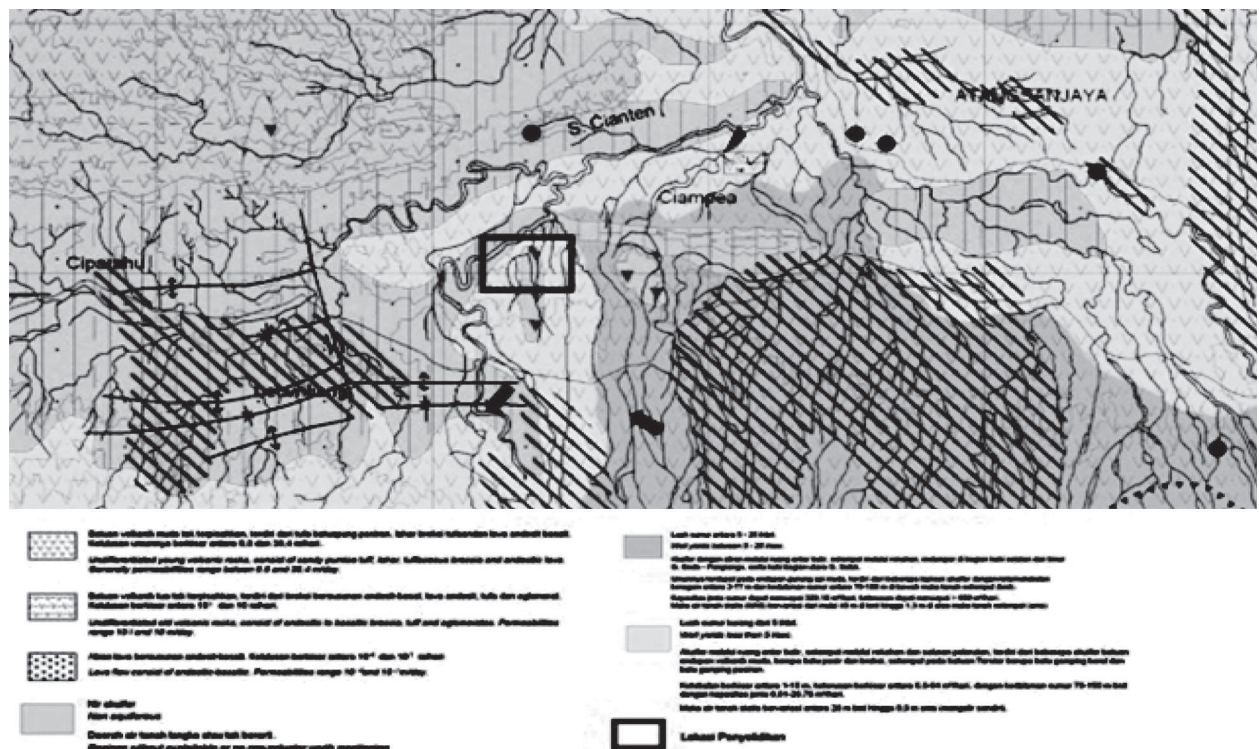
- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 25.61 Ωm. Lapisan tanah penutup ini setebal 2 m
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 15.07 Ωm, ditafsir sebagai lapisan lempung pasir dengan ketebalan mencapai 10 m. Kedalaman akuifer ini diperkirakan mencapai 13 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 0.7 Ωm. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung yang bersifat nir akuifer. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 1 m dengan kedalaman mencapai 14 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 16 - 39.43 Ωm yang ditafsir sebagai lempung pasir (diduga akuifer semi tertekan) dengan ketebalan mencapai 40 m. Semakin ke bawah lapisan semakin kering dengan tahanan jenis semakin besar.

- Kontras tahanan jenis kelima: bertahanan jenis sebesar 12 - 15.44 Ωm. Lapisan ini diduga sebagai lapisan lempung pasir (diduga akuifer dalam). Kedalaman ini diduga kedalaman lebih 70 m bmt.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL2

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 2 terdiri dari 7 kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisan batuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 17 - 62.21 Ωm. Lapisan tanah penutup ini setebal 7 m
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 21.15 Ωm, ditafsir sebagai lapisan lempung pasir yang diduga sebagai akuifer bebas dengan ketebalan mencapai 6 m. Kedalaman akuifer ini diperkirakan mencapai 13 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 14 - 14.37 Ωm. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung dengan permeabilitas yang rendah (nir akuifer). Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 50 m dengan kedalaman mencapai 60 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 15.67 Ωm yang ditafsir sebagai lempung pasir dengan ketebalan 30 m yang diduga sebagai akuifer dalam/tertekan (*confined aquifer*). Batas bawah lapisan ini mencapai 90 m bmt.
- Kontras tahanan jenis kelima: bertahanan jenis sebesar 13.68 Ωm. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung yang diduga lapisan nir akuifer.



Gambar 4. Peta Hidrogeologi Daerah Studi.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL3

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 3 terdiri dari 7 kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisan batuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 23.92 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 3 m
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 0.33 - 1.67 Ω m, ditafsir sebagai lapisan lempung diiduga nir akuifer dengan ketebalan mencapai 1 m. Kedalaman akuifer ini diperkirakan mencapai 4 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 69.28 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan tuf breksi yang diduga akuifer dangkal dengan potensi yang rendah. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 15 m dengan kedalaman mencapai 18.24 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 10.93 Ω m yang ditafsir sebagai breksi lempung diduga lapisan nir akuifer dengan ketebalan 20 m. Lapisan ini mencapai kedalaman 55 m bmt
- Kontras tahanan jenis kelima: bertahanan jenis sebesar 18 - 19.37 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung lempung pasiran yang diduga sebagai akuifer dalam (*confined aquifer*). Kedalaman lapisan ini diperkirakan lebih dari 60 m bmt.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL4

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 4 terdiri dari 7 (tujuh) kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisan batuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 65.64 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 1 m.
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 3.8 Ω m, ditafsir sebagai lapisan lempung dengan ketebalan mencapai 2 m. Kedalaman lapisan ini diperkirakan mencapai 3 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 29.65 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan halus yang diduga lapisan akuifer bebas. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 25 m dengan kedalaman mencapai 32.5 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 2.5 Ω m yang ditafsir sebagai breksi pasiran dengan ketebalan 50 m dengan kedalaman mencapai 80 m bmt.
- Kontras jenis kelima: tahanan jenis sebesar 12 - 17.33 Ω m yang ditafsir sebagai lapisan lempung-lempung pasiran Lapisan ini diduga sebagai akuifer dalam (*confined aquifer*) yang mencapai kedalaman lebih dari 80 m bmt.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL5

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 5 terdiri dari 7 (tujuh) kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 4 (empat) jenis lapisan batuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 15.30 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 4 m.
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 71 - 74 Ω m, ditafsir sebagai lapisan pasir dengan ketebalan mencapai 15 m. Kedalaman lapisan ini diperkirakan mencapai 20 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 2 - 6 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung yang diduga lapisan nir akuifer. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 28 m dengan kedalaman mencapai 70 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 17 - 42 Ω m yang ditafsir sebagai lempung pasiran - pasir lempungan dengan kedalaman lebih dari 70 m bmt.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL6

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 6 terdiri dari 7 kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisan batuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 16.5 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 2.8 m
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 0.51 - 5.22 Ω m, ditafsir sebagai lapisan pasir (diduga akuifer bebas) dengan ketebalan mencapai 5 m. Kedalaman akuifer ini diperkirakan mencapai 8 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 24 - 50 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lempung pasiran - pasir yang diduga lapisan akuifer bebas. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 30 m dengan kedalaman mencapai 50 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 13.7 Ω m yang ditafsir sebagai lempung diduga sebagai nir akuifer dengan ketebalan 24 m.
- Kontras tahanan jenis kelima: bertahanan jenis sebesar 14.56 Ω m. Lapisan ini diduga sebagai lapisan batu lempung pasiran (diduga akuifer dalam). Kedalaman ini diduga kedalaman lebih 70 m bmt.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL7

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 7 terdiri dari 7 kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 4 (empat) jenis lapisan batuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 20.46 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 2.84 m
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 43 Ω m, ditafsir sebagai lapisan pasir – breksi pasir yang diduga sebagai akuifer bebas dengan ketebalan mencapai 12 m. Kedalaman akuifer ini diperkirakan mencapai 12 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 5 – 12 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung yang diduga lapisan nir akuifer. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 38 m dengan kedalaman mencapai 50 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 20 - 36 Ω m yang ditafsir sebagai lempung pasir - pasir dengan ketebalan lebih dari 40 m. Batas bawah lapisan ini mencapai 50 m bmt.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL8

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 8 terdiri dari 7 kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisanbatuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 15.5 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 2.84 m
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 3.28 Ω m, ditafsir sebagai lapisan lempung dengan ketebalan mencapai 5.38 m. Kedalaman akuifer ini diperkirakan mencapai 9 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 65 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan pasir yang diduga akuifer dangkal. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 18 m dengan kedalaman mencapai 28 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 12 - 21.63 Ω m yang ditafsir lempung-lempung pasir dengan sifat nir akuifer dengan ketebalan mencapai 50 m. Lapisan ini mencapai kedalaman 80 m bmt
- Kontras tahanan jenis kelima: bertahanan jenis sebesar 16 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan tuf/lempung – lempung pasir. Kedalaman lapisan ini diperkirakan lebih dari 80 m bmt.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL9

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 9 terdiri dari 6 (enam) kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisanbatuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 136 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 1.12 m
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 11 -12.8 Ω m, ditafsir sebagai lapisan lempung –

lempung pasir dengan ketebalan mencapai 9 m. Kedalaman lapisan ini diperkirakan mencapai 18 m bmt.

- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 2.69 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung dengan sifat nir akuifer. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 13.81 m dengan kedalaman mencapai 24 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 17.76 Ω m yang ditafsir sebagai lempung pasir dengan ketebalan 23 m dengan kedalaman mencapai 55 m bmt
- Kontras jenis kelima: tahanan jenis sebesar 4.26 Ω m yang ditafsir sebagai tuf/lempung.

Penampang Tegak Tahanan Jenis GL10

Penampang tegak tahanan jenis pada GL 10 terdiri dari 6 (enam) kontras tahanan jenis secara vertikal yang dapat ditafsir menjadi 5 (lima) jenis lapisanbatuan yang berbeda tahanan sifat fisiknya, dimana sifat fisiknya dapat diuraikan sebagai berikut:

- Kontras tahanan jenis pertama: merupakan tahanan jenis tanah penutup dengan tahanan jenis sebesar 17.94 Ω m. Lapisan tanah penutup ini setebal 1.83 m.
- Kontras tahanan jenis kedua: bertahanan jenis 6.31 Ω m, ditafsir sebagai lapisan lempung dengan ketebalan mencapai 10 m. Kedalaman lapisan ini diperkirakan mencapai 16 m bmt.
- Kontras tahanan jenis ketiga: bertahanan jenis sebesar 17.74 Ω m. Lapisan ini ditafsir sebagai lapisan lempung pasir akuifer bebas. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 13 m dengan kedalaman mencapai 40 m bmt.
- Kontras tahanan jenis keempat: bertahanan jenis 7.3 Ω m yang ditafsir sebagai lempung dengan ketebalan 40 m. Batas bawah kedalaman lebih dari 80 m bmt.
- Kontras tahanan jenis kelima: bertahanan jenis 13.46 Ω m yang diduga sebagai lempung pasir. Batas atas lapisan ini diperkirakan lebih dari 70 m bmt.

Karakteristik dan Sebaran Akuifer

Hasil tahanan jenis batuan dikelompokkan dalam tahanan jenis dengan rentang nilai yang sama menjadi lapisan batuan yang sama. Lempung pasir dan pasir lempungan adalah batuan penyusun akuifer yang lebih dominan. Sebaran akuifer disajikan pada Gambar 5.

Kedalaman akuifer tertekan (*confined aquifer*) diperkirakan pada kedalaman lebih dari 60 m di bawah muka tanah (bmt) setempat. Ketebalan akuifer diperkirakan 30 – 50 m. Batuan penyusun akuifer tertekan memiliki konduktivitas hidrolik yang lebih baik dari akuifer bebas. Konduktivitas hidrolik diperkirakan 3 – 40 m/hari.

Hasil *cross section* utara – selatan tahanan jenis batuan menunjukkan sebaran akuifer yang dibatasi oleh lapisan impermeable berupa lapisan lempung.

Lapisan tersebut mempunyai tahanan jenis lebih kecil dari 13 Ω m dan berada pada kedalaman 17 m bmt.

Potensi Airtanah

Potensi airtanah di sekitar CV. Mitra Makmur Industri dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy. Airtanah di daerah studi diduga berasal dari arah selatan yaitu Kabupaten Bogor bagaian selatan ke utara yang mengalir secara gravitasi melalui akuifer. Dengan menghitung faktor konduktivitas hidrolik, penampang akuifer dan kemiringan hidrolik dapat ditentukan potensi airtanah di daerah tersebut.

Airtanah Bebas

Berdasarkan hasil geolistrik, airtanah bebas (airtanah dangkal) berada pada kedalaman 3 sampai 30 m bawah muka tanah setempat. Ketebalan akuifer dangkal rata-rata adalah 10 m. Akuifer terbatas secara hidrologis oleh Sungai Cianten dan Sungai Ciampea yang berjarak 5000 m dengan jenis akuifer lempung pasir dan pasir lempungan. Konduktivitas hidrolik rata-rata 2.5 m/hari. Berdasarkan Tabel 1, kemiringan hidrolik daerah studi adalah 0.0175 sehingga didapatkan potensi airtanah 3,829 m³/hari atau setara 38 liter/detik. Potensi debit sumur diperkirakan kurang dari 1 liter/detik.

Airtanah Dalam

Airtanah dalam terletak pada akuifer yang tertekan dengan kedalaman lebih dari 60 m bmt. Ketebalan akuifer mencapai 40 m. Akuifer dibatasi oleh satuan batuan nir akuifer dengan jarak 17.6 Km dengan jenis akuifer pasir, breksi pasir, pasir lempungan dan lempung pasir dengan konduktivitas hidrolik rata-rata 0.8 - 36.4 m/hari. Kemiringan hidrolik daerah studi adalah 0.017 sehingga didapatkan potensi airtanah dalam adalah 18,947.37 m³/hari atau setara 219.30 liter/detik.

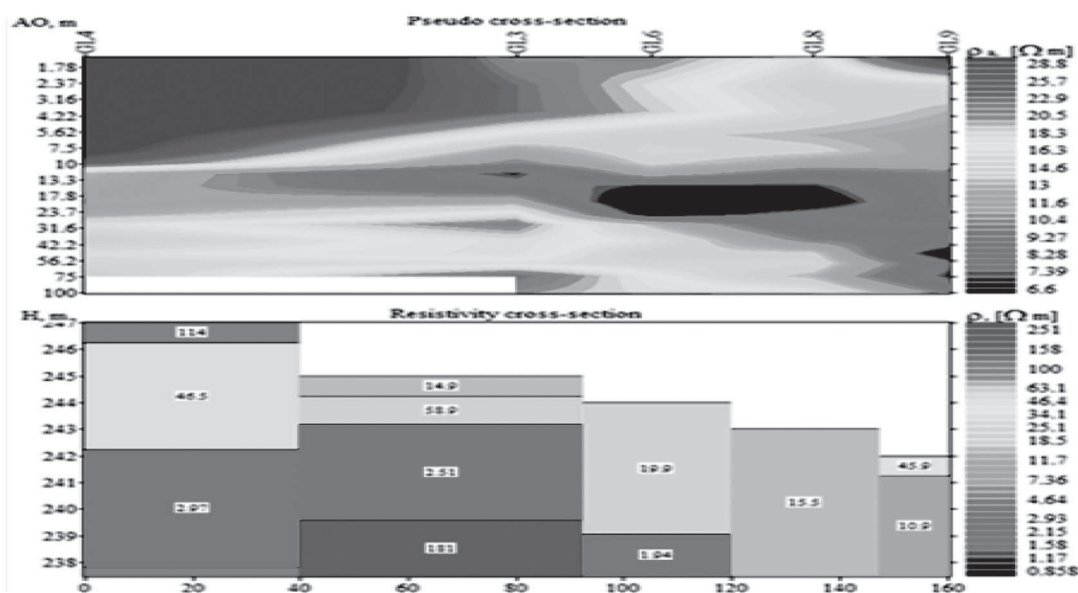
Simpulan

Simpulan yang didapat dari penelitian adalah:

1. Airtanah dangkal/airtanah bebas pada kawasan industri air minum dalam kemasan Cemplang terletak pada lapisan lempung pasir dan pasir lempungan dengan potensi airtanah 3,829 m³/hari atau setara 38 liter/detik. Potensi debit sumur diperkirakan kurang dari 1 liter/detik. Potensi airtanah dalam adalah 18,947.37 m³/hari atau setara 219.30 liter/detik. Luah sumur diperkirakan kurang 5 liter/detik.
2. Potensi airtanah dangkal dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik, sedangkan potensi airtanah dalam dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri air mineral dalam kemasan.

Daftar Pustaka

- Dobrin, M.B., 1998, Introduction to Geophysical Prospecting, edisi ke-4, Mc Graw Hill Book, Co., Singapore.
- Fetter, C.W. 1994. *Applied Hydrogeology*. 3rd ED. Merrill Publishing Company, Ohio
- Kashef, A.A.I. 1987. *Groundwater Engineering*, Mc Graw - Hill Book Co, Singapore.
- Kusnaedi. 1996. *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Mays, L.W. dan Tung Y.K. 1992. *Hydrosystem Engineering & Managenment*, Mc Graw-Hill, Singapore
- Mays, L.W. 2005. *Water Resources Engineering*. Second Edition. John Wiley & Sons, New York
- Todd, DK. 1995. *Groundwater Hydrology*. Second Edition. John Wiley & Sons, Singapore.



Gambar 5. Penampang Melintang (*Crossection*)Tahanan JenisUtara – Selatan.