

# MENENTUKAN KEDALAMAN DAN KETEBALAN AKUIFER DENGAN METODE *LOGGING* TAHANAN JENIS PADA WAKTU PENGEBORAN AIR TANAH

Sri M. Yuningsih, Adang S. Soewaeli\*)

## *Abstract*

*The aim of this resistivity logging measurement is to decide the stratification of rock and distribution of aquifer based on the resistivity value. The objective of the well logging is to determine the depth and thickness of aquifer for well construction, in order to decide the position of screen in the aquifers. Interpretation results of the resistivity logging of aquifer of sand and sandy tuff vary between 20–40 ohm-m and 60–115 ohm-m for breccia. Groundwater in the Ciparay and Cibodas areas is predicted in the depth of 42–66 m and 75–108 m, consisting of intercalation of young volcanic fan and Bandung lake deposit. The aquifer in Dago area is less than 100 m deep representing young volcanic deposit including the Cibereum Formation, whereas aquifers with a depth of more than 100 m comprise volcanic deposit, including the Cikapundung Formation. It is recommended to extract groundwater from more than 50 m deep, in order to prevent influence to phreatic aquifer as excavated well. The minimum kind of well logging for groundwater drilling should consist of resistivity, self-potential and gamma ray logging.*

**Keywords:** *Depth & thickness of aquifer, resistivity logging, groundwater*

## PENDAHULUAN

### 1 Latar Belakang

Pemanfaatan atau pengambilan sumber air baku yang berasal dari air tanah, umumnya dari sumur gali, sumur pompa tangan, mata air dan pengeboran. Pengeboran dilakukan untuk mengambil air tanah lebih dalam, diharapkan dengan kualitas dan kuantitas yang lebih baik dibandingkan air tanah dangkal dari sumur gali maupun sumur pompa tangan.

Sebelum pelaksanaan pengeboran, dilakukan pengukuran geolistrik di permukaan atau *electrical sounding* untuk menentukan lokasi titik pengeboran.

Dalam pelaksanaan pengeboran air tanah untuk sumur uji (*exploration well*), sumur pantau (*well monitoring*) dan sumur produksi (*exploitation well*), perlu pengukuran sumur secara tegak atau *well logging* yang dilakukan sebelum pelaksanaan konstruksi sumur.

### 2 Permasalahan

Pertambahan penduduk di Cekungan Bandung cukup meningkat sejalan dengan pengembangan wilayah, sehingga kebutuhan air baku akan meningkat juga.

Akibat banyaknya pemanfaatan air tanah sebagai sumber air baku untuk berbagai keperluan, dikhawatirkan akan terjadi penurunan muka air tanah dan akan merusak lingkungan.

Dalam pengambilan air tanah dengan pengeboran, diperlukan pengukuran sumur secara tegak (*well logging*) agar dapat menentukan kedalaman dan ketebalan lapisan akuifer secara lebih tepat.

Pengukuran dilakukan sebelum pelaksanaan konstruksi sumur, sehingga pipa saringan (*screen*) dapat dipasang tepat pada lapisan akuifer dan sesuai dengan spesifikasi pengeboran yang diizinkan.

---

\*) Peneliti Bidang Teknik Hidrologi, Puslitbang Sumber Daya Air, Bandung

Yang dibahas di sini adalah salah satu dari metode geolistrik, yaitu perekaman atau pengukuran di lubang sumur bor secara tegak dengan tahanan jenis (*resistivity logging*).

### 3 Maksud dan Tujuan

Secara umum maksud dari *logging* tahanan jenis di lubang sumur bor adalah untuk mengetahui kedalaman, ketebalan lapisan dan urutan jenis batuan secara vertikal berdasarkan nilai tahanan jenisnya.

Tujuannya adalah untuk menentukan ketebalan dan kedalaman lapisan akuifer, terutama membantu menentukan letak kedalaman pipa saringan pada saat pelaksanaan konstruksi sumur.

### METODE

Kegiatan ini dilaksanakan dengan metode *logging* tahanan jenis (*resistivity logging*), salah satu metode dalam eksplorasi geofisika yang berdasarkan sifat kelistrikan batuan, baik sifat listrik secara alami (pasif) maupun sumber listrik buatan (aktif).

Sifat-sifat listrik batuan antara lain : tahanan jenis (*resistivity*), daya hantar listrik (*conductivity*) dan potensial sendiri (*self potensial*).

Selain menunjang penelitian air tanah, penggunaan *logging* tahanan jenis banyak juga digunakan dalam penelitian geoteknik untuk bendungan, dan perminyakan untuk memperkirakan kedalaman dan ketebalan lapisan yang mengandung minyak.

Metode *logging* tahanan jenis adalah salah satu metode geolistrik aktif dengan sumber listrik buatan. Pengukuran dilakukan dengan memberikan energi listrik (*Amper*) ke bumi dan mengamati perbedaan potensialnya (*Volt*), diperoleh nilai tahanan batuan (*Ohm*) dari rumus :

$$V = I \cdot R \dots\dots\dots(1)$$

I = besarnya arus yang dikirim (amper)

V = perbedaan potensial terukur (volt)

R = tahanan listrik batuan (ohm)

Nilai tahanan jenisnya diperoleh dari rumus :

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

$$k_s = 4 \Pi \overline{AM} \dots\dots\dots (3)$$

$\rho_a$  = tahanan jenis semu (ohm-meter)

$k_s$  = faktor koreksi geometris (meter)

$\Delta V$  = beda potensial (volt)

I = arus (amper)

AM = jarak elektrode potensial dan elektrode arus (meter)

Metode *logging* tahanan jenis dibagi menjadi *short normal* dan *long normal*. Metode ini, berdasarkan nilai tahanan jenis batuan atau tanah yang digunakan untuk menentukan ketebalan dan kedalaman lapisan batuan serta akuifer di dalam sumur.

*Logging* tahanan jenis dilaksanakan sebelum pelaksanaan konstruksi sumur yang merupakan bagian dari tahapan kegiatan pengeboran air tanah. Data pengukuran manual dihitung, diolah dan diplot pada kertas milimeter antara besarnya nilai tahanan jenis ( $\rho_a$ ) terhadap kedalaman (*a*). Sedangkan pada pengukuran otomatis langsung terekam pada kertas rekaman.

Data hasil pengukuran atau rekaman tahanan jenisnya, dikorelasikan dengan log bor untuk menentukan ketebalan dan kedalaman lapisan akuifer serta pemasangan pipa saringan (*screen*).

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 1 Pengukuran Geofisika di Sumur

Pengukuran geofisika di sumur bor (*well logging*) dilakukan sebelum konstruksi sumur. Pengertian *Logging* adalah perekaman atau pengukuran di lubang sumur dengan posisi pengukuran secara tegak.

*Logger* adalah peralatan untuk perekaman atau pengukuran di lubang sumur dengan posisi pengukuran secara tegak. Sedangkan rekaman material, hasil pengeboran yang dibawa ke permukaan dan disusun berdasarkan kedalamannya adalah *Log bor*.

Jenis *well logging* yang sering digunakan antara lain : metode geolistrik, radio-aktif, gelombang elastis dan temperatur.

Metode geolistrik terdiri dari :

- 1) Elektrode tunggal atau *Single Point Resistivity Logging* untuk menentukan perbedaan tahanan jenis semu secara kualitatif, pengukurannya dengan memasukkan 1(satu) buah elektrode arus ke dalam sumur.
- 2) Susunan Geolistrik Normal atau *Normal Resistivity Logging*, umumnya banyak digunakan dalam pelaksanaan pengukuran. Bila jarak antara elektrode arus dan elektrode potensial = 40,6 cm, disebut *Short Normal (SN)*. Sedangkan bila jarak antara elektrode arus dan potensial = 162,6 cm adalah *Long Normal (LN)*.
- 3) Susunan Lateral atau *Lateralog Resistivity*, bila jarak antara elektrode arus dan elektrode potensial adalah 20,3 cm. Umumnya digunakan untuk pengukuran lapisan-lapisan homogen dengan ketebalan lebih dari 12,2 meter.
- 4) Mikrolog tahanan jenis atau *Microlog Resistivity Logging* digunakan untuk pengukuran lapisan-lapisan tipis yang mempunyai ketebalan beberapa sentimeter. Jarak antara elektrode arus dan elektrode potensial adalah antara 4 – 5 cm.
- 5) *Logging Arus - terfocus* atau *Focused-current Logging*, sama dengan *Microlog* untuk mengukur ketebalan lapisan yang lebih tipis. Jarak antar elektrode lebih pendek lagi, yaitu 1,5 cm.
- 6) Induksi atau *Induction Logging* adalah dengan memberikan energi listrik sampai terjadi induksi, yang prinsipnya hampir sama dengan elektro magnet (EM).

7) Potensial-diri atau *Self-potential Logging* adalah aliran potensial yang terjadi akibat perbedaan tekanan cairan (fluida) di sumur dengan di lapisan batuan. Pengukuran ini, umumnya digunakan dalam pengeboran minyak dan air tanah.

Metode radio aktif dilakukan berdasarkan fakta bahwa hampir semua batuan mengeluarkan sinar atau pancaran atau radiasi nuklir dalam bentuk sinar alfa, beta, gamma dan neutron, antara lain :

- 1) Sinar Gamma atau *Gamma-ray Logging*, dilakukan dengan mengukur denyut atau pancaran radio aktif dari batuan. Lempung dan serpih mempunyai pancaran yang paling banyak, karena umumnya disusun oleh mineral yang stabil dan banyak mengandung radio aktif. Pengukuran ini, sering digunakan dalam pengeboran minyak dan air tanah. Kelebihan pengukuran sinar gamma, bisa dilakukan setelah pelaksanaan konstruksi sumur.
- 2) Neutron atau *Neutron Logging* bekerja dengan memancarkan neutron dari peralatan atau *logger*. Data yang diperoleh adalah porositas, yang didapatkan dengan menentukan jumlah hidrogen dari cairan yang mengisi ruang pori.

Metode perambatan gelombang elastis atau seismik, prinsip kerjanya adalah mengukur waktu perambatan gelombang elastis pada batuan di dalam lubang sumur bor, antara lain :

- 1) Gelombang Sonik atau *Sonic Logging* digunakan untuk mengukur cepat rambat gelombang longitudinal melalui batuan di sekitar lubang bor. Pemancar atau pembangkit gelombang memancarkan gelombang, kemudian dicatat cepat rambatnya di lubang bor. Datanya digunakan untuk interpretasi batuan yang porous, di mana porositas batuan mempengaruhi kecepatan gelombang elastis.
- 2) Gelombang Akustik atau *Acoustic-amplitude Logging*, prinsip kerjanya

hampir sama dengan sonik, digunakan terutama untuk melokalisasi rekahan atau retakan pada lapisan batuan.

Metode lainnya yang sering digunakan dalam pelaksanaan pengeboran, adalah :

- 1) Temperatur atau *Temperature Logging*, digunakan untuk mengukur temperatur air dan biasanya bersama-sama dengan daya hantar listrik air atau *electric conductivity* (dhl/EC). *Logging* temperatur umumnya untuk menentukan arah aliran air di dalam sumur bor. Pelaksanaan pengukuran bisa dilakukan sebelum konstruksi maupun sesudah pelaksanaan konstruksi, seperti sinar gamma.
- 2) Aliran Mikro atau *Micro flow Meter Logging*, digunakan untuk mengukur kecepatan aliran air tanah atau debit pada lokasi akuifer.
- 3) Diameter Lubang Bor atau *Caliper Logging* digunakan untuk mengukur diameter lubang bor. Data pengukuran dikorelasikan dengan tahi bor (*cutting*) dan kecepatan pengeboran menembus batuan.

## 2 Sifat Listrik Batuan

Metode geolistrik adalah salah satu metode geofisika untuk menyelidiki keadaan batuan di bawah permukaan, berdasarkan sifat listriknya.

Pengukuran geolistrik berdasarkan kepada sumber listriknya dikelompokkan menjadi 2 (dua), ialah :

- 1) Sumber listrik alami yang terdapat di bumi (*pasif*), seperti pengukuran potensial diri (*selfpotential*).
- 2) Sumber listrik buatan (*aktif*), seperti pengukuran tahanan jenis dan elektromagnetik.

Sedangkan berdasarkan kepada sifat fisik kelistrikan lainnya dari batuan, dikelompokkan menjadi 3 (tiga) ialah :

- 1) Aktifitas elektrokimia yang terjadi akibat cairan bercampur dengan batuan, seperti yang terjadi pada potensial-diri batuan.

- 2) Sifat menahan dan menghantarkan arus listrik dari sumber listrik buatan, seperti tahanan jenisnya (*resistivity*) dan daya hantarnya (*conductivity*).
- 3) Kekuatan sifat induksi medan listrik atau konstanta dielektrik, seperti pengukuran listrik magnet (*elektromagnet*).

Setiap materi/benda disusun oleh kumpulan sejumlah atom atau molekul terdiri dari inti positif (+) yang dikelilingi oleh elektron bermuatan negatif (-).

Pada materi/benda yang padat, cair dan gas terjadi interaksi antar atom, yang menyebabkan elektron menjadi bebas. Materi/benda yang banyak elektron bebas disebut pengantar arus listrik (*konduktor*), yang sedikit mengandung elektron bebas disebut penahan (*isolator*).

Arus listrik dalam batuan mengalir secara hantaran elektronik, elektrolit (*ionik*) dan pengarahan (*polarisasi*) dielektrik yang terjadi umumnya pada konduktor batuan yang buruk.

## 3 Tahanan Jenis Batuan

Besarnya nilai tahanan jenis batuan, bisa berbeda dalam satu lapisan batuan. Hasil pengukuran tahanan jenis di laboratorium, tidak sama dengan hasil di lapangan yang tergantung dari kondisi batuan itu berada.

Perkiraan beberapa nilai tahanan jenis air (Tabel 1), merupakan acuan untuk interpretasi data hasil pengukuran geolistrik. Selain itu, perlu juga diketahui tentang kondisi struktur geologinya, jenis batuan dan cara terdapatnya air tanah.

Pada dasarnya hubungan antara besarnya nilai tahanan jenis dengan macam batuan dapat dipengaruhi oleh :

- 1). Batuan sedimen yang lepas akan mempunyai nilai tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan sedimen yang kompak.
- 2) Batuan beku akan mempunyai harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan batuan sedimen yang kompak.

Tabel 1. Tahanan Jenis Air

Tipe	Ohm-m	Keterangan
Air meteorik	30 - 1000	Dari hujan
Air permukaan	30 - 500	Daerah batuan beku
Air permukaan	10 - 150	Daerah batuan sedimen
Air tanah	30 - 150	Daerah batuan beku
Air tanah	> 1	Daerah batuan sedimen
Air laut	Sekitar 0.2	
Air untuk rumah tangga	> 1.8	Kandungan garam paling tinggi diizinkan 0.25 %
Air untuk irigasi / penampungan air	> 0.65	Kandungan garam paling tinggi diizinkan 0.7 %

Sumber : Kollert, 1969

- 3) Batuan yang mengandung air akan lebih rendah dibandingkan dengan batuan yang tidak mengandung air, dan lebih rendah lagi jika air yang dikandungnya mempunyai kadar garam yang tinggi.
- 4) Tahanan jenis batuan bervariasi dari suatu tempat ke tempat lain, tergantung kondisi geologi setempat.
- 5) Tahanan jenis batuan dapat berbeda menyolok, tidak saja dari satu lapisan ke lapisan yang lain, tetapi juga dalam satu lapisan batuan.
- 6) Porositas, permeabilitas, salinitas, kandungan air, mempengaruhi nilai tahanan jenisnya.

#### 4 Pengeboran

Ada beberapa macam teknik pembuatan sumur, tergantung pada jenis batuan dan dalamnya akuifer. Pengeboran dapat dibedakan berdasarkan sumber tenaga dan teknik/cara pengerjaannya, ialah :

##### 1) Pengeboran Dangkal

Pengeboran dilakukan dengan tangan oleh 2 - 3 orang, gerakannya memutar dan menekan ke bawah dengan kekuatan manusia. Pekerjaan ini membutuhkan waktu cukup lama, setiap kali alat bor diangkat dari lubang dan dibersihkan

tanahnya. Pengeboran dilakukan sampai kedalaman yang diinginkan tercapai, tidak begitu dalam, sesuai dengan kekuatan manusia.

##### 2) Pengeboran Tumbuk (*Percussion Drilling*)

Disebut juga dengan metode peralatan kabel (*cable tool method*), karena pengeboran menggunakan kabel baja untuk menaikkan dan menurunkan pemukulnya secara teratur.

##### 3) Pengeboran Putar (*Rotary Drilling*)

Sumber tenaganya berupa tekanan hidraulik. Metode ini adalah metode standar yang banyak digunakan untuk pengeboran air tanah. Sirkulasi air pembilas dari bak penampung, masuk melalui pompa dan disalurkan ke ujung mata-bor melalui stang bor. Air pembilas ke luar kembali ke bak penampung melalui celah antara dinding bor dengan stang bor. Pengeboran dengan sirkulasi air yang berlawanan disebut Pengeboran Putar Pembalikan (*Reverse Rotary Drilling*). Yang dimaksud pembalikan (*reverse*) adalah sirkulasi air pembilas yang masuk ke dalam lubang bor melalui celah antara lubang bor dengan stang bor. Air tersebut kembali ke bak penampungan bersamaan

dengan hasil hancuran batuan (*cutting*) melalui mata bor dan stang bor.

Kecepatan atau waktu yang diperlukan dalam pengeboran, mencerminkan kekerasan lapisan batuan. Setiap catatan bor tentang material dari hasil pengeboran yang dibawa ke permukaan dan disusun berdasarkan kedalamannya adalah *Log bor*. Urutan kedalaman material sangat tergantung pada kecepatan sirkulasi air pembilas, sehingga kedalaman dari material yang terbawa ke permukaan agak bergeser dari kedalaman yang sebenarnya.

Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, diperlukan pengukuran geofisika di lubang sumur bor atau *well logging*.

## PELAKSANAAN PENGUKURAN

Bab ini membahas antara lain persyaratan pengukuran di lapangan, ketentuan teknis peralatan, perlengkapan dan bahan, pengukuran secara manual dan otomatis.

### 1 Persyaratan Pengukuran

Pelaksanaan pengukuran harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Pemasangan *elektrode - elektrode* di permukaan harus baik hubungannya dengan tanah.
- 2) Bila pengukuran secara manual, jarak vertikal minimal 1 meter.
- 3) Pengukuran dilakukan jika tidak ada kegiatan yang mempengaruhi data hasil pengukuran.
- 4) Pengukuran dilakukan pada saat tidak hujan, untuk menghindari halilintar, kerusakan alat dan keakuratan data.
- 5) Kondisi *fluida* di dalam sumur.

### 2 Peralatan

Jenis peralatan yang digunakan harus memenuhi ketentuan teknis yang berlaku dan meliputi :

- 1) Satu buah pengirim arus searah atau bolak-balik dan jika arus bolak-balik dengan frekuensi maksimum 25 hertz.

- 2) Sumber arus disesuaikan dengan kebutuhan dan ketelitian pembacaan alat (1 ohm).
- 3) Satu buah penerima potensial dengan ketelitian pembacaan 1 milivolt.
- 4) Pengukuran dengan sumber arus searah sebaiknya berupa *elektrode* dan *sonde* yang tidak berpolarisasi, untuk potensial yang sesuai dengan spesifikasi alat.
- 5) *Elektrode* dan *sonde* yang disesuaikan dengan spesifikasi alat.
- 6) Pengukur ketinggian muka tanah, seperti alat *waterpass* dan *teodolit*.
- 7) Satu buah kabel *logger* lengkap dengan *sonde*.
- 8) Semua alat ukur harus dikalibrasi sesuai dengan ketentuan spesifikasinya, atau pada saat diperlukan.

### 3 Perlengkapan dan Bahan

Perlengkapan dan bahan yang dipergunakan sebagai berikut:

- 1) Alat pengukur kedalaman muka air, panjangnya sesuai dengan kebutuhan.
- 2) Rol meter, panjangnya sesuai dengan kebutuhan.
- 3) Kertas milimeter, bila menggunakan alat manual.
- 4) Kertas perekam, disesuaikan dengan spesifikasi alat.
- 5) Kalkulator.
- 6) Peralatan reparasi.
- 7) Kamera.

### 4 Pengukuran Secara Manual

Pengukuran secara manual terdiri dari beberapa tahapan :

#### a Persiapan Pengukuran

- 1) Tentukan titik acuan pengukuran.
- 2) Ukur dan catat kedalaman muka air.
- 3) Pasang *elektrode* di permukaan tanah.
- 4) Hubungkan kabel *elektrode* ke alat.
- 5) Hubungkan kabel *sonde* ke alat.
- 6) Turunkan kabel *sonde* sampai dasar sumur.

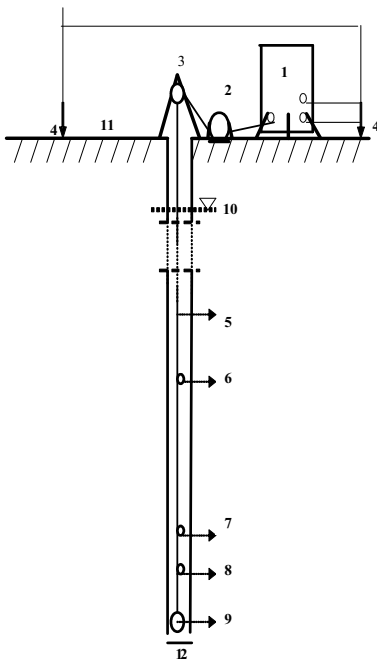
#### b Prosedur Pengukuran

- 1) Siapkan tabel pengukuran;

- 2) Catat arus yang dikirim (amper), tegangan (volt) dan tahanan (ohm).
- 3) Tarik kabel *sonde* sepanjang 1 m.
- 4) Ulangi kegiatan butir 2) dan 3).
- 5) Akhiri pengukuran sampai ke permukaan air tanah.

**c Perhitungan dan Penggambaran**

- 1) Hitung  $\rho_a$  dan  $k_s$  untuk setiap kedalaman.
- 2) Catat dalam tabel pengukuran.
- 3) Gambarkan nilai  $\rho_a$  (hasil pengukuran setiap kedalaman) pada sumbu datar dan kedalaman  $a$  pada sumbu tegak di kertas milimeter.

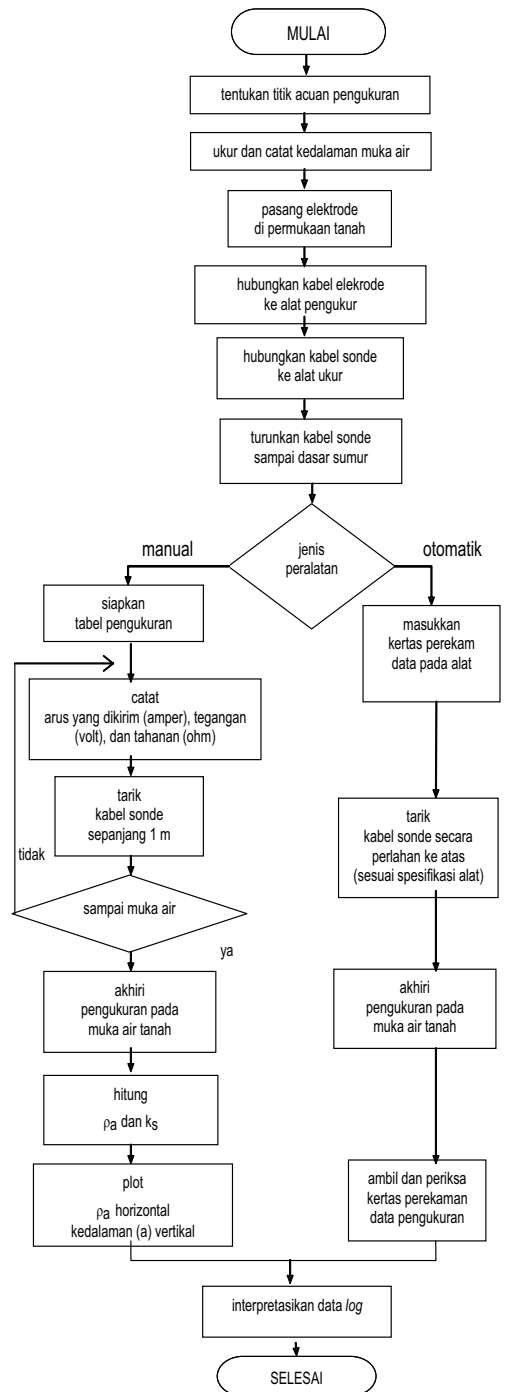


Keterangan :

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. logger                     | 7. sonde potensial SN |
| 2. drum kabel                 | 8. sonde arus         |
| 3. penyangga kabel            | 9. bandul pemberat    |
| 4. elektroda potensial / arus | 10. muka air tanah    |
| 5. kabel logger               | 11. permukaan tanah   |
| 6. sonde potensial LN         | 12. lubang sumur bor  |

Long Normal (LN) jarak sonde 8 ke 6 adalah 162,6 cm  
 Short Normal (SN) jarak sonde 8 ke 7 adalah 40,6 cm

Gambar 1 Susunan elektrode dan sonde pengukuran SN dan LN



Gambar 2 Bagan Alir Logging Tahanan Jenis

## 5 Pengukuran Secara Otomatik

Pengukuran secara otomatis terdiri dari tahapan :

### a Persiapan Pengukuran

- 1) Tentukan titik acuan pengukuran.
- 2) Ukur dan catat kedalaman muka air.
- 3) Pasang *elektrode* di permukaan tanah.
- 4) Hubungkan kabel *elektrode* ke alat.
- 5) Hubungkan kabel *sonde* ke alat.
- 6) Turunkan kabel *sonde* sampai dasar sumur.
- 7) Siapkan kertas grafik dan masukkan pada alat untuk merekam data pengukuran.

Gambar 1 memperlihatkan sketsa susunan elektrode dan Gambar 2 menggambarkan bagan alir pelaksanaan pengukuran *logging* tahanan jenis sampai dengan interpretasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi dari hasil pengukuran geolistrik di permukaan atau *electrical sounding* yang berupa: urutan-urutan batuan secara vertikal dan kedalaman terdapatnya air tanah, digunakan sebagai dasar untuk menentukan lokasi titik pengeboran uji (*eksplorasi well*).

Pada waktu pelaksanaan pengeboran, sebelum konstruksi atau pemasangan pipa dan saringan (*screen*), dilakukan *logging* tahanan jenis di sumur untuk menentukan kedalaman lapisan batuan yang mengandung air tanah atau akuifer.

Data hasil pengukuran dikorelasikan dengan log bor yang berupa urutan-urutan batuan yang ke luar dari lubang bor atau tahi bor (*cutting*) dan kecepatan pengeboran, sebagai bahan interpretasi.

Pembahasan ini, mengenai hasil pengukuran geolistrik di permukaan dan *logging* tahanan jenis pada waktu pelaksanaan pengeboran, di daerah Ciparay dan Cibodas yang termasuk wilayah Kabupaten Bandung, serta di Dago Coblong, Kota Bandung. Lokasi penelitian ini, secara morfologi dan geologi termasuk daerah Cekungan Bandung.

## 1 Cekungan Bandung

Cekungan Bandung termasuk Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu yang meliputi Kotamadya Bandung, sebagian wilayah Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat dan Sumedang.

Sungai besar yang mengalir di daerah ini adalah Sungai Citarum dengan anak-anak sungainya, antara lain Cikapundung, Cilengkrang, Cikeruh dan Citarik. Litologi batuan yang menyusun daerah Cekungan Bandung, terdiri dari:

- 1) Endapan Tersier  
Merupakan endapan laut dan gunung api tua berumur Tersier, penyebarannya di bagian barat Cekungan Bandung berupa napal, batugamping, batupasir kuarsa, di bagian selatan berupa breksi, lava, batupasir tufaan dan konglomerat.
- 2) Formasi Cikapundung  
Endapan Vulkanik tidak teruraikan berumur Plistosen Bawah disebut Formasi Cikapundung, penyebarannya di Dago utara sekitar Cikapundung, daerah Gunung Manglayang, Soreang, Majalaya dan Rancaekek.
- 3) Formasi Cibeureum  
Endapan vulkanik muda yang berumur Plistosen sampai Resen, berupa aliran lava yang ditemukan sepanjang lembah sungai Cibeureum, Cimahi dan Cikapundung. Kemudian penyebaran vulkanik muda ini di daerah sekitar Gunung Manglayang, Malabar, Mandalawangi dan Tangkuban Perahu.
- 4) Formasi Kosambi  
Merupakan endapan Danau Bandung yang terdiri dari lempung, pasir, pasir tufaan dan lanau tufaan. Pada litologi lempung tufaan dan lanau tufaan banyak mengandung sisa-sisa tumbuhan. Ketebalan Formasi Kosambi sekitar 125 meter dan penyebarannya di tengah - tengah Cekungan Bandung.
- 5) Kipas Vulkanik  
Endapan kipas vulkanik muda hubungannya dengan endapan danau adalah jari-jemari (*interfingering*).



Penyebaran kipas vulkanik meliputi daerah Cimahi, Bandung Utara, Soreang, Pameungpeuk – Banjaran dan Ciparay – Majalaya.

Akuifer Cekungan Bandung berdasarkan litologi batuan dan kejadiannya, terdiri dari :

- 1) Kipas Vulkanik Bandung-Cimahi  
Penyebarannya di lereng selatan Gunung Tangkuban Perahu sampai ke Sungai Citarum, membaji ke arah tenggara dan bagian atasnya jari-jemari dengan endapan danau. Akuifer yang potensial terdapat sampai ke kedalaman 150 m. Pengeboran antara kedalaman 150 – 200 m di daerah Padalarang menembus batupasir dan lempung biru yang berasal dari batuan berumur Tersier.
- 2) Kipas Vulkanik Majalaya-Ciparay  
Endapan berasal dari Gunung Malabar dan kompleks Gunung Wayang, berhubungan secara jari-jemari dengan endapan danau. Ketebalan endapan danau di daerah Majalaya sekitar 30 m dan akuifer yang potensial terdapat sampai ke kedalaman 150m.
- 3) Kipas Vulkanik Pameungpeuk-Banjaran  
Daerah Pameungpeuk dan Banjaran tersusun oleh endapan kipas vulkanik dan aluvial sungai, hubungannya dengan kipas vulkanik Bandung-Cimahi adalah jari-jemari. Akuifer yang potensial terdapat sampai ke kedalaman 100m. Hasil pengeboran antara kedalaman 100 – 150 m menembus batuan terobosan (*intrusi*) dan batuan berumur Tersier.
- 4) Kipas Vulkanik Soreang  
Berada di sekitar Soreang dan penyebarannya ke arah utara jari-jemari dengan endapan danau. Akuifer yang potensial terdapat sampai ke kedalaman 100 m.
- 5) Gunung Api di Bagian Timur  
Endapan gunung api di bagian timur berasal dari hasil kegiatan vulkanik Mandalawangi, hubungannya dengan endapan danau bagian bawah adalah jari-jemari. Akuifer yang potensial terdapat sampai ke kedalaman 200 m.

- 6) Gunung Api di Bagian Timur Laut  
Daerah ini sangat kompleks, berupa endapan vulkanik Manglayang, endapan danau, endapan sungai dan batuan intrusi. Secara lokal, akuifer yang potensial terdapat sampai ke kedalaman 150 m. Batuan kompak umumnya ditemukan di antara kedalaman 80 – 100 m.

- 7) Dataran Bandung  
Dataran Bandung tersusun oleh batuan yang terdiri dari endapan danau pada bagian atasnya, bagian bawahnya endapan vulkanik tua, batuan berumur Tersier dan batuan intrusi. Ketebalan endapan danau sekitar 150 m dan di bagian atasnya terdapat endapan dataran banjir Citarum yang mempunyai ketebalan sekitar 5 m.

## 2 Daerah Ciparay, Kab.Bandung

Pengukuran geolistrik permukaan dilakukan di daerah Ciparay, Kabupaten Bandung, sebanyak 17 buah titik pengukuran sampai kedalaman 200 meter, menggunakan OYO.ES.G2 buatan Jepang.

Urutan batuan bawah permukaan dari hasil interpretasi pengukuran geolistrik, dikelompokkan menjadi 4 (empat) satuan lapisan batuan, sebagai berikut :

- 1) Tanah Penutup  
Satuan lapisan ini menempati bagian yang paling atas dengan nilai tahanan jenis antara 6 – 24 ohm/meter. Ketebalan lapisan tanah penutup di setiap titik pengukuran berkisar antara 1 – 2 meter.
- 2) Aluvium  
Di bawah satuan lapisan tanah penutup adalah aluvium, nilai tahanan jenis dan ketebalannya bervariasi di setiap titik pengukuran, karena tersusun oleh bermacam-macam fragmen batuan.
- 3) Pasir Lempungan  
Satuan lapisan ini terdiri dari selang-seling antara pasir, pasir lempungan, lempung pasir, pasir kasar dan yang paling dominan adalah pasir lempungan. Nilai tahanan jenisnya lebih kecil dari 20 ohm/meter. Ketebalan lapisan ini antara 20 – 60 meter, diduga adalah hasil endapan danau.

#### 4) Pasir

Satuan lapisan pasir terdiri dari pasir, pasir lempungan, lempung pasir, lempung pasir kasar dan yang paling dominan adalah pasir. Nilai tahanan jenisnya adalah lebih besar dari 20 ohm/meter. Ketebalan lapisan ini antara 40 – 80 meter, diduga adalah hasil endapan vulkanik yang berupa tuf dan breksi.

Satuan lapisan Pasir lempungan dan Pasir adalah hasil endapan danau dan vulkanik, struktur lapisan internnya berupa perlapisan dan juga berupa lensa-lensa.

Hubungan antara endapan danau dengan vulkanik adalah jari-jemari atau *inter-fingering*.

Interpretasi terdapatnya air tanah dari data pengukuran geolistrik permukaan di Ciparay, adalah sebagai berikut :

- 1) Air tanah terdapat pada kedalaman antara 14 – 30 meter di bawah permukaan tanah. Diduga terdapat pada endapan aluvium dan satuan pasir lempungan atau endapan danau.
- 2) Kedalaman antara 42 – 60 meter, air tanah terdapat merata dalam antar lapisan batuan dan lensa-lensa pasir kasar.
- 3) Air tanah pada kedalaman antara 75 – 115 meter, diduga merata pada endapan vulkanik.
- 4) Kedalaman air tanah antara 131 – 150 meter tersebar tidak merata, berada pada endapan vulkanik.

Pengeboran dilaksanakan sampai kedalaman 100 meter yang lokasinya berada di Laboratorium Kalibrasi Balai Hidrologi.

Berdasarkan batuan yang ke luar dari lubang bor atau tahi bor (*cutting*), kecepatan pengeboran, log bor dan hasil interpretasi *logging* tahanan jenis adalah sebagai berikut :

- 1) Nilai tahanan jenis dari hasil pengukuran tahanan jenis *Short Normal* (SN) adalah berkisar antara 2 – 52 ohm/meter, sedangkan pengukuran *Long Normal* (LN) adalah antara 10 – 118 ohm/meter.
- 2) Akuifer terdapat pada kedalaman antara 32 – 43 m, 54 – 66 m dan 75 – 94 m di bawah permukaan tanah.

- 3) Pemasangan pipa saringan pada kedalaman 54 – 66 m dan 75 – 94 m. Air tanah sampai kedalaman 40 m tidak diambil, supaya tidak mengganggu air tanah yang diambil oleh penduduk di sekitar lokasi pengeboran.

Pengukuran dilaksanakan secara manual untuk SN dan LN dengan alat JOHNSON KECK DR-74, secara lengkap lihat Gambar 3.

### 3 Daerah Cibodas, Kab. Bandung

Hasil interpretasi pengukuran geolistrik permukaan, urutan batuan bawah permukaan dikelompokkan menjadi 4 (empat) satuan lapisan batuan, sebagai berikut :

#### 1) Tanah Penutup

Satuan lapisan ini, mempunyai nilai tahanan jenis antara 10 – 15 ohm/meter. Ketebalan lapisan tanah penutup di setiap titik pengukuran, berkisar antara 1 – 1,5 meter.

#### 2) Aluvium

Nilai tahanan jenis dan ketebalan aluvium bervariasi di setiap titik pengukuran, karena tersusun oleh bermacam-macam fragmen batuan.

#### 3) Pasir Lempungan

Terdiri dari selang-seling antara pasir, pasir lempungan, lempung pasir, lempung pasir kasar dan yang paling dominan adalah pasir lempungan. Nilai tahanan jenisnya antara 36 – 60 ohm/meter. Ketebalan lapisan ini antara 20 – 60 meter, diduga adalah hasil endapan danau.

#### 4) Breksi

Satuan lapisan breksi menempati bagian bawah, terdiri dari selang-seling antara tuf dan breksi serta yang paling dominan adalah breksi. Nilai tahanan jenisnya antara 90 – 300 ohm/meter.

Air tanah di daerah Cibodas dikelompokkan menjadi 3 (tiga), adalah sebagai berikut :

1) Air tanah dangkal atau air tanah bebas, terdapat pada kedalaman antara 23 – 34 meter di bawah permukaan tanah, pada satuan aluvium dan pasir lempungan yang termasuk dalam endapan danau.

Pengisian kembali sistem air tanah dangkal oleh peresapan langsung dari air hujan, secara tidak langsung berasal dari sungai-sungai kecil, saluran irigasi dan sawah yang berada di sekitar daerah ini.

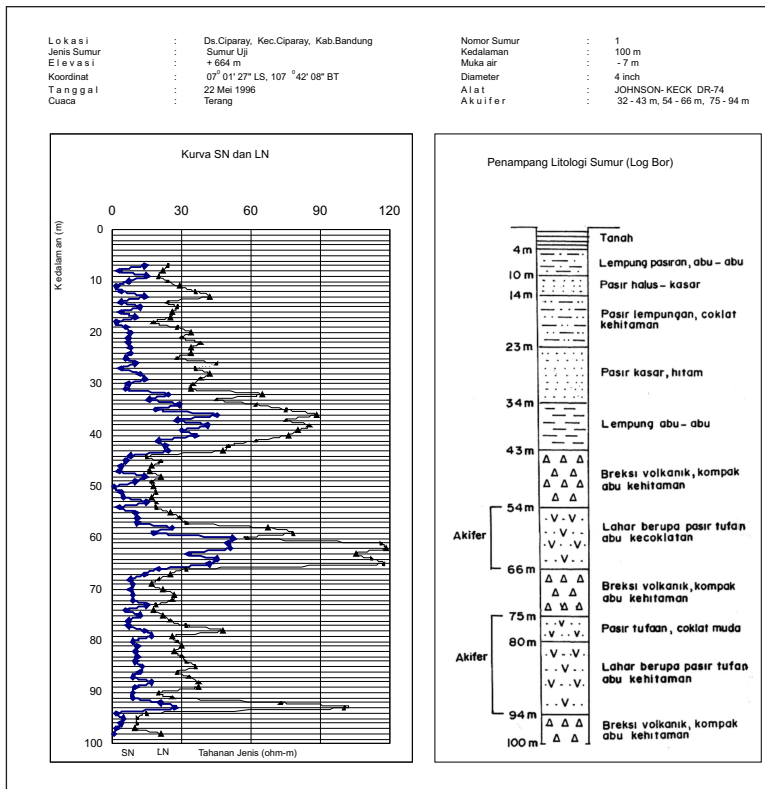
2) Air tanah di kedalaman antara 42 – 66 meter, terdapat merata di antara lapisan batuan dan lensa-lensa pasir kasar.

3) Air tanah pada kedalaman antara 84 – 108 meter diduga merata dalam endapan vulkanik.

Secara lengkap uraian dapat diperiksa pada Tabel 2, di samping ini :

Tabel 2 Kelompok Akuifer di daerah Cibodas

Akuifer	Kedalaman (m)	Litologi	Jenis akuifer
1	23 - 34	Pasir halus lempungan, warna kecoklatan	Bebas
2	42 - 66	Pasir halus lempungan, warna abu kecoklatan	Semi tertekan
3	84 - 108	Pasir tufa, warna coklat muda, kasar, bersudut tanggung, dan breksi kompak	Semi tertekan



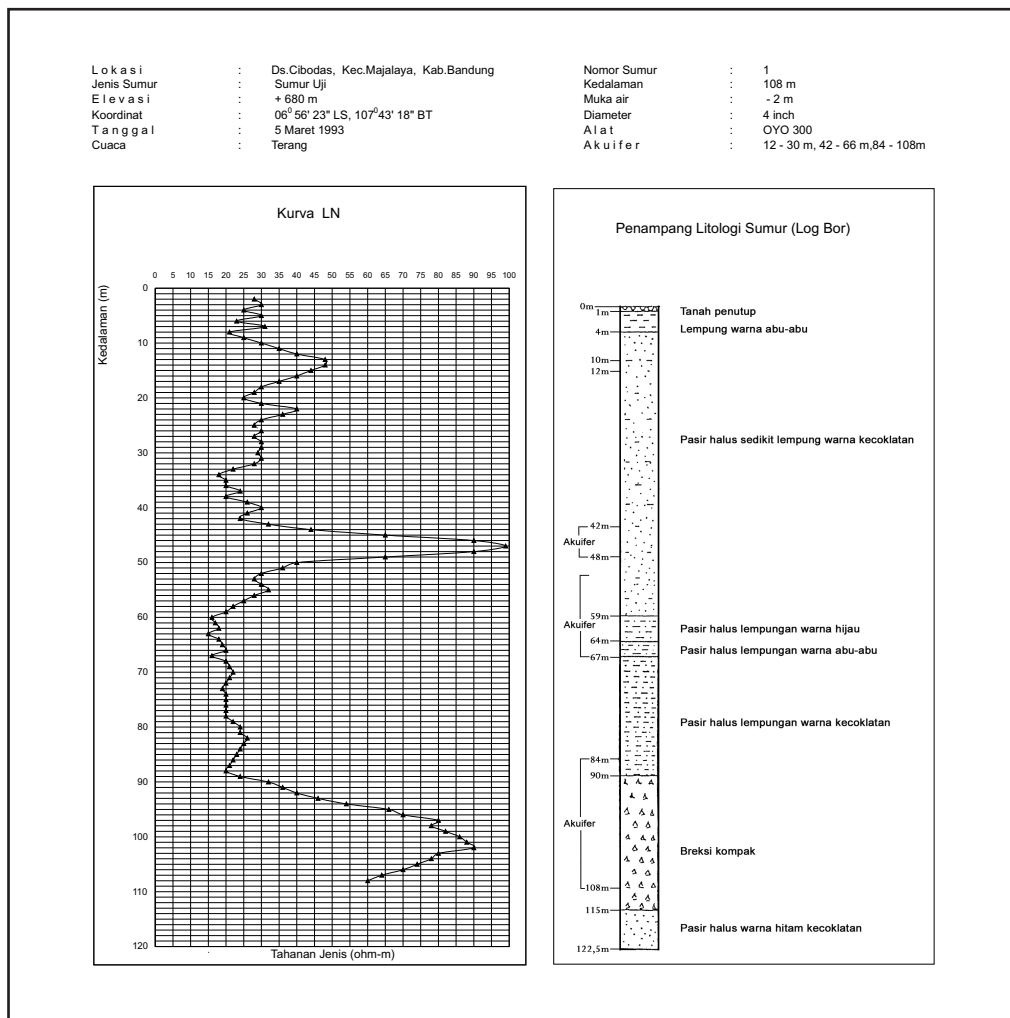
Gambar 3 Hasil Pengukuran Short Normal dan Long Normal serta Log Bor di Ciparay

Berdasarkan batuan yang keluar dari lubang bor atau tahi bor (*cutting*), kecepatan pemboran, log bor dan hasil interpretasi *logging* tahanan jenis, didapatkan data sebagai berikut :

- 1) Nilai tahanan jenis dari hasil pengukuran tahanan jenis *Long Normal* (LN) adalah antara 16 – 99 ohm/meter.
- 2) Akuifer terdapat pada kedalaman antara 23 – 34 m, 42 – 66 m dan 84 – 108 m di bawah permukaan tanah.

- 3) Pemasangan pipa saringan dilakukan di kedalaman antara 42–66 m dan 84 –108 m, supaya kualitas air tanah lebih baik dan tidak mengganggu air tanah di sumur gali / sumur dangkal dan sumur pompa tangan penduduk yang ada di sekitar pengeboran.

Pengukuran *Long Normal* (LN) dilaksanakan secara otomatis, menggunakan alat OYO 300, secara lengkap dapat diperiksa pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil Pengukuran *Long Normal* dan Log Bor di Cibodas, Majalaya

#### 4 Daerah Dago, Kota Bandung

Hasil interpretasi pengukuran geolistrik permukaan, urutan batuan nya dikelompokkan menjadi 4 (empat) satuan lapisan batuan, sebagai berikut :

##### 1) Tanah Penutup

Satuan lapisan ini, mempunyai nilai tahanan jenis antara 3,2 – 65 ohm/meter. Ketebalan lapisan tanah penutup di setiap titik pengukuran, berkisar antara 1,5 – 2 meter.

##### 2) Aluvium

Di bawah satuan lapisan tanah penutup adalah aluvium, nilai tahanan jenis dan ketebalannya bervariasi di setiap titik, karena tersusun oleh bermacam-macam fragmen batuan.

##### 3) Pasir

Satuan lapisan ini bersifat tufaan, terdiri dari selang-seling antara pasir, pasir lempungan, lempung pasir, pasir kasar, dan yang paling dominan adalah pasir. Nilai tahanan jenisnya antara 60 – 88 ohm/meter. Ketebalan lapisan ini antara 30 – 50 meter, diduga termasuk Formasi Cibeureum.

##### 4) Breksi

Satuan lapisan breksi menempati bagian bawah, terdiri dari selang-seling antara tuf dan breksi, dan yang paling dominan adalah breksi. Nilai tahanan jenisnya antara 90 – 300 ohm/meter, termasuk Formasi Cikapundung.

Air tanah dikelompokkan menjadi 4 (empat) kedalaman, sebagai berikut :

- 1) Air tanah dangkal atau air tanah bebas, terdapat pada kedalaman antara 15 – 30 meter di bawah permukaan tanah.
- 2) Air tanah di kedalaman antara 40 – 80 meter, terdapat merata di antara lapisan batuan dan lensa-lensa pasir kasar.
- 3) Air tanah pada kedalaman antara 100 – 120 meter, diduga merata pada endapan vulkanik.

- 4) Air tanah pada kedalaman lebih dari 140 meter, diduga tidak merata dan terdapat pada endapan vulkanik bagian bawah.

Berdasarkan batuan yang keluar dari lubang bor atau tahi bor (*cutting*), kecepatan pengeboran, log bor dan hasil interpretasi *logging* tahanan jenis, adalah sebagai berikut :

##### Sumur 1 (Sumur Pantau)

- 1) Nilai tahanan jenis dari hasil pengukuran tahanan jenis *Long Normal* (LN) adalah antara 2 – 62 ohm/meter.
- 2) Akuifer terdapat pada kedalaman antara 20 – 50 m dan 58 – 74 m.
- 3) Pemasangan pipa saringan dilakukan di kedalaman antara 36 – 48 m dan 60 – 72 m, supaya kualitas air tanah lebih baik, dan tidak mengganggu air tanah di sumur gali / sumur dangkal dan sumur pompa tangan penduduk yang ada di sekitar pengeboran.

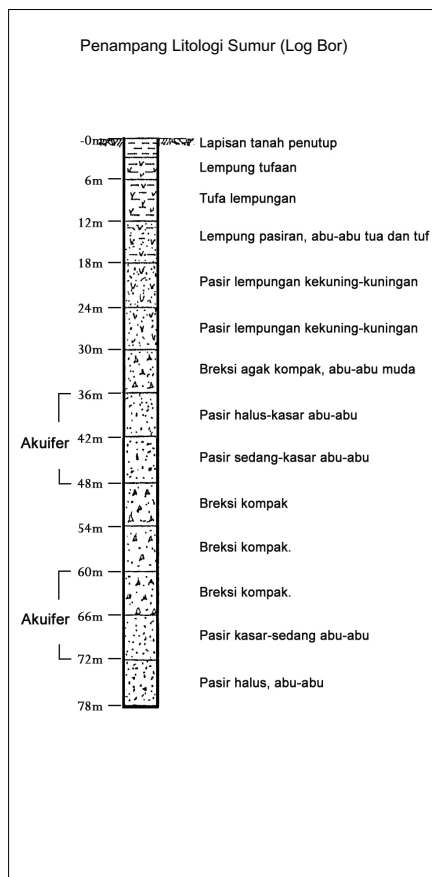
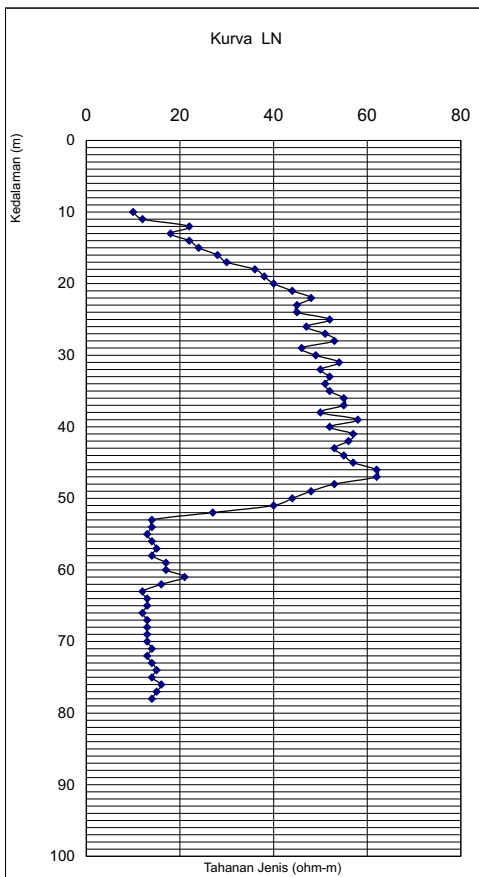
##### Sumur 2 (Sumur Uji)

- 1) Nilai tahanan jenis dari hasil pengukuran tahanan jenis *Long Normal* (LN) adalah antara 2 – 92 ohm/meter.
- 2) Akuifer terdapat pada kedalaman antara 20 – 40 m, 53 – 61 m dan 78 – 84 m yang termasuk Formasi Cibeureum. Sedangkan untuk kedalaman antara 111 – 118 m, 132 – 149 m dan 152 – 158 m termasuk Formasi Cikapundung.
- 3) Pemasangan pipa saringan untuk Formasi Cibeureum, pada kedalaman antara 53 – 61 m dan 78 – 84 m. Sedangkan untuk Formasi Cikapundung pada kedalaman antara 111 – 118 m, 132 – 149 m dan 152 – 158 m.

Pengukuran Sumur Pantau dilaksanakan secara manual untuk LN dengan alat JOHNSON KECK DR-74. Sedangkan pengukuran Sumur Uji menggunakan alat HAVERLAND - LSP dengan perekaman otomatis dan secara lengkap dapat diperiksa pada Gambar 5 dan 6.

Lokasi : Jl. Dago, Kec.Coblong, Bandung  
 Jenis Sumur : Sumur Pantau  
 Elevasi : + 780 m  
 Koordinat : 06° 52' 33" LS, 107° 36' 45" BT  
 Tanggal : Desember 1979  
 Cuaca : Terang

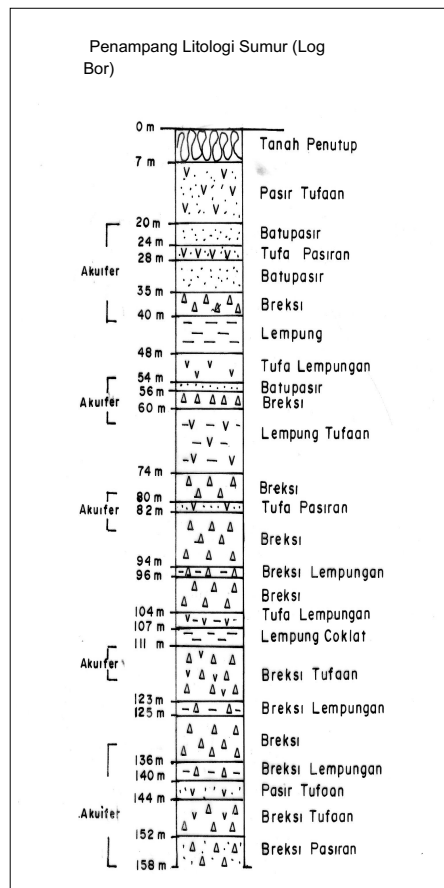
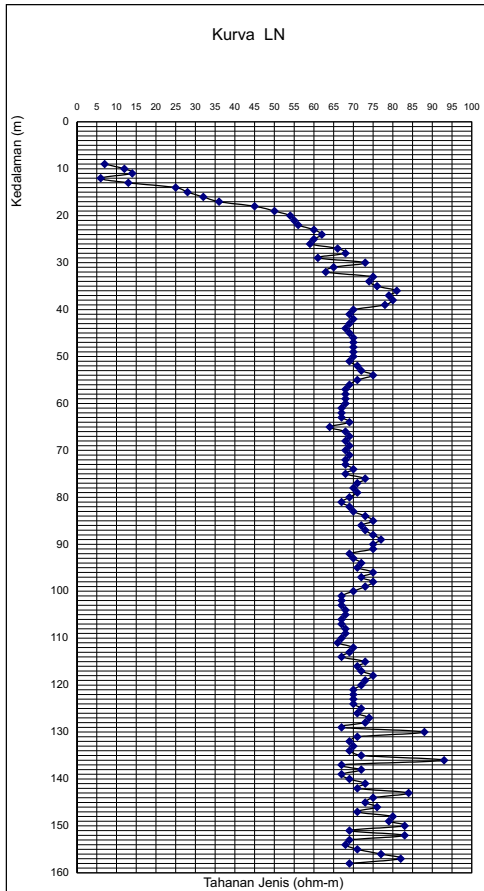
Nomor Sumur : 1  
 Kedalaman : 80 m  
 Muka air : - 10 m  
 Diameter : 4 inch  
 Alat : JOHNSON- KECK DR-74  
 Akuifer : 20 - 51 m, 36 - 48 m, 60 - 72 m



Gambar 5 Hasil Pengukuran *Long Normal* dan Log Bor di Dago Coblong

Lokasi : Jl.Dago, Kec.Coblong, Bandung  
 Jenis Sumur : Sumur Uji  
 Elevasi : + 680 m  
 Koordinat : 06° 52' 55" LS, 107° 36' 52" BT  
 Tanggal : Desember 2006  
 Cuaca : Terang

Nomor Sumur : 2  
 Kedalaman : 160 m  
 Muka air : - 9 m  
 Diameter : 4 inch  
 Alat : HAVERLAND-LSP.169/MSP  
 Akuifer : 20 - 41m,53 - 61m,78 - 86m,92 - 101m,  
 111 - 118m,132 - 149m,152-158m



Gambar 6 Hasil Pengukuran *Long Normal* dan Log Bor di Dago Coblong

## KESIMPULAN

### 1 Kesimpulan

Dari uraian hasil analisis dan pembahasan tersebut di atas, maka dapat disimpulkan :

- 1) Nilai tahanan jenis yang diduga sebagai akuifer berkisar antara 20 – 40 ohm/m, berupa pasir dan pasir tuf. Sedangkan untuk breksi sebagai akuifer antara 60 – 115 ohm/m.
- 2) Cekungan Bandung bagian selatan di daerah Ciparay dan Cibodas, akuifernya relatif baik di kedalaman antara 42 – 66 m dan 75 – 108 m. Litologi batuananya terdiri dari selang-seling antara endapan Kipas Vulkanik Muda dengan endapan Danau Bandung.
- 3) Cekungan Bandung lereng bagian utara di daerah Dago, akuifernya sampai kedalaman 100 m berupa endapan vulkanik muda yang termasuk Formasi Cibeureum. Sedangkan akuifer di kedalaman lebih dari 100 m berupa endapan vulkanik yang termasuk Formasi Cikapundung.

### 2 Saran

Berdasarkan interpretasi dari data pengukuran *logging* tahanan jenis dan batuan yang menyusunnya, disarankan antara lain :

- 1) Kedalaman pengambilan air tanah seyogianya lebih dari 50 m, sehingga tidak mengganggu air tanah bebas yang ada di sumur gali dan sumur pompa tangan.

- 2) Minimum jenis *logging* sumur yang dilakukan untuk pengeboran air tanah adalah tahanan jenis (*resistivity*), potensial diri (*self potential*) dan sinar gamma (*gamma ray*).

## DAFTAR PUSTAKA

- 1 Adang S.Soewaeli, 2004, *Tata cara Pencatatan Akuifer Dengan Metode Logging Geolistrik Tahanan Jenis Short Normal dan Long Normal Dalam Rangka Eksplorasi Air Tanah*, RSNI T-05-2004, SNI, Badan Standar Nasional, BSN.
- 2 Assad Fakhry, 2004, *Field Methods for Geologist and Hydrogeologists*, Springer – Verlag, Berlin-Heidelberg 2004, Printed in Germany.
- 3 Bruce Misstear, 2006, *Water Wells and Boreholes*, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
- 4 Kevin Hiscock, 2005, *Hydrogeology Principles and Practice*, Blackwell Publishing Science Ltd, USA.
- 5 Kollert, 1969, *Groundwater Exploration By The Electrical Resistivity Method*, Geophysical Memorandum 3, Geophysics & Electronics, Atlas Copco ABEM, Sweden.
- 6 Reinhard Kirsch, 2006, *Groundwater Geophysics, A Tool For Hydrogeology*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2006, Printed in Germany.

Diterima 15 Oktober 2008 ; disetujui 5 Januari 2009