# INVESTIGASI AIRTANAH MELALUI GEOLISTRIK DI DARMAGA, BOGOR

Roh Santoso Budi Waspodo [1)]

### ABSTRAK

*Groundwater is an important resources of water supply in the highly populated city. Groundwater availability in aquifer is determaneted by morfological hydrological and geological factors. Geological factors includes shape and distribution of rock, difference and distribution of layer and geological structure.*

*One method to investigate the groundwater potential can be used geolistric method, so can be represent about distribution, locations and depth of rock layers in subsurface at the research area.*

*The conductivity hydrolic values in Darmaga, Bogor range from 0.85 to 2.90 m/day or 0,001 – 0.04 cm/hour and the value of expect discharge is 10 s/d 20 liters/sec.*

***Key words** : Groundwater, investigate dan geolistric*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Penyediaan air bersih di suatu daerah mutlak dilakukan baik saat ini maupun saat mendatang. Penyediaan air bersih ini dapat memanfaatkan potensi air permukaan yang ada di suatu daerah, yang kemudian diolah sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan standar kesehatan. Kecenderungan bertambahnya populasi mengakibatkan peningkatan terhadap keperluan air minum/domestik, maka salah satu alternatif pemecahan masalahnya adalah dengan memanfaatkan potensi *air tanah dalam.*

*Air tanah dalam* adalah air yang terdapat pada suatu lapisan tertentu yang berada di dalam tanah. Air tanah dalam ini terdapat dalam ruang antar butiran batuan ataupun pada rekahan batuan. Jadi ruang antar butir, rongga batuan serta rekahan pada batuan merupakan tempat untuk menyimpan dan mengalirkan air tanah dalam. Air tanah dalam ini dapat bergerak secara lateral maupun vertikal yang dipengaruhi oleh keadaan morfologi, hidrologi, dan keadaan geologi setempat. Pengaruh faktor geologi antara lain adalah bentuk dan penyebaran besar butir, perbedaan dan penyebaran lapisan batuan dan struktur geologi.

Di daerah-daerah yang mempunyai pertumbuhan penduduk yang pesat seperti di Darmaga Bogor, maka pemanfaatan airtanah sangat diperlukan sebagai sumber air dalam penyediaan air bersih. Untuk mengetahui potensi air tanah perlu adanya investigasi terhadap potensi airtanah Salah satu metode investigasi airtanah melalui geolistrik, sehingga diperoleh gambaran tentang penyebaran serta kedalaman lapisan batuan bawah permukaan.

[1)] Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

**Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah investigasi airtanah melalui geolistrik untuk mengetahui jenis-jenis batuan yang ada dan mengidentifikasi akuifer (lapisan batuan mengandung airtanah) yang potensial berikut perkiraan kedalaman dan ketebalannya, sehingga dapat memprediksi potensi sumber airtanah di daerah penelitian.

## KONDISI GEOLOGI DAN HIDROGEOLOGI

### Kondisi geologi

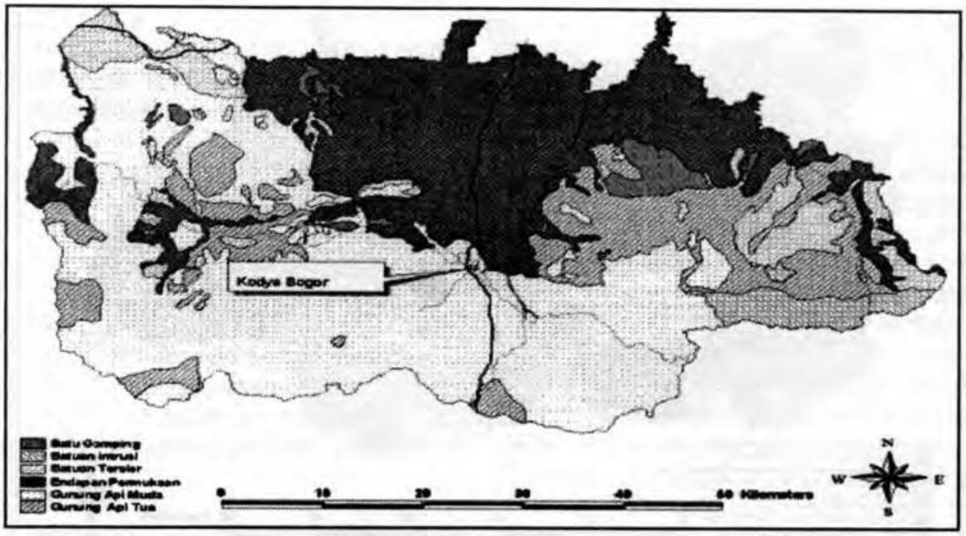
A. Stratigrafi

Daerah studi termasuk ke dalam zona fisiografi Bogor yang dicirikan oleh adanya antiklinorium dengan arah Barat Daya - Timur Laut pada batuan sedimen tua yang berumur Kuarter dan diatasnya ditutupi oleh batuan yang lebih muda dan mendominasi seluruh daerah penelitian. Berdasarkan peta geologi lembar Bogor oleh A.C. Effendi dkk (1998) batuan pada daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis. Kelompok pertama, adalah Batuan Sedimen Tersier, yang terdiri dari Formasi Jatiluhur (Tmj), Formasi Klapanunggal (Tmk), Anggota Breksi Cantayan (Tmcb), Anggota Batugamping Formasi Bojongmanik, Formasi Bojongmanik (Tmb), serta Tuf dan Breksi (Tmtb) (Anonim, 1999).

Kelompok kedua adalah Batuan Gunungapi dan Terobosan, yang dibagi menjadi Batuan Gunungapi Tua, dan Batuan Gunung Api Muda. Batuan Gunungapi Tua terdiri atas Tuf (Qvt), Lava Gunungapi (Qvl), Breksi Gunungapi (Qvb), dan Batuan Tak Terpisahkan (Qvu), sementara Batuan Gunungapi Muda terdiri atas Batuan Gunungapi Gunung Gede (*Breksi tufan dan lahar/Qvg, dan Aliran lava termuda/Qvgy*), Batuan Gunungapi Gunung Pangrango (*Endapan lebih tua, lahar dan lava/Qvpo*, dan *Endapan lebih muda lahar/Qvpy*), Batuan Gunungapi Gunung Salak (*Tuf batuapung pasiran/Qvst, Lahar, breksi tufan dan lapili/Qvsb, serta Aliran Lava/Qvsl)*, Batuan Gunung api (*Lava Gunung Endut-Prabakti/Qvep)*, serta Batuan Terobosan (*Andesit/A*). Kelompok ketiga adalah Endapan Permukaan, yang terdiri atas Kipas Aluvium (Qav), dan Endapan Aluvial Sungai.

B. Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang berupa struktur lipatan antiklin-sinklin, sesar naik, normal, dan mendatar pada batuan-batuan berumur Tersier, yang relatif berarah Barat-Timur. Aktivitas volkanik Kuarter juga menyebabkan terjadinya struktur-struktur muda yang terjadi akibat depresi magma dan biasanya berkembang secara radier. Daerah Kabupaten Bogor yang relatif terletak di utara Gunung Salak merupakan area depresi gunungapi yang terdiri atas batuan-batuan berumur Tersier dan Kuarter, yang secara fisiografi termasuk ke dalam Zona Bogor. Zona Bogor ini dicirikan oleh adanya *antiklinorium* dengan arah Barat-Timur. Struktur geologi yang berkembang merupakan hasil aktivitas periode tektonik Tersier yang tersingkap dengan baik, pada batuan berumur Tersier. Selain itupula terbentuk struktur-struktur Kuarter yang diakibatkan oleh aktivitas gunungapi Kuarter (Anonim, 1999).



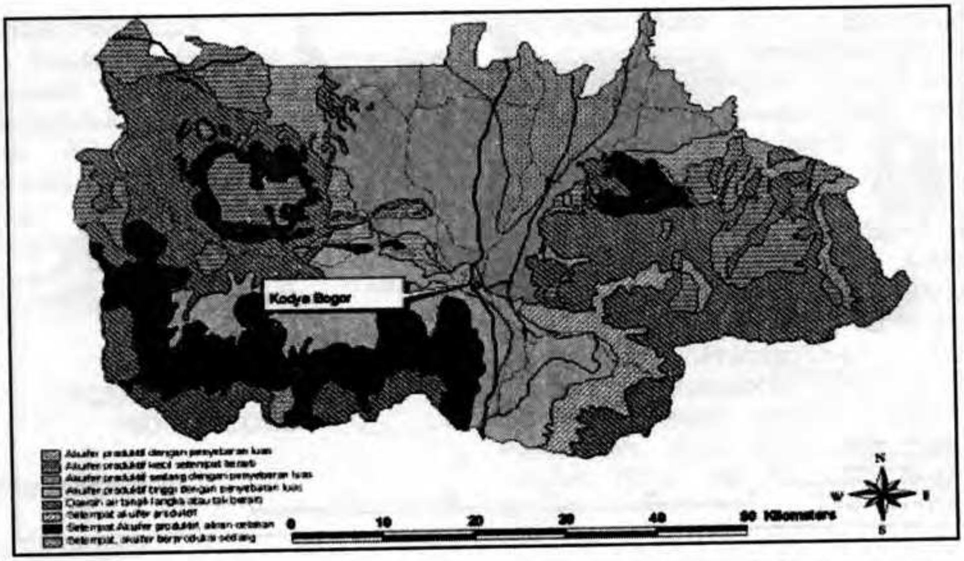

**Gambar 1. Peta geologi daerah Bogor dan sekitarnya (Anonim. 1999)**

**Kondisi hidrogeologi**

Tinggi rendahnya potensi air tanah di suatu daerah sangat dipengaruhi oleh banyaknya curah hujan, jenis dan produktifitas akifer, morfologi dan tumbuhan penutupnya. Lereng bagian bawah dan kaki G. Salak dan G. Gede-Pangrango merupakan daerah yang air tanahnya berpotensi untuk dikembangkan, khususnya sepanjang Cijeruk-Ciawi-Bogor-Cibatok dan Pamijahan-Ciampea.

Ada daerah-daerah yang memiliki potensi air tanah rendah seperti disebelah Timur Laut daerah Bogor, penduduk di daerah ini masih memanfaatkan sumur gali sebagai sumber air minum, walaupun ada beberapa sumur gali yang mencapai kedalaman sampai 19 meter terutama di dekat kawasan industri. Pengembangan air tanah yang cukup menjanjikan adalah di wilayah potensi air tanah tinggi dan wilayah air tanah sedang, namun di daerah tersebut pemanfaatan air tanah untuk keperluan industri maupun pariwisata sudah cukup intensif.

Daerah kabupaten Bogor dapat dibagi menjadi beberapa kondisi keterdapatan air tanah dan tingkat produktivitas akifer (Anonim, 1999). yang dikaitkan dengan beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain Akifer dengan aliran melalui ruang antar butir, Akifer dengan aliran melalui celah dan ruang antar butir, Akifer dengan aliran melalui celahan dan rekahan, serta Akifer bercelah atau sarang. Akifer dengan aliran melalui ruang antar butir terdiri atas Akifer produktif dengan penyebaran luas, Akifer produktif sedang dengan penyebaran luas, dan setempat akifer produktif sedang. Akifer dengan aliran melalui celah dan ruang antar butir dibagi menjadi Akifer produktif tinggi dengan penyebaran luas, Akifer produktif sedang dengan penyebaran luas. dan setempat akifer produktif. Sementara itu Akifer bercelah atau sarang terdiri dari Akifer produktif kecil (setempat berarti), dan Daerah airtanah langka (tak berarti).




Gambar 2. Peta hidrogeologi daerah Bogor dan sekitarnya (Anonim, 1999)

## METODOLOGI

Untuk memprediksi jenis, letak dan sebaran batuan di saerah penelitian digunakan metoda geolistrik sistem tahanan jenis (resistivity) dengan Konfigurasi Elektroda Schlumberger (Todd, D.K. 1995).

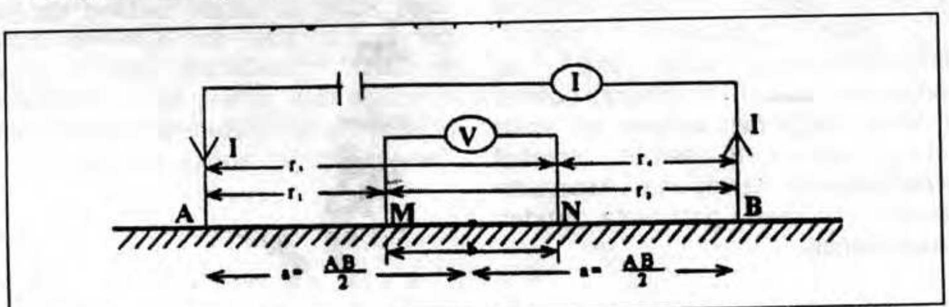
Metoda geolistrik tahanan jenis dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu:

1. ***Metoda Resistivity Sounding* (Pendugaan gejala vertikal)**

   Metoda ini bertujuan untuk mempelajari variasi atau jenis batuan secara vertikal. Pada metoda ini, pengukuran pada titik duga dilakukan dengan cara mengubah ubah jarak elektroda.

2. ***Metoda Resistivity Mapping* (pendugaan gejala horizontal)**

   Metoda ini bertujuan untuk mempelajari variasi tahanan jenis lapisan bawah permukaan secara horizontal. Oleh karena itu, pada metoda ini jarak elektroda potensial (MN/2) dan arus (AB/2) yang sama untuk semua titik di permukaan bumi. Untuk jarak mapping tertentu, elektroda potensial dibuat pada jarak tetap (misalnya untuk MN/2 = 5 m, AB/2 = 25 m). Jarak ini dipakai pada semua titik pengukuran cara ini kemudian dibuat peta kontur untuk tahanan jenis semu sama (Rho semu).




Gambar 3. Konfigurasi Elektroda Schlumberger (Todd, D.K. 1995)

Persamaan matematis dari metoda geolistrik dengan konfigurasi elektroda Schlumberger:

$$\rho_a = \left[ \frac{\pi \left( \frac{(MN)^2}{2} - \frac{(AB)^2}{2} \right)}{MN} \right] - \frac{V}{I}$$

Dimana,

$\rho_a$ = Tahanan semu (ohm)
V = Beda potensial (Volt)
I = Kuat arus (Ampere)
AB, MN = Elektroda potensial

## PROSPEK SUMBER AIRTANAH DALAM

### Identifikasi Akuifer dari Pendugaan Geolistrik

Untuk memperoleh data langsung (primer) mengenai tatanan akuifer di daerah penelitian diambil pengukuran 10 (sepuluh) buah titik pendugaan geolistrik.

Dari penampangan tahanan jenis ini semua stasiun diketahui bahwa akuifer dalam yang potensial terdapat pada kedalaman lebih dari 100 m dengan harga tahanan jenis umumnya kurang dan 40 ohm-meter sedangkan akuifer dangkal yang tipis tidak terdeteksi kemungkinan kandungan dalam jumlah yang cukup mengingat harga tahanan jenisnya kurang dari 80 ohm-meter.

Berdasarkan hasil pengukuran, maka besarnya tahanan jenis lintasan stasiun IPB-02, IPB-0 1, IPB-08, IPB-07 dan IPB 09 dapat diketahui bahwa akuifer dalam yang potential terdapat pada kedalaman mulai dari 60-70 m dengan harga tahanan jenis mencapai lebih dari 100 ohm-meter pada breksi yang masif dan kurang dari 40 Ohm-meter pada breksi lahar yang diduga mengandung akifer. Dilihat dari posisi topografi dan penampang tahanan jenis, akuifer dangkal yang mengandung airtanah tidak dijumpai, karena harga tahanan jenisnya mencapai 13.3 ohm-meter dan ketebalannya relatif tipis.

Nilai tahanan jenis pada lintasan stasiun IPB-06, IPB-05, IPB-03, IPB-04 dan IPB 10, diketahui bahwa akuifer dalam yang potensial terdapat pada kedalaman lebih dari 50 m, dengan harga tahanan jenis yang relatif kecil pada batuan yang diduga sebagai akifer. Harga tahanan jenis untuk batuan yang diduga sebagaii akifer, ditafsirkan terdapat pada batuan breksi lahar. Lava masiv yang keras muncul dominan pada titik IPB-05 dan IPB-04, dengan ketebalan lebih dari 50 meter. Pada lapisan yang diduga sebagai breksi tufa, diperkirakan akuifernya lebih kecil dibanding dengan breksi lahar.

Lapisan breksi segar terlihat dominan pada titik IPB-08, IPB-03 dan IPB-02. Secara garis besar terdapat dua kelompok lapisan pembawa air atau akuifer.

Berdasarkan hasil investigasi ini menunjukkan bahwa airtanah dalam di daerah penelitian merupakan sistem aliran air tanah pada akuifer batuan dasar yang berada pada morfologi pegunungan atau dataran antar pegunungan. Dengan litologi akuifer terdiri dari:

(1) Campuran hasil gunungapi muda, terdiri dari breksi tufaan, lava andesit, breksi, batu pasir, konglomerat. Kelulusan berkisar antara $10^{-3}$ sampai dengan $10^{-2}$ m/hari.

(2) Batuan vulkanik muda tak terpisahkan, terdiri dari breksi lahar, lava, konglomerat tufaan dan bom-bom lava berongga mencapal ketebalan lungga 100 m. ketulusan umumnya mencapai 0.8 dan 364 m/hari.

Sistem aliran air tanah pada akuifer batuan dasar di daerah penelitian adalah sistem aliran melalui ruang antar butir dan melalui rekahan, celahan dan ruang antar butir.

Besamya potensi air tanah-di daerah penelitian dapat diperkirakan dengan melangka curah hujan, luas dacrah resapan dan koefisien resapan (RC) yang besamya 15% curah hujan.

### Akuifer Yang Potensial Untuk Dikembangkan

Berdasarkan analisis data basil pengukuran geolistrik, diperoleh bahwa akuifer dalam yang potensial di daerah penelitian terletak pada kedalaman lebih dari 90 m di bawah muka tanah setempat (bmt). Litologi akuifer tersebut diperkirakan berupa batuan-batuan yang termasuk Satuan Batuan Gunungapi Kuarter yang terdin dan breksi, tufa, lava, breksi tufa, lahar dan aglomerat.. Akuifer diharapkan terdapat pada batuan batuan breksi dan lahar sebapimana ditunjukan oleh nilai resitivi batuan yang rendah.

Berdasarkan pendugaan geolistrik daerah penelitian termasuk akuifer kelompok kedua dengan kedalaman lebih dari 120 m. Akuifer yang dimaksud disini adalah akuifer yang potensial dan tidak termasuk akuifer-akuifer tipis pada kedalaman kurang dari 70m.

### Sebaran dan Kedalaman Akuifer

Berdasarkan data sekunder diperkirakan akutfer di daerah penelitian menebal ke arah Barat. Sedangkan kedalaman akuifer yang potensial berdasarkan hasil pengukuran geolistrik adalah berkisar antara 75 m sampai lebih dari 120 m.

Berdasarkan studi data sekunder dan perbandingan dengan hasil pengukuran geolistrik sendiri, maka perkiraan kedalaman akuifer yang lebih baik untuk daerah penelitian adalah antara 80 m - 120 m dengan ketebalan akuifer lebih dari 20 m.

### Parameter Akuifer

- Transmisivitas

Berdasarkan kesetaraan dengan sistim akuifer batuan dasar di wilayah kabupaten Bogor Kota dengan kedalaman pegeboran 80 - 120 m bmt, maka harga kelulusan akuifer daerah penelitian diperkirakan 25 $m^2$/hari hingga 60 $m^2$/ hari dan kapasitas jenis 2,0 - 8,0 ltr/detik/m. Nilai transmisivitas yang lebih tepat akan diketahui dari hasil uji pemompaan pada lubang bor eksplorasi.

- Konduktivitas Hidraulik (K)

Nilai kelulusan $10^1 - 10^{-2}$ m/hari di daerah Punggung dan $10^1 - 10^{-2}$ m/hari untuk daerah Cianjur adalah perkiraan nilai kelulusan batuan penyusun akuifer 20 m dan nilai keterusan (T) antara 17 - 58 $m^2$/hari, maka perkiraan nilai K di daerah penelitian adalah sekitar 0,85 - 2,9 m/hari atau antara 0,001 – 0,04 cm/jam, atau ada pada orde $10^{-1}$ - $10^1$.

- Muka airtanah

Dan data satu buah sumur bor yang terdata di daerah Darmaga diperoleh informasi mengenai debit sumur bor antara 10 sampai 20 liter / dt pada kedalaman 40 meter, di sekitar lokasi geolistrik IPB-10. Harga debit ini dapat menjadi perkiraan debit yang diharapkan dapat diperoleh dari pengeboran di lokasi penelitian.

## KESIMPULAN

Di daerah penelitian terdapat potensi sumber airtanah dalam yang disimpulkan baik dari hasil pendugaan geolistrik sendiri maupun berdasarkan hasil studi data sekunder. Airtanah dalam tersebut dapat digunakan untuk pemenuhan kebutuhan sebagai kebutuhan di lingkungan kampus IPB Bogor. Beberapa kesimpulan mengenal airtanah dalam adalah sebagai berikut:

(1) Jenis batuan yang ada dan yang bertindak sebagai penyusun akuifer adalah breksi lahar hasil rombakan gunungapi muda yang telah terkekarkan, kondisi batuan pada umumnya kompak-padu sehingga waktu pengeboran, berdasarkan

pengalaman, diperkirakan kurang lebih 3- 6 bulan.

(2) Kedalaman lapisan pembawa air (akuifer) yang berarti kedalaman pemboran diperkirakan 130 meter sampai 150 meter.

(3) Tebal akuifer diperkirakan sekitar 30 - 40 meter, sehingga saringan yang harus dipersiapkan sekitar 18 meter.

(4) Besarnya debit air yang dapat diharapkan adalah antara 10 s/d 20 liter/detik, mengingat formasi batuan di daerah ini cukup tua (lihat peta hidrogeologi), namun demikian lokasi rencana pemboran masih dekat dengan yang porus dari aluvium sehingga diharapkan ada imbuhan dari formasi ini kedalam sistem airtanah dalam.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1999. Pola pemanfaatan sumberdaya alam/air Kabupaten Bogor. BPPT dan Bappeda Kabupaten Dati II Bogor, Bogor.

Erdelyi, M. dan J. Galfi (1988), *Surface and Subsurface Mapping in Hydrogeology*, Akademiai Kiado, Budapest, 22 – 26

Kashef, A.A.I. (1987), *Groundwater Engineering*, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 202 – 241

Kruseman, G.P. and N.A. de Ridder (1991), *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*, ILRI, Wageningen, 55 - 71

Rukmana, R. (1986), *Laporan Hasil Pendugaan Geolistrik Untuk Menunjang Penyelidikan Geologi Teknik / Pemetaan Geologi Teknik di Daerah Jatiwangi, Kabupaten Majalengka – Jawa Barat*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung, 1 – 20

Todd, D.K. (1995), *Groundwater Hydrology*, John Wiley & Sons, Inc., Singapore, 146 – 172