

IDENTIFIKASI POTENSI AIR TANAH UNTUK KEBERLANJUTAN SUMBER DAYA AIR: KASUS DI DAS CICATIH-CIMANDIRI KABUPATEN SUKABUMI JAWA BARAT

Popi Rejekiningrum¹, Hidayat Pawitan², Budi Indra Setiawan³, Budi Kartiwa⁴

^{1,4} Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Litbang Kementerian Pertanian

² Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas MIPA IPB

³ Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian IPB

E-mail: rejekiningrum@yahoo.com

Diterima: 16 September 2009; Disetujui: 18 Februari 2010

ABSTRAK

Saat ini tidak lebih dari 50% pasokan air bersih penduduk dipenuhi dari PDAM, sehingga air tanah menjadi salah satu sumber air yang diandalkan penduduk sebagai alternatif air PDAM. Kurangnya pemahaman dan kondisi air tanah saat ini yang terjadi di masyarakat, menimbulkan permasalahan yang sangat merugikan dan mengancam keberlangsungan ketersediaan air bersih masyarakat. Sehubungan dengan hal tersebut, penggunaan air yang sangat berlebihan serta kurangnya lahan resapan, menjadi penyebab utama menurunnya kualitas dan kuantitas sumber daya air tanah. Peningkatan jumlah penduduk akan semakin meningkatkan kebutuhan air tanah, sedang kondisinya akan semakin terbatas. Hal tersebut menjadi suatu permasalahan yang serius karena kondisi kelestarian sumber air saat ini memiliki peranan yang penting bagi keberlangsungan kehidupan yang akan datang. Untuk itu diperlukan upaya untuk memberikan informasi mengenai keberadaan air tanah baik potensi maupun debitnya untuk memberikan gambaran di mana air tanah tersebut ditemukan. Makalah ini menyajikan identifikasi air tanah yang dilakukan melalui survei geolistrik dengan alat Terameter (*Resistivity Meter*) dengan cara menembakkan arus listrik ke dalam tanah dengan memakai elektroda-elektroda dan mengambil nilai hambatannya dalam dimensi waktu respon. Hasil pengukuran menunjukkan sifat material di bawah permukaan bumi sampai kedalaman 200 meter tanpa melalui pengeboran. Dari sifat material bawah tanah tersebut dapat diketahui tahanan jenis dan ketebalan akifernya untuk menentukan pemetaan potensi air tanah di wilayah tersebut.

Kata kunci: Air tanah, survei geolistrik, pemetaan air tanah, keberlanjutan sumber daya air.

ABSTRACT

Currently, not more than 50% of the domestic water demand is supplied by PDAM, so that groundwater is one of the important alternative water supply for the people. Lack of understanding and less favorable condition of groundwater occurring presently among communities have caused many problems threatening the sustainability of the resources itself. Excessive use of groundwater and reduced water recharge would endanger the quality and quantity of groundwater resources. With increasing population, groundwater is much required whereas conditions are very limited. This is a very serious problem to be considered, as assuring water resources sustainability is important to guarantee sustainability of future life. This paper presents mapping of groundwater potential of Cicatih-cimandiri area derived from geo-electrical surveys. Results indicated the material characteristics up to 200 meters below ground surface without drilling, especially aquifer thickness and resistivity, identifying areas within the basin with productive aquifer with specific discharge 2.5 l/s/sq.km.

Keywords: Groundwater, geo-electrical surveys, resistivity meter, groundwater mapping, water resources sustainability.

PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber air yang sangat penting bagi keseharian kehidupan penduduk Indonesia. Selain untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia, air tanah juga dimanfaatkan untuk pertanian serta industri. Berbagai kepentingan tersebut seringkali mengakibatkan munculnya konflik kebutuhan air antara masyarakat dengan industri sehingga dapat dikatakan bahwa air tanah memiliki beberapa fungsi, yaitu sebagai fungsi sosial (pemenuhan kebutuhan masyarakat), ekonomi (industri) dan daya dukung lingkungan.

Peranan air tanah yang cenderung meningkat dapat dipahami karena beberapa keuntungan, yakni kualitas air umumnya baik, biaya investasi relatif rendah, dan pemanfaatannya dapat dilakukan di tempat yang membutuhkannya (in situ).

Penelitian untuk menentukan potensi air di permukaan sudah banyak dilakukan, tetapi penelitian untuk menentukan potensi air tanah masih sangat terbatas. Dengan demikian diperlukan karakterisasi potensi air tanah untuk mengetahui sebaran dan kedalamannya. Pendekatan konvensional untuk mengetahui potensi air tanah berdasarkan survey geologi dan eksplorasi (pengeboran) yang memerlukan waktu lama dan biaya tinggi. Pengamatan air tanah yang dilakukan secara terintegrasi antara *remote sensing*, geofisik dan GIS seperti yang dilakukan dalam kegiatan Prima Tani, dapat menghemat waktu dan biaya (Singh dan Prakash, 2003). Pengamatan dilakukan dengan menggunakan metoda geolistrik dengan mengukur resistivitas (tahanan jenis) batuan. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektrode (terletak di luar konfigurasi). Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektrode potensial yang berada di dalam konfigurasi. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektrode tertentu, dapat ditentukan variasi nilai hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (titik *sounding*).

Pada umumnya, metode resistivitas ini hanya baik untuk eksplorasi dangkal, sekitar 100 m. Jika kedalaman lapisan lebih dari nilai tersebut, informasi yang diperoleh kurang akurat, hal ini disebabkan melemahnya arus listrik untuk jarak bentangan yang semakin besar. Karena itu, metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi dalam, seperti eksplorasi minyak. Metode resistivitas ini lebih banyak digunakan dalam bidang *geologi teknik* (seperti penentuan kedalaman batuan dasar), pencarian reservoir air, pendeteksian intrusi air laut, dan pencarian ladang geothermal.

Wilayah Kabupaten Sukabumi bagian utara memiliki potensi air tanah yang sangat baik. Tidaklah mengherankan apabila daerah ini kemudian berkembang pesat menjadi kawasan industri air minum dalam kemasan (AMDK). Produsen air kemasan serta industri - industri garmen telah melakukan eksploitasi air tanah di wilayah tersebut untuk memenuhi kebutuhan airnya (Haryanto, 2009).

Meningkatnya penggunaan air tanah oleh industri dikhawatirkan mengakibatkan penurunan muka air tanah yang cukup dalam, terlebih lagi bahwa umumnya eksploitasi air tanah di wilayah tersebut memanfaatkan air tanah yang berasal dari akifer tidak tertekan (Dinas Pertambangan Provinsi Jawa Barat dan LPPM ITB, 2003).

Selanjutnya laporan hasil penelitian dari Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi tahun 2005 menyatakan bahwa intensitas pengambilan air tanah di Kabupaten Sukabumi saat ini sudah cukup tinggi terutama di kawasan industri yang tersebar di daerah Kecamatan Cicurug, Cidahu dan Parungkuda. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengkajian hidrogeologi kawasan *discharge* Kecamatan Cicurug, Cidahu dan Parungkuda yang dilakukan pada tahun 2003. Dari data tersebut dijelaskan bahwa jumlah pengambilan air tanah dalam selama tahun 2002 mencapai 3 juta m³. Apabila dibandingkan dengan potensi air tanah di dalam cekungan tersebut yang lebih kurang 5.3 juta m³/tahun, maka jumlah pengambilan air tanah dalam telah mencapai 56 % dari potensi yang ada. Persentase tersebut diperkirakan akan menjadi lebih besar apabila jumlah air yang meresap di daerah *recharge* (resapan) lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah pengambilan air di daerah *discharge*. Hal ini dapat dilihat dengan jelas apabila neraca antara debit air yang masuk di daerah *recharge* dan jumlah debit pengambilan di daerah *discharge* sudah diketahui. Salah satu indikasi tidak seimbang neraca (jumlah pengambilan lebih besar dari jumlah pengisian) adalah menurunnya muka air tanah di daerah pengambilan (*discharge*) (Distamben, 2005).

Untuk itu diperlukan identifikasi air tanah untuk mengetahui potensi air tanah tanpa pengeboran, sehingga dapat diketahui di mana air tanah yang layak untuk dieksploitasi tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan.

KAJIAN PUSTAKA

Pasokan air total dunia sekitar 333.000.000 kubik mil (1.386 juta kubik kilometer). Lebih dari 96 persen (96,5%) adalah air asin yang berada di lautan, 0,001% terdapat di atmosfer, dan 3,5%

terdapat di daratan. Dari total 3,5% air di daratan terdiri dari es, gletser, dan salju sebesar 1,74%, airbumi 1,7% (tawar 0,76% dan asin 0,94%), *ground ice & permafrost* 0,022%, danau 0,13% (tawar 0,007% dan asin 0,006%), kelembaban tanah 0,001%, air sungai 0,0002%, dan *biological water* 0,0001% (Shiklomanov dalam Gleick, 1993).

Dan, dari total air tawar, lebih dari 68 persen terkunci di es dan gletser. Lain 30 persen air tawar dalam tanah. Jadi, sungai dan danau yang memasok air permukaan untuk keperluan manusia hanya mencakup sekitar 22.300 mil kubik (93.100 km kubik), yaitu sekitar 0,007 persen dari total air, namun sungai adalah sumber dari sebagian besar orang menggunakan air. Air tanah merupakan komponen dari suatu daur hidrologi (*hydrology cycle*) yang melibatkan banyak aspek bio-geo-fisik, bahkan aspek politik dan sosial budaya yang sangat menentukan keterdapatannya air tanah di suatu daerah. Siklus hidrologi menggambarkan hubungan antara curah hujan, aliran permukaan, infiltrasi, evapotranspirasi dan air tanah. Sumber air tanah berasal dari air yang ada di permukaan tanah (air hujan, air danau dan sebagainya) kemudian meresap ke dalam tanah/akifer di daerah imbuhan (*recharge area*) dan mengalir menuju ke daerah lepasan (*discharge area*).

Menurut Direktorat Geologi Tata Lingkungan dan Kawasan Pertambangan (2004), aliran air tanah di dalam akifer memerlukan waktu lama bisa puluhan sampai ribuan tahun tergantung dari jarak dan jenis batuan yang dilaluinya. Pada dasarnya air tanah termasuk sumber daya alam yang dapat diperbaharui akan tetapi jika dibandingkan dengan waktu umur manusia, air tanah bisa digolongkan kepada sumber daya alam yang tidak terbaharukan.

Air tanah adalah semua air yang terdapat pada lapisan pengandung air (akifer) di bawah permukaan tanah, mengisi ruang pori batuan dan berada di bawah muka air tanah. Akifer merupakan suatu formasi geologi yang jenuh air yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan meluluskan air dalam jumlah cukup dan ekonomis, serta bentuk dan kedalamannya terbentuk ketika terbentuknya cekungan air tanah. Cekungan air tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses penambahan (*recharge*), pengaliran, dan pelepasan (*discharge*) air tanah berlangsung. Potensi air tanah di suatu cekungan sangat Air tanah mengalir dengan kecepatan yang berbeda pada jenis tanah yang berbeda. Air tanah mengalir lebih cepat melalui tanah berpasir tetapi bergerak lebih lambat pada tanah liat.

Air tanah dapat dibedakan atas air tanah yang tertekan dan yang tidak tertekan. Air tanah

tertekan atau lebih populer sebagai air tanah dalam (*groundwater*) disebut juga air artesis, yakni air pada lapisan pembawa yang terapit oleh dua lapisan kedap. Jika dilakukan pengeboran tanah dan menjumpai air tertekan, permukaan air itu dapat menyembur keluar. Yang dimaksud dengan air tanah yang tak tertekan atau air tanah bebas atau lebih populer di masyarakat sebagai air tanah dangkal (*soil water*), ialah air tanah yang tidak terapit oleh lapisan penutup. Ini merupakan air tanah yang biasanya kita jumpai jika kita membuat sumur gali. Batas atas air tanah bebas disebut muka air tanah, yang sekaligus juga merupakan batas lajur jenuh. Air tanah (*groundwater*) bergerak ke bawah tanah melalui proses perkolasi dan kemudian mengalir kedalam saluran atau alur air sebagai *seepage*.

Air tanah dangkal umumnya berada pada kedalaman kurang dari 40 meter dari permukaan tanah. Akifer air tanah ini bersifat tidak tertekan, sangat mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat. Hal ini disebabkan karena antara air tanah pada akifer dan air yang ada di permukaan tanah tidak dipisahkan oleh lapisan batuan yang kedap. Jika terjadi hujan, air yang meresap ke dalam tanah akan langsung menambah air tanah ini. Air tanah dalam keberadaannya cukup dalam, sehingga untuk mendapatkannya harus menggunakan alat bor besar. Air tanah ini berada pada akifer kedalaman antara 40-150 m dan di bawah 150 m. Akifer ini bersifat tertekan dan tidak dipengaruhi oleh kondisi air permukaan setempat karena antara air tanah pada akifer dan air yang ada di permukaan tanah dipisahkan oleh lapisan batuan yang kedap. Air tanah ini mengalir dari daerah resapannya di daerah yang bertopografi tinggi.

Negara-negara di Asia Tenggara memiliki sumber daya air yang sangat berharga dan dapat dipergunakan untuk mengairi areal pertanian. Di sebagian besar negara, air tanah merupakan sumber daya air utama karena tidak memiliki sumber daya air permukaan dan curah hujan yang ada tidak memadai untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Di beberapa wilayah di mana laju aliran ke samping (*seepage*) sangat tinggi, air tanahnya juga dipompa (Bhatti, M.A., 2002).

Direktorat Geologi Tata Lingkungan dan Kawasan Pertambangan dalam Kementerian Lingkungan Hidup (2003) menyatakan bahwa potensi air tanah di Indonesia relatif cukup besar, yaitu $4,7 \times 10^9$ m³/tahun yang tersebar di 224 cekungan air tanah. Penyebaran potensi airtanah tersebut antara lain di Pulau Jawa dan Madura sebesar $1,172 \times 10^9$ m³/tahun (24.9 %); Pulau Sumatera $1,0 \times 10^9$ m³/tahun (21.3 %); Pulau Sulawesi 358×10^6 m³/tahun (7.6 %), Papua sebesar 217×10^6 m³/tahun (4.6 %) dan

Kalimantan sebesar $830 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{tahun}$ (17.7 %); sedangkan sisanya sebesar $1.123 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{tahun}$ (23.9 %) berada di pulau-pulau lainnya.

Selanjutnya potensi air tanah di suatu cekungan sangat tergantung kepada porositas dan kemampuan batuan untuk meluluskan dan meneruskan air. Di Indonesia telah teridentifikasi 263 cekungan air tanah dengan total kandungan $522,2$ milyar m^3/tahun , 80 cekungan air tanah terletak di Pulau Jawa dan Madura dengan kandungan $43,314$ milyar m^3/tahun (Direktorat Geologi Tata Lingkungan dan Kawasan Pertambangan, 2005).

Pemanfaatan air tanah dalam di daerah Jakarta, menurut catatan yang ada, telah dimulai sejak abad ke 19, yaitu sejak dilakukannya pemboran pertama pada tahun 1848 pada masa pemerintahan Hindia Belanda, di Fort Prins Hendrik (sekitar Mesjid Istiqlal) Jakarta. Setelah pemboran pertama tersebut sukses, maka pemanfaatan air tanah untuk penyediaan air bersih mengalami peningkatan yang berarti. Dalam perkembangannya, pengambilan air tanah dalam jumlah yang cukup berarti dan dianggap sebagai awal pemanfaatan air tanah dimulai pada tahun 1879. Pada saat itu tercatat jumlah pengambilan air tanah dari 13 sumur bor yang ada di Kota Jakarta kurang lebih 3,4 juta m^3/tahun .

Sedangkan di daerah Bandung dan sekitarnya air tanah dalam mulai dimanfaatkan sejak tahun 1893, setelah pengeboran di Hoofdienschool (sekarang kira-kira di Tegalega). Sejak saat itu pemanfaatan air tanah dalam untuk penyediaan air bersih mengalami peningkatan sampai dengan saat ini.

Selanjutnya Direktorat Geologi Tata Lingkungan dan Kawasan Pertambangan, (2004) menyatakan bahwa dalam pemanfaatan air tanah harus dilakukan dengan bijaksana, karena penggunaan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan yang serius dan degradasi lahan. Pengambilan air tanah cukup tinggi dan melampaui jumlah rata-rata imbuhan akan menyebabkan penurunan muka air tanah terus-menerus dan pengurangan potensi air tanah di dalam akifer. Sehingga akan memicu terjadinya dampak negatif seperti intrusi air laut, penurunan kualitas air tanah, dan amblesan tanah. Kebijakan pengelolaan air tanah pada prinsipnya seharusnya tidak berubah dari pengelolaan sebelumnya yaitu tetap memperhatikan aspek kelestarian dan perlindungan sumber daya air tanah, pengendalian dan pemulihan kerusakan lingkungan.

Air tanah masih mempunyai peluang yang cukup besar untuk dimanfaatkan. Untuk itu air tanah sebaiknya dikelola secara partisipatif. Pengelolaan partisipatif menuntut adanya keterlibatan masyarakat secara aktif untuk

mendukung pelaksanaan pengelolaan air tanah. Untuk itu peran serta masyarakat langsung sangat diperlukan dan perlu diperkuat serta diperluas.

Dengan hadirnya UU 7/2004 tentang Sumber Daya Air diharapkan membawa misi perubahan dalam pengaturan dan pengelolaan air tanah di Indonesia. Misi perubahan dengan mengadaptasi perubahan paradigma baru, akan mempengaruhi kebijakan dan proses pengelolaan air tanah sebagai sumber daya air. Paradigma baru yang mewarnai lahirnya UU SDA, dilandasi oleh perubahan fungsi air tanah dan penyelenggaraan pemerintahan secara umum yang diwujudkan dalam berbagai bentuk rumusan pengaturan pengelolaan air tanah.

Pertama, bahwa kebutuhan masyarakat akan air semakin meningkat telah menyebabkan menguatkan nilai ekonomi air dibanding nilai sosialnya. Perubahan fungsi air tanah dari komoditas sosial bebas menjadi komoditas sosial-komersial, merupakan suatu kenyataan yang timbul dari kebutuhan akan air semakin meningkat sementara persediaan dan pelayanan semakin terbatas. Hal ini dapat menimbulkan konflik antar sektor, antar wilayah dan antar kepentingan pihak-pihak terkait. Oleh karena itu pemerintah wajib memberi perlindungan terhadap kepentingan masyarakat ekonomi lemah dengan menerapkan prinsip keselarasan antara fungsi sosial, lingkungan hidup, dan ekonomi.

Kedua, implikasi perubahan sistem pemerintahan dari sentralisasi ke desentralisasi yang merubah pola kebijakan pemerintah dari *top-down* menjadi *bottom-up*, merupakan suatu kenyataan berfungsinya demokratisasi, desentralisasi dan keterbukaan dalam tatanan kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara, yang menuntut adanya keterlibatan masyarakat secara aktif untuk mendukung pelaksanaan pengelolaan di berbagai sektor pembangunan. Oleh karena itu pemerintah harus membuka akses yang luas bagi keterlibatan masyarakat dalam hal pengelolaan air tanah. Pola pengelolaan air tanah partisipatif ini mengarah pada penciptaan pola pengelolaan dan pengembangan air tanah dari *government centrist* menuju *public-private participation*.

Atas dua hal tersebut maka cukup beralasan apabila arahan pendayagunaan air tanah ditujukan untuk memenuhi kebutuhan air bagi berbagai keperluan dengan mengutamakan pada kebutuhan air minum dan rumah tangga, dan pengusahannya hanya dapat dilaksanakan sepanjang tidak mengurangi alokasi pemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan pokok untuk air minum dan rumah tangga, serta memberikan peluang kepada masyarakat untuk lebih berperan aktif dalam proses perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan

terhadap penyelenggaraan konservasi dan pendayagunaan air tanah dalam kerangka pengelolaan partisipatif (Rustiady, 2006).

Dalam konteks pengelolaan partisipatif, sebuah model partisipasi pengelolaan air tanah yang melibatkan berbagai *stakeholder* seperti apa yang dilakukan oleh King County, Washington, USA. Di bawah legalisasi hukum mengenai Perlindungan Air Tanah (*The King County Groundwater Protection Code*) menyusun sebuah Komisi Perlindungan Air Tanah (*Groundwater Protection Committee*) bagi perencanaan pengelolaan air tanah yang melingkupi 4 (empat) wilayah pengelolaan air tanah (GWMA). Keanggotaan dalam komisi ini dipilih berdasarkan keterwakilan setiap *stakeholder* yang memiliki kepentingan terkait dengan air tanah di dalam wilayah pengelolaan air tanah. Fungsi komisi berusaha untuk memformulasikan masalah secara kolektif, merumuskan strategi dan rencana tindak kolektif serta melakukan mediasi konflik kepentingan dalam pemanfaatan air tanah yang merupakan sumberdaya publik dalam kebijakan rencana induk. Kebijakan rencana induk ini selanjutnya menjadi arahan bagi pelaksanaan pengelolaan air tanah dan isu-isu terkait dengan air tanah di tingkat lokal.

METODOLOGI

1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut: 1) Peta Rupa Bumi dengan skala 1 : 25.000 yang diproduksi oleh BAKOSURTANAL, 2) Peta Geologi lembar Bogor skala 1 : 100.000, dan 3) Peta Hidrogeologi Kabupaten Sukabumi skala 1 : 100.000 yang diproduksi oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung pada tahun 1990.

Sedangkan alat yang digunakan adalah sebagai berikut: 1) GPS (*Global Positioning System*), 2) Terrameter ABEM SAS 1000, 3) Seperangkat komputer, plotter, dan digitizer, 4) Software IP2WIN, dan Software Arc-View ver. 3.3.

2 Metode Pengukuran Air Tanah

Pengukuran air tanah dilakukan dengan mempelajari karakteristik batuan yang mengandung air, menggunakan alat *resistivity meter*/terameter tipe ABEM SAS 1000 (Gambar 1). Titik penembakan dengan terameter ditentukan berdasarkan peta satuan lahan, peta geologi, dan hidrogeologi. Untuk ketepatan penentuan titik terlebih dahulu dilakukan penentuan posisi titik menggunakan GPS (*Global Positioning System*) selanjutnya dilakukan pengamatan dengan terameter untuk menentukan ketahanan jenis batuan dan kondisi akifernya.



Gambar 1 Prototipe terameter tipe ABEM SAS-1000

Upaya mengetahui potensi air tanah dengan menggunakan alat terameter yang dikenal dengan survei geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk menduga kondisi geologi bawah permukaan, khususnya macam dan sifat batuan berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batuan. Dari data sifat kelistrikan batuan yang berupa besaran tahanan jenis (*resistivity*), masing-masing dikelompokkan dan ditafsirkan dengan mempertimbangkan data kondisi geologi setempat. Perbedaan sifat kelistrikan batuan antara lain disebabkan oleh perbedaan macam mineral penyusun, porositas dan permeabilitas batuan, kandungan air, suhu, dan sebagainya. Dengan mempertimbangkan beberapa faktor di atas, dapat diinterpretasikan kondisi air tanah di suatu wilayah.

Pengukuran besarnya tahanan jenis batuan di bawah permukaan tanah dengan menggunakan metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) dilakukan untuk mengetahui susunan lapisan batuan bawah tanah secara vertikal, yaitu dengan cara memberikan arus listrik ke dalam tanah dan mencatat perbedaan potensial terukur. Nilai tahanan jenis batuan yang diukur langsung di lapangan adalah nilai tahanan jenis semu (*apparent resistivity*), dengan demikian, nilai tahanan jenis di lapangan harus dihitung dan dianalisis untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya (*true resistivity*) dengan metode Schlumberger. Selanjutnya untuk pengolahan dan analisis data lapangan untuk mendapatkan nilai tahanan jenis yang sebenarnya, serta interpretasi kedalaman dan ketebalannya digunakan perangkat lunak komputer. Berdasarkan nilai tahanan jenis sebenarnya, maka dapat dilakukan interpretasi macam batuan, kedalaman, ketebalan, dan kemungkinan kandungan air tanahnya, sehingga didapatkan gambaran daerah-daerah yang berpotensi mengandung air tanah serta dapat ditentukan rencana titik-titik pemboran air tanah (Anonymous, 2003). Persamaan yang digunakan dalam metode Schlumberger adalah sebagai berikut:

$$\rho a = \pi \left(b^2 / 2 - a / 4 \right) \frac{V}{I} \quad \dots(1)$$

dengan:

ρa , nilai tahanan jenis semu (ohm meter)

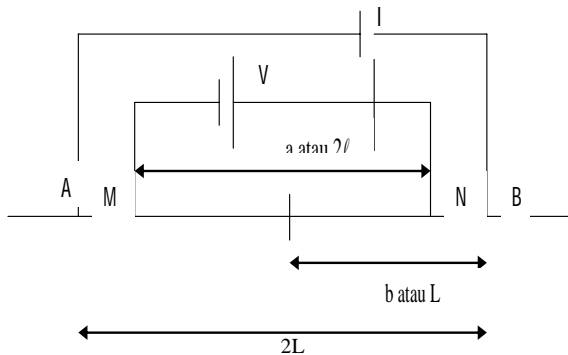
V , beda potensial (mV)

I , arus (mili ampere)

b , setengah jarak elektrode arus (meter)

a , jarak elektrode potensial (meter)

Konfigurasi elektrode metode Schlumberger digambarkan sebagai berikut: M,N digunakan sebagai elektrode potensial sedangkan A dan B sebagai elektrode arus. Pada konfigurasi ini, nilai $MN < nilai AB$. Dalam metode ini persyaratan yang harus dipenuhi $AB/2 > MN/2$. Pada Gambar 2 disajikan skema survei geolistrik dengan metode Schlumberger.



Gambar 2 Skema survei geolistrik dengan metode Schlumberger

Bila jarak elektrode AB dibuat 10 kali elektrode MN untuk tiap jarak pengukuran, diperoleh persamaan resistivitas metode Schlumberger sebagai berikut:

$$\rho_s \approx K_s \frac{\Delta V}{I} \text{ dengan } K_s = \frac{\pi(L^2 - \ell^2)}{2(L^2 + \ell^2)} \quad \dots (2)$$

Umumnya metode Schlumberger ini dilakukan dengan jarak elektrode AB dibuat 10 kali atau lebih terhadap jarak elektrode MN. Meskipun begitu metode ini dapat dilakukan dengan jarak elektrode $AB < 10 MN$ asalkan $L \geq 4\ell$.

Tahapan analisis adalah sebagai berikut:

- 1) Analisis data hasil pengukuran *vertical electrical sounding* (VES) dilakukan dengan menggunakan teknik penyamaan kurva yang dibantu dengan menggunakan software IPI2WIN. Analisis data dengan teknik penyamaan kurva digunakan kurva baku (*principal curve*) dan kurva bantu (*auxilliary curve*). Kurva-kurva tersebut dibuat berdasarkan hitungan matematis untuk dua lapisan paralel.
- 2) Data nilai resistivitas semu versus jarak elektrode diplot pada kertas transparan berskala logaritma ganda. Kemudian pada

data tersebut diterapkan teknik penyamaan kurva. Dalam melakukan penyamaan, kertas plot digerakkan dengan posisi sedemikian rupa agar sumbu-sumbu skala logaritma selalu sejajar dengan yang ada pada kurva baku maupun kurva bantu.

- 3) Kurva baku digunakan untuk menentukan nilai resistivitas sebenarnya dan menentukan kedalaman batas lapisan, sedangkan kurva bantu digunakan untuk mencari tempat kedudukan lengkung kurva yang mencirikan adanya perubahan nilai resistivitas atau perubahan lapisan.
- 4) Hasil proses penyamaan kurva berupa nilai resistivitas dan kedalaman lapisan kemudian dengan bantuan Peta Geologi dilakukan interpretasi kedalaman dan ketebalan lapisan akifer yang berpotensi mengandung air berdasarkan pada jenis batuan, kedalaman dan ketebalan akifer. Perkiraan nilai tahanan jenis batuan dan air disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Penentuan potensi air tanah mengacu pada Tabel 3.

Tabel 1 Nilai tahanan jenis material/tanah/batuan

Material/tanah/batuan	Ohm-meter
Lempung dan napal	1-100
Tanah penutup (<i>top soil</i>)	60-130
Tanah lempungan	100-150
Tanah pasir	600-6000
Pasir lepas	1.000-100.000
Kerakal, kerikil, dan pasir	100-6.000
Batu gamping	90-5.000
Basalt	15-9.000
Batuan kristalin	1.000-180.000

Sumber: Vingoe, 1972

Tabel 2 Tahanan jenis air

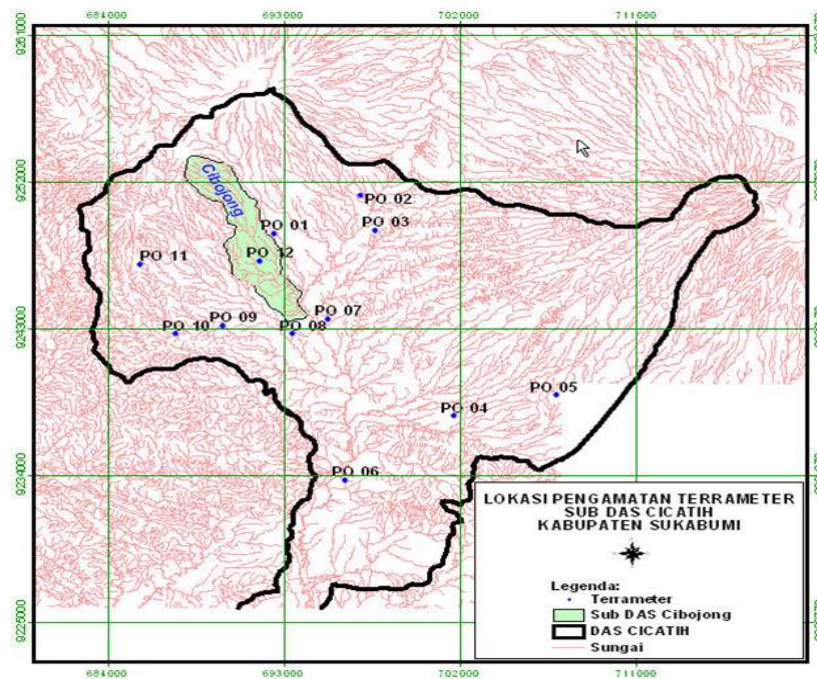
Tipe	Ohm meter	Keterangan
Air meteorik	30-1.000	Dari hujan
Air permukaan	30-500	Di daerah batuan beku
Air permukaan	10-150	Di daerah batuan sedimen
Air tanah	30-150	Di daerah batuan beku
Air tanah	> 1	Di daerah batuan sedimen
Air laut	$\pm 0,2$	
Air untuk rumah tangga	>1,8	Kandungan garam yang diijinkan maksimum 0,25%
Air untuk irigasi/penampungan air	< 0,65	garam yang diijinkan maksimum 0,7%

Sumber: Kolert, 1969

Tabel 3 Penentuan potensi air tanah berdasarkan tahanan jenis batuan dan ketebalan

Kelas Tahanan Jenis		Batuan	Makna Hidrogeologi	Potensi	Perkiraan debit (lt/s)
Nilai Tahanan (Wm)	Ketebalan (m)				
0-45	2-43	Dominasi liat atau liat berkerkil	Lapisan akifer tidak jenuh air	Kurang potensial	1,6 – 5
45-300	0-47	Batu pasir, batu kapur	Lapisan akifer jenuh air	Sangat potensial	> 5
>300	NR	Batuan kompak	Lapisan non akifer	Tidak potensial	0 – 1,5

Sumber:???



Gambar 3 Peta sebaran pengamatan air tanah di DAS Cicatih

PERSYARATAN PENGUKURAN

Pengukuran geolistrik di lapangan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Lapisan batuan di lokasi titik pengukuran mempunyai kemiringan lebih kecil dari 30°
- 2) Pemasangan elektrode diusahakan dalam suatu garis lurus
- 3) Pengukuran dilakukan pada daerah yang relatif datar, sehingga elevasi elektrode relatif sama
- 4) Pengukuran dilakukan pada saat tidak hujan, untuk menghindari halilintar, kerusakan alat, dan keakuratan data
- 5) Arah bentangan pengukuran, harus sejajar dengan arah lapisan batuan atau tanah, sungai, dan pantai

- 6) Diusahakan bentangan pengukuran
- 7) Jauh dari rel kereta api, saluran pipa, kawat listrik tegangan tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Hasil Survei Geolistrik

Pada Gambar 3 disajikan peta sebaran titik pengamatan air tanah di DAS Cicatih.

Hasil interpretasi peta geologi menunjukkan bahwa tanah di wilayah DAS Cicatih secara umum terdiri dari bahan tektonik, vulkanik dan aluvium. Secara fisiografis terdapat dalam unit dataran aluvial. Sounding data resistivitas semu dilakukan di 12 titik pengamatan yang menyebar di lokasi penelitian. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil analisis survei geolistrik di DAS Cicatih Kabupaten Sukabumi

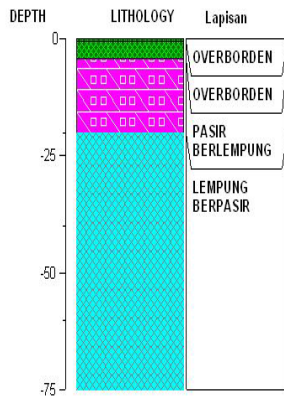
Titik	Desa	Kec.	Ketebalan	Ham- batan (Ohm)	Formasi geologi	Jenis batuan	Makna hidrogeologi	Potensi Air tanah
PO 01	Pasirdoton	Cidahu	0,57	212	Qvsb	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			3,76	102		Tanah	Lapisan non akifer	TP
			15,9	22.6		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			54,77	103		Tufa	Lapisan tidak jenuh air	KP
			75	-		-	Lapisan non akifer	TP
PO 02	Tenjolaya	Cicurug	2,44	45.1	Qvst/Qvu	Tanah	Lapisan jenuh air	SP
			2,705	14.6		Tanah	Lapisan jenuh air	SP
			7,345	107		Teras	Lapisan tidak jenuh air	KP
			16,02	4.31		Lava	Lapisan tidak jenuh air	KP
			52,04	171		Lava, breksi	Lapisan tidak jenuh air	KP
PO 03	Purwasari	Cicurug	24,74	182	Qvt/Tmtb	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			46,94	301		Tanah	Lapisan non akifer	TP
			21,18	62.2		Tuf dan batu apung	Lapisan jenuh air	SP
			24,44	6.42		Tufa	Lapisan tidak jenuh air	KP
			49,44	707		Batu liat	Lapisan non akifer	TP
PO 04	Ciheulang Tonggoh	Nagrak	0,9	37.5	Qvpo/Tow	Tanah	Lapisan jenuh air	SP
			0,98	16.3		Tanah	Lapisan jenuh air	SP
			2,05	148		Tanah	Lapisan non akifer	TP
			32,58	36.7		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			113,49	22.4		Lahar & batuan andesit	Lapisan jenuh air	SP
PO 05	Cikembang	Cisaat	2,22	64.2	Qvg/Tmjt	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			4,03	326		Tanah	Lapisan non akifer	TP
			93,75	36.8		Tufa, breksi	Lapisan jenuh air	SP
PO 06	Sukamulya	Cikembar	1,05	211	Qvpo/Tow	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			8,2	96.4		Lahar	Lapisan tidak jenuh air	KP
			23,72	18.7		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			67,03	2.15		Batu liat	Lapisan non akifer	TP

Titik	Desa	Kec.	Ketebalan	Hambatan (Ohm)	Formasi geologi	Jenis batuan	Makna hidrogeologi	Potensi Air tanah
PO 07	Ciambar	Parungkuda	5,19	162	Qvpy/Tomr	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			17,85	44.4		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			16,56	0.609		Napal	Lapisan non akifer	TP
			110,4	810		Batupasir	Lapisan non akifer	TP
PO 08	Langensari	Parungkuda	0,762	206	Qvt/Tmtb	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			6,625	65.7		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			16,223	33.4		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			23,59	1.42		Napal	Lapisan non akifer	TP
			102,8	1491		Batupasir	Lapisan non akifer	TP
PO 09	Bojonggenteng	Parungkuda	4,152	14.1	Qvb/Tmjt	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			2,84	41.9		Tanah	Lapisan non akifer	TP
			27,37	4.56		Napal	Lapisan non akifer	TP
			115,64	2.37		Napal	Lapisan non akifer	TP
PO 10	Kadununggal	Kalapanunggal	0,9	204	Qvb/Tmjt	Tanah	Lapisan non akifer	TP
			3,05	277		Tanah	Lapisan non akifer	TP
			4,29	45.1		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			8,96	178		Lava	Lapisan tidak jenuh air	KP
			58,08	30.4		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			74,73	101		Breksi, lava	Lapisan tidak jenuh air	KP
PO 11	Gunung Endut	Kalapanunggal	12,43	71.79	Qvb/Tmjt	Tanah	Lapisan jenuh air	SP
			1,87	49.6		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
			16,99	11.28		Tufa breksi	Lapisan tidak jenuh air	KP
			68,71	34.08		Lahar	Lapisan jenuh air	SP
PO 12	Cipanengah	Bojonggenteng		78.68	Qvb/Tmjt	Tanah	Lapisan jenuh air	SP
			2,48	36.83		Tanah	Lapisan jenuh air	SP
			5,54	104.9		Tufa dan lahar	Lapisan tidak jenuh air	KP
			12,36	8.736		Tuva napalan	Lapisan tidak jenuh air	KP
			77,61	32.39		Lahar, breksi	Lapisan tidak jenuh air	SP

Ket: SP : sangat potensial
 KP : kurang potensial
 TP : tidak potensial

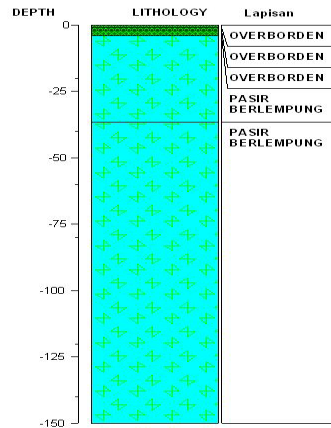
Secara lengkap profil litologi batuan di sajikan pada Gambar 4-15.

Kode Pengamatan : CT 01
 FORMASI GEOLOGI : Qvsb



Gambar 4 Profil litologi di desa Pasirdoton Kecamatan Cidahu.

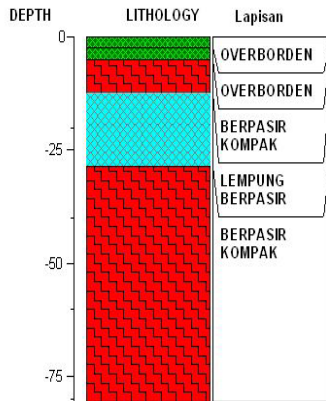
Kode Pengamatan : CT 04
 FORMASI GEOLOGI : Qvpo/Tow



Page 1

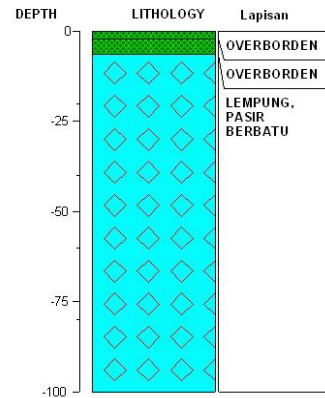
Gambar 7 Profil litologi di desa Ciheulang Tonggoh Kecamatan Nagrag

Kode Pengamatan : CT 02
 FORMASI GEOLOGI : Qvst/Qvu



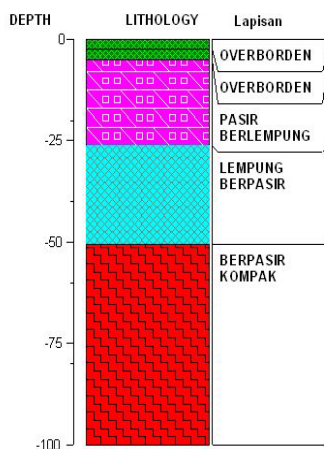
Gambar 5 Profil litologi di desa Tenjolaya Kecamatan Cicurug

Kode Pengamatan : CT 05
 FORMASI GEOLOGI : Qvg/Tmjt



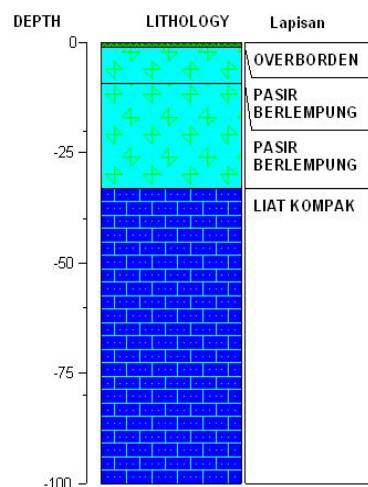
Gambar 8 Profil litologi di desa Cikembang Kecamatan Cisaat

Kode Pengamatan : CT 03
 FORMASI GEOLOGI : Qvt/Tmtb

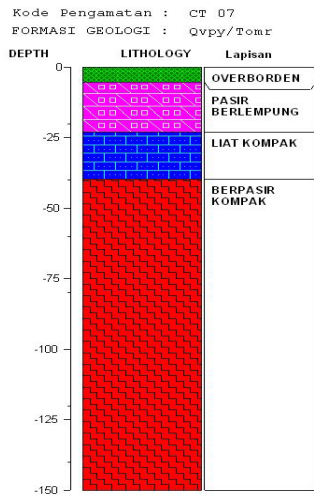


Gambar 6 Profil litologi di desa Purwasari Kecamatan Cicurug

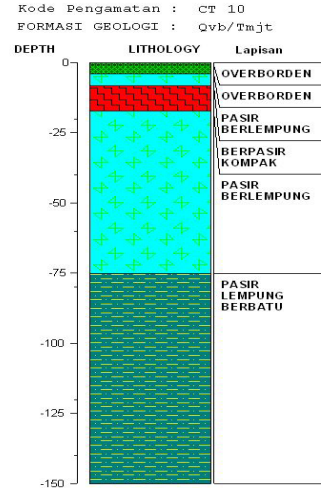
Kode Pengamatan : CT 06
 FORMASI GEOLOGI : Qvpo/Tow



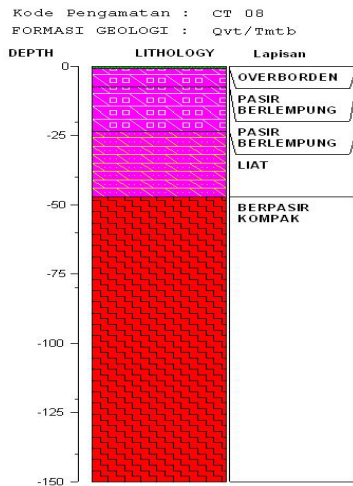
Gambar 9 Profil litologi di desa Sukamulya Kecamatan Cikembar



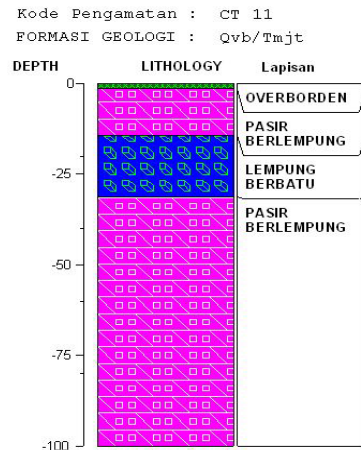
Gambar 10 Profil litologi di desa Ciambar Kecamatan Parungkuda



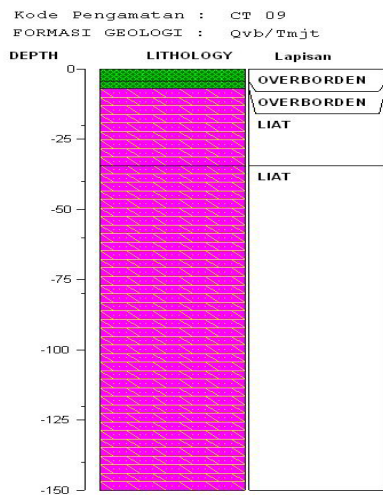
Gambar 13 Profil litologi di desa Kadunngal Kecamatan Kalapa-nunggal



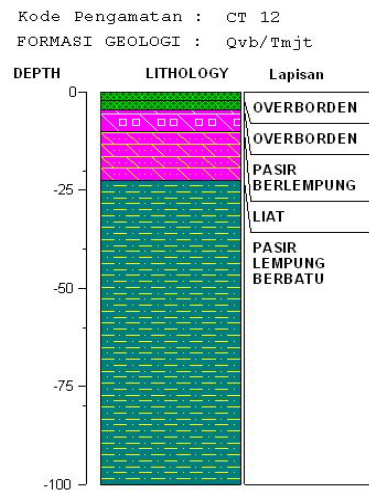
Gambar 11 Profil litologi di desa Sukamulya Kecamatan Cikembar



Gambar 14 Profil litologi di desa Gunung Endut Kecamatan Kalapanunggal



Gambar 12 Profil litologi di desa Bojonggenteng Kecamatan Parung kuda



Gambar 15 Profil litologi di desa Cipanengah Kecamatan Bojonggenteng

Gambaran formasi geologi dan litologi dari hasil identifikasi di lapangan untuk setiap titik pengukuran adalah sebagai berikut:

1) Titik P01

Merupakan batuan gunung api Gunung Salak (Qvb), tersusun dari bahan endapan lahar bersusun andesit berumur relatif muda, dan dibawahnya berupa tuf dan breksi formasi Jampang (Tmjt) yang tersusun dari bahan batupasir tuf dasitan, tuf batuapung dan breksi dasitan. Litologinya terdiri atas lapisan teratas setebal 4,33 m yang merupakan tanah yang mempunyai kandungan air sedang, dibawah lapisan (4,33 – 22,6 m) merupakan lapisan lahar dengan kandungan air banyak (akifer sangat potensial), dan pada kedalaman 22,63 m-75 m merupakan lapisan lava bersusunan pasir yang kompak yang mempunyai kandungan air sedang (akifer kurang jenuh air). Merupakan sumber air tanah dangkal berupa air rembesan (*seepage*) dan mengalir secara grafitasi dari lereng atas ke bawah. Titik ini berada di desa Pasirdoton Kecamatan Cidahu.

2) Titik P002

Merupakan batuan gunung api Gunung Salak, tersusun dari bahan tuf batuapung pasiran (Qvst) dan dibawahnya berupa batuan gunungapi tak terpisahkan (Qvu). Lapisan teratas setebal 5,14 m merupakan tanah yang basah oleh air irigasi, dibawah lapisan ini pada kedalaman (5,14–80 m) merupakan lapisan berlapis antara teras, lava dan lava breksi yang mempunyai kandungan air sedang sampai kecil (akifer kurang jenuh air). Potensi air tanah dangkal dan dalam yang besar. Titik ini berada di desa Tenjolaya Kecamatan Cicurug.

3) Titik P003

Batuan gunung api tua, tersusun dari bahan tuf batuapung (Qvt) dan dibawahnya berupa formasi Rajamandala (Tomr) yang tersusun dari bahan napal tufaan, batupasir dan lensa-lensa batugamping. Lapisan teratas setebal 4,94 m merupakan tanah yang tidak mengandung air, di bawah lapisan ini setebal 21 meter (4,94-26,2 m) merupakan lapisan bahan tufa batuapung yang megandung air banyak, sedangkan lapisan di bawahnya sampai keadalaman 100 m tidak mempunyai lapisan batuan yang megandung banyak air. Potensi air tanah dangkalnya besar sedangkan potensi air tanah dalam kecil. Titik ini berada di desa Purwasari Kecamatan Cicurug.

4) Titik P04

Merupakan batuan gunung api tua, tersusun dari bahan tuf batuapung (Qvt) dan dibawahnya berupa formasi Gunungwalad (Tow) yang tersusun dari bahan berpasir kuarsa yang berselang seling dengan konglomerat kerikil kuarsa, batu lempung

berkarbon, lignit. Lapisan teratas setebal 3,93 m merupakan tanah yang tidak megandung air yang berasal dari irigasi, di bawah lapisan ini setebal 146 m (3,9 -150 m) merupakan lapisan bahan lahar dan campuran lahar dengan batuan andesit yang megandung air banyak. Potensi air tanah dangkal dan air tanah dalam besar. Titik ini berada di desa Ciheulang Tonggoh Kecamatan Nagrak.

5) Titik P05

Merupakan batuan gunung api tua, tersusun dari bahan batuan gunung api tak terpisahkan (Qvg) dan dibawahnya berupa formasi Gunungwalad (Tmjt) yang tersusun dari bahan batupasir tuf dasitan, tuf batuapung dan breksi dasitan. Lapisan teratas setebal 2,22 m berupa tanah kering, lapisan bawahnya sampai keadalaman 6,25 m basah. Lapisan akifer jenuh air terdapat pada kedalam 6,25-100 m yang cukup tebal (93,75 m), berupa bahan tufa dan breksi. Air tanah dangkal bersatu dengan air tanah dalam. Titik ini berada di desa Cikembang Kecamatan Cisaat dan sangat potensial untuk diekplorasi.

6) Titik P06

Merupakan batuan gunungapi Gunung Pangrango yang terdiri dari endapan volkan yang lebih tua berupa lahar dan lava basalt andesit dengan oligoklas andesin, laboradorit, andesin, piroksin dan hornblenda (Qvpo) dan dibawahnya berupa formasi Gunungwalad (Tow) yang tersusun dari bahan berpasir kuarsa yang berselang seling dengan konglomerat kerikil kuarsa, batu lempung berkarbon, lignit. Lapisan teratas setebal 1,05 m merupakan tanah yang kering, lapisan bawah sampai keadalaman 32,92 m merupakan akifer kurang jenuh air sampai jenuh air dan lapisan bawah sampai keadalaman 100 m berupa lapisan batuliat yang tidak megandung air. Titik ini berada di desa Sukamulya Kecamatan Cikembar dan tidak potensial dieksplorasi.

7) Titik P07

Merupakan batuan gunungapi Gunung Pangrango terdiri dari endapan volkan yang lebih muda tua berupa lahar bersusun andesit (Qvpy) dan dibawahnya berupa formasi Rajamandala berupa napal tufaan, pasir tufaan, batupasir dan lensa-lensa batu gamping megandung fosil (Tomr). Lapisan teratas setebal 5,19 m merupakan tanah yang kering, lapisan bawah sampai keadalaman 23,04 m merupakan akifer sedang . Pada keadalaman antara 23,04 – 39,6 merupakan lapisan batu napal yang bersusun liat kompak, sedangkan lapisan terbawah sampai keadalaman 150 m dari permukaan tanah terdiri dari lapisan batupasir, yang bersusunan pasir kompak. Titik ini berada di desa Ciambar Kecamatan Parungkuda dan tidak berpotensi megandung air tanah.

8) Titik P08

Merupakan batuan gunung api tua, yang tersusun dari bahan tuf batuapung (Qvt) dan dibawahnya berupa formasi Zona lajur Bogor berupa tuf dan breksi (Tmtb) yang terdiri dari bahan tuf batu apung, breksi tufaan bersusun andesit, batupasir tuf, lempung tufaan dengan kayu terkersikan dan sisa tumbuhan, dan batupasir berlapis silang. Lapisan teratas setebal 0,75 m merupakan tanah yang tidak mengandung air, dibawah lapisan ini yaitu pada kedalaman (0,75-23,6 m) merupakan lapisan lahar yang mengandung banyak air (akifer sangat potensial). Di bawah lapisan lahar terdapat lapisan Napal bertekstur liat yang kering sampai kedalaman 47 m, dan kemudian ditemukan lapisan batupasir kompak sampai kedalaman 150 yang juga tidak berpotensi mengandung air. Titik ini berada di desa Langensari Kecamatan Parungkuda. Potensi air tanah dangkal besar sedangkan potensi air tanah dalam kecil sampai sangat kecil.

9) Titik P09

Merupakan batuan gunung api tua, yang tersusun dari bahan tuf batuapung (Qvb) dan dibawahnya berupa formasi Nyalindung berupa (Tmjt) yang tersusun dari bahan batupasir tuf dasitan, tuf batuapung dan breksi dasitan. Lapisan teratas setebal 4,5 m merupakan tanah dengan tekstur liat yang kurang mengandung air, dibawah lapisan ini yaitu pada kedalaman (4,5-6,9 m) merupakan lapisan lahar yang mengandung air banyak. Di bawah lapisan lahar terdapat lapisan Napal bertekstur liat yang kering dari kedalaman 6,9-150 m dari permukaan tanah. Titik ini berada di desa Bojonggenteng Kecamatan Parungkuda dan merupakan batuan non akifer sehingga tidak berpotensi untuk dieksplorasi.

10) Titik P010

Merupakan batuan gunung api tua, yang tersusun dari bahan tuf batuapung (Qvb) dan dibawahnya berupa formasi Nyalindung berupa (Tmjt) yang tersusun dari bahan batupasir tuf dasitan, tuf batuapung dan breksi dasitan. Lapisan teratas setebal 4,5 m merupakan tanah dengan tekstur liat yang kurang mengandung air, dibawah lapisan ini yaitu pada kedalaman (4,5-6,9 m) merupakan lapisan lahar yang mengandung air banyak. Di bawah lapisan lahar terdapat lapisan Napal bertekstur liat yang kering dari kedalaman 6,9-150 m dari permukaan tanah. Titik ini berada di desa Kadununggal Kecamatan Kalapanunggal, yang merupakan akifer sangat potensial sampai sedang pada kedalaman antara 17,19 -150 m.

11) Titik P011

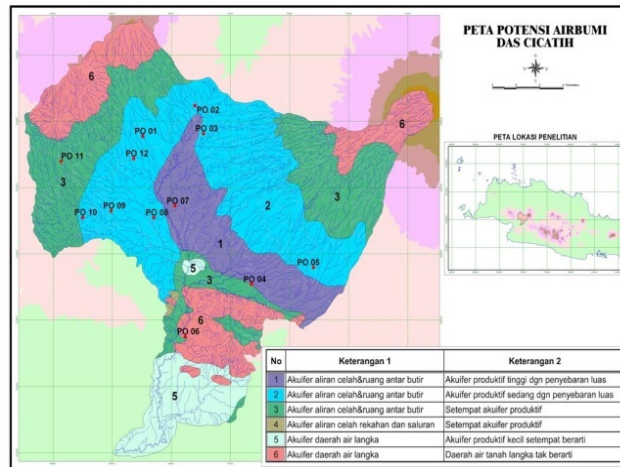
Merupakan batuan gunung api tua, yang tersusun dari bahan tuf batuapung (Qvb) dan dibawahnya berupa formasi Nyalindung berupa (Tmjt) yang tersusun dari bahan batupasir tuf dasitan, tuf batuapung dan breksi dasitan. Lapisan teratas setebal 1,2 m merupakan tanah dengan tekstur liat berlempung yang kurang mengandung air. Di bawah lapisan ini terdapat lapisan bahan batuan yang mempunyai karaktersistik berbeda. Pada kedalaman antara 1,24-14,3 m berupa lahar dengan susunan lempung berpasir, merupakan lapisan lahar yang mengandung banyak air. Pada kedalaman antara 14,3 -31,3 setebal 19 m merupakan lapisan dari bahan tufa dan breksi, terdiri dari partikel lempung berbatu yang mempunyai kandungan air sedikit. Di bagian bawahnya pada kedalaman 31,3-100 m setebal 69 m merupakan lapisan bahan lahar bersusunan partikel lempung berpasir yang banyak mengandung air Gunung Endut Kecamatan Kalapanunggal, yang merupakan akifer cukup tebal dan berpotensi untuk dieksplorasi.

12) Titik P012

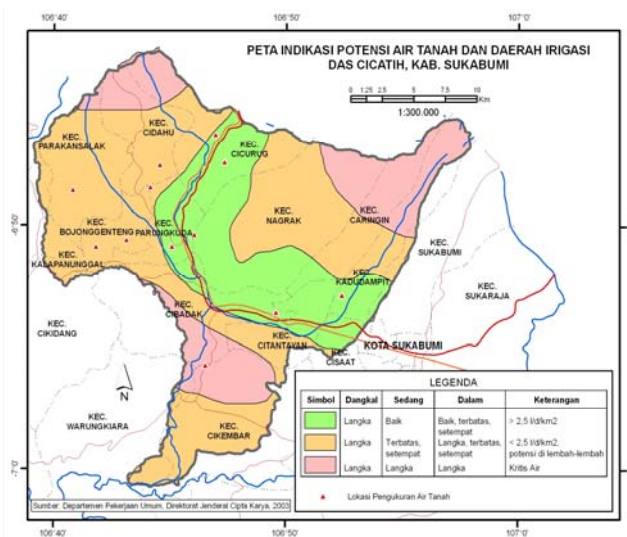
Merupakan batuan gunung api tua, yang tersusun dari bahan tuf batuapung (Qvb) dan dibawahnya berupa formasi Nyalindung berupa (Tmjt) yang tersusun dari bahan batupasir tuf dasitan, tuf batuapung dan breksi dasitan. Lapisan teratas setebal 4,5 m merupakan tanah dengan tekstur liat berlempung yang kurang mengandung air. Di bawah lapisan ini terdapat lapisan bahan batuan yang mempunyai karaktersistik berbeda. Pada kedalaman antara 4,49-10,02 m berupa lapisan aliran lahar dengan susunan lempung berpasir, merupakan lapisan lahar yang mengandung air sedang. Pada kedalaman antara 10,02-22,39 m setebal 12,3 m merupakan lapisan dari bahan tufa napalan yang terdiri dari partikel lempung/liat yang mempunyai kandungan air sedikit. Akifer besar dijumpai pada lapisan lahar dan breksi pada kedalaman antara 33,39-100 m. Titik ini berada di desa Cipanengah Kecamatan Bojonggenteng yang mempunyai akifer cukup tebal (77,61 m) yang jenuh air dan berpotensi untuk dieksplorasi.

Pada Gambar 16 disajikan peta potensi air tanah hasil survei geolistrik yang dilakukan pada tanggal 9-11 Agustus 2008 dan terlihat bahwa daerah penelitian didominasi oleh akifer produktif sedang sampai tinggi.

Untuk menentukan debit air tanah pada masing-masing kecamatan ditentukan berdasarkan kalibrasi dengan menggunakan peta air tanah dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya tahun 2003 yang disajikan pada Gambar 17.



Gambar 16 Peta potensi air tanah DAS Cicalih



Gambar 17 Peta indikasi potensi air tanah Departemen Pekerjaan Umum

Berdasarkan Gambar 16 dan 17 di wilayah DAS Cicalih mempunyai potensi air tanah bervariasi dari yang langka dengan kritis air, potensi air tanah langka/terbatas setempat dengan

debit lebih kecil dari 2,5 lt/s/km², dan potensi air tanah baik/terbatas setempat dengan debit lebih besar dari 2,5 lt/s/km² (Tabel 5).

Tabel 5 Potensi air tanah untuk 15 kecamatan di DAS Cicalih

Nomor	Kecamatan	Debit (lt/dt/km ²)	Luas (km ²)	Potensi airbumi (m ³)
1	Cicurug	5,866	60,322	11.159.143
2	Cidahu	6,107	38,716	7.455.790
3	Parakansalak	4,303	51,849	7.036.271
4	Caringin	2,733	33,713	2.906.021
5	Kadudampit	2,733	36,994	3.188.857
6	Nagrak	2,388	105,517	7.946.863
7	Kalapanunggal	3,533	10,591	1.179.869
8	Parungkuda	3,640	25,680	2.947.646
9	Bojonggonteng	4,819	20,206	3.070.729
10	Cikidang	4,533	3,159	451.513
11	Cibadak	1,878	44,130	2.612.927
12	Cicantayan	2,676	28,364	2.393.245
13	Cikembar	1,567	55,831	2.758.096
14	Warungkiara	1,833	9,264	535.595
15	Cisaat	2,851	8,525	766.556
	Total		532,860	56.409.120

Selanjutnya berdasarkan Tabel 5, Gambar 16, dan Gambar 17 menunjukkan bahwa akifer produktif tinggi dengan debit lebih dari 2,5 l/s/km² terdapat di Kecamatan Cidahu bagian selatan, Cicurug, Nagrak bagian Selatan, Kadudampit bagian Selatan dan Caringin bagian Selatan dan Kecamatan Cisaat. Sedangkan akifer produktif sedang dengan debit kurang dari 2,5 l/s/km² ditemukan di Kecamatan Nagrak bagian Utara, Kadudampit bagian Utara dan Caringin bagian Utara, Kecamatan Bojonggenteng, Kecamatan Kalapanunggal, Kecamatan Cicantayan dan Kecamatan Cikidang. Dan daerah air langka dan kritis air terdapat di Kecamatan Cibadak, Kecamatan Cikembar bagian Utara, dan Kecamatan Warungkiara.

Umumnya yang disarankan untuk dilakukan pengeboran adalah yang mempunyai kandungan akifer pada kedalaman antara 40-150 m dan di bawah 150 m ((Direktorat Geologi Tata Lingkungan dan Kawasan Pertambangan, 2004).

Perbedaan potensi air tanah di suatu wilayah disebabkan oleh air tanah terdapat di dalam suatu lapisan batuan pengandung air (akifer) yang dipengaruhi oleh sifat fisik batuan, yaitu kesarangan (*porosity*) dan kelulusan (*permeability*) batuan. Batuan yang mempunyai kesarangan efektif dan kelulusan tinggi akan mempunyai potensi air yang lebih besar. Karena tingkat kesarangan dan kelulusan batuan itu ditentukan terutama oleh tingkat konsolidasinya, dalam kaitannya dengan hidrogeologi, batuan-batuan dikelompokkan menjadi bahan lepas atau setengah padu dan batuan padu. Bahan lepas berukuran butir pasir atau lebih kasar dan batuan padu memiliki celahan atau rekahan dapat bertindak sebagai akifer, sedangkan bahan lepas berbutir lempung dan batuan padu yang tak bercelah tidak dapat bertindak sebagai akifer (non akifer).

Di daerah DAS Cicatih Kabupaten Sukabumi relatif banyak mempunyai akifer produktif. Di wilayah ini juga dijumpai banyak mata air. Hal ini berdasarkan struktur geologi di DAS Cicatih yang dapat dijelaskan sebagai berikut: 1) Potensi air tanah di daerah sedimen terlipat atau terpatahkan umumnya kecil hal ini mengingat batuan penyusunnya berupa serpih, napal, atau lempung yang bersifat kedap air. Batupasir jika ada umumnya berupa sisipan dan sangat kompak karena berumur tua dan telah mengalami proses tektonik kuat sehingga sedikit kemungkinannya lapisan batupasir tua dapat bertindak sebagai akifer yang baik, 2) Potensi air tanah pada daerah gunung api dijumpai akifer-akifer dengan sistem rekahan yang banyak dijumpai pada lava. Rekahan tersebut terbentuk oleh kekar-kekar yang terjadi akibat proses pada pembekuan ataupun akibat tektonik/vulkanik, 3) Terbentuknya mata air

rekahan (*fracture artesian spring*) adalah mata air yang dihasilkan oleh akifer tertekan yang terpotong oleh struktur impermeable. Secara litologi di DAS Cicatih banyak dijumpai jenis batuan lahar dengan ukuran butir pasir berlempung, jenis batuan andesit dengan ukuran butir pasir berlempung, jenis batuan tufa dan breksi dengan ukuran butir pasir berbatu yang merupakan akifer produktif tinggi.

Berdasarkan hasil identifikasi air tanah di DAS Cicatih, maka pemanfaatan air tanah untuk memenuhi suatu permintaan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan: 1) Kebutuhan air tanah untuk jangka panjang berdasarkan perkembangan pemanfaatan air tanah yang telah ada dan rencana pengembangan air tanah selanjutnya; 2) Rekaan (model simulasi matematis) kondisi hidrogeologi mirip keadaan alami; 3) Perencanaan pemanfaatan air tanah dalam kurun waktu tertentu sesuai kuota pengambilan air tanah yang aman sehingga pemanfaatannya tidak sampai menimbulkan dampak negatif; 4) Pemanfaatan air tanah untuk memenuhi permintaan harus lebih kecil atau maksimum sama dengan daya dukung ketersediaannya secara alami; dan 5) Lokasi-lokasi yang kondisi lingkungan air tanahnya telah rawan atau kritis dilakukan pengaturan pengambilan serta peruntukannya lebih lanjut sesuai kemampuan ketersediaannya serta bagi yang telah ada wajib dilakukan pengurangan debit pengambilan.

KESIMPULAN

Identifikasi potensi air tanah yang diwujudkan dalam tahanan jenis dan ketebalan akifer menunjukkan bahwa akifer produktif tinggi dengan debit lebih dari 2,5 l/s/km² terdapat di Kecamatan Cidahu bagian Selatan, Cicurug, Nagrak bagian selatan, Kadudampit bagian Selatan dan Caringin bagian Selatan dan Kecamatan Cisaat. Sedangkan akifer produktif sedang dengan debit kurang dari 2,5 l/s/km² ditemukan di Kecamatan Nagrak bagian , Kadudampit bagian Utara dan Caringin bagian Utara, Kecamatan Bojonggenteng, Kecamatan Kalapanunggal, Kecamatan Cicantayan dan Kecamatan Cikidang. Daerah air langka dan kritis air terdapat di Kecamatan Cibadak, Kecamatan Cikembar bagian Utara, dan Kecamatan Warungkiara Di wilayah akifer produktif tinggi dengan debit lebih dari 2,5 l/s/km² inilah yang layak untuk dilakukan pengeboran untuk pembuatan sumur air tanah dalam.

Dalam eksploitasi air tanah harus memperhatikan aspek kelestarian dan perlindungan sumber daya air, pengendalian dan pemulihan kerusakan lingkungan untuk keberlanjutan sumber daya air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abem a Nitro Consult Company. 1999. *Introduction Manual Terrameter SAS 4000/SAS 1000*. Abem Instrument AB, Hamngatan 27, S-127 Sundbyberg, Sweden. 95p.
- Anonymous, 2003. Survei Geolistrik untuk Pemboran Air Tanah Kecamatan Kartosuro Kabupaten Sukoharjo. Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- BAPPENAS. 2006. Identifikasi Masalah Pengelolaan Sumber Daya Air di Pulau Jawa. Prakarsa Strategis Sumber Daya Air untuk Mengatasi Banjir dan Kekeringan di Pulau Jawa. Laporan Akhir Direktorat Pengairan dan Irigasi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Bhatti, M.A., 2002. INBO's General Assembly - Quebec City - Quebec - Canada, May 28-30, 2002.
- Dinas Pertambangan Propinsi Jawa Barat dan LPPM ITB, 2003. Penyusunan Rencana Induk Pendayagunaan Air Tanah Cekungan di Wilayah Sukabumi-Cianjur-Bogor.
- Direktorat Geologi Tata Lingkungan Dan Kawasan Pertambangan. 2004. Air Tanah. www.dgtl.esdm.go.id/modules.php?op=modload&name=Sections&file=index&req=viewarticle&artid
- Distamben. 2005. Pengelolaan Konservasi Air Tanah. Laporan Akhir Kegiatan Tahun Anggaran 2005. Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi. Tidak dipublikasikan.
- Giordano, M. 2005. Agricultural Groundwater Use and Rural Livelihoods in Sub-Saharan Africa: A first-cut assessment. Springer-Verlag, Hydrogeology Journal 14: 310–318.
- Haryanto, D. 2009. Studi Pengaruh Pengambilan Air Tanah di Wilayah Padat Industri (Sub Cekungan Air Tanah Sukabumi Kabupaten Sukabumi Propinsi Jawa Barat). Thesis. Institut Teknologi Bandung.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Laporan Status Lingkungan Hidup Tahun 2002. Jakarta.
- Kollert, R. 1969. Groundwater Exploration by The Electrical Resistivity Method, Geophysical Memorandum 3, Geophysic & Electronic, Atlas Copco ABEM, Sweden.
- Qureshi, A. S., and M. Akhtar. 2003. *Impact of Utilization Factor on the Estimation of Groundwater Pumpage*. Pakistan Journal of Water Resources" Vol.7, No.1, pp 17-27, January -June, 2003, ISSN: 1021-5409.
- Rejekiningrum, P., F. Ramadhani, N. Heryani, G. Irianto. 2004. Pemetaan Saat dan Masa Tanam, Pendayagunaan Sumberdaya Air untuk Pengembangan Tebu Lahan Kering Jawa Tengah. Laporan Akhir Penelitian. Kerjasama Direktorat Bina Produksi Perkebunan dan Balitklimat.
- Rejekiningrum, P., F. Ramadani, dan Sawijo. 2007. Identifikasi Dan Karakterisasi Potensi Air Tanah untuk Pengembangan Irigasi Suplementer Kapas (Studi Kasus di Batang Kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan). Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor, 14-15 September 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor, pp. 271-292. ISBN 979-9474-55-8.
- Rustiady, T. 2006 Menggagas Upaya Penyelamatan Air Tanah dalam Kerangka Pengelolaan Partisipatif Studi Kasus Cekungan Air Tanah Lintas Jawa Barat. Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Jawa Barat.
- Singh, A.Kr., dan S. R. Prakash, 2003. An Integrated Approach of Remote Sensing, Geophysics and GIS to Evaluate Groundwater Potentiality of Ojhala Subwatershed Mirzapur District, U.P., India. Remote Sensing Applications Centre, Uttar Pradesh, India.
- Vingoe, P. 1972. Electrical Resistivity Surveying, Geophysical Memorandum 5, Geophysic & Electronic, Atlas Copco ABEM, Sweden.