

PENDUGAAN KETERDAPATAN AKIFER AIRTANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK DI KECAMATAN SUKATANI - KABUPATEN PURWAKARTA

Febriwan Mohamad & Yusi Firmansyah
Fakultas Teknik Geologi – Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

The research area as administratively is located in Sukatani village, District Sukatani, Purwakarta, West Java Province. Based on the relief morphology, strato volcanic facies models and its lithology, geomorphology of Sukatani is strato volcanoes leg with radial drainage pattern. This area height of about 260-300 meters above sea level. Stratigraphy unit of research area is divided into two units, namely Tufic sandstones-Conglomerates, and Alluvium. The study is intended to determine the position and water resources at a certain depth below the surface and determine subsurface conditions. The study based on measurements of geoelectric method of geoelectric 1-D and 2-D configuration of Schlumberger. The results of study are in the form of rock resistivity values. They are interpreted in the cross-sectional shape and correlated with geological and hydrogeological conditions. Based on the resistivity value, distribution layer in the study area are classified into three packages, namely rock low resistivity layer (<35 ohm-meter) expected role as aquiclude layer, a layer of medium resistivity (35-100 ohm-meters) are expected to act as a layer aquifer, and a layer of high resistivity (> 100 ohm-meters) are expected to act as a layer aquifuge.

Keywords: geoelectricity, aquifer system, volcanic rocks

ABSTRAK

Daerah penelitian secara administratif berada di Desa Sukatani, Kecamatan Sukatani, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan relief morfologi, model fasies strato vulkanik dan litologinya, geomorfologi daerah Sukatani adalah satuan geomorfologi kaki gunungapi strato dengan pola pengaliran radial dengan ketinggian sekitar 260-300 meter diatas permukaan laut. Satuan stratigrafi daerah penelitian terbagi menjadi dua satuan yaitu satuan Batupasir Tufan dan Konglomerat serta satuan Aluvium. Penelitian dimaksudkan untuk mengetahui ketersediaan air pada posisi dan kedalaman tertentu di bawah permukaan serta mengetahui kondisi bawah permukaan pada daerah penelitian berdasarkan hasil pengukuran geolistrik dengan metode geolistrik 1-Dimensi dan 2-Dimensi konfigurasi Schlumberger. Hasil penelitian adalah berupa nilai resistivitas batuan yang diinterpretasikan dalam bentuk penampang dan dikorelasikan dengan kondisi geologi dan hidrogeologi. Berdasarkan nilai tahanan jenis, persebaran lapisan di daerah penelitian diklasifikasikan menjadi 3 paket batuan yaitu lapisan resistivitas rendah (<35 ohm-meter) diperkirakan berperan sebagai lapisan akiklud, lapisan resistivitas menengah (35-100 ohm-meter) yang diperkirakan berperan sebagai lapisan akifer dan lapisan resistivitas tinggi (>100 ohm-meter) yang diperkirakan berperan sebagai lapisan akifug.

Kata kunci: geolistrik, system skifer, batuan vulkanik

PENDAHULUAN

Air merupakan komponen yang sangat penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Namun, tidak semua jenis air yang ada di bumi ini memiliki kualitas yang baik. Airtanah (*ground water*) merupakan air yang memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan jenis air yang lainnya, sehingga airtanah banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Airtanah tersebut mengalir dan tersimpan pada suatu lapisan yang disebut Akifer. Akifer

memiliki karakteristik yang berbeda-beda pada setiap daerah, hal ini bergantung pada litologi, porositas, permeabilitas batuan dan sebagainya.

Daerah desa Sukatani, Kecamatan Sukatani, Kabupaten Purwakarta merupakan daerah yang memiliki potensi sumberdaya airtanah. Dengan potensi yang cukup besar, sistem dan geometri akifer yang ada didalamnya menjadi hal yang layak untuk dijadikan sebagai daerah penelitian.

Secara administratif, daerah penelitian termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Sukatani, Kabupaten Purwa-

karta, Jawa Barat. Letak geografis pada S 06 35' 30" – 06 37'30" dan E 107 23' 30"- 107 26' 00". Luas daerah penelitian \pm 20 km². Lokasi penelitian dapat ditempuh \pm 2 jam dari Kota Bandung ke arah Kota Purwakarta.

Informasi keberadaan akifer dapat didekati melalui studi terintegrasi bidang keilmuan hidrogeologi dan geofisika. Cara ini adalah merupakan salah satu metode geofisika yang umum digunakan dalam eksplorasi mencari lapisan pembawa airtanah.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai susunan dan keberadaan batuan akifer berdasarkan informasi geologi, nilai tahanan jenis batuan, serta parameter hidrogeologi, sehingga dapat membantu pengembangan daerah setempat.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Satuan geomorfologi di daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan, yaitu Satuan Dataran Aluvial, Satuan dataran vulkanik, Satuan Perbukitan Kubah Intrusi dan Satuan Perbukitan Lipatan. Pola aliran sungai yang berkembang di daerah penelitian adalah pola sungai paralel dan pola sungai rektangular dan pola sungai radial.

Sudjatmiko (1972), dalam Peta Geologi Lembar Cianjur, telah menguraikan geologi wilayah studi dan sekitarnya secara regional (Gambar 1). Stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan batuan tidak resmi, urutan dari tua ke muda: Satuan Batulempung, menempati 30% dari luas keseluruhan daerah penelitian. Satuan batulempung ini diendapkan pada Miosen Akhir hingga Pliosen Awal. Diperkirakan pada kala Pliosen terjadi aktivitas magmatisme di daerah penelitian yang menghasilkan intrusi yang menempati 20% daerah penelitian, intrusinya adalah intrusi andesit (satuan andesit). Intrusi ini memotong lapisan batulempung.

Proses pembentukan satuan-satuan sebelumnya menghasilkan morfologi lembah di bagian tengah

daerah penelitian yang selanjutnya pada kala Plistosen diendapkan secara tidak selaras satuan Breksi yang menempati 45% daerah penelitian. Erosi bekerja pada semua satuan ini, hingga kemudian terendapkan Satuan Aluvial secara tidak selaras di atas semua satuan yang ada, aluvial ini menempati 5 % daerah penelitian.

Aktivitas tektonik di daerah ini dimulai pada awal Tersier. Selanjutnya aktivitas tektonik Plio-Pleistosen mengaktifkan kembali produk tektonik periode awal Tersier, membentuk sesar-sesar berarah umum Barat-laut-Tenggara dan Timurlaut-Barat-daya

Berdasarkan kondisi hidrogeologinya, daerah penelitian termasuk ke dalam sistem akifer endapan vulkanik yang terdiri dari lapisan akifer endapan laharik, breksi vulkanik, batupasir tufan, dan lava yang terkekarkan. Secara umum akifer endapan vulkanik dapat dibedakan menjadi akifer bebas dan akifer tertekan, dengan sistem aliran melalui gabungan antara media pori dan media rekahan. Satuan ini tersusun oleh tuf lapili, pasir laharik sedang, pasir laharik kasar dan breksi laharik *matrix supported* yang berfungsi sebagai lapisan akifer dengan memiliki kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah melalui celah antar komponen dan butir pada matriks, maupun celah antar butir.

Metoda geolistrik adalah pengukuran arus bawah permukaan sepanjang lintasan elektroda, sehingga memungkinkan untuk untuk menggambarkan nilai efektif resistivitas di bawah permukaan (Telford, Geldart, dan Sheriff, 1991).

Pendugaan geolistrik dilakukan dengan mempertimbangkan aspek morfologi, geologi serta hidrologi sebagai hasil studi meja yang telah dilakukan sebelumnya pada tahap persiapan.

Penyelidikan geolistrik adalah penyelidikan metode potensial yang dilakukan untuk mengukur perubahan variasi resistivitas secara horizontal maupun vertikal. Dalam penyelidikan geolistrik menggunakan konfigurasi

Schlumberger, maka arus dan potensial berada pada satu kutub yang berbeda. Prinsip dasar penyelidikan menggunakan konfigurasi Schlumberger yaitu dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui sepasang elektroda arus C1 dan C2, kemudian mengukur beda potensial melalui sepasang elektroda potensial P1 dan P2. Seandainya bumi dianggap sebagai medium yang homogen isotropis, maka resistivitas (tahanan jenis) yang terukur adalah resistivitas yang sebenarnya, namun oleh adanya pengaruh lapisan-lapisan dengan harga resistivitas yang berbeda maka resistivitas yang terukur bukan merupakan harga sebenarnya melainkan harga semu, atau biasa disebut resistivitas semu (ρ_a), yaitu nilai terukur yang dipengaruhi oleh adanya perbedaan harga resistivitas masing-masing lapisan batuan bawah permukaan.

Parameter data yang diperoleh dari hasil pengukuran berupa harga arus (mA) dan harga potensial (mV), dengan menggunakan hukum Ohm akan diperoleh harga tahanan jenis semu setelah terlebih dahulu dikalikan dengan faktor jarak (k).

Persamaan untuk mencari harga tahanan jenis semu dengan metoda Schlumberger, adalah :

$$\rho_s = k \cdot \Delta V / I$$

$$k = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}\right) - \left(\frac{1}{n_3} - \frac{1}{n_4}\right)}$$

dengan :

- ρ_s = resistivitas semu
- k = faktor geometri
- ΔV = beda potensial antara M dan N
- I = besarnya arus yang diinjeksikan melalui A dan B

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini mencakup pengumpulan data primer untuk mengetahui gambaran geologi di daerah peneliti-

an, meliputi analisis geologi, jenis dan nilai resistivitas batuan, serta keberadaan akifer air tanah.

Analisis Geologi

Kemiringan lereng di wilayah penelitian sekitar daerah penelitian relatif datar dan landai, yaitu antara 0 % - 2 %. Elevasi di sekitar daerah penelitian adalah antara 100 m - 750 m di atas permukaan laut.

Morfologi di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 2 (dua) satuan geomorfologi, yaitu satuan perbukitan bergelombang dan satuan pedataran. Satuan perbukitan bergelombang disusun oleh endapan Tersier dari Formasi Jatiluhur dan Formasi Subang ditindih tidak selaras oleh Endapan Vulkanik Tua dan Vulkanik Muda hasil erupsi dari Gunung Sunda Purba dan Gunung Tangkubanperahu. Sungai-sungai yang berkembang di daerah ini memperlihatkan pola pengaliran subdendritik. Sementara morfologi pedataran berketinggian antara 100 - 200 meter di atas permukaan laut, disusun oleh endapan vulkanik yang terdiri atas tuf, breksi polimik, lava, dan kerikil aluvium. Sungai-sungai di satuan morfologi ini sudah berkelok-kelok dan membentuk lembah berbentuk huruf "U" yang relatif lebar dengan pola pengaliran radial dan subparalel.

Berdasarkan data persebaran batuan yang tersingkap di permukaan, daerah penelitian disusun oleh batuan-batuan berumur Tersier dan Kuarter. Batuan yang berumur Tersier di antaranya adalah Anggota Napal dan Batupasir Formasi Jatiluhur, Anggota Batulempung Formasi Subang, dan Anggota Batupasir Formasi Subang. Batuan-batuan tersebut diterangkan sebagai berikut: (1) Anggota Batupasir Kuarsa dan Napal dari Formasi Jatiluhur, terdiri dari napal abu-abu tua, batulempung napalan dan serpih lempungan yang bersisipan dengan batupasir kuarsa; (2) Anggota Batulempung Formasi Subang, terdiri dari batulempung yang mengandung lapisan-lapisan dan nodul-nodul batugamping napalan dan bersifat keras,

napal, dan batugamping; (3) Anggota Batupasir Formasi Subang, yang terdiri dari batupasir andesit.

Batuan-batuan tersebut pada umumnya bersifat keras dan padu, sehingga digolongkan kedalam batuan yang tidak permeabel (impermeabel).

Sedangkan batuan-batuan yang berumur Kuartar adalah material gunungapi produk dari gunungapi tua, berupa batupasir tufan yang berumur Pliosen, dan endapan aluvial.

Batuan-batuan berumur Kuartar tersebut diterangkan sebagai berikut: (1) Batupasir tufan dan konglomerat yang berasal dari endapan lahar; (2) Produk gunungapi tua, yaitu terdiri dari breksi vulkanik, breksi aliran, endapan lahar, dan lava berstruktur kekar meniang dan berlembar; (3) Endapan aluvial, merupakan endapan hasil rombakan batuan-batuan yang lebih tua.

Batuan-batuan ini pada umumnya memiliki permeabilitas yang tinggi sehingga digolongkan sebagai batuan yang bersifat permeabel dan dapat meloloskan air.

Analisis Data Geolistrik

Pengukuran geolistrik di lokasi penelitian terdiri dari 2 lintasan geolistrik 2-Dimensi, dengan panjang lintasan 620 m terdiri dari 32 titik pengamatan dengan jarak antar elektroda 20 m. Selain itu juga dilakukan pengukuran geolistrik 1-Dimensi pada 5 titik pengamatan.

Analisis sebaran resistivitas dan interpretasi dilakukan berbasis dua parameter yaitu : 1) Pemilihan model (*forward model*) berdasarkan nilai *RMS error* terkecil dan 2) Korelasi dengan singkapan batuan karena interpretasi secara teoritis memiliki limitasi tertentu.

Hasil penafsiran data lapangan serta penampang tegak tahanan jenis (Gambar 3 s.d. Gambar 5) yang diperoleh kemudian dikorelasikan dengan keadaan geologi setempat, menunjukkan bahwa lapisan batuan di daerah penyelidikan umumnya berasal dari endapan sedimen dan dapat

dikelompokkan berdasarkan kisaran nilai tahanan jenisnya. Hasil pengolahan untuk setiap titik duga geolistrik menunjukkan variasi nilai tahanan jenis dengan kedalaman yang terdeteksi dapat mencapai kedalaman 100 – 150 meter di bawah permukaan tanah setempat. Untuk memudahkan pembacaan, maka titik duga dikelompokkan ke dalam kelompok-kelompok nilai resistivitas. Secara umum daerah kajian menunjukkan kisaran nilai tahanan jenis antara 1 hingga 200 Ωm .

Pengelompokan nilai resistivitas tersebut selanjutnya dapat didistribusikan dalam bentuk peta kontur resistivitas. Kontur resistivitas dibuat pada beberapa posisi kedalaman mulai dari permukaan, hingga kedalaman optimum yaitu 200 meter.

Nilai sebaran resistivitas hasil pemodelan dari titik PWT-01 hingga titik PWT-05, serta penampang dari lintasan geolistrik 2-Dimensi menunjukkan bahwa batuan di daerah penelitian dapat dibagi kedalam beberapa paket batuan berdasarkan nilai resistivitas/tahanan jenisnya: (1) Paket batuan 1, adalah kelompok batuan dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 1-35 Ωm yang mengindikasikan batuan dengan resistivitas rendah, setempat di jumpai di permukaan dan di berbagai kedalaman dengan ketebalan bervariasi. Batuan dengan nilai resistivitas rendah tersebar umumnya di bagian Utara daerah penelitian dan di beberapa tempat di bagian Selatan daerah penelitian. Paket ini berada rata-rata pada kedalaman 0 m sampai dengan 40 m, memiliki nilai konduktivitas rendah antara 0.001-0.03 Siemens/m. Lapisan ini dapat terisi oleh air pada musim hujan, namun pada musim kering tidak mengandung air. Lapisan ini diduga berupa batupasir tufaan dan konglomerat (Qos) hasil endapan lahar gunung api tua. Lapisan ini diduga berperan sebagai aki-klud, yaitu media berpori yang dapat menyimpan tetapi tidak dapat mengalirkan airtanah; (2) Paket batuan 2 dengan nilai tahanan jenis antara 35 Ωm hingga 100 Ωm mengindikasikan

batuan dengan resistivitas menengah, dijumpai berselingan dengan batuan dengan resistivitas rendah. Ditemukan mendominasi bagian Tengah daerah penelitian, mempunyai ketebalan bervariasi dan dijumpai pada berbagai kedalaman, terutama lebih dari 40 sampai 70 meter. Diperkirakan batuan dengan rentang nilai resistivitas ini merupakan berupa perselingan batupasir tufaan berselingan dengan breksi vulkanik. Kelompok batuan ini diperkirakan memungkinkan menjadi lapisan pembawa air tanah dengan nilai resistivitas yang rendah dan konduktivitas yang lebih besar dibanding kelompok lapisan pertama. Berdasarkan pengamatan kondisi di permukaan dan hasil analisis data resistivitas, lapisan pembawa air yang berada di lintasan ini merupakan batupasir halus yang bersifat sebagai akifer. Tekanan air pada lapisan ini diperkirakan rendah. Rentang resistivitas menengah memiliki kedalaman bervariasi sekitar 40-70 meter; (3) Kelompok ketiga adalah lapisan dengan nilai resistivitas yang tinggi ($> 100 \Omega\text{m}$). Mendominasi bagian Utara pada kedalaman dangkal sampai 10 meter serta utara pada kedalaman diatas 75 meter. Lapisan ini diperkirakan merupakan lapisan yang keras, dengan porositas buruk dan sulit untuk menyimpan air di antara pori-pori batuanya. Hal ini diperkirakan dari nilai konduktivitas yang amat rendah (0.0002-0.006 Siemens/m). Batuan ini diperkirakan merupakan perpaduan antara breksi padu dengan komponen batuan beku. Rentang kedalaman bervariasi mulai antara 10- 60 meter.

Geometri Akifer

Geometri akifer dibuat untuk memperoleh gambaran persebaran lapisan akifer. Penampang resistivitas 2-D dibuat dalam bentuk suatu penampang silang (Gambar 6) untuk melihat distribusi sebaran paket batuan di lokasi penelitian. Berdasar model diagram pagar, dapat terlihat bahwa paket batuan 1 dan 2 di lokasi pe-

nelitian tersebar secara kontinyu dan luas. Sedangkan paket 3 hanya ditemui dominan di bagian Barat laut daerah penelitian. Batuan yang berperan sebagai akifer diperkirakan terdistribusi dengan arah relatif Timur-Barat dengan ketebalan mencapai 60 meter.

Berdasarkan nilai resistivitas batuan dan litologi batuan, diinterpretasikan terdapat 3 lapisan batuan yang berfungsi sebagai akiklud, akifug dan akifer. Lapisan akiklud dapat diidentifikasi sebagai lapisan resistivitas rendah ($1-35 \Omega\text{m}$) dengan litologi batuan batupasir tufaan yang tersebar pada kedalaman 0-40 meter dengan panjang rata-rata ± 300 m dan ketebalan rata-rata $\pm 10-30$ m. Lapisan akifug dapat diidentifikasi sebagai lapisan resistivitas tinggi ($> 100 \Omega\text{m}$) dengan litologi breksi padu dengan komponen batuan beku yang tersebar pada kedalaman 50-120 m dengan panjang rata-rata ± 200 m dan ketebalan rata-rata $\pm 50-60$ m. Lapisan akifer dapat diidentifikasi sebagai lapisan resistivitas menengah ($35-100 \Omega\text{m}$) dengan litologi batupasir tufaan yang tersebar pada kedalaman 0-70 meter dengan panjang rata-rata ± 400 m dan ketebalan rata-rata $\pm 15-25$ m.

Sistem akifer yang terdapat pada daerah Sukatani adalah akifer tak tertekan dan akifer tertekan dengan media penyusun akifer yaitu media pori. Sistem akifer tak tertekan sangat mungkin terdapat pada kedalaman 0-70 m, sedangkan akifer tertekan sering terlihat pada kedalaman 30-60 m terutama di bagian Timur daerah penelitian. Geometri akifer memperlihatkan bentuk yang melensa dan berlapis tidak menerus dengan penebalan lapisan dari arah Timur ke arah Barat, hal ini dapat disebabkan karena tipe endapan piroklastik yang bertipe aliran dimana endapan piro-klastik terakumulasi pada bagian yang memiliki elevasi lebih rendah.

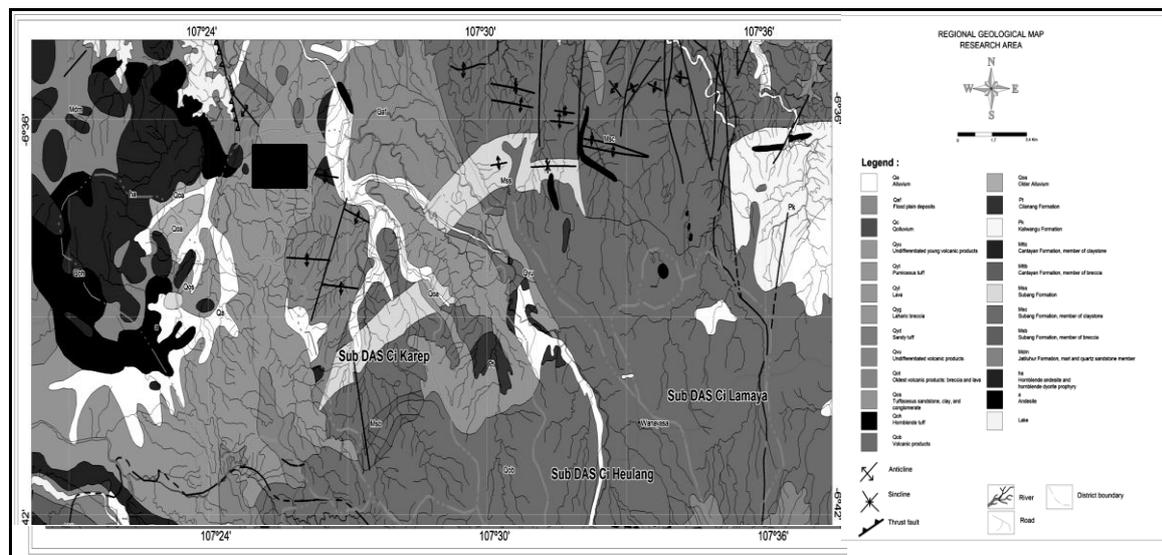
KESIMPULAN

Daerah Sukatani, Kabupaten Purwakarta merupakan daerah yang memiliki potensi sumber daya airtanah. Persebaran lapisan di Sukatani terdiri dari 3 lapisan yaitu lapisan akiklud, akifug dan akifer. Litologi penyusun akifer yaitu batupasir tufan, dengan bentuk geometri akifer memperlihatkan bentuk yang melensa dan berlapis tidak menerus secara penuh, dengan panjang rata-rata ± 400 m dengan ketebalan rata-rata $\pm 15-25$ m.

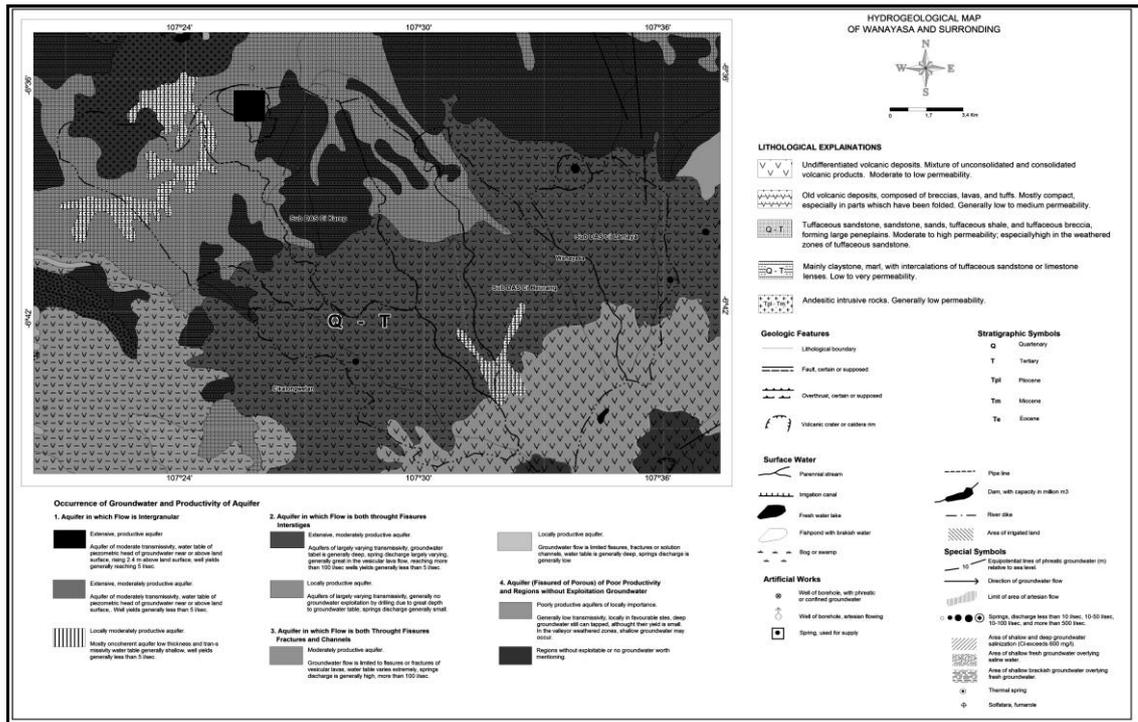
Sistem akifer yang terdapat pada daerah Sukatani adalah akifer tak tertekan dan akifer tertekan dengan media penyusun akifer yaitu media pori. Lapisan akifer berasal dari hasil endapan vulkanik yang berasal dari Gunung Tangkuban Perahu dengan tipe endapan piroklastik jatuhan dan aliran dengan arah persebaran relatif Timur-Barat.

DAFTAR PUSTAKA

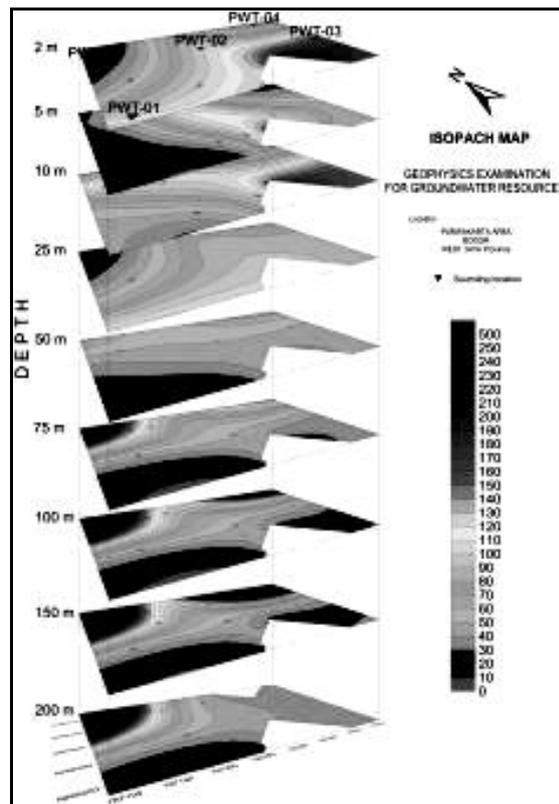
- ASTM, American Society for Testing and Materials, 2008, *ASTM D5609 Standard Guide for Defining Boundary Conditions in Groundwater Flow Modeling*.
- Loke, M.H., 2011. *Electrical resistivity surveys and data interpretation*. Penang, Malaysia.
- Sudjarmiko, 1972, *Peta Geologi Indonesia, Lembar Cianjur (Jawa Barat)*. Skala 1 : 100.000, Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Bandung.
- Soedjarmiko, 1972, *Peta Hidrogeologi Indonesia, Lembar Cianjur (Jawa Barat)*, Skala 1:250.000, Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1991, *Applied Geophysics, 2nd Ed.*, Cambridge University Press.



Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian (modifikasi dari Peta Geologi Regional Lembar Cianjur, Sudjarmiko, 1972)



Gambar 2. Peta hidrogeologi daerah penelitian (modifikasi dari Peta Hidrogeologi Regional Lembar Cianjur, Sudjatkiko, 1972)



Gambar 3. Peta resistivitas pada beberapa kedalaman di daerah Sukatani, Kabupaten Purwakarta