



**Bulletin of
SCIENTIFIC CONTRIBUTION**

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage : <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>

p-ISSN : 1693 - 4873

Volume 14, No.2
Agustus 2016

**POTENSI AIR TANAH BERDASARKAN NILAI RESISTIVITAS BATUAN DI KELURAHAN
CANGKORAH, KECAMATAN BATUJAJAR, KABUPATEN BANDUNG BARAT**

Febriwan Mohammad¹, Undang Mardiana¹, Yuyun Yuniardi¹, Yusi Firmansyah¹, M. Kurniawan Alfadli¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran

Email : febriwan.m@unpad.ac.id

ABSTRACT

Groundwater is water that contain under the soil or rock which located in subsurface layer. The resistivity method or geoelectricity using electrical properties of subsurface materials to obtain the anomalies. Aquisition data did with 2 line of 2-D resistivity and 10 point of 1-D resistivity. The result from 1-D resistivity are divided into three classification : First classification had range between 1 – 5 Ω m which indicate the rock with low resistivity and shallow. This layer interpreted as clay from Saguling Lake sedimentation and this layer act as aquiklud layer. The second classification with range between 6 – 20 Ω m indicated as medium resistivity and act as aquitard. The third classification with range more than 20 Ω m indicated as high resistivity and act as aquifer with low productivity. From the 2-D resistivity survey, such as : Low resistivity range associated with shaly tuff lithology and sandy tuff, depth of the low resistivity range about 0 – 40 meters, Medium resistivity range had depth about 10 – 70 meters, act as aquifer due to have well porosity properties. High resistivity range depth is more than 70 meters until 100 meters associated with massif layer, bad porosity, and did not have rock pore, the lithology is collaboration between massif breccia with igneous component.

Keyword : Geoelectricity, Resistivity, Batujajar, Groundwater, Aquifer

ABSTRAK

Air tanah merupakan air yang terdapat di dalam lapisan tanah atau batuan yang terletak di bawah permukaan tanah. Metode resistivitas (*resistivity*) atau geolistrik memanfaatkan sifat kelistrikan material bawah permukaan untuk mendapatkan anomali. Pengukuran dilakukan sebanyak 2 lintasan geolistrik 2-D dan 10 titik pengukuran 1-D. Dari hasil pengukuran metode 1-D diperoleh 3 paket batuan yaitu : Paket lapisan batuan 1 dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 1 – 5 Ω m yang mengindikasikan batuan dengan resistivitas amat rendah dan dangkal. Lapisan ini diduga berupa lempung dari endapan danau Saguling. Lapisan ini diduga berperan sebagai akiklud. Paket lapisan batuan 2 dengan nilai tahanan jenis antara 6 hingga 20 Ω m mengindikasikan batuan dengan resistivitas menengah dan bersifat sebagai akitar . Paket lapisan batuan 3 dengan nilai tahanan jenis antara lebih dari 20 Ω m mengindikasikan batuan dengan resistivitas yang tinggi dan dapat berperan sebagai akifer dengan produktivitas rendah. Dan dari hasil geolistrik 2-D, yaitu : Rentang resistivitas rendah kemungkinan berasosiasi dengan batuan dengan litologi tuf lempungan dan tuf pasir memiliki kedalaman bervariasi antara 0-40 meter, Rentang resistivitas menengah memiliki kedalaman bervariasi sekitar 10-70 meter. Porositas paket batuan ini diperkirakan baik, dan dapat berperan sebagai akifer, Rentang resistivitas tinggi ini berasosiasi dengan rentang kedalaman yang bervariasi mulai dari 70 meter hingga kedalaman lebih dari 100 meter berasosiasi dengan Lapisan keras, massif, porositas buruk dan tidak dapat menyimpan air di antara pori-pori batuanya, berupa perpaduan antara breksi padu dengan komponen batuan beku.

Kata kunci : Geolistrik, Resistivitas, Batujajar, Airtanah, Akifer

PENDAHULUAN

Lebih dari 98% dari semua air di daratan tersembunyi di bawah permukaan tanah dalam pori-pori batuan dan bahan-bahan butiran. Dua persen sisanya terlihat sebagai air di permukaan seperti di sungai, danau dan reservoir. Setengah dari dua persen ini disimpan di reservoir buatan.

Daerah Batujajar, sekitar Waduk Saguling, Kabupaten Bandung Barat terindikasi memiliki potensi air tanah, oleh karena itu perlu dilakukan penyelidikan untuk memastikan hal tersebut, sehingga potensinya dapat berdayaguna untuk mendukung kebutuhan air bagi konsumen.

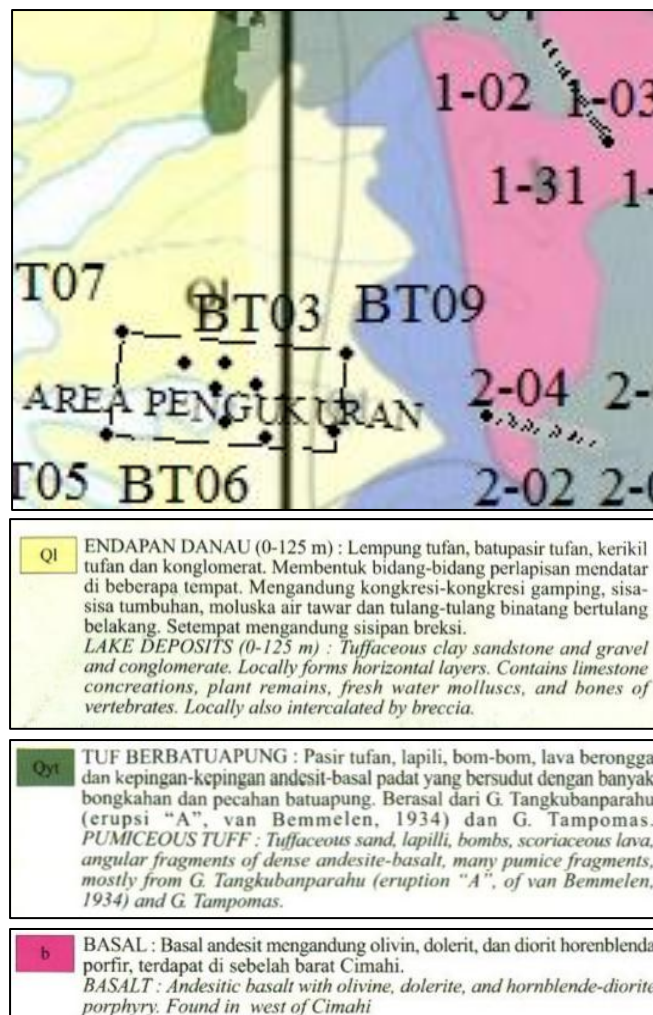
Salah satu metoda yang digunakan dalam eksplorasi bawah permukaan

adalah metoda geofisika. Pemanfaatan metoda geofisika untuk eksplorasi bawah permukaan dilakukan untuk mendapatkan gambaran secara kuantitatif dan kualitatif kondisi bawah permukaan sesuai dengan sifat fisika yang digunakan dalam metoda terkait. Berbagai sifat fisika yang dimiliki oleh material bawah permukaan dimanfaatkan untuk mendapatkan anomali bawah permukaan sebagai target eksplorasi yang dilakukan. Metoda geolistrik digunakan untuk menentukan distribusi sifat-sifat listrik medium bawah permukaan. Dari pengukuran ini, kondisi sifat-sifat listrik

bawah permukaan dapat diestimasi. Kondisi sifat-sifat listrik bawah permukaan ini berhubungan dengan bermacam parameter geologi seperti: jenis mineral, porositas, kandungan air dan derajat kejenuhan air didalam batuan (Telford et. al, 1990; Loke, 1999).

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Berdasarkan peta geologi regional lembar Bandung (P.H Silitonga, 2003) dan Cianjur (Sujatmiko, 2003) daerah penelitian masuk kedalam tiga satuan batuan yaitu : Ql (Endapan Danau), Qyt (tuf berbatuapung), dan b (basalt).



Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian

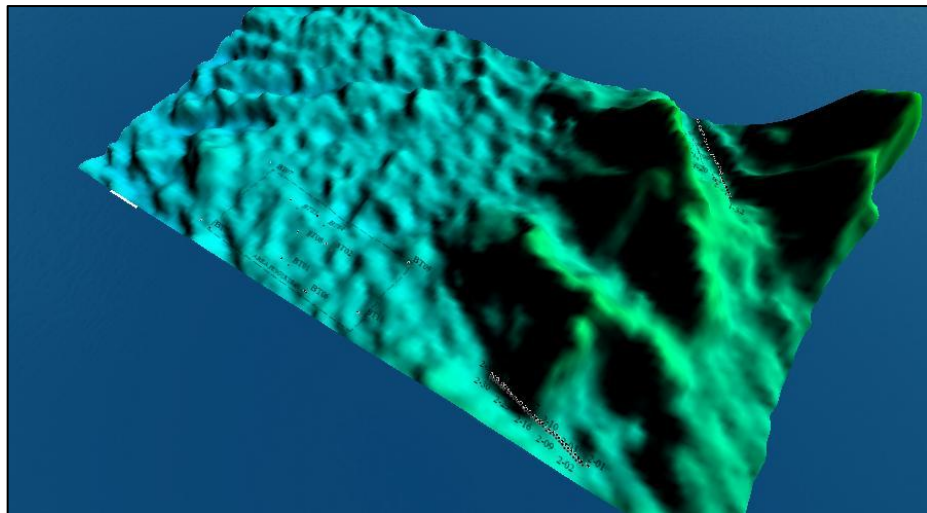
Semua pengukuran geolistrik 1-D berada pada satuan batuan Ql (Endapan Danau), sedangkan lintasan 2-D berada pada

satuan batuan Qyt dan b yang berada cukup jauh dari titik – titik pengukuran 1-D. Jadi dominasi litologi yang ada pada

daerah penelitian berupa endapan kuarter berupa lempung tufan, batupasir tufan, lapili dan konglomerat. Basal andesit hanya berada pada beberapa lokasi dan dipotong oleh lintasan 2-D saja.

Berdasarkan data topografi daerah penelitian berada pada ketinggian mulai dari 650 meter - 750 meter. Pengukuran

1-D semua berada pada ketinggian 650 meter dan topografi relatif landai, sedangkan pengukuran 2-D memiliki kemiringan lereng yang cukup ekstrim. Hal ini juga selaras dengan geologi yang menunjukkan keberadaan satuan basal yang merupakan hasil intrusi sehingga mengakibatkan naiknya topografi.



Gambar 2. Kenampakan topografi secara 3-D area penelitian

PENGUKURAN GEOLISTRIK

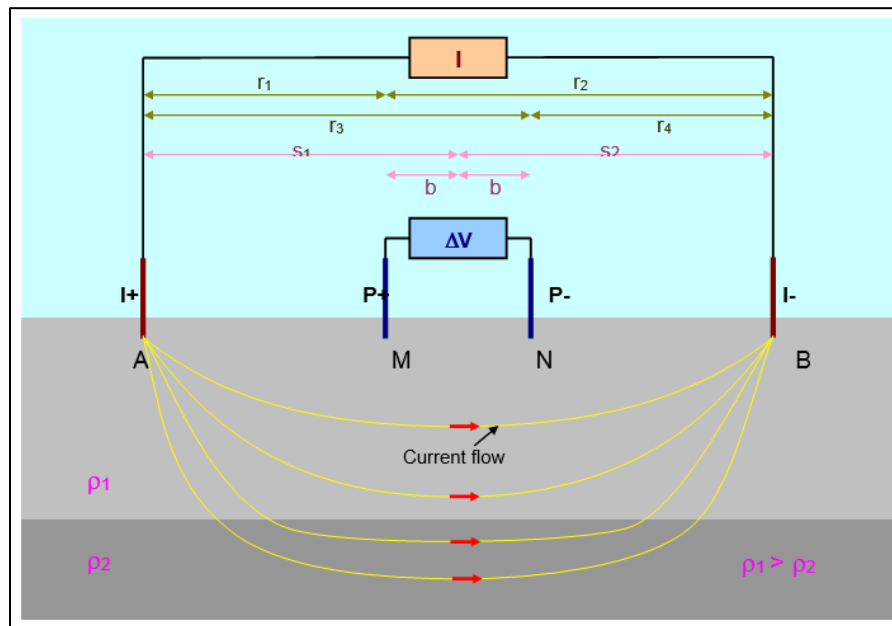
Penyelidikan geolistrik dilakukan atas dasar sifat fisika batuan terhadap arus listrik, dengan asumsi bahwa setiap jenis batuan yang berbeda akan mempunyai harga tahanan jenis yang berbeda pula. Hal ini tergantung pada beberapa faktor, diantaranya umur batuan, kandungan elektrolit, kepadatan batuan, jumlah mineral yang dikandungnya, porositas, permeabilitas dan lain sebagainya.

Berdasarkan hal di atas, apabila arus listrik searah (*Direct Current*) dialirkan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus A dan B, kemudian diukur beda potensial yang ditimbulkan oleh adanya aliran arus tersebut pada dua

buah elektroda potensial M dan N, maka akan diperoleh harga tahanan jenis semu.

Dalam penyelidikan geolistrik ini digunakan susunan elektroda dengan menggunakan metoda Schlumberger, dimana kedua elektroda potensial M - N selalu ditempatkan diantara dua buah elektroda arus A - B (Gambar 1).

Pada setiap pengukuran, elektroda arus A - B selalu dipindahkan sesuai dengan jarak yang telah ditentukan, sedangkan elektroda potensial M - N hanya dipindahkan pada jarak tertentu dengan ketentuan jarak $MN/2$ adalah $1/5$ jarak $AB/2$.

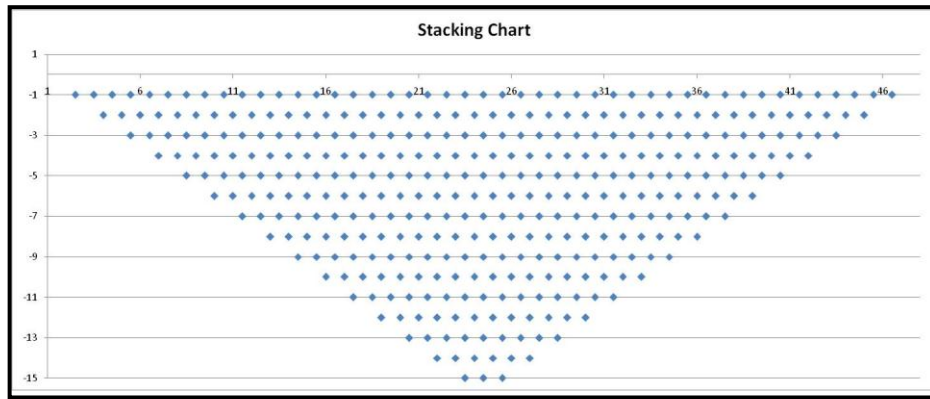


Gambar 3. Susunan elektroda pengukuran geolistrik

Survey resistivitas (*resistivity*) 1D (*sounding*) dilakukan di wilayah Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat pada area di sekitar kaki Waduk Saguling dengan pengukuran dilakukan sebanyak 2 lintasan geolistrik 2-D dan 10 titik pengukuran 1-D yang nantinya akan digunakan untuk melihat sebaran dari nilai resistivitas dan diinterpretasi sebagai lapisan pembawa airtanah. Data yang dihasilkan dari pengukuran data di lapangan adalah nilai resistivitas semu untuk semua datum point pada lintasan pengukuran. Nilai resistivitas semu ini merupakan nilai resistivitas dengan faktor koreksi k sesuai dengan konfigurasi elektroda yang diterapkan. Untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya yang menggambarkan variasi sebaran bawah permukaan, selanjutnya dilakukan perhitungan

dengan inversi. Sebaran nilai resistivitas yang dihasilkan dari pengolahan data, kemudian dianalisis untuk kemudian dilakukan interpretasi dengan sebaik-baiknya.

Berbeda dengan metoda 1-D, metoda 2-D (*mapping*) juga mengukur resistivitas semu dalam arah lateral. Pengukuran dalam arah lateral dilakukan dengan memindahkan elektroda arus dan potensial dalam jarak tertentu berdasarkan dengan desain yang telah ditentukan sesuai dengan jenis konfigurasi yang digunakan. Setiap pergerakan elektroda akan mengukur resistivitas pada datum tertentu. Pada gambar 4 terlihat titik-titik yang menunjukkan sebaran datum pengukuran 2-D (*mapping*). Pergeseran datum sebanding dengan pergeseran elektroda terhadap elektroda acuan awal.



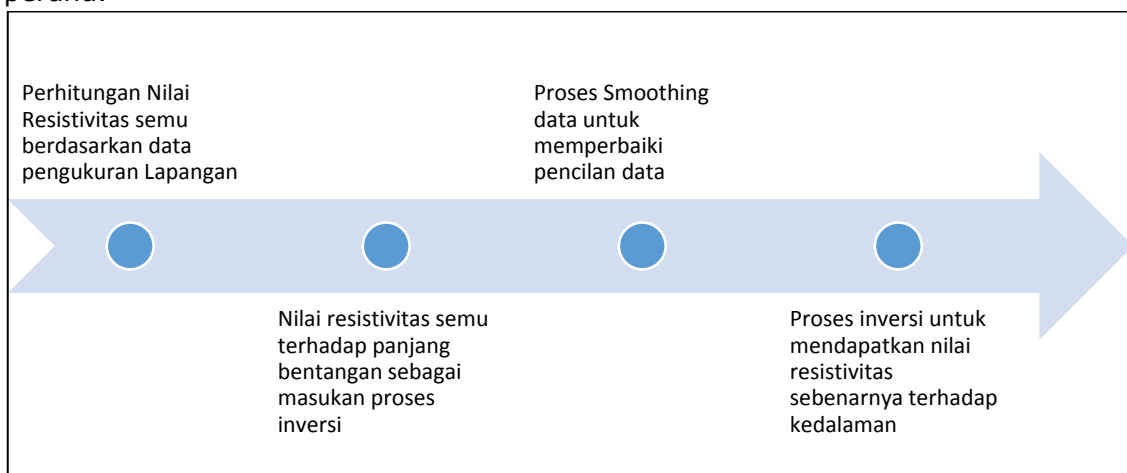
Gambar 4 Sebaran titik datum pengukuran metoda 2-D (*mapping*)

Bentuk perahu yang terbentuk pada Gambar 2.2 karena pengukuran dilakukan dengan jumlah channel yang terbatas dalam jarak tertentu. Pergerakan perpindahan elektroda diatur sedemikian rupa sampai diperoleh bentangan maksimum pada elektroda arus dan atau potensial. Setelah tercapai bentangan maksimum yang diinginkan pada kedua elektroda tersebut, elektroda tersebut dipindahkan dalam arah lateral terhadap acuan (elektroda) tertentu sampai jarak maksimum yang diinginkan. Keterbatasan bentangan maksimum pada jarak awal dan akhir bentangan membatasi kedalaman datum yang dapat diperoleh. Hal inilah yang menyebabkan bentuk lintasan hasil pengukuran 2-D (*mapping*) menyerupai perahu.

Metoda 2-D lebih baik dalam melihat sebaran lateral karena data yang diperoleh tidak hanya dalam arah vertikal. Akan tetapi, waktu yang dibutuhkan dan operasional yang diperlukan dalam pengerjaan otomatis akan lebih besar dibandingkan metoda 1-D.

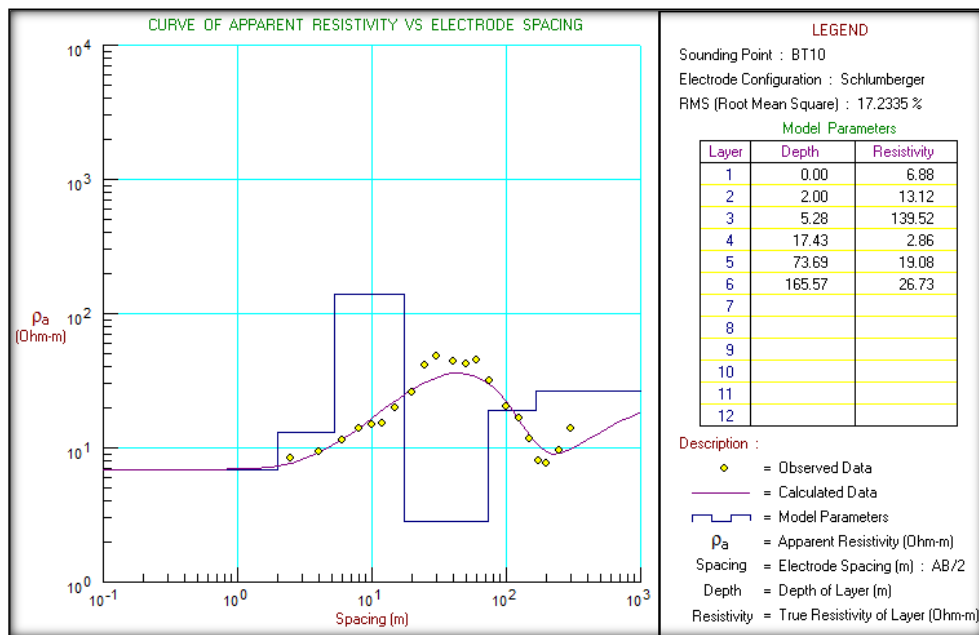
ANALISIS GEOLISTRIK 1-D

Pengolahan data geolistrik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak dan mendapatkan hasil berupa nilai resistivitas serta posisinya pada suatu kedalaman di bawah permukaan. Alur proses pengolahan data geolistrik 1-D adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram alir pengolahan data geolistrik 1-D

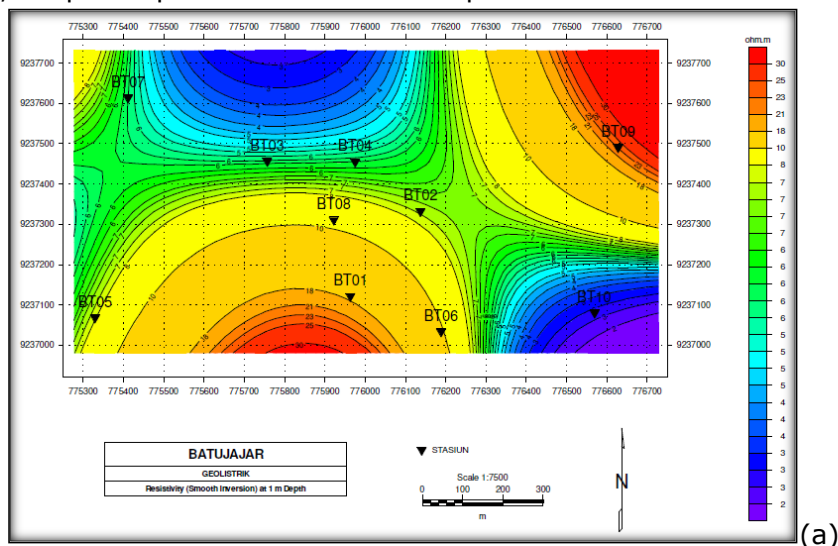
Output hasil pengolahan geolistrik 1-D mendapatkan nilai true resistivitas dan berupa kurva *matching* antara data kedalaman dari nilai tersebut dan berupa lapangan dan perhitungan untuk data diskrit.

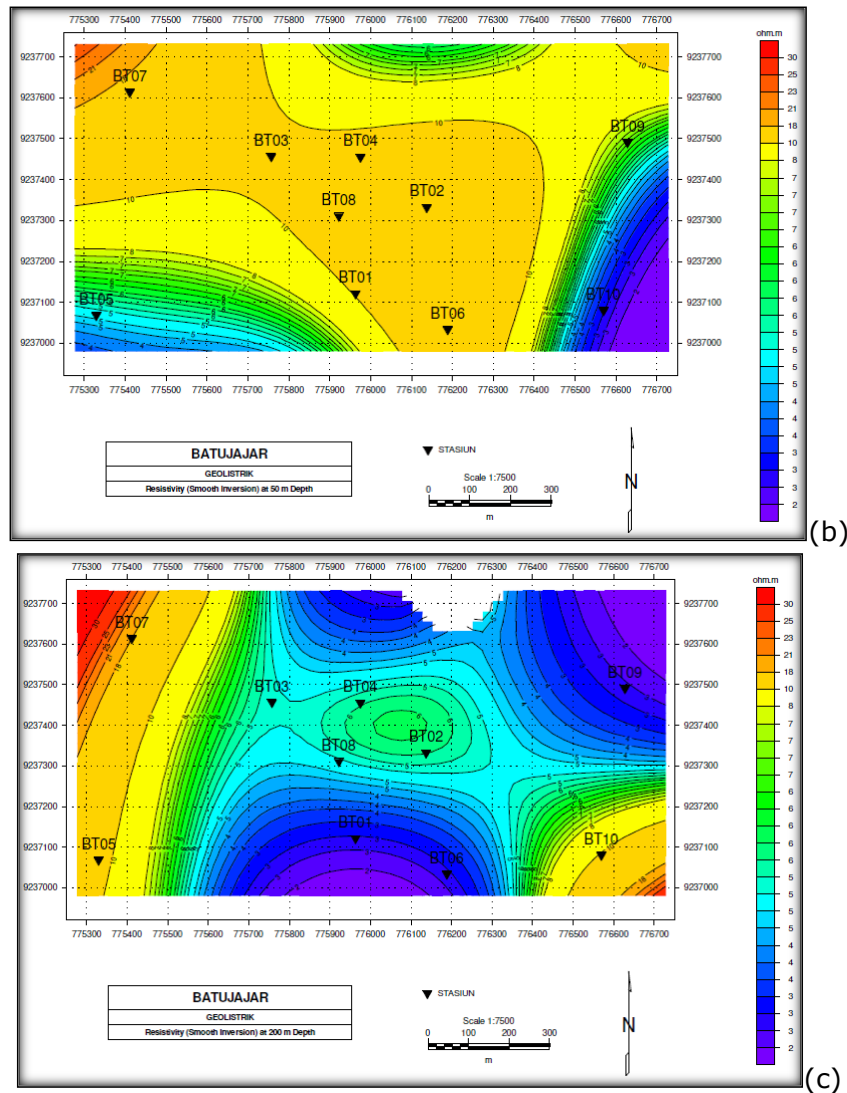


Gambar 6. Output geolistrik 1-D

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. Melalui pengamatan pada kontur resistivitas, dapat diperoleh informasi

mengenai sebaran nilai resistivitas pada daerah penelitian. Informasi ini berkaitan langsung dengan sebaran batuan dan potensi keberadaan akifer di lokasi penelitian. Melalui integrasi dengan data pemetaan dan pengetahuan mengenai geologi di lokasi penelitian, pemahaman mengenai sistem hidrogeologi dan penyebaran sistem akifer dapat diperoleh.





Gambar 7. Peta sebaran nilai resistivitas pada beberapa kedalaman, 1 meter (a), 50 meter (b), 200 meter (c)

Dari peta yang dihasilkan, rentang nilai resistivitas dapat dikelompokkan menjadi 3 paket batuan, yaitu :

Tabel 1. Pengelompokan nilai resistivitas di daerah penelitian

ρ ($\Omega.m$)	Rentang Resistivitas	Keterangan
< 5	Resistivitas rendah	Paket Batuan 1
5 - 20	Resistivitas menengah	Paket Batuan 2
> 20	Resistivitas tinggi	Paket Batuan 3

Dari hasil analisis berdasarkan data permukaan dan data sekunder, maka dapat diinterpretasikan nilai sebaran resistivitas berdasar pengukuran geolistrik 1-Dimensi di daerah penelitian sebagai berikut:

Paket lapisan batuan 1 dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 1 – 5 Ωm yang mengindikasikan batuan dengan resistivitas amat rendah banyak di jumpai di permukaan dan kedalaman dangkal dengan ketebalan bervariasi di

berbagai kedalaman. Batuan dengan nilai resistivitas rendah tersebar luas di tengah daerah penelitian, terutama pada kedalaman antara 0 hingga 10 meter. Lapisan ini diduga berupa lempung dari endapan danau Saguling. Lapisan ini diduga berperan sebagai akiklud, yaitu media berpori yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat dan mengalirkan airtanah.

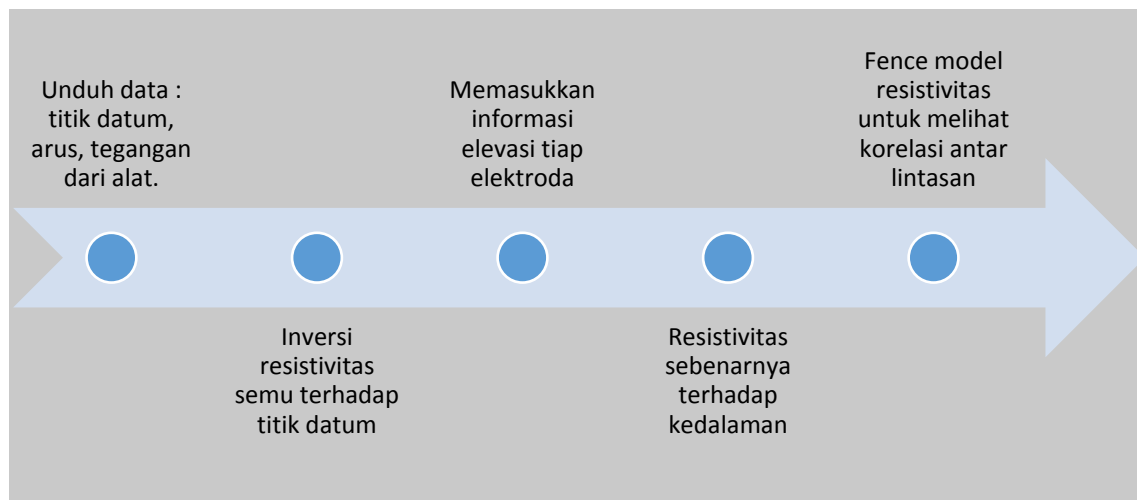
Paket lapisan batuan 2 dengan nilai tahanan jenis antara 5 hingga 20 Ωm mengindikasikan batuan dengan resistivitas menengah, tersebar secara merata di daerah penelitian, terutama di bagian tengah daerah penelitian yang merupakan bagian pabrik di daerah penelitian. Kelompok batuan ini dijumpai berselingan dengan batuan dengan resistivitas rendah dengan ketebalan bervariasi dan dijumpai pada berbagai kedalaman. Lapisan ini diduga memiliki litologi lanau hingga pasir halus. Diperkirakan kelompok batuan dengan rentang nilai resistivitas menengah dapat bersifat sebagai akitar yaitu batuan yang

dapat menyimpan air dan mengalirkannya dalam jumlah terbatas di daerah penelitian

Paket lapisan batuan 3 dengan nilai tahanan jenis antara lebih dari 20 Ωm mengindikasikan batuan dengan resistivitas yang tinggi dibandingkan kelompok sebelumnya. Batuan ini mendominasi bagian Timur daerah penelitian di sekitar jalan Raya Batujajar dan membentuk pola aliran batuan yang menerus ke Selatan daerah penelitian pada berbagai kedalaman. Batuan dengan resistivitas yang sama juga terlihat pada sebagian wilayah Tengah daerah penelitian terutama pada kedalaman dangkal. Diperkirakan memiliki litologi pasir kasar dan dapat berperan sebagai akifer dengan produktivitas rendah.

ANALISIS GEOLISTRIK 2-D

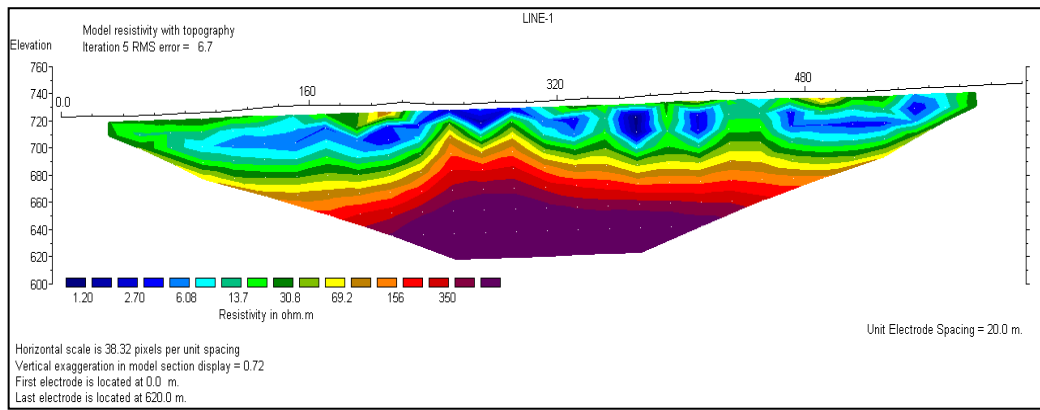
Pengolahan data geolistrik 2-dimensi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak untuk menampilkan hasil pengolahan resistivitas berupa *fence* resistivitas menggunakan perangkat lunak. Alur proses pengolahan data geolistrik adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram alir pengolahan data geolistrik 2-D

Output data geolistrik 2-D berupa penampang sepanjang lintasan yang menggambarkan sebaran nilai

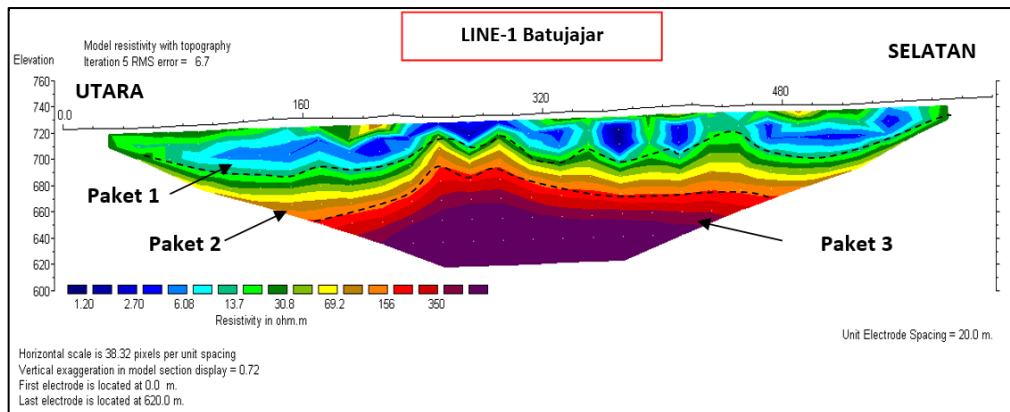
resistivitas dan kedalaman dari sebaran nilai tersebut.



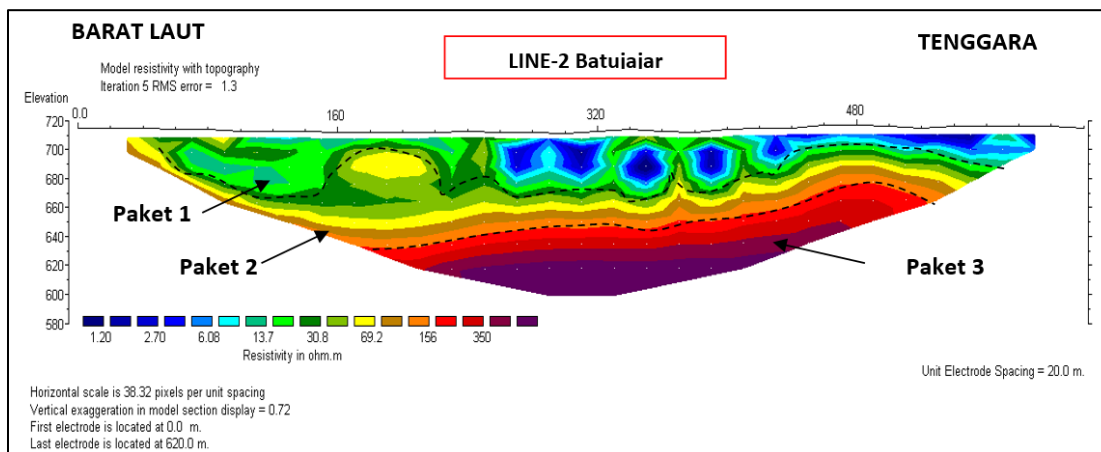
Gambar 9. Output geolistrik 2-D

Akuisisi data resistivitas di blok kaki Gn. Burangrang, Kabupaten Bandung Barat dilakukan pada 2 lintasan pengukuran. Arah lintasan pengukuran resistivitas 2D (*profiling*) dilakukan berarah relatif Utara-Selatan (Line 1) dan satu lintasan berarah relatif Barat-Timur (Line 2). Hasil Inversi dari data pengukuran dapat dibagi ke dalam beberapa rentang nilai resistivitas/ tahanan jenis yang diwakili oleh lapisan-lapisan dengan warna tertentu. Setiap lapisan warna tersebut dapat diinterpretasikan sebagai satu paket batuan, pada studi ini terdapat tiga

paket batuan masing-masing dikelompokkan sebagai paket dengan nilai resistivitas rendah, paket dengan nilai resistivitas menengah dan paket dengan nilai resistivitas tinggi. Penampang geolistrik 2-D diperoleh dari daerah di sekitar kaki Gunung Burangrang, dilakukan untuk melihat arah dan pola aliran dari sumber air bawah permukaan yang diperkirakan berasal dari perbukitan vulkanik di sekitar Gunung Burangrang dan melihat hubungannya dengan kondisi bawah permukaan di area.



Gambar 10. Penampang resistivitas menunjukkan kelompok paket batuan pada lintasan 1



Gambar 11. Penampang resistivitas menunjukkan kelompok paket batuan pada lintasan 2

Kedua penampang geolistrik 2 Dimensi menunjukkan pola yang relative sama. Kedua penampang menunjukkan keberadaan tiga kelompok batuan yang dikelompokkan berdasarkan nilai resistivitasnya.

Pola-pola resistivitas rendah (warna biru tua hingga hijau muda) hadir dekat dengan permukaan menunjukkan keberadaan batuan vulkanik dengan butiran yang kasar ditunjukkan oleh nilai resistivitas yang rendah. Pola-pola tersebut juga menunjukkan keberadaan akifer dangkal pada kedalaman rendah yang dapat terlihat dari bentuk membuldar yang ditutupi oleh lapisan yang lebih padu.

Berikutnya pola-pola yang lebih menerus hadir di bawah lapisan dengan nilai resistivitas rendah tersebut. Pola-pola menerus dengan nilai resistivitas menengah (warna hijau tua hingga coklat) ini diperkirakan berasal dari batuan vulkanik yang lebih padat

dibandingkan lapisan di atasnya, diperkirakan berasal dari Gunung Burangrang di arah Utara dan menerus ke Selatan. Nilai resistivitas menengah ini diperoleh dari batuan yang poriporinya terisi oleh fluida yang diperkirakan berupa air.

Pola-pola resistivitas tinggi (warna merah hingga ungu tua) hadir pada posisi terdalam menunjukkan keberadaan batuan vulkanik yang keras ditunjukkan oleh nilai resistivitas yang tinggi. Pola-pola tersebut juga menunjukkan keberadaan batuan yang tidak terisi oleh air, dan diperkirakan lebih tua dari batuan di atasnya. Diperkirakan berasal dari Gunung Burangrang.

Dari hasil analisis sementara berdasarkan data permukaan dan data sekunder, maka dapat diinterpretasikan nilai sebaran resistivitas bawah permukaan di daerah penelitian sebagai berikut :

Tabel 2. Interpretasi sebaran nilai resistivitas 2-D di daerah kaki Gn. Burangrang

ρ (Ωm)	Interpretasi	Keterangan
≤ 20	Resistivitas Rendah	Batuan yang diperkirakan berfungsi sebagai akifer dangkal, dan di beberapa tempat menjadi akiklu yaitu batuan yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat mengalirkannya Rentang resistivitas rendah kemungkinan berasosiasi dengan batuan dengan litologi tuf lempungan dan tuf pasir memiliki kedalaman bervariasi antara 0-40 meter
20 – 160	Resistivitas Menengah	Batuan yang diperkirakan dapat berfungsi sebagai akifer, berupa perselingan tuf pasir kasar dengan breksi vulkanik. Rentang resistivitas menengah memiliki kedalaman bervariasi sekitar 10-70 meter. Porositas paket batuan ini diperkirakan baik, dan dapat berperan sebagai akifer.
> 160	Resistivitas Tinggi	Lapisan keras, massif, porositas buruk dan tidak dapat menyimpan air di antara pori-pori batumannya, berupa perpaduan antara breksi padu dengan komponen batuan beku. Rentang resistivitas tinggi ini berasosiasi dengan rentang kedalaman yang bervariasi mulai dari 70 meter hingga kedalaman lebih dari 100 meter.

KESIMPULAN

Berdasarkan penarikan asumsi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Lapisan batuan dengan nilai tahanan jenis berkisar antara $<20 \Omega\text{m}$ 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 Barat dan Selatan daerah penelitian. Kelompok perlapisan pertama berada rata-rata pada kedalaman 0 m sampai dengan 40 m, memiliki nilai konduktivitas rendah. Lapisan ini dapat mengandung air dan membentuk akifer-akifer dangkal dekat dengan permukaan. Lapisan ini diduga

berupa tufa halus atau tufa lempungan hasil produk vulkanik. Lapisan ini diduga berperan sebagai akiklud, yaitu media berpori yang dapat menyimpan tetapi tidak dapat mengalirkan airtanah.

Paket batuan yang bersifat serupa dengan paket ini dapat ditemukan di lokasi pengukuran 1-D dalam bentuk pasir kasar dengan rentang nilai resistivitas yang relative sama.

2. Lapisan batuan dengan nilai tahanan jenis antara $20 \Omega\text{m}$ hingga $160 \Omega\text{m}$ mengindikasikan batuan dengan resistivitas menengah, dijumpai berselingan dengan batuan dengan resistivitas rendah. Ditemukan menerus dari Utara ke Selatan daerah penelitian, mempunyai ketebalan bervariasi dan dijumpai

pada berbagai kedalaman, terutama lebih dari 10 sampai 70 meter. 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 perelingan tufa pasiran dengan breksi yang dapat bersifat sebagai akifer.

Paket batuan dengan sifat fisik dan rentang nilai resistivitas yang sama tidak ditemukan di lokasi pengukuran 1-D.

3. Kelompok ketiga adalah lapisan dengan nilai resistivitas yang tinggi ($> 160 \Omega m$). Mendominasi pada kedalaman 70 meter sampai lebih dari 100 meter. Lapisan ini diperkirakan merupakan lapisan yang keras, dengan porositas buruk dan sulit untuk menyimpan air di antara pori-pori batumannya. Hal ini diperkirakan dari nilai konduktivitas yang amat rendah. Batuan ini diperkirakan merupakan perpaduan antara breksi padu dengan komponen batuan beku. Pola-pola dari paket ini tidak ditemukan di lokasi pengukuran 1-D.

Telford, M.W., et al, 1976, Applied Geophysics, Cambridge University Press

Silitonga, P.H., 1973, Peta geologi regional lembar Bandung, Badan Geologi Bandung

Sujatmiko, 2003, Peta geologi lembar Cianjur, Badan Geologi Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Koefoed, O., 1982. Geosounding Principles 1 - Resistivity sounding Measurements (Methods in Geochemistry and Geophysics, 14 A), Elsevier Science Publishing Company Inc., New York, Second Impression,
- Reynolds, J. M., 1997, An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, John Wiley and Sons, New York