

PENDUGAAN KETERDAPATAN AKIFER AIRTANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI SUB-DAS CISATANG - KABUPATEN CIANJUR

Undang Mardiana¹⁾, Cipta Endyana²⁾

¹⁾Laboratorium Geofisika, Fakultas Teknik Geologi – Universitas Padjadjaran

²⁾Laboratorium Geodinamik, Fakultas Teknik Geologi – Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Geoelectric measurements committed in an attempt to obtain the presence, depth, thickness, number and spread of the aquifer. From the interpretation of Schlumberger geoelectric method (Sounding) acquired seven units of lithology, three units are classified as permeable layer, and four units as impermeable layers. The layer that functions as the aquifer has a resistivity value between 200-400 Ωm which is interpreted as a breccia with component-gravel gravel unit, 100-200 Ωm which is interpreted as breccia matrix supported by granule-sized components pebble unit, and 50-100 Ωm which is interpreted as breccia matrix supported with gravel-sized component unit. Distribution of the three rocks in the study area is dominated by a nearly breccia grain supported. While units with resistivity values above 400 Ωm and under 50 Ωm interpreted as an impermeable layer-semipermeable. Faults that developed in the study area has direction a northwest-southeast. Those fault caused the fracture system that developed on volcanic deposits in this area. Therefore the zone bounded by two faults are thought to have better porosity values as the aquifer is supported by fracture with a higher intensity in surrounding area.

Keywords: Resistivity, Subsurface, Volcanic, Fracture System.

ABSTRAK

Pengukuran geolistrik yang dilakukan dalam upaya untuk mendapatkan kehadiran, kedalaman, ketebalan, jumlah dan penyebaran akuifer. Dari interpretasi Schlumberger metode geolistrik (Sounding) mengukusi tujuh unit litologi, tiga unit diklasifikasikan sebagai lapisan permeabel, dan empat unit sebagai lapisan kedap air. Lapisan yang berfungsi sebagai akuifer memiliki nilai resistivitas antara 200-400 Ωm yang ditafsirkan sebagai breksi dengan satuan komponen-kerikil kerikil, 100-200 Ωm yang ditafsirkan sebagai matriks breksi didukung oleh granul ukuran satuan komponen kerikil, dan 50 -100 Ωm yang ditafsirkan sebagai matriks breksi didukung dengan satuan komponen kerikil ukuran. Distribusi dari tiga batu di daerah penelitian didominasi oleh sebutir hampir breksi didukung. Sementara unit dengan nilai resistivitas di atas 400 Ωm dan di bawah 50 Ωm diartikan sebagai lapisan-semipermeabel kedap. Sesar yang berkembang di daerah penelitian memiliki arah barat laut-tenggara. Sesar yang disebabkan sistem retakan dikembangkan pada endapan vulkanik di daerah ini. Oleh karena itu zona yang dibatasi oleh dua sesar dianggap memiliki nilai porositas yang lebih baik sebagai akuifer yang didukung oleh rekhan-rekahan dengan intensitas yang lebih tinggi di daerah sekitarnya.

Kata kunci: Tahanan, bawah permukaan, Volcanic, sistem rekahan..

PENDAHULUAN

Dalam pembuatan sumur bor dangkal maupun sumur bor dalam informasi keterdapatn akifer sangat diperlukan, hal ini berkaitan dengan penempatan saringan atau posisi pengambilan airtanah. Untuk mendapatkan informasi susunan lapisan batuan di bawah permukaan, kegiatan pengukuran geolistrik harus dilakukan sehingga diperoleh gambaran ada atau tidaknya lapisan pembawa air (akifer), kedalaman, ketebalan, jum-

lah akifer serta penyebaran dari akifer. Meskipun pelaksanaan pengukuran geolistrik dilakukan di permukaan tanah, sedangkan airtanah tidak dapat secara langsung diamati di permukaan bumi, maka penyelidikan geolistrik merupakan awal penyelidikan yang cukup penting, paling tidak dapat memberikan gambaran kondisi geologi bawah permukaan berkaitan dengan keterdapatn airtanah tersebut. Penelitian geolistrik dimaksudkan untuk memperoleh gambaran kondisi

geologi bawah permukaan dan kemungkinan terdapatnya airtanah pada kedalaman tertentu. Pendugaan geolistrik ini di dasarkan pada kenyataan bahwa apa-bila di aliri arus listrik, batuan dengan komposisi mineral yang berbeda akan memberikan nilai tahanan jenis yang berbeda pula.

Konfigurasi Schlumberger dilakukan dengan cara mengkondisikan pada posisi elektroda tertentu spasi (jarak) elektroda potensial tetap, sedangkan elektroda arus berpindah secara bertahap. Jarak elektroda akan mempengaruhi nilai konstanta (k) yang berkaitan dengan nilai tahanan jenis semu untuk setiap pembacaan. Konfigurasi Schlumberger merupakan salah satu cara untuk menentukan perubahan tahanan jenis batuan terhadap kedalaman, yang bertujuan untuk mempelajari variasi tahanan jenis batuan di bawah permukaan bumi pada arah vertikal atau biasa disebut *Vertical Electrical Sounding (VES)* (Telford, et.al., 1990)

Survey resistivitas (*resistivity*) 1D (*sounding*) dilakukan di wilayah Kecamatan Gekbrong, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat pada area di sekitar kaki Gunung Gede .

BAHAN & METODE PENELITIAN

Tatanan Geologi

Pengkajian terhadap hasil penelitian geologi terdahulu dilakukan sebelum pekerjaan lapangan dilaksanakan pada wilayah studi. Informasi yang diperoleh dari penelitian yang pernah dilakukan di daerah ini diuraikan seperti di bawah ini.

Sudjatmiko (1972), dalam Peta Geologi Lembar Cianjur, telah menguraikan geologi wilayah studi dan sekitarnya secara regional. Berdasarkan peta tersebut diketahui bahwa batuan tertua yang tersingkap di wilayah

studi terdiri dari breksi andesit piroksen bersisipan lava andesit yang telah terpropilitasi merupakan bagian dari hasil gunungapi tertua (Qot) yang membentuk perbukitan yang terpisah di bagian selatan daerah penelitian dengan ketebalan lapisan sampai dengan 550 m, sebagian besar daerah penelitian merupakan breksi dan lahar dari G.Gede (Qyg) yang terdiri dari batupasir tufan, serpih tufan, breksi tufan dan aglomerat tufan, kemudian di sebelah barat laut daerah penelitian tersingkap aliran lava dari G. Gede (Qyl) yang berumur lebih tua dari Qyg. Batuan-batuan ini termasuk ke dalam batuan gunungapi yang berumur Kuartar.

Aktivitas tektonik di daerah ini dimulai pada awal Tersier. Selanjutnya aktivitas tektonik Plio-Pleistosen mengaktifkan kembali produk tektonik periode awal tersier, membentuk sesar-sesar yang berarah umum timur laut – barat daya dan barat laut – tenggara, pada wilayah studi diperlihatkan dengan adanya lineament-lineament. Rekahan-rekahan yang terbentuk menjadi zona lemah bagi kemunculan batuan-batuan vulkanik muda berumur Kuartar.

Berdasarkan Peta Hidrogeologi Regional Indonesia Lembar Cianjur, yang disusun oleh Manaris Pasaribu, Wayan Mudiana, dan Yaya Sunarya (1998), cekungan airtanah daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 (tiga) wilayah, yaitu wilayah airtanah dengan luah sumur antara 5 – 25 l/dtk, wilayah airtanah dengan luah sumur kurang dari 5 liter/dtk, dan wilayah airtanah langka/nir-akifer.

Pada wilayah airtanah dengan luah sumur antara 5 – 25 l/dtk, sistem aliran airtanah umumnya melalui ruang antar butir, setempat melalui rekahan yang melampardi kaki bagian

timur G. Gede dan umumnya terdapat pada endapan gunungapi muda, terdiri dari beberapa lapisan akifer dengan ketebalan antara 2- 50 m, kedalaman sumur antara 70 – 200 m di bawah muka tanah setempat, *specific capacity* sumur mencapai 329,18 m²/hari. *Transmissivities* lebih dari 659 m²/hari, muka airtanah statis bervariasi dari 30 hingga 1 m diatas muka tanah setempat (mengalir sendiri).

Pada wilayah airtanah dengan luah sumur kurang dari 5 liter/dtk, sistem aliran airtanah umumnya melalui ruang antar butir, setempat melalui rekahan dan saluran pelarutan, terdiri dari endapan vulkanik muda berupa batupasir dan breksi, setempat pada batuan endapan Tersier, ketebalan berkisar antara 1 – 15 meter, keterusan berkisar antara 0,8 – 94 m²/hari, kedalaman sumur antara 70 – 150 m dibawah muka tanah setempat, *specific capacity* 5,11 – 35,20 m²/hari. Muka airtanah statis bervariasi antara 28 m dibawah muka tanah setempat hingga 0,8 m diatas muka tanah setempat (mengalir sendiri).

Litologi akifer di daerah ini umumnya merupakan batuan vulkanik muda tak terpisahkan, terdiri dari batupasir tufan, breksi lahar, tuf, aglomerat tufan, dan bom-bom lava berongga, ketebalan mencapai 150 m. Permeabilitas umumnya berkisar antara 0,8 hingga 36,4 m²/hari.

Keseluruhan data yang diperoleh dari penelitian terdahulu seperti tersebut di atas masih bersifat umum dan berskala regional. Deskripsi batuanannya pun belum teruraikan dengan jelas, sehingga agak sukar untuk mendapatkan gambaran yang spesifik mengenai urutan kejadian vulkanik (*volcanic succession*) dan

hubungan di antara endapan vulkanik yang telah dihasilkan. Situasi ini menjadi semakin kompleks dengan langkanya data sumur pemboran di wilayah studi. Tentunya hal tersebut akan mempersulit pengamatan secara detail dengan cakupan area yang cukup luas. Oleh karena studi awal ini diharapkan dapat menghasilkan gambaran *volcanic succession* secara lebih spesifik, maka dipilihlah lokasi-lokasi yang diperkirakan dapat mewakili wilayah studi untuk mengatasi keterbatasan waktu dan wilayah yang cukup luas.

Metode Penelitian

Penyelidikan geolistrik dilakukan atas dasar sifat fisika batuan terhadap arus listrik, dimana setiap 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 ke-dua elektroda potensial M - N selalu ditempatkan diantara dua buah elektroda arus A - B.

Parameter data yang diperoleh dari hasil pengukuran berupa harga arus (mA) dan harga potensial (mV), de-

ngan menggunakan hukum Ohm akan diperoleh harga tahanan jenis semu setelah terlebih dahulu dikalikan dengan faktor jarak (k). Persamaan rumus untuk mencari harga tahanan jenis semu dengan metoda Schlumberger, adalah :

$$\rho_s = k \cdot \Delta V / I \dots\dots\dots (1)$$

$$k = \pi / [(L/2)^2 - (l/2)^2] \dots\dots\dots (2)$$

ρ_s = Tahanan jenis semu (Ω .meter)

L = Jarak elektroda arus AB (m)

ΔV = Beda potensial (Volt)

K = faktor jarak

I = Arus listrik (Ampere)

l = Jarak elektroda potensial MN (m)

π = konstanta (3,14)

Nilai yang dihasil dari pengukuran pada survey geolistrik kemudian diolah untuk menjadi sebuah diagram blok 3 dimensi. Metode yang digunakan dalam membuat interpolasi secara 3 dimensi ini adalah metode interpolasi *Inverse Distance Weighting Anisotropic*. *IDW Anisotropic* ini melihat titik terdekat masing-masing pada zona 90 derajat di sekitar titik ketika menetapkan nilai simpul. Metode ini menggunakan eksponen tetap. Sebelum dilakukan interpolasi dari titik-titik duga tahanan jenis, terlebih dahulu melalui proses koreksi topografi sehingga interpolasi secara vertikal dan horizontalnya mendekati kondisi sebenarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penafsiran data lapangan serta penampang tegak tahanan jenis yang diperoleh kemudian dikorelasi-

kan dengan keadaan geologi setempat, menunjukkan bahwa lapisan batuan di daerah penyelidikan umumnya berasal dari endapan vulkanik 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 125 meter di bawah permukaan tanah setempat. Untuk memudahkan pembacaan, maka titik duga dikelompokkan ke dalam kelompok-kelompok nilai resistivitas (Tabel 1). Secara umum daerah kajian menunjukkan kisaran nilai tahanan jenis antara 10 hingga 1000 Ω m.

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 125 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.

Pada diagram blok daerah penelitian dengan menggunakan metode *interpolasi IDW Anisotropic*, maka dihasilkan model batuan vulkanik berdasarkan nilai tahanan dengan visualisasi 3 dimensi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Model batuan tersebut menjelaskan bahwa sebaran di permukaan dengan nilai tahanan jenis yang bervariasi dari 10-

6500 Ω m, diperlihatkan dengan warna hijau hingga merah.

Batuan yang tersebar di daerah penelitian dikelompokkan menjadi 7 kelompok batuan, yaitu: Batuan berwarna merah dengan nilai tahanan jenis diatas 1000 Ω m merupakan batuan keras dinyatakan sebagai lava, batuan berwarna merah muda dengan nilai tahanan jenis 400-1000 Ω m diduga sebagai breksi padu, batuan berwarna coklat dengan nilai tahanan jenis 200-400 Ω m diduga sebagai breksi dengan komponen kerikil-gravel, batuan berwarna kuning dengan nilai tahanan jenis 100-200 Ω m diduga sebagai breksi matriks *supported* dengan komponen berukuran *granule-peble*, batuan berwarna kuning muda dengan nilai tahanan jenis 50-100 Ω m diduga sebagai breksi matriks *supported* dengan komponen berukuran kerikil, batuan berwarna putih dengan nilai tahanan jenis 20-50 Ω m diduga sebagai tuff lapilian dan batuan berwarna hijau dengan nilai tahanan jenis dibawah 20 Ω m merupakan tuff padu.

Diskusi

Berdasarkan distribusi dan kontras nilai resistivitas yang merupakan perbandingan antara klastik halus dan kasar yang lebih menunjukkan proses laharik. Lapisan batuan yang kemungkinan dapat berfungsi sebagai akifer mempunyai nilai tahanan jenis antara 200-400 Ω m yang ditafsirkan sebagai breksi dengan komponen kerikil-gravel, batuan bertahanan jenis antara 100-200 Ω m yang ditafsirkan sebagai breksi matriks *supported* dengan komponen berukuran *granule-peble*, dan batuan dengan nilai tahanan jenis 50-100 Ω m diduga sebagai breksi matriks *supported* dengan komponen

berukuran kerikil. Sebaran ketiga batuan tersebut di daerah penelitian hampir merata yang didominasi oleh batuan breksi *grain supported*. (Gambar 5). Batuan dengan nilai tahanan jenis diatas 400 Ω m dan dibawah 50 Ω m diduga merupakan lapisan *impermeable-semipermeable*.

KESIMPULAN

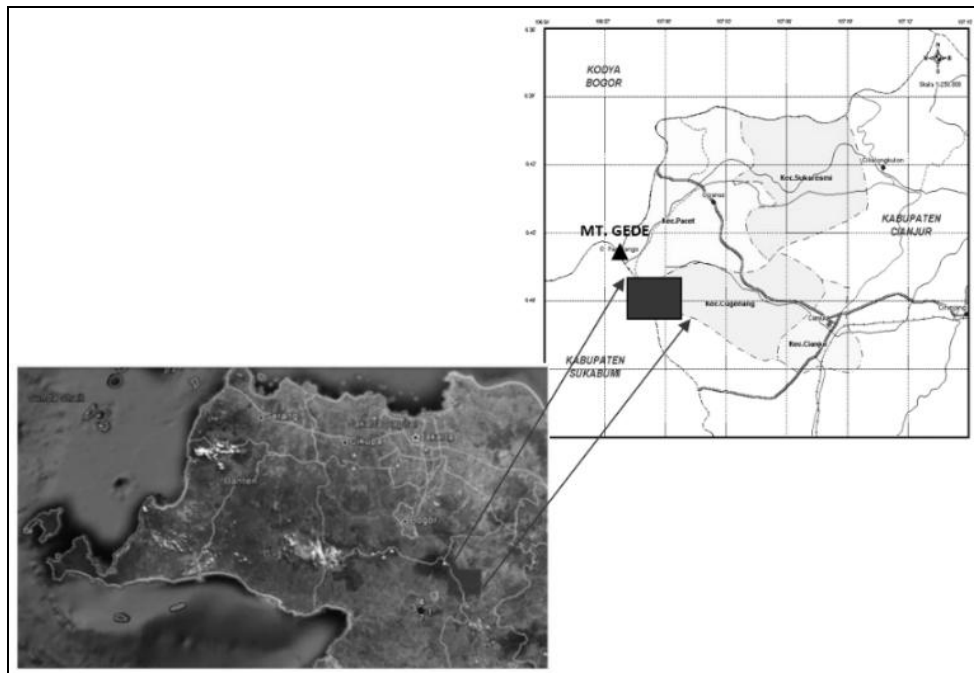
Sesar-sesar yang berkembang pada daerah penelitian memiliki arah baratlaut-tenggara. Berdasarkan pada kelurusan-kelurusan yang ditemukan pada morfologi daerah penelitian dan ditunjang dengan perbedaan kontras dari nilai tahanan jenis, diduga bahwa adanya dua sesar utama dengan mekanisme dipslip seperti yang ditunjukkan sebagai garis hitam pada gambar 5. Kedua sesar tersebut menerus hingga bawah permukaan. Kedua sesar ini menyebabkan adanya *fracture system* yang berkembang pada endapan vulkanik di daerah ini. Oleh karena itu zona yang dibatasi oleh kedua sesar tersebut diduga memiliki nilai porositas yang lebih baik sebagai akifer yang didukung oleh rekahan-rekahan dengan intensitas yang lebih tinggi. Dengan demikian pada zona rekahan ini harus dikaji lebih dalam mengenai keterpengaruh-an rekahan terhadap porositas batuan.

DAFTAR PUSTAKA

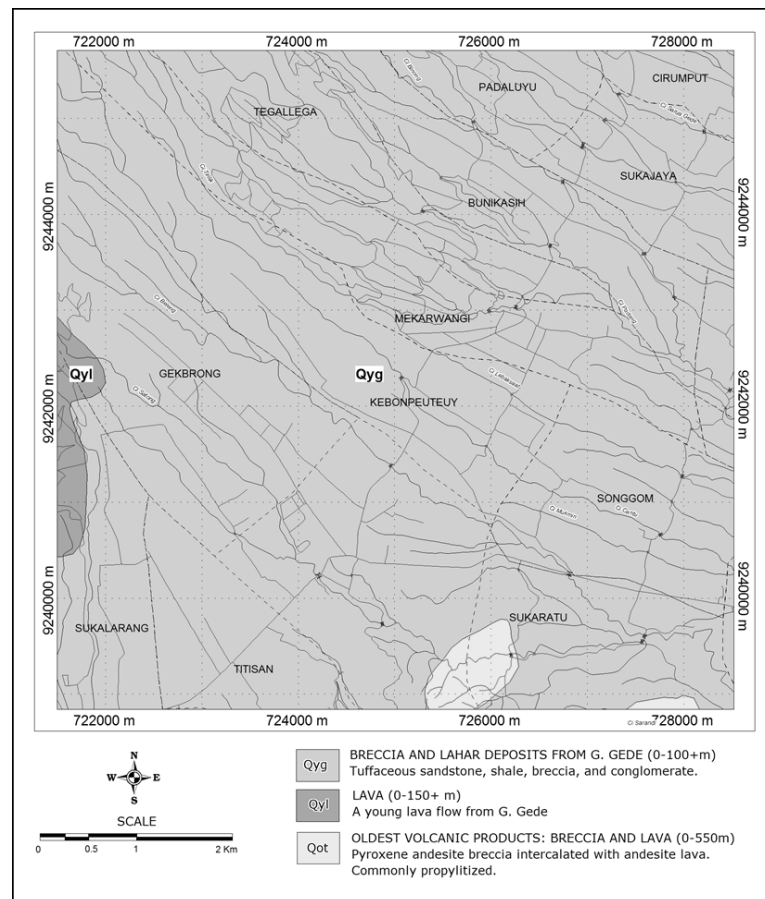
- Cas. R.A.F., & Wright, J.V., 1987, *Volcanic Sucessions*, Allen & Unwin (publisher), Ltd., 40 Museum Street, London.
- Fetter, 1988, *Applied Geology*, Merrill Pubs.co. Columbus Ohio United States of America.
- Heiken, G. & Wohletz, K. 1992. *Volcanology and Geothermal Energy*. University of California Press. Barkeley, Los Angeles, Oxford.
- Loke, M.H., 2000, *Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies; A practical guide to resistivity surveys*, www.geoelectrical.com.
- Loke, M.H., 2004, *COURSENOTES: 1-D electrical imaging surveys*, www.geoelectrical.com.
- Munarir Pasaribu, dkk, 1998, *Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Cianjur*, Skala 1 : 100.000, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Murtianto, Edi, 1994, *Peta Hidrogeologi Lembar Bogor, Jawa*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Reynold, J.M., 1998, *An Introduction to applied and environmental geophysics*, John Wiley and sons Inc, New York, p.415.
- Singhal,.B.B.S & Gupta R.P, 1999, *Applied Hydrogeology of Fractured Rocks*, 2nd Edition, Springer, p.257.
- Sudjarmiko, 2003, *Peta Geologi Lembar Cianjur, Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Indonesia.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff R.E, 1990, *Applied Geophysics*, 2nd Edition, Cambridge University Press, p.522.

Tabel 1. Pengelompokan nilai resistivitas di daerah penelitian

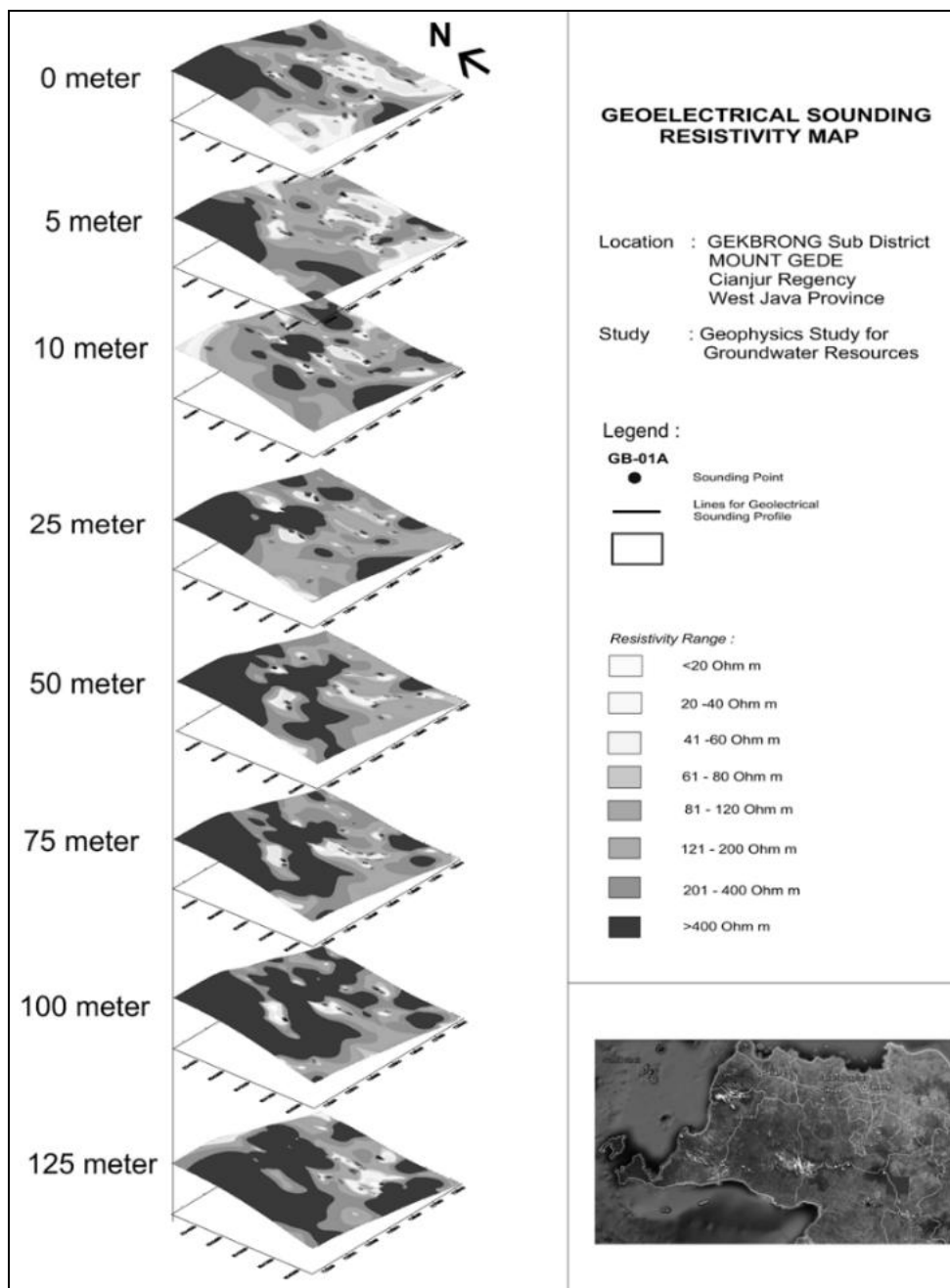
ρ ($\Omega.m$)	Keterangan
< 20	Resistivitas amat rendah
20 - 40	Resistivitas rendah
41 - 60	Resistivitas menengah 1
61 - 80	Resistivitas menengah 2
81 - 120	Resistivitas menengah 3
121 - 200	Resistivitas menengah 4
201 – 400	Resistivitas tinggi
401 - 1000	Resistivitas amat tinggi



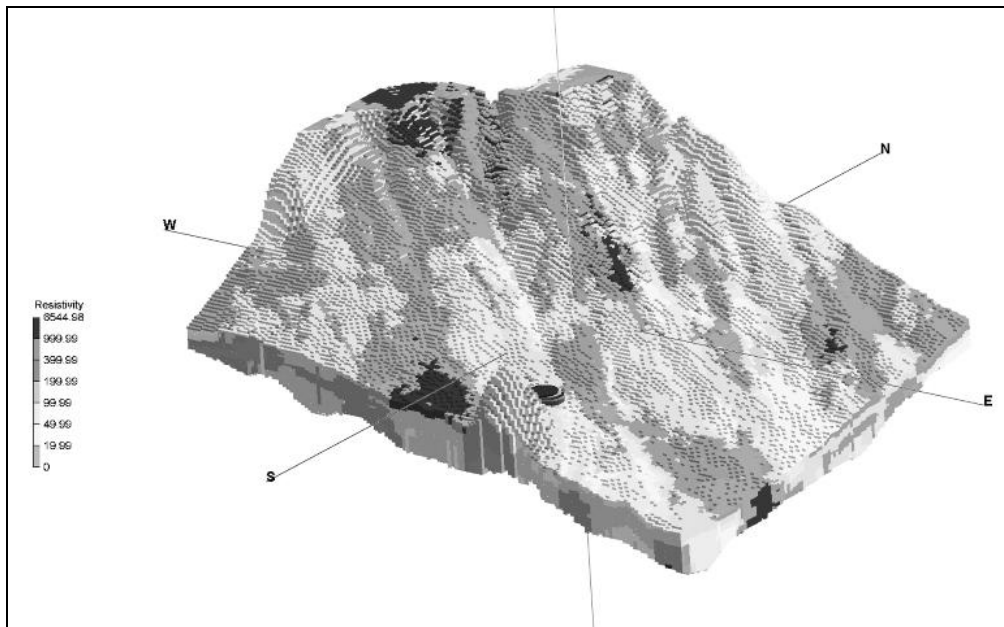
Gambar 1. Lokasi Penelitian (dikutip dari *Google Earth™*)



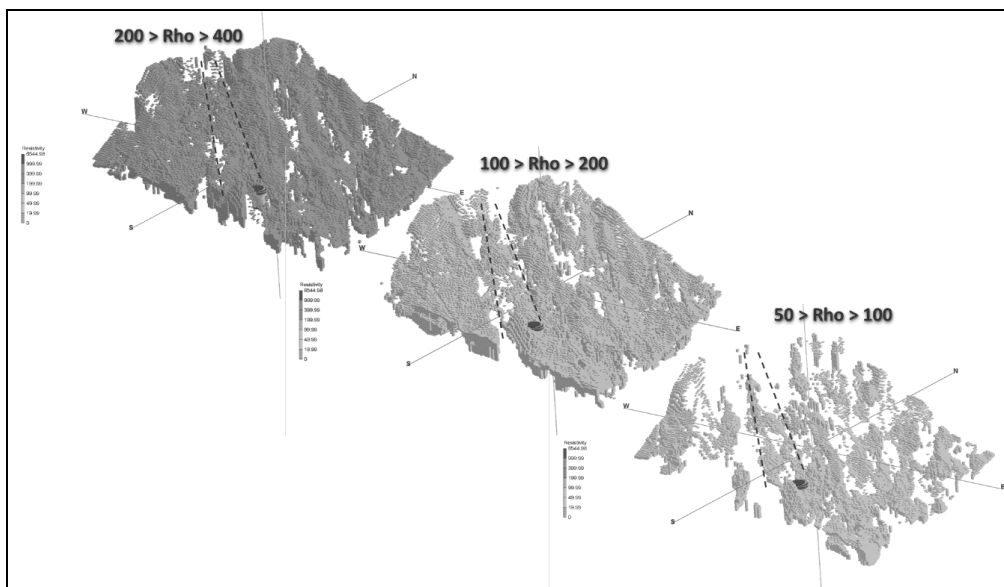
Gambar 2. Peta Geologi Regional dan Lokasi daerah Penelitian
(Sudjtmiko, 1972)



Gambar 3. Kontur Resistivitas pada berbagai kedalaman di lokasi penelitian



Gambar 4. Model 3 dimensi batuan berdasarkan tahanan jenis dengan interpolasi *IDW Anisotropic*.



Gambar 5. Sebaran batuan permeable yang ditafsirkan sebagai akifer pada daerah penelitian