

# PEMANFAATAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS KONFIGURASI SCHLUMBERGER DALAM PENDUGAAN LAPISAN AKUIFER UNTUK POTENSI AIRTANAH DI DESA CEMARA KECAMATAN SUBOH KABUPATEN SITUBONDO

**Prasetyo Rubiantoro**

Laboratorium Tanah dan Airtanah Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang  
Jalan MT. Haryono 167 Malang  
Email: rubiantoroprast@gmail.com

## *Abstract*

*Prolonged drought impacts very significant for some areas of Indonesia causes the limited availability of surface water. Increasing need for clean water is not commensurate with the available surface water supply. Cemara village, Suboh District of Situbondo is one example of a water crisis in the dry season. Only rely on spring water from the mountains to meet the water needs of citizens. To improve the supply source of clean water, some alternative activities had been done, one of which is to identify subsurface aquifer layer with resistivity geoelectric method utilizing Schlumberger configuration. The research activities include measurements and observations in the field, data processing, and data interpretation. The results of processing and interpretation of the data concluded that the rock layers in the study site is in the form of soil or rock composed of volcanic tuff, breccia, sandstone, and sand as aquifer layers. At each point geoelectric identified aquifer layer that is able to store and distribute groundwater well at different depths. As a recommendation to carry out drilling, geoelectric point 2 has more potential aquifer layers. Aquifer layer was detected at a depth of 60 meters and 135 meters.*

**Keywords:** *groundwater, aquifer, resistivity geoelectric*

## PENDAHULUAN

Tahun 2015 sebagian besar wilayah di Indonesia mengalami musim kemarau yang cukup panjang dan menyebabkan kekeringan. Dampak kekeringan yang terjadi diantaranya adalah keringnya air permukaan, mata air dan sumur – sumur gali sehingga kebutuhan akan air bersih sangat sulit didapatkan.

Desa Cemara Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo merupakan salah satu contoh daerah yang mengalami dampak tersebut. Warga rela berjalan dengan jarak yang cukup jauh untuk mendapatkan air bersih. Terkadang harus antri menunggu air kiriman yang dikirim oleh pemerintah setempat melalui mobil tangki air.

Dalam usaha mengatasi permasalahan diatas perlu adanya alternatif lain untuk mendapatkan sumber air bersih dalam memenuhi kebutuhan warga. Pada saat air permukaan dan air hujan tidak dapat di dapatkan maka airtanah menjadi alternatif yang terbaik untuk dimanfaatkan. Dalam memperoleh airtanah untuk dimanfaatkan sebagai sumber air bersih diperlukan usaha lebih apabila dibandingkan dengan memanfaatkan air permukaan. Perlu usaha – usaha untuk mengetahui lapisan tanah, lokasi pengeboran, kedalaman lapisan akuifer dan debit potensial yang bisa dimanfaatkan.

Beberapa metode penyelidikan yang dapat dilakukan, diantaranya: metode seismik, metode geolistrik dan metode magnetik. Dari metode – metode tersebut metode geolistrik yang umum digunakan, mudah, murah, dan hasilnya cukup baik (Bisri,2008). Metode geolistrik digunakan dengan mengukur perbedaan nilai resistivitas satu lapisan batuan dengan lapisan batuan yang lain. Dengan metode inilah dapat ditentukan titik sumur bor yang akan dilaksanakan guna memenuhi kebutuhan air bersih warga Desa Cemara Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo.

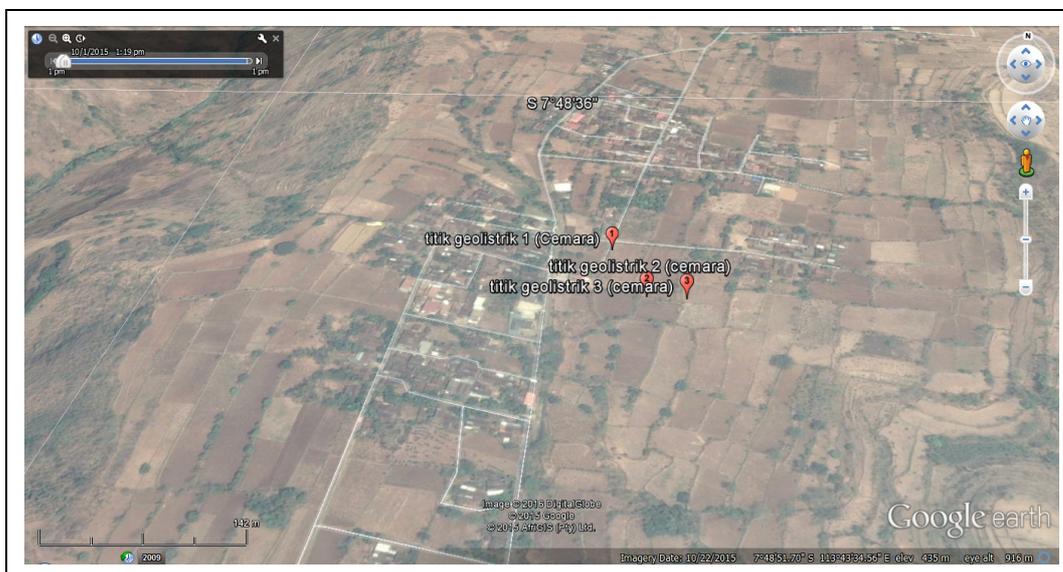
## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Cemara Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo Propinsi Jawa Timur (Tabel 1 dan Gambar 1). Lokasi merupakan tanah fasilitas umum milik desa sehingga tidak akan terjadi konflik kepentingan apabila sumur bor sudah berproduksi.

**Tabel 1. Daftar titik Geolistrik Desa Cemara Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo**

NO	NAMA TITIK	KOORDINAT		ELEVASI
		LS	BT	MDPL
1	TITIK GEOLISTRIK 1	07°48'44,3"	113°43'26,0"	+385
2	TITIK GEOLISTRIK 2	07°48'46,3"	113°43'27,0"	+405
3	TITIK GEOLISTRIK 3	07°48'46,4"	113°43'28,1"	+414



**Gambar 1. Lokasi Penelitian geolistrik Desa Cemara Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo**

### Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan di dalam kegiatan ini adalah Martiel Geophysics Resistivity Meter, seperti pada Gambar 2



**Gambar 2. Alat Geolistrik dan Peralatan Pendukung lainnya**

Selain alat geolistrik, diperlukan juga peralatan lain yang ikut digunakan adalah:

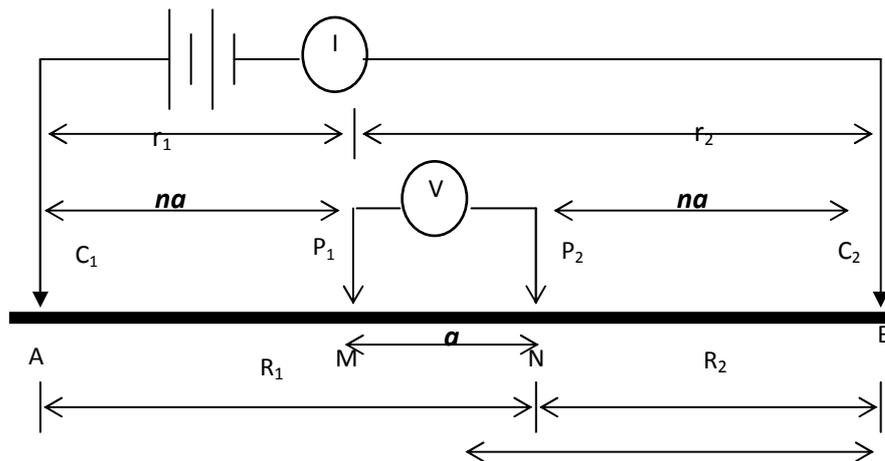
- a. Palu / Hammer
- b. Kabel rol
- c. Pasak
- d. Meter Rol
- e. Handy Talky
- f. Accu 12 V
- g. GPS
- h. Payung

Bahan yang digunakan untuk diolah adalah:

1. Data pengukuran geolistrik (AB/2, MN, I dan V)
2. Data pengamatan sekitar lokasi penelitian (data sumur, batuan, dan data lain sebagai penunjang)
3. Elevasi permukaan
4. Peta geologi dan hidrogeologi lokasi
5. Software IPI2WIN dan Progress 3

### Metode Pengukuran dan Pengolahan data

Kegiatan penelitian ini menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan Elektroda Schlumberger

Dalam konfigurasi Schlumberger didapatkan  $r_1=R_2= na$  dan  $r_2=R_1= a(n+1)$  maka persamaan resistivitas semu untuk konfigurasi ini, dirumuskan sebagai:

$$\rho_a = \pi n(n+1)a \frac{\Delta V}{I}$$

dimana

- $\rho_a$  = Resistivitas semu konfigurasi elektroda Schlumberger ( $\Omega m$ )
- $K$  =  $\pi n(n+1)a$  = Faktor geometri (m)
- $I$  = Besarnya arus yang dimasukkan kebumi (mA)
- $\Delta V$  = Beda potensial ( mV )

Adapun langkah – langkah pengukuran geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger sebagai berikut:

1. Menentukan titik geolistrik, catat data koordinat dan elevasi titik tersebut.
2. Menancapkan ke tanah 2 elektroda arus (AB) dengan jarak 5 meter.
3. Menancapkan ke tanah 2 elektroda potensial (MN) dengan jarak 2 meter.
4. Menyambungkan dengan kabel masing-masing elektroda ke alat geolistrik.
5. Menghubungkan sumber energi alat geolistrik dan menekan tombol on untuk menyalakan alat.
6. Menginjeksikan arus listrik dengan menekan tombol current test. Kemudian akan terbaca hasil berupa display nilai I (mA) dan nilai V (mV).
7. Melanjutkan pengukuran dengan jarak elektroda AB dan MN yang lebih panjang sampai jarak AB sepanjang 300 meter. Jarak AB dan MN selanjutnya dapat dilihat pada tabel pengukuran geolistrik berikut.

**Tabel 2. Tabel Isian Data Pengukuran Geolistrik**

TABEL ISIAN DATA PENGUKURAN GEOLISTRIK				
No titik	:		Cuaca	:
Desa	:		Koordinat GPS	:
Kecamatan	:		S	:
Kabupaten/kota	:		E	:
Tanggal	:		Ketinggian	:
Pengukur	:		Medan	:
No	AB (m)	MN(m)	I (mA)	V (mv)
1	5	2		
2	10	2		
3	15	2		
4	20	2		
5	25	2		
6	30	2		
7	30	10		
8	35	10		
9	40	10		
10	45	10		
11	50	10		
12	55	10		
13	60	10		
14	60	20		
15	70	20		
16	80	20		
17	90	20		
18	100	20		
19	110	20		
20	120	20		
21	120	40		
22	130	40		
23	140	40		
24	150	40		
25	160	40		
26	170	40		
27	180	40		
28	190	40		
29	200	40		
30	200	60		
31	220	60		
32	240	60		
33	260	60		
34	280	60		
35	300	60		

Pengolahan data hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software IPI2WIN dan Progress 3. Dari hasil pengolahan menggunakan kedua software tersebut akan dihasilkan kedalaman lapisan, tebal lapisan dan nilai hambatan atau resistivitas tiap lapisan. Langkah selanjutnya adalah merubah nilai resistvitas tiap lapisan menjadi jenis – jenis batuan yang disebut intepretasi data.

Sebagai dasar intepretasi data dalam penentuan jenis batuan dan kondisi akuifer, dibutuhkan data Peta Geologi lokasi kegiatan (Lembar Jawa Timur), Peta Hidrogeologi lokasi kegiatan (Lembar Jember) dan tabel nilai resistivitas batuan.

**Tabel 3. Kisaran Nilai Resistivitas Batuan**

Material	Resistivity ( Ohm meter )
Sedimentary Rock	
Shale	10 - 10 <sup>3</sup>
Sandstone	1 - 10 <sup>8</sup>
Limestone	50 - 10 <sup>7</sup>
Dolomite	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>4</sup>
Lavas	10 <sup>2</sup> - 5 .10 <sup>4</sup>
Tuffs	2 .10 <sup>1</sup> - 2 .10 <sup>2</sup>
Unconsolidated Sediment	
Sand	
Clay	1 - 10 <sup>3</sup>
Marl	1 - 10 <sup>2</sup>
Groundwater	1 - 10 <sup>2</sup>
Portable well water	
Brackish water	0.1 - 1.10 <sup>3</sup>
Sea water	0.3 - 1
Supersaline brine	0.2 0.05 - 0.2

Sumber : Telford, Geldart and Sheriff, 1976

**Tabel 4. Nilai Resistivitas Batuan**

Jenis batuan	Resistivitas (ohm.meter)
Gambut dan lempung	8 - 50
Lempung pasiran dan lapisan kerikil	40 - 250
Pasir dan kerikil jenuh	40 - 100
Pasir dan kerikil kering	100 - 3000
Batu lempung, napal dan serpih	8 - 100
Batu pasir dan batu kapur (breksi)	100 - 4000

Sumber : Verhoef, 1994

Adapun langkah – langkah intepretasi hasil pengolahan data sebagai berikut:

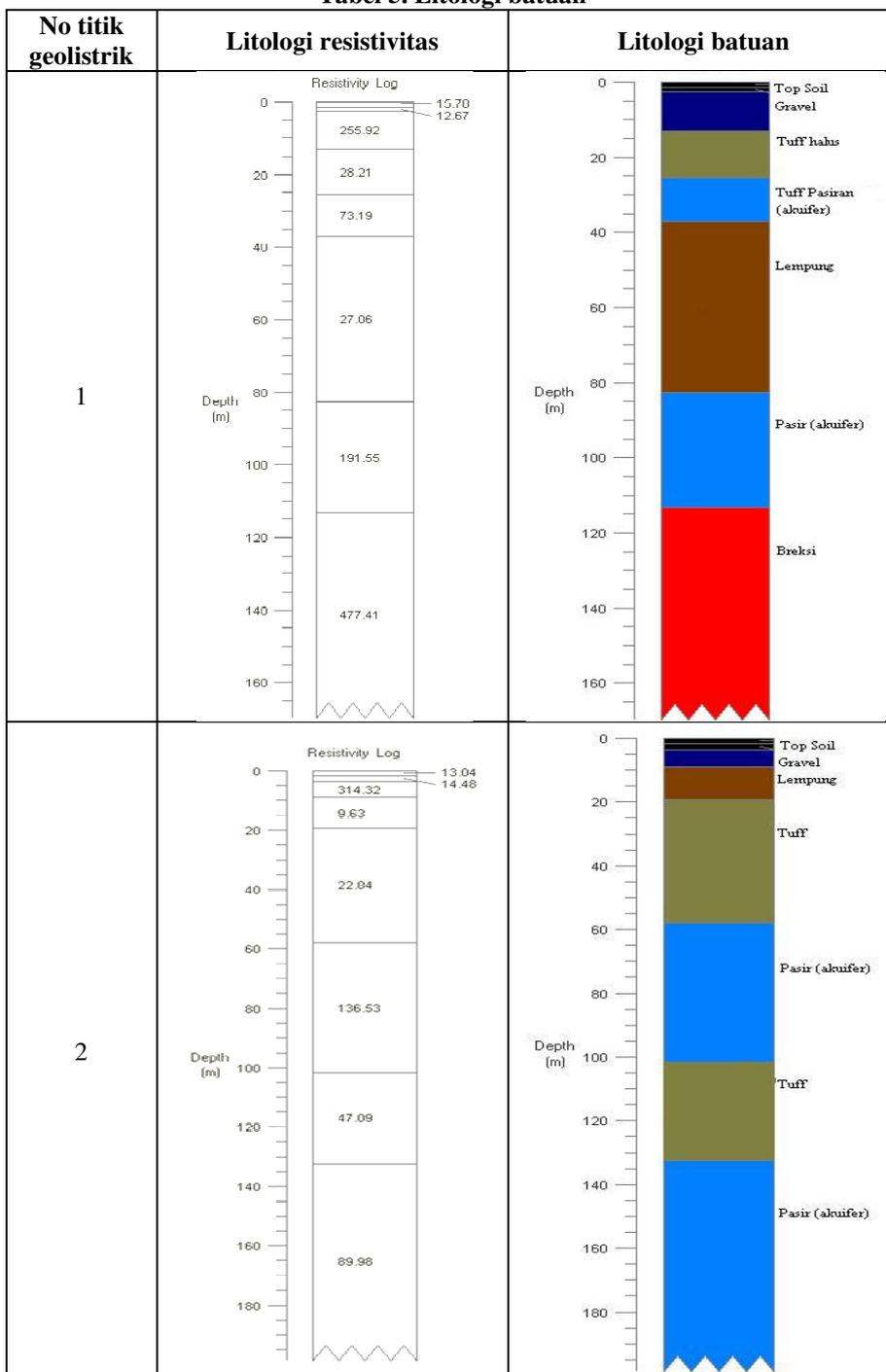
1. Menentukan lapisan geologi dan hidrogeologi lokasi kegiatan secara langsung maupun kajian studi literatur dari peta geologi (lembar Jawa Timur) dan peta hidrogeologi (lembar Jember).
2. Menentukan jenis batuan yang ada di daerah lokasi kegiatan.
3. Mencocokkan jenis batuan dengan tabel nilai resitivitas batuan. Apabila terjadi tumpangtindih terhadap nilai resistivitas batuan satu dengan yang lainnya maka batuan yang memiliki ukuran lebih halus atau lebih lunak memiliki nilai resistivitas lebih kecil dibandingkan dengan batuan yang berukuran lebih kasar ataupun lebih keras.
4. Mengeplotkan nilai resistivitas tiap lapisan hasil pengolahan data dengan jenis batuan yang sudah dicocokkan.
5. Menentukan jenis batuan yang bersifat akuifer dan kedalaman akuifer.

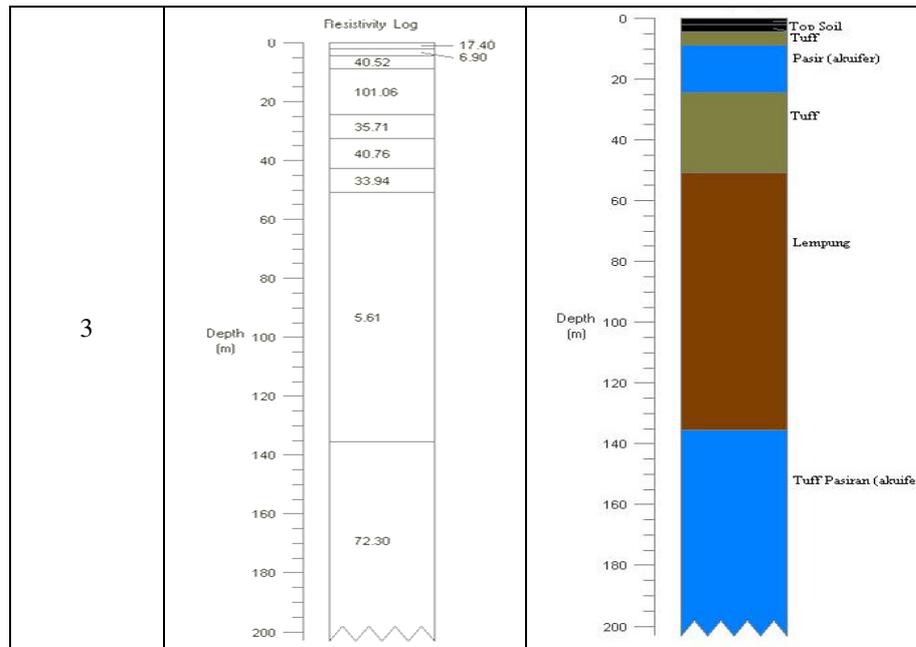
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Secara umum kondisi geologi daerah penelitian dipengaruhi oleh aktivitas gunung api terutama gunung api Argopuro. Berada pada lajur lahar gunung api plistosen maka batuan penyusun di lokasi kegiatan antara lain breksi andesit, endapan lahar, batu pasir dan tufan. Berdasar litologi batuan yang sangat dipengaruhi oleh batuan gunung api yang tak terurai, daerah penelitian memiliki keterusan air mulai rendah hingga sedang, aliran airtanah baik ditemukan pada lapisan vesikular lahar, debit airtanah < 5 liter per detik. Dalamnya air muka airtanah menyebabkan warga sekitar tidak memanfaatkannya.

Berdasarkan hasil pengolahan data geolistrik menggunakan software IPI2WIN dan Progress 3, didapatkan litologi batuan bawah permukaan masing – masing titik geolistrik. Hasil intepretasi selengkapny ditunjukkan pada Tabel 5. berikut.

**Tabel 5. Litologi batuan**





Dari Tabel 5. diatas menunjukkan bahwa sebagian besar batuan didominasi oleh batuan gunung api berupa tuff gunung api dengan nilai resistivitas 20 – 50 Ωm. Lapisan akuifer berupa lapisan pasir ditemukan disemua titik geolistrik. Di titik geolistrik 1 dan 3 ditemukan akuifer dangkal dengan kedalaman ± 20 meter. Jenis akuifer dangkal ini adalah akuifer bebas, dimana kuantitas airtanahnya sangat dipengaruhi oleh musim. Pada musim penghujan muka airtanah akan naik dan pada musim kemarau muka airtanah akan turun drastis bahkan sampai kering. Pada saat pengukuran ditemukan 1 sumur gali penduduk disekitar lokasi dengan kedalaman muka airtanah ± 20 meter.

Akuifer dalam atau lapisan akuifer yang kedua ditemukan disemua titik geolistrik. Akuifer titik geolistrik 1 diidentifikasi pada kedalaman 80 meter. Akuifer titik geolistrik 2 diidentifikasi pada kedalaman 60 meter dan 130 meter. Akuifer titik geolistrik 3 diidentifikasi pada kedalaman 135 meter. Akuifer ini memiliki jenis akuifer terkekang dengan lapisan kedap bagian atas berupa tanah lempung dan bagian bawah berupa batu breksi gunung api. Kuantitas airtanah yang berada pada akuifer ini tidak dipengaruhi oleh musim, baik musim penghujan maupun musim kemarau.

Apabila akan dilakukan kegiatan pengeboran airtanah untuk keperluan air bersih sebaiknya dilakukan pengeboran pada titik geolistrik 2 pada kedalaman 60 meter dan 135 meter.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik di Desa Cemara Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo maka dapat disimpulkan bahwa: secara geologi, litologi batuan lokasi penelitian berada pada lajur gunung api plistosen yang terdiri dari tuff, breksi, batu pasir dan endapan lahar. Secara hidrogeologi lokasi penelitian memiliki akuifer produktif setempat dengan keterusan aliran airtanah rendah sampai sedang.

Hasil intepretasi data geolistrik menunjukkan semua titik geolistrik mengidentifikasi adanya lapisan akuifer berupa pasir. Akuifer dangkal berada pada kedalaman ± 20 meter dengan jenis akuifer bebas sedangkan akuifer dalam berada pada kedalaman 60 meter, 80 meter dan 135 meter dengan jenis akuifer terkekang. Pengeboran airtanah dilakukan pada titik geolistrik 2 dengan lapisan akuifer terdeteksi pada kedalaman 60 meter dan 135 meter.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Tanah dan Airtanah Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan kesempatan berupa waktu dan fasilitas penelitian dan kepada Kepala Desa Cemara Kecamatan Suboh Kabupaten Situbondo atas kesediaannya dijadikan lokasi penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bisri, Mohammad, 2008. *Airtanah*. Tirta Media, Malang.
- Gafoer, S. dan Ratman, N., 1999. *Geologi Lembar Jawa Bagian Timur skala 1:500.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Munir, M., 2003, *Geologi Lingkungan*, Bayumedia, Malang.
- Poespowardoyo. S., 1981. *Peta Hidrogeologi Indonesia skala 1: 250.000 lembar jember*. Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Reynold, J.M., 1997, *an Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Willey And Son, New York.
- Robinson, Coruh, 1988, *Basics Exploration Geophysics*, John Willey And Son Inc., Canada.
- Telford, Geldart and Sheriff, 1976. *Applied Geophysics*. 2<sup>nd</sup> edition. Cambridge University Press, New York.
- Todd, D.K., 1959, *Ground Water*, Mc.Graw Hill Book Company, New York.
- Todd, D.K., 1980, *Ground Water Hidrology*, John Wiley & Sons, 2<sup>nd</sup> edition, New York.
- Vingoe, P., 1972, *Electrical Resistivity Surveying*, Geophysical Memorandum.
- Verhoef, 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga, Jakarta.