

**PENENTUAN LOKASI SUMUR BOR MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER
DI KECAMATAN PURWOSARI, PASURUAN**

TUGAS AKHIR

Oleh :

**ALI MANSUR
0410930004-93**



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2009

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**PENENTUAN LOKASI SUMUR BOR MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER
DI KECAMATAN PURWOSARI, PASURUAN**

TUGAS AKHIR

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika**

Oleh :

**ALI MANSUR
0410930004-93**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2009

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN LOKASI SUMUR BOR MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER
DI KECAMATAN PURWOSARI, PASURUAN**

Oleh :
ALI MANSUR
0410930004

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Telah diperiksa dan disahkan oleh :

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Sunaryo, S.Si, M.Si
NIP. 132 125 708

Ir. Wiyono, M.Si
NIP. 131 759 576

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D
NIP: 131 960 447

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ali Mansur
NIM : 0410930004
Program Studi : Fisika
Penulis Tugas Akhir :

Penentuan Lokasi Sumur Bor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Untuk Di Kecamatan Purwosari, Pasuruan

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 17 Juli 2009
Yang menyatakan,

(Ali Mansur)
NIM. 0410930004

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



PENENTUAN LOKASI SUMUR BOR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI KECAMATAN PURWOSARI, PASURUAN

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian lapisan bawah permukaan dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi schlumberger di Desa Karangrejo dan Desa Cendono, Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui letak dan kedalaman struktur batuan sebagai lapisan akuifer untuk menentukan potensi air tanah yang tepat.

Akuisisi data resistivitas dilakukan menggunakan resistivitymeter ABEM Terrameter SAS 300 C buatan Swedia. Analisa data menggunakan *software* IPI2win untuk mendapatkan model struktur permukaan bawah tanah. Interpretasi data dikaji berdasarkan kondisi geologi dan hidrogeologi daerah penelitian.

Hasil kajian secara geologi menunjukkan bahwa batuan yang mendominasi adalah kelompok batuan berumur kuartar tengah, yang tersusun atas batuan breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf. Sedangkan secara hidrogeologi, akuifer di daerah penelitian bersifat produktif tinggi sampai sedang. Aliran air tanah terbatas pada zona celahan, rekahan dan saluran pelarutan. Debit sumur dan mata air beragam dalam kisaran yang sangat besar. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa lapisan akuifer berupa batuan tufa pasir, berada pada kedalaman 24.6 meter sampai kedalaman 64 meter.

DETERMINING ARTESIAN WELL LOCATION USING SCHLUMBERGER'S CONFIGURATION OF GEO- ELECTRICITY METHOD IN IN PURWOSARI DISTRICT, PASURUAN

ABSTRACT

Surface substratum research using Schlumberger's configuration of geo-electricity method has been done in Karangrejo and Cendono villages, Purwosari district, Pasuruan regency. The purpose of this research is to know the position and depth structur of rocks as aquifer layer to determine appropriate ground water potential.

Resistivity data acquisition is done using resistivitymeter ABEM Terrameter SAS 300 C made in Swedish. Data analysis uses software IPI2win to get underground surface structure model. Data interpretation is assessed based on geology and hydrology condition of the observational area.

Geological result points out that the dominant rock is middle of quarter old rock. It is composed from volcanic breccia, lava, tuffaceous breccia and tuff stones. While hydro-geological result shows that aquifer in observational area has high to sufficient productive character. Flow of the ground water is limited in gap zone, crack, and dissolution channel. The well and wellspring debit is vary in great gyration. The interpretation result shows that aquifer layer of sandy tuff stone lie on 24,6 to 64 meters depth.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil' alamin segala Puji dan syukur penulis panjatkan kepada sang khalik yang menguasai ilmu pengetahuan dan segala sesuatunya ALLAH SWT, yang telah memberikan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Penentuan Lokasi Sumur Bor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Kecamatan Purwosari, Pasuruan”**

Penulis menyadari selama penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bpk. Drs. Adi Susilo, M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak DR. Sunaryo, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang telah ikhlas memberikan bimbingan dan nasehatnya kepada penulis.
3. Bapak Ir. Wiyono, selaku Pembimbing II, atas waktu, kesabaran dan nasehat yang telah diberikan pada penulis selama penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak, Ibu dosen dan seluruh karyawan Jurusan Fisika Universitas Brawijaya, atas ilmu dan bimbingannya
5. Ibunda dan Ayahanda tercinta, yang dengan tulus memberikan kasih sayang dan do'anya.
6. Teman-teman fisika khususnya angkatan 2004, yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
7. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini belumlah sempurna, namun penulis sangat mengharapkan saran dan masukannya untuk perbaikan di kemudian hari.

Malang, 17 juli 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRAK / ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum Daerah Penelitian	5
2.1.1. Keadaan Geografi	5
2.1.2. Keadaan Geologis	5
2.1.3. Keadaan Topografi	6
2.1.4. Keadaan Iklim Dan Curah Hujan	6
2.1.5. Hidrografi.....	7
2.2. Air Tanah.....	7
2.3. Metode Geolistrik	12
2.3.1. Metode Geolistrik Resistivitas	13
2.3.2. Resistivitas Semu Batuan	15
2.4. Aliran Listrik di dalam Bumi	18
2.4.1. Potensial Titik Arus di dalam Bumi	20
2.4.2. Potensial Titik Arus di Permukaan Bumi....	21
2.4.3. Potensial Dua Titik Arus di Permukaan Bumi	22
2.5. Konfigurasi Elektroda	23
2.4.1. Konfigurasi Schlumberger	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2. Peralatan Penelitian	27
3.3. Data yang diambil	27
3.4. Metode Penelitian	28
3.4.1. Akuisisi Data	28
3.4.2. Prossessing Data.....	28
3.4.2.1. Prossessing Data Menggunakan Software IPI2win.....	29
3.4.3. Interpretasi Data.....	30
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Geologi dan Hidrogeologi	33
4.2. Pengukuran Geolistrik.....	33
4.2.1. Pengambilan Data.....	34
4.2.2. Analisa Data	38
4.2.3. Interpretasi Data.....	40
4.3. Korelasi Data dan Penentuan Lokasi Eksplorasi.....	45

BAB V PENUTUP

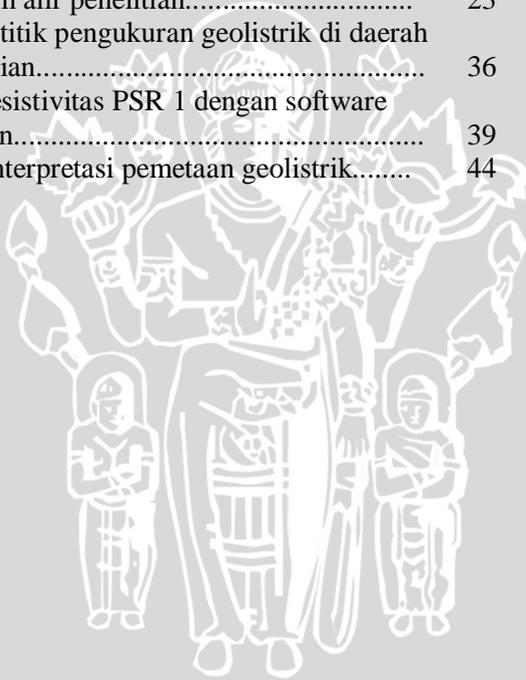
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47

DAFTAR PUSTAKA	49
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar. 2.1. Distribusi vertikal air tanah.....	8
Gambar. 2.2. Silinder dengan panjang (l) dan luas (A).....	14
Gambar. 2.3. Konsep resistivitas semu.....	15
Gambar. 2.4. Potensial titik arus di dalam bumi.....	20
Gambar. 2.5. Potensial titik arus di permukaan bumi....	21
Gambar. 2.6. Dua arus di permukaan bumi.....	22
Gambar. 2.7. Susunan elektroda.....	23
Gambar. 2.8. Konfigurasi Schlumberger.....	25
Gambar. 3.1. Diagram alir penelitian.....	23
Gambar. 4.1. Lokasi titik pengukuran geolistrik di daerah Penelitian.....	36
Gambar. 4.2. Nilai resistivitas PSR 1 dengan software IPI2win.....	39
Gambar. 4.3. Hasil interpretasi pemetaan geolistrik.....	44



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel.2.1. Karakteristik air lapisan dan air celah.....	9
Tabel.2.2. Porositas batuan	11
Tabel 2.3. Kisaran nilai resistivitas batuan.....	16
Tabel 2.4. Kisaran nilai resistivitas batuan.....	17
Tabel.2.5. Kisaran nilai resistivitas batuan.....	17
Tabel.4.1. Koordinat dan ketinggian titik pengukuran.....	35
Tabel 4.2. Data pengukuran geolistrik di titik PSR 1	37
Tabel 4.3. Interpretasi geolistrik.....	42



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran.1.Data hasil penelitian geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger.....	51
Lampiran.2.Data hasil processing titik PSR.....	55
Lampiran.3.Peta geologi lembar Malang Jawa.....	59
Lampiran.4.Peta hidrogeologi Indonesia lembar Kediri.....	61
Lampiran.5.Gambar peralatan penelitian.....	63
Lampiran.6.Spesifikasi alat ABEM terrameter SAS 300C.....	64



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, bahkan tiada hari tanpa air. Banyak daerah di Indonesia mengalami kesulitan air untuk kebutuhan domestik khususnya pada musim kemarau. Dengan terbatasnya kesediaan air bersih, maka sangat perlu sekali dilakukan eksplorasi air tanah dengan membuat sumur bor. Air tanah merupakan salah satu solusi yang tepat untuk mengatasi kekurangan air di suatu daerah.

Penelitian ketersediaan air perlu dilakukan di Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan, sebagaimana diketahui bahwa pada musim kemarau kondisi di Desa Karangrejo dan Desa Cendono Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan cukup sulit untuk menemukan air bersih yang layak konsumsi, serta kondisi batuan di daerah ini di dominasi oleh batuan breksi, sehingga usaha mendapatkan air sulit untuk dilakukan. Dalam rangka memberikan pemecahan tentang alternatif penyediaan air bersih, maka perlu dilakukan survey awal untuk memperoleh informasi tentang sebaran akuifer dengan menggunakan metode geofisika, survey ini dilakukan untuk memetakan pola sebaran dan kedalaman akuifer air tanah yang layak konsumsi, sehingga dalam pembuatan sumur bor lokasinya tidak di sembarang tempat, sehingga bisa mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan dalam pekerjaan pengeboran sebagai akibat dari potensi air yang dihasilkan terlalu kecil atau kurang memadai.

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan potensi air tanah adalah metode geolistrik resistivitas. Metode jenis ini dapat memberikan gambaran susunan lapisan batuan dan kedalamannya, dengan mengukur sifat kelistrikan batuan di daerah survey.

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode geofisika yang menggunakan metode aktif dengan menginjeksikan arus melalui suatu elektroda tanah sehingga didapat beda potensial dari elektroda tersebut. Pelaksanaan pendugaan bawah permukaan dengan metode resistivitas pada prinsipnya adalah untuk menentukan tahanan jenis lapisan batuan. Metode ini digunakan untuk survey permukaan dangkal, dan penyelidikan resistivitas dapat dilakukan

dengan murah, mudah dan informasi yang diperoleh sangat rinci. Hasil yang diperoleh dari pengukuran resistivitas tersebut merupakan nilai tahanan jenis yang dimiliki pada setiap lapisan batuan atau tanah. Dengan perbedaan besarnya nilai tahanan jenis semu antar lapisan tanah dapat dibuat suatu pemodelan kondisi geologi bawah permukaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka sasaran yang akan dibahas dalam penulisan Tugas Akhir adalah :

1. Bagaimana mengetahui jenis batuan, kedalaman dan ketebalan lapisan akuifer di lokasi penelitian?
2. Bagaimana mendapatkan gambaran bawah permukaan daerah penelitian secara vertikal dan lateral menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan letak dan kedalaman struktur batuan sebagai lapisan pembawa air (akuifer) untuk menentukan potensi air tanah yang tepat.
2. Membuat model struktur lapisan tanah dan batuan bawah permukaan secara dua dimensi di lokasi penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan hanya mengambil empat titik pengukuran dengan panjang lintasan maksimal 480 meter.
2. Pemodelan lapisan tanah dan batuan bawah permukaan secara vertikal dan lateral dilakukan dengan mengkorelasikan keempat titik pengukuran dengan anggapan titik-titik pengukuran adalah segaris.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang berupa nilai tahanan jenis bawah permukaan, kedalaman dan ketebalan dari lapisan akuifer akan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam menentukan lokasi penempatan

sumur bor yang prospektif berdasarkan hasil pendugaan tahanan jenis tersebut, sehingga bisa mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan dalam pekerjaan pengeboran sebagai akibat dari potensi air yang dihasilkan terlalu kecil atau kurang memadai.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Daerah Penelitian

Berdasarkan situs resmi pemerintah kabupaten pasuruan, wilayah Daerah Tingkat II Kabupaten Pasuruan berada pada posisi yang sangat strategis yaitu jalur regional juga jalur utama perekonomian Surabaya-Malang dan Surabaya-Banyuwangi. Hal tersebut menguntungkan dalam pengembangan ekonomi dan membuka peluang infestasi di Kabupaten Pasuruan. Kabupaten Pasuruan mempunyai luas wilayah 147.401,50 Ha (3,13 % luas Propinsi Jawa Timur) terdiri dari 24 Kecamatan, 24 Kelurahan, 341 Desa dan 1.694 Pedukuhan.

2.1.1 Keadaan Geografi

Letak geografi Kabupaten Pasuruan antara $112^{\circ} 33' 55''$ hingga $113^{\circ} 30' 37''$ Bujur Timur dan antara $70^{\circ} 32' 34''$ hingga $80^{\circ} 30' 20''$ Lintang Selatan dengan batas-batas wilayah:

Utara : Kabupaten Sidoarjo dan Selat Madura.
Selatan : Kabupaten Malang
Timur : Kabupaten Probolinggo
Barat : Kabupaten Mojokerto

2.1.2 Keadaan Geologis

Daratan Pemerintah Kabupaten pasuruan terbagi menjadi 3 bagian:

- a) Daerah Pegunungan dan berbukit, dengan ketinggian antara 180 meter s/d 3000 meter. Daerah ini membentang dibagian Selatan dan Barat meliputi: Kec. Lumbang, Kec Puspo, Kec. Tosari, Kec. Tuttur, Kec. Purwodadi, Kec. Prigen dan Kec. Gempol.
- b) Daerah dataran rendah dengan ketinggian antara 6 meter sampai 91 meter, dataran rendah ini berada dibagian tengah, merupakan daerah yang subur.
- c) Daerah Pantai, dengan ketinggian antara 2 meter sampai 8 meter diatas permukaan laut. Daerah ini membentang dibagian Utara meliputi Kec. Nguling, Kec. Rejoso, Kec. Kraton dan Kec. Bangil.

2.1.3 Keadaan Topografi

Kondisi wilayah Kabupaten Pasuruan terdiri dari daerah pegunungan berbukit dan daerah dataran rendah, yang secara rinci dibagi menjadi 3 bagian :

- a) Bagian selatan terdiri dari pegunungan dan perbukitan dengan ketinggian permukaan tanah antara 186 meter sampai 2.700 meter yang membentang mulai dari wilayah kecamatan Tutur, Purwodadi dan Prigen.
- b) Bagian Tengah terdiri dari dataran rendah yang berbukit dengan ketinggian permukaan antara 6 meter sampai 91 meter dan pada umumnya relatif subur.
- c) Bagian Utara terdiri dari dataran rendah pantai yang tanahnya kurang subur dengan ketinggian permukaan tanah 2 meter sampai 8 meter. Daerah ini membentang dari timur yakni wilayah kecamatan Nguling Kearah Barat yakni Kecamatan Lekok, Rejoso, Kraton dan Bangil.

Keadaan kemiringan tanah di Kabupaten Pasuruan adalah bervariasi:

- a) Kemiringan 0 - 25 derajat meliputi \pm 20% luas wilayah. Daerah ini merupakan dataran rendah yang terletak dibagian Utara.
- b) Kemiringan 10 - 25 derajat meliputi \pm 20% luas wilayah. Daerah ini merupakan dataran yang bergelombang yang terletak di bagian Tengah.
- c) Kemiringan 25 - 45 derajat meliputi \pm 30% luas wilayah. Daerah ini merupakan yang bersambung dengan perbukitan (dibagian Barat dan Timur).
- d) Kemiringan diatas 45 derajat meliputi \pm 30% luas wilayah. Daerah ini merupakan pegunungan yang terletak di bagian Selatan. Sedangkan struktur tanah di Kabuapten Pasuruan sebagian besar terdiri dari jenis Alluvial, Mediterian, Regosol, Labosal dan Litasol. Grumasol dan Andosal.

2.1.4 Keadaan Iklim Dan Curah Hujan

Kabupaten Pasuruan pada umumnya beriklim tropis. Temperatur sebagian besar wilayah antara 240 – 320 C, sedangkan untuk wilayah diatas 2.770 meter temperature terendah mencapai 50

C utamanya Kecamatan Tosari. Variasi curah hujan rata-rata dibawah 1.750 MM. Angin Barat dan Timur kecepatan rata-rata 12- 30 knot.

2.1.5 Hidrografi

Potensi hidrografi memberikan peluang yang besar bagi pembangunan baik untuk keperluan air minum, irigasi, pariwisata dan industri. Potensi hidrografi antara lain : 18 sungai dan 7 sungai besar yang bermuara di Selat Madura, 92 buah air bawah laut, 4 air terjun, 310 sumber air dengan debit terbesar air Umbulan 4.616 liter/detik yang digunakan untuk keperluan air minum Kabupaten Pasuruan, Kota Pasuruan, kota Surabaya dan menurut rencana akan diperluas Kabupaten Sidoarjo serta Kabupaten Gresik dengan debit sebesar 6.607,51 liter/detik.

Di wilayah Kabupaten Pasuruan mengalir enam sungai yang besar yang bermuara di Selat Madura, yaitu:

- a) Sungai Lawean, bermuara di Desa Penunggul, Kec. Nguling.
- b) Sungai Rejoso, bermuara di Wilayah Kec. Rejoso.
- c) Sungai Gembong, bermuara di Wilayah kota Pasuruan.
- d) Sungai Welang, bermuara di Desa Pulokerto. Kec. Kraton.
- e) Sungai Masangan, bermuara di Desa Raci, Kec. Bangil.
- f) Sungai Kedunglarangan, bermuara di Desa Kalianyar, Kec. Bangil.

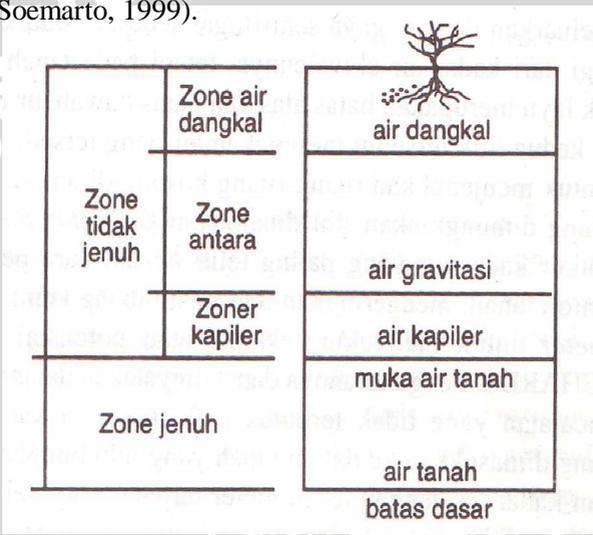
Curah hujan untuk wilayah Kabupaten Pasuruan tergolong type D yang berarti keadaan daerah secara umum tergolong daerah kering meskipun di daerah pegunungan curah hujan cukup.

2.2 Air Tanah

Air tanah adalah air yang menempati rongga – rongga dalam lapisan geologi. Tinggi rendahnya potensi air tanah di suatu daerah tergantung pada besar kecilnya curah hujan, banyak sedikitnya vegetasi, kemiringan lereng dan derajat kesarangan dan kelulusan batuan (Soemarto, 1999).

Air tanah terdapat dalam formasi geologi yang tembus air yang disebut akuifer. Terdapatnya air tanah di bawah permukaan tanah dapat dibagi dalam zone jenuh dan zone tidak jenuh. Pada zone jenuh semua rongga-rongga terisi oleh air di bawah tekanan hidrostatik. Sedangkan zone tidak jenuh semua rongga-rongga berisi sebagian oleh air dan udara. Zone tidak jenuh terletak diatas zone

jenuh sampai ke permukaan tanah. Air yang berada dalam zone jenuh disebut air tanah, sedangkan air yang berada di zone tak jenuh disebut air menggantung atau air dangkal. Zona tidak jenuh dibagi menjadi 3 zona, yaitu zona air dangkal (air dangkal), zona antara (air gravitasi), dan zona kapiler (air kapiler). Batas air dangkal adalah permukaan tanah sampai ke zona perakaran utama (major root zone). Tebalnya beragam menurut jenis tanaman dan jenis tanah. Air gravitasi adalah kelebihan air dangkal yang mengalir lewat sela-sela butir tanah di bawah pengaruh gaya gravitasi. Sedang air kapiler adalah air yang terdapat pada lapisan tipis di seputar partikel tanah yang ditahan oleh tegangan permukaan dan digerakkan oleh aksi kapiler. (Soemarto, 1999).



Gambar 2.1. Distribusi vertikal air tanah (Soemarto, 1999).

Menurut (Seyhan,1990), berdasarkan asalnya, air tanah dapat dibedakan menjadi:

a) Air Meteorik

Air meteorik adalah air yang berasal dari atmosfer. Air ini mencapai mintakat kejenuhan baik secara langsung maupun tidak langsung dengan cara :

- 1)Secara langsung oleh infiltrasi pada permukaan tanah.
- 2)Secara tidak langsung oleh perembesan influen dari danau, sungai, saluran buatan dan lautan.
- 3)Secara langsung dengan cara kondensasi uap air.

b) Air Juvenil

Air juvenil adalah air yang berasal dari kerak bumi yang dalam.

c) Air Rejuvenated

Air rejuvenated adalah air yang sementara waktu telah dikeluarkan dari daur hidrologi oleh pelapukan dan sebab lain, dan kembali ke daur hidrologi lagi dengan proses metamorfosis dan pemadatan

d) Air Konat

Air yang terjebak pada batuan sedimen.

Karena ada 2 mekanisme air dalam lapisan batuan, yaitu melalui pori-pori dan celah, maka ada istilah air lapisan dan air celah. Adapun karakteristik dari air lapisan dan air celah dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 2.1. Karakteristik air lapisan dan air celah
(Sosrodarsono,2003)

	Air Lapisan	Air Celah
Kondisi kadar air	Air terdapat dalam ruang antar butir tanah dari lapisan.	Air terdapat pada ruang celah atau zona retakan.
Akuifer	Dibentuk dan didistribusi secara teratur menurut sedimentasi. air diisi terutama melalui akuifer.	Tidak dibentuk dan didistribusi secara teratur. Air diisi melalui celah dan retakan.
Jenis akuifer	Batuan sedimen dalam alluvium atau diluvium.	Retakan batuan

Menurut Soemarto, 1999, sifat-sifat batuan yang mempengaruhi air tanah dapat dikelompokkan menjadi 4, yaitu :

1. Akuifer

Adalah air tanah yang berada dalam formasi geologi yang tembus air (permeable), yaitu formasi yang mempunyai struktur

yang memungkinkan adanya gerakan air melaluinya dalam kondisi medan biasa. Contoh : pasir, batu pasir kerikil dan batu gamping.

2. Akuitar

Adalah air tanah yang berada dalam formasi geologi yang bersifat setengah tidak tembus air (semi impermeable), dapat menyimpan air, tetapi hanya dapat mengalirkan air dalam jumlah terbatas. Contoh : pasir lempungan, batuan lempung pasir dan lempung pasir.

3. Aquiclude

Adalah air tanah yang berada dalam formasi yang sama sekali tidak tembus air (impermeable), dimana formasi ini mengandung air tetapi tidak memungkinkan adanya gerakan air yang melaluinya. Contoh : lempung, lanau, tuf halus dan serpih.

4. Akuifuge

Adalah air tanah yang berada dalam formasi kedap air yang tidak mengandung atau mengalirkan air. Contoh : batuan beku yang padat.

Air tanah banyak ditemukan pada akuifer, yaitu formasi yang tembus air yang disebut juga reservoir air tanah ataupun formasi pengikat air tanah. Formasi ini memungkinkan mengikat air tanah dalam jumlah yang cukup besar dan bergerak melaluinya. Di bawah permukaan terdapat sejumlah akuifer. (Sosrodarsono, 2003)

Berdasarkan susunan lapisan geologi dan harga kelulusan air, akuifer dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu (Sosrosardono, 2003) :

1. Akuifer bebas (Unconfined Akuifer)

Adalah akuifer yang muka air tanahnya merupakan bidang batas sebelah atas dari daerah jenuh air dan bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air (impermeable).

2. Akuifer terkekang (Confined Akuifer)

Adalah akuifer yang sepenuhnya jenuh air yang bagian bawah dan atasnya dibatasi oleh lapisan kedap air (impermeable) dan mempunyai tekanan yang lebih besar dari tekanan atmosfer.

3. Akuifer setengah terkekang (Semi Confined Akuifer)

Adalah akuifer yang sepenuhnya jenuh air dengan bagian atas dibatasi oleh lapisan setengah kedap air (semi impermeable) dan bagian bawahnya terletak pada dasar yang kedap air (impermeable).

4. Akuifer menggantung

Adalah akuifer yang mempunyai massa air tanah terpisah dari tanah induk oleh lapisan yang relatif kedap air yang begitu luas dan terletak diatas daerah jenuh.

Pori-pori pada suatu batuan dapat berfungsi sebagai pipa air tanah. Dalam mengalirkan atau meloloskan air tanah rongga-rongga atau pori-pori tersebut dipengaruhi oleh besarnya, bentuknya, ketidakteraturannya dan distribusinya. Berdasarkan proses terbentuknya, rongga-rongga pada suatu batuan dibagi menjadi dua, yaitu: (Soemarto, 1999).

1. Rongga primer

Rongga ini terbentuk pada saat proses geologi berlangsung yaitu pada saat batuan terbentuk. Jika pada lapisan tertentu mengalami proses geologi pada waktu yang sama maka kemungkinan besar rongga-rongga dalam lapisan tersebut akan saling berhubungan. Rongga primer sering dijumpai pada batuan sedimen dan batuan beku.

2. Rongga sekunder

Rongga ini terbentuk setelah proses geologi terjadi yaitu setelah batuan terbentuk. Rongga –rongga ini biasanya terbentuk karena adanya lipatan (*joint*), patahan (*fractures*), lubang-lubang yang dibuat oleh binatang maupun tumbuhan, sehingga memungkinkan terjadinya rongga-rongga yang menghubungkan antara lapisan satu dengan yang lainnya.

Porositas batuan ataupun tanah diklasifikasikan sebagai ukuran rongga-rongga atau pori-pori yang terdapat pada batuan atau tanah tersebut. Porositas suatu medium merupakan perbandingan antara volume rongga-rongga pori terhadap volume keseluruhan batuan, perbandingan ini biasanya dinyatakan dalam persen. Apabila dinyatakan dalam persentasi, (Koesoemadinata, 1980). maka :

$$\text{Porositas} = \frac{\text{Volume pori - pori}}{\text{Volume keseluruhan batuan}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Tabel 2.2. Porositas batuan (Koesoemadinata, 1980).

Bahan	Porositas (%)
Tanah	50-60
Tanah liat	45-55
Lanau (<i>silt</i>)	40-50
Pasir medium sampai kasar	35-40

(Lanjutan **Tabel 2.2.** Porositas batuan (Koesoemadinata, 1980))

Bahan	Porositas (%)
Pasir berbutir serba sama (<i>uniform</i>)	30-40
Pasir halus sampai medium	30-35
Kerikil	30-40
Kerikil berpasir	20-35
Batu pasir	10-20
<i>Shale</i>	1-10
Batu kapur	1-10

Tabel diatas merupakan nilai porositas dari beberapa contoh batuan.

2.3 Metode Geolistrik

Ilmu geofisika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu matematika, fisika dan geologi. Ilmu geofisika mempelajari dan meneliti lapisan-lapisan bumi dengan memanfaatkan prinsip-prinsip fisika. Seiring dengan perkembangan Iptek dan tuntutan kebutuhan untuk mencari sumber daya bawah permukaan yang bernilai ekonomi dan tuntutan pekerjaan yang berkaitan teknik sipil, geofisika saat ini telah hadir dalam beberapa metode. Salah satunya adalah metode geolistrik, yang memanfaatkan sifat listrik mineral dan batuan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan bumi. Metode geolistrik terutama digunakan untuk mencari formasi-formasi yang mengandung air, korelasi stratigrafi dalam wilayah yang mengandung minyak dan mineral konduktif (Santoso, 2002).

Metode Geolistrik dapat dibagi menjadi 2 metode berdasarkan atas asal sumber arus listrik (Tacjudin, 1990). Kedua metode tersebut adalah :

a) Metode aktif

Maksud dari metode aktif ini adalah bahwa arus listrik sengaja diinjeksikan ke dalam bumi dan efek potensial yang timbul akibat arus buatan tersebut diukur di permukaan bumi. Metode tahanan jenis dan induksi polarisasi (IP) adalah dua metode yang termasuk dalam metode aktif ini.

b) Metode pasif

Metode Pasif menggunakan arus alami dalam tanah akibat aktivitas elektrokimia dalam materi batuan. Self Potensial merupakan metode pasif.

Metode geolistrik menggunakan tiga fenomena alam yang berhubungan dengan kondisi batuan di dalam bumi, (Telford et al., 1990). antara lain:

a) Resistivitas (tahanan jenis)

Resistivitas merupakan kebalikan dari konduktivitas yang bergantung pada arus dan beda potensial.

b) Aktivitas elektrokimia

Aktivitas elektrokimia terjadi karena adanya elektrolit di dalam bumi dan merupakan dasar pendeteksian anomali bumi yang menggunakan metode magnetik, potensial diri dan induksi polarisasi.

c) Konstanta dielektrik

Konstanta dielektrik memberikan kapasitas material batuan dalam menyimpan muatan listrik dan mendapatkan informasi tentang formasi batuan dengan memberi arus ke dalam bumi agar bumi bersifat konduktif ataupun induktif.

2.3.1 Metode Geolistrik Resistivitas

Pada metode geolistrik resistivitas, arus diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial yang dipasang segaris dengan dua elektroda arus. Dari hasil pengukuran arus dan potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda kemudian dapat diturunkan variasi harga resistivitas masing-masing lapisan dibawah titik (sounding).

Metode resistivitas didasarkan pada kenyataan bahwa sebagian dari arus listrik yang diberikan pada lapisan tanah, menjalar ke dalam tanah pada kedalaman tertentu dan bertambah besar dengan bertambahnya jarak antar elektroda, sehingga jika sepasang elektroda diperbesar, distribusi potensial pada permukaan bumi akan semakin membesar dengan nilai resistivitas yang bervariasi (Vingoe, 1972).

Tiap lapisan penyusun bumi merupakan suatu material batuan yang mempunyai hambatan jenis berbeda. Resistivitas tanah tergantung sekali dengan parameter-parameter geologi yang bermacam-macam seperti mineral dan cairan yang dikandungnya, porositas dan derajat saturasi air dalam batuan.

Hukum fisika yang menjadi dasar dalam metode geolistrik resistivitas adalah hukum ohm. Bila arus listrik searah dialirkan melalui suatu medium maka perbandingan antara potensial (V) yang

terjadi dengan arus (I) yang diberikan adalah tetap dan besarnya tetapan ini tergantung dari medium tersebut. Tetapan ini disebut tahanan R , yang dinyatakan dalam hubungan matematis :

$$R = \frac{V}{I} \quad (\text{ohm}) \quad (2.2)$$

Resistivitas dalam dari suatu batuan dapat digambarkan sebagai suatu silinder yang mempunyai luas dan panjang tertentu, sehingga jika silinder mempunyai panjang (l) dan luas (A) maka silinder akan terkonduksi dengan resistivitas (ρ).



Gambar 2.2. Silinder dengan panjang (l) dan luas (A)

Resistivitas dapat ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 2.2 ke persamaan 2.3, maka didapatkan persamaan :

$$\rho = \frac{V.A}{I.l} \quad (2.4)$$

Jika silinder diberikan suatu aliran listrik sebesar I pada luasan A maka besarnya rapat arus (J) yang terjadi adalah banyaknya arus listrik yang melewati suatu silinder per satuan luas, sehingga besarnya arus yang terjadi dapat dirumuskan pada persamaan berikut:

$$J = \frac{I}{A} \quad \text{Ampere} / m^2 \quad (2.5)$$

Dan hubungan antara rapat arus dan intensitas medan listrik dinyatakan sebagai :

$$J = \sigma . E \quad (2.6)$$

2.3.2 Resistivitas Semu Batuan

Dengan asumsi bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis, maka resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak tergantung atas spasi elektroda. Pada kenyataannya, bumi terdiri atas laisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, terutama untuk spasi elektroda yang lebar.

Di lapangan objek batuan/tanah umumnya tidak homogen, dimana bumi merupakan medium berlapis yang masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda-beda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berapis yang ditinjau. Untuk menentukan besarnya harga resistivitas semu batuan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.7)$$

dengan K = faktor geometri

Resistivitas semu dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3. Konsep resistivitas semu

Berdasarkan gambar medium berlapis yang ditinjau dimisalkan terdiri dari dua lapis yang mempunyai resistivitas yang

berbeda (ρ_1 dan ρ_2) dianggap sebagai medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas yaitu resistivitas semu ρ_a .

Menurut Robinson 1988, interpretasi dari pengukuran geolistrik resistivitas didasarkan pada anggapan-anggapan sebagai berikut :

1. Bawah permukaan tanah terdiri dari beberapa lapisan yang dibatasi oleh bidang batas horisontal serta terdapat kontras resistivitas antara bidang batas perlapisan tersebut.
2. Lapisan bumi bersifat homogen isotroik dan mempunyai ketebalan tertentu, kecuali untuk lapisan terbawah mempunyai ketebalan tidak terjangkau.
3. Batas antara dua lapisan merupakan bidang batas antara dua hambatan jenis yang berbeda.
4. Dalam bumi tidak ada sumber lain selain listrik searah (DC) yang diinjeksikan diatas permukaan bumi.

Adapun harga resistivitas untuk air dan beberapa batuan dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 2.3. Kisaran nilai resistivitas batuan (Fauzi, 2004)

Material	Harga Resistivitas (Ohm meter)
Air Permukaan	80-200
Air Tanah	30-100
Silt-lempung	10-200
Pasir	100-600
Pasir dan Kerikil	100-1000
Batu Lumpur	20-200
Batu Pasir	50-500
Konglomerat	100-500
Tufa	20-200
Kelompok andesit	100-2000
Kelompok Granit	1000-10000
Kelompok chert, slate	200-2000

Tabel 2.4. Kisaran nilai resistivitas batuan (Loke.DR. M.H, 1996)

Material	Resistivitas (Ohm meter)
BATUAN VULKANIK dan METAMORPHIC :	
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$
Basalt	$10^3 - 10^6$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Marble	$10^2 - 2,5 \times 10^8$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$
BATUAN SEDIMEN	
Batuan pasir	$8 - 4 \times 10^3$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$
TANAH dan AIR	
Lempung	1 - 100
Alluvium	10 - 800
Air Tanah (fresh)	10 - 100
Air Laut	0,2
UNSUR KIMIA	
Besi	$9,074 \times 10^{-8}$
0,01 M Potassium chloride	0,708
0,01 M Sodium chloride	0,843
0,01 M Acetic acid	6,13
Xylene	$6,988 \times 10^{16}$

Tabel 2.5. Kisaran nilai resistivitas batuan (Blaricom, 1988)

Rock Type	Resistivity Range ($\Omega.m$)
Igneous and Metamorphic Rocks	
Granite	$3 \times 10^2 - 10^6$
Andesite	$1.7 \times 10^2 - 4.5 \times 10^4$
Lavas	$10^2 - 5 \times 10^4$
Basalt	$10 - 1.3 \times 10^7$
Tuffs	$2 \times 10^3 - 10^5$

(Lanjutan **Tabel 2.5.** Kisaran nilai resistivitas batuan

(Blaricom, 1988))

Rock Type	Resistivity Range ($\Omega.m$)
Slates various	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$
Quartzites various	$10 - 2 \times 10^8$
Sediments Rocks	
Consolidates Shales	$20 - 2 \times 10^3$
Argilites	$10 - 8 \times 10^2$
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
Sandstones	$1 - 6.4 \times 10^8$
Limestones	$50 - 10^7$
Dolomite	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Unconsolidates wet clay	20
Marls	3 - 70
Clays	1 - 100
Alluvium and sands	10 - 800
Oil sands	4 - 800
Soils and water	
Groundwater	$0.1 - 10^3$
Brackish water	0.2 - 1
Sea water	0.2

Berdasarkan tabel nilai resistivitas batuan tersebut diatas, dapat diketahui bahwa besarnya harga resistivitas berbeda-beda untuk tiap lapisan penyusun batuan. Besarnya harga resistivitas batuan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain : besarnya ukuran butiran penyusun dalam batuan, komposisi mineral dalam batuan, kandungan air dalam batuan, kelarutan garam dalam air pada suatu batuan serta kepadatan dan kapasitas batuanya.

2.4 Aliran Listrik di dalam Bumi

Menurut Waluyo 2001, Jika suatu medium homogen isotropik dialiri arus listrik searah I dan diberi medan listrik E, maka elemen arus δI yang melalui elemen luas δA dengan kerapatan arus J adalah :

$$\delta I = J \cdot \delta A \quad (2.8)$$

dengan $J = \sigma.E$ dan $E = -\nabla V$ maka $J = -\sigma.\nabla V$
 Jika di dalam medium tidak ada sumber arus, maka :

$$\int_s J.dA = 0 \quad (2.9)$$

Menurut Hukum Gauss :

$$\int_s J.dA = \int_s \Delta.JdV = 0 \quad (2.10)$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \nabla.J &= -\nabla.\nabla(\sigma.V) = 0 \\ \nabla\sigma.\nabla V + \sigma.\nabla^2 V &= 0 \\ \nabla^2 &= 0 \end{aligned} \quad (2.11)$$

Persamaan ini disebut Persamaan Laplace.

Dalam koordinat bola operator laplacian berbentuk :

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} = 0 \quad (2.12)$$

Karena anggapan homogen isotropik maka bumi mempunyai simetri bola, sehingga persamaan diatas dapat dituliskan :

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial V}{\partial r} = 0 \quad (2.13)$$

Dengan memisalkan nilai konstanta sembarang pada persamaan laplace dapat ditentukan dengan syarat batas yang harus dipenuhi potensial $V(r)$ yaitu :

$$V(r) = \frac{C_1}{r} + C_2 \quad (2.14)$$

dengan C_1 dan C_2 adalah konstanta sembarang.

Pada jarak yang jauh, yaitu $r = \infty$ dan $V(\infty) = 0$ sehingga $C_2 = 0$

dan $V(r) = \frac{C_1}{r}$.

2.4.1 Potensial Titik Arus di dalam Bumi

Arus yang keluar secara radial dari titik arus sehingga jumlah arus yang keluar melalui permukaan bola A dengan jari-jari r adalah:

$$I = 4\pi r^2 \sigma$$

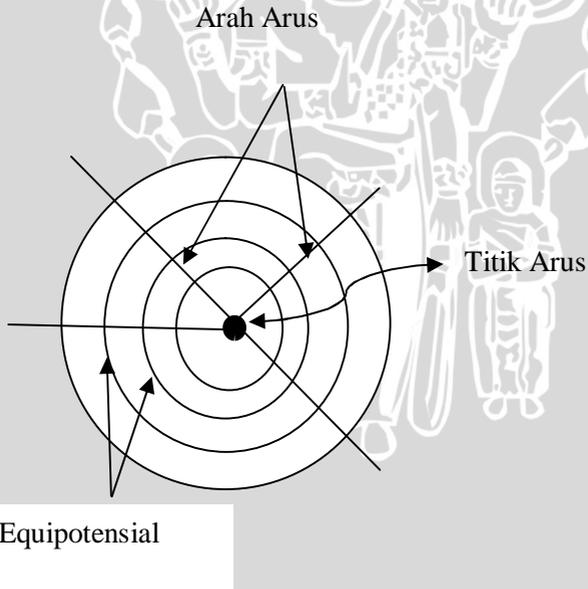
$$I = 4\pi r^2 \left(-\sigma \frac{dv}{dr} \right) \quad (2.15)$$

$$I = 4\pi \sigma C_1$$

Dengan $\sigma = \frac{1}{\rho}$ menjadi $I = 4\pi \frac{1}{\rho} C_1$ maka $C_1 = \frac{I \cdot \rho}{4\pi}$. (2.16)

Sehingga didapatkan $V(r) = \frac{I \cdot \rho}{4\pi r}$ (2.17)

dan nilai resistivitas semu adalah : $\rho = 4\pi r \cdot \frac{V}{I}$ (2.18)



Gambar.2.4. Potensial titik arus di dalam bumi

2.4.2 Potensial Titik Arus di Permukaan Bumi

Untuk permukaan bumi yang dialiri arus I berlaku hukum Ohm :

$$I = -\frac{A}{\rho} \frac{dV}{dr} \quad (2.19)$$

Karena luas setengah bola $A = 2\pi r^2$, maka arus I menjadi :

$$I = -\frac{2\pi r^2}{\rho} \frac{dV}{dr} \quad (2.20)$$

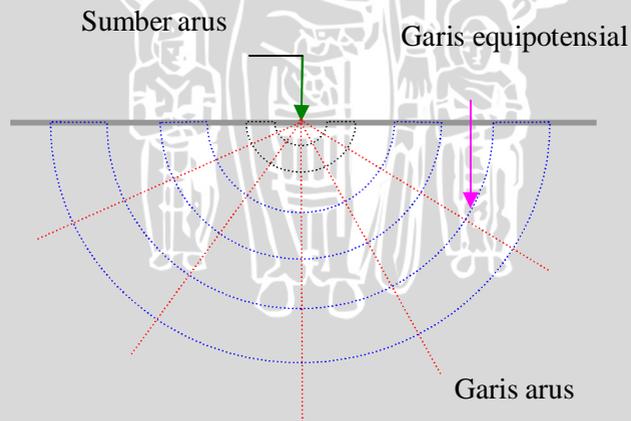
$$dV = -\frac{\rho \cdot I}{2\pi r^2} dr$$

Sehingga potensial di suatu titik sejauh r dari pusat arus adalah :

$$V = \int dV = \int_0^r -\frac{\rho I}{2\pi r^2} dr = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad (2.21)$$

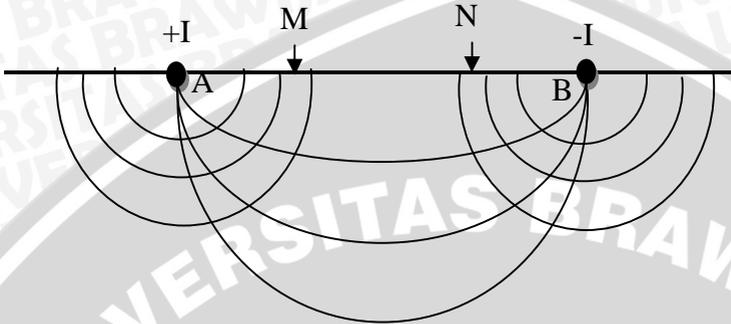
Jadi resistivitas semu adalah :

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.22)$$



Gambar.2.5. Potensial titik arus di permukaan bumi

2.4.3 Potensial Dua Titik Arus di Permukaan Bumi



Gambar 2.6. Dua arus di permukaan bumi

Karena potensial adalah besaran skalar, maka potensial di sembarang titik oleh elektroda arus ganda akan merupakan jumlahan potensial oleh dua arus elektroda tunggal.

Beda potensial yang terjadi antara titik M dan N yang diakibatkan oleh injeksi arus pada elektroda A dan B adalah :

$$\Delta V = V_M - V_N = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2.26)$$

Sehingga didapatkan nilai resistivitas semu :

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.27)$$

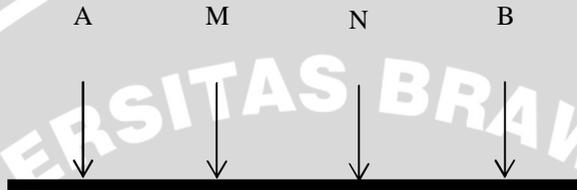
$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.28)$$

$$\text{Dengan } K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \quad (2.29)$$

K adalah faktor geometri yang diturunkan untuk konfigurasi elektroda. Faktor geometri ini merupakan suatu besaran yang berfungsi sebagai koreksi berbagai konfigurasi elektroda potensial dan arus dan sangat penting dalam pendugaan resistivitas vertikal/horizontal.

2.5 Konfigurasi Elektroda

Konfigurasi elektroda merupakan model penyusunan elektroda-elektroda arus dan potensial yang diatur sedemikian rupa sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.



Gambar 2.7. Susunan elektroda

Elektroda A dan B disebut elektroda arus (*current electrode*), sedangkan elektroda M dan N disebut elektroda potensial (*potential electrode*). Elektroda arus biasa juga ditulis dengan C1 dan C2, dan untuk elektroda potensial adalah P1 dan P2. Dalam pengukuran di lapangan, keempat elektroda tersebut ditancapkan ke dalam tanah. Arus listrik dari power suplay dialirkan ke dalam bumi melalui elektroda arus C1 dan C2. Kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui elektroda potensial P1 dan P2. Adapun beberapa macam konfigurasi elektroda yang umum digunakan adalah:

- Konfigurasi Wenner
Jarak AM, MN dan NB adalah sama dan biasanya dinamakan a.
- Konfigurasi Schlumberger
Jarak AO = BO = s, MO = NO = b, eksentrisitas $b/s < 1/3$, titik O adalah pusat konfigurasi.
- Konfigurasi Dipole-Dipole
Jarak AB = MN = a, BM = na.

Hasil pengukuran di lapangan adalah berupa nilai hambatan jenis dan jarak antar elektroda, sehingga diperlukan suatu proses agar diperoleh nilai hambatan jenis terhadap kedalaman. Jika nilai hambatan jenis diplot terhadap jarak antar elektroda dengan menggunakan grafik seismilog akan diperoleh kurva hambatan jenis. Dengan menggunakan kurva standar yang diturunkan berdasarkan berbagai variasi perubahan nilai hambatan jenis antar lapisan secara ideal dapat ditafsirkan variasi nilai hambatan jenis terhadap

kedalaman. Dengan cara ini ketebalan lapisan berdasarkan nilai hambatan jenisnya dapat diduga, dan keadaan lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan dapat ditafsirkan (Santoso,2002).

Setelah dapat diketahui jenis batuan masing-masing perlapisan dengan curve matching, barnes dan komulatif moore maka dapat ditentukan karakteristik atau sifat dari masing-masing perlapisan tersebut. Diantara batuan pembawa air adalah batuan sedimen yang merupakan lapisan batuan pembawa air yang terbaik, yang mempunyai banyak pori antar ruang butirnya. Semakin halus ukuran butiran batuan, maka menjadi kelompok lapisan batuan pembawa air yang buruk (kedap air), seperti lempung, napal, gamping dan kristalin. Kedua adalah batuan beku, yang merupakan lapisan batuan pembawa air yang kurang baik, seperti basalt dan andesit. Batuan yang merupakan akuifer terbaik adalah pasir, kerikil dan kerakal. (Todd, 1980).

Berdasarkan tujuan pengukuran di lapangan, metode geolistrik resistivitas dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu :

1. Vertical Sounding

Cara ini digunakan untuk mengetahui distribusi harga resistivitas di bawah suatu titik sounding di permukaan bumi. Untuk satu titik sounding spasi elektroda diperbesar secara gradual (bergantung pada jenis konfigurasi yang digunakan) kemudian hasil pengukurannya diplot pada grafik bilog untuk mendapatkan kurva lapangannya.

2. Lateral Mapping

Cara ini dilakukan untuk mengetahui kecenderungan harga resistivitas di suatu areal tertentu. Setiap titik yang telah ditentukan pada areal tersebut sesuai dengan spasi elektroda yang tetap, kemudian dibuat kontur untuk setiap spasi elektroda yang dilakukan.

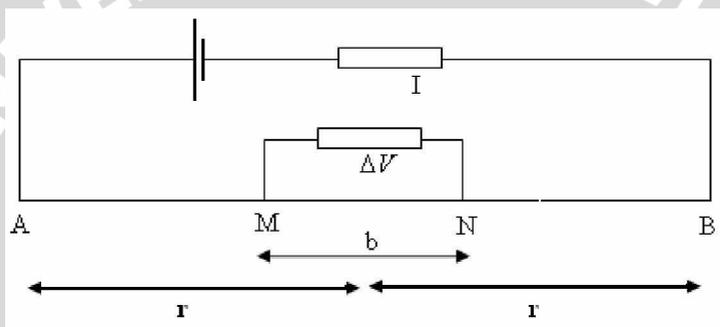
3. Resistivitas 2D

Cara ini merupakan gabungan antara metode vertical sounding dengan lateral mapping. Dimana pengukuran sounding dilakukan di setiap titik lintasan secara lateral atau lintasan mapping dilakukan pada setiap kedalaman.

2.5.1 Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi Schlumberger bertujuan mencatat gradient potensial atau intensitas medan listrik dengan menggunakan pasangan elektroda pengukur yang berjarak rapat. Tidak seperti

halnya pada konfigurasi Wenner, pada konfigurasi Schlumberger jarak elektroda potensial jarang diubah-ubah meskipun jarak elektroda arus selalu diubah-ubah. Hanya harus diingat bahwa jarak antar elektroda arus harus jauh lebih besar disbanding jarak antar elektroda potensial selama melakukan perubahan spasi elektroda. Misalnya, untuk kasus aturan elektroda Schlumberger jarak r harus lebih besar dari pada $b/2$, dan optimumnya adalah $r > 5b/2$. Dalam hal ini, selama pembesaran jarak elektroda arus, jarak elektroda potensial tidak perlu diubah. Hanya, jika jarak elektroda arus relatif sudah cukup besar maka jarak elektroda potensial perlu diubah.



Gambar 2.8. Konfigurasi Schlumberger.

Elektroda potensial (M dan N) diam pada titik tengah antara elektroda arus (A dan B), dan kedua elektroda arus digerakkan secara simetris keluar (menjauhi alaktroda pengukur) dengan spasi pengukuran tertentu. Sebagai contoh : pada awal pengukuran diambil jarak MN adalah 1 m, pembacaan dilakukan untuk setiap perpindahan AB dengan spasi pengukuran 10, 20, 30, 40, 70, 100, ... m. apabila tegangan yang tercatat pada elektroda pengukur terlalu kecil, maka jarak elektroda MN diperbesar menjadi 3 m dan pengukuran dilakukan kembali.

Tahanan jenis semu medium yang terukur dihitung berdasarkan persamaan (Telford *et al*, 1990)

$$\rho_w = K_w \frac{\Delta V}{I} \quad (2.30)$$

$$\text{dengan } K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{MB} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{NB} \right) \right]^{-1} \quad (2.31)$$

dengan harga:

MN = a (spasi elektroda potensial)

AM = NB = n.a

MB = AN = (n + 1).a

Untuk konfigurasi Schlumberger, harga K dapat dihitung menggunakan persamaan:

$K = n.(n + 1) \pi a;$

$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$

dengan:

ρ_w : tahanan terukur (*apparent resistivity*)

ΔV : potensial yang terukur antara elektroda P1 dan P2

I : arus listrik yang mengalir ke tanah melalui elektroda C1 dan C2

K_w : faktor geometri konfigurasi elektroda.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 juni 2008, dengan mengambil lokasi di Desa Karangrejo dan Desa Cendono, Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan.

3.2 Peralatan Penelitian

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan adalah :
Peralatan Utama :

1. Resistivity Meter ABEM Terrameter SAS 300 C.
2. Elektroda arus dan elektroda potensial (4 buah).
3. Kabel listrik.
4. Sumber arus listrik (baterey Kering)
5. GPS type Garmin

3.3 Data yang diambil

Data yang diambil dari penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer, terdiri dari :

1. Jarak spasi antar elektroda (m)
2. Beda potensial ΔV (volt)
3. Kuat arus I (Ampere)
4. Resistansi R (Ohm)

Sedangkan data sekundernya, terdiri dari :

1. Peta Geologi lembar malang jawa (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1992)
2. Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Kediri (Direktorat Geologi Tata Lingkungan, 1988)

3.4 Metode Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mencari informasi geologi daerah penelitian dengan cara studi literatur tentang kondisi geologi setempat dan melihat langsung keadaannya di lapangan. Informasi ini digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan data yaitu penentuan posisi titik-titik ukur, posisi lintasan, serta spasi lintasan.

3.4.1 Akuisisi Data

Pencarian (akuisisi) data primer dilakukan melalui pengamatan dan pengukuran langsung dilapangan. Pengambilan data lapangan dalam penelitian ini meliputi pengambilan data topografi dengan menggunakan GPS Garmin. Adapun data yang diambil untuk topografi tersebut adalah posisi lintang, bujur dan ketinggian daerah penelitian. Sedangkan untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan (dalam dua dimensi) maka digunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Schlumberger dengan spasi 10 meter. Proses akuisisi data atau pengambilan data berupa pengukuran nilai hambatan atau resistivitas batuan (R) dengan menggunakan alat Resistivity meter ABEM Terrameter SAS 300 C.

Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Menentukan letak titik pengukuran pada setiap lintasan dengan jarak yang telah ditentukan
2. Melakukan pengukuran resistivity semu dan fase pada setiap titik pengukuran, juga ditentukan posisi relatif titik tersebut.

Pada setiap titik pengukuran diamati nilai terbaik dari data yang ditunjukkan oleh nilai tertinggi pada layar monitor.

Data-data yang didapatkan dari hasil pengukuran adalah berupa data primer, yang meliputi :

1. Jarak (spasi) antar elektroda
2. Nilai pergeseran (n)
3. Nilai hambatan (R)
4. Nilai arus masukan (I)

Setelah didapatkan data-data dari hasil pengukuran dalam satu lintasan, maka pengukuran dilakukan ke lintasan berikutnya. Jumlah lintasan yang diukur pada penelitian ini ada 4 (empat) lintasan. Setelah semua lintasan selesai dilakukan pengukuran, maka proses pengambilan data dilapangan telah selesai dilakukan dan selanjutnya dilakukan pengolahan data.

3.4.2 Processing Data

Data yang diperoleh dari lapangan kemudian diolah dengan menggunakan suatu software yang sesuai. Dalam pengolahan data pada konfigurasi Schlumberger, tahanan jenis yang didapat dari perkalian tahanan hasil pengukuran dengan faktor geometri bukan merupakan tahanan jenis yang sebenarnya, untuk mendapatkan nilai

tahanan jenis sebenarnya dilakukan dengan cara proses inversi menggunakan software IPI2win. Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis nilai resistivitas semu (ρ_a) pada masing-masing lapisan batuan, nilai resistivitas semu ini yang akan dijadikan sebagai masukan data dalam software IPI2win dan hasil yang didapat berupa kondisi bawah permukaan, yang meliputi tiga jenis penampang, yaitu penampang nilai resistivitas semu, penampang nilai resistivitas hasil perhitungan dan penampang nilai resistivitas sebenarnya.

3.4.2.1 Processing Data Menggunakan Software IPI2win

Dalam pengolahan data dengan menggunakan software IPI2win data yang diperoleh dari lapangan dimasukkan dalam software ini. Untuk memasukkan data tersebut ke software IPI2win, pertama software IPI2win dijalankan lebih dahulu, kemudian tekan *make new VES point* atau tekan Ctrl+Alt+N untuk membuat *directory* yang baru dan akan dilakukan pengolahan data. Setelah *directory* tersebut terbuka, pilihlah konfigurasi schlumberger dengan input data SP, U, I. Kemudian masukkanlah data dari lapangan tersebut ke *directory* ini, yaitu nilai AB/2, MN, V, R, I, yang selanjutnya nilai K dan Ro_a akan terisi secara otomatis beserta grafiknya. K menunjukkan nilai dari faktor geometri, Ro_a merupakan nilai dari resistivitas semu sedangkan grafiknya merupakan grafik resistivitas yang menunjukkan untuk sumbu x adalah spasi dari elektroda, sumbu y adalah nilai resistivitas semunya. Kemudian ditekan OK untuk melanjutkan perintah selanjutnya dan akan muncul perintah untuk menyimpan file tersebut dengan extension DAT, untuk memudahkan pengoperasian maka simpan file tersebut kedalam folder baru, setelah itu tekan *save*. Maka, akan muncul dua *directory* yaitu *directory apparent resistivity curve* dan *directory layers model*.

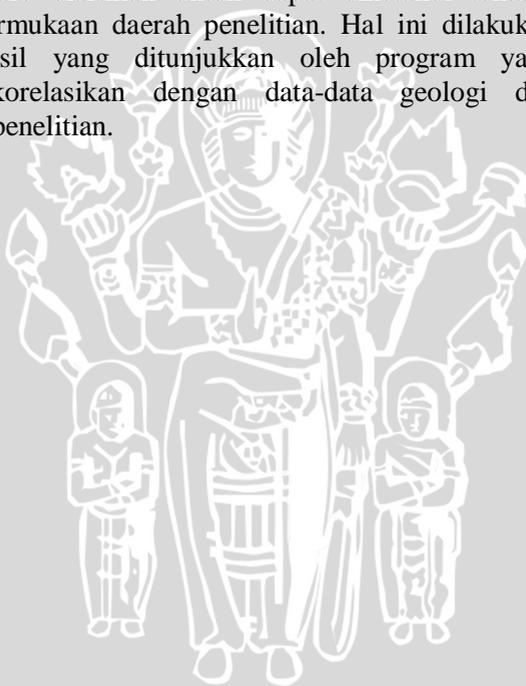
Directory apparent resistivity curve merupakan *directory* yang berisikan tentang grafik resistivitas. Grafik ini terdiri dari garis berwarna hitam, garis berwarna merah, dan garis berwarna biru. Masing-masing garis mempunyai maksud yang berbeda-beda, untuk garis hitam merupakan garis grafik data percobaan, untuk garis merah merupakan garis grafik ideal, sedangkan garis biru merupakan garis yang mempengaruhi bentuk dari garis grafik ideal.

Directory layer model merupakan *directory* yang berisikan tentang informasi masing-masing lapisan, yaitu informasi tentang kedalaman, ketebalan, dan ketinggian.

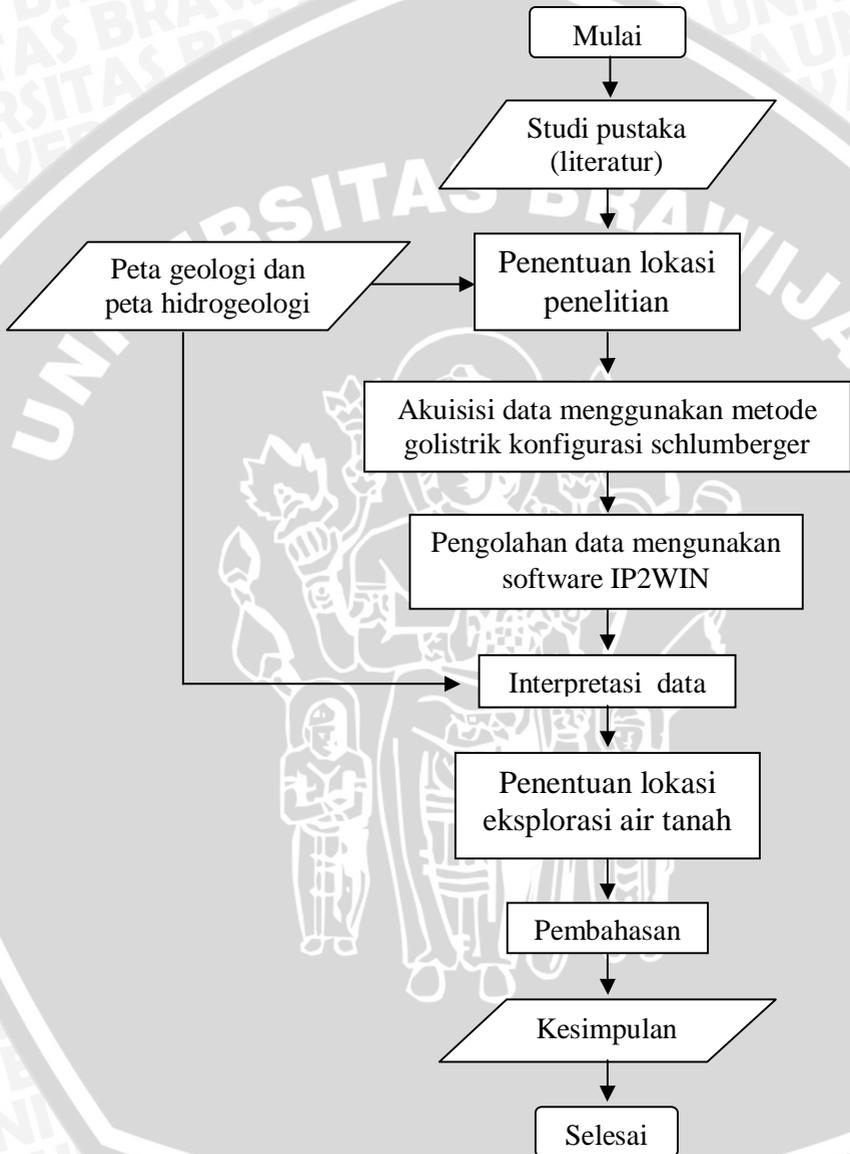
Pergerakan atau posisi dari garis warna biru dalam grafik *apparent resistivity* berpengaruh dalam perolehan *error*. Dengan menggerakkan garis biru, maka garis merah juga akan ikut bergerak yang selanjutnya dapat disesuaikan dengan garis hitam untuk memperoleh *error* yang kecil. Tombol inversion berfungsi untuk merapikan garis biru dan merah secara otomatis agar didapatkan *error* sekecil mungkin.

3.4.3 Interpretasi Data

Interpretasi data merupakan langkah akhir dari rangkaian penelitian yang dilakukan. Pada tahapan ini hasil dari pembacaan menggunakan software diartikan untuk dapat diketahui tentang gambaran bawah permukaan daerah penelitian. Hal ini dilakukan dengan melihat hasil yang ditunjukkan oleh program yang digunakan dan dikorelasikan dengan data-data geologi dan hidrogeologi daerah penelitian.



3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisa Geologi dan Hidrogeologi

Di Desa Karangrejo dan Desa Cendono belum terdapat sumur bor sama sekali, di rumah penduduk hanya ada sumur tradisional dengan kedalaman maksimum 10-15 meter, pada musim kemarau sumur-sumur tersebut mengalami kekeringan. Penduduk setempat hanya memanfaatkan air dari PDAM dengan membuat tandon penampungan air yang terletak di Desa Cendono, untuk hal itu mereka mengeluarkan biaya yang relatif mahal. Belum adanya sumur bor di Desa tersebut diperkirakan karena batuan permukaan di Desa tersebut adalah batuan breksi, hal ini di dukung dari pemantauan langsung ke sumur-sumur tradisional di rumah penduduk setempat, di dalam sumur tersebut terlihat jelas terdapat bongkahan batuan breksi yang relatif besar-besar, dari hal inilah kemungkinan penduduk setempat mengalami kesulitan dalam membuat sumur bor.

Penilaian potensi air tanah di Desa Karangrejo dan Desa Cendono dilakukan melalui suatu analisis kondisi geologi dan hidrogeologi. Geologi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur lapisan di permukaan bumi. Sedangkan hidrogeologi adalah ilmu yang mempelajari mengenai air bawah tanah yang berhubungan dengan cara terdapatnya, penyebarannya, potensi dan sifat kimia air bawah tanah.

Secara geologi Desa Karangrejo dan Desa Cendono disusun oleh kelompok batuan berumur kuartar tengah, yang tersusun atas batuan breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf. Yang termasuk ke dalam kelompok batuan gunungapi Arjuno-Wlirang (Qvaw), mempunyai penyebaran luas dan tebal dengan kelulusan sedang sampai tinggi. Daerah penelitian termasuk ke dalam sebagian Peta Geologi Lembar Malang, yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Peta geologi lokasi penelitian disajikan dalam lampiran 3.

Jika dihubungkan dengan geologi regional, maka hidrogeologi atau muka air tanah di daerah ini berkaitan dengan kondisi batuan yang terbentuk di sekitar daerah ini. Kondisi hidrogeologi umumnya berkaitan erat dengan sistem akuifer tertentu. Akuifer di daerah penelitian bersifat produktif tinggi sampai sedang. Aliran air tanah terbatas pada zona celahan, rekahan dan saluran pelarutan. Debit

sumur dan mata air beragam dalam kisaran yang sangat besar. Daerah penelitian termasuk ke dalam sebagian Peta Geologi Lembar Kediri, yang dikeluarkan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Peta hidrogeologi lokasi penelitian disajikan dalam lampiran 3.

4.2 Pengukuran Geolistrik

Pengukuran geolistrik resistivitas dilakukan dengan menggunakan konfigurasi schlumberger merupakan salah satu cara untuk dapat mengetahui kondisi bawah permukaan bumi tanpa perlu menggali atau mengebor bumi secara langsung. Hasil dari metode ini berupa tampilan (*profiling*) sounding, yang hanya menekankan pada kedalaman. Pada pengukuran geolistrik ini, meliputi pengambilan data, analisa data dan interpretasi data.

4.2.1 Pengambilan Data

Konfigurasi Schlumberger merupakan salah satu konfigurasi elektroda dalam survey geolistrik resistivitas yang dapat menampilkan penampang (*profiling*) sounding bawah permukaan. Ada empat titik pengukuran dengan jarak spasi elektroda potensial 10 m dan jarak spasi elektroda arus 30 m. Pergeseran elektroda arus tiap 10 m. Jarak bentangan tiap pengukuran kurang lebih mencapai 480 m. Dengan jarak bentangan yang besar, diharapkan akan diperoleh kedalaman duga yang semakin dalam pula. Untuk konfigurasi Schlumberger kedalaman duga yang diperoleh memenuhi $AB/2$.

Dalam menentukan panjang spasi elektroda harus diperkirakan sedemikian rupa, sehingga dapat meminimalisir efek topografi. Karena topografi sangat berpengaruh pada pemfokusan dan penyebaran aliran listrik yang melaluinya. Sehingga berpengaruh pula terhadap kerapatan arus yang mengalir pada medium tersebut. Aliran arus akan terfokus jika pada topografi rendah seperti lembah dan akan menyebar pada topografi tinggi seperti perbukitan.

Data yang didapat dari pengukuran di lapangan adalah besar arus yang diinjeksikan (I) dalam satuan Ampere, spasi elektroda (a), beda potensial (V) dalam satuan Volt, tahanan (R) dalam satuan Ohm, faktor spasi (n). Disini arus yang diinjeksikan adalah arus searah terkomutasi (DC terkomutasi). DC terkomutasi adalah arus searah yang mempunyai bentuk gelombang kotak. Dipilih DC

terkomutasi karena untuk menghindari terjadinya polarisasi. Sedang arus bolak balik (AC) tidak mungkin digunakan karena bukan impedansi yang dicari, melainkan tahanan. Pembacaan data diulang sampai empat kali dengan pertimbangan didapatkan data yang akurat.

Bila data yang didapat tidak “Smooth“, hal tersebut dapat terjadi karena ada ketidak homoginan secara lateral terutama di sekitar elektrode potensial. Ketidak homoginan lateral yang cukup besar dapat terjadi bila arah strike perlapisan tanah berbeda dengan arah bentangan. Pengukuran pada kondisi tanah basah, hujan atau pengukuran dengan bentangan sejajar kabel listrik PLN, dapat mengakibatkan data yang diperoleh tidak akurat (Waluyo, 2004).

Bila tanah dalam keadaan basah, hujan ataupun tergenang air, maka secara alami arus akan lebih memilih air untuk dialiri. Dimana air merupakan konduktor yang baik dan mempunyai tahanan yang lebih kecil dibandingkan dengan tanah atau bumi. Demikian pula bila pengukuran sejajar dengan kabel PLN, akan mengakibatkan terjadinya induksi elektro magnet pada kabel elektroda sehingga dimungkinkan alat akan rusak.

Untuk meminimalisir kesalahan dalam pengambilan data ada beberapa teknik yang perlu diperhatikan dalam proses pengambilan data yaitu desain survey lapangan, waktu pengambilan data, posisi operator serta prosedur pengukuran.

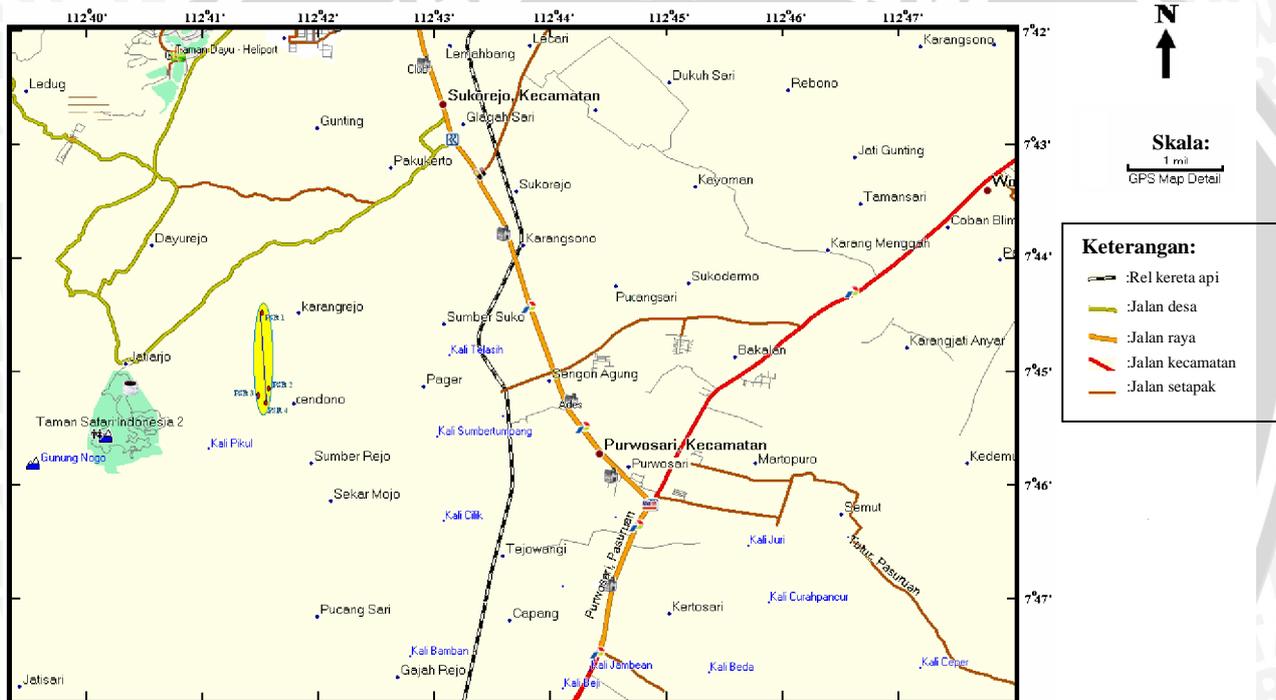
Dengan menggunakan bantuan software MapSource, dengan cara memasukkan titik kordinat dan ketinggian maka didapatkan gambar lokasi titik pengukuran. Tabel berikut merupakan titik kordinat daerah penelitian.

Tabel 4.1. Koordinat dan ketinggian titik pengukuran

Titik	Lintang	Bujur	Alt (m)
PSR 1	07° 44' 56,5”	112° 41' 26,2”	514
PSR 2	07° 45' 31,9”	112° 41' 33,3”	544
PSR 3	07° 45' 34,3”	112° 41' 26,4”	548
PSR 4	07° 45' 36,4”	112° 41' 29,3”	540

Gambar berikut merupakan gambaran lokasi titik pengukuran geolistrik di daerah penelitian dengan menggunakan software MapSource :

PETA NAVIGASI INDONESIA
(Software MapSource)
2004



Gambar 4.1. Lokasi titik pengukuran geolistrik di daerah penelitian

Pada lintasan 1, yaitu titik PSR 1 didapatkan data seperti pada tabel berikut berikut:

Lokasi : Karangrejo

Titik : PSR 1

Hari/tgl : jumat/20-06-2008

Kordinat : S: 07° 44' 56,5" E: 112° 41' 56,2" Alt : 514 m

Tabel 4.2. Data pengukuran geolistrik di titik PSR 1

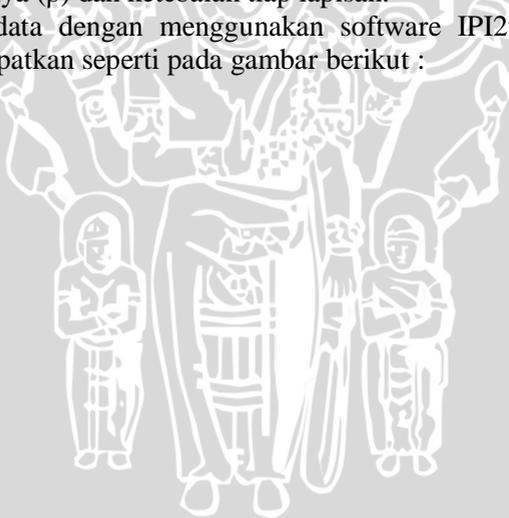
AB/2 (m)	MN (m)	R (mΩ)	V (mV)	I (mA)	K	Ro_a (Ωm)
15	10	9447.5	3007.226	20	62.832	9447
25	10	4060	430.769	20	188.5	4060
35	10	2046	108.544	20	376.99	2046
45	10	1182	37.624	20	628.32	1182
55	10	737	15.640	20	942.48	737.02
65	10	591.25	8.965	20	1319	591.45
75	10	317.5	3.610	20	1759	317.55
85	10	198.75	1.757	20	2262	198.71
95	10	110.225	0.780	20	2827	110.27
105	10	88	0.509	20	3456	87.949
115	10	53.55	0.258	20	4147	53.495
125	10	36.35	0.148	20	4901	36.267
135	10	35.15	0.123	20	5718	35.164
145	10	25.825	0.078	20	6597	25.73
155	10	23.2	0.062	20	7540	23.373
165	10	64.1	0.150	20	8545	64.088
175	10	39.425	0.082	20	9613	39.414
185	10	8.4	0.016	20	10744	8.595
195	10	5.05	0.008	20	11938	4.775
205	10	9.625	0.015	20	13195	9.896
215	10	7.3	0.010	20	14514	7.257
225	10	7.675	0.010	20	15896	7.948
235	10	4.4	0.005	20	17342	4.335
245	10	59.75	0.063	20	18850	59.376

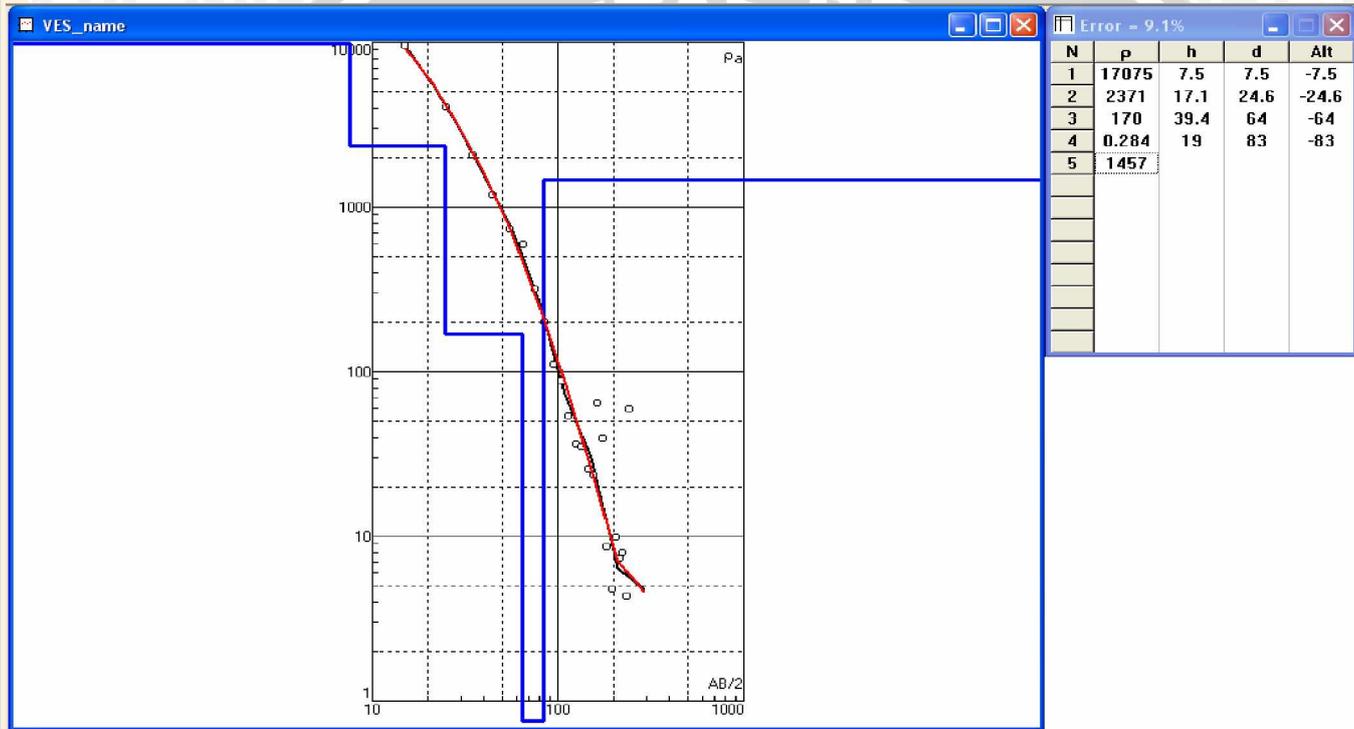
4.2.2 Analisa Data

Analisa dilakukan untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya, ketebalan dan kedalaman lapisan bumi yang diteliti. Pada dasarnya, analisa menggunakan software IPI2win adalah menampilkan bentuk kurva satu dimensi yang merupakan kurva hubungan nilai tahanan jenis semu (ρ_a) dengan spasi elektroda ($AB/2$). Data-data hasil pengukuran seperti tahanan (R), beda potensial (V), dan arus yang diinjeksikan (I), digunakan sebagai masukan untuk mendapatkan nilai tahanan jenis semu (ρ_a).

Pengolahan data ini dilakukan dengan teknik inversi menggunakan software IPI2win. Hasil yang ditampilkan dapat dibaca langsung dari perpotongan nilai tahanan jenis semu (ρ_a) dengan spasi elektroda ($AB/2$) yang ditunjukkan melalui model parameter. Model parameter ini terdiri dari dua garis, vertikal dan horisontal yang saling berhubungan. Garis horisontal menunjukkan nilai kedalaman duga sedangkan garis vertikal menunjukkan nilai tahanan jenis sebenarnya (ρ) dan ketebalan tiap lapisan.

Dari Pengolahan data dengan menggunakan software IPI2win untuk titik PSR 1 didapatkan seperti pada gambar berikut :





Gambar 4.2. Nilai Resistivitas PSR 1 dengan software IPI2win

Keterangan:



Garis Grafik



Garis Grafik Data Percobaan

Dari gambar tersebut diperlihatkan adanya nilai resistivitas yang bervariasi pada setiap kedalaman. Pada lapisan pertama tampak grafik mengalami penurunan yang drastis, dan kemudian turunnya agak landai. Keadaan ini disebabkan adanya kontras nilai resistivitas batuan di setiap lapisannya. Grafik yang dihasilkan merupakan hasil dari inversi software IP2Win. Proses inversi adalah data hasil pengukuran yang diproses sedemikian rupa untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan yang sebenarnya dalam bentuk grafik.

Dari tabel tersebut tampak bahwa pada setiap lapisan memiliki nilai yang berbeda yaitu; lapisan pertama mempunyai nilai resistivitas $17075 \Omega\text{m}$, dengan ketebalan 7.5 meter dan kedalaman dari 0 meter sampai 7.5 meter. Lapisan kedua memiliki nilai resistivitas $2371 \Omega\text{m}$, dengan ketebalan 17.1 meter pada kedalaman mulai dari 7.5 meter sampai meter 24.6 meter. Lapisan ketiga memiliki nilai resistivitas $170 \Omega\text{m}$, dengan ketebalan 39.4 meter di kedalaman 24.6 meter sampai 64 meter. Lapisan keempat memiliki nilai resistivitas $0.284 \Omega\text{m}$, dengan ketebalan 19 meter, dengan kedalamannya dari 64 meter sampai 83 meter. Lapisan kelima memiliki nilai resistivitas $1457 \Omega\text{m}$, dengan kedalaman mulai dari 83 meter hingga pada kedalaman tidak dapat terdeteksi, dan ketebalannya juga tidak dapat dideteksi

Sebagaimana telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya, bahwa adanya perbedaan nilai resistivitas tersebut menunjukkan adanya perbedaan kemampuan batuan dalam merespon arus listrik yang mengalirinya. Perbedaan nilai resistivitas ini juga nampak pada data pencilan yang mempunyai nilai terlalu besar/kecil dibandingkan data masukan disekitarnya. Hal ini pula yang menyebabkan besar kecilnya nilai errors yang muncul sebagai akibat perbedaan garis grafik data masukan (hitam) dengan garis grafik ideal data software (merah) yang mana nilai error sebesar 9.1 %. Penjelasan prosesing data untuk masing-masing titik lintasan disajikan dalam lampiran 2.

4.2.3 Interpretasi Data

Gambaran tentang keadaan bawah permukaan atau persebaran batuan secara vertikal, dapat diperoleh dari data pengukuran dan analisa data geolistrik. Berdasarkan gambaran ini, dapat diketahui litologi batuan penyusun, letak dan persebarannya. Litologi batuan daerah penelitian sangat terkait erat dengan kondisi

geologi. Dari litologi batuan yang telah diketahui, maka zona akuifer daerah penelitian dapat diketahui.

Interpretasi data ini dilakukan berdasarkan data yang didapat dari titik pengukuran yang sudah diketahui letak akuifer dan besar nilai resistivitas sebenarnya. Interpretasi akan dilakukan dengan melihat nilai resistivitas sebenarnya yang didapat dari penelitian dan dibandingkan dengan nilai resistivitas pada titik pengukuran.

Pada titik PSR 1 dapat diinterpretasikan bahwa pada lapisan paling atas diduga berupa batuan breksi padu, yang memiliki nilai resistivitas 17075 Ωm . Diperkirakan ketebalannya 7.5 meter dengan kedalaman mulai dari 0 meter - 7.5 meter.

Lapisan kedua diduga berupa batuan breksi, yang memiliki nilai resistivitas 2371 Ωm . Diperkirakan lapisan ini memiliki ketebalan 17.1 meter dengan kedalaman mencapai 7.5 meter - 24.6 meter.

Lapisan ketiga diduga berupa tufa pasir dimana air diperkirakan terdapat pada lapisan ini, karena sifat tufa pasir berporositas sedang dan memiliki permeabilitas yang tinggi. Nilai resistivitas lapisan ini 170 Ωm . Diperkirakan lapisan ini memiliki ketebalan 39.4 meter terletak pada kedalaman 24.6 meter hingga 64 meter.

Lapisan keempat diduga berupa lempung yang berfungsi sebagai lapisan impermeabel, karena sifat lempung berporositas sangat rendah dimana air tertahan pada lapisan ini. Nilai resistivitas lapisan ini 0.284 Ωm dengan ketebalan lapisan 19 meter di kedalaman 64 meter hingga 83 meter.

Lapisan yang terakhir ini diduga berupa breksi vulkanik, kedalaman lapisan ini mulai dari 83 meter hingga pada kedalaman tidak dapat terdeteksi, ketebalannya juga tidak dapat dideteksi, karena merupakan lapisan terakhir yang diinterpretasikan.

Berikut adalah tabel interpretasi dari pengukuran geolistrik pada setiap titik:

Tabel 4.3. Interpretasi Geolistrik

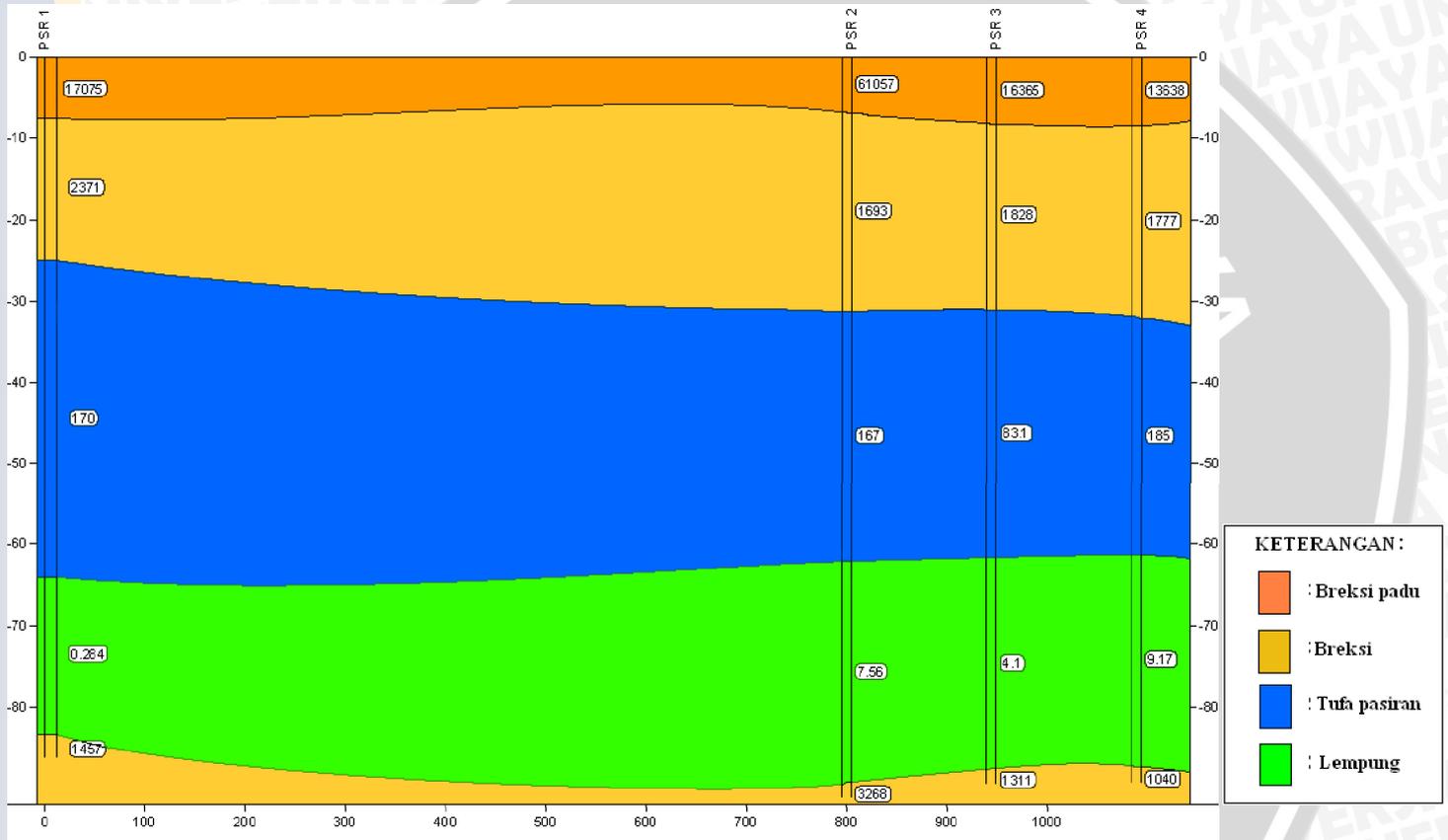
Titik	Resistivitas (Ohm-m)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Pendugaan Litologi
PSR 1	17075	7.5	0 - 7.5	Breksi padu
	2371	17.1	7.5 - 24.6	Breksi
	170	39.4	24.6 - 64	Tufa pasiran
	0.284	19	64 - 83	Lempung
	1457	Tdk Terdefinisi	83 - Tdk terdefinisi	Breksi
PSR 2	61057	6.74	0 - 6.74	Breksi padu
	1693	24.4	6.74 - 31.1	Breksi
	167	31	31.1 - 62.1	Tufa pasiran
	7.56	27.1	62.1 - 89.2	Lempung
	3268	Tdk Terdefinisi	89.2 - Tdk terdefinisi	Breksi
PSR 3	16365	8.21	0 - 8.21	Breksi padu
	1828	22.5	8.21 - 30.7	Breksi
	83.1	31.2	30.7 - 61.9	Tufa pasiran
	4.1	25.5	61.9 - 87.4	Lempung
	1311	Tdk Terdefinisi	87.4 - Tdk terdefinisi	Breksi
PSR 4	13638	8.22	0 - 8.22	Breksi padu
	1777	24	8.22 - 32.2	Breksi
	185	28.9	32.2 - 61.1	Tufa pasiran
	9.17	26.2	61.1 - 87.3	Lempung
	1040	Tdk Terdefinisi	87.3 - Tdk terdefinisi	Breksi

Interpretasi diatas berdasar pada literatur tahanan jenis batuan pada Tabel 2.3. (Fauzi,2004), Tabel 2.4. (Loke,1996), dan Tabel 2.5. (Blaricom,1988). Dan berdasarkan keadaan geologi daerah setempat. Selain itu dapat dilihat secara langsung bahwa urutan nilai resistivitas tiap lapisan antar titik pengukuran menunjukkan keteraturan. Hanya inilah yang digunakan sebagai dasar pertimbangan penentuan litologi batuan daerah penelitian. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya data bor daerah penelitian yang mestinya sebagai koreksi atau pertimbangan dalam menentukan litologi batuan agar lebih akurat.

Dan sebagaimana telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya, bahwa adanya perbedaan nilai resistivitas tersebut disebabkan adanya perbedaan kemampuan batuan dalam merespon arus listrik yang mengalirinya. Perbedaan nilai resistivitas ini juga nampak pada data pencilan yang mempunyai nilai terlalu besar atau kecil dibandingkan data masukan disekitarnya.

Dari hasil interpretasi dari masing-masing titik pengukuran tersebut, dan untuk mendapatkan gambaran lebih jelas mengenai ketebalan dan kedalaman batuan maupun tahanan jenis daerah penelitian secara vertikal maupun lateral, maka dibuat dugaan model penampang bawah permukaan dengan mengkorelasikan semua titik. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar berikut:





Gambar 4.3. Hasil Interpretasi Pemetaan Geolistrik.

Dari gambar diatas diperlihatkan hasil interpretasi geolistrik dari semua lintasan. Terlihat jelas bahwa pola ketebalan dan kedalaman batuan yang diperkirakan akuifer atau batuan pembawa air yaitu pada batuan tufa pasiran yang terdapat pada setiap titik pengukuran, berada pada kedalaman mulai dari kedalaman 24.6 meter sampai kedalaman 32.2 meter. Pada PSR 1 lapisan ini terdapat pada kedalaman 24.6 meter sampai 64 meter, dan pada PSR 2 lapisan ini terdapat di kedalaman 31.1 meter sampai 62.1 meter, sedangkan pada PSR 3 lapisan ini terdapat pada kedalaman 30.7 meter sampai 61.9 meter, dan pada PSR 4 lapisan ini terdapat pada kedalaman 32.2 meter sampai 61.1 meter. Ciri akuifer yang baik adalah tebal dan terletak diatas lapisan konduktif (lempung). Tufa pasiran yang diperkirakan sebagai akuifer ini mencirikan akuifer yang baik karena tebal dan terletak diatas lapisan lempung.

Bila di tinjau dari keadaan geologi daerah setempat, batuan breksi yang terdapat di setiap titik pengukuran diperkirakan ada dua jenis, yaitu breksi vulkanik yang bersifat kurang padu dan breksi lava sangat padu.

4.3 Korelasi Data dan Penentuan Lokasi Eksplorasi

Untuk mengetahui potensi air tanah, perlu dilakukan korelasi data pada hasil pengukuran di Desa Karangrejo dan Desa Cendono. Agar dapat mengetahui letak dan penyebaran lapisan batuan pembawa air (akuifer) sebagai titik data pengeboran dan mempermudah dalam pembacaan struktur lapisan bawah permukaan. Arah aliran air bawah tanah dari utara ke arah selatan, Hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada (gambar 4.3) diatas.

Korelasi data ini dilakukan dengan data yang didapat dari interpretasi data yang sudah diketahui letak akuifer dan besarnya nilai resistivitas sebenarnya. Hasil interpretasi tersebut akan dibandingkan dengan kajian geologi dan hidrogeologi daerah penelitian, sehingga nantinya dapat diketahui arah aliran air di bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas sebenarnya. Perlakuan ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan untuk meminimalkan kesalahan dalam proses interpretasi.

Dari hasil interpretasi penampang secara vertikal maupun lateral, jika dikorelasikan dengan data geologi dan hidrogeologi dapat diinterpretasikan bahwa lapisan akuifer yang berupa tufa

pasiran terdapat pada setiap titik pengukuran berada di kedalaman antara 25 meter sampai 32 meter.

Berdasarkan korelasi data dari masing-masing lintasan maka dapat ditentukan titik-titik duga yang berpotensi untuk dijadikan sumur bor. Eksplorasi dan eksploitasi air tanah di Desa Karangrejo dan desa Cendono ini dapat dilakukan pada sepanjang lintasa atau setiap titik pengukuran, yaitu titik PSR 1, PSR 2, PSR 3, dan PSR 4. Posisi koordinat untuk titik-titik duga tersebut dapat dilihat dalam (Tabel 4.1) diatas

Penentuan lokasi eksplorasi di Desa Karangrejo dan Desa Cendono Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan ini didasarkan pada hasil interpretasi letak dan kedalaman akuifer, serta pola penyebaran akuifer yang mempengaruhi pergerakan air tanah itu sendiri.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Mengacu pada rumusan permasalahan dan tujuan penelitian yang tertuang pada Bab 1, maka berdasarkan pengukuran, analisa dan interpretasi data yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa di Desa Karangrejo dan Desa Cendono Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan, batuan yang diperkirakan sebagai akuifer pada setiap titik pengukuran adalah tufa pasiran. Batuan ini mencirikan akuifer yang baik karena terletak diatas lapisan konduktif (lempung) dan relatif tebal.

Pada titik PSR 1 akuifer ini diduga terletak pada kedalaman 24.6 meter dengan ketebalan 39.4 meter, akuifer pada titik PSR 2 diduga berada pada kedalaman 31.1 meter dengan ketebalan 31 meter, pada titik PSR 3 diduga akuifer berada pada kedalaman 30.7 meter dengan ketebalan 31.2 meter, sedangkan pada titik PSR 4 akuifer diduga berada pada kedalaman 32.2 meter dengan ketebalan 28.1 meter.

Dari semua titik pengukuran tersebut yaitu titik PSR 1, PSR 2, PSR 3, dan PSR 4. diperkirakan berpotensi semua untuk dijadikan sumur bor.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan gambaran penyebaran akuifer yang lebih jelas perlu penambahan titik pengukuran. Dalam interpretasi sebaiknya bukan hanya berdasar pada literatur, melainkan juga menggunakan data bor sebagai koreksi atau pembanding.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

- Blaricom, Richard Van. 1988. *Practical Geophysics for The Exploration Geologist*. Northwest Mining Association. USA.
- Fauzi, Achmad. 2004. "Pendugaan Longsor Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole-dipole Pada Daerah Bukit Panderman Batu (Studi Kasus Dressel Desa Oro-Oro Ombo Kecamatan Batu)". Tugas Akhir Sarjana Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- <http://www.pasuruankab.go.id/about.php>
- Koesoemadinata, R. P. 1980. *Geologi Minyak Dan Gas Bumi Jilid 1 Edisi Kedua*. ITB. Bandung.
- Loke, M.H and Barker R.D. 1996. *Rapid Least-squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by Quasi-Newton Method*. Geophysics Prospecting 44,131-152.
- Poespowardoyo, Soekardi, R. 1988. *Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Kediri*. Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Bandung.
- Robinson, Coruh. 1998. *Basics Exploration Geophysics*, John Wiley and Son, Inc. Canada.
- Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. ITB. Bandung.
- Santoso, s. Dan Suwarti, t. 1992. *Peta Geologi Lembar Malang, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Untuk Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Edisi ketiga*. Erlangga. Jakarta.
- Tachjudin Taib M.I. 1990. *Metoda Eksplorasi Tahanan Jenis*. Laboratorium Geofisika dan Vulkanologi. Jurusan Teknik Geologi ITB. Bandung.
- Telford ,Geldart and Sheriff. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. New York.
- Todd, D.K. 1980. *Ground Water Hidrology*. John Wiley & Sons, 2nd edition. New York.
- Vingoe, P. 1972. *Electrical Resistivity Surveying*. Geophysical Memorandum

Waluyo. 2001. *Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika (teori & aplikasi metode resistivitas)*. Laboratorium Geofisika, UGM. Jogjakarta

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN 1

Data Hasil Penelitian Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger

Lokasi : Karangrejo
Titik : PSR 1
Hari/tgl : Jum'at/20-juni-2008
Kordinat : S: 07° 44' 56,5" E: 112° 41' 26,2" Alt : 514 m

AB/2 (m)	MN (m)	R (m Ω)	V (mV)	I (mA)	K	Ro_a (Ω m)
15	10	9447.5	3007.226	20	62.832	9447
25	10	4060	430.769	20	188.5	4060
35	10	2046	108.544	20	376.99	2046
45	10	1182	37.624	20	628.32	1182
55	10	737	15.640	20	942.48	737.02
65	10	591.25	8.965	20	1319	591.45
75	10	317.5	3.610	20	1759	317.55
85	10	198.75	1.757	20	2262	198.71
95	10	110.225	0.780	20	2827	110.27
105	10	88	0.509	20	3456	87.949
115	10	53.55	0.258	20	4147	53.495
125	10	36.35	0.148	20	4901	36.267
135	10	35.15	0.123	20	5718	35.164
145	10	25.825	0.078	20	6597	25.73
155	10	23.2	0.062	20	7540	23.373
165	10	64.1	0.150	20	8545	64.088
175	10	39.425	0.082	20	9613	39.414
185	10	8.4	0.016	20	10744	8.595
195	10	5.05	0.008	20	11938	4.775
205	10	9.625	0.015	20	13195	9.896
215	10	7.3	0.010	20	14514	7.257
225	10	7.675	0.010	20	15896	7.948
235	10	4.4	0.005	20	17342	4.335
245	10	59.75	0.063	20	18850	59.376

Lokasi : Cendono 01
 Titik : PSR 2
 Hari/tgl : Jum'at/20-juni-2008
 Koordinat : S: 07⁰ 45' 31,9"E: 112⁰ 41' 33,3" Alt : 544 m

AB/2 (m)	MN (m)	R (mΩ)	V (mV)	I (mA)	K	Ro_a (Ωm)
15	10	22375	7122.167	20	62.832	22374
25	10	5922.5	628.382	20	188.5	5922
35	10	2251.5	119.4461	20	376.99	2252
45	10	5425	172.6827	20	628.32	5425
55	10	5640	119.6842	20	942.48	5640
65	10	9110	138.135	20	1319	9113
75	10	18090	205.685	20	1759	18093
85	10	4312.5	38.12997	20	2262	4312
95	10	9295	65.75875	20	2827	9296
105	10	10380	60.06944	20	3456	10379
115	10	51225	247.0461	20	4147	51225
125	10	55700	227.3006	20	4901	55699
135	10	18207.5	63.68485	20	5718	18207
145	10	57050	172.9574	20	6597	57054
155	10	45575	120.8886	20	7540	45574
165	10	33975	79.52019	20	8545	33975
175	10	22175	46.13544	20	9613	22175
185	10	30600	56.96203	20	10744	30601
195	10	49650	83.17976	20	11938	49650
205	10	7947.5	12.04623	20	13195	7947
215	10	20730	28.56552	20	14514	20731
225	10	14465	18.19955	20	15896	14466
235	10	34950	40.30677	20	17342	34949

Lokasi : Cendono 02
 Titik : PSR 3
 Hari/tgl : Jum'at/20-juni-2008
 Koordinat : S: 07⁰ 45' 34,3" E: 112⁰ 41' 26,4" Alt : 548 m

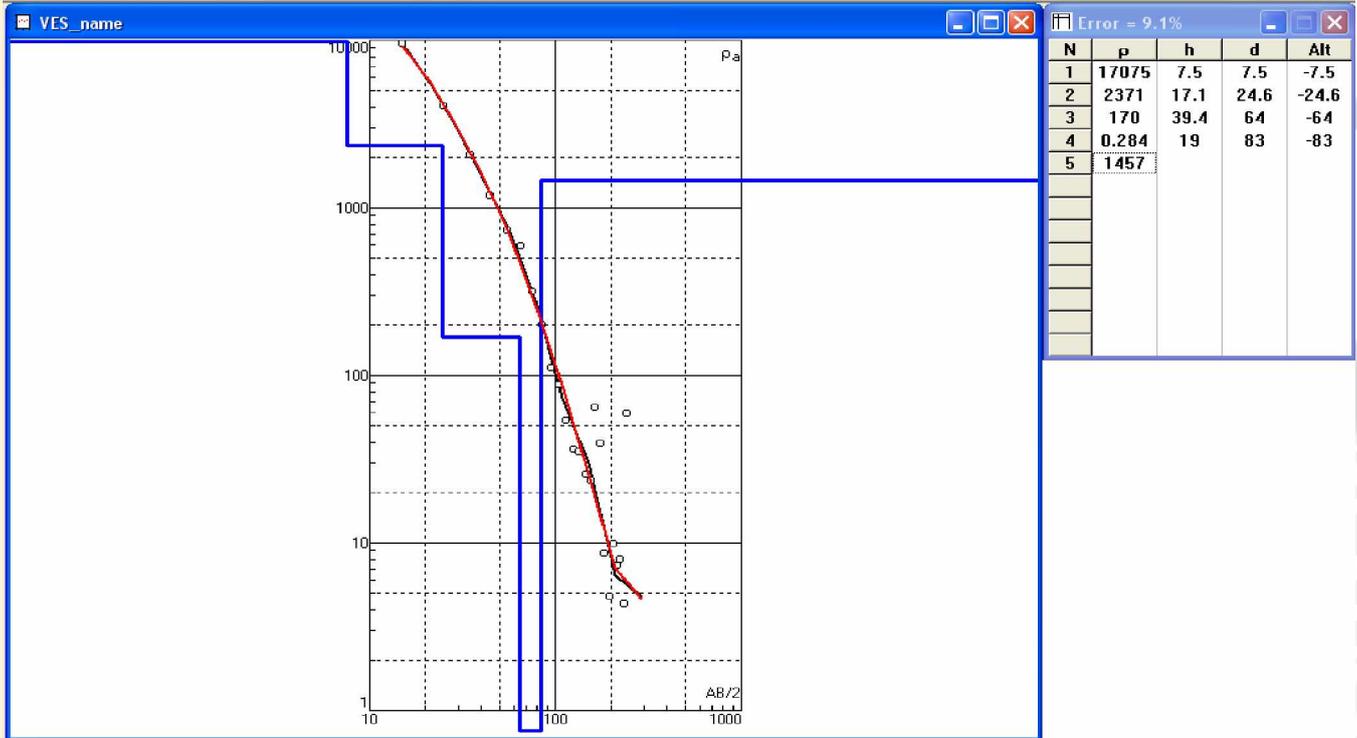
AB/2 (m)	MN (m)	R (mΩ)	V (mV)	I (mA)	K	Ro_a (Ωm)
15	10	9400	2992.106	20	62.832	9400
25	10	4240	449.8674	20	188.5	4240
35	10	2777.5	147.3514	20	376.99	2777
45	10	1316.75	41.91336	20	628.32	1317
55	10	837.5	17.77226	20	942.48	837.49
65	10	540.25	8.191812	20	1319	540.44
75	10	338.75	3.85162	20	1759	338.8
85	10	235.5	2.082228	20	2262	235.49
95	10	171.1	1.21047	20	2827	171.13
105	10	127.475	0.737703	20	3456	127.47
115	10	88.3	0.42585	20	4147	88.298
125	10	64.85	0.26464	20	4901	64.849
135	10	40.15	0.140434	20	5718	40.147
145	10	32.775	0.099363	20	6597	32.777
155	10	47.8	0.12679	20	7540	47.799
165	10	21.475	0.050263	20	8545	21.475
175	10	18.225	0.037917	20	9613	18.225
185	10	18.325	0.034112	20	10744	18.325
195	10	20.3	0.034009	20	11938	20.300
205	10	45.6	0.069117	20	13195	45.599
215	10	26.725	0.036827	20	14514	26.725
225	10	50.2	0.063161	20	15896	50.202
235	10	39.275	0.045295	20	17342	39.274

Lokasi : Cendono 03
 Titik : PSR 4
 Hari/tgl : Jum'at/20-juni-2008
 Koordinat : S: 07⁰ 45' 36,4" E: 112⁰ 41' 29,3" Alt : 540 m

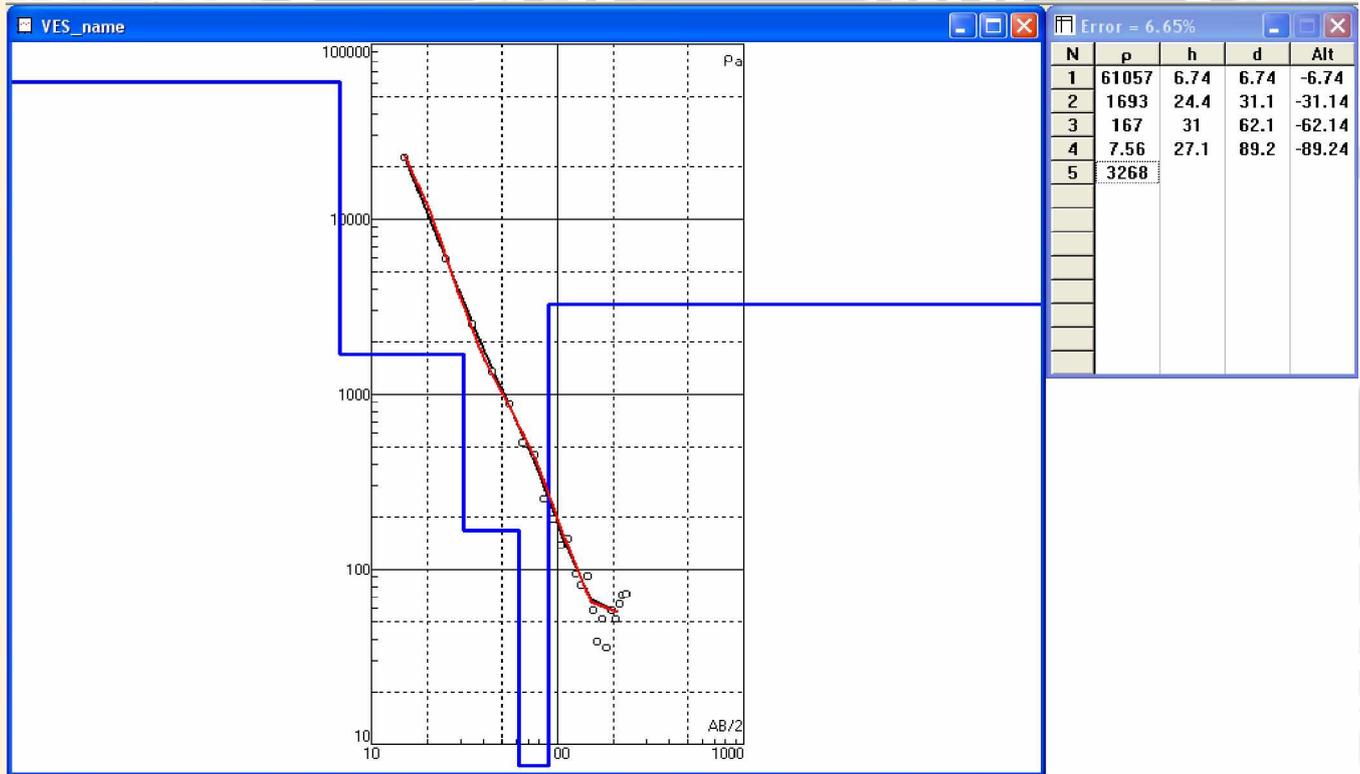
AB/2 (m)	MN (m)	R (mΩ)	V (mV)	I (mA)	K	Ro_a (Ωm)
15	10	8340	1327.349	20	62.832	8338
25	10	3830	406.366	20	188.5	3830
35	10	2380	126.2633	20	376.99	2380
45	10	1602	50.99312	20	628.32	1602
55	10	842.25	17.87306	20	942.48	842.25
65	10	763.25	11.57316	20	1319	763.51
75	10	821.5	9.340534	20	1759	821.63
85	10	356	3.147657	20	2262	356
95	10	237.25	1.678458	20	2827	237.29
105	10	185.325	1.072483	20	3456	185.31
115	10	142.25	0.686038	20	4147	142.25
125	10	99.9	0.407672	20	4901	99.897
135	10	67.625	0.236534	20	5718	67.62
145	10	168.825	0.511824	20	6597	168.83
155	10	43.4	0.115119	20	7540	43.399
165	10	57.25	0.133996	20	8545	57.252
175	10	90.5	0.188287	20	9613	90.504
185	10	80.75	0.150316	20	10744	80.754
195	10	143.25	0.23999	20	11938	143.25
205	10	100	0.151573	20	13195	99.996
215	10	67.75	0.093358	20	14514	67.751
225	10	26.5	0.033342	20	15896	26.501
235	10	2660	3.067697	20	17342	2660

LAMPIRAN 2

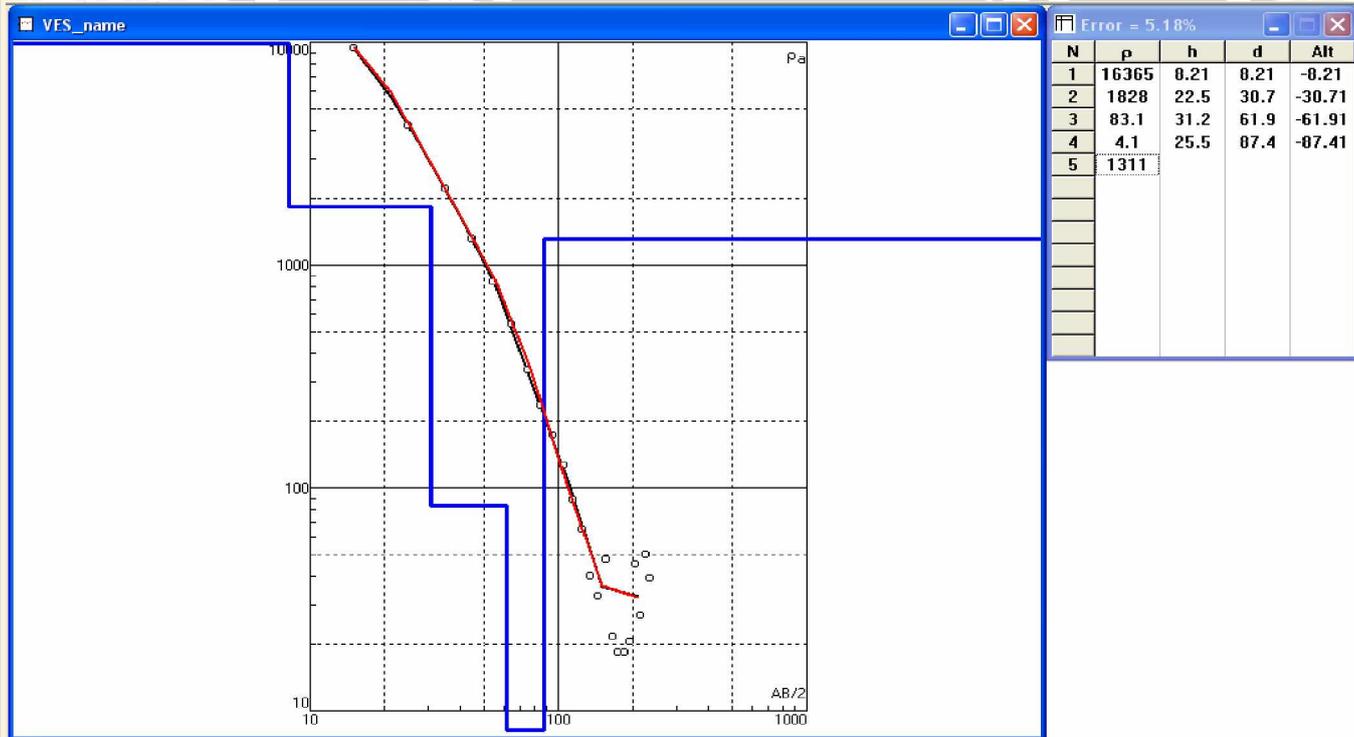
Data Hasil Processing Titik PSR 1



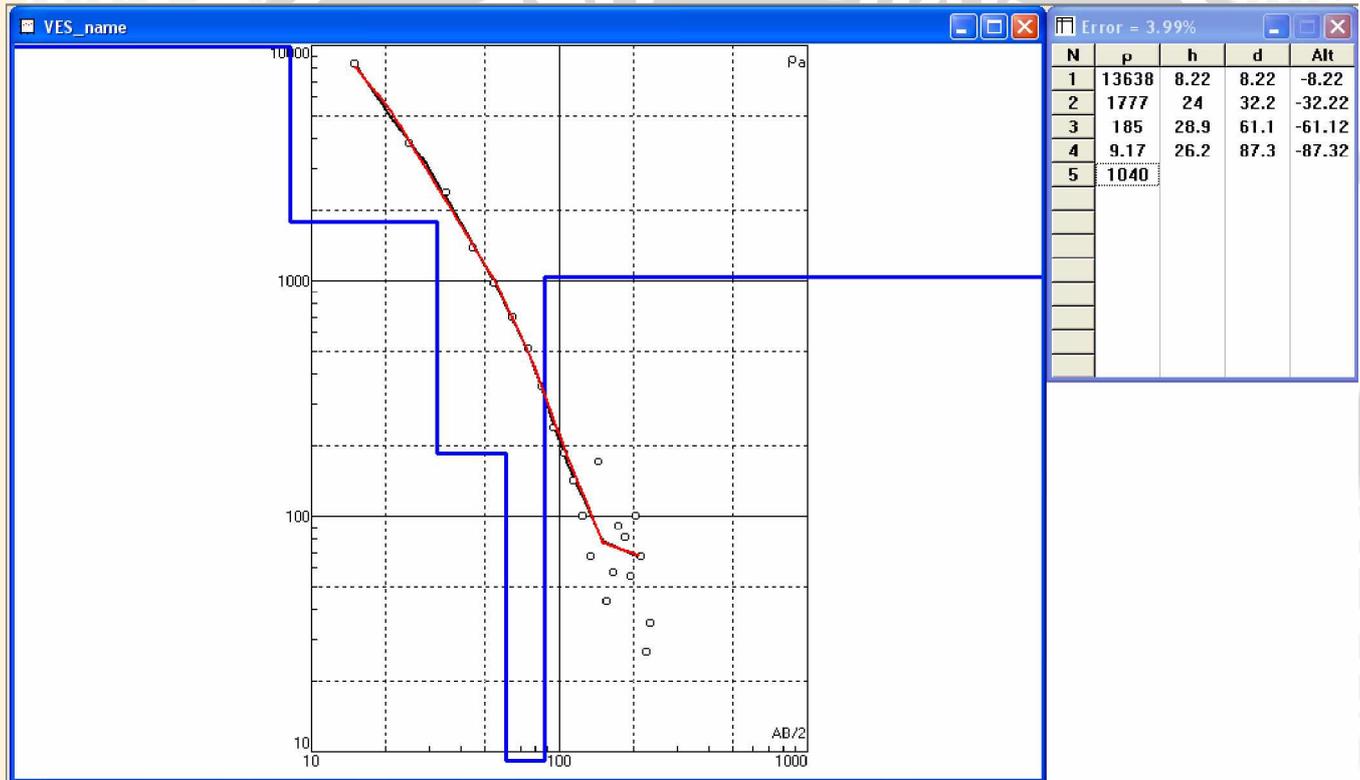
Data Hasil Processing Titik PSR 2



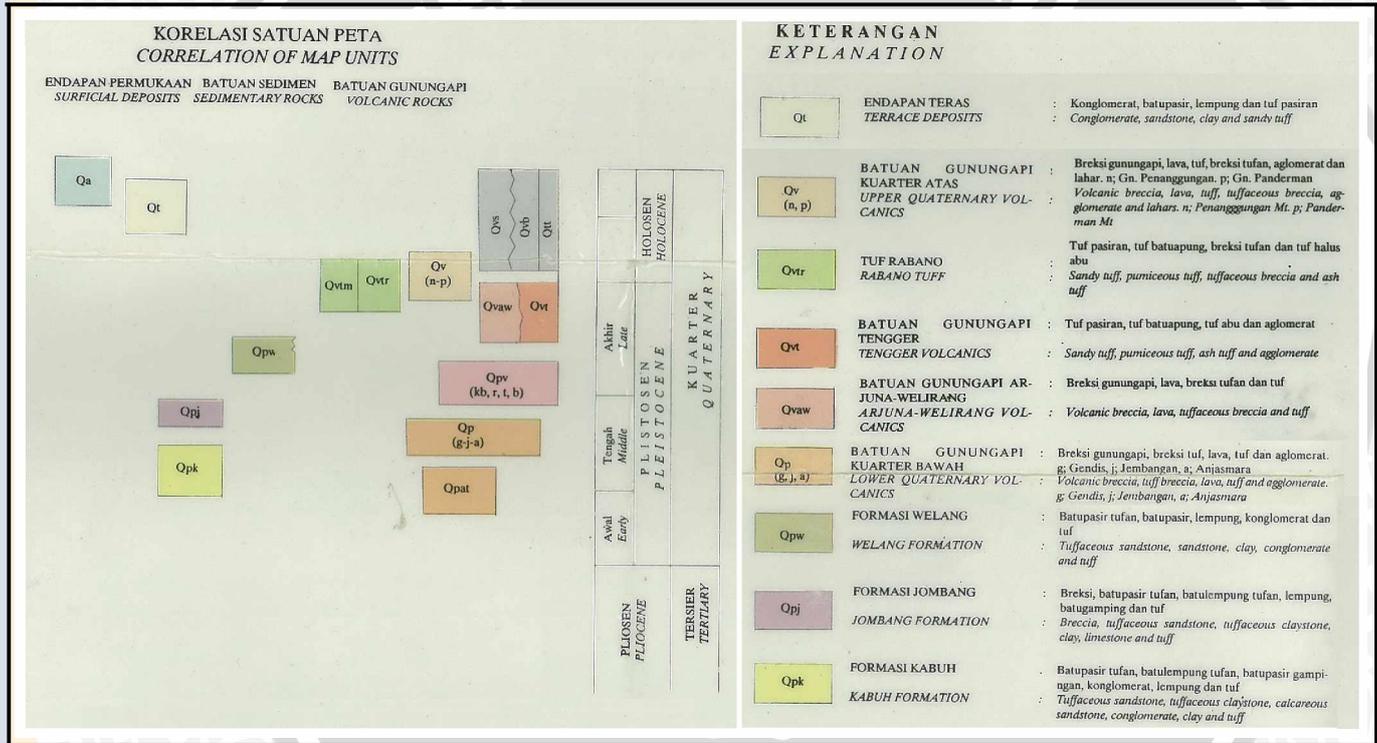
Data Hasil Processing Titik PSR 3



Data Hasil Prossesing Titik PSR 4



Keterangan Peta Geologi Lembar Malang Jawa

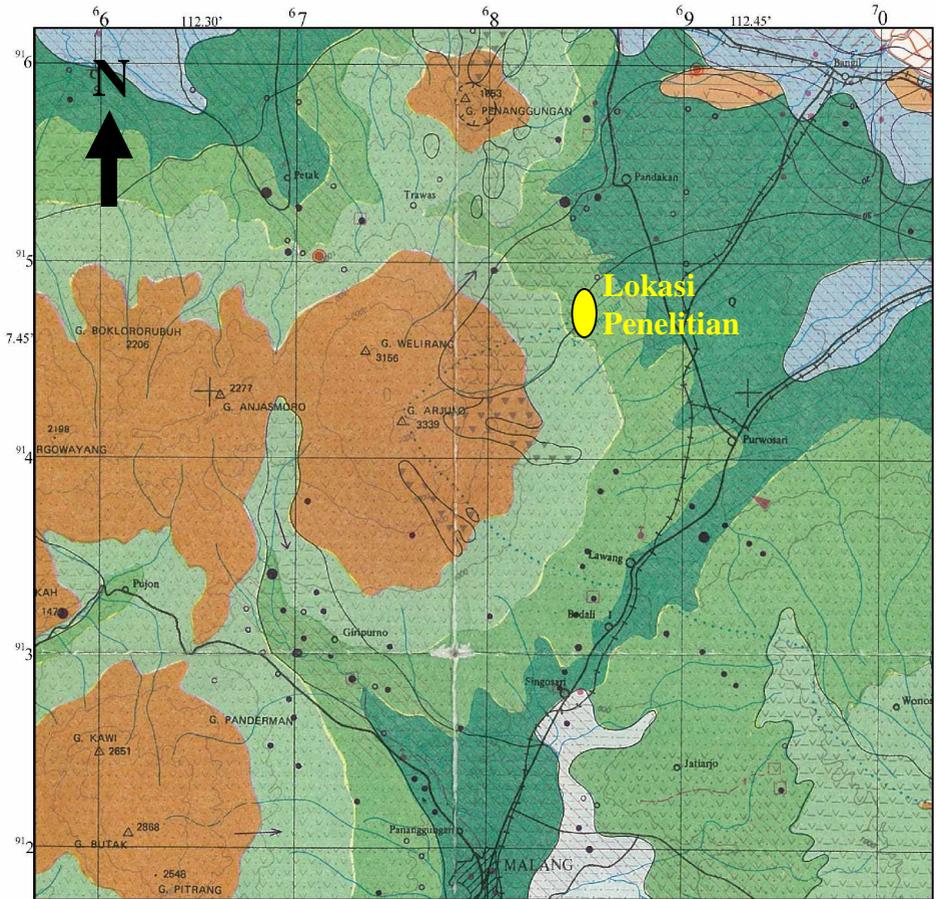


Lampiran 4

PETA HIDROGEOLOGI INDONESIA LEMBAR KEDIRI

(Direktorat Geologi Dan Tata Lingkungan, 1988)

Skala 1:250.000



(Pospowardojo, 1988)

Keterangan Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Kediri

LEGENDA — LEGEND

1. KOMPOSISI LITOLOGI BATUAN DAN KELULUSANNYA LITHOLOGICAL COMPOSITION OF ROCKS AND THEIR PERMEABILITIES

-  Alluvium endapan sungai, umumnya tersusun oleh bahan-bahan berbutir halus (lempung, lanau, dengan seilingan pasir). Kelulusan sedang hingga rendah.
Alluvial river deposits, mostly fine grained material (clays, silts with sandy intercalations). Generally moderate to low permeability.
-  Alluvium endapan dataran, berbutir kasar hingga sedang (kerikil dan pasir) dengan sisipan lempungan. Kelulusan tinggi hingga sedang.
Alluvial plain deposits, coarse to medium grained material (gravels and sands) with clayey interlayers. Medium to high permeability.
-  Endapan vulkanik muda, terdiri dari tufa, lahar, breksi dan lava andesit sampai basalt. Kelulusan tinggi hingga sedang, terutama berkelulusan tinggi pada endapan lahar dan aliran lava vesikular.
Young volcanic deposits, composed of tuffs, lahar, breccias and andesitic to basaltic lavas. Moderate to high permeability, especially high in lahar deposits and vesicular lava flows.
-  Batuan vulkanik Kuartar Tua. Kelulusan rendah sampai sedang, tergantung banyaknya celah-celah.
Old Quaternary volcanic rocks. Low to moderate permeability due predominantly to fissuration.

2. TERDAPATNYA AIRTANAH DAN PRODUKTIVITAS AKIFER OCCURRENCE OF GROUNDWATER AND PRODUCTIVITY OF AQUIFERS

2.1. AKIFER DENGAN ALIRAN MELALUI RUANG ANTAR BUTIR AQUIFERS IN WHICH FLOW IS INTERGRANULAR (Dataran pantai, cekungan antar gunung dan kaki gunung-gapi) (Coastal plains, intermontane basins and foot of strato-volcanoes)

-  Setempat, akifer berproduktif sedang
Locally, moderately productive aquifers
(Akifer tidak menentu, tipe dan rendah keterusan; debit sumur umumnya kurang dari 5 l/d).
(Mostly incoherent aquifers of low thickness and transmissivity; wells yield generally less than 5 l/d).

2.2. AKIFER DENGAN ALIRAN MELALUI CELAHAN DAN RUANG ANTAR BUTIR AQUIFERS IN WHICH FLOW IS BOTH THROUGH FISSURES AND INTERSTICES (Lereng gunung-gapi) (Slope of strato-volcanoes)

-  Akifer produktif tinggi dengan penyebaran luas
Extensive and highly productive aquifers
(Akifer dengan keterusan dan kisaran kedalaman muka airtanah sangat beragam; debit sumur umumnya lebih dari 5 l/d).
(Aquifers or largely varying transmissivity; depth to water table varies in wide range, wells yield generally more than 5 l/d).

-  Akifer produktif sedang, dengan penyebaran luas
Extensive, moderately productive aquifers
(Akifer dengan keterusan sangat beragam; kedalaman muka airtanah bebas umumnya dalam; debit sumur umumnya kurang dari 5 l/d).
(Aquifers of largely varying transmissivity; depth to groundwater generally great; wells yield generally less than 5 l/d).

-  Setempat, akifer produktif
Locally productive aquifers
(Akifer dengan keterusan sangat beragam, umumnya airtanah tidak dimanfaatkan karena dalamnya muka airtanah; setempat mataair berdebit kecil dapat diturap).
(Aquifers of largely varying transmissivity; generally no groundwater exploitation by drilling due to great depth to the groundwater table, locally small springs can be captured).

2.3. AKIFER (BERCELAH ATAU SARANG) PRODUKTIF KECIL DAN DAERAH AIRTANAH LANGKA AQUIFERS (FISSURED OR POROUS) OF POOR PRODUCTIVITY AND REGIONS WITHOUT EXPLOITABLE GROUNDWATER

-  Akifer produktif kecil, setempat berarti
Poorly productive aquifers of local importance
(Umumnya keterusan sangat rendah; setempat airtanah dalam jumlah terbatas dapat diperoleh pada daerah lembah atau zona palapukan dari batuan padu).
(Generally very low transmissivity; locally limited shallow groundwater resources can be obtained in valleys and weathered zones of solid rocks).

-  Daerah airtanah langka
Regions without exploitable groundwater

2.4. AKIFER DENGAN ALIRAN MELALUI CELAHAN, REKAHAN DAN SALURAN AQUIFERS IN WHICH FLOW IS THROUGH FISSURES FRACTURES AND CHANNELS

-  Akifer produktif tinggi sampai sedang
Highly to moderately productive aquifers
(Aliran airtanah terbatas pada zona celahan, rekahan dan saluran pelerutan, debit sumur dan mataair beragam dalam kisaran yang sangat besar).
(Groundwater flow is limited to fissures, fracture zones and solution channels; well yields and spring discharges vary in an extremely wide range).

Lampiran 5

GAMBAR PERALATAN PENELITIAN

(<http://www.abem.se/product/saslog.php>)



Resistivity Meter ABEM Terrameter SAS 300 C



Elektroda arus dan elektroda potensial



Kabel listrik

Lampiran 6

SPESIFIKASI ALAT ABEM Terrameter SAS 300C

Transmitter Selectable currents 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20 mA
Excitation voltage, max 160 V (320 V p-p)

Receiver Input impedance 10 M Ω , min
Input range 0 – 500 V
Resolution (precision) $\pm 1 \mu\text{V}$
Accuracy 1 % $\pm 50 \mu\text{V}$
Noise rejection 95 dB at 50-60 Hz
85 dB at 16-20 Hz

System data $\Delta\text{V}/\text{I}$ range 0 – 1.9 M Ω
 $\Delta\text{V}/\text{I}$ precision 0.05 m Ω (at 20 mA, one reading)
 $\Delta\text{V}/\text{I}$ accuracy 2 % \pm precision (at 1 M Ω)
Selectable cycle times 3.6, 7.2, 14.4 sec
Selectable total averaging period 3.6 – 920 sec
(1-64 readings)

Temperature Within specification 0° ... + 60° C
Operating -10° ... + 70° C

Power supply Rechargeable 12V
NiCd battery, 4 Ah

Fuse 10 A Fast blow
5x20 mm

Battery capacity 3500-5000 single cycle
measurements per charge

Weight 5.6 kg incl battery

Dimension WxLxH
105 x 325 x 300 mm