

**PENENTUAN KEDALAMAN ZONA AKUIFER
DENGAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER SOUNDING
DI DUSUN TOMPAK DESA SIDOMULYO
KECAMATAN SELO KABUPATEN BOYOLALI**

SKRIPSI

Oleh :
RACHMAD CAHYA S
0210930030-93



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

2008

**PENENTUAN KEDALAMAN ZONA AKUIFER
DENGAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER SOUNDING
DI DUSUN TOMPAK DESA SIDOMULYO
KECAMATAN SELO KABUPATEN BOYOLALI**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu Syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

Oleh :

**RACHMAD CAHYA S
NIM. 0210930030-93**



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

2008

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN KEDALAMAN ZONA AKUIFER
DENGAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER SOUNDING
DI DUSUN TOMPAK DESA SIDOMULYO
KECAMATAN SELO KABUPATEN BOYOLALI**

Oleh :
RACHMAD CAHYA S
0210930030-93

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

Drs. Adi Susilo, Msi.,Ph.D.
NIP. 131 960 447

Dr. Ir. Andang Bachtiar, M.Sc

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

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

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rachmad Cahya S
NIM : 0210930030-93
Program Studi : Fisika
Penulis skripsi berjudul :

**Penentuan Kedalaman Zona Akuifer
Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Sounding
Di Dusun Tompak Desa Sidomulyo Kecamatan Selo
Kabupaten Boyolali**

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka TA ini, semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
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, Januari 2008
Yang menyatakan,

(Rachmad Cahya S)
NIM. 0210930030-93

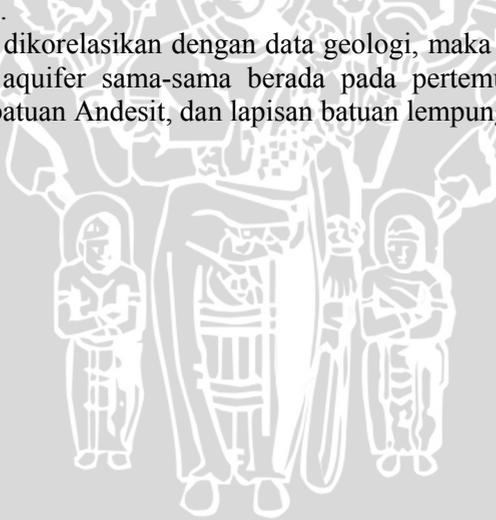
**PENENTUAN KEDALAMAN ZONA AKUIFER
DENGAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER SOUNDING
DI DUSUN TOMPAK DESA SIDOMULYO
KECAMATAN SELO KABUPATEN BOYOLALI**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian metode geolistrik konfigurasi wenner sounding di Dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan lapisan zona aquifer bawah permukaan.

Daerah ini sangat menghadapi permasalahan berupa sulitnya mendapatkan sumber air bersih yang dangkal serta layak untuk dikonsumsi. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa lapisan aquifer berada pada kedalaman 73.1 m dan 134 m, yang berupa lapisan pertemuan antara batuan Breksi dengan batuan Andesit, dan lapisan batuan lempung.

Setelah dikorelasikan dengan data geologi, maka didapatkan bahwa lapisan aquifer sama-sama berada pada pertemuan batuan Breksi dengan batuan Andesit, dan lapisan batuan lempung.



**ACT OF DETERMINING DEEP OF AQUIFER ZONE
BY WENNER SOUNDING
CONFIGURATION OF GEOELECTRIC METHOD
IN ORCHARD OF TOMPAK
COUNTRYSIDE OF SIDOMULYO
DISTRICT OF SELO
SUB-PROVINCE OF BOYOLALI**

Abstract

Geological investigation at Orchard of Tompak countryside of Sidomulyo district of selo Sub-Province of Boyolali using Wenner configuration had been undertaken. The aim of this investigation was to map aquifer zone below surface.

This area was intense from the difficulty of shallow clean water. This the result of the investigation it was found that aquifer zone was found at deepness 73.1 m and 134 m. which in the form of meeting coat between Breksi rock with Andesit rock, and clay rock coat

After correlated geological data, it was indicated that aquifer zone same reside at meeting coat between Breksi rock with Andesit rock, and clay rock coat

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji Syukur Kehadirat Allah Subhanahu' wataalla, atas taufiq dan rahmatNya semata sehingga penulis dapat menyelesaikan tahap akhir penulisan skripsi dengan judul **“Penentuan Kedalaman Zona Akuifer Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Sounding Di Dusun Tompak Desa Sidomulyo Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali”**.

Dalam perjalanan penyelesaian studi lapangan ini disadari dan diakui bahwa sangat banyak pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung dalam memberikan bimbingan, arahan dan dorongan. Oleh karenanya pada kesempatan ini, dengan setulus hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Bapak Drs. Adi Susilo, M.Si, PhD selaku pembimbing I dan ketua jurusan fisika Universitas Brawijaya, yang telah tulus dan ikhlas membimbing, mengarahkan serta memberikan petunjuk, sehingga penulisan skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Andang Bachtiar, M.Sc selaku pembimbing II, yang dengan ketulusan dan keikhlasan hati berkenan membimbing, mengarahkan, memberikan masukan dan koreksi sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik..
3. Bapak dan ibu dosen, staf karyawan, dan laboran jurusan fisika, yang telah berkenan dengan tulus dan keikhlasan hati memberikan ilmu yang bermanfaat.
4. Kedua orang tua dan kakak yang telah memberikan dorongan dan semangat baik moril maupun materiil serta doanya selama ini.
5. Rina terkasih yang telah banyak membantu aku dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, serta selalu menemaniku dalam setiap keadaan.
6. Tim Boyolali Joko, Budi, Agus, dan Andri yang telah banyak memberikan bantuan selama ini, sehingga terlaksananya penelitian ini.
7. Teman-teman seperjuanganku Hexa, Ipoel, Slam, Rofik, Dimas, Hendra dan Yudi yang telah memberikan banyak bantuan selama ini.

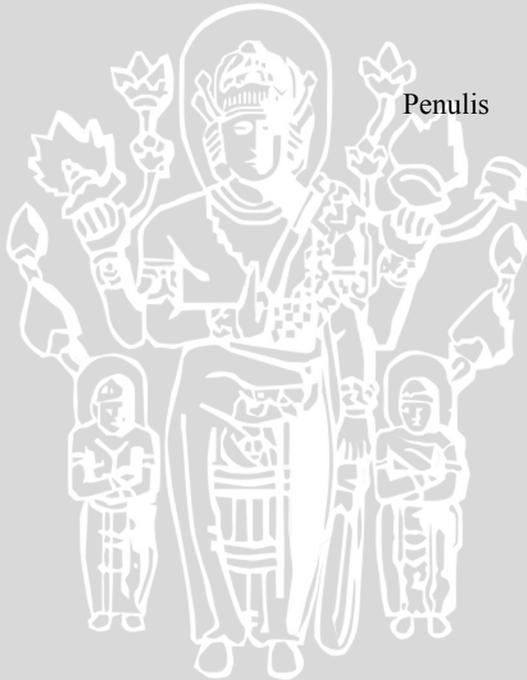
8. Teman-teman Fisika 2002 dan semua teman yang lain atas bantuan dan doanya selama ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan yang diberikan kepada penulis.

Menyadari keterbatasan yang ada pada diri penulis, sehingga penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan serta masih belum mampu menjangkau wawasan yang lebih luas, dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis akan sangat berterimakasih apabila ada pihak-pihak yang berkenan memberikan kritik dan saran agar lebih sempurnanya penulisan ini.

Semoga penulisan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat.

Malang, Januari 2008

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK/ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Keadaan Alam Boyolali	5
2.2 Air Tanah.....	7
2.3 Metode Geolistrik.....	12
2.3.1 Metode Geolistrik Resistivitas.....	12
2.3.2 Resistivitas Batuan	15
2.3.3 Resistivitas Semu.....	18
2.3.4 Konfigurasi Elektroda	19
2.3.5 Konfigurasi Wenner	21
2.3.6 Metode Akuisisi Data	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Bentuk Penelitian	25
3.3 Peralatan Penelitian	25
3.4 Data yang Diambil.....	26
3.5 Prosedur Pelaksaan Penelitian.....	26
3.6 Daerah Penelitian	28

3.6.1 Lokasi Daerah Penelitian.....	28
3.6.2 Kondisi Geologi & Hidrogeologi Daerah Penelitian..	28
3.7 Langkah-langkah Penelitian.....	28
3.7.1 Pengambilan Data.....	28
3.7.2 Prossesing Data	29
3.7.3 Interpretasi Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Geologi dan Hidrogeologi.....	31
4.2 Eksplorasi Data Geolistrik.....	32
4.2.1 Pengambilan Data.....	33
4.2.2 Prossesing Data	34
4.2.3 Interpretasi Data	36
4.3 Penentuan Lokasi Eksplorasi.....	41
4.4 Korelasi Data.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Silinder dengan panjang ℓ dan luas A	15
Gambar 2.2 Konfigurasi elektroda Potensial dan Arus	16
Gambar 2.3. Konsep resistivitas semu.....	19
Gambar 2.4. Susunan elektroda.....	19
Gambar 2.5. Skema konfigurasi Wenner	21
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4.1. Nilai resistivitas Boyolali lintasan1	35
Gambar 4.2. Hasil Interpretasi Geolistrik	40
Gambar 4.3. Korelasi Stratigrafi Dan Geolistrik Lintasan 1 ..	44



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Porositas dan Permeabilitas Batuan	9
Tabel 2.2. Karakteristik Air Lapisan dan Air Celah.....	11
Tabel 4.1. interpretasi geolistrik.....	38



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Pendugaan Geolistrik 1-6	51
Lampiran 2. Data Hasil Processing Boyolali Lintasan 1-6 ...	57
Lampiran 3. Gambar Pseudo Cross-Section.....	63
Lampiran 4. Gambar Resistivity Cross-Section	64
Lampiran 5. Peta topografi Desa Tompak.....	65
Lampiran 6. Peta geologi Desa Tompak	66
Lampiran 7. Peta Hidrologi Desa Tompak.....	67
Lampiran 8. Profile Stratigrafi Desa Tompak	68
Lampiran 9. Tabel 1 Kisaran Nilai Resistivitas Batuan (Loke.DR. M.H, 1996)	69
Lampiran 9. Tabel 2 Kisaran Nilai Resistivitas Batuan (Telford, 1976)	69
Lampiran 9. Tabel 2 Kisaran Nilai Resistivitas Batuan (Blaricom, 1988)	70
Lampiran 10. Gambar Peralatan Geolistrik.....	71
Lampiran 11. Gambar Boyolali Lintasan 1-6.....	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk serta semakin meningkatnya aktivitas perdagangan, pertumbuhan industri, permukiman, jasa, peternakan, dan irigasi pertanian, maka meningkat pula kebutuhan akan air bersih di suatu kota atau daerah tertentu. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut, umumnya diambil air tanah karena dianggap lebih bersih dan mudah didapat di mana-mana. Padahal kenyataannya air tanah tersebut sangat terbatas, baik dalam ketersediaannya maupun jumlah dan kualitasnya. Air bawah tanah saat ini termasuk sumber daya yang berperan vital dalam menunjang hidup kehidupan. Beberapa daerah sangat tergantung pada sumber daya air bawah tanah untuk pasokan air bersih, sehingga perannya dapat dikatakan strategis.

Daerah penelitian merupakan salah satu daerah yang sedang berkembang dengan pesat, sehingga pemakaian air tanah diduga akan semakin besar lagi pada tahun-tahun mendatang. Studi ini dilakukan untuk memetakan pola sebaran akuifer air tanah yang layak konsumsi. Sebagaimana diketahui bahwa kondisi di dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali cukup sulit untuk menemukan air bersih yang layak konsumsi.

Pendugaan geofisika lapangan yang dilakukan didalam penelitian ini, yaitu berupa pendugaan geolistrik hambatan jenis dimaksudkan untuk mendukung program pengeboran sumur bor sebagai salah satu cara untuk menyediakan air baku layak konsumsi pada daerah penelitian. Meskipun demikian pekerjaan pengeboran hanya boleh dilaksanakan kalau hasil penelitian dengan pendugaan telah menunjukkan terdapatnya akuifer yang cukup baik dan signifikan, yaitu pada lokasi-lokasi pemukiman, kompleks perumahan daerah penelitian.

Prinsip kerja yang digunakan metode ini adalah dengan menginjeksikan arus melalui suatu elektroda sehingga diperoleh beda potensial dari elektroda tersebut. Hasil dari metode geolistrik adalah diketahuinya resistivitas bawah

permukaan walaupun hanya merupakan nilai semu yang hubungannya dengan resistivitas sebenarnya sangatlah kompleks. Nilai ini muncul karena resistivitas bumi dianggap homogen dan memberikan nilai resistansi yang sama untuk susunan elektroda yang sama. Dari nilai resistivitas yang diketahui, akan dapat digunakan untuk menggambarkan pola sebaran lapisan pembawa air (akuifer) di daerah penelitian. Berdasarkan besarnya nilai resistivitas pada setiap lapisan tanah dan batuan dari hasil pengukuran geolistrik resistivitas dapat diinterpretasikan dalam menentukan potensi air tanah secara tepat dan cepat, serta mengetahui kemungkinan terjadinya kesulitan pengeboran pada letak yang dipilih, seperti batuan bongkahan yang sulit dibor.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengetahui susunan lapisan tanah/batuan secara vertical dengan metode geolistrik resistivitas sounding konfigurasi wenner di daerah penelitian?
2. Bagaimana pola sebaran akuifer beserta kedalamannya di daerah penelitian?

1.3. Batasan Masalah

Studi yang dilakukan memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Studi dilakukan di dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali.
2. Pengukuran metode geolistrik resistivitas sounding menggunakan konfigurasi Wenner dengan menggunakan alat Resistivitymeter Oyyo dan GPS summit etrex serta ditunjang dengan data geologi daerah penelitian.
3. Pengolahan data resistivitas dilakukan dengan menggunakan software IPI2win.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui susunan lapisan tanah/batuan secara vertical dengan metode geolistrik resistivitas sounding konfigurasi wenner di dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo kabupaten Boyolali.

Mengetahui pola sebaran lapisan akuifer bawah permukaan beserta kedalamannya di dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo kabupaten Boyolali sehingga dapat digunakan sebagai informasi apabila akan dilakukan pembuatan sumur bor di daerah penelitian.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui potensi air tanah secara cepat dan akurat di lokasi penelitian, sehingga pemerintah daerah ataupun masyarakat sekitar dapat memanfaatkannya sebagai informasi awal sebelum dilakukan pembuatan sumur bor di daerah penelitian. Serta Dapat mengetahui kemungkinan yang dapat terjadi seperti *water loss* atau batuan keras pada saat dilakukan pemboran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Keadaan Alam Boyolali

Kabupaten Dati II Boyolali termasuk wilayah Propinsi Jawa Tengah, terletak antara 10° - $10^{\circ}50'$ Bujur Timur dari $7^{\circ}36'$ - $7^{\circ}71'$ Lintang Selatan dengan ketinggian wilayah berkisar 200-1.500 m dpl. Batas wilayah Kabupaten Boyolali dengan kabupaten lain adalah :

- Sebelah Utara : Kabupaten Purwodadi dan Grobogan,
- Sebelah Timur : Kabupaten Sragen dan Kodya Surakarta,
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sukoharjo dan Klaten,
- Sebelah Barat : Kabupaten Semarang dan Eks. Karesidenan Kedu.

Jenis tanah di Kab. Boyolali bervariasi menurut ketinggian tempat, kebanyakan daerah memiliki jenis tanah regosol dan mediteran, namun di beberapa daerah kecamatan ada yang andosol, grumosol dan asosiasi litosol dan grumosol. Tipe iklim Kab. Boyolali menurut Schmidt dan Ferguson termasuk tipe iklim C tropis basah. Curah hujan berkisar antara 12-501 mm/bl (Anonymous, 2007a).

Dengan ketinggian antara 75 – 1500 meter di atas permukaan laut, Kabupaten Boyolali memiliki keadan alam sebagai berikut:

A. STRUKTUR TANAH

1. Tanah Lempung: Pada umumnya berada di wilayah Kecamatan Karanggede dan Simo

2. Tanah Geluh: Pada umumnya berada di wilayah Kecamatan Banyudono dan Sawit.
3. Tanah Berpasir: Berada di wilayah Kecamatan Musuk dan Cepogo.
4. Tanah berkapur: Pada umumnya terdapat di perbatasan wilayah Kabupaten Boyolali dan Grobogan.

B. TOPOGRAFI.

Topografi wilayah Kabupaten Boyolali adalah sebagai berikut:

1. 75 – 400 m dpl meliputi wilayah Kecamatan Teras, Banyudono, Sawit, Mojosongo, Ngemplak, Simo, Kemusu, Karanggede dan Boyolali.
2. 400 – 700 meter dpl meliputi wilayah Kecamatan Boyolali, Musuk, Mojosongo, Cepogo dan Ampel.
3. 700 – 1000 meter dpl meliputi wilayah Kecamatan Musuk, Ampel dan Cepogo.
4. 100 – 1300 meter dpl meliputi sebagian wilayah Kecamatan Cepogo, Ampel dan Selo.
5. 1300 – 1500 meter dpl meliputi wilayah Kecamatan Selo.

C. GUNUNG

Di Kabupaten Boyolali terdapat 2 buah gunung yaitu:

1. Gunung Merapi
2. Gunung Merbabu

D. PERAIRAN

1. Sumber air dangkal/mata air:
 - a) Tlatar di wilayah Kecamatan Boyolali.
 - b) Nepen di wilayah Kecamatan Teras.
 - c) Pengging di wilayah Kecamatan Banyudono
 - d) Pantaran di wilayah Kecamatan Ampel
2. Waduk
 - a) Waduk Kedungombo (3536 Ha) di wilayah Kecamatan Kemusu.
 - b) Kedungdowo (48 Ha) di wilayah Kecamatan Karanggede.
 - c) Cengklik (240 Ha) di wilayah Kecamatan Ngemplak.
 - d) Bade (80 Ha) di wilayah Kecamatan Klego.

3. Sungai

- a) Sungai Serang, melintasi Kecamatan Kemusu dan Wonosegoro.
- b) Sungai Cemoro, melintasi Kecamatan Karanggede.
- c) Sungai Pepe, melintasi Kecamatan Simo, Nogosari dan Ngeemplak.
- d) Sungai Gandul, melintasi Kecamatan Selo, Cepogo, Musuk, Mojosongo, teras dan Sawit (Anonymous, 2007b).

2.2. Air Tanah

Kandungan air di bumi sangat berlimpah, volume seluruhnya mencapai $1.400.000.000 \text{ km}^3$. Lebih kurang 97% merupakan air laut (air asin) yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung dalam kehidupan manusia. Dari 3% sisanya, 2% berupa gunung-gunung es di kedua kutub bumi. Selebihnya 0,75% merupakan air tawar yang mendukung kehidupan makhluk hidup di darat, danau, sungai dan di dalam permukaan tanah. Air tawar tersebut berasal dari siklus air (daur hidrologi) yang terjadi secara alami. Meskipun demikian, untuk mendapatkan air layak konsumsi untuk kebutuhan sehari-hari sangatlah tidak mudah. Oleh karena itu, informasi tentang pola sebaran akuifer merupakan langkah yang harus diambil (Anonymous, 2006).

Air hujan sebagian akan menjadi air permukaan, sebagian akan menguap, dan sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah menjadi air tanah. Jumlah air hujan yang meresap ke dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kemiringan topografi, sifat batuan, intensitas hujan dan tipe serta jumlah vegetasi yang terdapat pada daerah tersebut. Air hujan yang turun pada daerah kemiringan lereng yang terjal dan disusun oleh batuan yang kedap air (*impermeable*), sebagian besar airnya menjadi air permukaan (*run off*). Sedangkan air hujan yang turun pada daerah yang landai dengan batuan yang tidak kedap air (*permeable*), sebagian

besar airnya akan meresap ke dalam tanah menjadi air tanah. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian akan tertahan oleh partikel-partikel tanah dan menguap kembali ke atmosfer, sebagian lagi akan diserap oleh tumbuhan dan yang lain akan terus meresap ke bawah sampai pada suatu zona dimana pori-pori dari tanah seluruhnya terisi oleh air. Zona tersebut disebut zona yang jenuh air atau zona saturasi (*zone of saturation*).

Air yang terdapat dalam zona ini disebut air tanah. Batas teratas dari zona yang jenuh air ini disebut muka air tanah (*water table*). Daerah di atas muka air tanah, dimana tanah, sedimen atau batuan tidak jenuh air disebut *zone of aeration*. Pada zona ini rongga antar butiran terisi oleh udara. Keadaan material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang dapat disimpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah, sangat tergantung pada porositas bahan tersebut. Porositas merupakan persentase pori/rongga dalam total volume batuan. Selain rongga antar butiran, rongga di dalam batuan dapat juga terbentuk karena adanya kekar dan sesar, atau karena pelarutan batuan seperti yang sering terbentuk pada batu gamping.

Porositas suatu material sangat bervariasi. Besarnya porositas sangat tergantung pada bentuk dan ukuran butir, susunan butiran, derajat sortasi dan derajat batuan sedimen. Sedimen pada umumnya mempunyai porositas antara 10% sampai 50%, lempung dapat mempunyai porositas sampai 50%, sedang material yang disusun oleh gravel mempunyai porositas 20%. Pada batuan yang disusun oleh ukuran butir yang sangat bervariasi (sortasinya jelek), porositasnya akan turun, sebab butiran yang halus akan mengisi rongga diantara butiran yang kasar. Batuan beku dan metamorf, dan juga sebagian batuan sedimen yang disusun oleh mineral yang saling tumbuh dan mengikat, porositasnya sangat kecil. Porositas yang besar pada batuan semacam ini disebabkan oleh adanya rekahan-rekahan pada batuan tersebut.

Sifat fisik batuan lainnya yang mempengaruhi jumlah air tanah adalah permeabilitas. Permeabilitas merupakan suatu

ukuran kemudahan aliran melalui suatu media porus. Secara kuantitatif permeabilitas diberi batasan dengan koefisien permeabilitas. Berdasarkan permeabilitasnya batuan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Lapisan permeabel (serap air)
Lapisan ini disusun oleh material kasar seperti pasir, kerikil dan kerakal yang mempunyai pori yang besar, sehingga air tanah akan mengalir dengan mudah.
2. Lapisan semi permeabel (semi menyerap air)
Lapisan ini mempunyai kemampuan semi menyerap air, materialnya seperti pasir argullasis, tanah los, peat dan fissured marl.
3. Lapisan Impermeabel (kedap air)
Lapisan ini mempunyai rongga yang sangat kecil sehingga air tidak dapat bergerak atau mengalir. Kejadian semacam ini terjadi pada lempung. Meskipun lempung mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menyimpan air, tetapi karena porinya sangat kecil, maka air tidak dapat mengalir.

Besar nilai porositas dan permeabilitas beberapa batuan ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 Porositas dan Permeabilitas Batuan (Seyhan,1990).

Tipe Batuan	Porositas (%)	Koefisien permeabilitas (m/hari)
Kerikil	25 – 35	100 – 1000
Pasir	30 – 40	5 – 40
Konglomerat	10 – 25	5 – 15
Loess	25 – 50	≈ 0.1
Batuan pasir (paras)	5 – 20	5 – 20
Batuan pasir dengan lipatan dan fraktur (patahan)	hingga 40	≥ 50
Batuan kapur dengan permeabilitas primer	20 – 35	± 25
Batuan kapur dengan permeabilitas sekunder	» 35	» 25

Menurut Soemarto (1995), sifat-sifat batuan yang mempengaruhi air tanah dapat dikelompokkan menjadi empat 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 pasiran dan lempung pasiran.

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.

Keadaan sebuah akuifer ditentukan oleh struktur geologi dan bentuk topografinya. Dengan mengidentifikasi susunannya dapat diketahui keadaan dan kedudukan air tanah berdasarkan kemampuannya dalam menahan, menampung, mengalirkan air dan besar kapasitasnya.

Berdasarkan susunan lapisan geologi dan harga kelulusan air, akuifer dapat dibedakan menjadi empat 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.

Pergerakan air tanah di permukaan bumi, mempunyai karakteristik air lapisan dan air celah sebagai berikut :

Tabel.2.2. Karakteristik Air Lapisan dan Air Celah

Karakteristik	Air Lapisan	Air Celah
Kondisi kadar air	Air terdapat dalam ruang antara butir-butir tanah dari lapisan	Air terdapat dalam ruang celah sekunder atau zone retakan
Theori air tanah	Umumnya dapat diadakan	Dalam banyak hal tidak dapat diadakan
Keadaan akuifer	Akuifer itu dibentuk dan didistribusi secara teratur menurut kondisi sedimentasi. Air diisi terutama melalui akuifer	Akuifer khusus tidak dibentuk dan didistribusi secara tidak teratur. Air diisi terutama melalui zone celah dan retakan
Jenis akuifer	Pasir, kerikil, lapisan-lapisan pasir dan kerikil dalam alluvium atau dilluvium	Zone retakan terbentuk dalam batuan dasar (dalam lapisan sebelum tersier atau batuan fragmen gunung api)
Daerah tempat terjadinya	Dataran, teras	Daerah bergunung-gunung, kaki gunung api
Cara pengambilan air	Sumur, kolam pengumpul, saluran pengumpul	Pemboran horizontal, terowongan

2.3. Metode Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi. Dalam metode geolistrik ini meliputi pengukuran medan potensial, arus listrik dan elektromagnetik. Eksplorasi dengan cara geolistrik terdiri dari prinsip dan teknik yang banyak ragamnya baik arus listrik searah maupun bolak-balik yang ditimbulkan oleh proses yang dibuat oleh manusia atau alamiah (Dobrin,1998).

2.3.1. Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas (hambatan jenis) merupakan suatu metode pendugaan kondisi bawah permukaan bumi dengan memanfaatkan arus listrik yang diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian beda potensial yang terjadi diukur dengan menggunakan dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (titik sounding).

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

Aliran konduksi arus listrik di dalam batuan/mineral digolongkan atas tiga macam yaitu konduksi dielektrik, konduksi elektrolitik, dan konduksi elektronik. Konduksi dielektrik terjadi jika batuan/mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik (terjadi polarisasi muatan saat bahan dialiri listrik). Konduksi elektrolitik terjadi jika batuan/mineral bersifat porus dan pori-pori tersebut terisi cairan-cairan elektrolitik. Pada kondisi ini arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolit. Konduksi elektronik terjadi jika batuan/mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan/mineral oleh elektron bebas. Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan/mineral digolongkan menjadi tiga yaitu:

- konduktor baik : $10^{-6} < \rho < 1 \Omega \text{ m}$
- konduktor buruk : $1 < \rho < 10^7 \Omega \text{ m}$
- isolator : $\rho > 10^7 \Omega \text{ m}$

Untuk interpretasi, hanya ρ ini parameter yang digunakan. Dalam metode geolistrik ini digunakan definisi-definisi :

1. resistansi : $R = V/I \text{ ohm}$, (2.1)

2. resistivitas : $\rho = E/J \Omega \text{ m}$, (2.2)

3. konduktivitas : $\sigma = 1/\rho (\Omega \text{ m})^{-1}$, (2.3)

dengan :

V : beda potensial antara dua buah titik

I : besar arus listrik yang mengalir

E : medan listrik

J : rapat arus listrik (arus listrik persatuan luas)

Untuk silinder konduktor dengan panjang L dengan luas penampang A , medan Listrik E yang ditimbulkan oleh beda tegangan V dirumuskan $E = V/L$. Tahanan yang muncul dirumuskan dengan:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.4)$$

Dari persamaan (2.4), diperoleh persamaan resistivitas yaitu:

$$\rho = R \frac{A}{L} = \frac{V A}{I L}$$

Pengaturan letak elektroda-elektroda dapat bermacam-macam, tetapi pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga macam berdasarkan kuantitas fisik yang diukur yaitu:

- a. Pengaturan yang bertujuan mencatat perbedaan potensial antara dua elektroda pengukur yang berjarak lebar, contoh: metode Wenner.
- b. Pengaturan yang bertujuan mencatat gradien potensial atau intensitas medan listrik dengan menggunakan pasangan elektrode pengukur yang berjarak rapat, contoh: metode Schlumberger.
- c. Pengaturan yang bertujuan mencatat kelengkungan fungsi-fungsi potensial dengan mempergunakan pasangan elektrode arus maupun pengukur yang dipasang berjarak rapat, contoh: metode dipole-dipole (Srijatno,1980).

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, kerakal dan kerikil (Todd, 1959).

Menurut Robinson (1988), terdapat beberapa asumsi dasar yang digunakan dalam metode geolistrik resistivitas, yaitu :

1. Bawah permukaan tanah terdiri dari beberapa lapisan yang dibatasi oleh bidang batas horizontal serta terdapat kontras resistivitas antara bidang batas per lapisan tersebut.
2. Tiap lapisan mempunyai ketebalan tertentu, kecuali untuk lapisan terbawah ketebalannya tak terhingga.
3. Tiap lapisan dianggap bersifat homogen isotropik.
4. Tidak ada sumber arus selain arus yang diinjeksikan di atas permukaan bumi.
5. Arus listrik yang diinjeksikan adalah arus listrik searah.

Penyusun kerak bumi umumnya batuan-batuan yang dapat menahan arus listrik. Dalam kerak bumi, batuan-batuan tersebut terdapat pori-pori yang pada umumnya diisi oleh air, air garam atau zat kimia sehingga bersifat elektrolit. Besaran yang berhubungan dengan pori-pori dinamakan porositas yaitu perbandingan antara isi pori-pori dengan isi batuan total dan dinyatakan dalam persen.

$$\text{porositas} = \frac{\text{isi pori} - \text{pori}}{\text{volume batuan}} \times 100\%$$

Resistivitas suatu benda didefinisikan sebagai tahanan dalam Ohm-m antara muka-muka yang bertolak belakang dari sebuah kesatuan benda berbentuk silinder sesuai dengan

persamaan yang dapat ditulis $\rho = \frac{V.A}{I.L}$. Sedangkan

resistivitas batuan salah satunya ditentukan oleh resistivitas dari cairan yang mengisi pori-porinya.

Penggunaan metode geolistrik pada lokasi akuifer menunjukkan fakta bahwa air pada pori-pori batuan akan mengubah konduktivitas batuan sedemikian besar, sehingga konduktivitas sendiri dapat dikatakan tak berpengaruh. Dalam praktiknya, ada empat faktor yang menentukan formasi batuan yaitu:

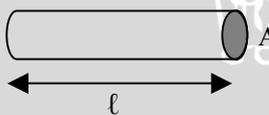
1. porositas
2. prosentase pori yang terisi
3. konduktivitas cairan
4. panjang persinggungan air dengan batuan.

Ketika air hujan murni tersimpan dalam pori-pori suatu batuan, zat-zat mineral dengan jumlah tertentu akan larut dan masuk ke dalam pori-pori dan akan berubah konduktivitas elektrolitnya. Konduktivitas semakin bertambah dengan panjangnya persinggungan air dengan batuan. Batuan seperti lempung yang basah mempunyai konduktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasir atau kerikil yang basah. Resistivitas makin kecil bila:

- porositas makin besar dan jenuh air
- konsentrasi zat-zat yang elektrolit semakin banyak terlarut (Anonymous, 2001).

2.3.2. Resistivitas Batuan

Resistivitas dapat didefinisikan sebagai hambatan suatu bahan persatuan luas atau panjang. Besar hambatan ini bergantung pada dimensi unit bahan yang dialirinya. Resistivitas listrik dari suatu material dapat digambarkan sebagai resistivitas dari suatu silinder yang mempunyai luas (A) dan panjang (ℓ) tertentu.



dimana :

ρ = hambatan jenis (resistivitas)

A = luas penampang konduktor

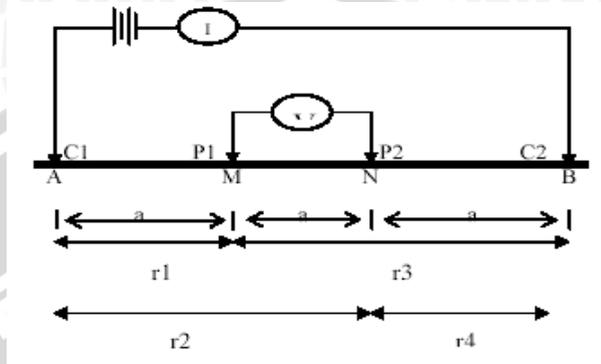
ℓ = panjang konduktor

R = resistansi

Gambar 2.1 Silinder dengan panjang ℓ dan luas A

Persamaan hambatan silinder adalah :

$$R = \frac{\rho \cdot \ell}{A} \quad (2.5)$$



Gambar 2.2 Konfigurasi elektroda Potensial dan Arus

Potensial dalam suatu medium yang homogen isotropik dianggap selalu dialiri arus. Hubungan antara besar medan listrik yang terjadi dengan rapat arus yang mengalir dalam medium tersebut adalah :

$$J = \sigma E \text{ dimana } E = -\nabla V$$

$$J = -\sigma \nabla V$$

Theorema gauss menyatakan bahwa : $\int \nabla \cdot J dV = 0$, maka pada volume yang kecil, dianggap sebuah titik, diperoleh:

$$\nabla \cdot J = -\nabla \cdot \nabla (\sigma V)$$

$$\nabla \cdot \sigma \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0$$

dalam medium homogen isotropik, ρ konstan, maka nilai σ pun konstan, atau $\nabla \cdot \sigma = 0$, sehingga :

$\nabla \cdot \sigma \nabla V = 0$ dan $\nabla^2 V = 0$ (Persamaan Laplace). Dengan demikian distribusi potensial listrik aliran arus searah dalam medium homogen isotropik memenuhi persamaan laplace.

Untuk keadaan bumi yang homogen isotropis, maka bumi mempunyai bentuk simetri bola, besarnya potensial merupakan fungsi jarak (r) saja. Dalam koordinat bola persamaan Laplace:

$$\nabla^2 V = \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial V}{\partial r} = 0$$

sehingga didapatkan suatu penyelesaian bahwa $\frac{dV}{dr} = \frac{A}{r^2}$

dengan demikian potensial yang terjadi pada keadaan tersebut adalah $V = -A/r + B$ dimana besarnya A dan B adalah konstan sehingga untuk $V(\infty)$ dengan $r = \infty$ maka $V = 0$ dan $B = 0$ dan $V(r) = -A/r$ Besarnya rapat arus pada kondisi ini adalah :

$$J = I/A \text{ atau } I = -4\pi r^2 \sigma dV/dr \text{ atau} \\ I = -4\pi \sigma A$$

sehingga didapatkan suatu persamaan :

$$A = -\frac{I\rho}{4\pi} \text{ dan } V = \left(\frac{I\rho}{4\pi}\right) \frac{1}{r} \text{ atau } \rho = \frac{4\pi rV}{I}$$

Jika titik elektroda mengalir arus disuatu daerah pada permukaan homogen isotropis maka dalam hal ini luasan yang dipakai adalah setengah bola sehingga dengan cara yang sama pada suatu kedalaman r akan didapatkan :

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r'} \text{ atau } \rho = \frac{2\pi rV}{I} \quad (2.6)$$

dan ketika jarak antara dua arus elektroda terbatas, potensial pada beberapa titik di permukaan akan cenderung dengan kedua arus elektrodanya. Potensial yang diberikan C_1 (elektroda arus 1) pada P_1 (elektroda potensial 1)

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} \text{ dimana } A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi}$$

sedangkan potensial yang diberikan C_2 (elektroda arus 2) pada P_2 (elektroda potensial 2)

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} \text{ dimana } A_2 = \frac{I\rho}{2\pi} = -A_1$$

maka pengaruh adanya arus pada elektroda C_1 dan C_2 pada P_1 adalah :

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Dengan cara yang sama maka pengaruh yang diberikan oleh C_1 dan C_2 pada P_2

$$V_3 + V_4 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right)$$

Beda potensial antara P₁ dan P₂ adalah

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

(Telford, Geldart and Sheriff, 1976).

Survei resistivitas memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan. Untuk mengkonversi bentuk resistivitas ke dalam bentuk geologi diperlukan pengetahuan tentang tipikal dari harga resistivitas untuk setiap tipe material dan struktur geologi daerah survey. Adanya cairan atau air dalam sistem rekahan atau ruang antar butir batuan dapat menurunkan nilai resistivitas batuan.

2.3.3. Resistivitas Semu

Asumsi yang selalu digunakan dalam metode geolistrik resistivitas adalah bumi bersifat homogen isotropis. Ketika arus diinjeksikan ke dalam bumi, pengaruh dalam bentuk beda potensial yang diamati secara tidak langsung adalah hambatan jenis suatu lapisan bumi tertentu. Namun nilai ini bukanlah nilai hambatan jenis yang sesungguhnya. Hambatan jenis ini merupakan besaran yang nilainya tergantung pada spasi elektroda yang dipakai. Padahal kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang diukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Hambatan jenis ini disebut hambatan jenis (resistivitas) semu. Resistivitas semu dirumuskan dengan:

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

dimana : ρ_a : Resistivitas semu (Ωm)

K : Faktor Geometris

ΔV : Beda potensial (V)

I : Kuat arus (A)

Bumi merupakan medium berlapis dengan masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda-

beda. Resistivitas semu merupakan suatu konsep abstrak yang didalamnya terkandung keterangan tentang kedalaman dan sifat suatu lapisan tertentu. Sebagaimana disajikan dalam Gambar 2.2, dimisalkan bahwa medium yang ditinjau terdiri dari 2 lapis dan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda (ρ_1 dan ρ_2). Dalam pengukuran, medium ini akan dianggap sebagai 1 lapisan yang homogen dan mempunyai 1 harga resistivitas yaitu ρ_a (*Apparent Resistivity*) atau resistivitas semu.



Gambar 2.3 Konsep resistivitas semu

Resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda walaupun jarak antar elektrodanya sama. Maka dikenal adanya ρ_{aw} yaitu resistivitas semu untuk konfigurasi Wenner dan ρ_{as} untuk konfigurasi Schlumberger. Untuk medium berlapis, harga resistivitas semu ini akan merupakan fungsi jarak bentangan (jarak antar elektroda arus). Untuk jarak antar elektroda arus yang kecil akan memberikan ρ_a yang harganya mendekati ρ batuan di dekat permukaan. Sedang untuk jarak bentangan yang besar, ρ_a yang diperoleh akan mewakili harga ρ batuan yang lebih dalam.

2.3.4. Konfigurasi Elektroda

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



Gambar 2.4 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 supply 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 semilog 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.

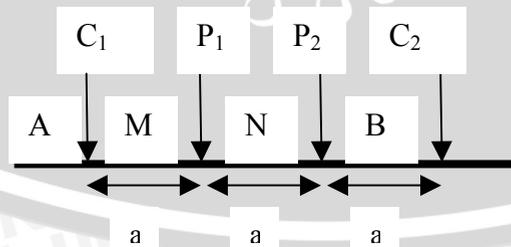
Kedua adalah batuan beku, yang merupakan lapisan batuan pembawa air yang kurang baik, seperti basalt dan andesit. Batuan yang merupakan akuifer terbaik adalah pasir, kerikil dan kerakal (Todd, 1980).

2.3.5. Konfigurasi Wenner

Konfigurasi elektroda wenner merupakan salah satu konfigurasi elektroda dalam metode geolistrik resistivitas yang menampilkan hasil pengolahan berupa grafik hubungan antara nilai resistivitas semu dengan panjang spasi (a). Pada konfigurasi ini jarak antar elektroda dibuat sama. Susunan elektroda konfigurasi Wenner disajikan dalam gambar 2.5. Dalam konfigurasi wenner, konfigurasi menggunakan jarak yang sama antar elektroda yang merupakan besaran penting dalam pendugaan hambatan jenis vertikal maupun horizontal. Besaran ini tetap untuk konfigurasi elektroda yang tetap (Santoso, 2002).

Pada konfigurasi ini, jarak elektroda a harus seragam untuk tiap survey. Bila jarak elektroda AB misalnya 10 m, maka jarak elektroda MN harus $\pm 3,3$ m. Bila elektroda AB dibuat 12 m, maka MN harus 4 m dan demikian seterusnya.

Metode Wenner merupakan metode yang dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengukuran tahanan jenis per lapisan batu atau tanah di bawah permukaan tanah dengan susunan elektroda Wenner untuk eksplorasi awal air tanah dengan mempelajari geologi bawah permukaan dan menduga air tanah berdasarkan nilai tahanan jenis. Materi yang disajikan dalam metode ini antara lain dengan memperhatikan per lapisan di bawah permukaan mempunyai kemiringan lapangan maksimum 30° , pendugaan sampai kedalaman 200 m lebih.



Gambar 2.5 Skema konfigurasi Wenner

Tahanan jenis semu (apparent electrical resistivity) ρ_a dari suatu formasi geologi diperoleh dari hubungan berikut ini:

$$\rho_a = R (A/L)$$

yang mana R adalah tahanan terhadap arus listrik searah I (yang menyebabkan terjadinya perbedaan potensial V) pada blok satuan dari material batuan dengan luas penampang A dan panjang L . Di dalam material yang jenuh air, ρ_a tergantung pada kepadatan dan porositas dari material dan salinitas dari fluida yang terkandung di dalam material ini. Hukum Ohm merupakan hukum dan konsep dasar dari cara pendugaan geolistrik tahanan jenis ini.

Dalam praktek aktifitas pendugaan geolistrik di lapangan, suatu arus listrik yang besarnya diketahui dilewatkan dari suatu alat duga geolistrik ke dalam tanah, yakni melalui sepasang elektrode arus yang dipasang, katakanlah di titik-titik A dan B . Kemudian selisih potensialnya diukur, yaitu melalui sepasang elektrode potensial yang ditancapkan di titik-titik M dan N . Titik-titik A , M , N , B diusahakan berada dalam suatu garis lurus. Di dalam penelitian ini, pendugaan geolistrik yang dilaksanakan menerapkan metode pendugaan yang menggunakan susunan elektrode aturan Wenner (yang merupakan bentuk khusus dari susunan Schlumberger dengan mengambil $a = MN = 1/3 AB$). Setiap kali selesai dilakukan pengukuran, elektrode arus (C) dan elektrode potensial (P) bersama-sama digerakkan atau dipindahkan dengan jarak pindah sesuai dengan kedalaman duga menurut aturan tersebut. Jarak atau spasi elektrode-elektrode menentukan kedalaman penetrasi arus listrik ke dalam tanah. Untuk setiap kali pengukuran, nilai ρ_a dihitung atas dasar hasil pengukuran perbedaan potensial, besar arus yang dikenakan dan spasi dari elektrode-elektrode tersebut. Panjang bentangan diatur sekitar 500 m untuk kedalaman duga sekitar 150 m. Dengan menerapkan susunan elektroda Wenner ini, bisa diperoleh harga-harga serta hubungan antara nilai tahanan jenis semu (apparent specific resistivity) ρ_a dengan besaran fisika R (tahanan listrik). Untuk konfigurasi Wenner berlaku ketentuan: $AN = 2 MN$; $AM = MN$ dengan menggunakan rumus:

$$\rho_w = Kw \frac{\Delta V}{I}, \text{ dimana } Kw = 2\pi a \quad (2.8)$$

Keterangan :

ρ_w adalah nilai tahanan jenis semu (ohm meter) pada kedalaman duga

ΔV adalah selisih atau perbedaan potensial (milivolt)

I adalah arus listrik (miliamper)

K adalah faktor geometri lapangan dari konfigurasi Wenner

a adalah jarak antara kedua elektrode potensial, yaitu MN dan jarak antara kedua elektrode arus AB adalah $L = 3a$

R adalah tahanan yang terbaca pada alat (ohm).

Secara ringkas dapat dinyatakan bahwa pendugaan geolistrik (yang dalam hal ini adalah pendugaan tahanan jenis), bertujuan untuk:

- 1) Mendapatkan data sifat kelistrikan (tahanan jenis semu) dari batuan atau satuan batuan di lokasi duga sampai pada kedalaman sekitar 150 m.
- 2) Mengidentifikasi susunan batuan sampai pada kedalaman duga yang dirancang.
- 3) Mengidentifikasi posisi atau letak dan kondisi batuan yang digolongkan bisa bersifat sebagai akuifer, akuitar atau akuiklud.
- 4) Menentukan posisi atau letak dari muka air tanah serta arah gerakan air tanahnya.
- 5) Dapat mengidentifikasi struktur geologi yang dijumpai.

Hasil dari metode pendugaan geolistrik ini kemudian harus dikaitkan dengan kondisi geologi dan geohidrologi, baik yang ditemukan di lapangan dari hasil survei maupun dari publikasi yang sudah diterbitkan mengenai hal ini. Korelasi ini sangat penting untuk *justification*.

2.3.6. Metode Akuisisi Data

Metode akuisisi data lapangan ada beberapa macam, diantaranya adalah:

1. Lateral Mapping

Lateral Mapping digunakan untuk mengetahui sebaran harga resistivitas di areal tertentu secara lateral atau horizontal.

2. Vertikal Sounding

Vertikal Sounding bertujuan mengetahui distribusi harga resistivitas pada suatu titik target sounding di bawah permukaan bumi yaitu secara vertikal, cara ini biasanya disebut sounding 1D karena resolusi hanya bersifat vertikal.

3. Resistivitas 2D (gabungan dari Lateral Mapping dan Vertikal Sounding).

Untuk metode Resistivitas 2D akan memberikan informasi distribusi harga resistivitas secara lateral dan vertikal (kedalaman), sehingga lapisan bawah permukaan bumi dapat diketahui lebih jelas dan target kedalaman yang dicapai lebih dalam.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2007, dengan daerah penelitian di dusun Tompak Desa Sidomulyo Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali.

3.2. Bentuk Penelitian

Orientasi lapangan dan pengamatan kondisi geologi merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian ini. Peta topografi, peta geologi dan peta hidrogeologi merupakan panduan pertama dan utama dalam pengamatan kondisi geologi tempat penelitian. Panduan tersebut nantinya dijadikan informasi dan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan langkah selanjutnya, yaitu perencanaan lokasi lintasan dan pengambilan data yang meliputi perencanaan lokasi penelitian, posisi titik target (sounding), jarak spasi titik target dan panjang lintasan.

Pemetaan lapisan bawah permukaan secara vertikal dilakukan dengan mengukur hambatan jenis lapisan batuan menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner sounding. Pengukuran dilakukan pada enam lintasan. Data yang diambil berupa arus dan beda potensial yang terbaca, dicari hambatan jenis semu batuan. Data diolah dengan menggunakan software IPI2win untuk memberikan gambaran satu dimensi vertikal lapisan bawah permukaan. Dari hasil interpretasi tersebut kemudian dibandingkan dengan peta geologi, peta hidrogeologi, dan topografi daerah penelitian untuk memperkuat hasil interpretasi yang dilakukan.

3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Resistivity Meter merek oyyo tipe mcohm-el model-2119d
2. Elektroda Arus dan Potensial (@ 2 unit)
3. Kabel Arus dan Potensial (@ 2 unit)
4. Accu (5 Ampere/ 12 Volt)
5. Palu geologi

6. Kompas geologi
7. GPS (Global Positioning System) merek summit etrex
8. Meteran 100m
9. Seperangkat komputer dan software IPI2win
10. Pasak
11. Tali

3.4. Data yang Diambil

Data yang diambil dari penelitian ini meliputi data primer, yaitu:

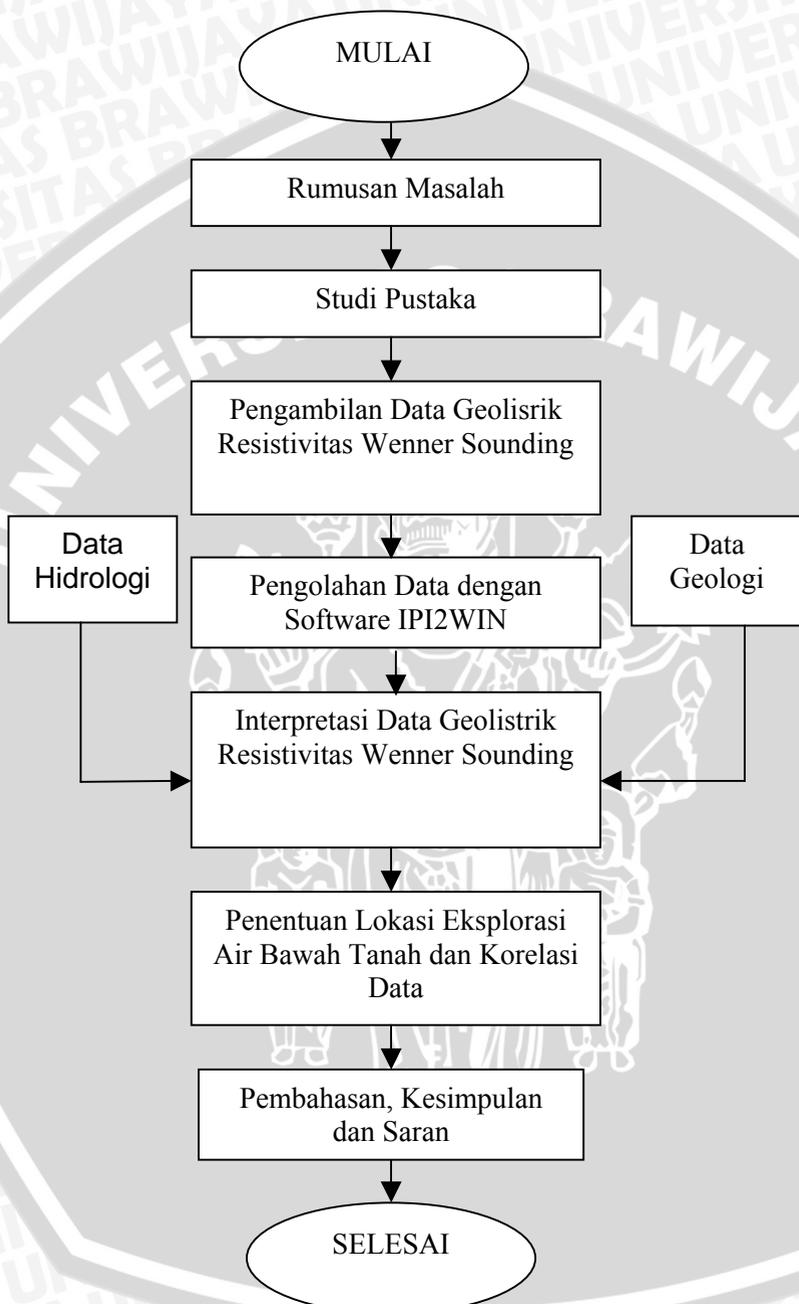
1. Jarak antar elektroda (spasi antar elektroda)
2. Besar arus yang diinjeksikan (I)
3. Beda potensial yang terjadi (ΔV)
4. Nilai Resistivitas (R)

Sedangkan data sekundernya meliputi:

1. peta geologi
2. peta hidrogeologi
3. peta topografi

3.5. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pada dasarnya penelitian ini adalah melakukan pendugaan hambatan jenis semu dengan mengukur beda potensial dan besar arus dengan metode geolistrik. Pendugaan hambatan jenis semu yang digunakan untuk pemetaan bawah permukaan dilakukan dengan konfigurasi wenner sounding. Langkah-langkah kegiatan penelitian disajikan dalam diagram alir di bawah ini :



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.6. Daerah Penelitian

3.6.1. Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada lintasan geolistrik satu dimensi membentang dari Barat – Timur sebanyak 6 lintasan yang searah dengan aliran sungai.

3.6.2. Kondisi Geologi dan Hidrogeologi Lokasi Penelitian

Penilaian potensi air tanah di Dusun Tompak dilakukan melalui suatu analisis geologi dan hidrogeologi. Pengertian 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, batuan yang mendominasi lokasi penelitian termasuk endapan vulkanik muda yang terdiri atas breksi vulkanik, lava, tufa dan lava breksi Batuan vulkanik yang mendominasi batuan andesit dan basalt yang berasal dari gunung api merbabu. Sedangkan secara hidrogeologi, akuifer daerah penelitian memiliki produktifitas medium dan distribusi yang luas. Akuifer dari sebagian besar bermacam-macam transmisivitas. *Water table* biasanya besar. sumur biasanya menghasilkan 5 l/s

3.7. Langkah-langkah Penelitian

3.7.1. Pengambilan Data

Data yang diambil merupakan data primer yang dilakukan di di dusun Tompak Desa Sidomulyo Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali yang dikerjakan selama 5 hari sebanyak 6 lintasan. Dalam penelitian ini, pemetaan penyebaran akuifer menggunakan metode geolistrik resistivitas satu dimensi yang merupakan konfigurasi Wenner Sounding.

Konfigurasi Wenner merupakan salah satu metode geolistrik resistivitas untuk dapat mengetahui lapisan batuan dan kedalamannya di dalam bumi. Adapun syarat utama dalam konfigurasi Wenner adalah jarak perpindahan antara keempat elektroda harus sama, yaitu $a_1 = a_2 = a_3 = a_4$. Seperti yang telah dijelaskan dalam Bab II tentang Konfigurasi Wenner.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan sepanjang lintasan geolistrik satu dimensi membentang dari Barat - Timur yang searah dengan aliran sungai sebanyak 6 lintasan. Panjang lintasan 630 m dengan kedalaman mencapai hingga 210 m dan, jarak terpendek 1 m dan spasi terpanjang 210 m. Dengan panjang lintasan ini diharapkan dapat terdeteksi target kedalaman lapisan-lapisan dari permukaan.

Berdasarkan perlakuan metode geolistrik konfigurasi Wenner sounding, dengan menginjeksikan arus melalui dua elektroda arus dan beda potensial terukur yang didapatkan dari dua buah elektroda potensial dan perlu diperhatikan dalam perpindahan dan pemasangan elektroda harus dibuat sedemikian rupa agar dapat mempermudah dalam akuisisi data. Dimana penempatan dan kedalaman elektroda harus benar (± 15 cm di dalam tanah) agar didapatkan data yang lebih akurat. Tak lupa pula kabel arus dan potensial terpasang dengan benar. Data yang diambil adalah resistansi (ohm), kuat arus (Ampere), beda potensial (volt). Sedangkan data topografi yang didapatkan dari GPS berupa posisi lintang ($^{\circ}$), bujur timur ($^{\circ}$) dan altitude (m) dari titik target (sounding).

3.7.2. Processing Data

Data yang diperoleh dari daerah penelitian, diolah menggunakan software IPI2win. Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis besar nilai arus (I) dan nilai potensial (V) serta jarak spasi elektroda (a) yang akan dijadikan sebagai masukan data dalam software IPI2win dan hasilnya berupa tampilan grafik dan nilai resistivitas batuan (ρ) lapisan di bawah permukaan tanah secara vertikal.

IPI2win merupakan program komputer yang didesain secara otomatis menjelaskan model resistivitas satu dimensi di bawah permukaan tanah secara vertikal. Untuk mendapatkan data dari penggambaran survey kelistrikan. Data masukan yang akan diolah dalam software IPI2win berupa besarnya nilai arus (I) dan potensial (V) serta jarak spasi elektroda (a) yang digunakan.

Selanjutnya dilakukan proses inversi dari hasil yang didapat berupa tampilan grafik dan nilai resistivitas batuan (ρ) lapisan bawah permukaan tanah secara vertikal

3.7.3. Interpretasi Data

Interpretasi data dapat dilakukan berdasarkan hasil processing berupa tampilan grafik dan nilai resistivitas batuan (ρ) lapisan bawah permukaan tanah yang diinterpretasikan dengan tabel nilai resistivitas batuan yang terlampir pada bab II hasil interpretasi tersebut merupakan struktur bawah permukaan tanah yang didukung oleh peta geologi dan hidrogeologi daerah penelitian.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Geologi dan Hidrogeologi

Penilaian potensi air tanah di dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali 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. Kegunaan dari pemetaan hidrogeologi adalah untuk menunjukkan geometri bawah permukaan (struktur) dan properti hidrolik dari material bumi yang berguna untuk menginvestigasi properti hidrodinamik dari air bawah tanah pada bagian alamiah (cekungan) atau bagian pengisinya.

Geomorfologi Dusun Tompak merupakan daerah berupa dataran tinggi yang mempunyai ketinggian 550 - 587.5 meter diatas permukaan laut (dpl). Pegunungan vulkanik berupa perbukitan berelief kasar dengan jajaran puncak pegunungan dengan kemiringan lereng yang terjal, terbentuk oleh batuan vulkanik gunung api.

Dusun Tompak terdiri dari breksi vulkanik, lava, tufa dan lava breksi. Batuan vulkanik yang mendominasi batuan andesit dan basalt yang berasal dari gunung api merbabu. Lokasi penelitian dapat dilihat lampiran 6 Peta geologi Ds. Tompak.

Pada survei pemetaan hidrogeologi Batuan andesite terdapat pada sungai selatan dengan deskripsi batuan Greyish – white, softly fanerik (0.05 – 0.01 cm), inequigranular, granular, fenocryst (quartz 30 %), K-feldspar (50 %), hornblende (15 %), biofit (5 %), massive and sometimes associated with vesicular. Batuan breksi vulkanik terdapat pada Sungai selatan dan sungai utara dengan deskripsi batuan: Greyish-brown, boulder-cobbles (100cm – 30 cm), monomic, as fragmen (andesite), as matriks (andesite), sand cement (silica), poorly sorted, ang- sub ang, spherical, loss, weathered, good porosity. Batuan lempung terdapat pada sungai selatan dengan deskripsi batuan: Clayst tuff, brown, fresh, stickly. Dan terdapat sandy breksi dengan deskripsi

batuan: Brown-black, boulder-apatables (64 cm- 1 cm), monomic, as fragmen (andesite), matriks (andesite sand), Cement (silica), poorly sorted, angular-sub rounded, tabular or disc shaped, loss, weathered, fining upward, good porosity.

Pada sungai utara terdapat rembesan air yang keluar dari batas lapisan antara andesit dan breksi, dan terdapat Sumber mata air mati berasosiasi dengan andesit. Pada sungai selatan hanya terdapat sumber mata air mati berasosiasi dengan andeôit, patah/lipatan yang ditunjukkan pada sekeliling batuan.

Pada kelurusan yang arahnya Barat di bagian lereng Gunung Merbabu dan Gunung Merapi. Sebelah Utara-Selatan, terdapat adanya air, seperti sumur PDAM dengankedalaman 100 m, mata air Tanduk, sumur Gunung Sari dengan debit 30 lt/m, mata air Tlatar dengan debit 100 lt/m. Sedangkan tempat penelitian berada di tengah-tengahnya.

Sumber air tanah hanya berasal dari Gunung Merapi dan Gunung Merbabu pengisian (*recharge area*) yang tersusun oleh breksi gunung api dan lava berstruktur vesikuler Formasi Gunung Api Kuartar Tengah (Qpkb), dapat dilihat lampiran 7 peta hidrogeologi Ds. Tompak. Yang memiliki karakter akuifer dengan produktifitas medium dan distribusi yang luas. Akuifer dari sebagian besar bermacam-macam transmisivitas. Water table biasanya besar. sumur biasanya menghasilkan 5 l/s

Sumber air tanah yang terdekat dengan lokasi penelitian mempunyai debit kurang dari 30 lt/mt yang berasal dari mata air Gunung Sari. Potensi air bawah tanah yang besar didapatkan pada batas litologi antara Sandstone, berwarna hitam, butiran berukuran medium, dibagian atas volcanic breccias. Pada daerah Tompak ini diperkirakan akuifernya terdapat di batuan breksi, hal ini ditandai dengan adanya rembesan air yang terdapat di kontak antara batuan andesit dan breksi. Hasil profile stratigrafi dusun Tompak dapat dilihat pada lampiran 8.

4.2 Eksplorasi Data Geolistrik

Penelitian metode geolistrik resistivitas yang dilakukan dengan menggunakan konfigurasi Wenner Sounding merupakan salah satu cara untuk dapat mengetahui kondisi bawah permukaan bumi tanpa perlu menggali/mengebor bumi secara langsung. Konfigurasi Wenner Sounding merupakan salah satu

konfigurasi elektroda dalam metode geolistrik resistivitas yang sering digunakan dalam survei air tanah. Hasil dari metode ini berupa tampilan (profiling) sounding, yang hanya menekankan pada kedalaman. Pada eksplorasi data geolistrik ini, meliputi pengambilan data, analisa data dan interpretasi data.

4.2.1. Pengambilan Data

Pengambilan data geolistrik dilakukan di dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali yang membentang dari Barat-Timur searah dengan arah aliran sungai. Pada lintasan 1 Panjang lintasan 405 m dengan kedalaman hingga mencapai 135 m, dan jarak spasi terpendek 1 m spasi terpanjang 135 m. Sedangkan pada lintasan 2, 3, 4, 5, 6, membentang dari Barat-Timur dengan panjang lintasan 630 m, kedalaman yang dijangkau mencapai 210 m, dan jarak spasi terpendek 1m spasi terpanjang 210 m. Dengan panjang lintasan ini diharapkan dapat terdeteksi target kedalaman lapisan-lapisan dari permukaan. Panjang lintasan 1 dan lintasan lainnya tidak bisa sama dikarenakan kondisi di lapangan yang tidak memungkinkan. Panjang lintasan 405 m pada lintasan 1 dan 630 m pada lintasan lainnya diharapkan dapat terdeteksi target kedalaman lapisan-lapisan batuan. Perbedaan bentangan dari utara-selatan dan barat-timur dilakukan agar mendapat data searah dengan arah aliran sungai, bertujuan untuk mendapatkan arah aliran air tanah dari topografi tinggi ke rendah.

Untuk mendapatkan data yang akurat, perlu diperhatikan pada panjang spasi elektroda, dimana panjang spasi elektroda harus diperkirakan sedemikian rupa, sehingga dapat meminimalisir adanya efek topografi. Karena topografi sangat berpengaruh terhadap pemfokusan dan penyebaran aliran listrik yang melaluinya, sehingga sangat berpengaruh pula pada kerapatan arus yang mengalir pada medium tersebut. Aliran air tanah akan terfokus jika pada topografi rendah (lembah) dan akan menyebar pada topografi tinggi (perbukitan). Mengingat daerah penelitian yang berbukit-bukit penempatan panjang spasi elektroda ditentukan dengan lintasan daerah penelitian yang dilalui. Panjang spasi elektroda yang digunakan yaitu 1 m, 3 m, 5 m, 15 m, 30 m, 45 m, 60 m, 75 m, 90 m, 105 m, 120 m, dan 135 m untuk lintasan 1, sedangkan untuk lintasan 2 hingga 6 sama seperti halnya lintasan 1 hanya saja diperpanjang hingga 210 m

yaitu 1 m, 3 m, 5 m, 15 m, 30 m, 45 m, 60 m, 75 m, 90 m, 105 m, 120 m, dan 135 m, 150 m, 165 m, 180 m, 195 m, dan 210 m.

Dalam metode geolistrik resistivitas satu dimensi konfigurasi Wenner, penempatan spasi elektroda yang benar sangat berpengaruh pada kedalaman dugaan yang didapat, karenanya penempatan spasi elektroda di atas telah diperhitungkan anantara kedalaman dugaan dengan kondisi di lapangan. Penelitian dengan metode ini, tidak boleh dilakukan ketika daerah survey dalam kondisi basah, baik karena hujan maupun faktor lain. Sebab jika medium yang dilalui listrik basah maka aliran listrik akan melalui medium yang basah tersebut dan hal ini menyebabkan data yang diambil tidak akurat.

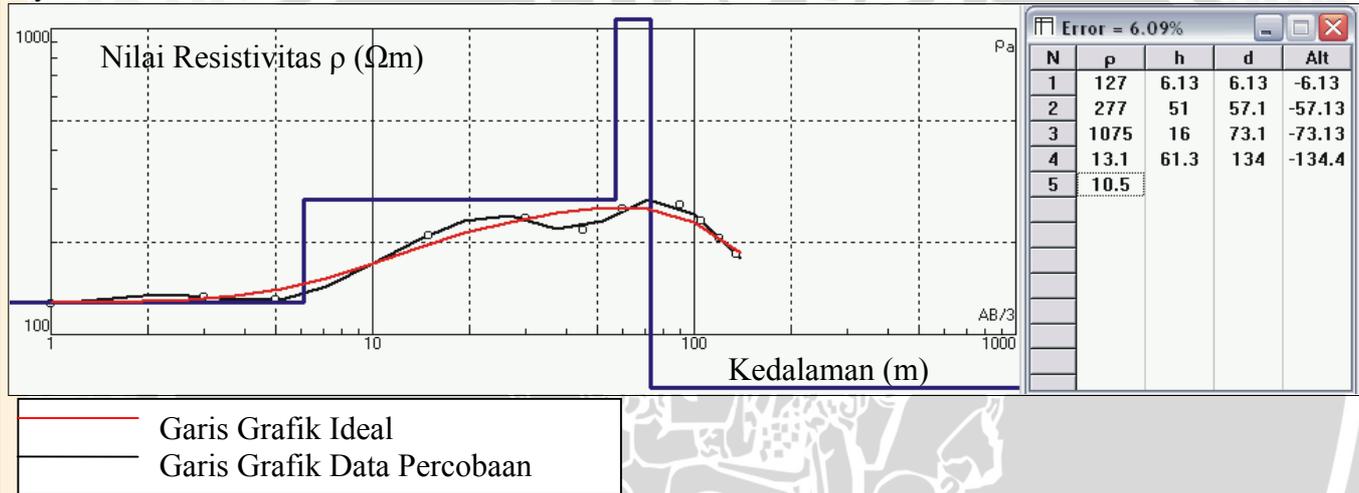
4.2.2. Processing Data

Metode geolistrik resistivitas satu dimensi konfigurasi wenner merupakan salah satu konfigurasi elektroda dalam survey geolistrik resistivitas yang menampilkan hasil analisa dalam bentuk penampang lintasan bawah permukaan tanah secara satu dimensi. Penampang yang dihasilkan adalah hubungan antara nilai resistivitas dengan kedalaman dugaannya.

Data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan selanjutnya dilakukan Pengolahan data dengan menganalisis besar nilai arus (I) dan nilai potensial (V) serta jarak spasi elektroda (a) yang akan dijadikan sebagai masukan data dalam software IPI2win perhitungan untuk mendapatkan nilai resistivitas semu, yang nantinya digunakan dalam proses nilai resistivitas sebenarnya dari lapisan bumi yang dianalisa.

Processing data ini menggunakan bantuan software IP2WIN. Dimana software IP2WIN ini memiliki prinsip kerja yang relatif sederhana. Hanya nilai dari jarak spasi elektroda (meter), dan nilai resistivitas semu ρ_a (Ωm). Yang kemudian klik tombol OK untuk disimpan tersebut dan terakhir klik tombol inversi untuk mendapatkan hasil processing data. Maka di dapatkan hasil seperti gambar dibawah ini:

Boyolali Lintasan 1



Gambar 4.1. Nilai resistivitas Boyolali lintasan1

Dari gambar tersebut diperlihatkan adanya nilai resistivitas yang bervariasi pada setiap kedalaman. Pada lapisan pertama tampak grafik mengalami pengingkatan yang landai, dan kemudian kembali turun. Keadaan ini disebabkan adanya kontras nilai resistivitas batuan disetiap 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 $127 \Omega\text{m}$, dengan ketebalan 6,13 meter dan kedalaman 6,13 meter. Lapisan kedua memiliki nilai resistivitas $277 \Omega\text{m}$, dengan ketebalan 51 meter pada kedalaman 57,1 meter. Lapisan ketiga memiliki nilai resistivitas $1075 \Omega\text{m}$, dengan ketebalan 16 meter di kedalaman 73.1 meter. Lapisan keempat memiliki nilai resistivitas $13.1 \Omega\text{m}$, dengan 61,3 meter sehingga kedalamannya 134 meter. Sedangkan pada lapisan kelima tidak dapat dijangkau karena mengingat spasi yang dibentangkan hanya 135 meter maka kedalaman yang dicapai hanya mencapai 135 meter lebih dari itu tidak terdeteksi.

Sebagaimana telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya, bahwa adanya perbedaan nilai resistivitas tersebut 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 6,09 %. Penjelasan prosesing data untuk masing-masing titik lintasan akan 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.

Lintasan 1 dapat diinterpretasikan bahwa pada lapisan paling atas (*top soil*) diduga berupa tufa lanauan, hasil pelapukan batuan breksi vulkanik. Yang memiliki nilai resistivitas 127 Ωm . Diperkirakan ketebalannya sampai dengan kedalaman 6,13 meter.

Lapisan kedua diduga berupa breksi vulkanik yang memiliki nilai resistivitas 277 Ωm . Diperkirakan lapisan ini memiliki ketebalan 51 meter dengan kedalaman mencapai 57,1 meter.

Lapisan ketiga diduga berupa andesit yang memiliki nilai resistivitas 1075 Ωm . Diperkirakan lapisan ini memiliki ketebalan 16 meter pada kedalaman hingga 73,1 meter.

Lapisan keempat diduga berupa lempung dimana air biasanya terdapat pada lapisan ini, karena sifat lempung berporositas rendah dan memiliki permeabilitas yang tinggi. Nilai resistivitas lapisan ini 13,1 Ωm dengan ketebalan lapisan 61,3 meter di kedalaman hingga 134 meter.

Lapisan yang terakhir ini tidak dapat dideteksi ketebalan dan kedalaman lapisan, karena jangkauan yang dicapai hanya sampai 135 meter.

Berikut adalah tabel interpretasi dari pengukuran geolistrik pada setiap titik:

Tabel 4.1 interpretasi geolistrik.

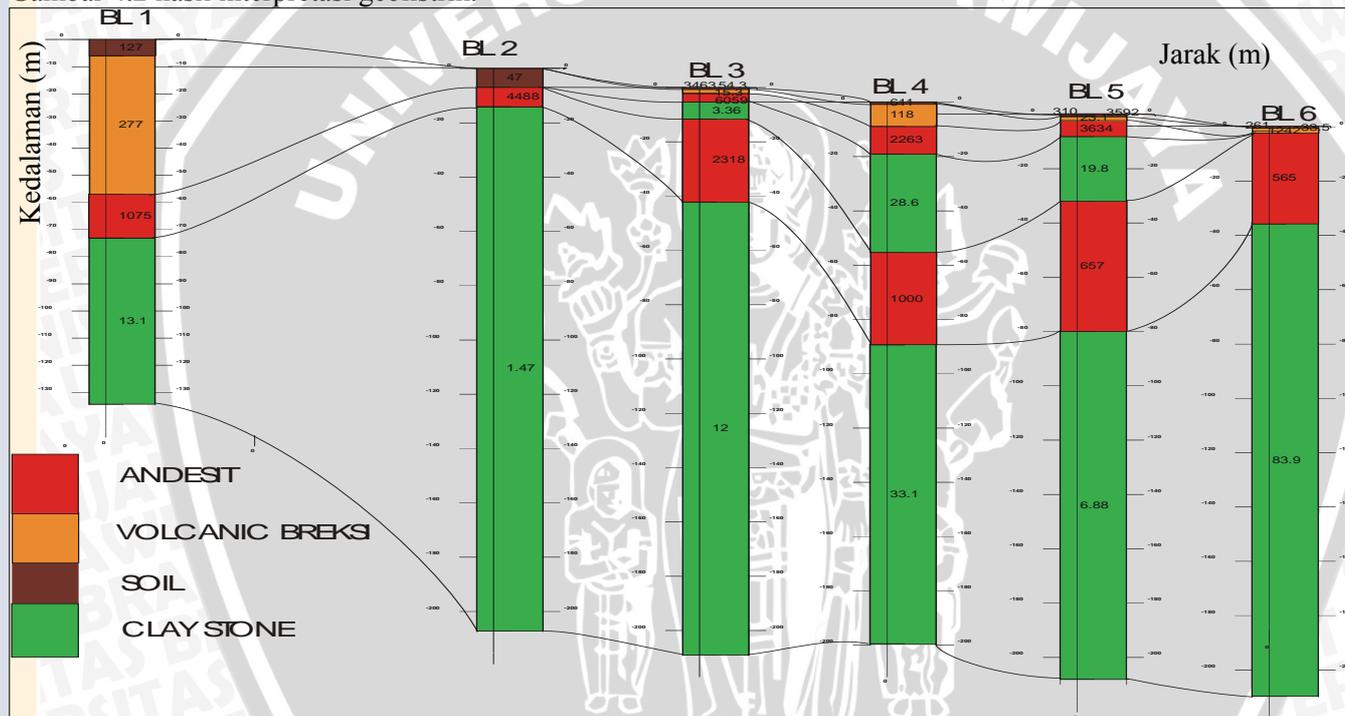
Interpretasi geolistrik				
Titik	Resistivitas	Ketebalan	Kedalaman	Pendugaan Litologi
BL 1	127	6.13	6.13	Top soil
	277	51	57.1	BreksiVulkanik
	1075	16	73.1	Andesit
	13.1	61.3	134	Lempung
	10.5	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi	
BL 2	47	6.9	6.9	Soil
	4488	7.25	14.1	Andesit
	1.47	193	207	Lempung
	105			
BL 3	54.3	0.5	0.5	Soil
	3463	0.0972	0.597	Soil
	15.3	1.55	2.15	BreksiVulkanik
	6059	3.18	5.33	Andesit
	3.36	6.25	11.6	Lempung
	2318	30.5	42.1	Andesit
	12	167	209	Lempung
	27.5			
BL 4	611	0.771	0.771	Soil
	118	8.14	8.91	BreksiVulkanik
	2263	10.2	19.1	Andesit
	28.6	36.2	55.3	Lempung
	1000	34.1	89.4	Andesit
	33.1	110	199	Lempung
	69.8			
BL 5	310	0.5	0.5	Soil
	3592	0.21	0.705	Soil
	23.1	1.57	2.28	BreksiVulkanik
	3634	5.91	8.18	Andesit
	19.8	23.7	31.9	Lempung
	657	48.1	80	Andesit
	6.68	128	208	Lempung
142				

BL 6	261	0.5	0.5	Soil
	1242	0.95	1.47	Soil
	33.5	0.82	2.29	Breksi Vulkanik
	565	33.5	35.8	Andesit
	83.9	174	210	Lempung
	611			

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Gambar 4.2 hasil interpretasi geolistrik.



Dari gambar diatas diperlihatkan hasil interpretasi geolistrik dari semua lintasan. Terlihat jelas bahwa pola sebaran akuifer atau batuan pembawa air yaitu pada batuan lempung (claystone) terdapat pada setiap lintasan, mulai dari kedalaman 31,9 m sampai kedalaman 210 m. Pada BL 1 lapisan ini terdapat pada kedalaman 134 m, dan pada BL 2 lapisan ini terdapat di kedalaman 207 m, sedangkan pada BL 3 lapisan ini terdapat dua pada kedalaman 11.6 m dan kedalaman 209 m, dan pada BL 4 lapisan ini terdapat di 55,9 m dan 199 m, serta pada BL 5 lapisan ini berada pada kedalaman 31,9 m, dan 208 m. Pada BL 6 lapisan ini berada pada kedalaman 210 m.

Lapisan pembawa akuifer tidak hanya didapati pada lapisan batuan lempung saja namun juga terdapat pada pertemuan lapisan batuan breksi dengan batuan andesit, hal ini diperkuat dari hasil survei pemetaan hidrogeologi. Pertemuan antara kedua lapisan ini hampir terdapat pada setiap lintasan hanya pada lintasan 2 lapisan ini tidak ditemukan. Pertemuan anantara kedua lapisan ini memiliki kedalaman yang bervariasi mulai dari kedalaman 8,18 m hingga kedalaman 73,1 m. Pada BL 1 lapisan ini terdapat pada kedalaman 73,1 m, dan pada BL 3 lapisan ini terdapat di kedalaman 5,33 m, serta pada BL 4 lapisan ini terdapat di kedalaman 19,1 m, sedangkan pada BL 5 lapisan ini terdapat pada kedalaman 8,18 m, dan pada BL 6 lapisan ini berada pada kedalaman 35,8 m.

4.3 Penentuan Lokasi Eksplorasi

Dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali merupakan daerah yang mempunyai topografi dari tinggi ke rendah, maka arah bentangan untuk survey geolistrik pada titik pengukuran dengan arah Barat ke Timur searah aliran sungai. Pengambilan arah bentangan ini bertujuan untuk mendapatkan arah aliran air tanah dari topografi tinggi ke rendah berdasarkan nilai resistivitas yang tersebut diatas.

Untuk mengetahui potensi air tanah, perlu dilakukan korelasi data pada hasil pengukuran di dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali. Agar dapat mengetahui letak dan penyebaran lapisan batuan pembawa akuifer sebagai titik data pengeboran dan mempermudah dalam

pembacaan struktur lapisan bawah tanah. Arah aliran air bawah tanah dari utara ke selatan dan dari barat ke timur dapat dilihat hasil pendugaan litologi daerah penelitian pada tabel 4.1 interpretasi geolistrik.

Peta topografi dapat dilihat pada lampiran 5, bahwa dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali, umumnya terdapat pada daerah pegunungan yang disekitarnya berupa daerah kebun ladang pertanian dan permukiman. Pegunungan yang terdapat disekitar lokasi penelitian adalah Gunung Merapi, Gunung Merbabu yang merupakan aliran air tanah dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali. Tampak topografi yang melebar dari puncak ke lembah menunjukkan kuantitas dan tingkat aliran air tanah yang lebih mengarah dari barat ke timur. Tumbuh-tumbuhan dari kebun dan ladang pertanian dimungkinkan dapat menyerap sejumlah embun dan hujan sebelum mencapai permukaan tanah.

Desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali sumur air PDAM yang merupakan sumber air yang dimanfaatkan masyarakat sekitarnya. Sumur air tersebut berada di 2.92 km tenggara. Sumber air tersebut biasanya digunakan sebagai keperluan rumah tangga dan pertanian. Potensi air tanah yang didapatkan berupa air tanah dalam dengan kedalaman 100 m. Sumber air lain yaitu mata air tanduk yang berada pada 1.91 km timurlaut, sumur gunung sari yang berada pada 2.33 km tenggara dengan kedalaman 75 m dan akuifer yang di hasilkan mencapai 30 lt/m, dan mata air tlatar yang berada pada 6.31 km timurlaut. Akuifer yang dihasilkan cukup besar mencapai 100 lt/m dengan distribusi ekstensivitas dan produktifitas tinggi. Kedalaman water table bervariasi.

Berdasarkan interpretasi geolistrik hasil pendugaan litologi menunjukkan bahwa di bawah permukaan terdapat potensi air bawah tanah yang berupa akuifer permukaan dan akuifer dalam menyebar di setiap titik pengamatan. Potensi air bawah tanah yang direkomendasikan untuk dilakukan pengeboran berada pada titik 1 dengan kedalaman mencapai 73,1 m yaitu pada pertemuan lapisan batuan breksi dengan andesit dan pada kedalaman hingga 134 m yaitu pada lapisan batuan lempung.

4.4 Korelasi Data

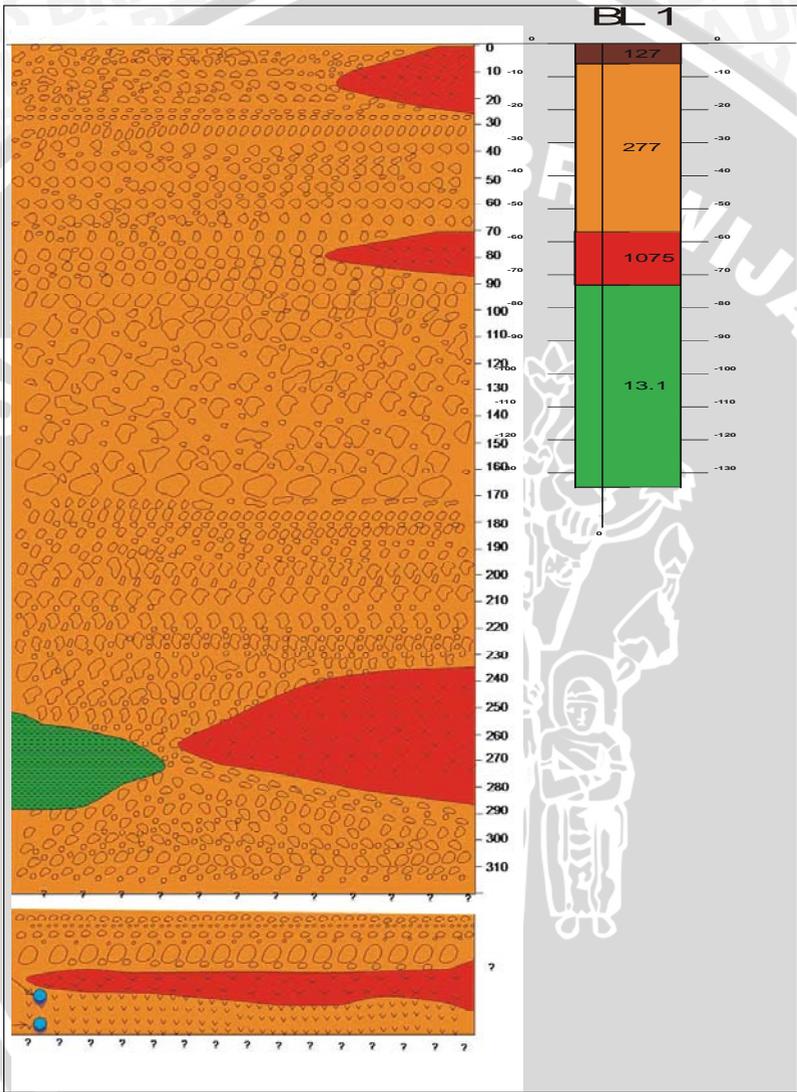
Pada tahap akhir adalah mengkorelasikan hasil interpretasi data dengan analisa Geologi dan hidrogeologi daerah penelitian sehingga nantinya dapat diketahui arah aliran air di bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas sebenarnya. Perlakuan ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih akurat.

Pada BL1 di kedalaman 73,1 m yaitu pada pertemuan batuan breksi dan andesit dengan nilai resistivitas 1075 Ω m dan pada kedalaman 134 m terdapat lempung yang memiliki nilai resistivitas 13,1 Ω m, yang merupakan lapisan impermeable dengan porositas yang tinggi. Dimana air tertahan pada lapisan ini.

Pendugaan litologi dengan geolistrik jika dikorelasikan dengan data geologi, hidrogeologi, dan stratigrafi profile diinterpretasikan bahwa letak akuifer Pada daerah Tompak ini diperkirakan akuifernya terdapat di batuan breksi, hal ini ditandai dengan adanya rembesan air yang terdapat di kontak antara batuan andesit dan breksi. Antara stratigrafi profile dengan data geolistris lapisan permukaan ini sama-sama berada di kedalaman 73,1 meter. Sedangkan akuifer dalam berada di kedalaman hingga 134 meter. Koordinat titik rekomendasi pengeboran diutamakan BL1 yang merupakan daerah terdekat dengan base camp. Apabila dilakukan di titik rencana bor, prospek akuifer setempat diduga berada pada kedalaman mulai 73,1 meter dan 134 meter.

Rencana pembuatan sumur dalam ini, kedalamannya sudah bisa dikatakan berkesesuaian, karena adanya keterkaitan antara nilai resistivitas yang sesuai dengan letak kedalaman akuifer dan stratigrafi profile. Besarnya debit yang didapatkan termasuk dalam kisaran dari debit yang dihasilkan oleh akuifer dalam dan kestabilan muka air tanah.

Gambar 4.3 Korelasi Stratigrafi Dan Geolistrik Lintasan 1



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dusun Tompak desa Sidomulyo kecamatan Selo Kabupaten Boyolali merupakan daerah pegunungan berapi dimana batuan yang tersusun merupakan batuan vulkanik seperti breksi vulkanik dan andesit. Susunan Lapisan paling atas (*top soil*) diduga berupa tufa lanauan, hasil pelapukan batuan breksi vulkanik. Lapisan kedua diduga berupa breksi vulkanik. Lapisan ketiga diduga berupa andesit. Lapisan keempat diduga berupa lempung dimana air biasanya terdapat pada lapisan ini, karena sifat lempung berporositas rendah dan memiliki permeabilitas yang tinggi.

Pola sebaran akuifer atau batuan pembawa air terdapat pada setiap lintasan dengan kedalaman yang bervariasi mulai dari kedalaman 31,9 m hingga 210 m. Lapisan pembawa akuifer tidak hanya didapati pada lapisan batuan lempung saja namun juga terdapat pada pertemuan lapisan batuan breksi dengan batuan andesit. Pertemuan antara kedua lapisan ini hampir terdapat pada setiap lintasan hanya pada lintasan 2 lapisan ini tidak ditemukan. Pertemuan anantara kedua lapisan ini memiliki kedalaman yang bervariasi mulai dari kedalaman 8,18 m hingga kedalaman 73,1 m. Pada dusun Tompak *water level* diperkirakan berada pada kedalaman 73,1 m dan 134 m yaitu pada lintasan 1.

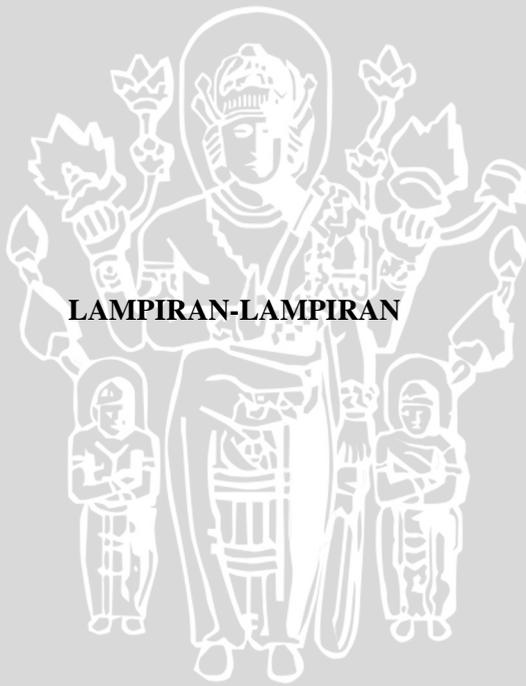
5.2. Saran

Batuan Andesit keras dan breksi, akan menjadi kendala dalam pengeboran, maka perlu dikaji ulang terhadap penentuan lokasi pengeboran sehingga didapatkan potensi air bawah tanah yang optimal. Keberadaan akuifer sebaiknya diperjelas dengan menggunakan metode dua dimensi sehingga akan diketahui besarnya debit akuifer beserta kedalamannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2001. **Modul Semester Break**. Laboratorium Fisika Bumi. Institut Teknologi Bandung.
- Anonymous 2006, <http://www.voctech.org> diakses tanggal 22 September 2006
- Anonymous 2007a, <http://www.deptan.go.id/ludm/jateng/boyolali/tentangboyolali.html> diakses tanggal 4 Mei 2007
- Anonymous 2007b, http://www.isi_pts.asp.html diakses tanggal 4 Mei 2007
- Blaricom, Richard Van. 1988. **Practical Geophysics for The Exploration Geologist**. Northwest Mining Association. USA.
- Dobrin, Milton B.,1998, **Introduction to Geophysical Prospecting**, edisi ke-4 , Mc Graw Hill Book, Co.Singapore.
- Landon,J.R., 1984, **Booker Tropical Soil Manual**, Booker Agriculture International Limited, New York.
- Loke.DR. M.H and Barker R.D., 1996, **Rapid Least-squares Inversion of Apparent. Resistivity Pseudosection by Quasi-Newton Method**. *Geophysics Prospecting* 44,131-152.
- Robinson, Coruh, 1988, **Basics Exploration Geophysics**, John Willey And Son Inc., Canada.
- Santoso, Djoko,2002, **Pengantar Teknik Geofisika**, ITB, Bandung.
- Seyhan, Ersin, 1990, **Dasar-Dasar Hidrologi**, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sosrodarsono, Ir. Suyono. 2003. **Hidrologi Untuk Pengairan**. PT. Pradnya Paramita. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta.
- Soemarto, Ir. CD. 1995. **Hidrologi Untuk teknik**. Erlangga. Jakarta
- Srijatno,1980, **Geofisika Terapan**, Departemen fisika ITB, Bandung.
- Telford, Geldart and Sheriff, 1976, **Applied Geophysics**, 2nd 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, 2nd edition, New York.
- Vingoe, P., 1972, **Electrical Resistivity Surveying**, Geophysical Memorandum.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN-LAMPIRAN

DATA PENDUGAAN GEOLISTRIK

LOKASI : Boyolali TANGGAL : 3-Jun-07
NO. TITIK DUGA : BLS 1 J A M : 09.36
A R A H : Barat - Timur CUACA : CERAH

LAMPIRAN 1

a	SP	V	I	K	Ro_a
1	19,9940	41.147	2.058	62.832	125.62
3	7,0310	144.72	20.584	18.85	132.53
5	4,1350	85.111	20.583	31.416	129.91
15	2,2440	46.187	20.584	94.248	211.48
30	1,2700	26.138	20.583	188.5	239.37
45	0,7720	15.92	20.609	282.74	218.41
60	0,6860	14.113	20.586	376.99	258.45
75	0,5630	11.589	20.586	471.24	265.29
90	0,4170	8.59	20.585	565.49	235.97
105	0,3130	6.449	20.586	659.73	206.68
120	0,2000	4.124	20.585	753.98	151.05
135	0,1620	3.335	20.586	848.23	137.42



DATA PENDUGAAN GEOLISTRIK

LOKASI : Boyolali TANGGAL : 4-Jun-07
NO. TITIK DUGA : BLS 2 J A M : 08.54
A R A H : Barat - Timur CUACA : CERAH

a	SP	V	I	K	Ro_a
1	7,8940	16.243	2.058	62.832	49.591
3	2,8330	5.314	2.058	18.85	48.672
5	1,6480	3.391	2.058	31.416	51.765
15	1,5020	3.092	2.058	94.248	141.6
30	1,1880	2.444	2.058	188.5	223.85
45	0,9950	2.047	2.058	282.74	281.23
60	0,6100	1.255	2.058	376.99	229.89
75	0,2970	0.612	2.058	471.24	140.14
90	0,2200	0.432	2.058	565.49	118.7
105	0,1930	3.977	2.058	659.73	1275
120	0,1460	3.013	2.058	753.98	1104
135	0,1400	2.887	20.583	848.23	118.97
150	0,1430	2.945	20.584	942.48	134.84
165	0,1010	2.088	20.584	1037	105.16
180	0,1090	2.236	20.584	1131	122.86
195	0,0980	2.016	20.583	1225	120
210	0,0770	1.592	20.584	1319	102.05

DATA PENDUGAAN GEOLISTRIK

LOKASI : Boyolali TANGGAL : 4-Jun-07
NO. TITIK DUGA : BLS 3 J A M : 15:39
A R A H : Barat - Timur CUACA : CERAH

a	SP	V	I	K	Ro_a
1	17,0540	35.098	2.058	62.832	107.16
3	6,6850	13.758	2.058	18.85	126.01
5	3,1020	6.383	2.058	31.416	97.438
15	1,6210	3.337	2.058	94.248	152.82
30	1,3660	2.811	2.058	188.5	257.46
45	0,9990	2.055	2.058	282.74	282.33
60	0,7800	1.605	2.058	376.99	294.01
75	0,4720	0.972	2.058	471.24	222.57
90	0,0970	0.611	2.058	565.49	167.89
105	0,2660	5.477	20.583	659.73	175.55
120	0,1810	3.722	20.582	753.98	136.35
135	0,2170	4.46	20.583	848.23	183.8
150	0,1720	3.533	20.582	942.48	161.78
165	0,1460	2.995	20.583	1037	150.85
180	0,1280	2.63	20.583	1131	144.51
195	0,1100	2.256	20.581	1225	134.3
210	0,0830	1.125	20.584	1319	72.114

DATA PENDUGAAN GEOLISTRIK

LOKASI : Boyolali TANGGAL : 5-Jun-07
NO. TITIK DUGA : BLS 4 J A M : 15:40
A R A H : Barat - Timur CUACA : CERAH

a	SP	V	I	K	Ro_a
1	65,1460	1.341	20.584	62.832	409.34
3	8,0470	165.63	20.583	18.85	151.68
5	4,3950	90.47	20.583	31.416	138.08
15	2,4290	49.993	20.584	94.248	228.9
30	2,0650	42.497	20.584	188.5	389.16
45	1,5450	31.808	20.584	282.74	436.92
60	0,7640	15.72	20.583	376.99	287.92
75	0,5850	12.047	20.583	471.24	275.81
90	0,4260	8.763	20.584	565.49	240.74
105	0,3710	7.645	20.583	659.73	245.04
120	0,2670	5.503	20.584	753.98	201.57
135	0,2250	4.624	20.584	848.23	190.55
150	0,1840	3.789	20.584	942.48	173.49
165	0,1480	3.055	20.584	1037	153.87
180	0,1400	2.883	20.583	1131	158.41
195	0,1100	2.27	20.583	1225	135.12
210	0,0860	1.76	20.583	1319	112.82

DATA PENDUGAAN GEOLISTRIK

LOKASI : Boyolali TANGGAL : 6-Jun-07
NO. TITIK DUGA : BLS 5 J A M : 09:13
A R A H : Barat - Timur CUACA : CERAH

a	SP	V	I	K	Ro_a
1	64,8220	1.334	20.582	62.832	407.24
3	14,8400	305.4	20.583	18.85	279.68
5	8,5520	75.406	20.583	31.416	115.09
15	3,1960	65.774	20.583	94.248	301.17
30	34,6180	34.618	20.583	188.5	317.03
45	1,1560	23.792	20.583	282.74	326.82
60	0,8410	17.313	20.584	376.99	317.08
75	0,6240	12.842	20.584	471.24	294
90	0,4240	8.731	20.584	565.49	239.86
105	0,3240	6.676	20.586	659.73	213.95
120	0,2400	4.936	20.585	753.98	180.79
135	0,1990	4.104	20.585	848.23	169.11
150	0,1500	3.084	20.585	942.48	141.2
165	0,1310	2.701	20.586	1037	136.02
180	0,1140	2.347	20.585	1131	128.95
195	0,1000	2.055	20.586	1225	122.31
210	0,0980	2.009	20.586	1319	128.77

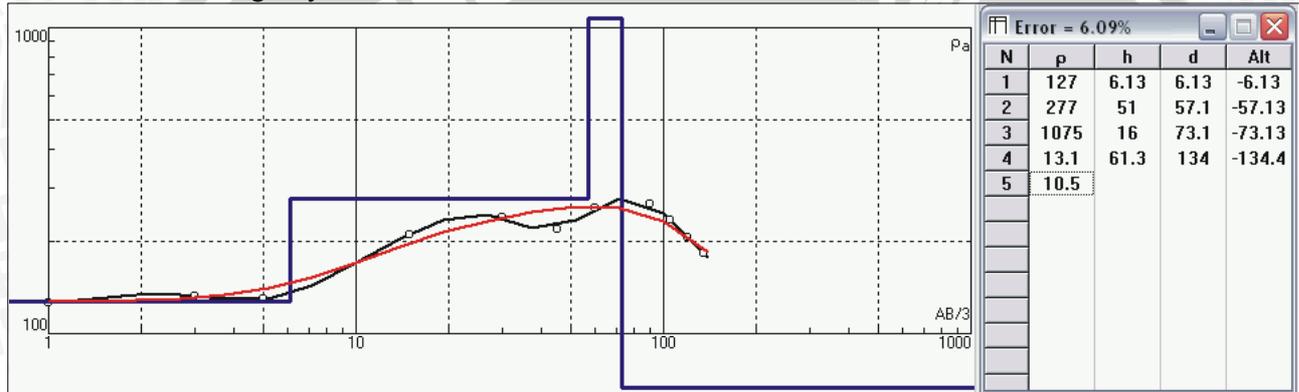
DATA PENDUGAAN GEOLISTRIK

LOKASI : Boyolali TANGGAL : 6-Jun-07
NO. TITIK DUGA : BLS 6 J A M : 12:00
A R A H : Barat - Timur CUACA : CERAH

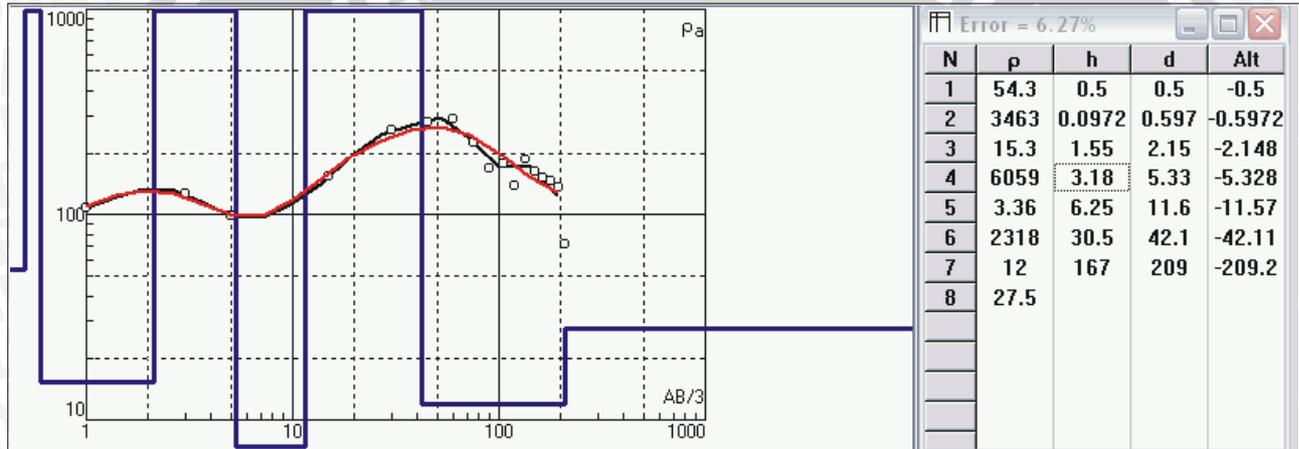
a	SP	V	I	K	Ro_a
1	67,7320	1.394	20.587	62.832	425.45
3	24,1710	497.58	20.586	18.85	455.61
5	9,4000	193.5	20.586	31.416	295.3
15	3,8490	79.22	20.586	94.248	362.69
30	2,0540	42.292	20.585	188.5	387.27
45	1,2880	26.506	20.586	282.74	364.05
60	0,8670	17.854	20.586	376.99	326.96
75	0,5220	10.739	20.585	471.24	245.84
90	0,4220	8.694	20.585	565.49	238.83
105	0,2870	5.901	20.585	659.73	189.12
120	0,2530	5.216	20.585	753.98	191.05
135	0,1630	3.355	20.586	848.23	138.24
150	0,1420	2.932	20.585	942.48	134.24
165	0,1280	2.639	20.586	1037	132.9
180	0,1120	2.308	20.586	1131	126.8
195	0,0890	2.378	20.586	1225	141.53
210	0,1160	1.835	20.586	1319	117.62

LAMPIRAN 2

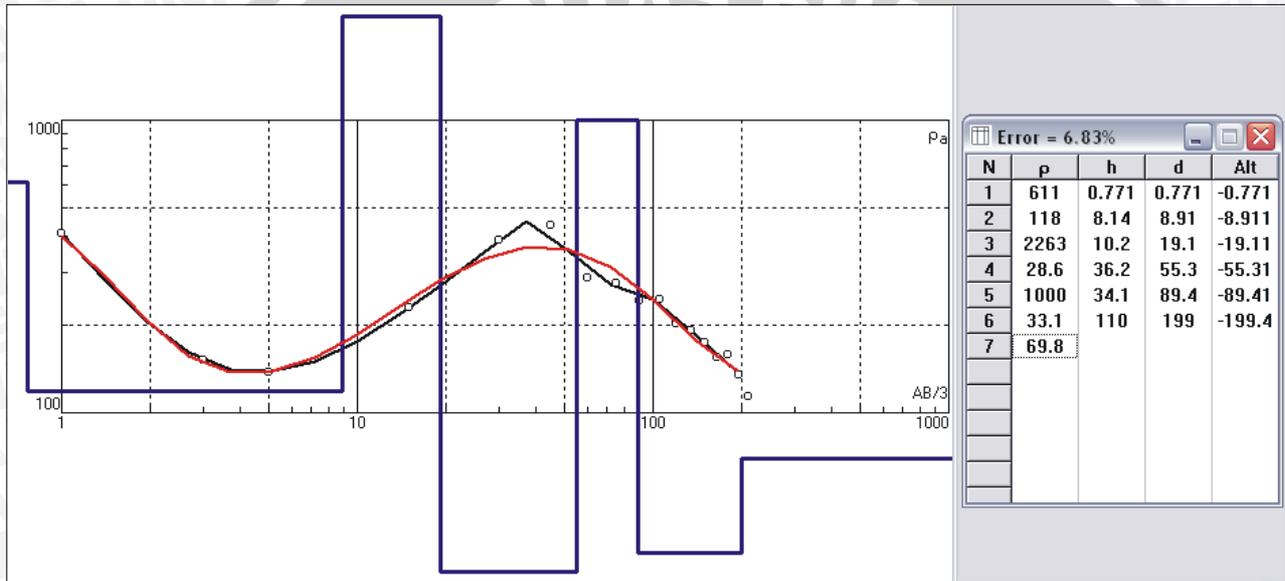
Data Hasil Processing Boyolali Lintasan 1



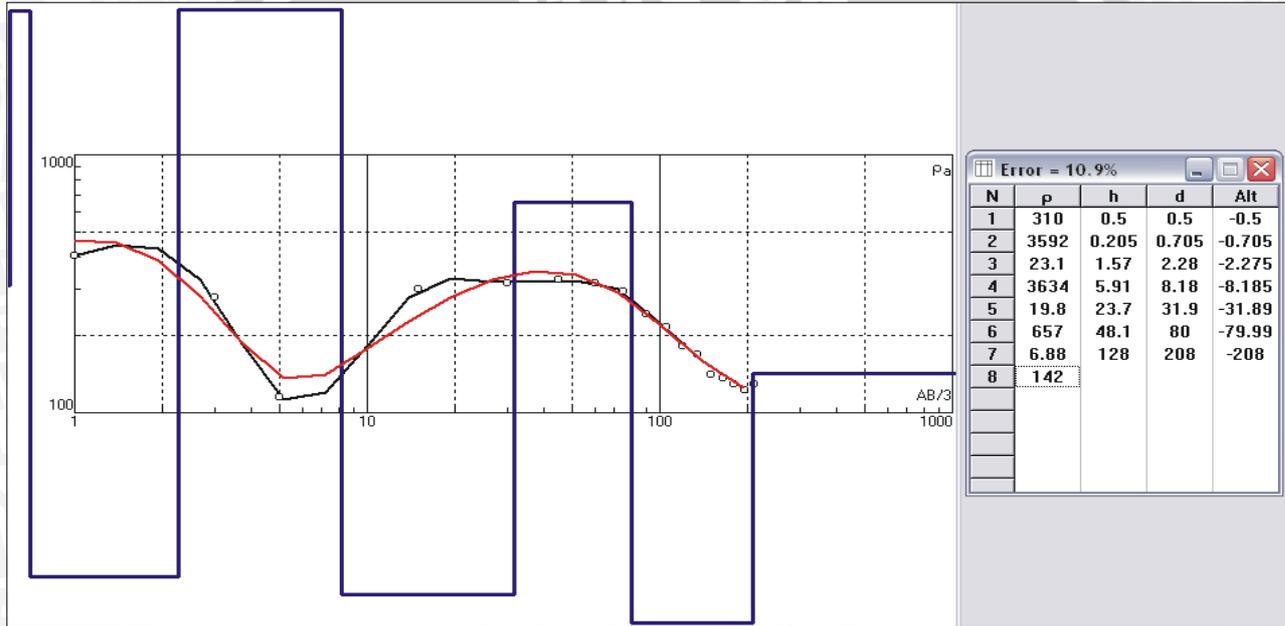
Data Hasil Processing Boyolali Lintasan 3



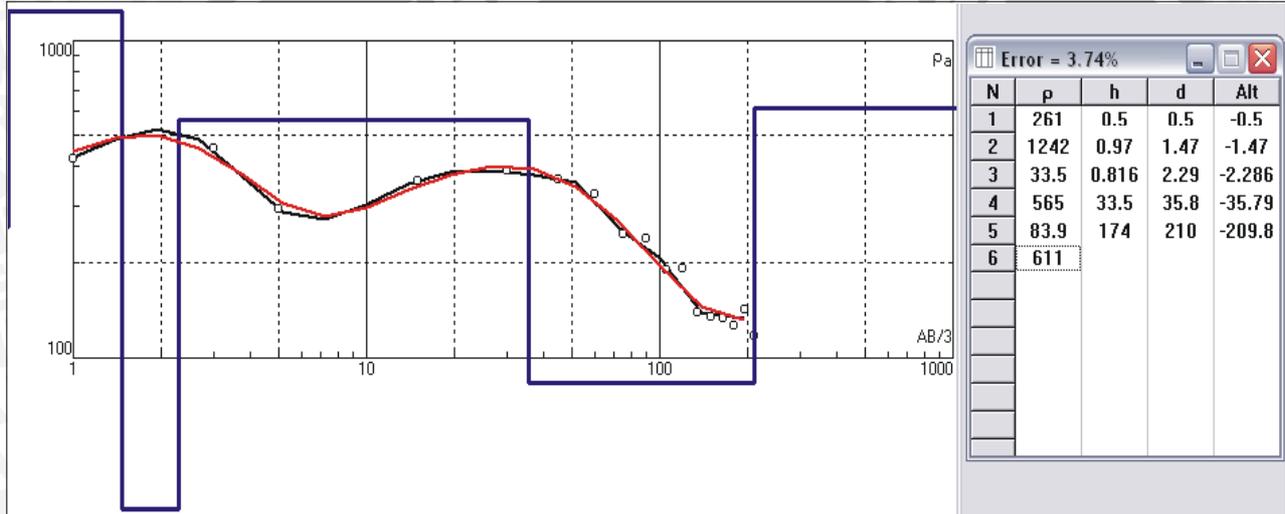
Data Hasil Processing Boyolali Lintasan 4



Data Hasil Processing Boyolali Lintasan 5

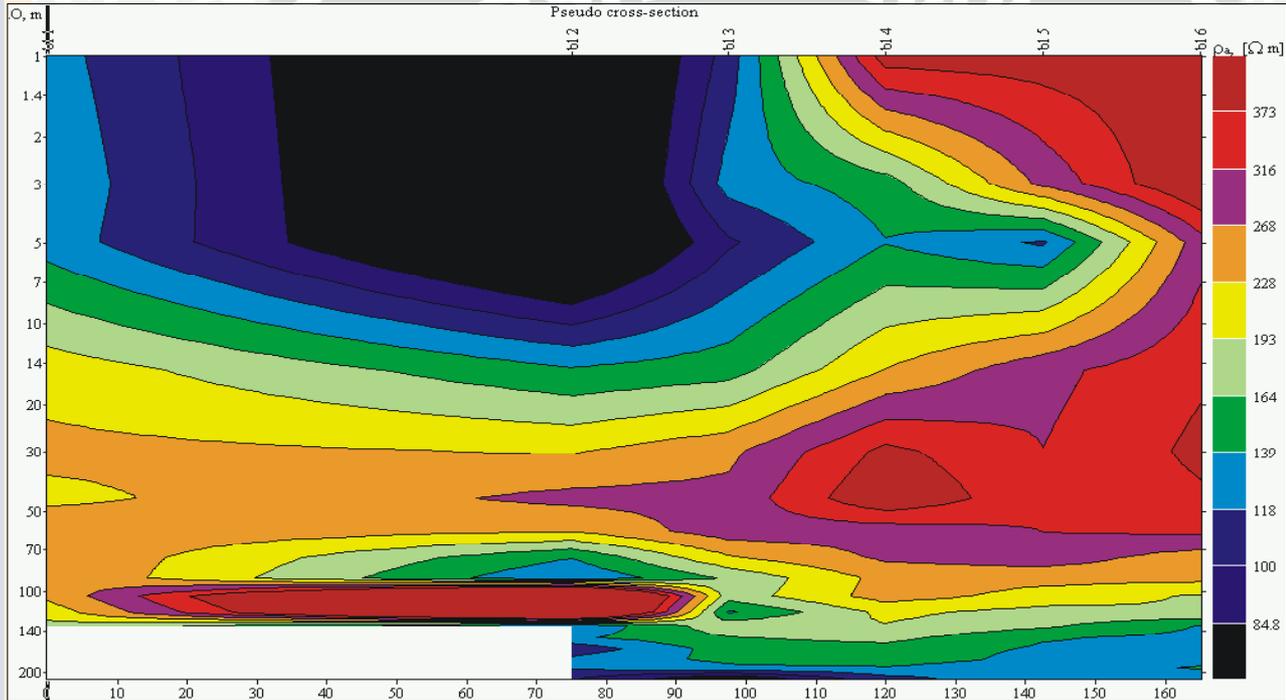


Data Hasil Processing Boyolali Lintasan 6



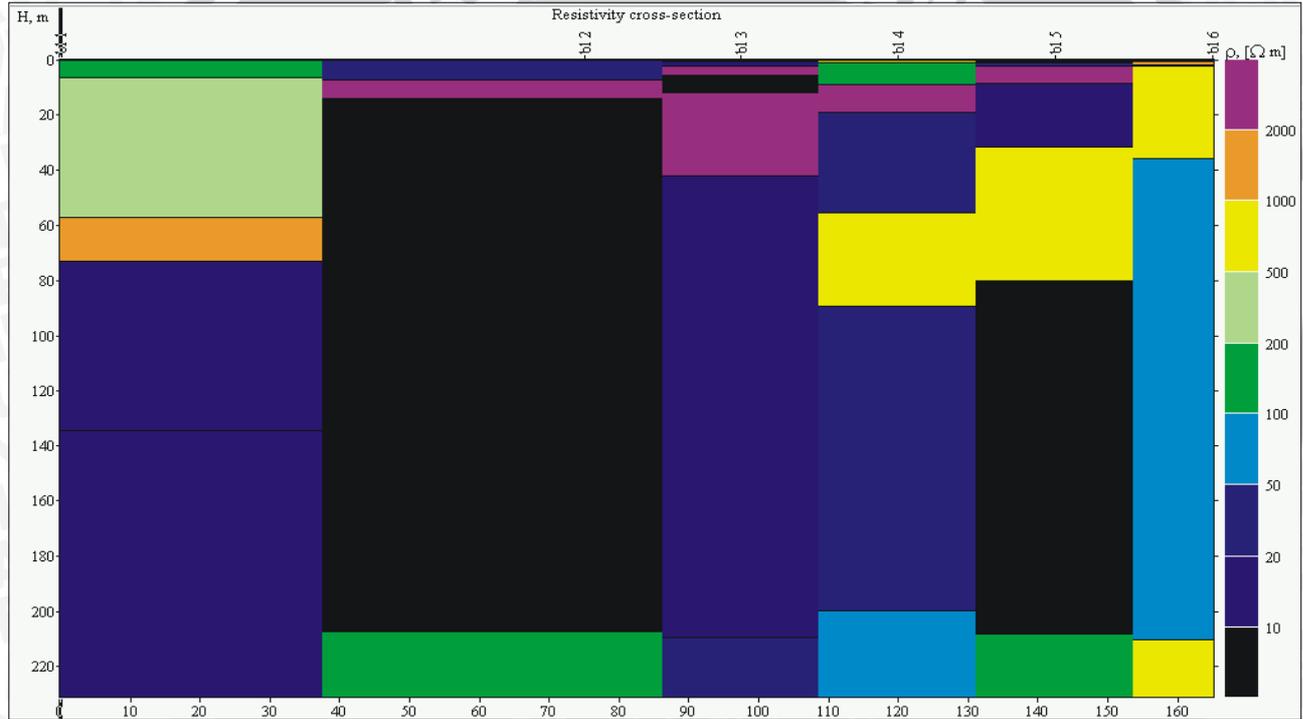
LAMPIRAN 3

Gambar Pseudo Cross-Section



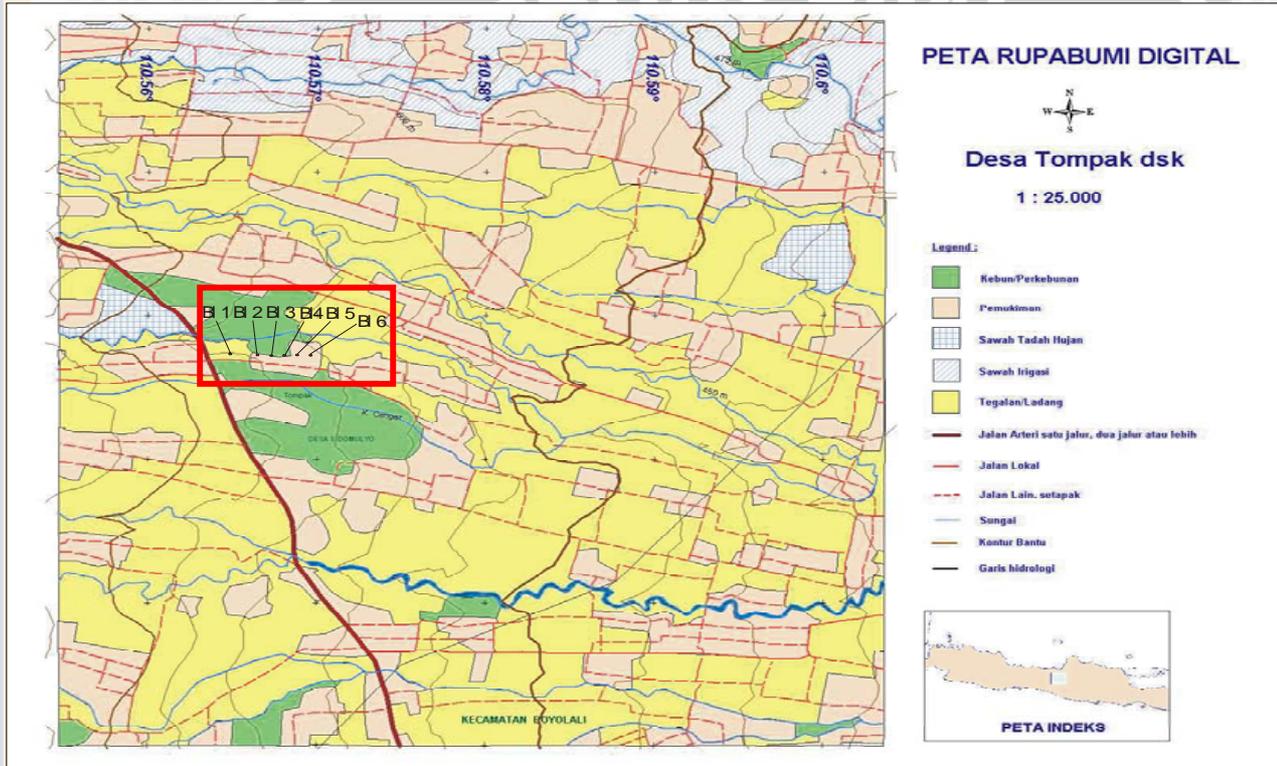
LAMPIRAN 4

Gambar Resistivity Cross-Section



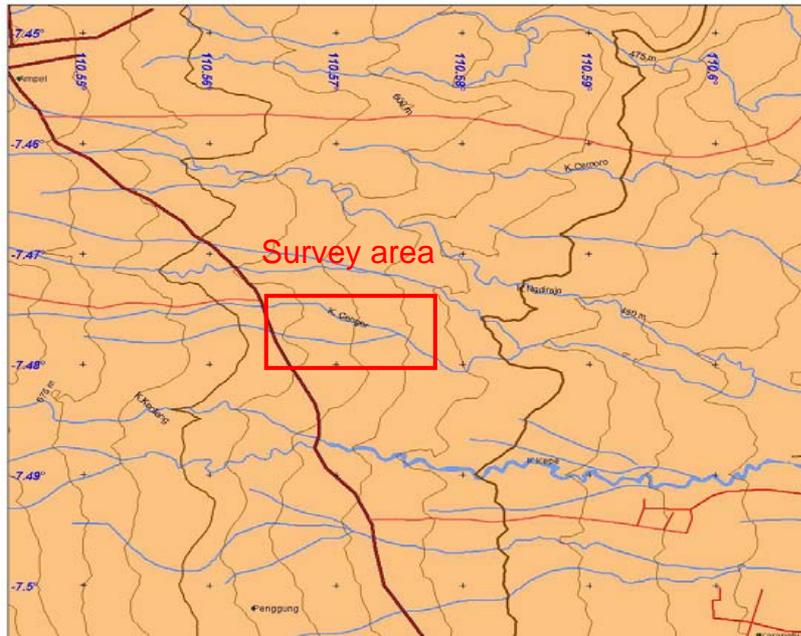
LAMPIRAN 5

Peta Topografi Desa Tompak Slaka 1:150.000



LAMPIRAN 6

Peta Geologi Desa Tompak Skala 1:600.000



PETA GEOLOGI Ds. TOMPAK



1 : 100.000

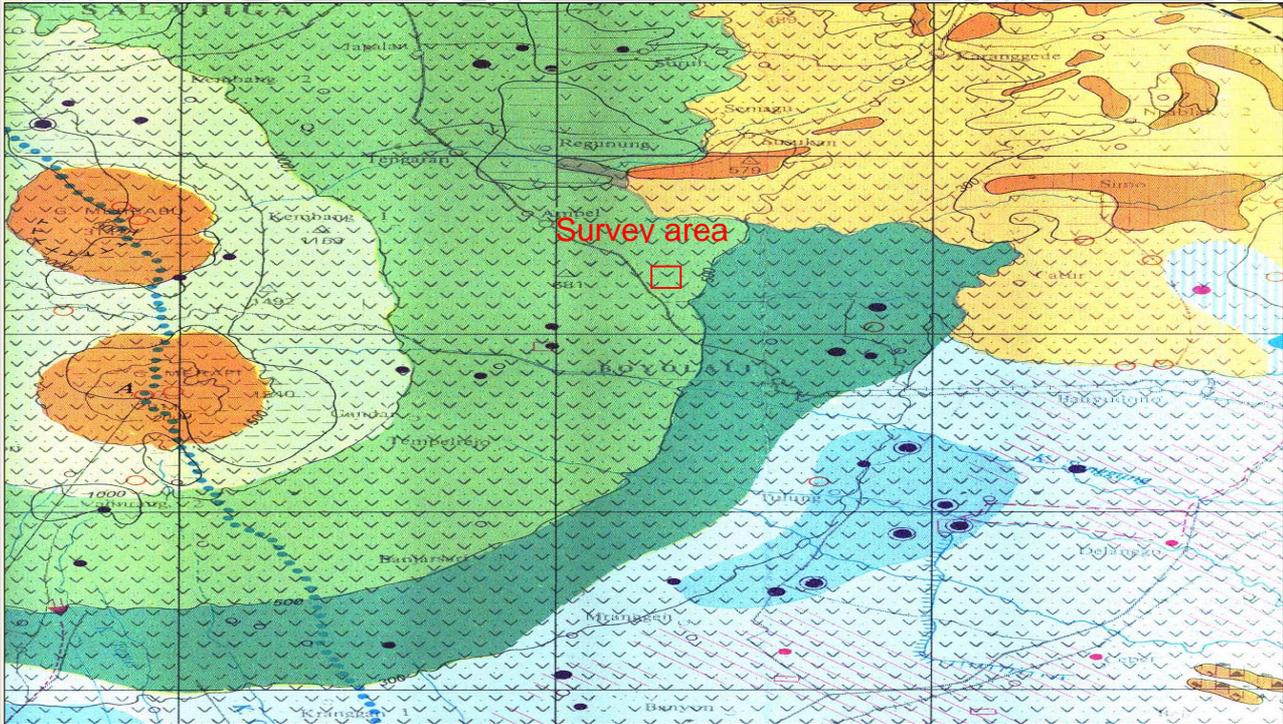
Legend :

-  Batuan Gunung Berapi tak terpisahkan
-  Jalan Arteri satu jalur, dua jalur atau lebih
-  Jalan Lokal
-  Sungai
-  Kontur Bantu
-  Kota



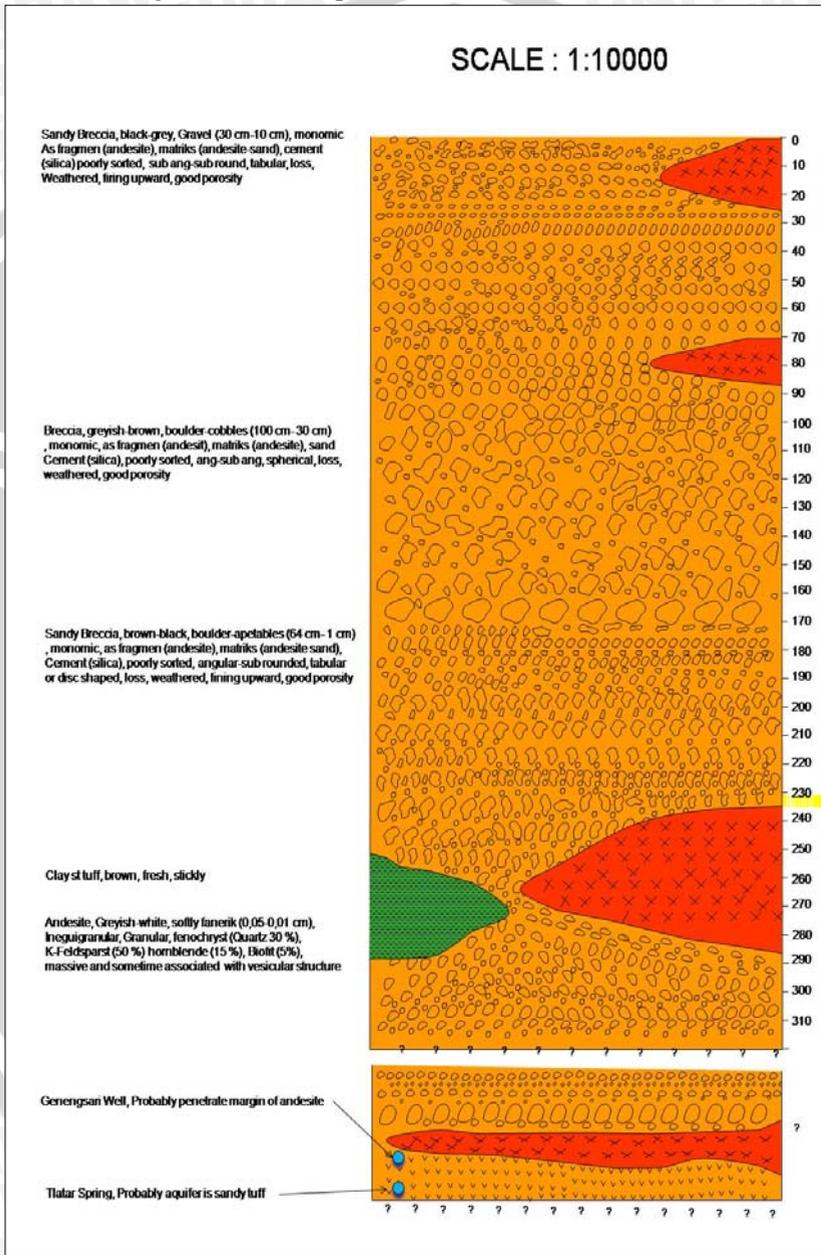
LAMPIRAN 7

Peta Hidrologi Desa Tompak Skala 1: 1.500.000



LAMPIRAN 8

Profile stratigrafi Desa Tompak Skala 1:20.000



LAMPIRAN 9

Tabel 1 Kisaran Nilai Resistivitas Batuan (Loke.DR. M.H, 1996)

Material	Resistivitas (Ohm m)
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 Kisaran Nilai Resistivitas Batuan (Telford, 1976)

Material	Resistivity (Ohm meter)
Sedimentary Rock	
Shale	10 - 10^3
Sandstone	1 - 10^8
Limestone	$50 - 10^7$
Dolomite	$10^2 - 10^4$
Lavas	$10^2 - 5 \cdot 10^4$
Tuffs	$2 \cdot 10^1 - 2 \cdot 10^2$

Unconsolidated Sediment	
Sand	1 - 10 ³
Clay	1 - 10 ²
Marl	1 - 10 ²
Groundwater	
Portable well water	0.1 - 10 ³
Brackish water	0.2 - 1
Sea water	0.2
Supersaline brine	0.5 - 0.2

Tabel 3 Kisaran Nilai Resistivitas Batuan Menurut Blaricom, 1988

Rock Type	Resistivity Range ($\Omega.m$)
Igneous and Metamorphic Rocks	
Granite	3 x 10 ² - 10 ⁶
Andesite	1.7 x 10 ² - 4.5 x 10 ⁴
Lavas	10 ² - 5 x 10 ⁴
Basalt	10 - 1.3 x 10 ⁷
Tuffs	2 x 10 ³ - 10 ⁵
Slates various	6 x 10 ² - 4 x 10 ⁷
Marble	10 ² - 2.5 x 10 ⁸
Quartzites various	10 - 2 x 10 ⁸
Sediments Rocks	
Consolidates Shales	20 - 2 x 10 ³
Argilites	10 - 8 x 10 ²
Conglomerates	2 x 10 ³ - 10 ⁴
Sandstones	1 - 6.4 x 10 ⁸
Limestones	50 - 10 ⁷
Dolomite	3.5 x 10 ² - 5 x 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	0.3 - 0.2

LAMPIRAN 10

Gambar Peralatan Geolistrik



LAMPIRAN 11

Gambar Boyolali Lintasan 1



Gambar Boyolali Lintasan 2



Gambar Boyolali Lintasan 3



Gambar Boyolali Lintasan 4



Gambar Boyolali Lintasan 5



Gambar Boyolali Lintasan 6

