

**STUDI AKUIFER BAWAH PERMUKAAN
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS
KONFIGURASI SCHLUMBERGER
DI DESA NATANAGE KECAMATAN BOAWAE KABUPATEN
NAGEKEO FLORES NUSA TENGGARA TIMUR**

SKRIPSI

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

**Oleh :
FAJAR RAKHMANTO
0310930023-93**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI AKUIFER BAWAH PERMUKAAN
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS
KONFIGURASI SCHLUMBERGER
DI DESA NATANAGE KECAMATAN BOAWAE KABUPATEN
NAGEKEO FLORES NUSA TENGGARA TIMUR**

Oleh :

FAJAR RAKHMANTO

0310930023-93

**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

Ir. Wiyono, M.Si

NIP. 131 276 244

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 : Fajar Rakhmanto
NIM : 0230930023-93
Program Studi : Fisika
Penulis skripsi berjudul :

Studi Akuifer Bawah Permukaan
Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas
Konfigurasi Schlumberger
Di Desa Natanage Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo
Flores Nusa Tenggara Timur

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

- 1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka, semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.**
- 2. Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi 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, Februari 2009
Yang menyatakan,

(Fajar Rakhmanto)
NIM. 0310930023-93

**STUDI AKUIFER BAWAH PERMUKAAN
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS
KONFIGURASI SCHLUMBERGER
DI DESA NATANAGE KECAMATAN BOAWAE
KABUPATEN NAGEKEO FLORES NUSA TENGGARA TIMUR**

ABSTRAK

Desa Natanage Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo Flores Nusa Tenggara Timur terletak dilembar gunung Ambulombo, dengan kondisi geologi yang didominasi oleh batuan vulkanik sehingga keberadaan air tanah sangat dalam dan tidak merata disemua wilayah. Dalam memenuhi kebutuhan air, masyarakat desa Natanage mengandalkan tampungan air hujan dan mata air yang terletak jauh dari pemukiman. Tujuan dari studi ini adalah untuk menggambarkan kondisi struktur bawah permukaan secara vertikal dan horisontal serta mengetahui dan mempelajari sebaran akuifer bawah permukaan. Pendugaan akuifer dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger pada 15 titik studi (NTG1 sampai NTG15)

Dari pengolahan data 1D dan 2D, akuifer bawah permukaan terletak pada kedalaman 10.6 sampai 90.5 meter yang diidentifikasi sebagai sisipan pasir. Hasil 3D menunjukkan adanya tujuh zona sebaran akuifer dengan kedalaman yang berbeda, yakni zona 1 pada kedalaman 10 meter, zona 2 pada kedalaman 20 meter, zona 3 pada kedalaman 30 meter, zona 4 pada kedalaman 40 meter, zona 5 pada kedalaman 50 sampai 80 meter, zona 6 pada kedalaman 90 meter, zona 7 pada kedalaman 100 meter, 110 meter, dan 120 meter. Titik yang paling potensial untuk kegiatan eksploitasi air tanah berada pada NTG1 dan NTG10.

Kata kunci : akuifer, metode geolistrik resistivitas, konfigurasi Schlumberger.

STUDY ON UNDERGROUND AQUIFER USING SCHLUMBERGER CONFIGURATION BASED RESISTIVITY GEOELECTRIC METHOD AT NATANAGE VILLAGE, BOAWAE SUBDISTRICT, NAGEKEO FLORES REGENCY, EAST NUSA TENGGERA

ABSTRACT

Natanage Village, Boawae Subdistrict, Nagekeo Flores Regency, East Nusa Tenggara is located at the valley of Ambulombo Mount. The geology is dominated by volcanic rock meaning that soil water is very deep and this water is not distributed in all area. In order to fulfill the need of water, the community relies usually on rain water and the spring which is far away from the village. The objective of the study is to describe the subsurface structure vertically and horizontally and to examine the aquifer distribution. The Geoelectrical method was applied (Schlumberger configuration) and 15 sounding points were conducted in this investigation (NTG1 to NTG15).

Based on 1D and 2 D data processing, the aquifer was between 10.6 and 90.5 meters depth, which is identified as sand insertion. Result of 3D data processing indicates that there are seven zones of aquifer distribution in various depths, which are zone 1, zone 2, zone 3, zone 4, zone 5 zone 6 and zone 7 are located on 10 meters, 20 meters, 30 meters, 40 meters, 50 to 80 meters, 90 meter, and, 100, 110 and 120 meters respectively. The most potential one to be exploited were NTG1 and NTG10.

Keywords: *aquifer, resistivity geoelectric method, Schlumberger configuration*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan kemuliaan penulis persembahkan kepada ALLAH SWT atas segala karunia-Nya, pemeliharaan dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul:

**“ Studi Akuifer Bawah Permukaan
Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas
Konfigurasi Schlumberger
di Desa Natanage Kecamatan Boawae
Kabupaten Nagekeo Flores Nusa Tenggara Timur”**

Keberhasilan pelaksanaan dan penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tulus hati penulis ucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Drs. Adi Susilo, M.Sc., PhD. selaku dosen pembimbing I dan Ketua Jurusan Fisika yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ir. Wiyono, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar telah memberikan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ir. Baskoro, Ir. Imam selaku pendamping pengambilan data yang telah memberikan arahan dan fasilitas.
4. Dra. Lailatin Nuriyah M.Si dan Acmad Hidayat, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, arahan dan nasehat.
5. Sukir Maryanto S.Si., M.Si., PhD selaku Kepala Laboratorium Geofisika dan dosen penguji yang telah memberikan ijin penggunaan alat, arahan dan nasehat.
6. Kedua orangtua, adik beserta keluarga, yang telah membantu dengan segala kasih dan memberikan dukungan doa untuk kelancaran pelaksanaan dan penulisan skripsi ini.
7. Nilawati yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya.

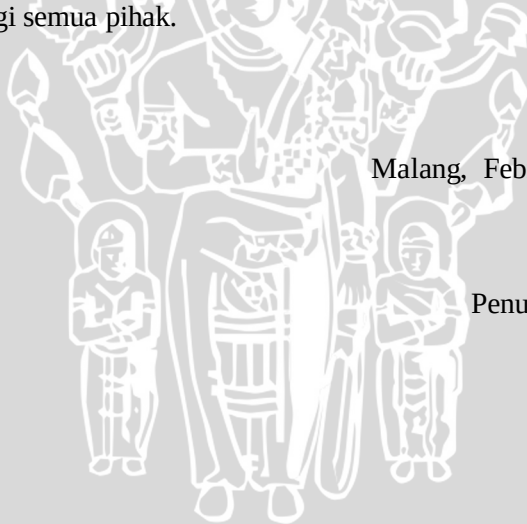
8. Teman-teman fisika 2003, yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terimakasih atas semua dukungan dan semangatnya.
9. Para staf TU Fisika, Bapak Wahyudi selaku laboran Geofisika, terima kasih selama ini telah banyak membantu dalam mempersiapkan akusisi.
10. Teman seperjuangan, Rinda Adi, Hendra, Andi Budi dan Ardi (Flores) yang telah berkerja sama dalam akusisi data.
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, penulis ucapkan terimakasih atas bantuan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mohon kiranya dapat dimaklumi dan penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca yang sangat membangun.

Semoga penyusunan dan penulisan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Februari 2009

Penulis



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu diantara dua sumber energi utama yaitu sinar matahari dan air. Air yang digunakan oleh makhluk hidup berasal dari air tanah dan air bawah tanah. Air tanah merupakan air yang berada dipermukaan tanah (misal: sungai, danau, dll), sedangkan air bawah permukaan tanah (misal: sungai bawah tanah, air sumur, dll). Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, kebutuhan air sebagai kebutuhan primer menjadi masalah, baik untuk kebutuhan sehari-hari, pertanian, peternakan dan industri. Hal ini mirip dengan kondisi desa Natanage Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo Flores. Debit air dari sumber mata air dan sungai sudah tidak dapat mencukupi kebutuhan masyarakat serta kondisi batuan didaerah ini didominasi oleh batuan vulkanik, sehingga usaha eksplorasi air sulit untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan sifat batuan daerah tersebut bersifat semiporus sampai padu, maka dari itu keberadaan air tanah tidak merata dan keberadaannya pada umumnya dalam.

Kondisi air tanah yang semacam ini menjadikan masyarakat di desa Natanage mengandalkan tampungan air hujan dan sumber air yang jauh dari pemukiman dengan debit air kecil terutama diwaktu musim kemarau. Dengan intensitas hujan yang rendah dan musim basah yang pendek, menjadikan daerah ini sangat kering.

Dalam memecahkan masalah diatas diperlukan suatu studi mengenai kondisi bawah permukaan. Studi bawah permukaan dapat dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Prinsip dasar geolistrik resistivitas yaitu memanfaatkan sifat hantaran listrik batuan dan sifat geologinya. Prinsip kerja geolistrik ini yaitu dengan menginjeksikan arus listrik melalui suatu elektroda sehingga akan diperoleh beda potensial dari lapisan tanah tersebut. Hasil akhir dari metode geolistrik resistivitas adalah nilai resistivitas bawah permukaan. Nilai resistivitas ini dapat digunakan untuk menduga jenis lapisan tanah dan akuifer. Pendugaan ini dapat membantu masyarakat setempat untuk menentukan daerah eksplorasi air yang tepat.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana kondisi geologi bawah permukaan daerah studi dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger ?
- b. Bagaimana sebaran dan kedalaman akuifer?

1.3. Batasan Masalah

Studi yang dilakukan memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Penentuan struktur lapisan bawah permukaan dilakukan dengan menggunakan alat resistivitymeter merk OYYO, GPS (Global Positioning System) dan data penunjang lainnya (Peta geologi, peta hidrogeologi, data sosial ekonomi, dsb).
2. Desain daerah studi berbentuk persegi dengan 15 titik studi.
3. Akusisi dilakukan dengan jarak antar titik studi 50 meter dan jarak bentangan elektroda AB 400 meter.
4. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Software Excel, IPI2WIN, PROGRESS3 dan SURFER8.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pertama dari penelitian ini adalah

1. Menggambarkan kondisi struktur lapisan bawah permukaan secara vertikal dan horizontal di desa Natanege Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo Flores Nusa Tenggara Timur.
2. Mengetahui dan mempelajari sebaran serta kedalaman akuifer bawah permukaan di desa Natanege Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo Flores Nusa Tenggara Timur.

1.5. Manfaat Studi

Hasil dari studi ini diharapkan dapat dipergunakan sebagai data acuan sebelum dilakukan kegiatan eksploitasi atau pengeboran air tanah, sehingga pemerintah ataupun masyarakat dapat lebih memanfaatkan potensi alam.

BAB II DASAR TEORI

2.1. Air Tanah

Soemartono (1987) mengartikan air tanah adalah air yang tedapat di dalam ruang butiran-butiran tanah maupun dalam retakan batuan. Hampir semua air tanah merupakan dari daur hidrologi. Adapula yang disebut dengan “air connate” yaitu air yang terperangkap di dalam rongga-rongga batuan sedimen pada proses pengendapannya. Air tersebut dapat berupa air laut, air tawar dengan mineral tinggi. Sedangkan air yang berasal dari magma gunung api dinamakan air “junevil”.

Air tanah terbentuk dari air hujan yang meresap ke dalam tanah di daerah resapan (*recharge area*) dan mengalir melalui lapisan-lapisan batuan yang berfungsi sebagai lapisan pembawa air (akuifer) menuju daerah lepasan (*discharge area*). Air hujan sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah menjadi air tanah (Sosrodarsono, 1983). Jumlah air hujan yang meresap ke dalam tanah dipengaruhi oleh kemiringan permukaan tanah (topografi), kondisi cuaca, porositas dan permeabilitas lapisan bumi serta jumlah vegetasi yang terdapat pada daerah tersebut.

2.1.1. Sifat Batuan Terhadap Air Tanah

Akuifer merupakan sifat batuan yang dapat mengalirkan air, yaitu berupa lapisan permiabel. Lapisan permiabel antara lain berupa lapisan pasir atau lapisan kerikil. Lapisan tanah yang tidak dapat mengalirkan air disebut *aquiclude* dan lapisan yang menahan air (seperti lapisan batuan) disebut lapisan kebal air (*aquifuge*). Kedua jenis lapisan tak tembus air tersebut merupakan lapisan impermiabel. Air tanah dalam batuan mengisi rongga-rongga (*voids, interstices*) atau pori- pori. Rongga primer terbentuk selama proses geologi yang pada umumnya terjadi pada batuan sedimen dan batuan beku. Sedangkan rongga sekunder terjadi setelah batuan terbentuk.

Karakteristik batuan pembawa air yang berfungsi sebagai akuifer adalah batuan sedimen yang mempunyai banyak pori-pori seperti endapan vulkanik klastik, endapan lepas (pasir, kerikil dan kerakal) dan batu gamping berongga. Semakin halus ukuran butiran batuan, maka akan menjadi lapisan pembawa air yang buruk (kedap

air) seperti lempung, gamping dan kristalin (Todd, 1980 dalam Cahya S, 2008).

Batu gamping dan batu kapur yang telah mengalami pelapukan dan mempunyai lubang yang cukup banyak dapat juga berfungsi sebagai akuifer yang cukup baik. Pada umumnya batuan beku dan metamorfik merupakan akuifer yang buruk kecuali jika ada rekahan atau retakan dan rongga yang cukup besar sehingga dapat menyediakan saluran air dan tempat penampungannya.

Berdasarkan permeabilitasnya batuan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

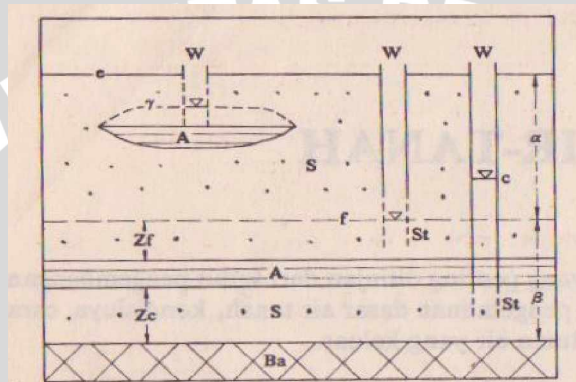
1. Lapisan permeabel (menyerap air)
Lapisan ini disusun oleh material kasar seperti pasir, kerikil dan kerakal yang mempunyai pori yang besar, sehingga air tanah akan mengalir dengan mudah.
2. Lapisan semi permeabel (semi menyerap air)
Lapisan ini mempunyai kemampuan semi menyerap air, materialnya seperti pasir lempungan.
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.

Berdasarkan susunan lapisan geologi dan harga kelulusan air, corak akuifer dapat dibedakan menjadi empat macam (lihat Gambar 2.1) yaitu (Sosrosardono, 1983):

1. Akuifer bebas (*Unconfined Akuifer*): 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*): 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*): 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: akuifer yang mempunyai massa air tanah terpisah dari tanah induk oleh lapisan yang relatif kedap air yang begitu luas dan terletak diatas daerah jenuh.



S : Lapisan permeabel	A : Lapisan impermeabel
Ba : Batuan dasar (lapisan tidak permeabel)	e : permukaan tanah
f : permukaan air bebas	c :
W : Sumur	St
a : zona aerasi	
: Saringan	

Gambar 2.1. Corak Akuifer (Sosrodarsono, S. 1983).

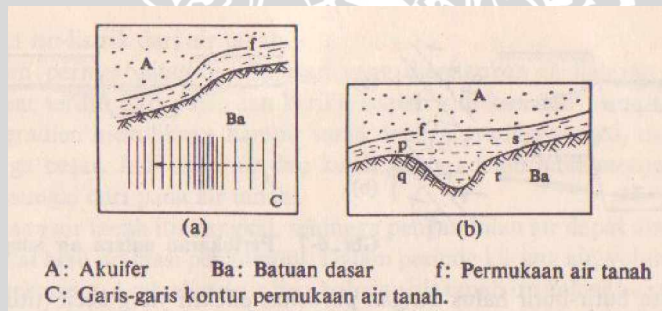
2.1.2. Distribusi Air Tanah

Zona akuifer dibedakan menjadi zona jenuh dan zona tak jenuh. Di dalam zona jenuh semua rongga terisi oleh air dibawah tekanan hidrostatik, sedang zona tak jenuh diisi oleh air dan udara. Air yang berada di zona jenuh dinamakan air tanah, sedangkan air dalam zona tak jenuh dinamakan air mengambang atau air dangkal (*vedus water*) (Soemartono, 1987).

Air tanah dalam akuifer yang tertutup lapisan impermiabel serta mendapat tekanan disebut dengan air tekekang. Sedang air

tanah yang tidak tertutup lapisan impermiabel disebut air bebas. Air sumur merupakan salah satu contoh air bebas. Jadi permukaan air bebas merupakan batas zona jenuh air dengan zona tak jenuh. Jika di zona tak jenuh (aerasi) terbentuk suatu lapisan impermiabel maka air yang terbentuk diatas lapisan ini disebut dengan air tumpang.

Corak batuan dasar dapat diketahui dari corak pergerakan air tanah. Jika lapisan A (permiabel) terletak diatas batuan Ba yang mempunyai titik perubahan gradien (kemiringan) maka gradien air tanah itu juga berubah terhadap gradien tersebut (Gambar 2.2(a)). Adapula corak gradient batuan dasar yang tidak mencerminkan pergerakan air tanah seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2(b). Gambar tersebut menunjukkan batuan dasar p sampai q mempunyai gradien berlawanan terhadap gradien air tanah, maka aliran air tanah pada bagian batuan dasar p-q sampai r menjadi tidak normal dan muka air tanah seolah-olah berbentuk garis lurus p sampai s. Jadi dalam hal ini, bentuk-bentuk batuan dasar yang cekung tidak tercermin pada gradient tanah.



Gambar 2.2. Corak Gradient Batuan Dasar (Sosrodarsono, S. 1983).

2.2. Jenis Akuifer Air Tanah

Keberadaan air tanah dapat dibedakan menjadi lima jenis, antara lain: air tanah dataran aluvial, air tanah kipas detrital, air tanah terras dialuvial, air tanah dikaki gunung api dan air tanah zona retakan.

2.2.1. Akuifer Aluvial

Aluvial meliputi semua jenis bahan yang diendapkan oleh aliran sungai dari bahan yang halus sampai kasar. Pada akuifer aluvial dibedakan menjadi :

1. Air Susupan

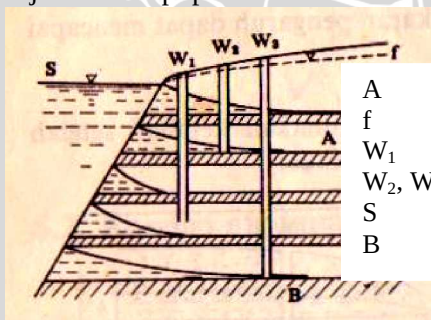
Air susupan merupakan air yang mengendap di dataran banjir ditambah peresapan air sungai. Kondisi air susupan ini dapat diketahui dari garis ketahanan iso-listrik dari lapisan, serta permukaan air pada akuifer aluvial susupan relatif dangkal, sehingga pengambilan air dapat dilakukan dengan sumur dangkal.

2. Air Tanah di Lapisan yang Dalam

Lapisan ini dicirikan dengan aluvium dan diluvium yang diendapkan sampai beberapa ratus meter yang terdiri dari lapisan pasir, kerikil dan lempung. Air tanah di lapisan ini dalam keadaan tertekan dan seringkali permukaan air ini terdapat di permukaan tanah. Untuk mendapatkan air ini dilakukan dengan pengeboran sumur dalam.

3. Air Tanah Sepanjang Pantai

Pada umumnya air tanah sepanjang pantai tercampur oleh air asin (intrusi air laut) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3. Perbatasan antara air asin dan air tawar ditentukan oleh dalamnya akuifer, permeabilitas, besar tekanan, dan faktor yang lain. Sumur ini tidak akan tercampur air asin meskipun lataknya dipantai. Kadang pencampuran itu terjadi pada sumur dangkal dan cukup jauh dari tepi pantai.



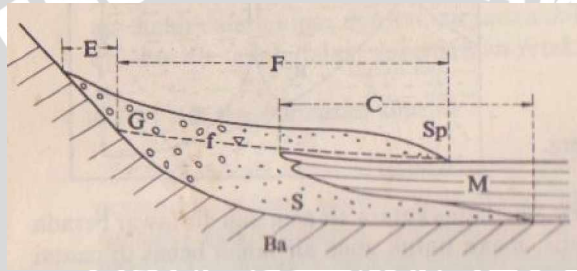
- A : Akuifer air terkekang
- f : permukaan air bebas
- W₁ : Sumur yang tidak dimasuki air asin
- W₂, W₃ : Sumur yang dimasuki air asin
- S : Permukaan air laut
- B : Lapisan impermiabel

Gambar 2.3. Penerobosan Air Asin Pada Air Terkekang (Sosrodarsono, S. 1983).

2.

Endapan kipas detrital terdiri atas dua bagian yaitu endapan di atas kipas dan endapan di bagian ujung bawah kipas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Karakteristik dari akuifer kipas detrital antara lain:

1. Endapan terdiri dari lapisan pasir dan kerikil yang tidak terpilih. Zona penambahan air sulit untuk ditampung, dimana tempat terbentuknya di hulu endapan.
2. Endapan dibagian tengah kipas terdiri dari lapisan pasir. Keberadaan permukaan air tanah bebas umumnya dalam.
3. Makin dekat ke ujung batas kipas, permukaan air tanah semakin dangkal dan seringkali air keluar di ujung bawah kipas. Pada bagian ini terbentuk juga zona air terkekang yang dangkal karena bagian ini tertutup lapisan lempung.



Keterangan :

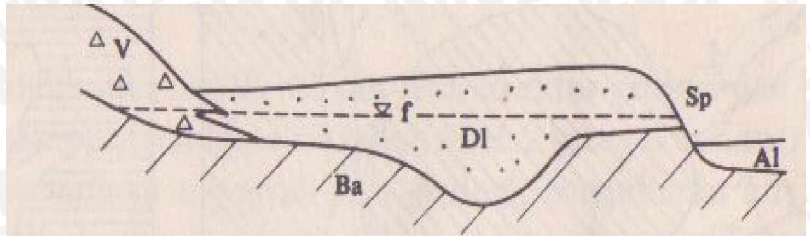
Ba	: Batuan dasar	F	: Zona air bebas
S	: Endapan ditengah kerucut detrital	C	: Zona air terkekang
M	: Endapan dihilir endapan detrital	Sp	: Mata air di zona hilir detrital
E	: Zona penambahan	G	: Endapan dipuncak kerucut detrital
f	: Permukaan air tanah bebas		

Gambar 2.4. Sketsa Akuifer Kipas detrital (Soermartono, 1987).

2.2.3. Akuifer Terras Diluvial

Akuifer dalam terras diluvial ditandai dengan :

1. Pada lembah batuan dasar terdapat akuifer yang tebal dan mata air akan keluar pada bagian di mana batuan dasar telaknya dangkal.
2. Jika terras tersambung dengan kaki gunung api seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 dan endapan lapisannya juga tersambung dengan endapan kasar gunung itu, maka pengisian air tanah akan menjadi besar meskipun daerah aliran air kecil. (Sosrodarsono. S, 1983)



Keterangan :

Ba : Batuan dasar

Dl : Lapisan Diluvial

Al : Lapisan aluvial

V : Endapan vulkanik

Sp : Mata air

f : Permukaan air tanah bebas

Gambar 2.5. Sketsa Profil Terras Dilluvial (Sosrodarsono, 1983).

2.2.4. Akuifer Kaki Gunung Api

Topografi dan geografi kaki gunung api dipengaruhi oleh sejarah keaktifan gunung api tersebut, maka tiap gunung api tidak mempunyai kesamaan. Namun air tanahnya mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Kaki gunung mempunyai topografi pegunungan dengan evaporasi tinggi dari tumbuhan. Umumnya daerah ini mempunyai curah hujan tinggi.
2. Frakmen gunung api membentuk ruang-ruang sehingga dapat dengan mudah mengalirkan air.
3. Bagian dasar lava yang telah mengering banyak mengandung retakan dan membentuk ruang, maka air tanah dengan mudah mengalir sampai lembah.

2.2.5. Akuifer Zona Retakan

Pada sesar tegak (*ortho fault*) dengan lapisan terras yang turun mempunyai banyak ruang/rongga dan dengan mudah mengandung air celah. Sedangkan pada sesar balik dimana lapisan bawahnya yang turun, pada umumnya mempunyai ruang yang sedikit disebabkan pembentukan sesar tanah liat. Sehingga air tanah terbenjeng dan permukaan air tanah naik. Pengambilan air ini dapat dilakukan dengan penggalian sumur horizontal.

Melihat jenis kesarangannya (Todd, 1980 dalam Anonymous, 2008^b), batuan-batuan itu dipisahkan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Sistem Akuifer Melalui Ruang Antar Butir

Sistem akuifer ini dijumpai pada aluvium dan endapan pantai yang terdiri atas kerakal, kerikil, pasir dan lempungan. Sebarannya hampir terdapat di semua daerah studi dengan kelulusan batuan ini umumnya tinggi.

2. Sistem Akuifer Melalui ruang Antar Butir Dan Celahan
Litologi penyusun sistem akuifer ini terdiri dari beberapa jenis batuan antara lain :

Hasil Endapan Gunungapi Tua, yang terdiri atas lava, breksi, anglomerat, tufa dan breksi batuapung. Kelulusannya sangat bervariasi rendah sampai tinggi. Sebarannya di daerah yang mempunyai kelulusan sedang sampai tinggi terutama pada tufa dan breksi batuapung.

Formasi kiro, batuanannya terdiri atas lava, breksi, tufa pasiran, tufa lempungan dan batupasir tufaan. Sebarannya di daerah yang mempunyai kelulusan yang bervariasi.

3. Sistem Akuifer Melalui Celahan Dan Saluran
Jenis Akuifer batuan yang menyusun sistem akuifer berupa batu gamping koral, sifat fisik pejal dan tidak berlapis, adanya lubang-lubang pelarutan mengakibatkan batuan ini mempunyai kelulusan sedang sampai tinggi. Sebarannya tidak merata di semua tempat.

2.3. Metode Geolistrik

Geolistrik pertama kali digunakan oleh Conrad Schumberguer pada tahun 1912. Geolistrik merupakan salah satu cara pendugaan bawah permukaan dengan mengalirkan arus listrik DC (direct current) dengan tegangan tinggi kedalam tanah (Anonymous, 2008^a). Dalam metode geolistrik ini meliputi pengukuran beda 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. Geolistrik Resistivitas

Dasar fisis dari pengukuran geolistrik dengan menginjeksikan arus listrik searah atau bolak-balik frekuensi rendah ke dalam bumi. Metode geolistrik resistivitas (tahanan jenis)

merupakan pendugaan bawah permukaan berdasarkan resistivitas batuan. Prinsipnya adalah mengukur variasi hantaran arus listrik vertikal dan horisontal sebagai penunjuk posisi, batas dan hambatan semu dari berbagai keadaan bawah permukaan. Sasaran metode geolistrik adalah mengetahui susunan geologi bawah permukaan daerah penelitian. Metode ini juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya air tanah, kontruksi lapisan tanah dan eksplorasi mineral.

Ketentuan sifat kelistrikan batuan dinyatakan dengan perantaraan nilai tahanan jenis dan tidak dipengaruhi oleh susunan mineralnya melainkan terpengaruh oleh porositas, jumlah air yang terperangkap dalam pori-pori batuan dan derajat kegaraman air yang dikandungnya (Reynold, 1997 dalam Uchron, 2007). Batuan sedimen merupakan lapisan batuan pembawa air yang baik, mempunyai banyak pori antar ruang butirnya. Semakin halus ukuran butiran batuan menjadikan lapisan batuan pembawa air yang buruk (kedap air), seperti lempung, gamping dan kristalin. 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 dalam Uchron, 2007).

Besarnya hambatan suatu batuan tergantung dari hambatan elektrolit yang dikandung dan berbanding terbalik dengan porositas efektif serta kadar jenuhnya. Pada batuan kristalin yang memiliki porositas rendah, aliran elektrik terjadi pada retakan-retakan. Pada kenyataannya banyaknya diskontinuitas akan menentukan besarnya hambatan. Terbukti bahwa besarnya hambatan batuan bervariasi, terutama pada lapisan tanah tidak konsolidasi (misalnya pasir).

Pada metode resistivitas, menurut Vingoe (1972), sebagian dari arus listrik yang diberikan pada lapisan tanah, tertetrasi 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. Perbedaan potensial yang dihasilkan diantara elektroda potensial akan berubah jika dikedalaman tersebut terdapat sebuah lapisan dengan hantaran elektrik yang berbeda (Verhoef, 1989 dalam Cahya S, 2008).

Batuan di bumi ini umumnya mempunyai sifat kelistrikan berupa daya hantar listrik (konduktivitas dan resistivitas) dan konstanta dielektrik. Konstanta dielektrik merupakan polarisasi material dalam suatu medium listrik. Konstanta dielektrik

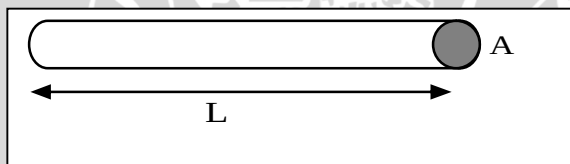
menentukan kapasitas induktif efektif dari suatu material batuan dan merupakan respon statik untuk medan listrik AC maupun DC (Dobrin, 1998).

Prinsip fisis dalam metode geolistrik resistivitas adalah hukum ohm. Arus listrik searah dialirkan melalui suatu medium maka perbandingan antara beda potensial (ΔV) yang terjadi dengan arus (I) yang diberikan adalah tetap, dan besarnya tetapan ini tergantung dari medium yang dilewati oleh arus tersebut. Tetapan ini disebut dengan hambatan listrik yang disimbolkan “ R ”. Dimana besarnya hambatan (R) adalah:

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dimana : R = hambatan (ohm)
 ΔV = beda potensial (volt)
 I = arus listrik (ampere)

Untuk silinder konduktor dengan panjang L dengan luas penampang A yang mempunyai konduktivitas bahan σ seperti pada Gambar 2.6, dengan medan listrik E , maka tahanan yang muncul dirumuskan dengan:



Gambar 2.6. Konduktor Berbentuk Silinder.

$$\int d\vec{V} = - \int \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (2)$$

Rapat arus dalam kawat:

$$J = \sigma E = \sigma \frac{V}{l} \quad (3)$$

$$J = \frac{i}{A} \quad (4)$$

Beda potensial V dapat ditulis:

$$V = \frac{l}{\sigma} J = \left(\frac{l}{\sigma A} \right) I \quad (5)$$

Dengan substitusi persamaan (1) ke persamaan (5), maka didapat:

$$R = \frac{l}{\sigma A} = \rho \frac{l}{A} \quad (6)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (7)$$

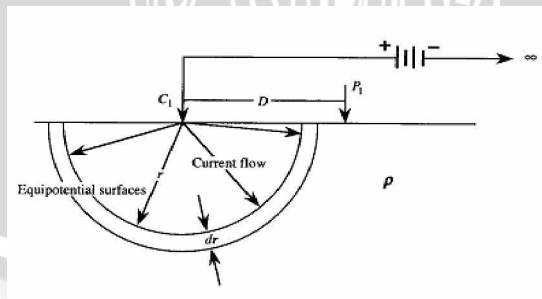
dimana :

- V = beda potensial (volt)
- E = medan listrik (volt/meter)
- σ = konduktivitas bahan ($\text{ohm}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)
- ρ = hambatan jenis (resistivitas) ($\text{ohm} \cdot \text{m}$)
- A = luas penampang konduktor (m^2)
- l = panjang konduktor (m)
- R = hambatan (ohm)

2.3.2. Resistivitas Batuan

Resistivitas (hambatan jenis) batuan adalah daya hambat dari batuan terhadap aliran listrik (kebalikan dari konduktivitas batuan) dengan satuan unit: $\text{ohm} \cdot \text{m}$.

Untuk keadaan bumi yang dianggap homogen isotropis, maka bumi mempunyai bentuk setengah simetri bola, besarnya beda potensial merupakan fungsi jarak (r) saja. Jika terdapat satu sumber arus yang mengalir pada medium homogen isotropis (seperti pada Gambar 2.7) dapat dituliskan:



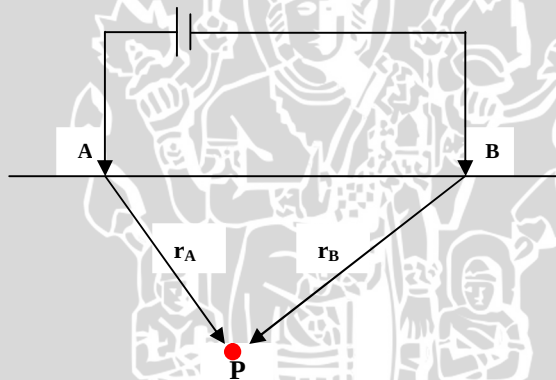
Gambar 2.7. Sumber Arus Satu Titik (Anonymous, 2008^d).

$$dV = IR = I\rho \frac{dr}{2\pi r^2} \quad (8)$$

$$V_D = \int_D^\infty dV = \frac{I\rho}{2\pi} \int_D^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{I\rho}{2\pi} (-1) \frac{1}{r} \Big|_D^\infty \quad (9)$$

$$= \frac{I\rho}{2\pi} (-1) \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{D} \right) \\ = \frac{I\rho}{2\pi D} \quad (10)$$

Pada dua elektroda arus, maka beda potensial yang terjadi pada titik P (Gambar 2.8) yang berjarak r_A dari titik A dan r_B dari titik B menurut persamaan (13) adalah:



Gambar 2.8. Sumber Arus Dua Titik pada Permukaan Homogen Isotropis (Anonymous, 2008^d).

$$V_A = \frac{I\rho}{2\pi r_A} \text{ dan } V_B = \frac{I\rho}{2\pi r_B} \quad (11)$$

$$\Delta V_P = V_A - V_B = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) \quad (12)$$

Jika terdapat dua arus elektroda dan dua elektroda potensial, maka beda potensial pada P_1 dipengaruhi C_1 dan C_2 dengan jarak r_1 dan r_2 . Hal ini juga terjadi pada titik P_2 yang dipengaruhi arus pada

elektroda C_1 dan C_2 dengan jarak r_3 dan r_4 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.

Beda potensial yang terjadi pada elektroda P_1 dan P_2 adalah:

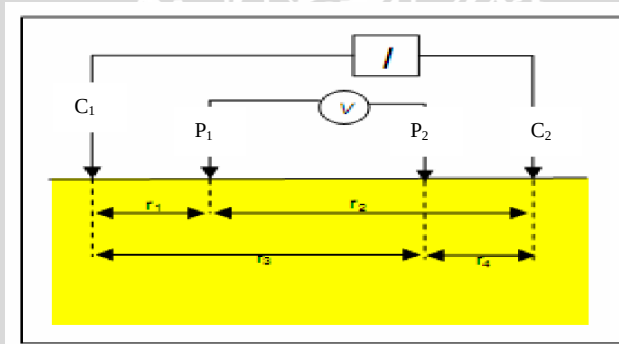
$$V_{P_1} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (13)$$

$$V_{P_2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (14)$$

Beda potensial antara P_1 dan P_2 adalah :

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (15)$$

(Telford et al, 1976).



Gambar 2.9. Beda Potensial Dua Elektroda dari Dua Elektroda Sumber Arus pada Permukaan Homogen Isotropis (Anonymous, 2008^d).

Maka resistivitas dapat ditulis menjadi:

$$\rho = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (16)$$

Dengan:

$$K = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \quad (17)$$

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (18)$$

Dimana K merupakan faktor geometri dari konfigurasi elektrode potensial dan elektroda arus. Faktor geometri merupakan besaran penting dalam pendugaan tahanan jenis vertikal maupun horizontal. Perubahan jarak antar elektroda menjadikan variasi nilai tahanan jenis terhadap kedalaman. Semakin panjang rentang antar elektrodanya (jarak AB) semakin dalam (vertikal) injeksi arus yang dapat dialirkan, namun tergantung pada kuat arus yang digunakan dalam pengambilan data (Santoso, 2002). Kisaran beberapa jenis batuan dan bahan dapat dilihat pada Lampiran 6.

Penggunaan metode geolistrik pada lokasi akuifer menunjukkan fakta bahwa air pada pori-pori batuan akan mengubah konduktivitas batuan sedemikian besar. 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. Resistivitas makin kecil bila :

1. porositas makin besar dan jenuh air
2. konsentrasi zat-zat yang elektrolit semakin banyak terlarut (Anonymous, 2008^b).

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 perlapisan 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 (Robinson, 1988 dalam Cahya S, 2008).

Sifat fisis lain yang mempengaruhi nilai resistivitas adalah porositas dan permeabilitas batuan. Porositas merupakan persentase pori/rongga dari total volume batuan. Selain rongga antar butiran, rongga di dalam batuan dapat juga terbentuk karena adanya sesar atau patahan, dan pelarutan batuan seperti yang sering terbentuk pada batu gamping. Akuifer tidak hanya dipengaruhi oleh porositas batuan tetapi juga dipengaruhi oleh permeabilitasnya. Permeabilitas merupakan suatu ukuran mudah tidaknya aliran fluida melalui suatu media porus. Material yang permeabel memiliki rongga-rongga yang berhubungan satu dengan yang lain sehingga dapat dilalui zat cair. Besarnya lubang tembus dan sifat zat cair akan menentukan permeabilitas material. Umumnya, semakin kecil ukuran partikel penyusun batuan, semakin kecil pula pori-porinya, sehingga permeabilitasnya semakin rendah.

Kisaran nilai porositas dan permeabilitas beberapa batuan ditunjukkan pada Tabel 2.1 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

2.3.3. Resistivitas Semu

Pada metode geolistrik resistivitas mengasumsikan bumi memiliki sifat homogen isotropis. Ketika arus diinjeksikan ke dalam bumi, pengaruh beda potensial yang diamati secara tidak langsung adalah hambatan jenis suatu lapisan bumi tertentu. Nilai ini bukan nilai hambatan jenis yang sebenarnya. Nilai hambatan jenis ini tergantung dari konfigurasi elektroda yang dipakai. Pada 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:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (19)$$

dimana : ρ_a : Resistivitas semu (Ωm)
 K : Faktor Geometris (m)
 ΔV : Beda potensial (V)
 I : Kuat arus (A)

Resistivitas semu merupakan suatu konsep yang menggambarkan tentang kedalaman dan sifat suatu lapisan tertentu. Konsep ini dapat diilustrasikan seperti Gambar 2.10. Dimisalkan medium yang 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 satu harga resistivitas yaitu ρ_a (*Apparent Resistivity*) atau resistivitas semu.



Gambar 2.10. Konsep Resistivitas Semu.

Pada medium berlapis, harga resistivitas semu 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. Nilai resistivitas semu yang dihasilkan oleh setiap konfigurasi akan berbeda walaupun jarak antar elektrodanya sama. Umumnya sifat batuan tidak memiliki sifat homogen sempurna, seperti yang ditunjukkan pada data geolistrik. Posisi batuan yang terletak dengan permukaan tanah akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran. Hal ini akan membuat data geolistrik menyimpang dari yang sebenarnya. Faktor yang dapat mempengaruhi homogenitas lapisan batuan antara lain adanya

sisipan batuan lain pada lapisan, pelapukan batuan induk yang tidak seragam, genangan air, pipa dalam tanah, dsb.

2.3.4. Konfigurasi Elektroda Geolistrik Resistivitas

Metoda geolistrik terdiri dari beberapa konfigurasi, yang masing-masing konfigurasi memiliki perhitungan resistivitas tersendiri. Konfigurasi elektroda yang dimaksud adalah metode pengambilan data dilapangan dengan susunan elektroda arus dan elektroda potensial dengan aturan tertentu. Umumnya, geolistrik resistivitas menggunakan empat buah elektroda, dengan dua elektroda sebagai sumber arus atau *current electrode* (elektroda A dan B) dan dua elektroda yang lain sebagai pengukur beda potensial atau *potential electrode* (elektroda M dan N). Keempat elektroda terletak pada satu garis simetris seperti pada Gambar 2.11. Adapun beberapa macam konfigurasi elektroda yang umum digunakan adalah:

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

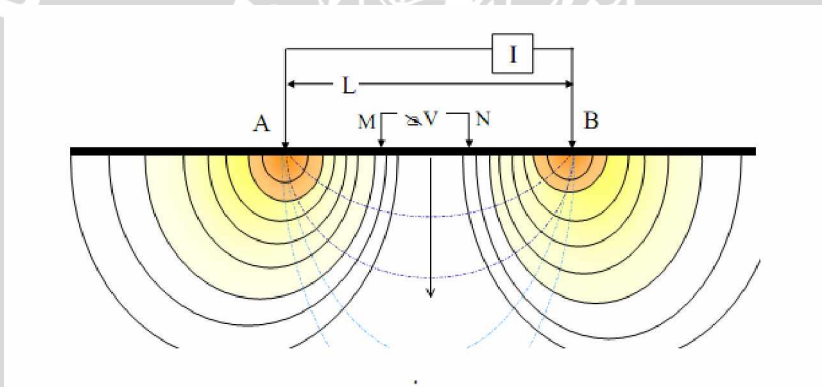
Hasil pengukuran di lapangan berupa nilai hambatan jenis dan jarak antar elektroda, sehingga diperlukan proses agar diperoleh nilai hambatan jenis terhadap kedalaman. Nilai hambatan jenis yang diplot terhadap jarak antar elektroda dengan menggunakan grafik seismilog akan diperoleh kurva hambatan jenis. 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. Cara ini dapat menduga ketebalan lapisan berdasarkan nilai hambatan jenisnya, dan keadaan lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan dapat ditafsirkan (Santoso,2002).

2.3.5. Konfigurasi Schlumberger

Pengukuran dengan konfigurasi Schlumberger dilakukan dengan mengubah jarak elektroda arus (elektroda A dan elektroda

B). Jarak elektroda potensial MN relatif diam, hanya pada konfigurasi Schlumberger jarak $AB/2$ harus lebih besar dari pada MN, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11. Selama pembesaran jarak elektroda arus, jarak elektroda potensial tidak perlu diubah.

Kelemahan dari konfigurasi Schlumberger antara lain pembacaan tegangan pada elektroda MN lebih kecil terutama pada jarak elektroda AB yang relatif jauh. Untuk mengatasi hal ini diperlukan alat dengan *high impedance* atau arus injeksi dengan tegangan tinggi. Keunggulan dari konfigurasi ini adalah kemampuannya untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan. Agar pembacaan pada konfigurasi Schlumberger lebih akurat, pada jarak AB relatif jauh hendaknya menambah jarak MN yaitu jarak $AB/2 > 5MN/2$ atau ketika pembacaan MN sedemikian kecil.



Gambar 2.11. Konfigurasi Schlumberger.

Perhitungan faktor konfigurasi dipenuhi (lihat Gambar 2.11) sesuai dengan persamaan:

$$AM = BN = \frac{1}{2}(AB - MN) \quad (20)$$

$$AN = BM = \frac{1}{2}(AB + MN) \quad (21)$$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]$$

$$= \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{\frac{1}{2}(AB-MN)} - \frac{1}{\frac{1}{2}(AB+MN)} \right) - \left(\frac{1}{\frac{1}{2}(AB+MN)} - \frac{1}{\frac{1}{2}(AB-MN)} \right) \right]$$

$$= \frac{I\rho}{2\pi} \left[\frac{2}{\frac{1}{2}(AB-MN)} - \frac{2}{\frac{1}{2}(AB+MN)} \right] = \frac{I\rho}{\pi} \left[\frac{4MN}{AB^2 - MN^2} \right]$$

(22)

$$\rho = \pi \left[\frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \right] \frac{\Delta V}{I} \quad (23)$$

Sesuai dengan persamaan (18), nilai K untuk konfigurasi Schlumberger adalah

$$K = \pi \left[\frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \right] \quad (24)$$

Penempatan spasi elektroda pada konfigurasi Schlumberger yang benar berpengaruh pada kedalaman pendugaan, karenanya penempatan spasi elektroda telah diperhitungkan antara kedalaman pendugaan 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.

2.4. Kondisi Geomorfologi Daerah Studi

Daerah penelitian geolistrik resistivitas terletak di desa Natanage Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo Flores Propinsi Nusa Tenggara Timur. Secara geografis desa Natanage terletak pada 08°46'26.5" LS dan 121°10'21" BT dengan ketinggian 561 m dpl. Luas wilayah desa Natanage 7,92 km² dengan luas ladang/sawah 29 ha dan luas lahan kering 902 ha (Anonymous, 2008^o).

Topografi kabupaten Nagekeo dipengaruhi oleh adanya daerah perbukitan dan pegunungan, serta diselingi lipatan-lipatan bergelombang. Keadaan vegetasi di kawasan kabupaten Nagekeo hampir sebagian besar terdiri dari padang rumput. Pada daerah-daerah tertentu seperti pada alur-alur sungai terdapat hutan dengan pohon-pohon besar yang rapat. Jenis vegetasi penutup lahan diantaranya : hutan bambu, semak belukar, padang rumput dan perkebunan.

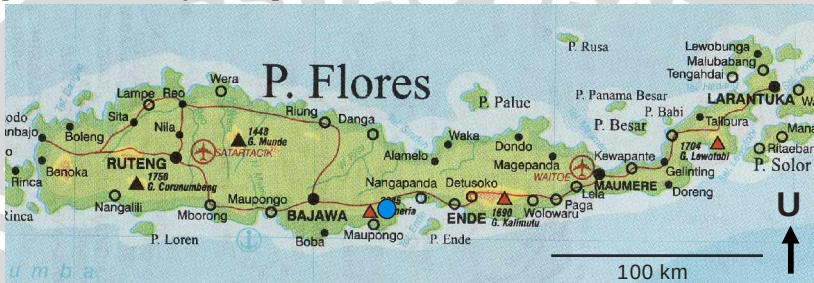
Batuan di Kabupaten Ngada dan Kabupaten Nagekeo didominasi oleh batuan produk vulkanik tua dan muda yang terdiri dari; lava, breksi, aglomerat dan tufa bersisipan tufa pasir dan pasir tufaan. Batuan-batuan ini bersifat semiporous sampai padu sehingga penyebaran air tanah tidak merata atau tidak terdapat di semua daerah dan keberadaan muka air tanah sangat dalam, beberapa daerah diduga memiliki potensi air tanah yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air baku dan irigasi. Pemunculan mata air akibat dari akuifer yang terpotong oleh lembah yang terbentuk akibat gejala geologi (sesar naik-turun /sesar mendatar) yang berada di sekitar daerah tersebut (Anonymous, 2008^o). Peta Hidrogeologi, Peta Geologi Regional Lokasi Pengukuran Geolistrik beserta lokasi akusisi geolistrik dapat dilihat pada Lampiran 2 dan Lampiran 3.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2008, dengan mengambil lokasi di desa Natanage Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo Flores Propinsi Nusa Tenggara Timur. Letak daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



- Lokasi akusisi

Gambar 3.1. Peta Lokasi Akusisi Data (Anonymous, 2008°)

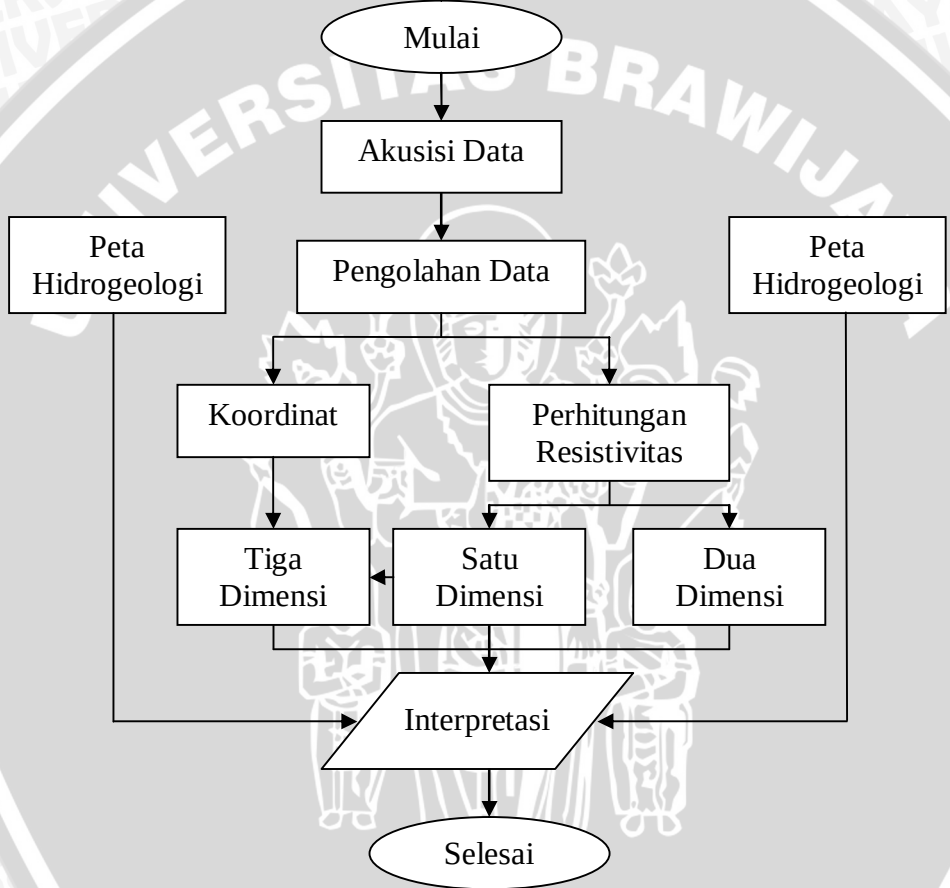
3.2. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan untuk studi dengan metode geolistrik resistivitas 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 kering (26 Ampere/ 12 Volt)
5. Palu
6. Kompas geologi
7. GPS (Global Positioning System)
8. Roll meter 100 m
9. Seperangkat komputer
10. Pasak
11. Mistar

3.3. Bentuk Penelitian

Penentuan lapisan bawah permukaan dilakukan dengan mengukur tahanan jenis batuan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. Nilai hambatan dan arus yang terbaca, dicari resistivitas semu dan resistivitas sebenarnya. Bentuk penelitian mengikuti diagram alir yang ditunjukkan Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

3.3.1. Akuisi Data

Langkah awal yang dilakukan salah satunya adalah orientasi lapangan dan pengamatan kondisi geologi. Penentuan titik lokasi berdasarkan peta topografi, peta geologi dan peta hidrogeologi. Panduan ini dijadikan informasi dan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan langkah selanjutnya, yaitu perencanaan lokasi lintasan dan pengambilan data yang meliputi perencanaan lokasi penelitian, posisi titik (sounding), jarak spasi titik dan panjang lintasan. Selain itu, perlu adanya informasi mengenai daerah yang akan dilakukan studi, apakah daerah tersebut bermasalah atau tidak (misal sengketa tanah).

Sebagai input, arus DC diinjeksikan ke tanah (orde arus adalah 2 sampai 100 mili ampere), melalui elektrode luar (AB). Selanjutnya, akan didapatkan tegangan terukur yaitu keluaran dari elektrode dalam (AB) berupa beda potensial (ΔV), arus listrik (I) dan hambatan (R). Jarak untuk masing-masing elektrode juga dicatat yaitu $AB/2$ dan MN . Data akuisisi dapat dilihat pada Tabel L1 sampai L15 pada Lampiran 2.

Proses pengambilan data (akuisisi) dilakukan dengan konfigurasi Schlumberger dengan panjang bentangan AB antara 400 meter. Jumlah titik sounding 15 titik, masing-masing titik berjarak 50 meter yang membentuk grid persegi. Prosedur sounding untuk konfigurasi Schlumberger sebagai berikut :

4. Tempatkan elektroda-elektroda arus AB dan tegangan MN dengan konfigurasi Schlumberger pada bentangan terpendek yang direncanakan. Catat kuat arus listrik dan nilai resistan yang terukur .
5. Pindah elektroda arus AB (elektroda potensial MN tetap) pada jarak ke 2 yang telah ditentukan. Catat kuat arus listrik dan nilai hambatan yang terukur. Arah bentangan antara A , N , M dan B harus lurus.
6. Lakukan langkah pada poin 2 (dapat berkali-kali) sampai pembacaan nilai resistannya sangat kecil. Biasanya perpindahan elektroda arus AB (elektroda potensial MN tetap) dapat ditentukan sampai beberapa kali tergantung kemampuan alat ukurnya.
7. Jika nilai resitan menunjukkan nilai yang sangat kecil pindahkan elektroda tegangan MN pada posisi 2 yang sudah ditetapkan dengan elektroda arus AB tetap.

8. Apabila poin 4 tidak ada masalah, maka lakukan langkah 2-4 sampai dengan jarak bentangan maksimum yang direncanakan.

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

1. Jarak antar elektroda (jarak elektroda AB dan MN)
2. Jarak antar titik sounding
3. Besar arus yang diinjeksikan (I)
4. Beda potensial yang terjadi (ΔV)
5. Nilai hambatan (R)

Data sekunder meliputi:

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

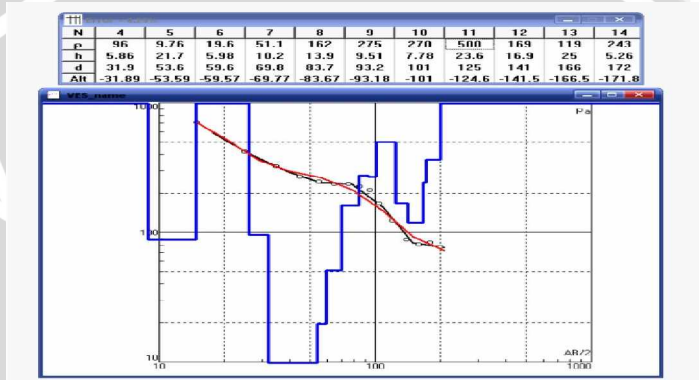
3.3.2. Pengolahan Data

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

Data yang diperoleh dari daerah penelitian diolah menggunakan *software* Excel, IPI2WIN, PROGRESS3 dan SURFER8. Pada *software* Excel digunakan untuk mengolah data posisi yang meliputi koordinat posisi dan perhitungan resistivitas (ρ) berdasar nilai arus (I) dengan satuan Ampere, nilai beda potensial (ΔV) dengan satuan Volt, nilai hambatan (R) dengan satuan Ohm dan jarak bentangan (MN dan $AB/2$) dengan satuan Meter. Nilai resistivitas didapat dengan mengalikan nilai resistansi (R) yang didapat dengan faktor konfigurasi (K). Faktor konfigurasi Schlumberger sesuai dengan persamaan (24). Selanjutnya nilai resistivitas ini digunakan sebagai input pada *software* IPI2WIN.

Software IPI2WIN dan PROGRESS3 berguna untuk menentukan nilai resistivity sebenarnya. IPI2WIN merupakan program komputer yang didesain secara otomatis menjelaskan model resistivitas satu dan dua dimensi di bawah permukaan tanah secara vertikal. Input data pada *software* IPI2WIN antara lain, jarak bentangan ($AB/2$ dan MN) dan nilai resistivitas yang sebelumnya sudah dihitung pada *software* Excel. Proses selanjutnya dilakukan

inversi. Hasil yang didapat berupa tampilan grafik dan nilai resistivitas batuan sebenarnya. Pengolahan *software* IPI2WIN seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Untuk mempermudah pembacaan resistivitas satu dimensi digunakan *software* PROGRESS3, yaitu dengan memasukkan nilai hasil inversi IPI2WIN.

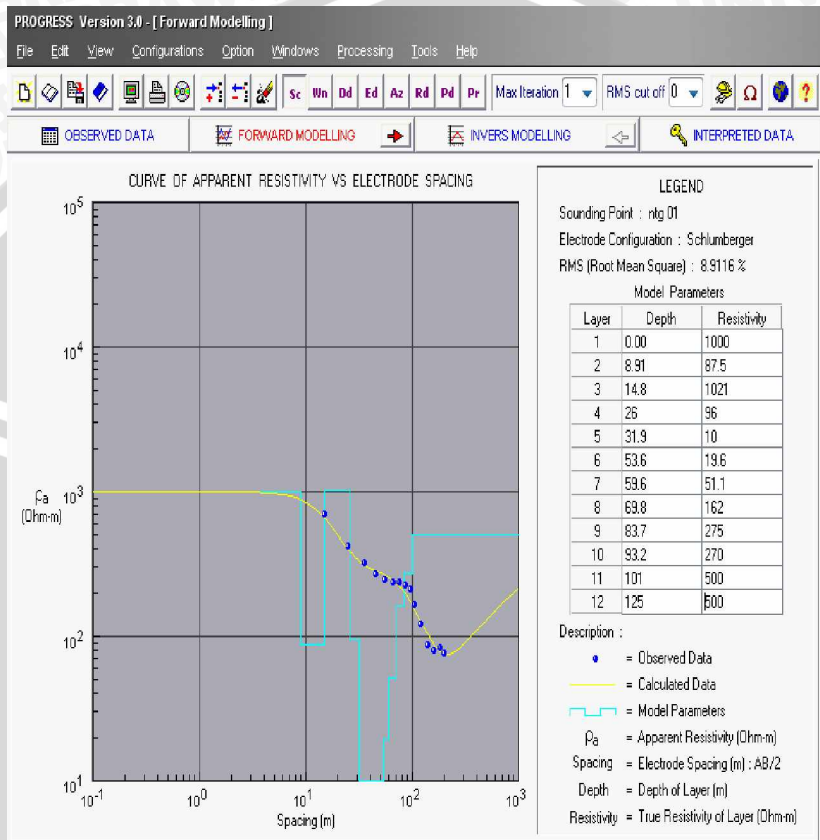


Gambar 3.3. Pengolahan 1D dengan IPI2WIN pada Titik NTG1

Dalam *software* PROGRESS3 dapat menampilkan hasil *resistivity* secara log yaitu hubungan kedalaman dengan nilai resistivitas, sehingga memudahkan dalam interpretasi (lihat Gambar 3.4). Variabel masukan pertama kali menggunakan forward modeling kemudian inverse modeling sehingga diperoleh nilai kesalahan minimum berupa nilai RMS (*Root Mean Square*) minimum dengan parameter yang berupa lapisan, kedalaman dan nilai resistivitas semu (ρ_a). Selanjutnya akan dilakukan interpretasi data sebagai hasil pengolahan yang berupa kurva nilai resistivitas yang sebenarnya (ρ), ketebalan tiap lapisan dan kedalaman lapisan.

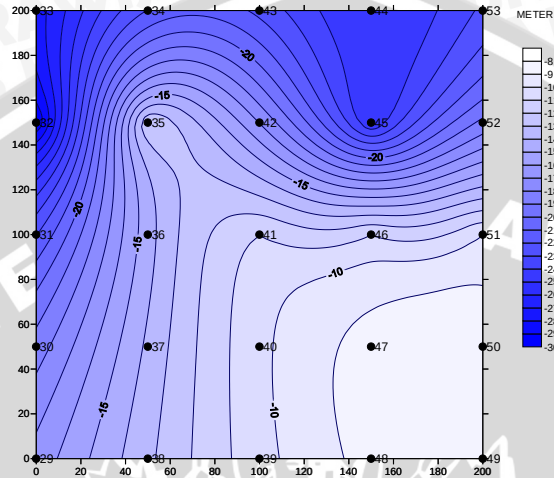
Pemodelan 2D dapat dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan menghubungkan lapisan-lapisan antar titik studi. Hal ini ditandai dengan nilai resistivitas yang hampir sama. Nilai resistivitas menunjukkan jenis lapisan tanah sehingga pada model 2D terlihat lapisan-lapisan batuan penyusun dari permukaan tanah sampai kedalaman tertentu. Masing-masing lapisan batuan penyusun ditandai dengan warna yang berbeda sesuai nilai resistivitasnya.

Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 4.2, Gambar 4.3, Gambar 4.4 pada BAB IV.



Gambar 3.4. Pengolahan dengan PROGRESS3 pada NTG1

Untuk menentukan pola sebaran akuifer dari semua titik pengukuran diperlukan adanya pemodelan secara tiga dimensi (3D) yaitu dengan menggunakan *software* SURFER8 seperti yang ditunjukkan Gambar 3.6. Dari interpretasi masing-masing titik pengukuran dibuat model tiga dimensinya dengan menghubungkan posisi koordinat X, Y yang sebelumnya telah diinput pada *software* Excel dan Z sebagai nilai resistivitas pada kedalaman tertentu. Pada studi ini diambil tiap kedalaman 10 meter.



Gambar 3.6. Contoh Hasil Pengolahan 3D untuk Lokasi Sumba NTT

3.4. Interpretasi Data

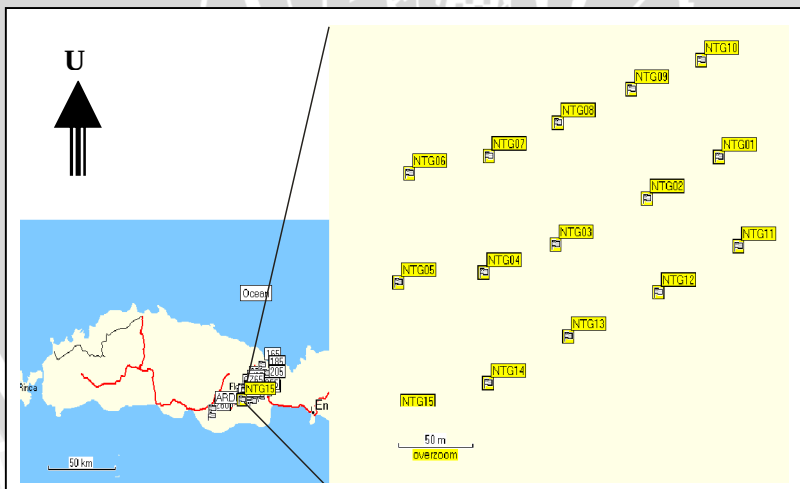
Interpretasi data merupakan langkah akhir penelitian yang dilakukan. Pada tahapan ini hasil penelitian diartikan untuk dapat diketahui bagaimana gambaran kondisi bawah permukaan daerah penelitian. Yaitu melakukan interpretasi berdasarkan hasil 1D, 2D dan 3D dengan dikorelasikan dengan data tabel nilai resistivitas (Tabel L16 pada Lampiran 6) serta peta geologi dan hidrogeologi daerah penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Akusisi Data

Studi akuifer bawah permukaan di di desa Natanage kecamatan Boawae kabupaten Nagekeo Flores propinsi Nusa Tenggara Timur dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Konfigurasi yang digunakan dalam pengambilan data yaitu konfigurasi Schlumberger. Pada konfigurasi ini hanya memindahkan elektroda arus (AB) setiap pengambilan data pada bentangan tertentu. Konfigurasi ini cukup flexible karena waktu untuk mendapatkan data lebih efisien sehingga menghemat tenaga dan waktu. Selain itu, metode Schlumberger dapat menampilkan profil lapisan bawah permukaan satu dimensi (1D) maupun 2D dengan menghubungkan beberapa titik sounding.

Pemilihan titik pengukuran geolistrik terdiri dari 15 titik dengan sebaran titik berbentuk persegi yaitu 3 kali 5 (Gambar 4.1). Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan akuifer yang baik dari 15 titik, dengan cara menghubungkan nilai-nilai resistivitas dari 15 titik dengan jarak antar titik pengukuran yaitu 50 meter, sehingga akan didapatkan sebaran akuifer bawah permukaan.



Gambar 4.1. Lokasi Titik Pengukuran Geolistrik di desa Natanage

Titik NTG01 sampai NTG05 terletak satu garis lurus, titik NTG06 sampai NTG10 terletak disebelah utara titik NTG01 sampai NTG05. Titik NTG11 sampai NTG15 terletak disebelah selatan titik NTG 01 sampai NTG05. Hal ini dikarenakan untuk mempermudah pengambilan titik dan mempercepat pengambilan data.

Letak daerah pengukuran geolistrik terletak dilembar gunung Ambulombo dengan posisi gunung berada di sebelah tenggara. Untuk mendapatkan data yang baik diperlukan arah bentangan yang lurus dengan topografi yang sama, sehingga diambil arah bentangan elektroda AB membentang barat daya- timur laut yang tegak lurus dengan kemiringan permukaan tanah. Perlu diperhatikan spasi elektroda, dimana panjang spasi elektroda harus diperkirakan sedemikian rupa, sehingga dapat memenuhi target akuifer. Mengingat daerah penelitian yang berbukit-bukit dan posisi titik pengukuran geolistrik pada lereng gunung maka penentuan panjang spasi elektroda ditentukan berdasar lintasan daerah penelitian yang dilalui. Panjang spasi elektroda yang digunakan dengan jarak perpindahan AB/2 yaitu 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105, 120, 140, 160, 180, dan 200 meter.

4.2. Interpretasi Data

Interpretasi data dilakukan berdasarkan data yang didapat dan pengolahan data dari titik pengukuran yang telah dilakukan. Interpretasi dilakukan dengan melihat nilai resistivitas sebenarnya yang didapat dari pengolahan data dan dibandingkan dengan nilai resistivitas pada tiap batuan.

4.2.1. Pendugaan Satu Dimensi (1D) dan Dua Dimensi (2D)

Dari sudut pandang geologi dan hidrogeologi, pada daerah penelitian dapat digolongkan pada akuifer kaki gunung api. Hal ini dikarenakan letaknya dilembar gunung Ambulobo serta jenis batuan yang sama dengan gunung Ambulobo (lihat Gambar L.2). Berdasarkan jenis permeabilitas pada daerah penelitian, sebaran akuifer pada daerah studi termasuk jenis lapisan permeabilitas karena daerah penelitian didominasi oleh batuan pasir dan kerakal yang berasal dari hasil erupsi gunung api Ambulobo. Menurut jenis kesearangannya, akuifer ini termasuk sistem akuifer melalui ruang antar butir dan celah, dimana litologi penyusun sistem akuifer berupa hasil endapan gunung api.

Hasil pengolahan data 1D dan 2D yang didapat berupa nilai resistivitas dan kedalaman. Pendugaan lapisan berdasarkan pada nilai resistivitas yang diolah dan dicocokkan dengan nilai resistivitas yang telah diperoleh dari literatur atau studi terdahulu. Literatur yang digunakan dalam studi ini yaitu *Practical Geophysics for The Exploration Geologist* (Blaricom, 1988) yang tertera pada Tabel L.16.

Pada titik NTG1, lapisan paling atas (top soil) diduga berupa pelapukan batuan granit yang memiliki nilai resistivitas 1199.26 ohm.meter dengan perkiraan ketebalan 5.6 meter. Hal ini didasarkan pada nilai batuan granit memiliki resistivitas $3 \times 10^2 - 10^6$ ohm.meter. Lapisan pertama disebut pelapukan dikarenakan campuran tanah dengan batuan beku yang ditemukan pada saat akuisisi data. Lapisan kedua diperkirakan berupa batuan granit dengan resistivitas 802 ohm.meter pada kisaran kedalaman 5.61 meter dan mempunyai ketebalan berkisar 4.15 meter. Lapisan ketiga diperkirakan berupa andesit yang memiliki nilai resistivitas 119 Ω m karena batuan lava menurut Tabel L.16 mempunyai nilai resistivitas $10^2 - 5 \times 10^4$ ohm.meter. Diperkirakan lapisan ini memiliki ketebalan 8.21 meter pada kedalaman hingga 9.76 meter. Lapisan keempat diduga berupa batuan granit dengan resistivitas 1322 ohm.meter dengan ketebalan 7.5 meter. Lapisan kelima diperkirakan berupa pasir dimana air diduga terdapat pada lapisan ini (akuifer), karena sifat pasir berporositas dan permeabilitas tinggi. Nilai resistivitas lapisan ini 13.8 – 93.7 ohm.meter pada kedalaman 25.4 meter. Hal ini diperkuat dengan nilai resistivitas pasir (Tabel L.16) mempunyai nilai $1 - 6.4 \times 10^3$ ohm.meter dan nilai resistivitas groundwater $0.1 - 10^3$ ohm.meter. Ketebalan lapisan ini diperkirakan 62.15 meter. Akuifer pada titik ini dapat digolongkan sebagai akuifer terkekang (confined akuifer), karena akuifer ini diapit oleh lapisan kedap air, yaitu lapisan granit (lapisan ke-4) dan lava (lapisan ke-6). Lapisan keenam diperkirakan berupa lava yang memiliki nilai resistivitas 156.6 – 257.9 ohm.m. Diperkirakan lapisan ini memiliki ketebalan 42.04 meter pada kedalaman 87.6 meter hingga 129.6 meter. Lapisan yang terakhir diperkirakan berupa granit dengan resistivitas 451.8 ohm.m pada kedalaman 129.6 meter hingga tak hingga. Hal ini dikarenakan terbatasnya jarak bentangan elektroda AB, sehingga dibawah kedalaman 129 meter dianggap satu batuan yang sama.

Berikut ini merupakan interpretasi data tiap titik pada daerah studi yang mengacu pada kisaran nilai resistivitas menurut Blaricom, 1988 (lihat Tabel L16 pada Lampiran 6).

Tabel 4.1 Interpretasi Data Satu Dimensi

Interpretasi geolistrik				
Titik	Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (meter)	Kedalaman (meter)	Pendugaan Litologi
NTG1	1199	5.6	0 – 5.6	Top soil
	802	4.2	5.6 – 9.8	granit
	119	8.1	9.8 – 17.9	lava
	1322	7.5	17.9 – 25.4	granit
	6.29 sampai 93.4	62.2	25.4 – 87.6	pasir
	157 sampai 269 451	41.4 tak terhingga	87.6 – 129 129 - ~	lava granit
NTG2	219 sampai 291	16	0 – 16	Top soil
	64	12.5	16 – 28.5	pasir
	897 sampai >1000	28.5	122 - ~	granit
NTG3	682	5.3	0 – 5.3	Top soil
	136	19.6	5.4 – 25	lava
	13 sampai 86.9	5.6	35.4 – 41	pasir
	388 sampai >1000	tak terhingga	41 - ~	granit
NTG4	721 sampai >1000	8.6	0 – 8.6	Top soil
	160 sampai >1000	tak terhingga	8.6 – ~	lava
NTG5	557 sampai >1000	17	0 – 17	Top soil
	110	14.9	17 – 31.9	lava
	66-93	12.5	31.9 – 44.4	pasir
	255	12	44.4 – 56.4	lava
	377 sampai 769	27.1	56.4 – 83.5	granit
	192	13	83.5 – 96.5	lava

(lanjutan Tabel 4.1)

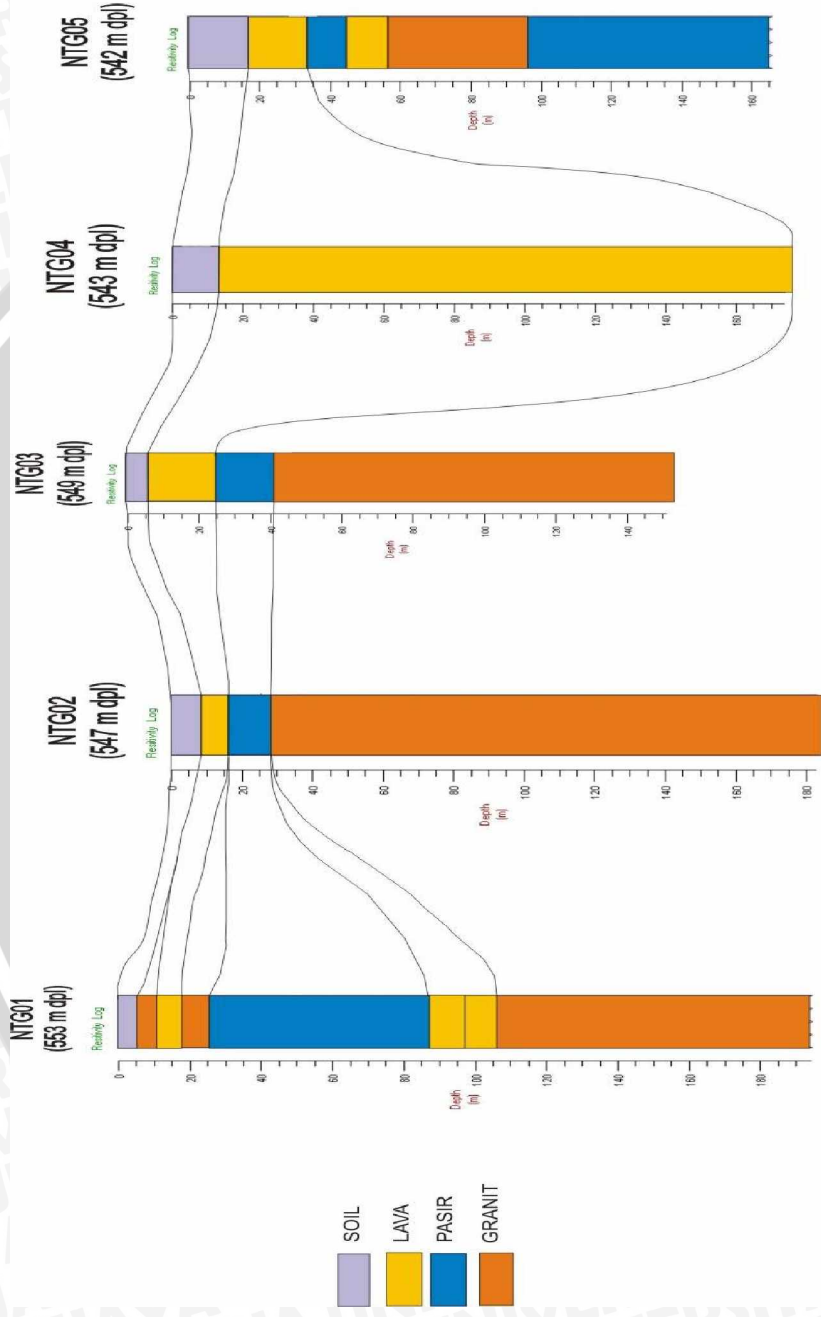
	73 sampai 97	tak terhingga	96.5 - ~	pasir
NTG 6	455 sampai 760	20	0 – 20	Top soil
	27.6	13	20 – 33	pasir
	193	1.2	33 – 34.2	lava
	299 sampai 567	40	34.2 – 74.2	granit
	15 sampai 102	tak terhingga	74.2 - ~	pasir
NTG7	729 sampai >1000	17	0 – 17	Top soil
	143	10.8	17 – 27.8	lava
	>1000	62.7	27.8 – 90.5	granit
	11.8	10.1	90.5 – 100.6	pasir
	726 sampai >1000	tak terhingga	100.6 - ~	granit
NTG8	431	8.5	0 – 8.5	Top soil
	172.6	9	8.5 – 17.5	lava
	23.7	6.2	17.5 – 23.7	pasir
	197 sampai >1000	tak terhingga	23.7 - ~	granit
NTG9	275 sampai 929	18	0 – 18	Top soil
	45	9	18 - 27	pasir
	478 sampai >1000	tak terhingga	27 - ~	granit
NTG 10	262 sampai 905	17.6	0 – 17.6	Top soil
	63	4.2	17.6 – 21.8	pasir
	1120	5.2	21.8 – 27	granit
	243	22.8	27 – 49.8	lava
	26.7 sampai 106	26.2	49.8 - 76	pasir
NTG 11	140 sampai 192	tak terhingga	76 - ~	lava
	549 sampai 910	12.7	0 – 12.7	Top soil
	50.6	5.5	12.7 – 18.2	pasir
	959 sampai >1000	20.8	18.2 – 39	granit
	46.8	tak terhingga	39 - ~	pasir

(lanjutan Tabel 4.1)

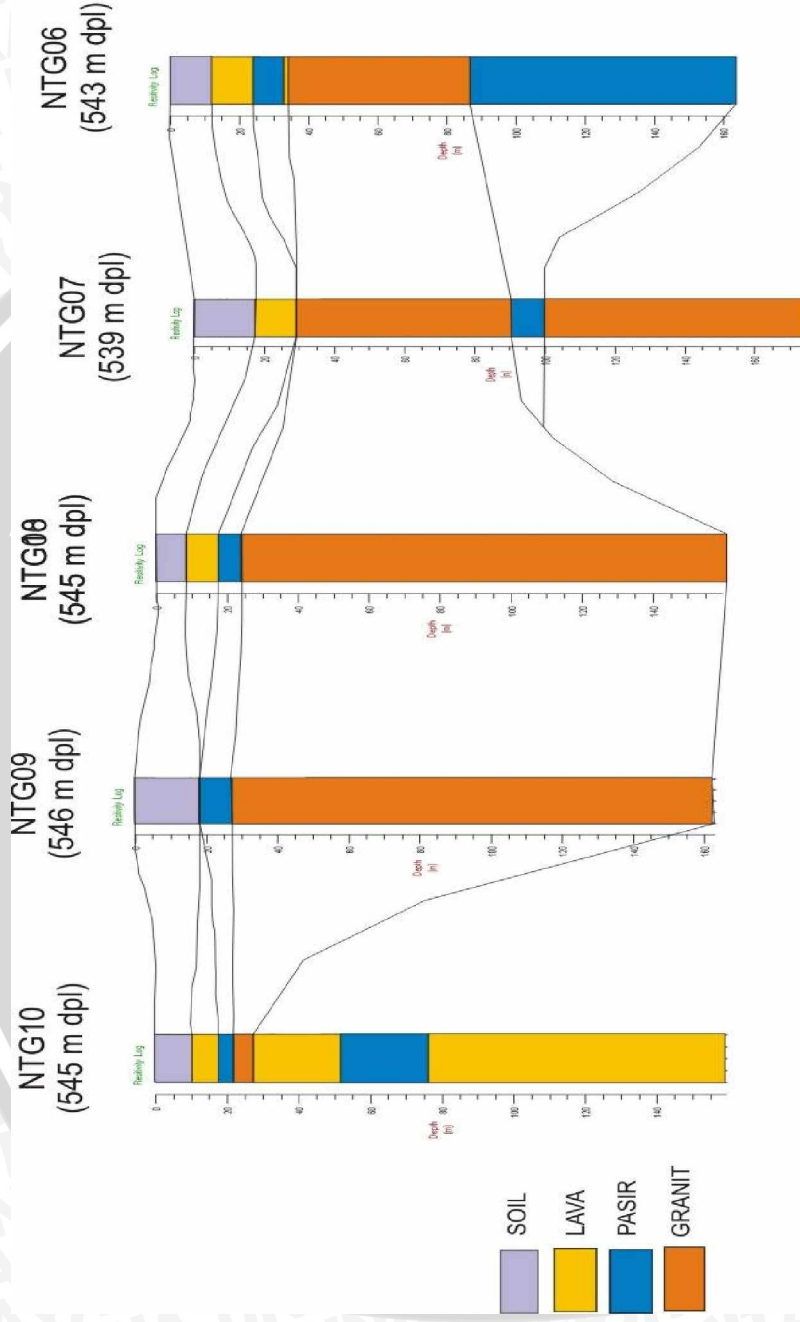
NTG 12	402 sampai 472	11.2	0 – 11.2	Top soil
	102	6.3	11.2 – 17.5	lava
	304.7	15.1	17.5 – 32.6	granit
	76.8	8.9	32.6 – 41.3	pasir
	321 sampai >1000	tak terhitung	41.34 - ~	granit
NTG 13	386.6	10.6	0 - 10.6	Top soil
	15.2 sampai 54.9	19.3	10.6 - 29.9	pasir
	>1000	tak terhitung	29.9 - ~	granit
NTG 14	714	7.6	0 – 7.6	Top soil
	>1000	18.3	7.6 – 25.9	granit
	266	23.1	25.9 – 49	lava
	>1000	11.2	49 – 60.2	granit
	79	25.8	60.2 – 86	pasir
NTG 15	>1000	tak terhitung	86 - ~	granit
	994	12.3	0 – 12.3	Top soil
	568 sampai >1000	8.9	12.3 – 21.2	granit
	20.6	9.8	21.2 – 31	pasir
	351 sampai >1000	66.6	31 – 97.6	granit
	242 sampai 245	tak terhitung	97.6 - ~	lava



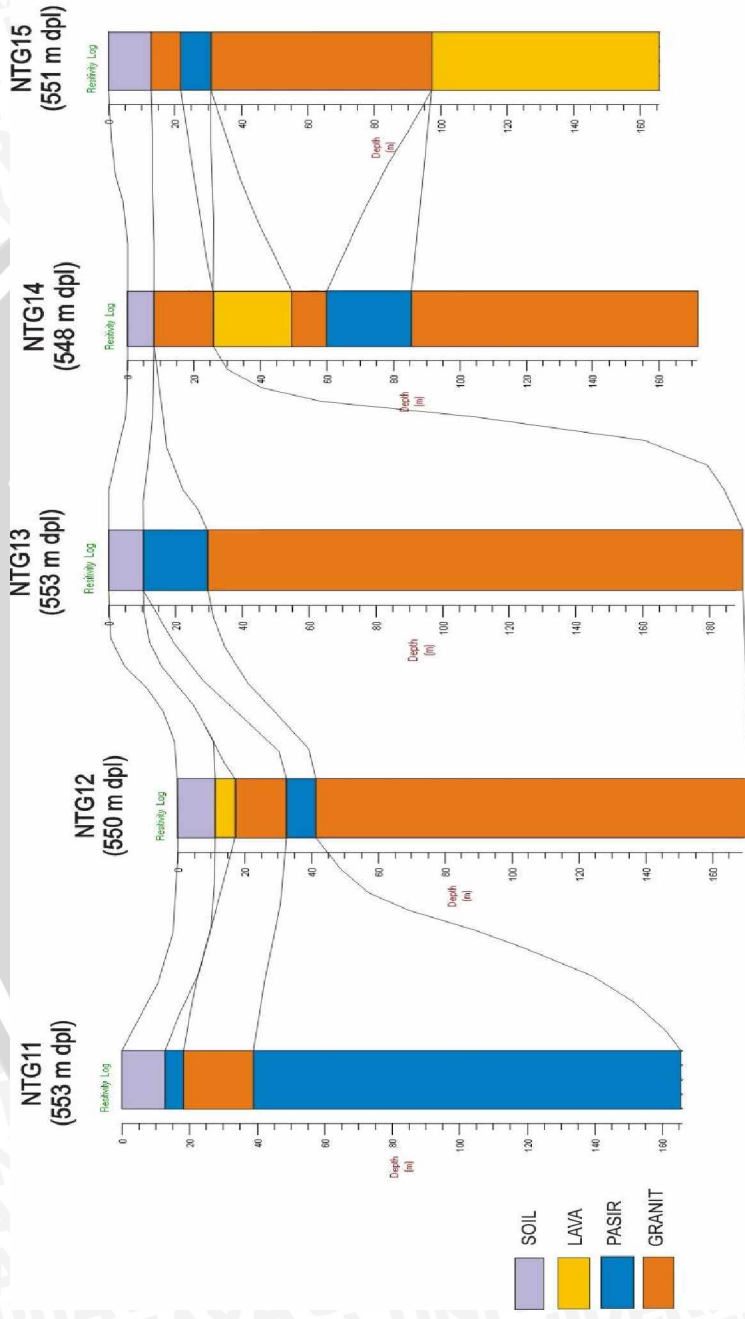
: Pendugaan akuifer



Gambar 4.2. Penampang 2D Titik NTG01 sampai NTG05



Gambar 4.3. Penampang 2D Titik NTG10 sampai NTG06



Gambar 4.4. Penampang 2D Titik NTG11 sampai NTG15

Interpretasi data satu dimensi menunjukkan perbedaan kedalaman akuifer pada setiap titik. Hal tersebut dikarenakan letak daerah studi terdapat pada kaki gunung Ambulombo sehingga pola lapisan tanah mengikuti kondisi keaktifan gunung api tersebut. Berikut ini adalah perkiraan kedalaman akuifer pada tiap titik:

- Titik sounding NTG01 pada kedalaman 25.4 meter dengan ketebalan 62.2 meter (lihat Gambar L.5 pada Lampiran 5).
- Titik NTG02 pada kedalaman 16 meter dengan ketebalan 12.5 meter (lihat Gambar L.6 pada Lampiran 5).
- Titik NTG03 pada kedalaman 35 meter dengan ketebalan 9 meter (lihat Gambar L.7 pada Lampiran 5).
- Titik NTG04 tidak terdapat akuifer sebab tidak menunjukkan adanya lapisan dengan resistivitas rendah (lihat Gambar L.8 pada Lampiran 5).
- Titik NTG5 pada kedalaman 32 meter dengan ketebalan 12 meter (lihat Gambar L.9 pada Lampiran 5).
- Titik NTG06 pada kedalaman 20 meter dengan ketebalan 12.5 meter (lihat Gambar L.10 pada Lampiran 5).
- Titik NTG07 pada kedalaman 90 meter dengan ketebalan 9 meter (lihat Gambar L.11 pada Lampiran 5).
- Titik NTG08 pada kedalaman 17 meter dengan ketebalan 6 meter (lihat Gambar L.12 pada Lampiran 5).
- Titik NTG09 pada kedalaman 18 meter dengan ketebalan 9 meter (lihat Gambar L.13 pada Lampiran 5).
- Titik NTG10 pada kedalaman 17.6 meter dengan ketebalan 26 meter dan kedalaman 49.8 meter dengan ketebalan 26.2 meter. Pada titik NTG 10 merupakan air tumpang, ditandai dengan adanya 2 lapisan permiabel yang dipisahkan oleh lapisan impermiabel (lihat Gambar L.14 pada Lampiran 5).
- Titik NTG11 pada kedalaman 12.7 meter dengan ketebalan 5.49 meter (lihat Gambar L.15 pada Lampiran 5).
- Titik NTG12 pada kedalaman 33 meter dengan ketebalan 9 meter (lihat Gambar L.16 pada Lampiran 5).
- Titik NTG13 pada kedalaman 10 meter dengan ketebalan 19 meter (lihat Gambar L.17 pada Lampiran 5).
- Titik NTG 14 pada kedalaman 60 meter dengan ketebalan 25 meter (lihat Gambar L.18 pada Lampiran 5).

- Titik NTG15 pada kedalaman 21.2 meter dengan ketebalan 9 meter. (lihat Gambar L.14 pada Lampiran 5).

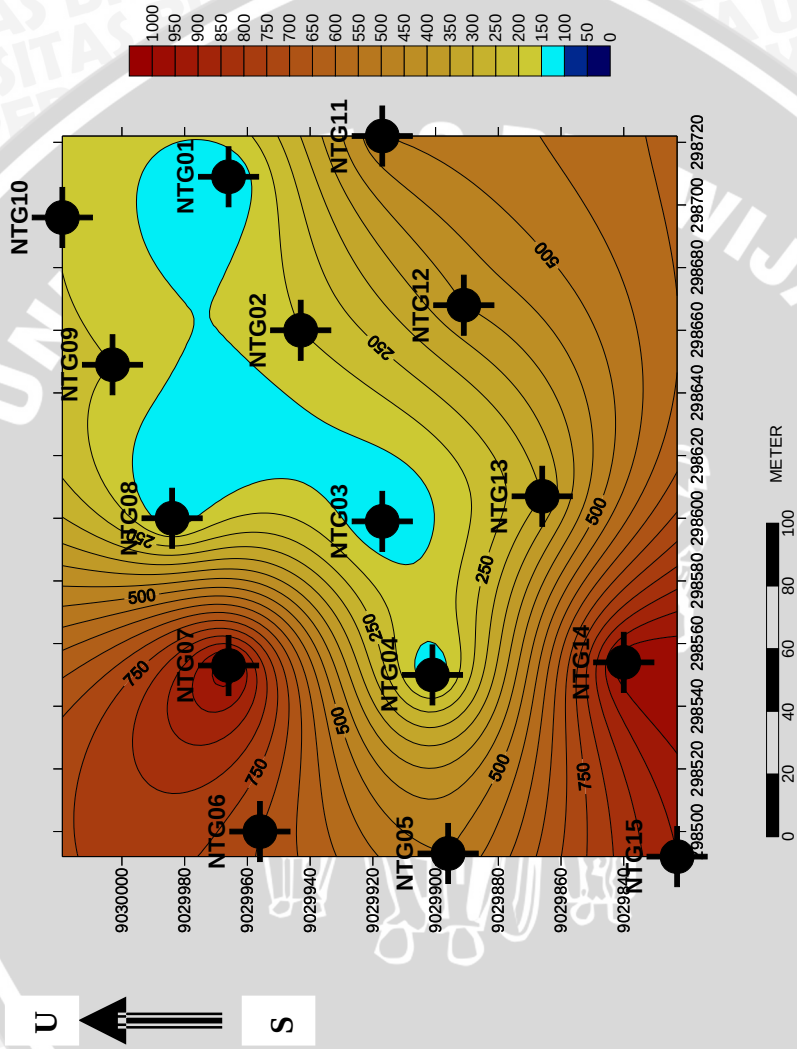
Model 2D yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. merupakan informasi bawah permukaan yang menghubungkan antar titik studi. Gambar 4.2 menunjukkan model 2D dari titik NTG01 sampai NTG05. Penampang 2D pada gambar ini menunjukkan bahwa lapisan pasir yang diduga sebagai akuifer merupakan sebaran dari titik NTG01, NTG02 dan NTG03. Titik NTG04 memisahkan akuifer dengan dibatasi oleh lapisan batuan lava. Sehingga akuifer pada titik NTG05 bukan akuifer yang terdapat pada titik NTG01, NTG02 dan NTG03.

Gambar 4.3 menunjukkan adanya sebaran akuifer dari titik NTG10 sampai NTG08. Akuifer pada titik NTG06 bukan sebaran dari akuifer NTG10 sampai NTG08, hal ini dikarenakan adanya akuifer impermiabel pada titik NTG07 berupa batuan lava. Gambar 4.4. menunjukkan adanya beberapa sebaran akuifer, yaitu pada titik NTG11 sampai NTG13, NTG14 dan NTG15.

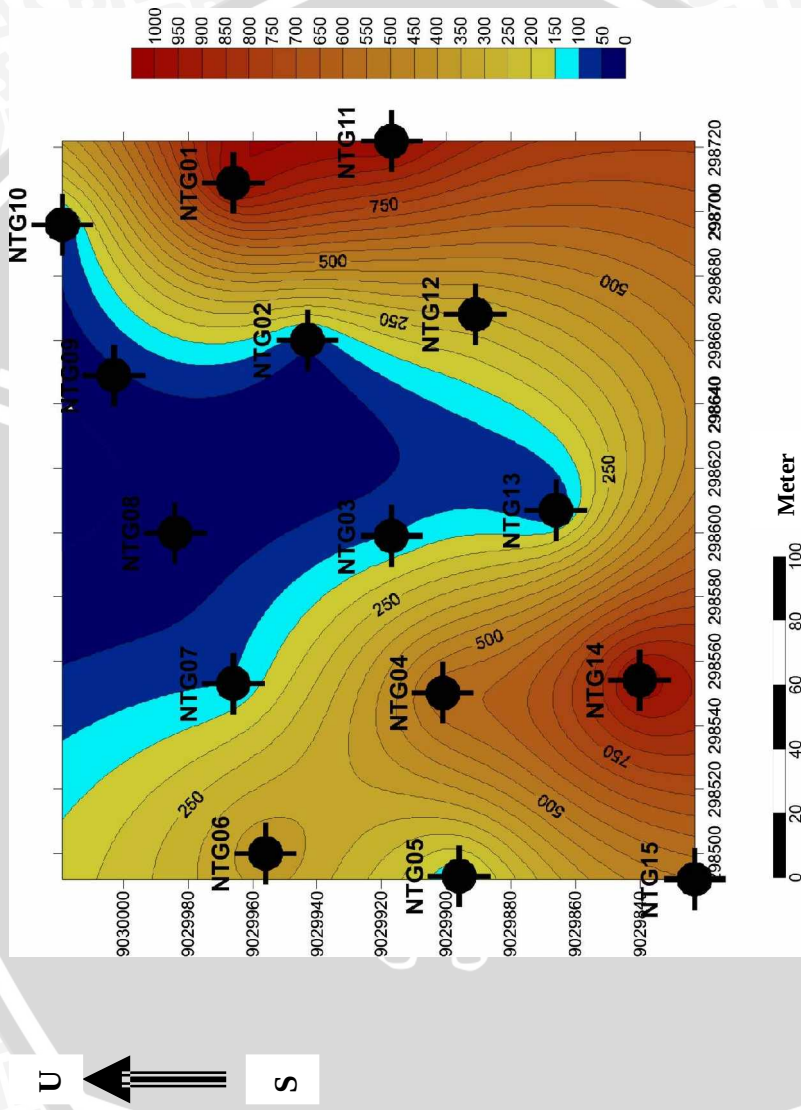
Dilihat dari posisi masing-masing titik (lihat Gambar 4.1), akuifer pada titik NTG01 sampai NTG03 merupakan sebaran akuifer pada titik NTG10 sampai NTG08 serta NTG11 sampai NTG13. Hal ini dikarenakan titik-titik tersebut terletak berhimpit dan sama-sama dipisahkan oleh lapisan pada titik NTG04, NTG07 dan NTG14. Demikian dengan titik NTG06, NTG05 dan NTG15 yang merupakan sebaran akuifer yang sama. Terdapat akuifer yang mempunyai kedalaman hampir sama.

4.2.2. Pendugaan Tiga Dimensi (3D)

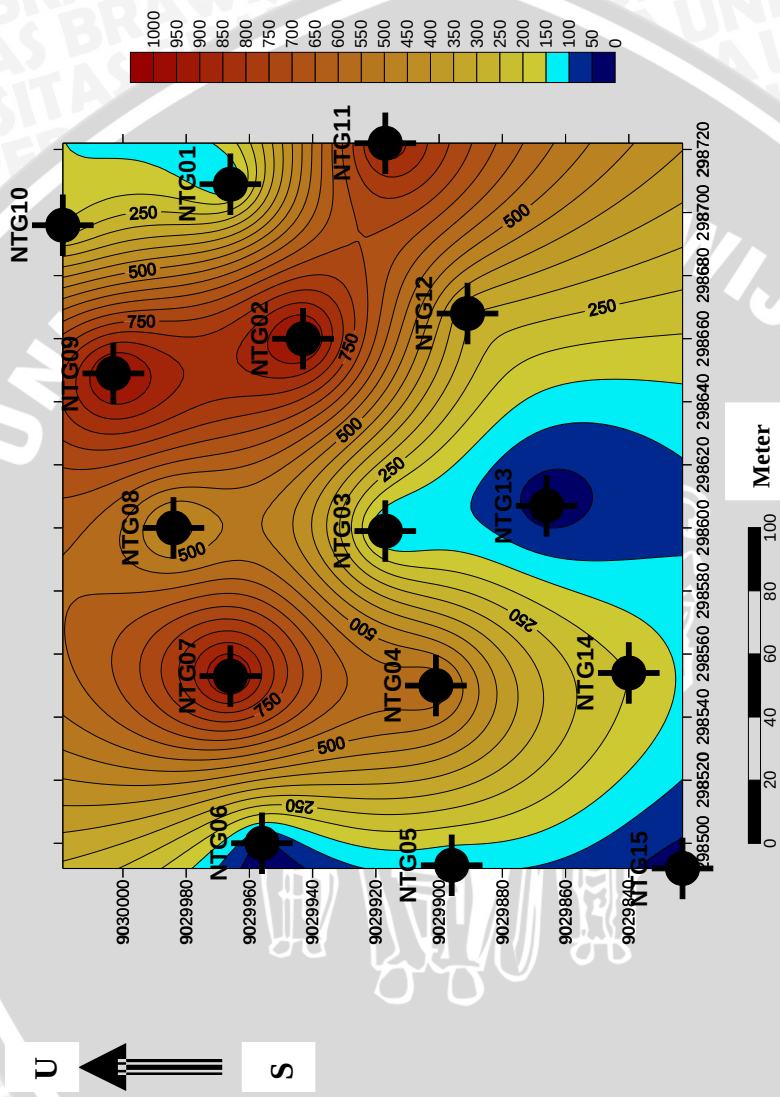
Dari interpretasi 1D dapat pula dilihat bagaimana sebaran akuifer pada tiap kedalaman, yaitu menggunakan pemodelan 3D (seperti yang ditunjukkan Gambar 4.5) . Pada pengolahan ini diambil nilai resistivitas pada setiap 10 meter. Pembagian setiap kedalaman 10 meter ini dimaksudkan untuk mengetahui sebaran akuifer bawah permukaan yang terdapat di desa Natanage.



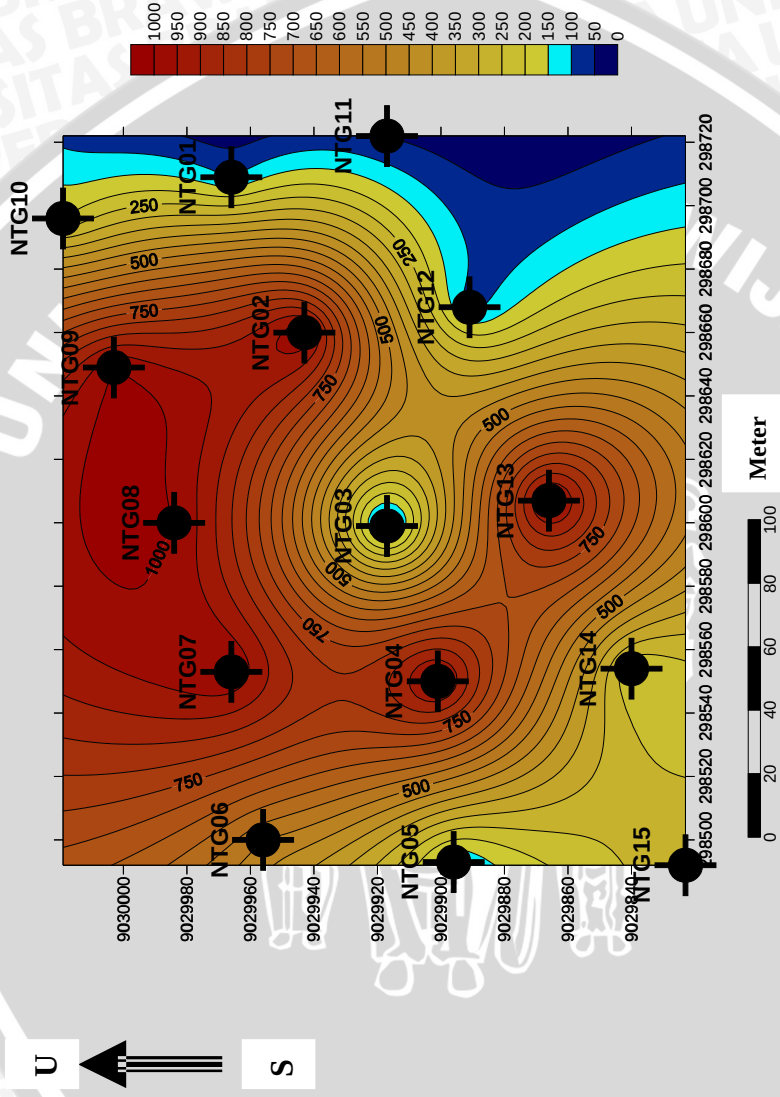
Gambar 4.5. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 10 Meter



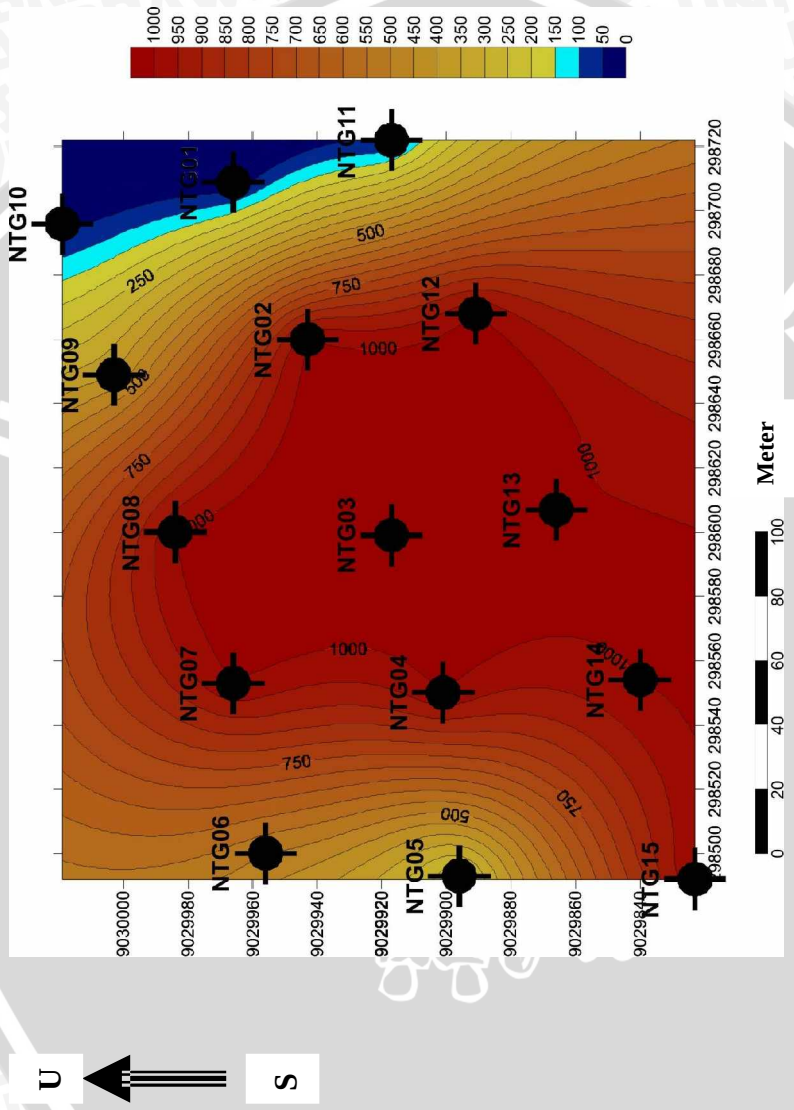
Gambar 4.6. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 20 Meter



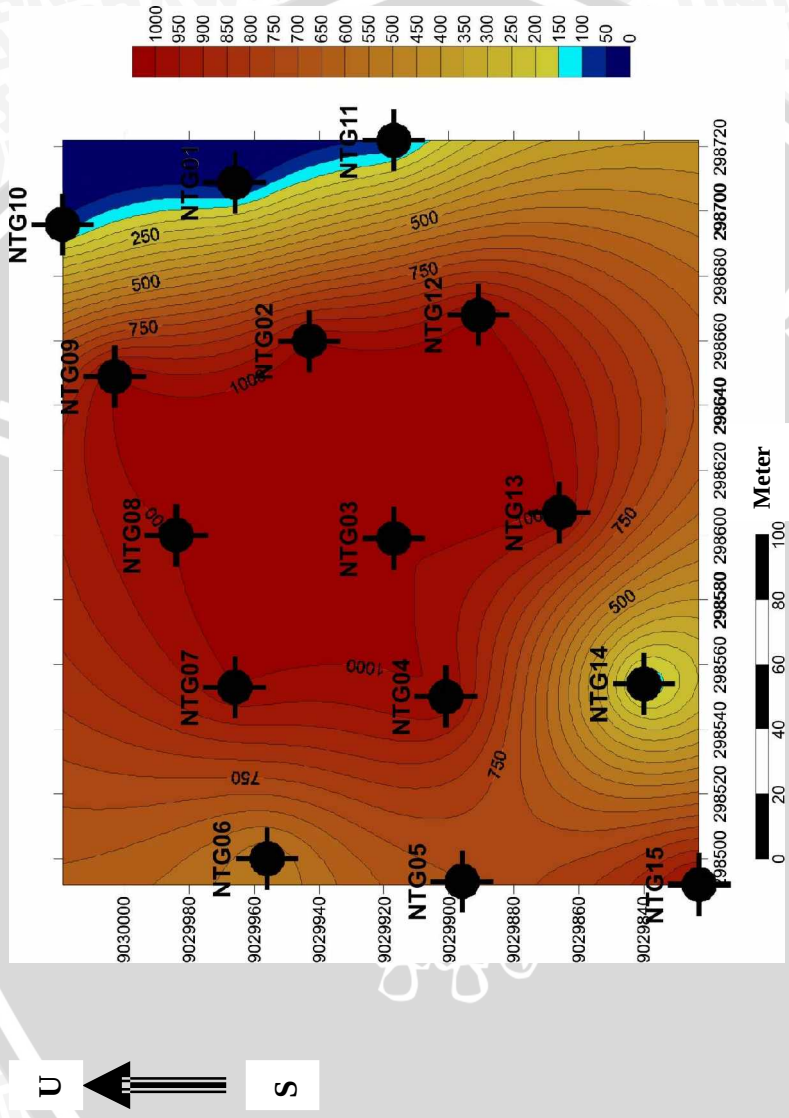
Gambar 4.7. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 30 Meter



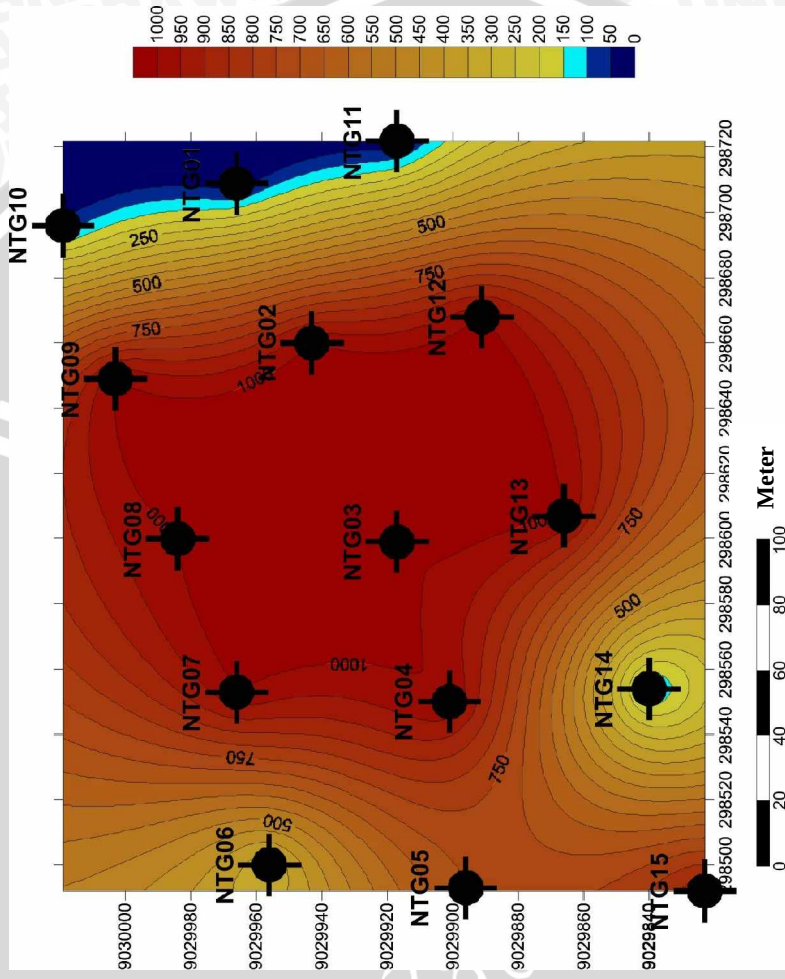
Gambar 4.8. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 40 Meter



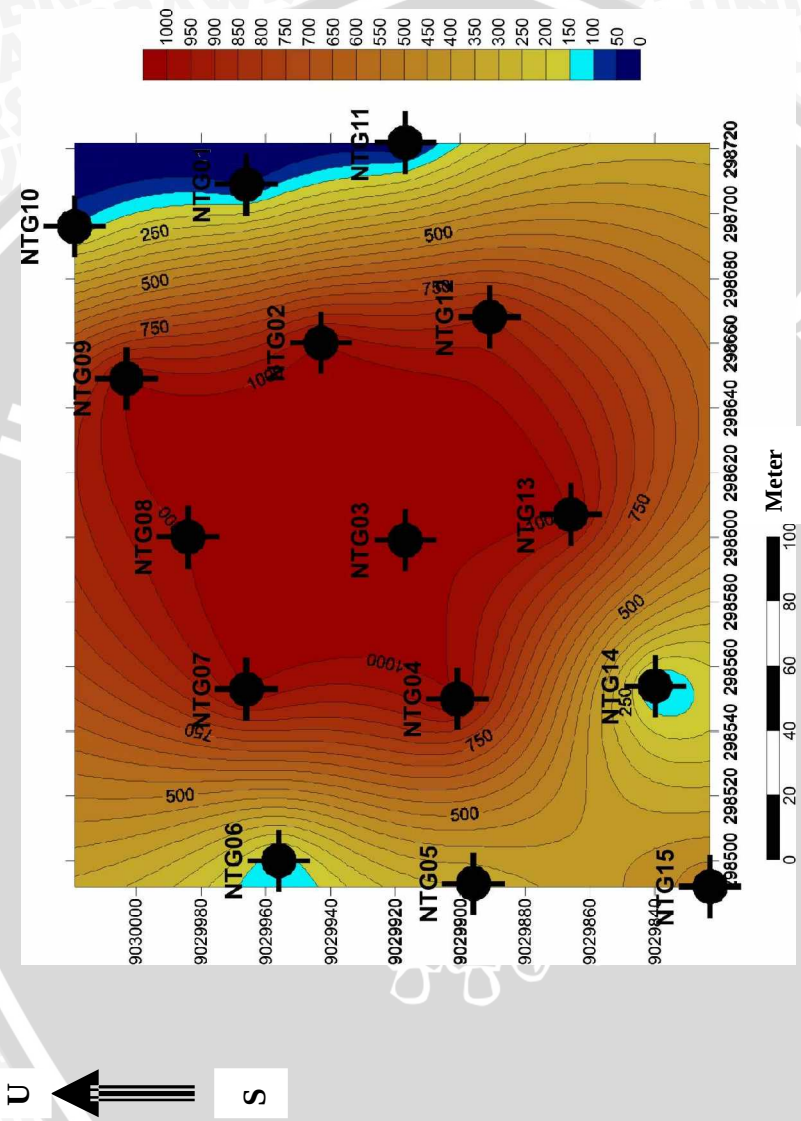
Gambar 4.9. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 50 Meter



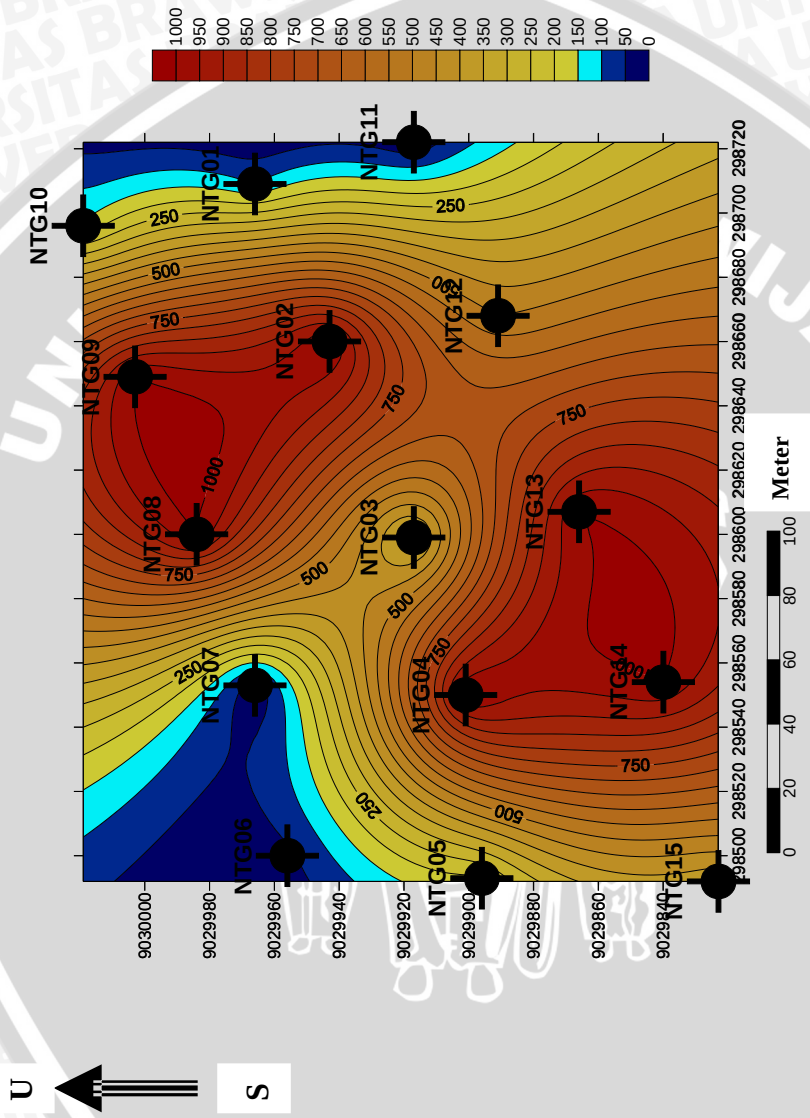
Gambar 4.10. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 60 Meter



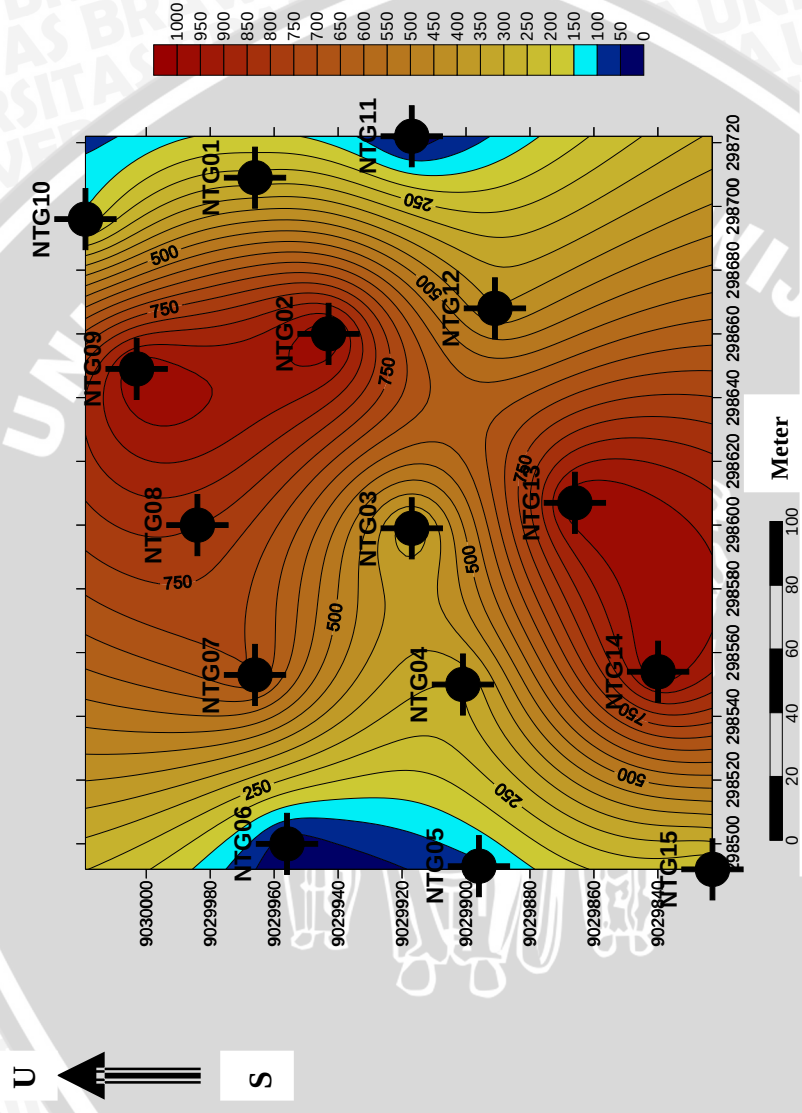
Gambar 4.11. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 70 Meter



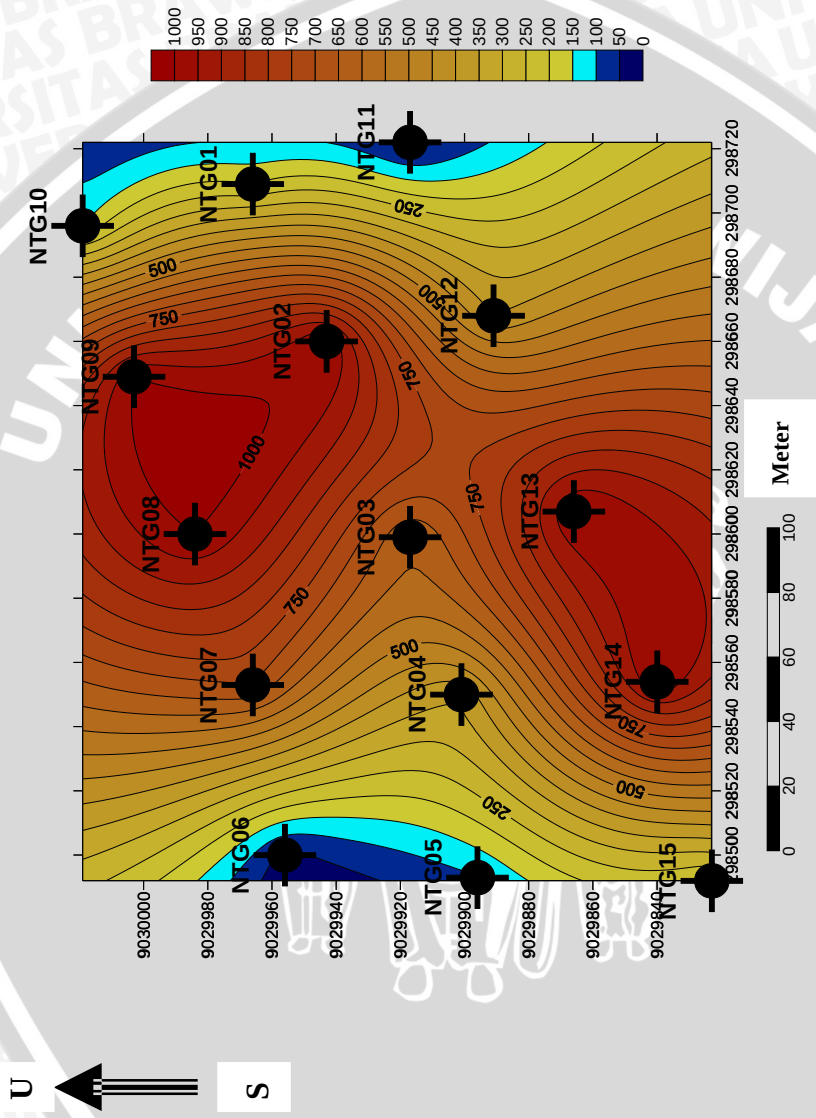
Gambar 4.12. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 80 Meter



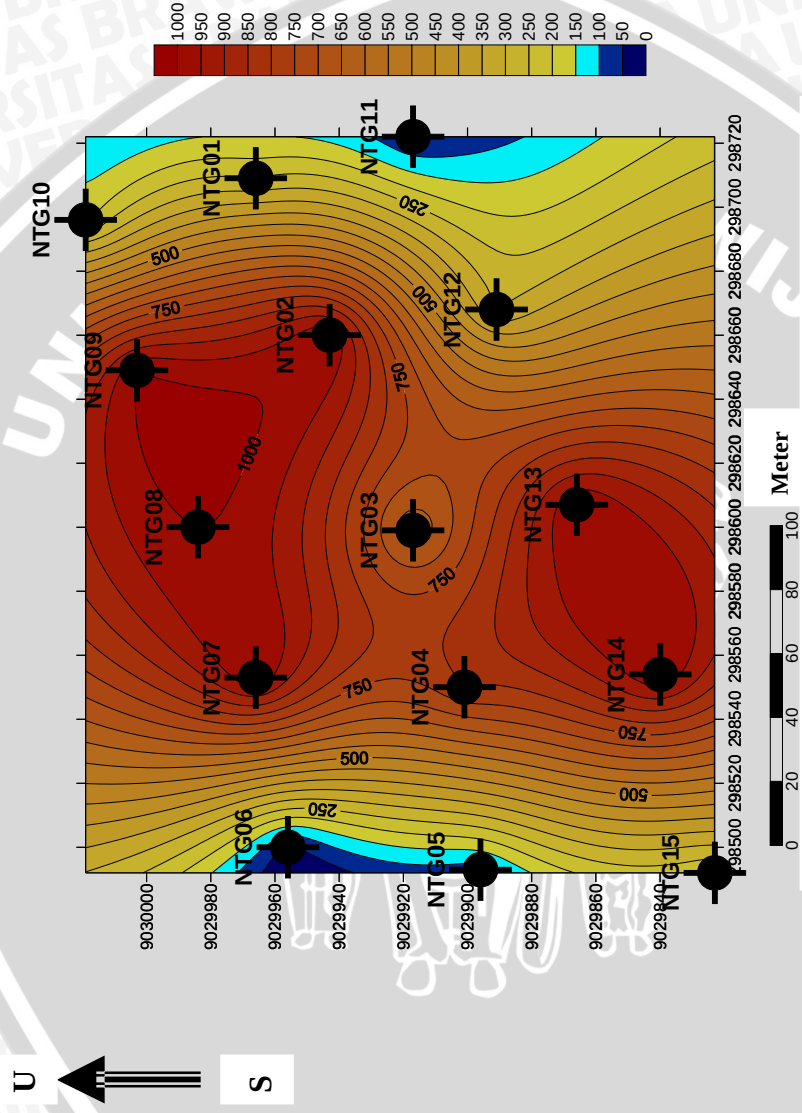
Gambar 4.13. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 90 Meter



Gambar 4.14. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 100 Meter



Gambar 4.15. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 110 Meter



Gambar 4.16. Sebaran Resistivitas pada Kedalaman 120 Meter

Pemodelan 3D menunjukkan potensi akuifer yang terbagi pada beberapa sebaran resistivitas (ditandai dengan warna biru), yaitu :

- Kedalaman 10 meter (Gambar 4.5), akuifer tersebar dibagian tengah area akusisi (titik NTG03) yang melebar kearah utara (titik NTG08) dan ketimur laut (titik NTG01)
- Kedalaman 20 meter (Gambar 4.6), akuifer tersebar dibagian tengah (meliputi titik NTG13 dan titik NTG03) yang melebar kearah barat laut (meliputi titik NTG07 dan NTG08) dan kearah timur laut (meliputi titik NTG02, NTG09 dan NTG10)
- Kedalaman 30 meter (Gambar 4.7), akuifer tersebar di dua bagian. Bagian pertama terletak ditengah (titik NTG03) sampai selatan (NTG13). Bagian kedua terletak dibagian timur yang memanjang dari utara (titik NTG06) sampai selatan (meliputi titik NTG06 dan NTG15). Pada kedalaman ini dimungkinkan dua bagian sebaran akuifer bertemu dibagian barat daya.
- Kedalaman 40 meter (Gambar 4.8) akuifer tersebar dibagian timur yang memanjang dari utara (meliputi titik NTG10 dan NTG01) sampai selatan (meliputi titik NTG11 dan NTG12).
- Kedalaman 50 sampai 80 meter (lihat Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11 dan Gambar 4.12), mempunyai sebaran akuifer yang searah. Sebaran akuifer terletak dibagian timur laut, meliputi titik NTG10, NTG01 dan NTG11.
- Kedalaman 90 meter (Gambar 4.13), akuifer tersebar di dua tempat. Pertama akuifer tersebar didaerah timur laut yang meliputi titik NTG10, NTG01 dan NTG11. Kedua, sebaran akuifer terdapat didaerah barat laut yang meliputi titik NTG06 dan NTG07
- Kedalaman 100 meter (Gambar 4.14), 110 meter (Gambar 4.15), dan 120 meter (Gambar 4.16), sebaran akuifer memiliki pola yang sama. Akuifer tersebar didua daerah,, pertama didaerah timur yang memanjang dari tengah (titi NTG11) sampai utara (NTG10). Kedua, tersebar dibagian barat, meliputi titik NTG05 dan NTG06.

Pada kedalaman selanjutnya tidak dilakukan pemodelan 3D, dikarenakan jenis batuan pada kedalaman dibawah 120 meter

mempunyai kecenderungan jenis yang sama, dicirikan dengan nilai resistivitas yang lebih dari 1000 ohm.meter.

Dilihat dari sebaran akuifer didesa Natange, dapat dibedakan menjadi tujuh zona sebaran akuifer (Gambar 4.17).

- Zona 1, kedalaman 10 meter, akuifer tersebar dibagian tengah, melebar kearah utara dan ketimur laut.
- Zona 2, kedalaman 20 meter, akuifer tersebar dibagian tengah yang melebar kearah barat laut dan kearah timur laut.
- Zona 3, kedalaman 30 meter, akuifer tersebar di dua bagian. Bagian pertama terletak ditengah sampai selatan. Bagian kedua terletak dibagian timur yang memanjang dari utara sampai selatan.
- Zona 4, kedalaman 40 meter, akuifer tersebar dibagian timur yang memanjang dari utara sampai selatan.
- Zona 5, kedalaman 50 sampai 80 meter, akuifer tersebar dibagian timur laut.
- Zona 6, kedalaman 90 meter, akuifer tersebar didaerah timur laut dan barat laut.
- Zona 7, kedalaman 100 meter, 110 meter, dan 120 meter, sebaran akuifer didaerah timur yang memanjang dari tengah sampai utara dan dibagian barat.

Berdasarkan interpretasi geolistrik hasil akuifer bawah permukaan menunjukkan bahwa di bawah permukaan terdapat potensi air bawah tanah. Potensi akuifer yang direkomendasikan untuk dilakukan eksploitasi air tanah berada pada titik NTG01 pada kedalaman 25.4 meter dan ketebalan 62.2 meter serta titik NTG10 yang mempunyai akuifer menggantung pada kedalaman 17.6 meter dengan ketebalan 4.2 meter dan kedalaman 49.8 meter dengan ketebalan 26.2 meter. Dasar rekomendasi eksplorasi ini diambil karena lapisan akuifer pada titik NTG01 dan NTG10 mempunyai lebih dari ketebalan 25 meter yang sehingga mempunyai volume air besar dibanding dengan titik yang lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil pengolahan 1D dari 15 titik menunjukkan akuifer berada pada kedalaman 10.6 meter sampai 90.5 meter dengan ketebalan yang bervariasi, yaitu antara 4.2 meter sampai 62.2 meter. Akuifer diperkirakan berupa lapisan pasir hasil erupsi gunung Ambulombo dengan sisipan pasir sebagai akuifer. Hasil pemodelan 2D menunjukkan dua sebaran akuifer. Sebaran akuifer pertama dititik NTG01, NTG02, NTG03, NTG08, NTG09, NTG10, NTG11, NTG12, NTG13 dan sebaran akuifer kedua dititik NTG04, NTG05, NTG06, NTG07, NTG14, NTG15. Dari hasil 3D, akuifer memiliki beberapa zona sebaran akuifer, yaitu:

- Zona 1, kedalaman 10 meter, akuifer tersebar dibagian tengah, melebar kearah utara dan ketimur laut.
- Zona 2, kedalaman 20 meter, akuifer tersebar dibagian tengah yang melebar kearah barat laut dan kearah timur laut.
- Zona 3, kedalaman 30 meter, akuifer tersebar di dua bagian. Bagian pertama terletak ditengah sampai selatan. Bagian kedua terletak dibagian timur yang memanjang dari utara sampai selatan.
- Zona 4, kedalaman 40 meter, akuifer tersebar dibagian timur yang memanjang dari utara sampai selatan.
- Zona 5, kedalaman 50 sampai 80 meter, akuifer tersebar dibagian timur laut.
- Zona 6, kedalaman 90 meter, akuifer tersebar didaerah timur laut dan barat laut.
- Zona 7, kedalaman 100 meter, 110 meter, dan 120 meter, sebaran akuifer didaerah timur yang memanjang dari tengah sampai utara dan dibagian barat.

Menurut pengolahan yang dilakukan, titik yang dianggap paling potensi untuk kegiatan eksploitasi air tanah yakni titik NTG1 dengan perkiraan kedalaman 25.4 m ketebalan 62 m dan NTG10 dengan perkiraan kedalaman 17.6 meter ketebalan 26 meter.

5.2. Saran

Hasil pengolahan dan interpretasi data geolistrik secara mutlak tidak dapat menggantikan data uji pengeboran, namun dapat memberikan informasi awal mengenai strategi untuk menentukan letak pengeboran. Maka dari itu, untuk mendapat hasil yang lebih baik diperlukan kalibrasi dengan sumur bor jika tersedia disekitar lokasi studi.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2008^a. <http://bravo3x.com/Calculation.php> diakses tanggal 1 Desember 2008.
- Anonymous, 2008^b. **Pengukuran Geolistrik dan Studi Mata Air di Rendu Kabupaten Ngada**. PT. Indra Karya, Kupang.
- Anonymous, 2008^c. **Laporan Pendahuluan Pengukuran Geolistrik dan Studi Mata Air di Rendu Kabupaten Ngada**. PT. Indra Karya, kupang.
- Anonymous, 2008^d. ***Resistivity Methods: Earth Properties and Basic Theory***. Lab. Geofisika Unibraw, Malang
- Anonymous, 2008^e. **Atlas Indonesia dan Dunia edisi 33**. Cipta Media. Surabaya
- Blaricom, Richard Van. 1988. ***Practical Geophysics for The Exploration Geologist***. Northwest Mining Association. USA.
- Cahya S, Rahmad, 2008. **Penentuan Kedalaman Zona Akuifer dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Sounding Di Dusun Tompak Desa Sidomulyo Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali, Skripsi**. Jurusan Fisika Universitas Brawijaya. Malang
- Dobrin, Milton B.,1998. ***Introduction to Geophysical Prospecting***, edisi ke-4. Mc Graw Hill Book, Co.Singapore.
- Reynold, J.M., 1997. ***Introduction to Applied and Environmental Geophysics***. John Willey And Son, New York.
- Robinson, Coruh, 1988, ***Basics Exploration Geophysics***, John Willey And Son Inc., Canada.
- Soemartono, CD. 1987. **Hidrologi Teknik**. Usaha Nasional. Surabaya.

Santoso, Djoko, 2002. **Pengantar Teknik Geofisika**. ITB, Bandung.

Sosrodarsono, Suyono., 1983. **Hidrologi Untuk Pengairan**. PT. Pradya Paramita. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta.

Seyhan, Ersin., 1990. **Dasar-Dasar Hidrologi**. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

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.

Uchron, Affan. 2007. **Studi Efektifitas Hutan Kota Malabar Sebagai Daerah Resapan Air Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas, Skripsi**. Jurusan Fisika Universitas Brawijaya. Malang

Verhoef, P.N.W., 1989. **Geologi untuk Teknik Sipil**. Erlangga. Jakarta

Vingoe, P., 1972, **Electrical Resistivity Surveying**. Geophysical Memorandum

LAMPIRAN 1. DATA AKUSISI GEOLISTRIK

Tabel L.1. Data Akusisi Titik NTG 01

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi	: NTG 01			Tanggal	: 04-08-2008	
Konfigurasi	: Schlumberger			Konsultan	: PT INDRA KARYA	
koordinat	: Alt 1814 ft					
	S8 46.265					
	E121 10.205					
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	11.28981	23.2344	2.058	62.8	709
25	10	2.223992	4.57697	2.058	188.4	419
35	10	0.859873	1.76962	2.058	376.8	324
45	10	0.428344	0.88153	2.058	628	269
55	10	0.261146	0.53744	2.058	942	246
65	10	0.179709	0.36984	2.058	1318.8	237
75	10	0.134782	0.27738	2.058	1758.4	237
85	10	0.099965	0.20573	2.058	2260.8	226
95	10	0.075018	0.15439	2.058	2826	212
105	10	0.04835	0.0995	2.058	3454	167
120	10	0.02725	0.05608	2.058	4513.75	123
140	10	0.014301	0.02943	2.058	6146.55	87.9
160	10	0.009987	0.02055	2.058	8030.55	80.2
180	10	0.008184	0.01684	2.058	10165.75	83.2
200	10	0.006158	0.01267	2.058	12552.15	77.3

Tabel L.2. Data Akusisi Titik NTG 02

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi		: NTG 02		Tanggal		: 04-08-2008
Konfigurasi		: Schlumberger		Konsultan		: PT INDRA KARYA
koordinat		: Alt 1796 ft				
		S8 46.277				
		E121 10.178				
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	4.33121	8.91363	2.058	62.8	272
25	10	1.167728	2.40318	2.058	188.4	220
35	10	0.475053	0.97766	2.058	376.8	179
45	10	0.289809	0.59643	2.058	628	182
55	10	0.213376	0.43913	2.058	942	201
65	10	0.166818	0.34331	2.058	1318.8	220
75	10	0.153549	0.316	2.058	1758.4	270
85	10	0.13712	0.28219	2.058	2260.8	310
95	10	0.107926	0.22211	2.058	2826	305
105	10	0.111465	0.22939	2.058	3454	385
120	10	0.098809	0.20335	2.058	4513.75	446
140	10	0.078581	0.16172	2.058	6146.55	483
160	10	0.067368	0.13864	2.058	8030.55	541
180	10	0.054103	0.11134	2.058	10165.75	550
200	10	0.044853	0.09231	2.058	12552.15	563

Tabel L.3. Data Akusisi Titik NTG 03

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 03		Tanggal : 04-08-2008				
Konfigurasi : Schlumberger		Konsultan : PT INDRA KARYA				
koordinat : Alt 1802 ft						
S8 46.291						
E121 10.145						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	4.90446	10.0934	2.058	62.8	308
25	10	0.81741	1.68223	2.058	188.4	154
35	10	0.32909	0.67726	2.058	376.8	124
45	10	0.17675	0.36375	2.058	628	111
55	10	0.10828	0.22284	2.058	942	102
65	10	0.07886	0.16229	2.058	1318.8	104
75	10	0.05187	0.10674	2.058	1758.4	91.2
85	10	0.046	0.09467	2.058	2260.8	104
95	10	0.03645	0.07501	2.058	2826	103
105	10	0.0264	0.05434	2.058	3454	91.2
120	10	0.03146	0.06474	2.058	4513.75	142
140	10	0.02554	0.05257	2.058	6146.55	157
160	10	0.02366	0.04869	2.058	8030.55	190
180	10	0.02262	0.04656	2.058	10165.75	230
200	10	0.0153	0.03148	2.058	12552.15	192

Tabel L.4. Data Akusisi Titik NTG 04

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 04			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1782 ft						
S8 46.300						
E121 10.118						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	20.62102	42.4381	2.058	62.8	1295
25	10	8.710191	17.9256	2.058	188.4	1641
35	10	6.11465	12.5839	2.058	376.8	2304
45	10	4.031847	8.29754	2.058	628	2532
55	10	2.710191	5.57757	2.058	942	2553
65	10	1.506673	3.10073	2.058	1318.8	1987
75	10	1.275591	2.62517	2.058	1758.4	2243
85	10	0.611288	1.25803	2.058	2260.8	1382
95	10	0.415782	0.85568	2.058	2826	1175
105	10	0.419803	0.86395	2.058	3454	1450
120	10	0.356909	0.73452	2.058	4513.75	1611
140	10	0.323271	0.66529	2.058	6146.55	1987
160	10	0.315296	0.64888	2.058	8030.55	2532
180	10	0.205199	0.4223	2.058	10165.75	2086
200	10	0.147226	0.30299	2.058	12552.15	1848

Tabel L.5. Data Akusisi Titik NTG 05

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 05			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1779 ft						
S8 46.302						
E121 10.087						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	13.18471	27.1341	2.058	62.8	828
25	10	2.850318	5.86596	2.058	188.4	537
35	10	0.997877	2.05363	2.058	376.8	376
45	10	0.351911	0.72423	2.058	628	221
55	10	0.219745	0.45224	2.058	942	207
65	10	0.14862	0.30586	2.058	1318.8	196
75	10	0.10066	0.20716	2.058	1758.4	177
85	10	0.077406	0.1593	2.058	2260.8	175
95	10	0.056617	0.11652	2.058	2826	160
105	10	0.050666	0.10427	2.058	3454	175
120	10	0.048075	0.09894	2.058	4513.75	217
140	10	0.038884	0.08002	2.058	6146.55	239
160	10	0.021045	0.04331	2.058	8030.55	169
180	10	0.021346	0.04393	2.058	10165.75	217
200	10	0.014101	0.02902	2.058	12552.15	177

Tabel L.6. Data Akusisi Titik NTG 06

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 06			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1782 ft						
S8 46.270						
E121 10.091						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	10.4459	21.4976	2.058	62.8	656
25	10	2.76008	5.68025	2.058	188.4	520
35	10	1.02176	2.10279	2.058	376.8	385
45	10	0.34076	0.70129	2.058	628	214
55	10	0.20382	0.41946	2.058	942	192
65	10	0.11374	0.23408	2.058	1318.8	150
75	10	0.0836	0.17205	2.058	1758.4	147
85	10	0.0606	0.12471	2.058	2260.8	137
95	10	0.04176	0.08593	2.058	2826	118
105	10	0.03909	0.08044	2.058	3454	135
120	10	0.02592	0.05335	2.058	4513.75	117
140	10	0.02245	0.04621	2.058	6146.55	138
160	10	0.02042	0.04203	2.058	8030.55	164
180	10	0.01377	0.02834	2.058	10165.75	140
200	10	0.0098	0.02017	2.058	12552.15	123

Tabel L.7. Data Akusisi Titik NTG 07

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi	: NTG 07			Tanggal	: 04-08-2008	
Konfigurasi	: Schlumberger			Konsultan	: PT INDRA KARYA	
koordinat	: Alt 1768 ft					
	S8 46.265					
	E121 10.120					
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	19.0287	39.161	2.058	62.8	1195
25	10	8.75796	18.0239	2.058	188.4	1650
35	10	4.86465	10.0114	2.058	376.8	1833
45	10	2.99045	6.15434	2.058	628	1878
55	10	1.97771	4.07012	2.058	942	1863
65	10	1.23142	2.53427	2.058	1318.8	1624
75	10	0.93096	1.91592	2.058	1758.4	1637
85	10	0.64667	1.33085	2.058	2260.8	1462
95	10	0.51309	1.05594	2.058	2826	1450
105	10	0.33497	0.68938	2.058	3454	1157
120	10	0.28114	0.57859	2.058	4513.75	1269
140	10	0.23786	0.48951	2.058	6146.55	1462
160	10	0.15615	0.32136	2.058	8030.55	1254
180	10	0.1147	0.23605	2.058	10165.75	1166
200	10	0.09751	0.20068	2.058	12552.15	1224

Tabel L.8. Data Akusisi Titik NTG 08

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 08			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1788 ft						
S8 46.255						
E121 10.146						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	5.015924	10.3228	2.058	62.8	315
25	10	1.199575	2.46873	2.058	188.4	226
35	10	0.403397	0.83019	2.058	376.8	152
45	10	0.238854	0.49156	2.058	628	150
55	10	0.164544	0.33863	2.058	942	155
65	10	0.143312	0.29494	2.058	1318.8	189
75	10	0.097247	0.20014	2.058	1758.4	171
85	10	0.10483	0.21574	2.058	2260.8	237
95	10	0.079972	0.16458	2.058	2826	226
105	10	0.067748	0.13942	2.058	3454	234
120	10	0.075104	0.15456	2.058	4513.75	339
140	10	0.05255	0.10815	2.058	6146.55	323
160	10	0.056908	0.11712	2.058	8030.55	457
180	10	0.055972	0.11519	2.058	10165.75	569
200	10	0.04071	0.08378	2.058	12552.15	511

Tabel L.9. Data Akusisi Titik NTG 09

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 09			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1791 ft						
S8 46.245						
E121 10.173						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	5.270701	10.8471	2.058	62.8	331
25	10	1.555202	3.20061	2.058	188.4	293
35	10	0.599788	1.23436	2.058	376.8	226
45	10	0.348726	0.71768	2.058	628	219
55	10	0.264331	0.54399	2.058	942	249
65	10	0.179709	0.36984	2.058	1318.8	237
75	10	0.148999	0.30664	2.058	1758.4	262
85	10	0.14287	0.29403	2.058	2260.8	323
95	10	0.098018	0.20172	2.058	2826	277
105	10	0.107991	0.22224	2.058	3454	373
120	10	0.091941	0.18922	2.058	4513.75	415
140	10	0.106889	0.21998	2.058	6146.55	657
160	10	0.096133	0.19784	2.058	8030.55	772
180	10	0.07299	0.15021	2.058	10165.75	742
200	10	0.054493	0.11215	2.058	12552.15	684

Tabel L.10. Data Akusisi Titik NTG 10

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 10			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1618ft						
S8 46.236						
E121 10.198						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	9.984076	20.5472	2.058	62.8	627
25	10	2.505308	5.15592	2.058	188.4	472
35	10	0.899682	1.85154	2.058	376.8	339
45	10	0.420382	0.86515	2.058	628	264
55	10	0.255839	0.52652	2.058	942	241
65	10	0.186533	0.38389	2.058	1318.8	246
75	10	0.143881	0.29611	2.058	1758.4	253
85	10	0.106599	0.21938	2.058	2260.8	241
95	10	0.085987	0.17696	2.058	2826	243
105	10	0.070932	0.14598	2.058	3454	245
120	10	0.048075	0.09894	2.058	4513.75	217
140	10	0.024892	0.05123	2.058	6146.55	153
160	10	0.020671	0.04254	2.058	8030.55	166
180	10	0.021445	0.04413	2.058	10165.75	218
200	10	0.013065	0.02689	2.058	12552.15	164

Tabel L.11. Data Akusisi Titik NTG 11

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 11			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1815 ft						
S8 46.292						
E121 10.212						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	10.22293	21.0388	2.058	62.8	642
25	10	2.022293	4.16188	2.058	188.4	381
35	10	0.870488	1.79146	2.058	376.8	328
45	10	0.444268	0.9143	2.058	628	279
55	10	0.303609	0.62483	2.058	942	286
65	10	0.241128	0.49624	2.058	1318.8	318
75	10	0.181984	0.37452	2.058	1758.4	320
85	10	0.123408	0.25397	2.058	2260.8	279
95	10	0.114296	0.23522	2.058	2826	323
105	10	0.092646	0.19067	2.058	3454	320
120	10	0.064913	0.13359	2.058	4513.75	293
140	10	0.038233	0.07868	2.058	6146.55	235
160	10	0.02752	0.05664	2.058	8030.55	221
180	10	0.022232	0.04575	2.058	10165.75	226
200	10	0.01203	0.02476	2.058	12552.15	151

Tabel L.12. Data Akusisi Titik NTG 12

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 12			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1807 ft						
S8 46.305						
E121 10.182						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	6.003185	12.3546	2.058	62.8	377
25	10	1.544586	3.17876	2.058	188.4	291
35	10	0.644904	1.32721	2.058	376.8	243
45	10	0.386943	0.79633	2.058	628	243
55	10	0.274947	0.56584	2.058	942	259
65	10	0.211556	0.43538	2.058	1318.8	279
75	10	0.152411	0.31366	2.058	1758.4	268
85	10	0.125619	0.25852	2.058	2260.8	284
95	10	0.110403	0.22721	2.058	2826	312
105	10	0.099016	0.20377	2.058	3454	342
120	10	0.086846	0.17873	2.058	4513.75	392
140	10	0.063288	0.13025	2.058	6146.55	389
160	10	0.059274	0.12199	2.058	8030.55	476
180	10	0.044561	0.09171	2.058	10165.75	453
200	10	0.036408	0.07493	2.058	12552.15	457

Tabel L.13. Data Akusisi Titik NTG 13

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 13			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1814 ft						
S8 46.319						
E121 10.149						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	4.713376	9.70013	2.058	62.8	296
25	10	0.902335	1.85701	2.058	188.4	170
35	10	0.334395	0.68818	2.058	376.8	126
45	10	0.159236	0.32771	2.058	628	100
55	10	0.11465	0.23595	2.058	942	108
65	10	0.128147	0.26373	2.058	1318.8	169
75	10	0.06995	0.14396	2.058	1758.4	123
85	10	0.084926	0.17478	2.058	2260.8	192
95	10	0.071125	0.14638	2.058	2826	201
105	10	0.047481	0.09772	2.058	3454	164
120	10	0.055386	0.11399	2.058	4513.75	250
140	10	0.049784	0.10246	2.058	6146.55	306
160	10	0.038104	0.07842	2.058	8030.55	306
180	10	0.038954	0.08017	2.058	10165.75	396
200	10	0.03123	0.06427	2.058	12552.15	392

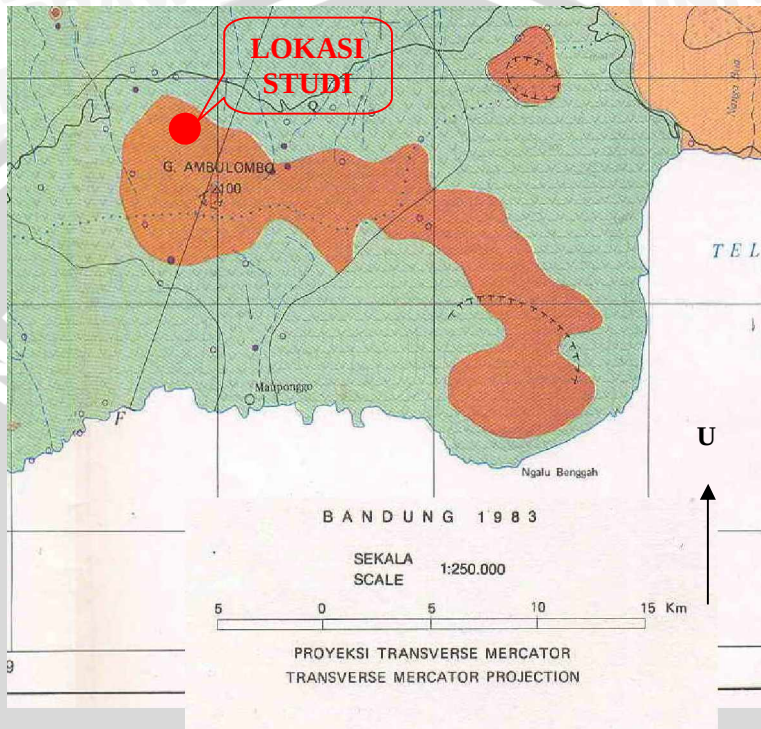
Tabel L.14. Data Akusisi Titik NTG 14

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 14			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1797 ft						
S8 46.333						
E121 10.120						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	18.51911	38.1123	2.058	62.8	1163
25	10	8.412951	17.3139	2.058	188.4	1585
35	10	4.559448	9.38334	2.058	376.8	1718
45	10	3.039809	6.25593	2.058	628	1909
55	10	2.059448	4.23834	2.058	942	1940
65	10	1.607522	3.30828	2.058	1318.8	2120
75	10	1.059486	2.18042	2.058	1758.4	1863
85	10	0.759908	1.56389	2.058	2260.8	1718
95	10	0.574664	1.18266	2.058	2826	1624
105	10	0.444123	0.914	2.058	3454	1534
120	10	0.35979	0.74045	2.058	4513.75	1624
140	10	0.245666	0.50558	2.058	6146.55	1510
160	10	0.174832	0.3598	2.058	8030.55	1404
180	10	0.153358	0.31561	2.058	10165.75	1559
200	10	0.116474	0.2397	2.058	12552.15	1462

Tabel L.15. Data Akusisi Titik NTG 15

FORM DATA GEOLISTRIK						
Lokasi : NTG 15			Tanggal : 04-08-2008			
Konfigurasi : Schlumberger			Konsultan : PT INDRA KARYA			
koordinat : Alt 1808 ft						
S8 46.342						
E121 10.087						
AB/2 (m)	MN (m)	R (Ohm)	V (mVolt)	I (mA)	K	ρ (Ω m)
15	10	13.66242	28.1173	2.058	62.8	858
25	10	3.768577	7.75573	2.058	188.4	710
35	10	1.297771	2.67081	2.058	376.8	489
45	10	0.570064	1.17319	2.058	628	358
55	10	0.266454	0.54836	2.058	942	251
65	10	0.147103	0.30274	2.058	1318.8	194
75	10	0.088717	0.18258	2.058	1758.4	156
85	10	0.070771	0.14565	2.058	2260.8	160
95	10	0.062279	0.12817	2.058	2826	176
105	10	0.047481	0.09772	2.058	3454	164
120	10	0.040986	0.08435	2.058	4513.75	185
140	10	0.037745	0.07768	2.058	6146.55	232
160	10	0.029263	0.06022	2.058	8030.55	235
180	10	0.023707	0.04879	2.058	10165.75	241
200	10	0.018324	0.03771	2.058	12552.15	230

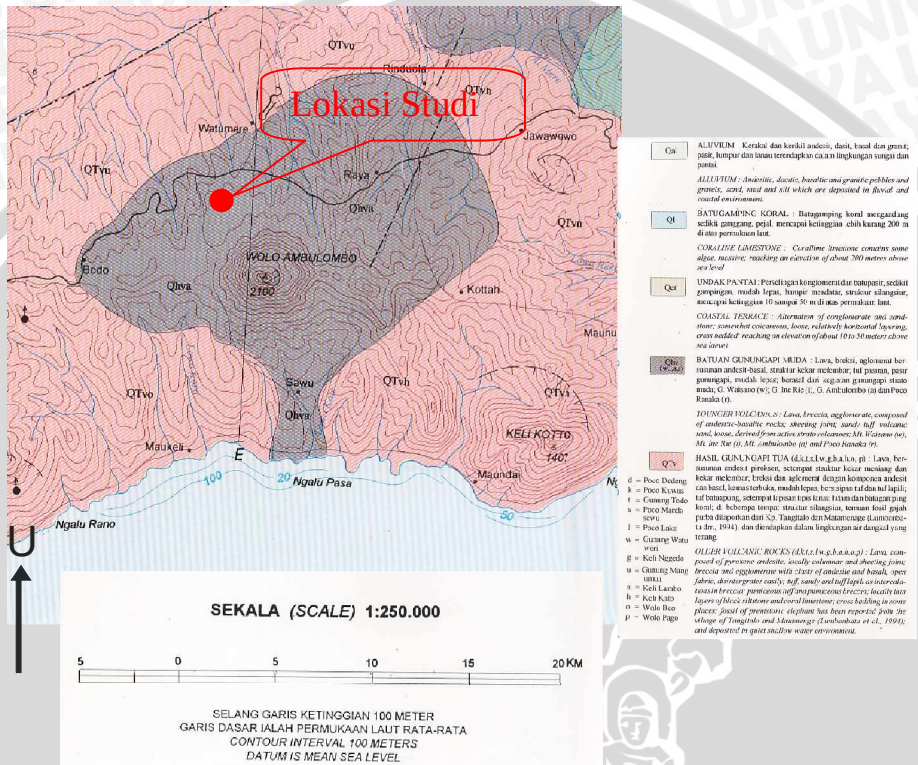
LAMPIRAN 2. PETA HIDROGEOLOGI



1. LEGENDA	
1.1. Batuan 1.1.1. Batuan beku 1.1.2. Batuan sedimen 1.1.3. Batuan metamorf 1.2. Struktur Geologi 1.2.1. Struktur Geologi 1.2.2. Struktur Geologi 1.2.3. Struktur Geologi 1.2.4. Struktur Geologi 1.2.5. Struktur Geologi 1.2.6. Struktur Geologi 1.2.7. Struktur Geologi 1.2.8. Struktur Geologi 1.2.9. Struktur Geologi 1.2.10. Struktur Geologi 1.2.11. Struktur Geologi 1.2.12. Struktur Geologi 1.2.13. Struktur Geologi 1.2.14. Struktur Geologi 1.2.15. Struktur Geologi 1.2.16. Struktur Geologi 1.2.17. Struktur Geologi 1.2.18. Struktur Geologi 1.2.19. Struktur Geologi 1.2.20. Struktur Geologi 1.2.21. Struktur Geologi 1.2.22. Struktur Geologi 1.2.23. Struktur Geologi 1.2.24. Struktur Geologi 1.2.25. Struktur Geologi 1.2.26. Struktur Geologi 1.2.27. Struktur Geologi 1.2.28. Struktur Geologi 1.2.29. Struktur Geologi 1.2.30. Struktur Geologi 1.2.31. Struktur Geologi 1.2.32. Struktur Geologi 1.2.33. Struktur Geologi 1.2.34. Struktur Geologi 1.2.35. Struktur Geologi 1.2.36. Struktur Geologi 1.2.37. Struktur Geologi 1.2.38. Struktur Geologi 1.2.39. Struktur Geologi 1.2.40. Struktur Geologi 1.2.41. Struktur Geologi 1.2.42. Struktur Geologi 1.2.43. Struktur Geologi 1.2.44. Struktur Geologi 1.2.45. Struktur Geologi 1.2.46. Struktur Geologi 1.2.47. Struktur Geologi 1.2.48. Struktur Geologi 1.2.49. Struktur Geologi 1.2.50. Struktur Geologi 1.2.51. Struktur Geologi 1.2.52. Struktur Geologi 1.2.53. Struktur Geologi 1.2.54. Struktur Geologi 1.2.55. Struktur Geologi 1.2.56. Struktur Geologi 1.2.57. Struktur Geologi 1.2.58. Struktur Geologi 1.2.59. Struktur Geologi 1.2.60. Struktur Geologi 1.2.61. Struktur Geologi 1.2.62. Struktur Geologi 1.2.63. Struktur Geologi 1.2.64. Struktur Geologi 1.2.65. Struktur Geologi 1.2.66. Struktur Geologi 1.2.67. Struktur Geologi 1.2.68. Struktur Geologi 1.2.69. Struktur Geologi 1.2.70. Struktur Geologi 1.2.71. Struktur Geologi 1.2.72. Struktur Geologi 1.2.73. Struktur Geologi 1.2.74. Struktur Geologi 1.2.75. Struktur Geologi 1.2.76. Struktur Geologi 1.2.77. Struktur Geologi 1.2.78. Struktur Geologi 1.2.79. Struktur Geologi 1.2.80. Struktur Geologi 1.2.81. Struktur Geologi 1.2.82. Struktur Geologi 1.2.83. Struktur Geologi 1.2.84. Struktur Geologi 1.2.85. Struktur Geologi 1.2.86. Struktur Geologi 1.2.87. Struktur Geologi 1.2.88. Struktur Geologi 1.2.89. Struktur Geologi 1.2.90. Struktur Geologi 1.2.91. Struktur Geologi 1.2.92. Struktur Geologi 1.2.93. Struktur Geologi 1.2.94. Struktur Geologi 1.2.95. Struktur Geologi 1.2.96. Struktur Geologi 1.2.97. Struktur Geologi 1.2.98. Struktur Geologi 1.2.99. Struktur Geologi 1.2.100. Struktur Geologi	1.3. Struktur Geologi 1.3.1. Struktur Geologi 1.3.2. Struktur Geologi 1.3.3. Struktur Geologi 1.3.4. Struktur Geologi 1.3.5. Struktur Geologi 1.3.6. Struktur Geologi 1.3.7. Struktur Geologi 1.3.8. Struktur Geologi 1.3.9. Struktur Geologi 1.3.10. Struktur Geologi 1.3.11. Struktur Geologi 1.3.12. Struktur Geologi 1.3.13. Struktur Geologi 1.3.14. Struktur Geologi 1.3.15. Struktur Geologi 1.3.16. Struktur Geologi 1.3.17. Struktur Geologi 1.3.18. Struktur Geologi 1.3.19. Struktur Geologi 1.3.20. Struktur Geologi 1.3.21. Struktur Geologi 1.3.22. Struktur Geologi 1.3.23. Struktur Geologi 1.3.24. Struktur Geologi 1.3.25. Struktur Geologi 1.3.26. Struktur Geologi 1.3.27. Struktur Geologi 1.3.28. Struktur Geologi 1.3.29. Struktur Geologi 1.3.30. Struktur Geologi 1.3.31. Struktur Geologi 1.3.32. Struktur Geologi 1.3.33. Struktur Geologi 1.3.34. Struktur Geologi 1.3.35. Struktur Geologi 1.3.36. Struktur Geologi 1.3.37. Struktur Geologi 1.3.38. Struktur Geologi 1.3.39. Struktur Geologi 1.3.40. Struktur Geologi 1.3.41. Struktur Geologi 1.3.42. Struktur Geologi 1.3.43. Struktur Geologi 1.3.44. Struktur Geologi 1.3.45. Struktur Geologi 1.3.46. Struktur Geologi 1.3.47. Struktur Geologi 1.3.48. Struktur Geologi 1.3.49. Struktur Geologi 1.3.50. Struktur Geologi 1.3.51. Struktur Geologi 1.3.52. Struktur Geologi 1.3.53. Struktur Geologi 1.3.54. Struktur Geologi 1.3.55. Struktur Geologi 1.3.56. Struktur Geologi 1.3.57. Struktur Geologi 1.3.58. Struktur Geologi 1.3.59. Struktur Geologi 1.3.60. Struktur Geologi 1.3.61. Struktur Geologi 1.3.62. Struktur Geologi 1.3.63. Struktur Geologi 1.3.64. Struktur Geologi 1.3.65. Struktur Geologi 1.3.66. Struktur Geologi 1.3.67. Struktur Geologi 1.3.68. Struktur Geologi 1.3.69. Struktur Geologi 1.3.70. Struktur Geologi 1.3.71. Struktur Geologi 1.3.72. Struktur Geologi 1.3.73. Struktur Geologi 1.3.74. Struktur Geologi 1.3.75. Struktur Geologi 1.3.76. Struktur Geologi 1.3.77. Struktur Geologi 1.3.78. Struktur Geologi 1.3.79. Struktur Geologi 1.3.80. Struktur Geologi 1.3.81. Struktur Geologi 1.3.82. Struktur Geologi 1.3.83. Struktur Geologi 1.3.84. Struktur Geologi 1.3.85. Struktur Geologi 1.3.86. Struktur Geologi 1.3.87. Struktur Geologi 1.3.88. Struktur Geologi 1.3.89. Struktur Geologi 1.3.90. Struktur Geologi 1.3.91. Struktur Geologi 1.3.92. Struktur Geologi 1.3.93. Struktur Geologi 1.3.94. Struktur Geologi 1.3.95. Struktur Geologi 1.3.96. Struktur Geologi 1.3.97. Struktur Geologi 1.3.98. Struktur Geologi 1.3.99. Struktur Geologi 1.3.100. Struktur Geologi

Gambar L.1. Peta Hidrogeologi Desa Natanage

LAMPIRAN 3. PETA GEOLOGI



Gambar L.2. Peta Geologi Desa Natanage

LAMPIRAN 4. DOKUMENTASI KEGIATAN AKUSISI



(a)



(b)

Gambar L.3. Foto Akusisi Geolistrik di Desa Natanage



(a)



(b)



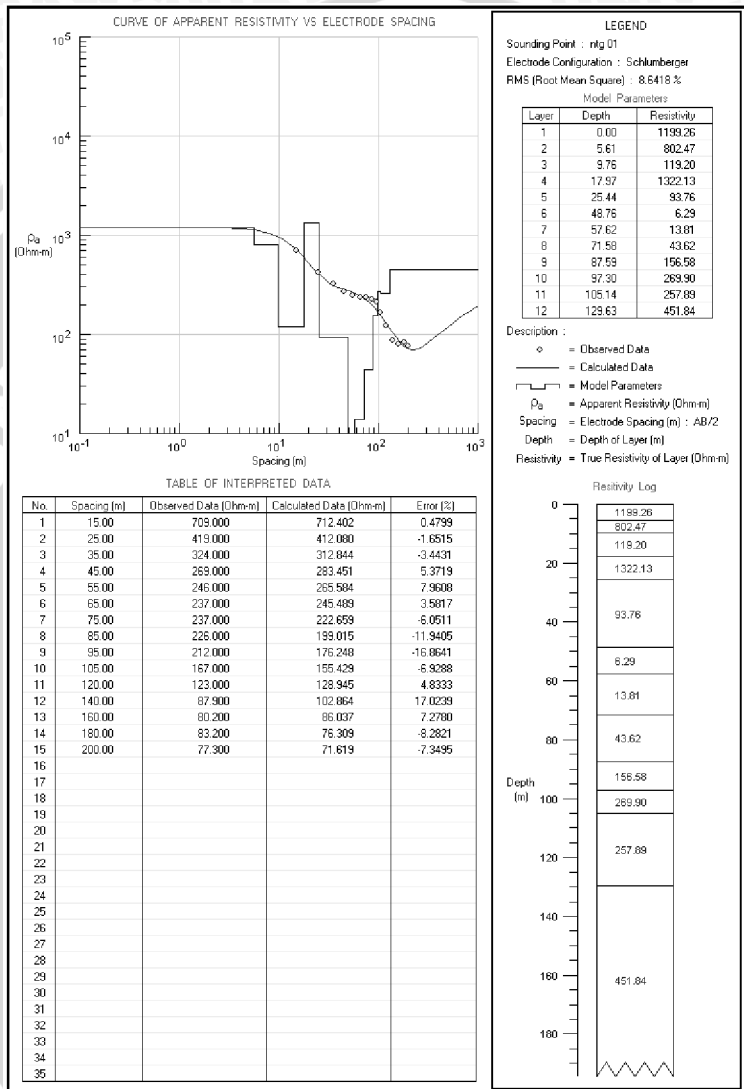
(c)



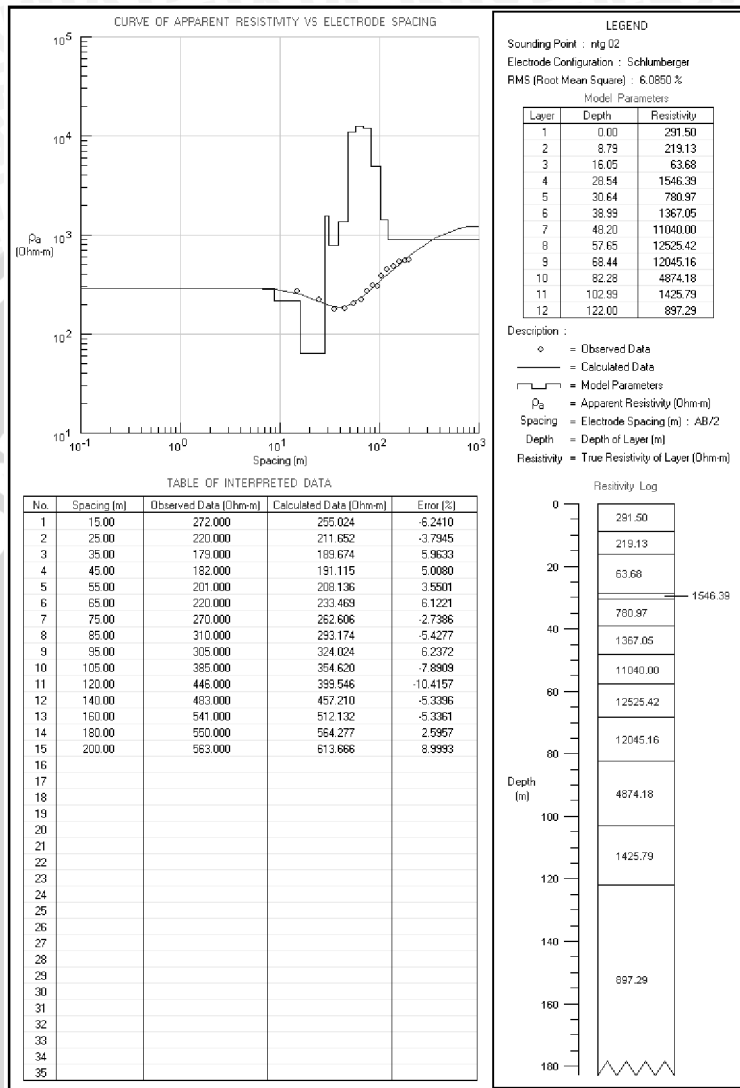
(d)

**Gambar L.4. Foto Titik Pengukuran; (a) NTG01 (b) NTG02
(c) NTG07 (d) NTG11**

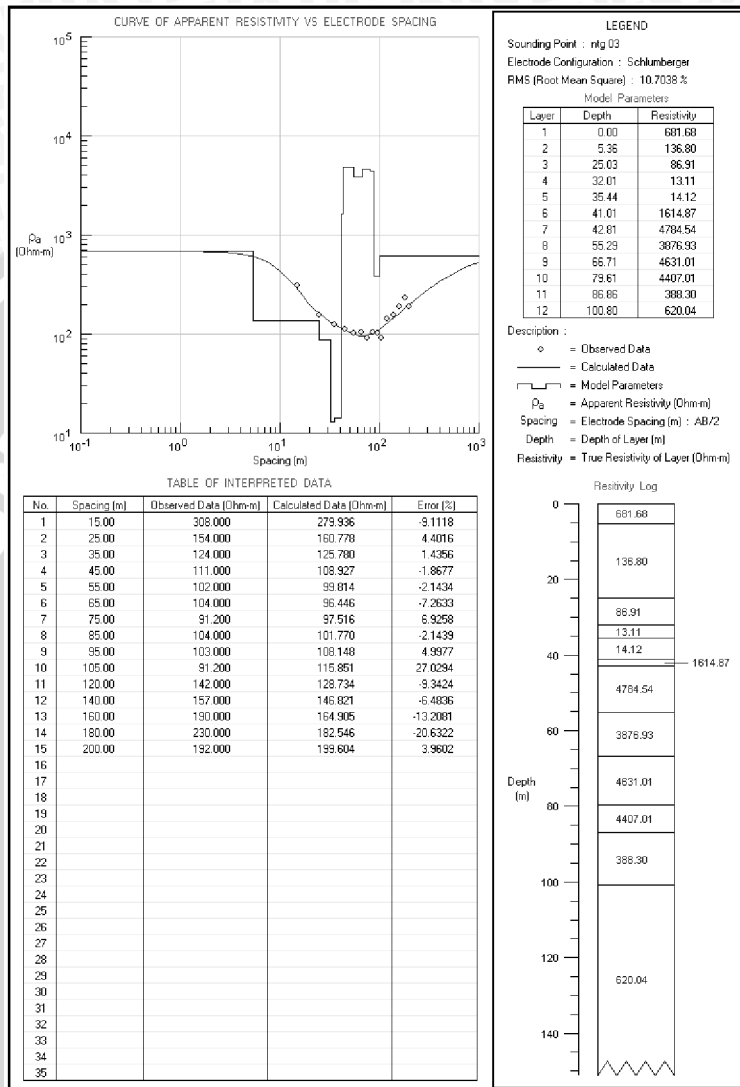
LAMPIRAN 5. HASIL PENGOLAHAN 1D



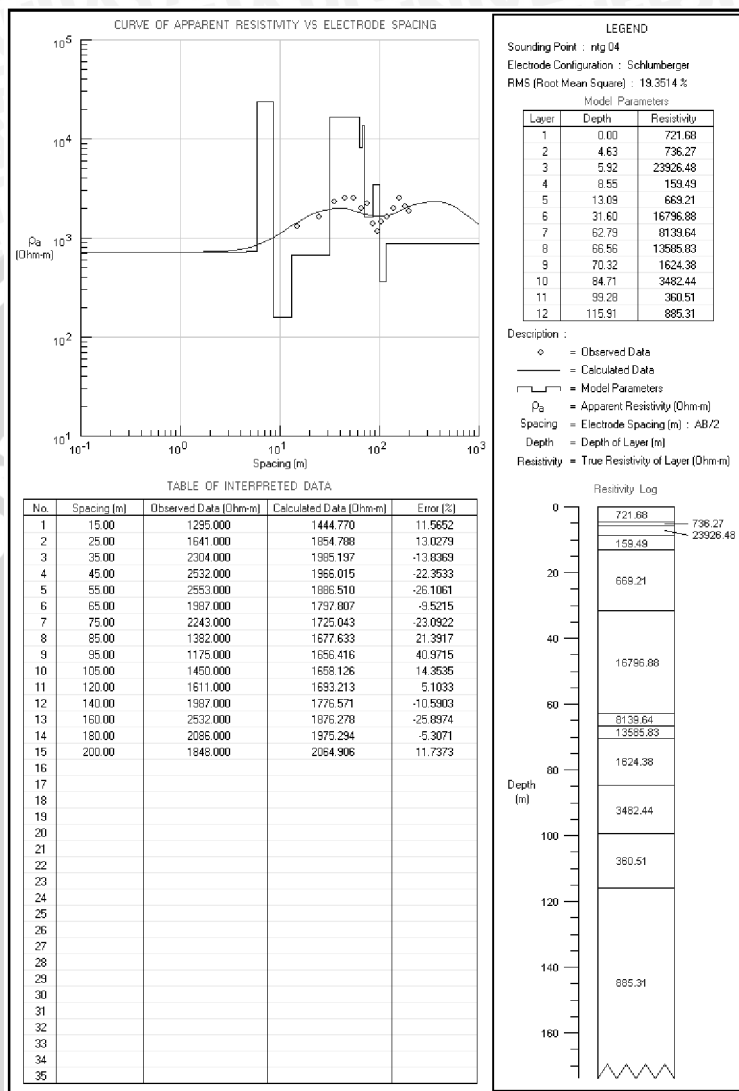
Gambar L.5. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG01



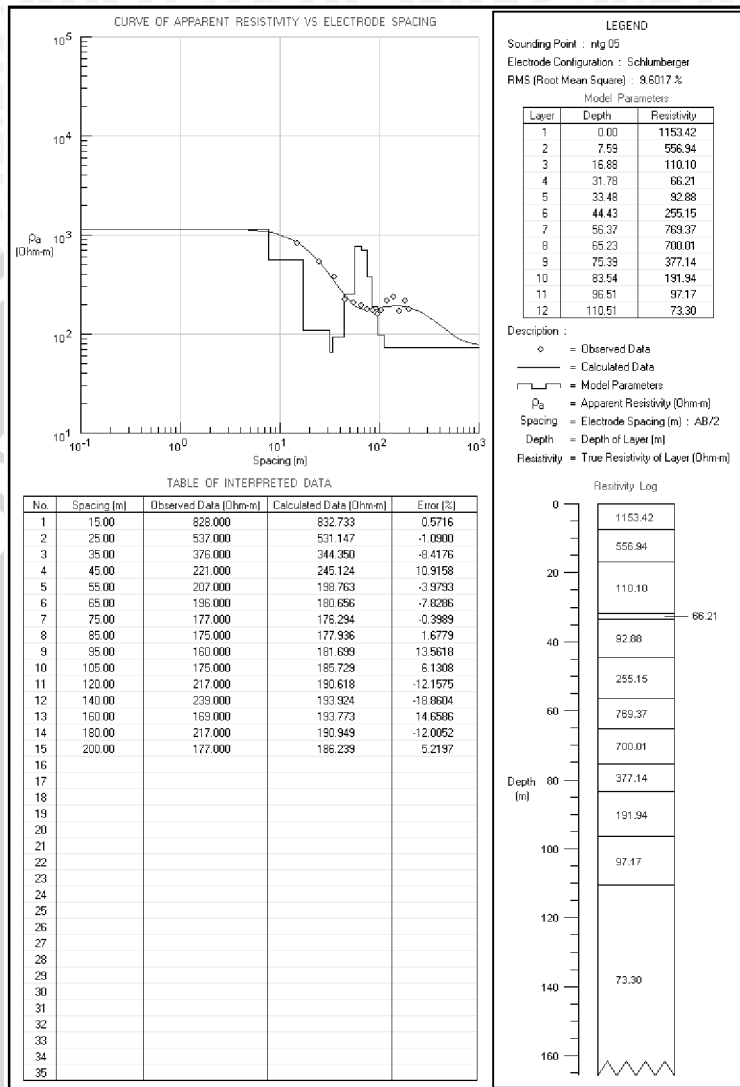
Gambar L.6. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG02



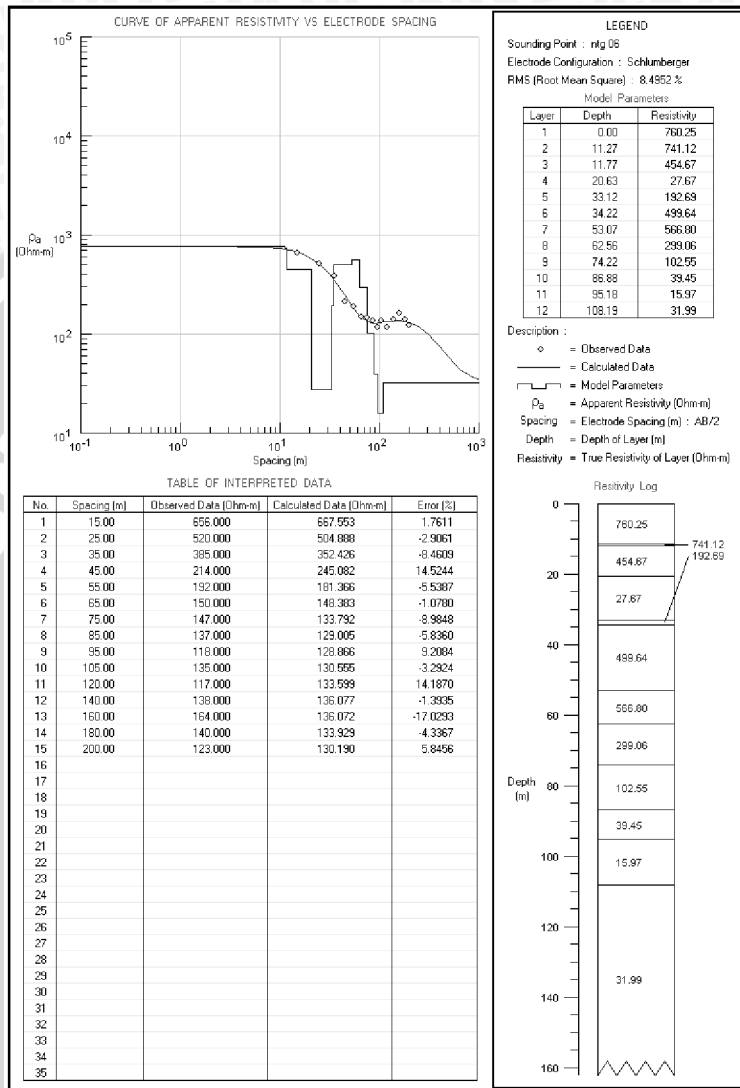
Gambar L.7. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG03



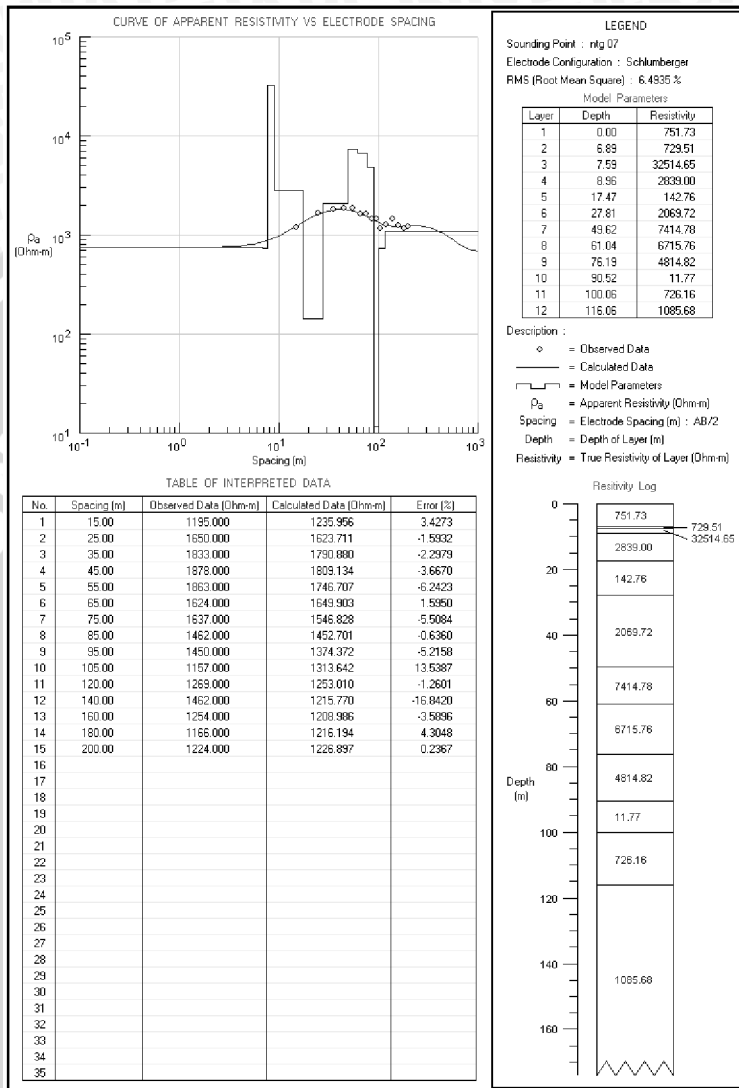
Gambar L.8. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG04



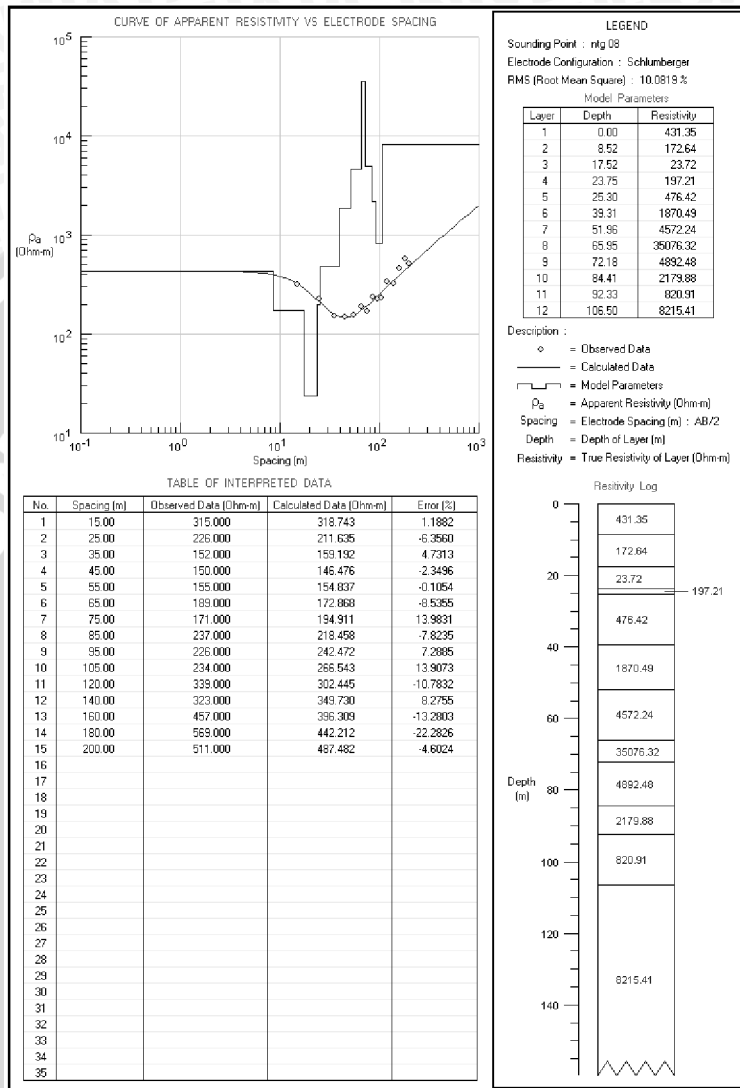
Gambar L.9. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG05



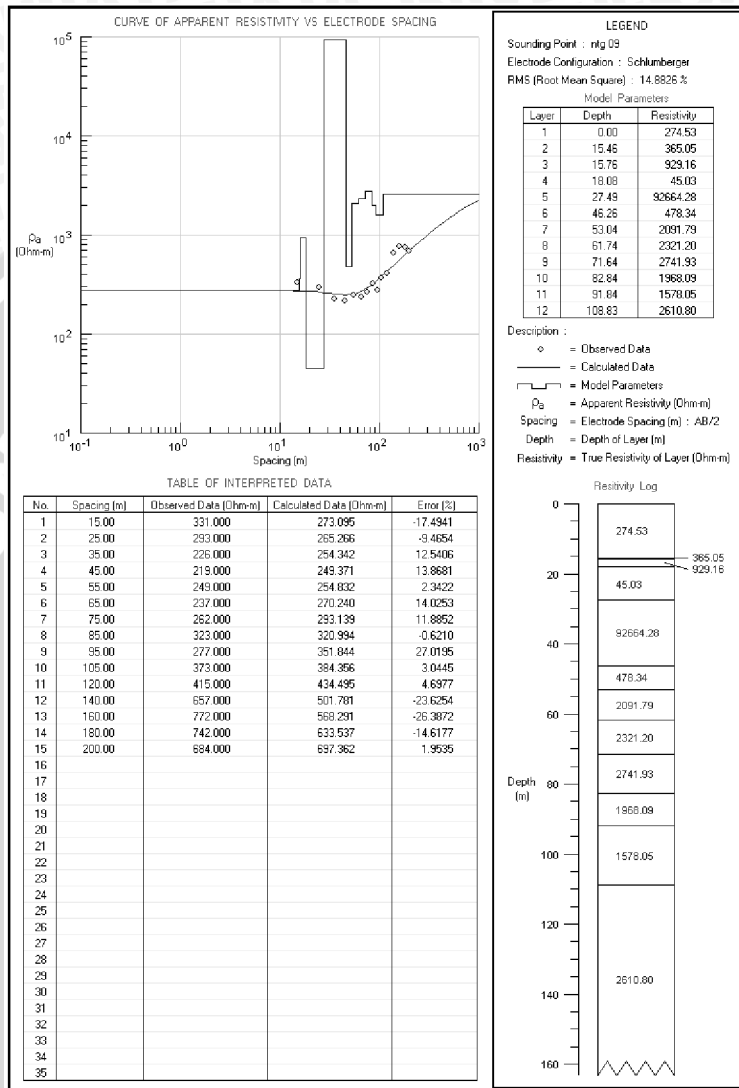
Gambar L.10. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG06



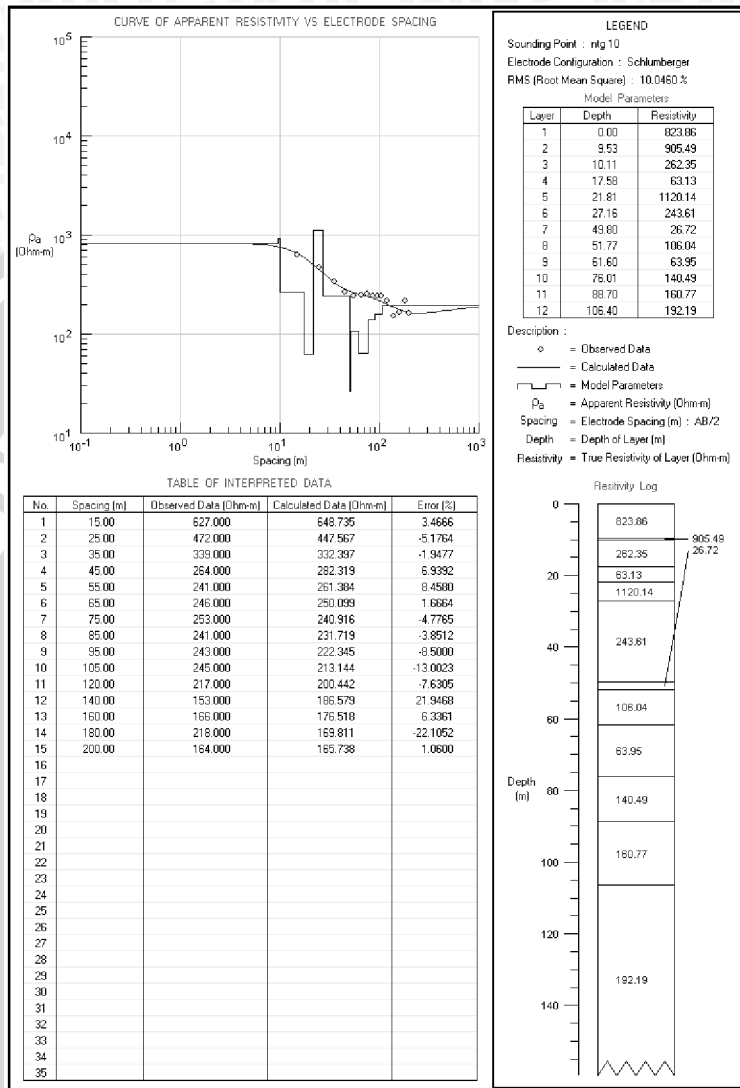
Gambar L.11. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG07



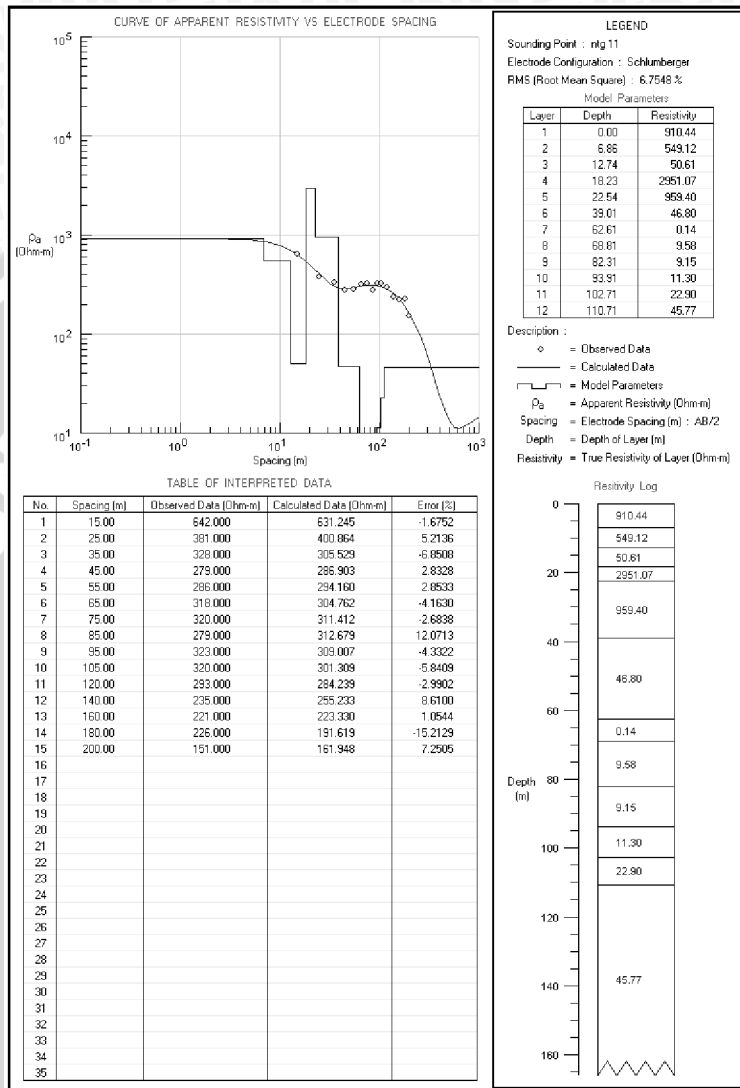
Gambar L.12. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG08



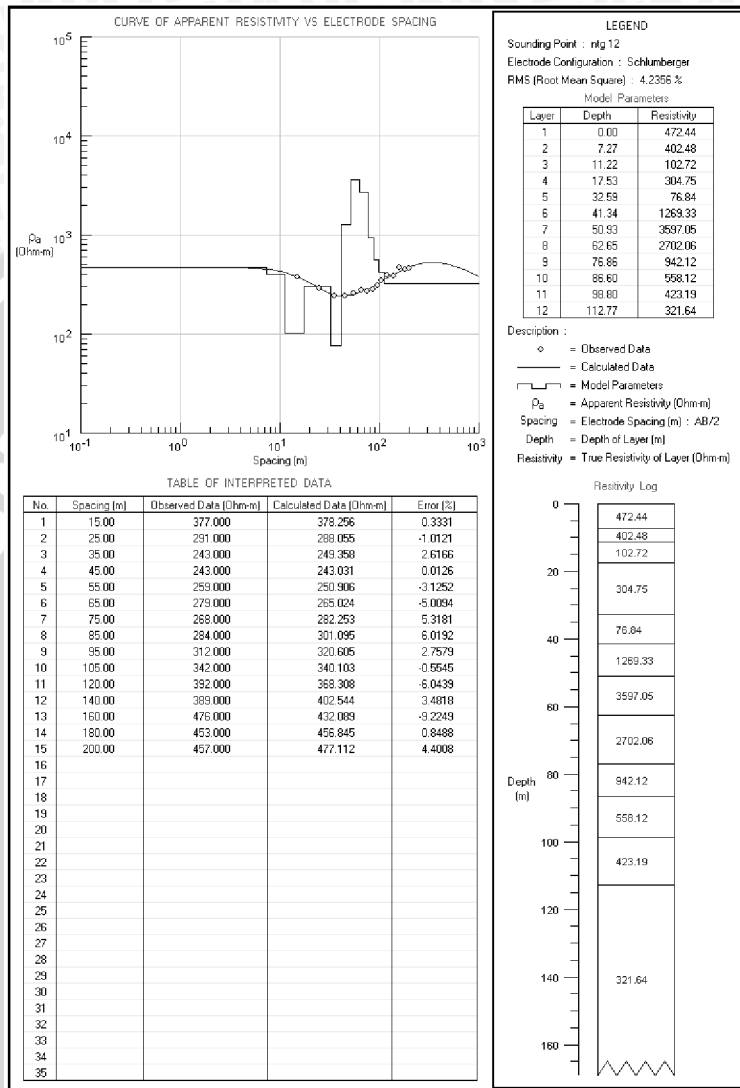
Gambar L.13. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG09



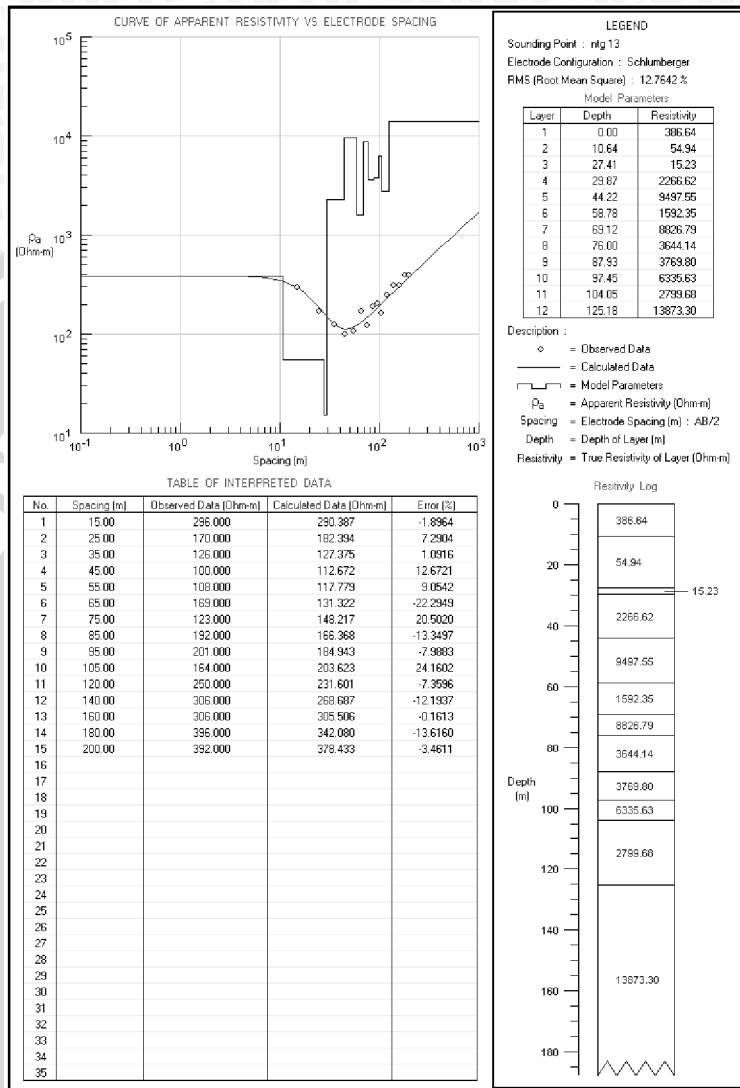
Gambar L.14. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG10



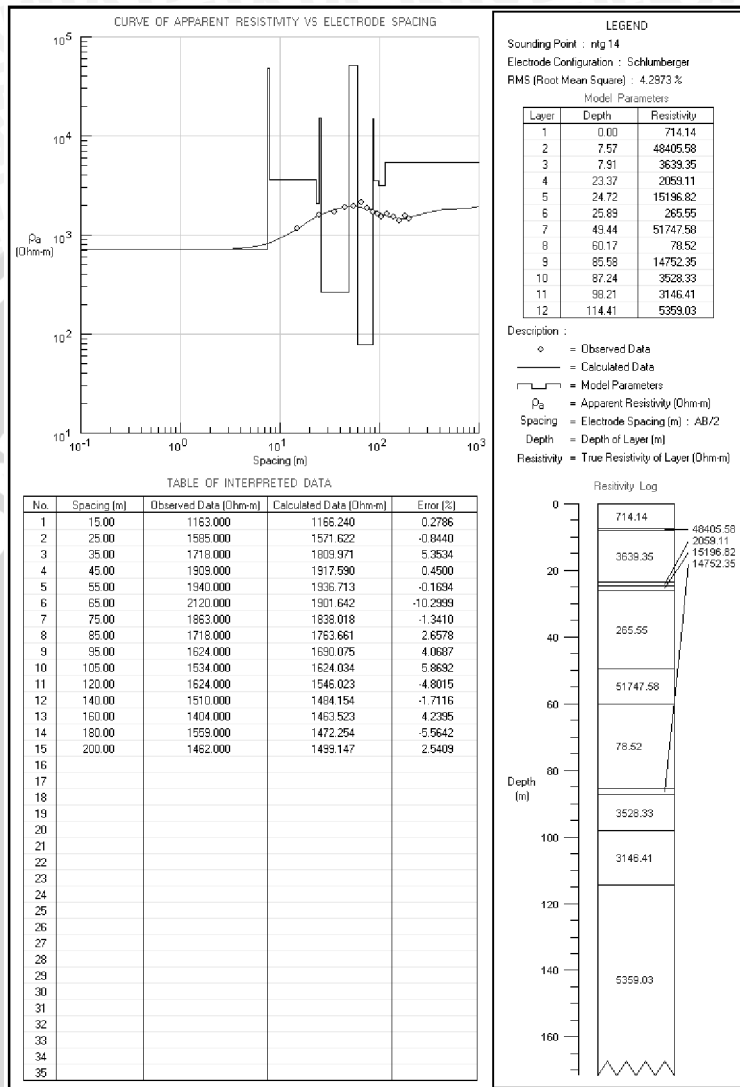
Gambar L.15. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG11



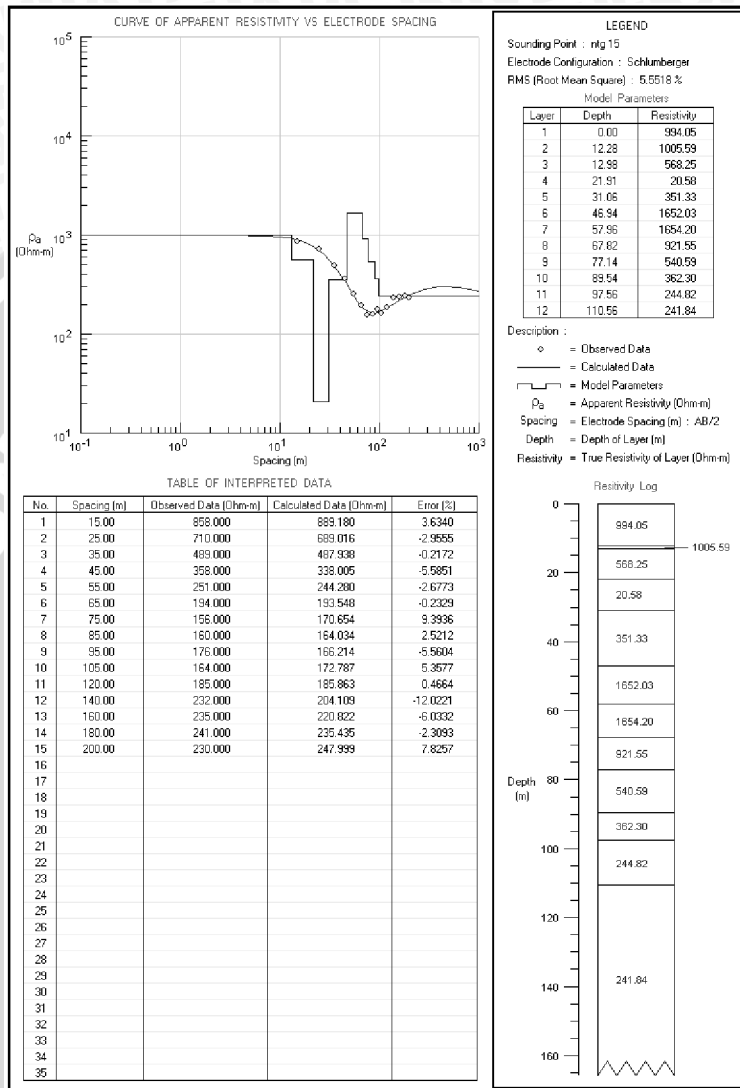
Gambar L.16. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG12



Gambar L.17. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG13



Gambar L.18. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG14



Gambar L.19. Hasil Pengolahan 1D pada Titik NTG15

LAMPIRAN 6. NILAI RESISTIVITAS BATUAN

Tabel L.16. Kisaran Nilai Resistivitas

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	$2 \times 10^3 - 10^5$
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	0.3 - 0.2

(Blaricom, 1988)