

**EKSPLORASI AIR BAWAH TANAH DENGAN MENGGUNAKAN
METODE DIPOLE – DIPOLE DI DAERAH CILANGKAP
JAKARTA TIMUR**

SKRIPSI

**SUSY ROHIDAH
0706196866**



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA**

2009

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

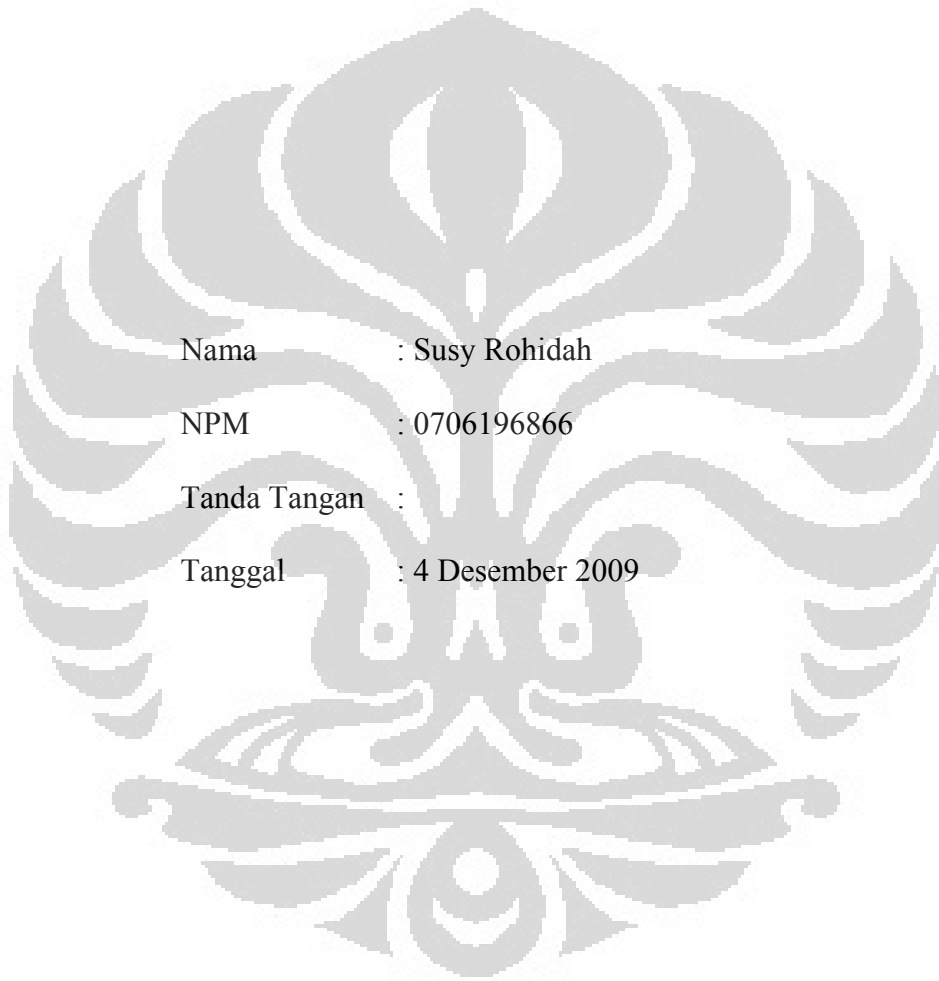
Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Susy Rohidah

NPM : 0706196866

Tanda Tangan :

Tanggal : 4 Desember 2009



LEMBAR PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : Susy Rohidah
NPM : 0706196866
Departemen : Fisika
Peminatan : Geofisika
Tanggal Sidang : 4 Desember 2009
Judul Skripsi : Ekplorasi Air Bawah Tanah Dengan Menggunakan Metode
Dipole-Dipole Di Daerah Cilangkap Jakarta Timur

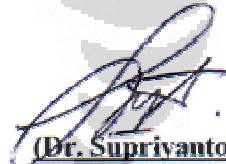
Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh



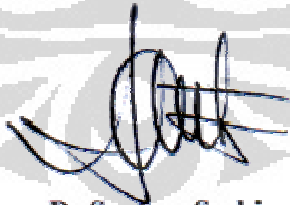
(Dr. Svamsu Rosid)
Pembimbing



(Dr. Abdul Harris)
Penguji I



(Dr. Suprivanto, M.Sc)
Penguji II



Dr. Santoso Soekirno
Ketua Departemen Fisika

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat serta pertolongan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Allah Nabi Muhammd SAW beserta keluarga dan sahabatnya yang telah membimbing jalan hidup penulis dalam kegiatan dan aktivitas sehari-hari.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Syamsu Rosid selaku pembimbing, yang begitu sabar memberikan dorongan, bimbingan materi tugas akhir serta saran dan masukan yang sangat berarti bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Santoso Soekirno selaku Ketua Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Yunus Daud selaku Ketua program peminatan Geofisika Sekaligus Penguji I, yang telah memberikan izin penggunaan instrumentasi pengukuran dari Lab. Geofisika Eksplorasi Universitas Indonesia
4. Bapak Dr. Eng Supriyanto M.Sc. selaku penguji I.
5. Bapak Dr. Abdul Haris selaku Sekretaris Fakultas Departemen Fisika Sekaligus Penguji II, yang telah terlibat dalam mekanisme kedinasan antara Dinas Dikmenti Dengan Universitas Indonesia.
6. Bapak Drs. Ratiyono Msi. Selaku Wakil Kepala Dinas Dikmenti yang telah memberikan izin melanjutkan kuliah di Universitas Indonesia.
7. Bapak dan Ibu staf pengajar di jurusan Fisika yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis kuliah di Fisika MIPA Universitas Indonesia.
8. Mas Riski, Mbak Heni dan Mbak Ratna yang telah banyak membantu dalam urusan administrasi.
9. Mas Abdul Razak Hardiana yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data di lapangan serta bimbingan dan semangat kepada penulis.
10. Mas Lendry dan Mas Surya (Fis, 09) yang telah memberikan masukannya.
11. Rekan-rekan team eksplorasi geofosika : Bu Musfia dan Bu Alimah.

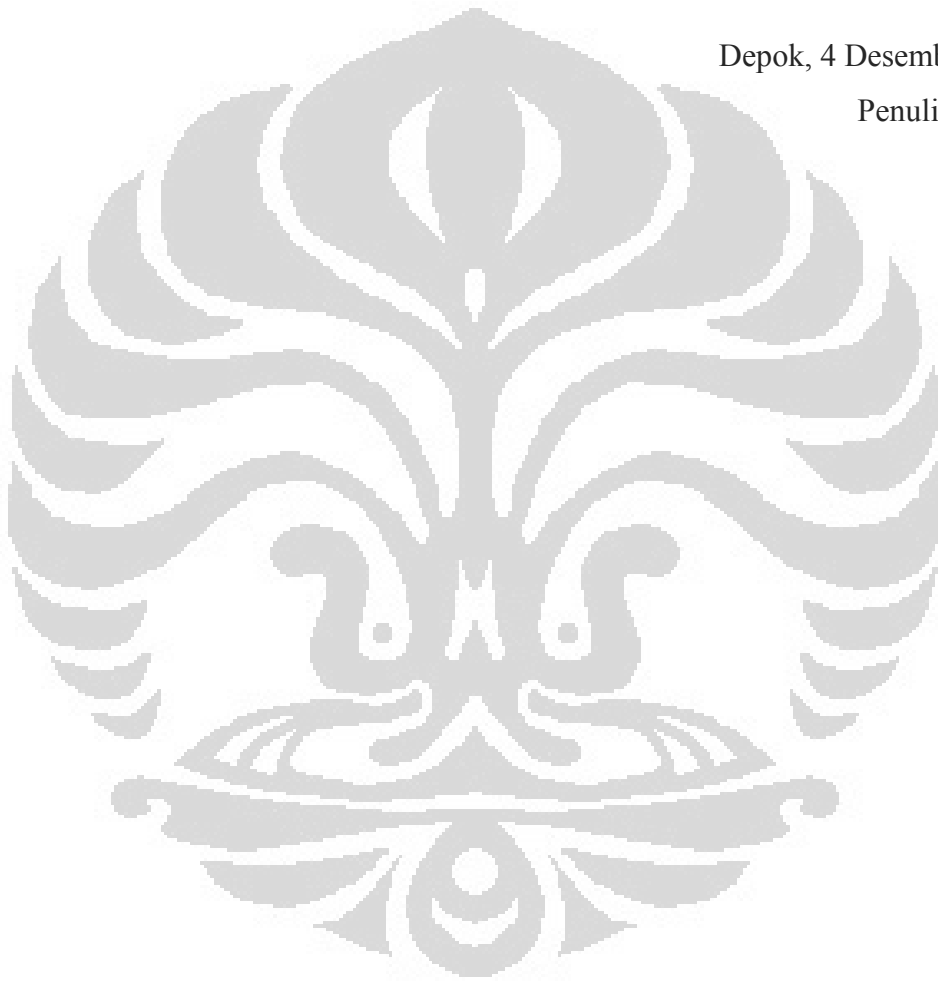
12. Seluruh rekan- rekan guru di SMA Negeri 64 Jakarta yang telah memberikan dorongan dan semangatnya.

13. Orang tua, serta anak-anakku tercinta yang begitu rela, penuh pengertian dan memahami penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

Akhir kata semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu dan Rekan-rekan sekalian. Amin.

Depok, 4 Desember 2009

Penulis



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Susy Rohidah
NPM : 0706196866
Program Studi : Ekstensi Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Ekplorasi Air Bawah Tanah Dengan Menggunakan Metode Dipole Dipole di Daerah Cilangkap Jakarta Timur Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 4 Desember 2009
Yang menyatakan

(Susy Rohidah)

ABSTRAK

Nama : Susy Rohidah
Program Studi : Ekstensi Fisika
Judul : Eklporasi Air Bawah Tanah Dengan Menggunakan Metode
Dipole - Dipole di Daerah Cilangkap Jakarta Timur

Telah dilakukan penelitian geolistrik dengan menggunakan konfigurasi elektroda dipole-dipole di daerah Cilangkap pada tanggal 8 Oktober 2009. Ketersediaan air pada daerah penelitian cukup untuk mendukung kegiatan-kegiatan yang ada seperti pertanian, terutama di musim kemarau. Didaerah penelitian didapatkan sebaran air dan material didalam permukaan tanah yang menurut peta geologi masuk dalam area Qa (Alluvium). Pemodelan didapatkan dengan cara akuisisi data dengan menggunakan metode Resistivity dipole-dipole, kemudian data tersebut diolah menggunakan software Res2Dinv. Data-data pendukung untuk penelitian ini adalah data Wenner-Schlumberger, data sumur, dan data geologi wilayah Cilangkap. Hasil Pemodelan tanah terdeteksi dengan kedalaman 5 meter dari permukaan tanah dengan nilai resistivitas 2,14 – 17092 Ω m. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa air berada pada rekahan-rekahan dan pada daerah penelitian ditemukan bongkah (*boulder*).

Kata Kunci : Resistivity, Res2Dinv, Dipole-dipole.

ABSTRACT

Name : Susy Rohidah
Study Program: Physics Extension Program
Title : Underground Water Exploration by Using Dipole-Dipole Methods
in Cilangkap East of Jakarta

A Geo Electricity research had been conducted by using an Electrodes Dipoles configuration in Cilangkap area on octobre 8 2009. The water supply in observation sites is adequate enough to endorsing such activities as agriculture, particularly summer time. It found that on sites splats of water and materials inside of ground surfaces which is according to geology map it is include in Qa area (Alluvium). Modeling is acquired by data acquisition by using a resistivity Dipoles therefore the data processed by using Re2Dinv software. Back up data for the research is derived from Wenner-Schlumberger, a Well data and geology data in Cilangkap. Result of soil modeling is detected by 5 meter depth from surfaces with resistivity rate 2,14 – 17092 Ω m. the interpretation demonstrated that water found in cracks and research area.

Keyword : Resistivity, Res2Dinv,Dipoles.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Lembar Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah.....	vi
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar.....	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Tinjauan Lokasi.....	2
1.4.1 Waktu Penelitian	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Metode Resistivitas DC Dipole-Dipole.....	5
2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas	6
2.3 Resistivitas Sesungguhnya dan Resistivitas Semu	8
2.4 Susunan Elektroda Dipole-Dipole	10
2.5 Pemodelan.....	13
BAB III AKUISISI DATA	14
3.1 Pendahuluan	14
3.2 Alat-alat yang digunakan.....	14
3.3 Rancangan Survey	19
3.3.1 Kondisi Lapangan.....	19
3.3.2 Metode DC Dipole-Dipole	20

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN INTERPRETASI	21
4.1 Pendahuluan.....	21
4.1.1 Pengolahan Data	21
4.1.2 Interpretasi Data Dipole-Dipole	23
4.2 Data Penunjang	26
4.2.1 Data Geologi	26
4.2.2 Data GPS	27
4.2.3 Data Wenner-Schlumberger	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR ACUAN	35
LAMPIRAN.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian	2
Gambar 1.2	Diagram Alir Penelitian	3
Gambar 2.1	Prinsip Hukum Ohm	6
Gambar 2.2	Model Balok untuk Mengukur Arus	8
Gambar 2.3	Susunan Elektroda Dipole-dipole	10
Gambar 2.4	Variasi Harga n Terhadap <i>Depth Investigation</i>	11
Gambar 2.5	Sensitivitas Susunan Dipole-dipole.....	12
Gambar 3.1	Pengukuran Posisi dengan menggunakan GPS	14
Gambar 3.2	Elektroda	15
Gambar 3.3	Bentangan kabel	15
Gambar 3.4	Instrumen resistivity multimeter digital	16
Gambar 3.5	Kabel Konektor Resistivity Meter ARES (Ares User Manual version 5.0).....	17
Gambar 3.6	File Ekstension dat (.dat) yang Membuat Data Pengukuran.....	18
Gambar 3.7	Lokasi danau di balik pepohonan.....	19
Gambar 3.8	Susunan Elektroda Dipole-dipole	20
Gambar 4.1	Susunan <i>model block</i> dan <i>apparent resistivity</i> Dipole-Dipole	22
Gambar 4.2	Penampang Resistivitas Dipole-Dipole hasil penelitian	23
Gambar 4.3	<i>True Resistivity</i> hasil pengukuran	24
Gambar 4.4	Peta Geologi Cilangkap Jakarta Timur (T.C.Amin,et al, 1996)	26
Gambar 4.5	Sumur	27
Gambar 4.6	Hasil pengolahan data sumur dengan surfer	29
Gambar 4.7	Penampang lintasan dengan menggunakan Software Res2Dinv (Alimah, 2009)	30
Gambar 4.8	Penampang lintasan dengan menggunakan Software Res2dinv <i>Wenner-Schlumberger</i>	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makhluk hidup yang ada di bumi membutuhkan air, begitu pula manusia yang tinggal di bumi. Delapan puluh persen tubuh manusia terdiri dari air. Manusia sangat memerlukan air untuk kehidupannya, sehingga dengan bertambahnya penduduk maka air akan menjadi salah satu masalah.

Akibat pemanfaatan air tanah yang berlebihan serta penggundulan hutan, sehingga akan mengakibatkan serapan air tanah akan berkurang dan rusaknya siklus air, Ketika air sulit di dapat, maka mulai mencari sumber air. Pencarian sumber air sudah dilakukan sejak awal peradaban manusia. Berbagai cara telah dilakukan dari yang bersifat mitologi, mitos maupun matematika.

Geofisika mempunyai peran penting dalam mengungkapkan keadaan dalam bumi. Berbagai metode dilakukan agar mengetahui keadaan di dalam bumi. Geofisika dapat sifat alam dari air adalah sebagai penghantar arus listrik, dimana air bersifat konduktor.

1.2 Batasan Masalah

Metode Resistivity merupakan metode yang banyak digunakan untuk mencitrakan heterogenitas struktur dan objek di bawah permukaan bumi. Parameter yang digunakan pada metode ini adalah adanya keragaman nilai kelistrikan khususnya nilai resistivitas di bawah permukaan bumi. Pada penelitian ini melakukan pengukuran dengan metode Resistivity konfigurasi Dipole-dipole *multi-channel electrode* di daerah sekitar Cilangkap. Pengukuran tersebut bertujuan guna mendapatkan pola sebaran air, kedalaman air dan ketebalan air di dalam permukaan tanah di daerah pengukuran. Untuk selanjutnya data pengukuran resistivity tersebut diproses dan diinterpretasikan dalam bentuk pemodelan secara 2-D.

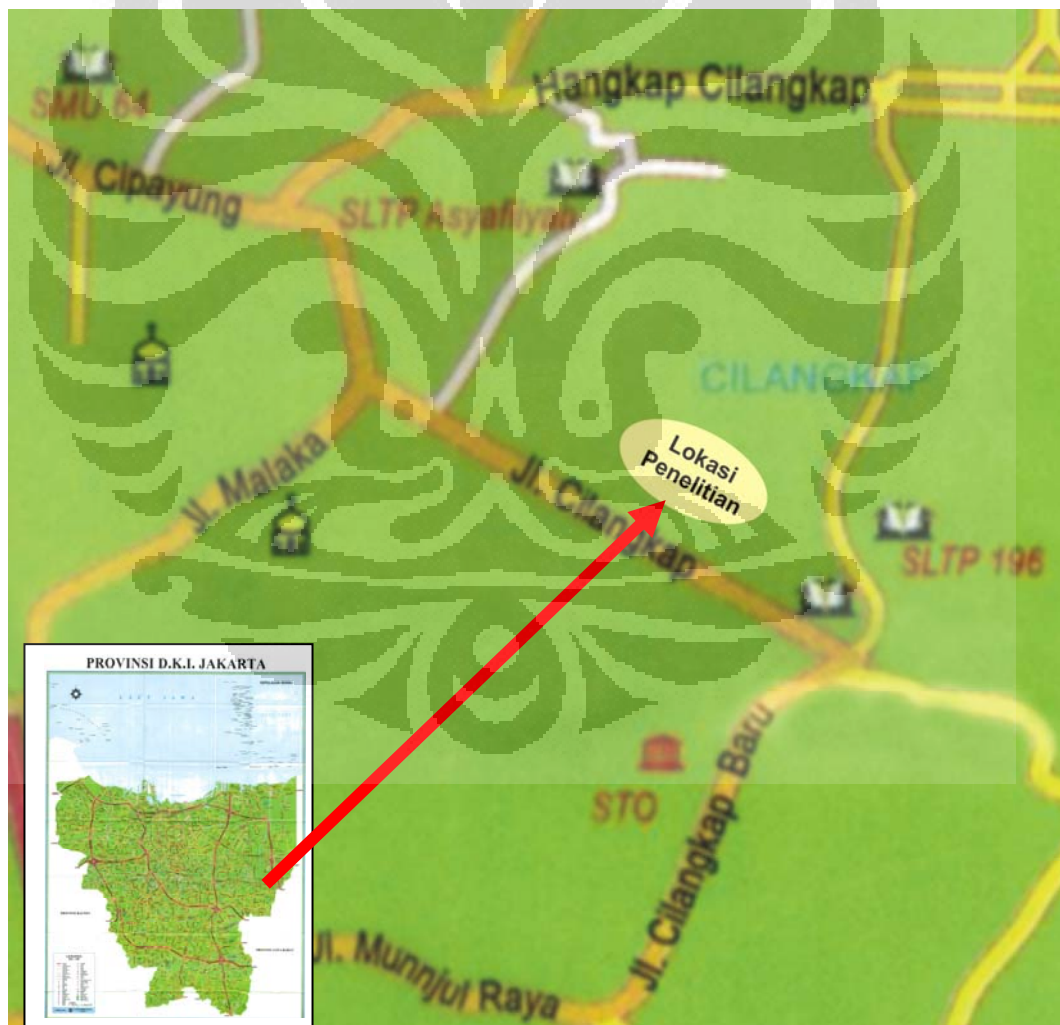
1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui kedalaman air dari permukaan tanah dengan menggunakan metode resistivity dipole – dipole.
2. Mengetahui ketebalan lapisan air di dalam tanah.
3. Mengetahui pola sebaran air tanah di lokasi penelitian (Cilangkap).

1.4 Tinjauan Lokasi

Penelitian dilakukan di Agrowisata Cilangkap, Jak Tim (Gambar 1.1) yang menjadi objek penelitian penulis. Berdasarkan data yang didapat dari penduduk sekitar yang terlibat langsung ketika mencari data permukaan air sumur berada di kedalaman sekitar 4-5 meter.



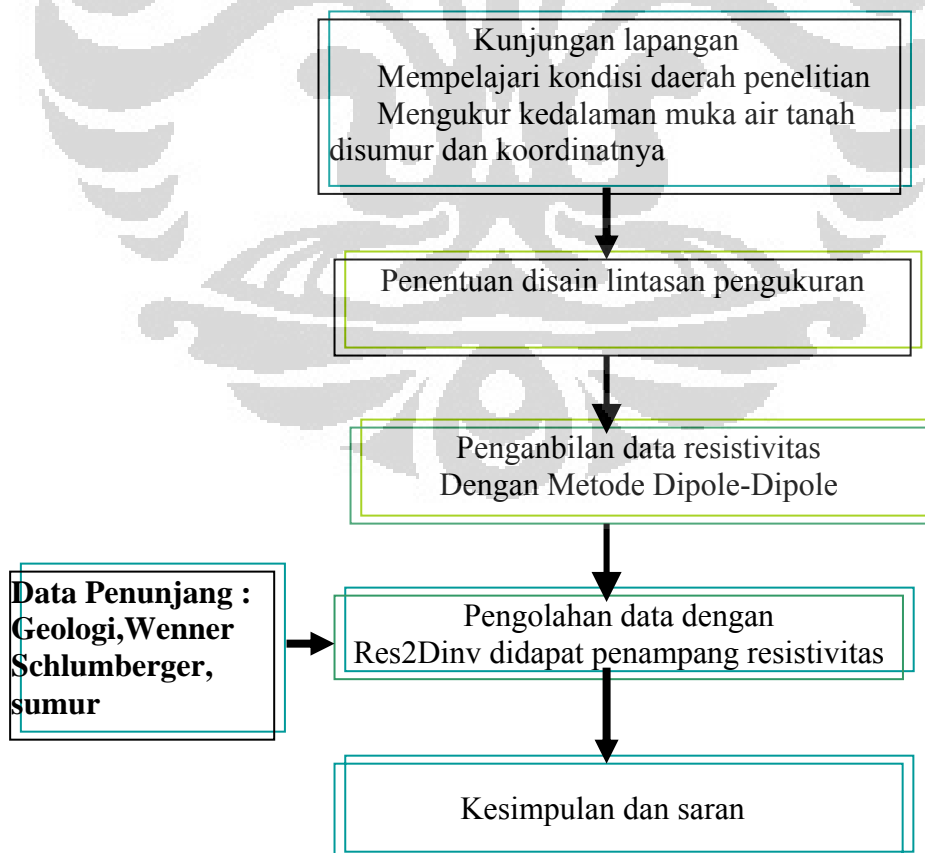
Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

1.4.1 Waktu Penelitian

- a. Pengambilan data sumur gali di rumah penduduk yang berada disekitar lokasi penelitian pada hari Sabtu, tgl 3 Oktober 2009.
- b. Penelitian dilakukan hari Kamis dari jam 7.00-13.00, tgl 8 Oktober 2009.

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian dengan menggunakan metode Resistivity ini dilakukan dalam beberapa tahapan hingga mencapai hasil berupa pencitraan objek penelitian secara 2-D. Tahapan yang dilalui dimulai dari akuisisi data, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data dengan menggunakan software Res2D. Setelah itu nilai apparent resistivity tersebut diproses secara inversi hingga mendapatkan model hasil inversi. Model inverse ini lalu dibandingkan dengan model awal. Hal ini berguna untuk proses design pengukuran akuisisi data. Pada proses akuisisi data digunakan Resistivity meter *multi channel electrode* hingga didapatkan nilai apparent resistivity dan diolah secara inversi hingga mendapatkan pencitraan secara 2-D.



Gambar 1.2 Diagram alir Penelitian

1.6 Sistematika Pembahasan

Bab 1 : Pendahuluan yang menjelaskan latar belakang penulisan konsep umum mengenai air tanah, masalah yang dihadapi, pemecahan masalah yang dilanjutkan dengan sistematika pembahasan.

Bab 2 : Menjelaskan teori dasar yang menunjang pembahasan atau interpretasi data yang didapat dari lapangan.

Bab 3 : Menjelaskan pengalaman penulis di lapangan meliputi pelaksanaan di lapangan, metode geofisika yang digunakan beserta peralatan dan pendataan serta permasalahan yang dihadapi di lapangan.

Bab 4 : Pengolahan data dan interpretasi. Seluruh data penunjang dan data resistivitas hasil penelitian dianalisis sebagai data penunjang untuk dilakukan interpretasi.

Bab 5 : Kesimpulan dan saran.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Metode Resistivitas DC Dipole-Dipole

Teknik-teknik pengukuran resistivitas listrik dalam geofisika berdasarkan pada respon bumi terhadap aliran arus listrik. Dalam metode ini, arus listrik diinjeksikan ke bumi melalui dua elektroda arus dan dua elektroda potensial lainnya digunakan untuk mengukur beda potensial resultan antara keduanya. Akhirnya kita bisa mengukur besarnya hambatan listrik dalam material bawah permukaan. Resistivitas bawah permukaan merupakan fungsi dari besarnya arus, beda potensial yang tercatat, hambatan yang terukur (perbandingan antara potensial terhadap arus), serta geometri susunan elektroda (Cardimona, 2002).

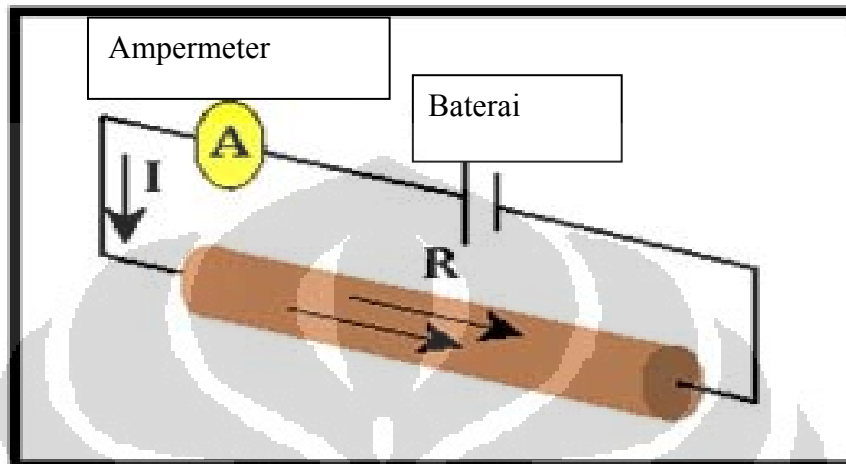
Pengukuran resistivitas berhubungan dengan variasi kedalaman yang bergantung pada separasi elektroda arus dan potensial saat survey. Data disebut resistivitas semu karena harga resistivitas yang terukur sebenarnya rata-rata panjang lintasan arus total namun diplot pada suatu kedalaman untuk setiap pasang elektroda potensial. Gambar dua dimensi variasi resistivitas semu bawah permukaan disebut *pseudosection*. Data yang diplot pada *cross-section* merupakan representasi penyederhanaan dari lintasan aliran arus yang kompleks. *Modeling* komputer dapat membantu dalam menginterpretasikan data geolistrik berupa model bumi yang lebih akurat (Cardimona, 2002).

Tujuan survey listrik adalah untuk menentukan distribusi resistivitas melalui pengukuran di permukaan tanah. Dari pengukuran ini, resistivitas sesungguhnya dapat diperkirakan. Resistivitas tanah berhubungan dengan beragam parameter geologi seperti mineral dan kandungan fluida, porositas dan derajat saturasi air pada batuan. Survey resistivitas listrik telah banyak digunakan sejak lama dalam investigasi air tanah, pertambangan dan geoteknik. Kini juga digunakan untuk survey lingkungan (Loke, 2004).

Dasar hukum fisika yang digunakan dalam survey resistivitas listrik adalah Hukum Ohm yang menyatakan aliran arus di tanah. Persamaan Hukum Ohm

dalam bentuk vektor untuk arus yang mengalir pada medium yang kontinu adalah:
 $V=IR$

Dari pembacaan tegangan dan arus ini maka akan diperoleh harga resistansi R batuan (dari hukum Ohm $V=IR$).



$$J = \sigma E \quad (2.1.1)$$

Dimana σ adalah konduktivitas medium, J adalah rapat arus serta E merupakan intensitas medan listrik. Pada kenyataannya yang terukur adalah potensial medan listrik. Resistivitas medium adalah kebalikan dari konduktivitas dan sering digunakan dalam survey geofisika. Hubungan antara potensial listrik dan intensitas medan adalah:

$$E = -\nabla \phi \quad (2.1.2)$$

kombinasi persamaan (1) dan (2) didapat,

$$J = -\sigma \nabla \phi \quad (2.1.3)$$

Ini semua dengan asumsi bahwa bumi homogen.

2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas (tahanan jenis) dari suatu batuan yaitu:

1. Jenis Batuan

Setiap batuan memiliki tingkatan tahanan-jenis yang berbeda, namun beberapa tingkatan suatu jenis batuan ada juga yang masuk ke dalam tingkatan batuan lainnya (*overlapping range*). Hal ini yang menyebabkan sulit membedakan jenis batuan berdasarkan nilai tahanan jenisnya, kecuali ada suatu data penunjang yang bisa membantu untuk menggambarkan litologi bawah permukaan seperti data geologi.

2. Tekstur Batuan

Tekstur batuan terkait dengan ukuran, bentuk, dan susunan batuan. Porositas batuan dipengaruhi oleh tekstur batuan, namun besar kecilnya porositas bukan merupakan faktor yang menentukan tahanan jenis. Faktor yang dapat mempengaruhi tahanan jenis suatu batuan adalah fluida yang mengisi pori-pori yang terdapat pada batuan tersebut.

3. Porositas dan Permeabilitas

Porositas merupakan persentasi dari volume fluida dalam pori dengan volume total batuan. Sedangkan permeabilitas adalah kemampuan batuan untuk meneruskan fluida dan ion-ion.

4. Mineral Lempung.

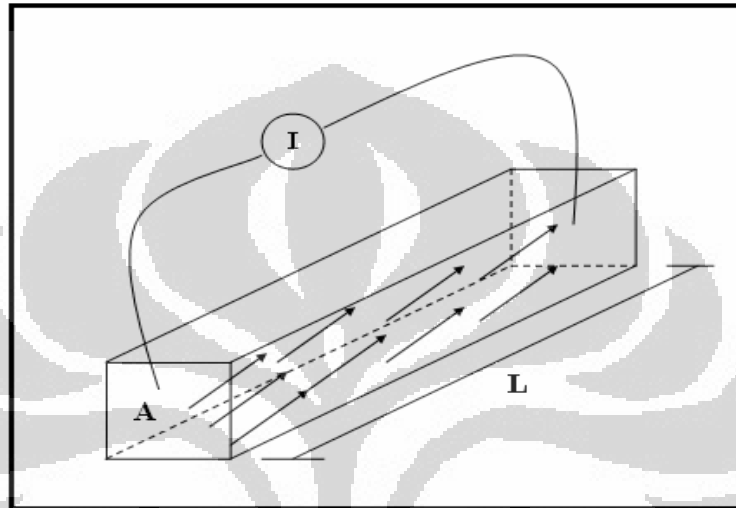
Semakin tinggi kandungan lempung mengakibatkan nilai tahanan jenis menjadi rendah. Faktor alamiah sangat mempengaruhi kondisi batuan terutama pada proses pelapukan. Pada proses ini, semua material (batuan, logam dan sebagainya) akan berubah menjadi lempung.

5. Salinitas

Kadar garam yang tinggi dalam suatu fluida menyebabkan nilai tahanan jenis lebih rendah dibandingkan tahanan-jenis pada lempung. Intrusi air laut pada suatu aliran air tanah merupakan faktor yang menyebabkan tingginya salinitas.

2.3 Resistivitas Sesungguhnya dan Resistivitas Semu

Resistivitas sesungguhnya bisa didapatkan dengan pengukuran langsung benda yang akan diukur di laboratorium. Pengukuran dengan menggunakan prinsip hukum Ohm. Anggap suatu benda berbentuk balok yang memiliki sifat listrik uniform (*electrically uniform*) dengan panjang L dan dialiri arus listrik (I) seperti terlihat pada (Gambar 2.1).



Gambar 2.2. Model Balok untuk Mengukur Arus (Hardiana, 2007)

Material dalam balok tersebut akan menghambat aliran arus, akibatnya terjadi beda potensial antara kedua permukaan balok. Hambatan (R) balok tersebut sebanding dengan panjang (L) dan resistivitas sesungguhnya (ρ) serta berbanding terbalik dengan luas penampangnya (A). Hingga diperoleh persamaan untuk resistivitas:

$$R \propto \frac{L}{A}$$

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

$$\rho = \frac{VA}{IL} (\Omega m) \quad (2.2.1)$$

dan apabila kita ingin menuliskannya dalam kuat medan listrik (\mathbf{E} ; volts/m) dan rapat arus (\mathbf{J} ; amps/m²) maka,

$$\rho = \frac{E}{J} (\Omega m) \quad (2.2.2)$$

Hal tersebut di atas mudah dilakukan jika benda yang akan diukur berupa benda yang cukup kecil. Untuk mengetahui resistivitas struktur yang berada di bawah permukaan, terdapat beberapa metoda dalam geofisika yang bisa digunakan untuk mendapatkan harga resistivitas tersebut. Metode *DC Resistivity* digunakan untuk mendapatkan harga resistivitas. Dua pasang elektroda (arus dan potensial) digunakan dalam metode ini. Arus yang diinjeksikan ke bumi akan direspon dan akan dapat terbaca oleh voltmeter yang terpasang pada kedua elektroda potensial.

Harga resistivitas yang akan didapat langsung dari pengukuran ini adalah resistivitas semu (*apparent resistivity*), karena harganya bergantung pada susunan elektroda yang selanjutnya disebut faktor geometri.

Potensial listrik pada suatu titik akibat arus listrik yang mengalir dari elektroda pada suatu medium adalah:

$$U = \rho \frac{I}{2\pi r} \text{ (volt)} \quad (2.2.3)$$

dengan r jarak dari elektroda.

Untuk pasangan elektroda arus dengan besarnya arus I untuk elektroda A dan $-I$ untuk elektroda B, maka:

$$U = \frac{\rho I}{2\pi r_A} - \frac{\rho I}{2\pi r_B} = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right] \text{ (volt)} \quad (2.2.4)$$

r_A dan r_B adalah jarak dari masing-masing elektroda.

Beda potensial yang terukur oleh elektroda potensial M dan N:

$$V = U_M - U_N = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} - \frac{1}{AN} \right] \text{ (volt)}$$

U_M dan U_N adalah potensial di M dan N dengan AM = jarak antara elektroda M dan N.

Persamaan di atas bisa diganti dengan

$$V = \frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{K} \text{ (volt)} \quad (2.2.5)$$

K = faktor geometri

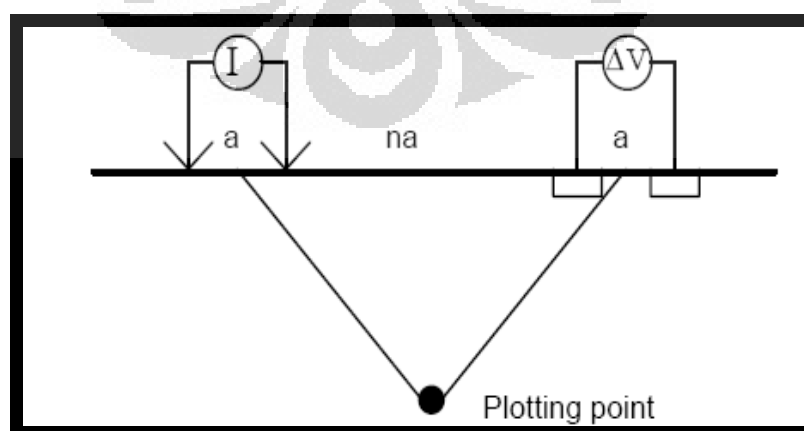
Karena harga resistivitas yang didapat bergantung pada susunan elektroda, maka resistivitas ρ diganti menjadi ρ_a sebagai resistivitas semu, yakni:

$$\rho_a = 2\pi K \frac{V}{I} \quad (2.2.6)$$

2.4 Susunan Elektroda Dipole-dipole

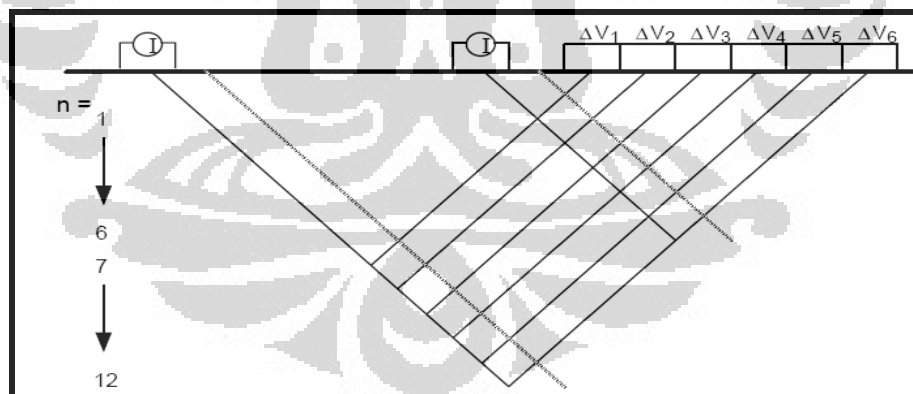
Ada beberapa macam susunan elektroda yang bisa dipakai sesuai kebutuhan akan objek yang akan diteliti. Pada penelitian yang akan dilakukan, susunan elektroda yang dipakai adalah dipole-dipole. Persebaran resistivitas secara lateral dengan kedalaman objek yang akan diteliti yang tidak terlalu dalam menjadi alasan digunakannya susunan elektroda ini. Tujuan utama penggunaan susunan ini dalam survey resistivitas dan IP adalah untuk meminimalisasi *coupling EM* antara sirkuit arus dan potensial (Marshall dan Madden, 1958). *Coupling* induktif ini, sebagaimana disebabkan oleh bumi, menghasilkan tegangan semu yang bergantung pada frekuensi pada sirkuit pengukuran. Tegangan semu tersebut kecil dan hanya berguna ketika akan dilakukan perhitungan persentase perubahan resistivitas antara dua frekuensi, biasanya lebih kecil dari 5 sampai 10 persen (Bodmer dan Stanley, 1968).

Rangkaian elektroda susunan Dipole-dipole dapat dilihat pada Gambar 2.2. Jarak antara pasangan elektroda arus adalah “a” yang besarnya sama dengan jarak pasangan elektroda potensial. Terdapat besaran lain dalam susunan ini, yakni “n”. Ini adalah perbandingan antara jarak elektroda arus-potensial terhadap jarak antara kedua pasang elektroda arus atau potensial. Besarnya “a” dibuat tetap serta faktor “n” meningkat mulai dari 1 ke 2 ke 3 sampai sekitar 6 untuk meningkatkan *depth of investigation*.



Gambar 2.3 Susunan Elektroda Dipole-dipole

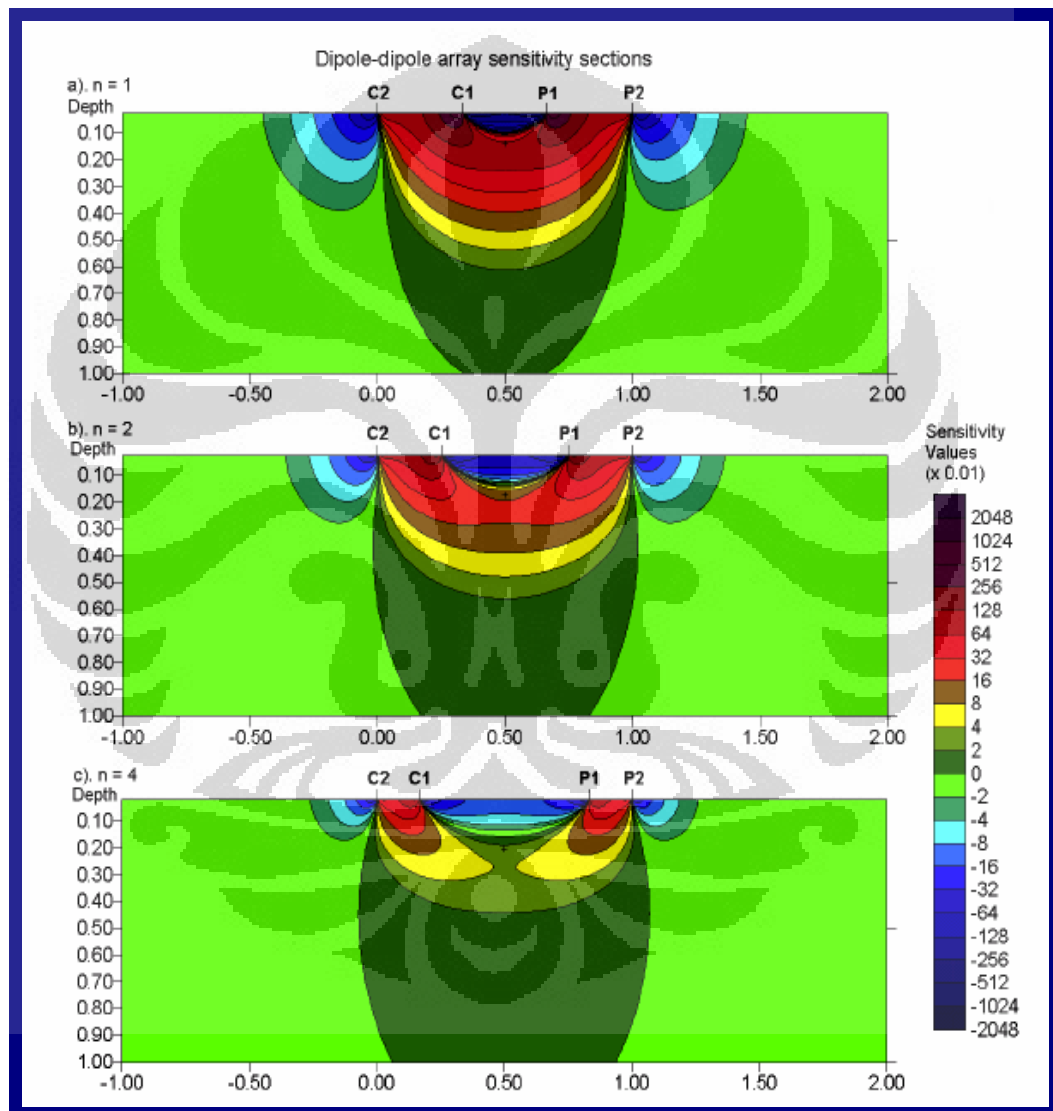
Jarak antar elektroda a dan n adalah kelipatan bilangan bulat, didapat titik di bawah permukaan yang terdeteksi yakni *plotting point* atau *depth of investigation*. Data biasanya ditampilkan seperti pada Gambar 2.3. Sebuah titik data pada plot ini terdapat pada perpotongan garis yang ditarik, dari pusat dipol elektroda, 45 derajat terhadap horisontal (Bodmer dan Stanley, 1968). Ini berdasarkan asumsi bumi homogen. Besarnya *depth of investigation* bergantung pada harga n yang memberikan harga *offset* antara elektroda arus dan elektroda potensial. Untuk beberapa macam harga n dapat dilihat seperti pada Gambar 2.3. Setiap susunan elektroda memiliki harga sensitivitas yang menunjukkan keakuratan data yang terukur berkenaan dengan besarnya faktor “ n ” yang digunakan. Gambar 2.4 menunjukkan sensitivitas susunan ini untuk “ n ” mulai dari 1 sampai 4. Harga sensitivitas terbesar umumnya terletak antara pasangan elektroda arus dan pasangan elektroda potensial. Ini menunjukkan bahwa susunan ini sangat sensitif terhadap perubahan resistivitas di bawah elektroda pada setiap pasang (Loke, 2004). Seiring membesarnya faktor “ n ” harga sensitivitas tinggi semakin terkonsentrasi di bawah pasangan elektroda arus dan potensial, sedangkan harga sensitivitas di bawah elektroda arus-potensial terdalam semakin mengecil.



Gambar 2.4 Variasi Harga n terhadap *Depth Investigation* (Loke, 2004)

Maka susunan ini sangat sensitif terhadap perubahan resistivitas secara mendatar dan kurang sensitif terhadap perubahan resistivitas secara vertikal, maka susunan ini sangat bagus untuk memetakan struktur vertikal seperti *dykes* dan *cavities*, namun relatif kurang baik dalam memetakan struktur horisontal seperti *sills* atau lapisan sedimen. Median *depth of investigation* untuk susunan ini

bergantung pada harga “a” dan faktor “n”. Satu kekurangan yang mungkin dari susunan ini adalah kecilnya kekuatan sinyal untuk harga faktor “n” yang besar. Tegangan berbanding terbalik terhadap pangkat tiga faktor “n”. Untuk arus yang sama, tegangan yang terukur oleh *resistivitymeter* turun sekitar 56 kali ketika “n” meningkat dari 1 ke 6. Untuk menanggulangi hal ini adalah dengan memperbesar harga “a” untuk mengurangi turunnya potensial ketika keseluruhan panjang susunan meningkat untuk memperbesar *depth of investigation*.



Gambar 2.5 Sensitivitas Susunan Dipole-Dipole (Loke, 2004)

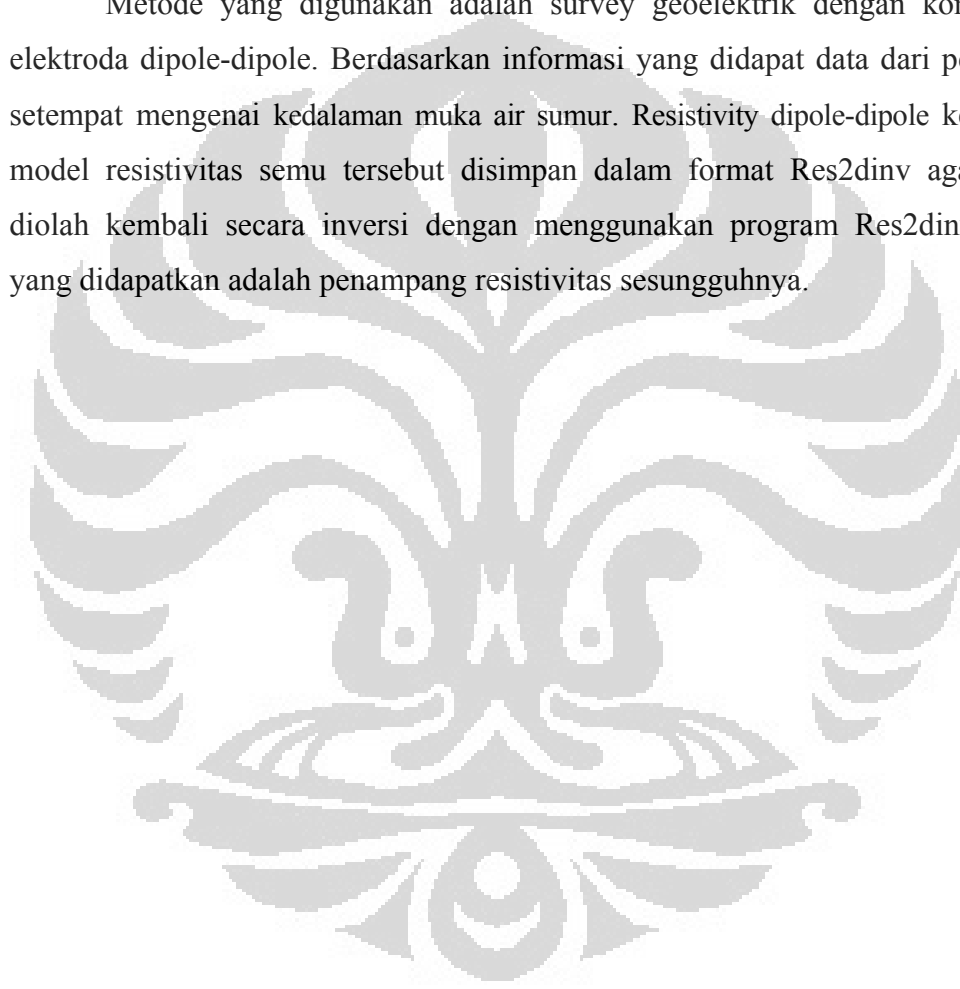
Untuk menggunakan susunan ini dengan efektif, resistivitymeter harus memiliki sensitivitas yang tinggi dan sirkuit penolak *noise* yang sangat baik, sebagaimana kontak elektroda dengan tanah yang harus baik. Penentuan besarnya

harga “a” serta faktor “n” juga diupayakan secermat mungkin dengan pertimbangan ketepatan *depth of investigation* terhadap dimensi objek yang akan diteliti. Dengan upaya ini diharapkan titik data jatuh tepat pada objek yang diteliti. Resistivitas semu untuk susunan ini akan memiliki persamaan berupa,

$$\rho_a = \pi a n(n+1)(n+2) \frac{V}{I} \quad (2.3.1)$$

2.5 Pemodelan

Metode yang digunakan adalah survey geoelektrik dengan konfigurasi elektroda dipole-dipole. Berdasarkan informasi yang didapat data dari penduduk setempat mengenai kedalaman muka air sumur. Resistivity dipole-dipole kemudian model resistivitas semu tersebut disimpan dalam format Res2dinv agar dapat diolah kembali secara inversi dengan menggunakan program Res2dinv. Hasil yang didapatkan adalah penampang resistivitas sesungguhnya.



BAB III

AKUISISI DATA

3.1 Pendahuluan

Metode survei yang digunakan pada daerah Penelitian ini menggunakan metode DC geolistrik dipole-dipole dengan harapan dapat mendeteksi air bawah permukaan dengan jelas secara lateral.

3.2 Alat-alat yang Digunakan

Alat sangat diperlukan dalam perencanaan suatu survei geofisika. Laboratorium Geofisika Eksplorasi (LGE) UI sudah memiliki alat yang akan dipergunakan untuk pengukuran di lapangan seperti alat ukur Resistivitymeter. LGE UI juga memiliki *software* sebagai pendukung interpretasi dan juga pengalaman dalam survei geofisika khususnya metode geolistrik.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Global Positioning System (GPS). GPS yang digunakan bermerk GarminVI. GPS ini digunakan untuk pemetaan lokasi penelitian, penentuan titik-titik pengukuran. Elevasi juga dapat langsung diperoleh dari GPS.

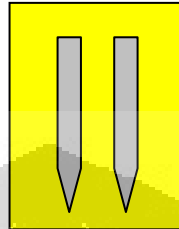


Gambar 3.1 Pengukuran posisi dengan menggunakan GPS

2. Martil

3. Elektroda

Biasanya elektroda yang digunakan adalah *porous pot*. Namun untuk alasan praktis maka digunakan elektrode yang terbuat dari batang baja (*stainless steel*).



Gambar 3.2 Elektroda

4. Kabel

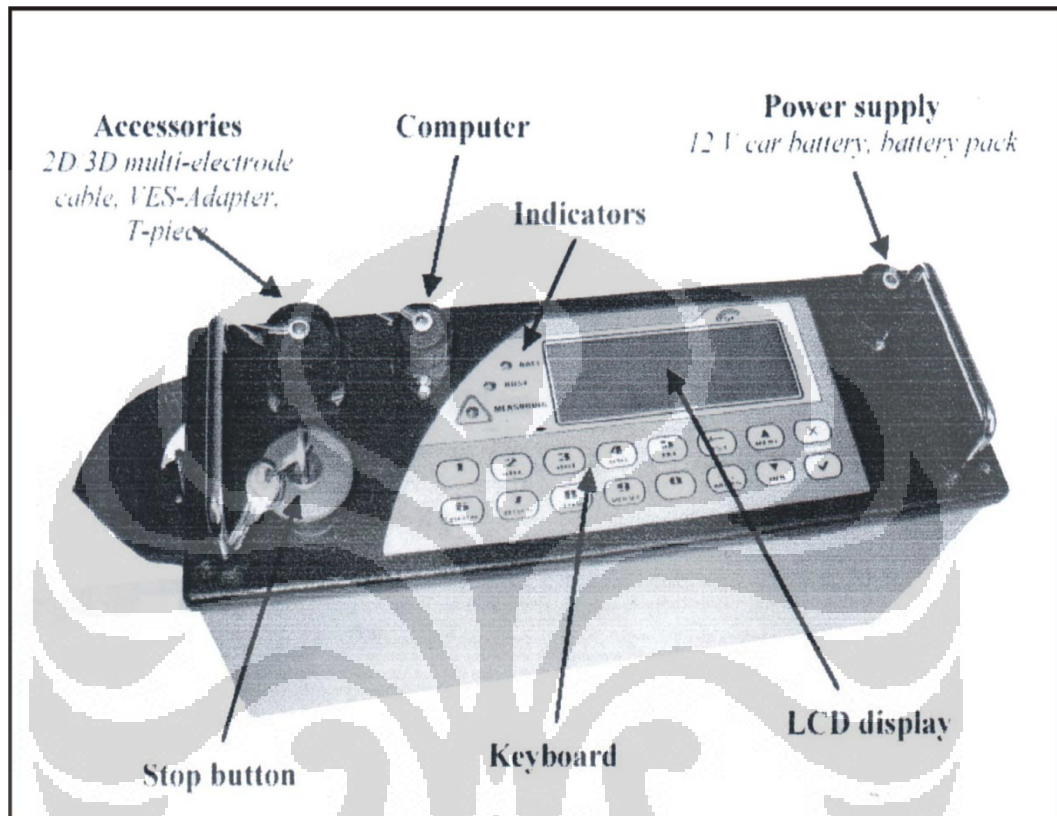
Kabel yang digunakan adalah kabel serabut yang memiliki panjang masing-masing 50 meter



Gambar 3.3 Bentangan kabel

5. Multimeter digital

Digunakan untuk mengukur tegangan yang berada di bawah permukaan tanah.



Gambar 3.4 Instrumen resistivity multimeter digital

Adapun spesifikasi dari resistivity meter merk ARES ini adalah sebagai berikut:

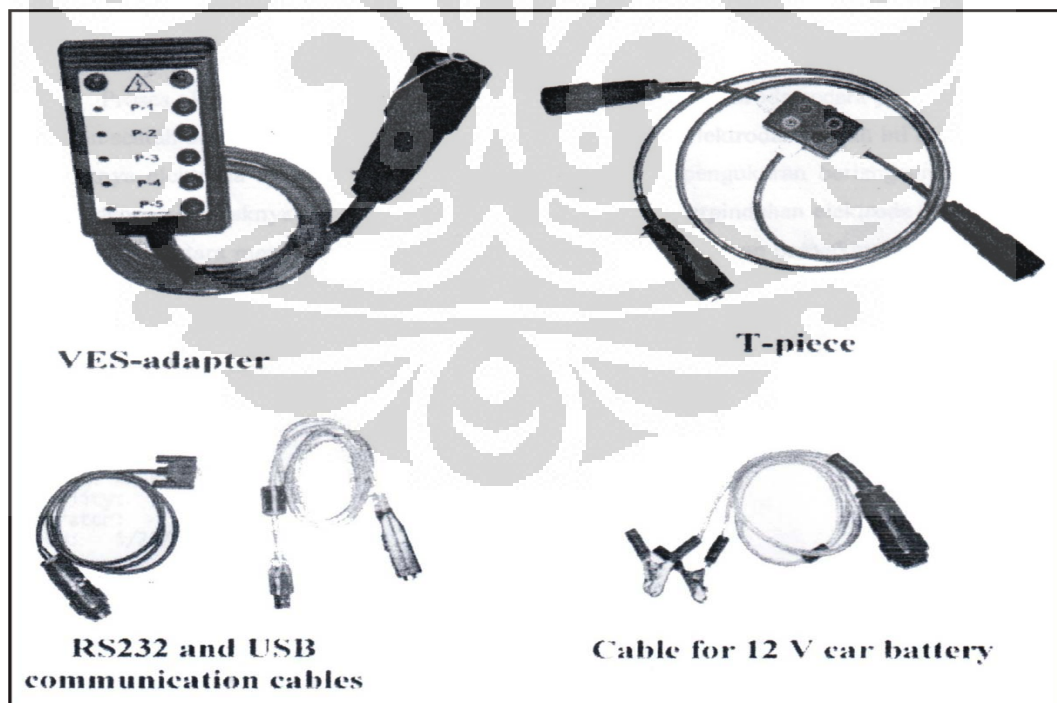
1. Transmeter

Power	up to 300 W (ARES-G4), up to 200 W (ARES-G-3)
Current	Up to 2.0 A (ARES-G4), up to 1.25 A (ARES-G3)
Voltage	10 – 550 V (1100 Vp-p)
Precision	0.1%

2. Receiver

Input impedance	20 M Ω
Input voltage range	$\pm 5V$

- | | |
|---------------------------|---|
| Mains frequency filtering | 50 or 60 Hz |
| Precision | 0.1% |
| 3. Memory | 16Mbit, up to 100 files, 70000 readings |
| 4. Interface | RS232 or USB |
| 5. Power Supply | 12 V car battery or attachable battery pack |
| 6. Connector | for PC, battery and universal one for all measuring Accessories |
| 7. Dimensions | 13x17x39 cm |
| 8. Weight | 3.5 Kg |



Gambar 3.5 Kabel Konektor Resistivity Meter ARES (Ares User Manual version 5.0)

Proses akuisisi data dilakukan dengan cara memasang elektroda secara profiling dengan lintasan searah dengan arah x (utara-selatan) sebanyak 40 buah elektroda. Jumlah ini sama dengan banyaknya elektroda maksimum yang digunakan pada saat pengukuran berlangsung dan juga sesuai dengan banyaknya grid pada arah x. sehingga terjadi perpindahan elektroda sebanyak 37 kali dari arah utara menuju selatan daerah pengukuran sesuai dengan banyaknya grid pada arah y.. Proses akuisisi data secara profiling ini merupakan cara pengambilan data secara 2D.

Device: ARES-G4 v4.7, SN: 0807185
 Locality: clkp
 Operator: ojk
 Date: #####
 Note:
 Profile: 1
 X-loc: 0m
 Y-loc: 0m
 Direction: 0 (X)
 Length: 214.5m
 Distance: 5.5m
 MC-set: Dipole-Dipole N4
 S-min: 0m
 S-max: 214.5m
 Pulse: .5s
 IP-Windows:

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St-dev [%]
1	0	2	3	DD	1108.36	54.4	-17.86	5.09	0
2	1	3	4	DD	1063.04	74.51	16.16	7.27	0
3	2	4	5	DD	1122.02	87.18	481.51	8.06	0
4	3	5	6	DD	988.31	71.5	470.23	7.5	0
5	4	6	7	DD	884.07	66.29	48.17	7.77	0

Gambar 3.6 File Ekstension dat (.dat) yang Memuat Data Pengukuran

Pada setiap line nya arus (I) diinjeksikan dan tegangan (V) yang terukur direkam dengan jarak antar elektroda (a) yang digunakan adalah 5,5 meter. Design pengukuran pada saat akuisisi data seperti yang ditampilkan pada gambar 2.3.

Sehingga didapatkan nilai Resistivitas Semu (ρ_{app}) yang dihitung menggunakan persamaan (2.2). Proses penentuan nilai arus (I) yang diinjeksikan, tegangan (V) yang terukur, jarak antar elektroda (a), faktor rasio (n), standar deviasi dan nilai resistivitas semu (ρ_{app}) yang terkalkulasi terekam didalam resistivity meter ARES. Semua data yang terekam tersebut disimpan dalam bentuk file berektension dat (.dat). File tersebut seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6. Proses selanjutnya adalah data pengukuran yang sudah dalam bentuk dat (.dat) tersebut akan diproses secara inversi dengan software RES2DINV untuk melihat hasil pemodelan dari data pengukuran tersebut.

3.3 Rancangan Survey

3.3.1 Kondisi Lapangan

Daerah penelitian pada daerah Cilangkap Jakarta Timur. Sebelum melakukan pengambilan data, hal yang paling penting dilakukan adalah melakukan survei pendahuluan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui daerah yang akan dilakukan penelitian dan pengukuran dengan menggunakan metode geofisika, sehingga dapat ditentukan desain survei yang tepat untuk daerah penelitian tersebut.



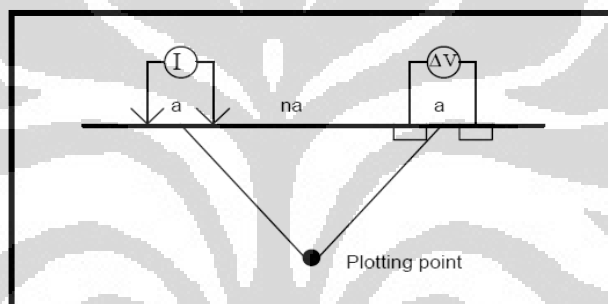
Gambar 3.7 Lokasi danau di balik pepohonan

Melihat dari lokasi penelitian (Gambar.3.5) maka diputuskan untuk mengambil satu lintasan yaitu, Utara-Selatan untuk metode Geolistrik dipole-dipole. Hal ini dilakukan agar gambaran bawah permukaan terlihat. Setelah menentukan lintasan, langkah selanjutnya adalah menentukan titik-titik pengukuran dengan interval antar titik elektroda tersebut berjarak 5,5 meter.

3.3.2 Metode DC Dipole-Dipole

Setelah melakukan kunjungan lapangan, dilakukan rancangan survey untuk metode geolistrik dipole-dipole yaitu menentukan posisi lintasan

pengukuran, target kedalaman, bentangan minimal, banyaknya titik pengukuran, dan jarak antar elektroda yang digunakan.



Gambar 3.8 Susunan elektroda dipole-dipole

dimana : a adalah jarak antar elektroda.

na adalah jarak antara elektroda arus dan elektroda tegangan.

Pada desain survei menggunakan Metode Resistivity dipole-dipole di tetapkan panjang lintasan 214,5 meter dengan jarak antar elektroda (a) sepanjang 5,5 meter dan n maksimal 37 dan jumlah titik pengukuran 703 titik. Sehingga penetrasi kedalaman yang dapat tercapai ± 50 meter.

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN INTERPRETASI

4.1 Pendahuluan

Pada pengukuran hambatan-jenis dengan konfigurasi elektroda Dipole-dipole yang berhasil diukur. Data dapat dilihat pada Lampiran 1. Pemodelan dilakukan secara 2D (dua dimensi) dengan menggunakan *software* Res2Dinv dan Surfer. Lintasan satu yang arahnya utara-selatan dilakukan pengukuran dengan jarak antar elektrode yang yaitu 5,5 meter. Data pengukuran dapat dilihat pada lampiran 1.

4.1.1 Pengolahan Data Dipole-Dipole

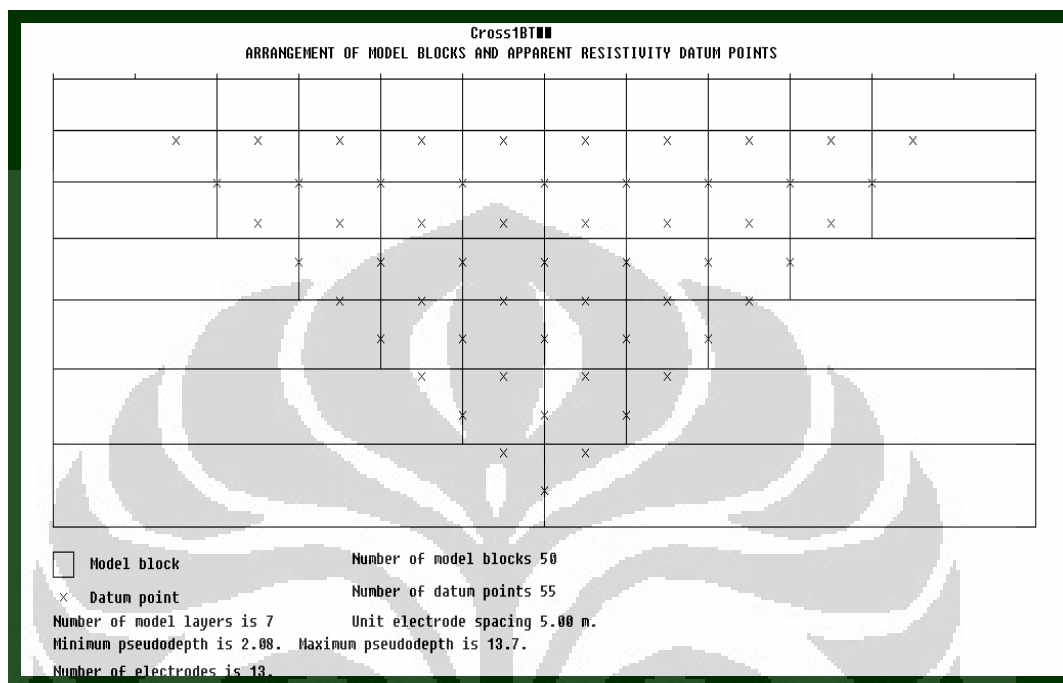
Data dari hasil akuisisi dipresentasikan dalam format *pseudosection* standar. Nilai *apparent resistivity* diplot pada pepotongan sumbu horisontal titik tengah konfigurasi elektrode, dengan sumbu vertikal akan menunjukkan kedalaman efektif.

Penampang resistivitas semu berguna dalam proses interpretasi awal dalam menentukan anomali geofisika yang terdapat pada daerah penelitian. Tetapi untuk interpretasi lebih lanjut tentang variasi resistivitas harus digunakan data resistivitas yang sesungguhnya (*true resistivity*). Hal ini penting karena *true resistivity* sudah memberikan gambaran kedalaman dan posisi sesungguhnya dari suatu anomali, selain itu melalui anomali penampang *true resistivity* dapat dibuat model konseptual daerah penelitian.

Nilai dari *true resistivity* diperoleh melalui pengolahan nilai hambatan-jenis semu (*apparent resistivity*) dengan menggunakan *software* Res2Dinv. Res2Dinv sendiri akan menentukan dengan sendiri nilai dari *true resistivity* secara otomatis dengan menghasilkan model inversi penampang resistivitas (*invers model resistivity section*) 2D (dua dimensi).

Pemodelan 2D dilakukan dengan menggunakan program inversi. Oleh program ini data resistivitas bawah permukaan akan diplot dalam sejumlah kotak persegi. Susunan kotak-kotak ini bergantung pada distribusi titik datum dalam

pseudosection (Gambar 4.1) Program Res2Dinv bertujuan mendeterminasi *true resistivity* dalam setiap kotak yang dihasilkan dari penampang resistivitas semu (*apparent resistivity pseudosection*) daerah penelitian.



Gambar 4.1 Susunan *model block* dan *apparent resistivity* Dipole-Dipole

Subroutine dari pemodelan maju (*forward modelling*) digunakan untuk menghitung nilai resistivitas, sedangkan untuk *routine* optimasi *least-square non-linear* digunakan dalam *routine* inversi. *Routine* inversi digunakan berdasarkan metode *least-square smoothness-constrained*.

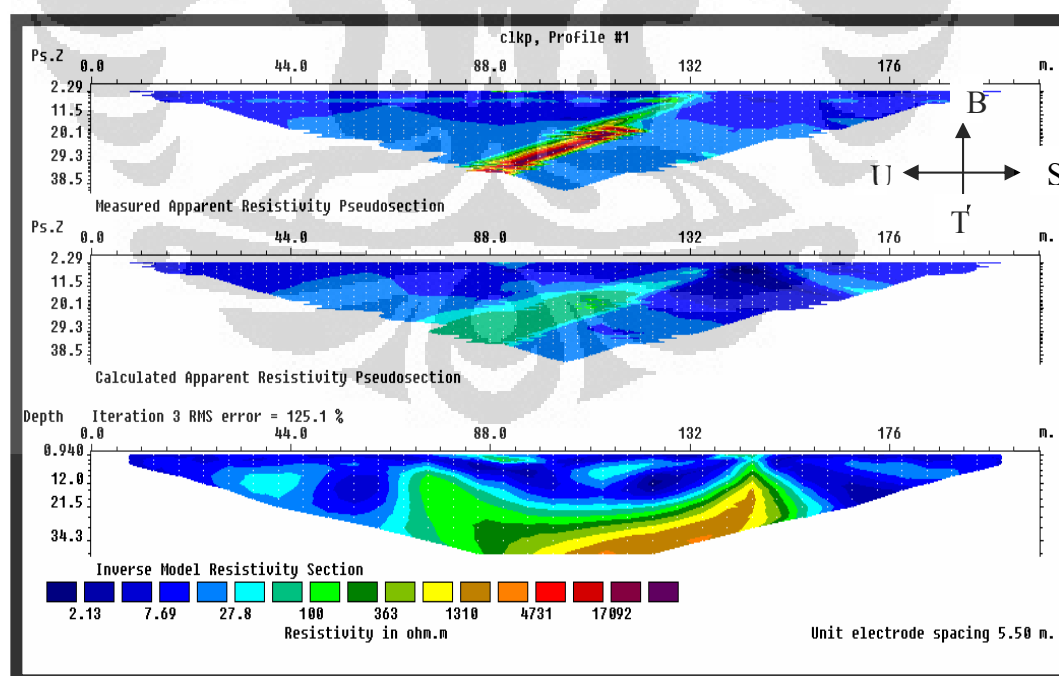
Metode optimalisasi yang digunakan oleh *software* Res2Dinv pada dasarnya mencoba mencari estimasi terbaik antara nilai resistivitas semu terukur dengan nilai hambatan-jenis hasil perhitungan melalui penyesuaian dengan *model block*. Pengukuran perbedaan ini menimbulkan *root-mean-square (RMS) error*.

Topografi sangat berpengaruh pada penentuan kedalaman efektif yang dapat dicapai pada survei geolistrik, untuk itu digunakan koreksi terhadap efek topografi, karena lintasan survei memiliki topografi yang bervariasi. Koreksi topografi dilakukan dengan memasukkan data horisontal dan vertikal dari *datum point* sepanjang lintasan survei.

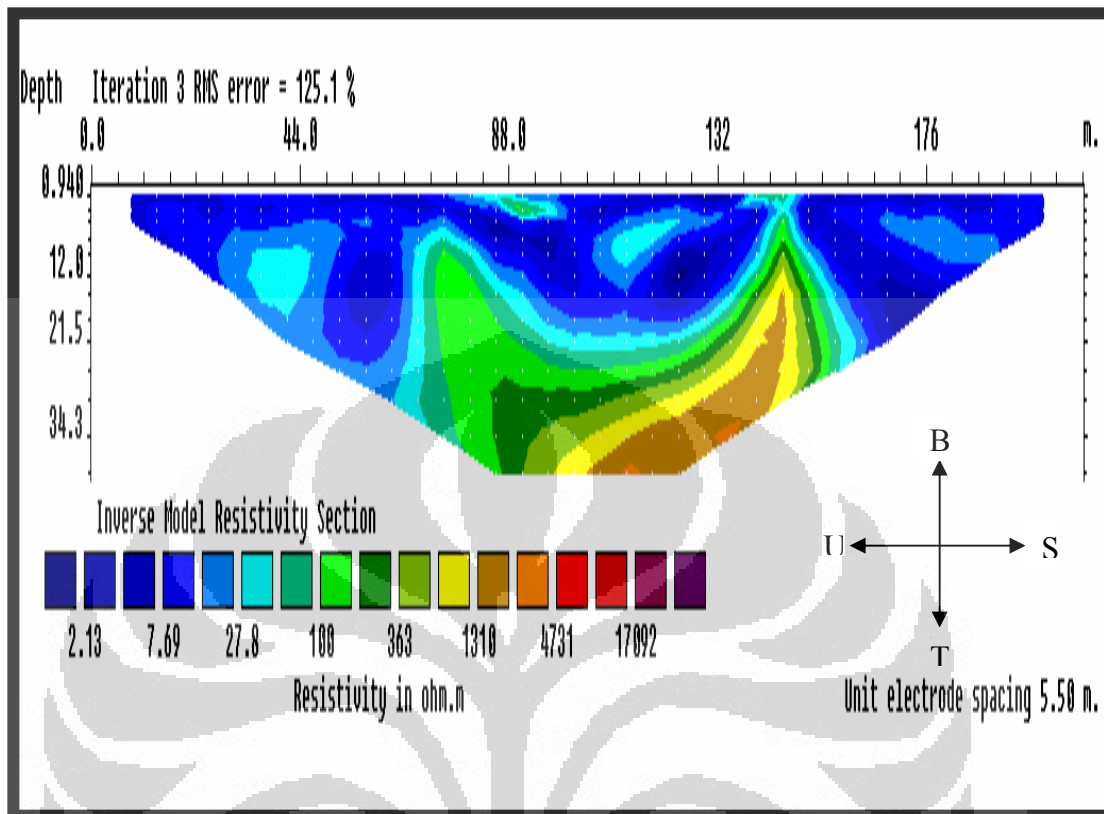
Keluaran yang dihasilkan dari program Res2Dinv ini adalah *pseudosection* resistivitas terukur (*measured apparent resistivity pseudosection*), *pseudosection* resistivitas semu terhitung program (*calculated apparent resistivity pseudosection*), dan model inversi penampang resistivitas (*inverse model resistivity section*). Data topografi setiap lintasan diukur dengan menggunakan GPS dan disertakan dalam melakukan inversi pengolahan data.

4.1.2 Interpretasi Data Dipole-Dipole

Telah dilakukan proses akuisisi data langkah selanjutnya mengolah data tersebut dan menginterpretasikannya. Pada pengukuran dengan menggunakan metode geolistrik dipole-dipole yang memiliki panjang lintasan 214,5 meter dengan target kedalaman yang ingin diketahui sekitar 50 meter. Jarak antar elektroda yang digunakan sebesar 5,5 meter dengan maksimal jarak antara elektroda arus dan tegangan (n) berjumlah 37 sehingga jumlah titik pengamatan sebanyak 703 titik. Dengan menggunakan software Res2Dinv, akan didapatkan hasil penampang resistivitas seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penampang Resistivitas Dipole-Dipole hasil penelitian



Gambar 4.3 *True Resistivity* hasil pengukuran

Secara umum dibawah permukaan daerah penelitian terdiri dari beberapa lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda. Pada beberapa titik terdapat *low resistivity zone* dengan nilai resistivitas 2,13 - 27,8 ohm meter pada jarak 0 – 72,5 meter, 73 - 140 meter dan pada jarak 150 – 214,5 meter. Lapisan ini berada pada kedalaman rata-rata 1-10 meter dibawah permukaan tanah, ini menunjukkan ketebalan air pada kedalaman berkisar 2-20 meter (warna biru). Pada lapisan ini diperkirakan terdapat beberapa aliran dan resapan air. Sehingga pada waktu hujan cekungan, yang bentuknya seperti mangkok, yang dilapisi oleh soil (tanah), lempung halus (silkclay) dan clay (lempung) yang bisa menahan air tanah dikala musim kering sehingga daerah tersebut tidak pernah kekeringan atau kekurangan air. Yang kedua adalah lapisan zona peralihan pada jarak 70 m dan 145 m yaitu pada kedalaman cukup bervariasi antara 2-31 meter (warna hijau muda) diprediksi terdapat, lempung, pasir, kerikil dan batu gamping. Menurut data geologi merupakan daerah aluvium atau *Alluvial* yang terdiri dari lempung, lanau, pasir,

kerikil, kerakal dan bongkah. Lapisan kedua berwarna hijau muda hingga coklat memiliki nilai resistivitas dari 27,8 – 1310 Ω m dengan kedalaman 10 – 34,3 meter di bawah permukaan tanah. Lapisan ini diprediksi memiliki nilai resistivitas lebih dari 1310 Ω m yang terletak relatif paling bawah berwarna coklat hingga *orange* dengan pada kedalaman 5-20 meter di bawah permukaan tanah. Lapisan ini dipastikan berupa bongkah (*boulder*). Karena di selatan terdapat danau yang menurut penduduk setempat terdapat *boulder* yang diangkat, kemudian disitu menjadi sumber air dan mata air yang pada musim kemarau airnya tidak akan kering. Jadi diprediksi *boulder* ini adalah kelanjutan dari danau.

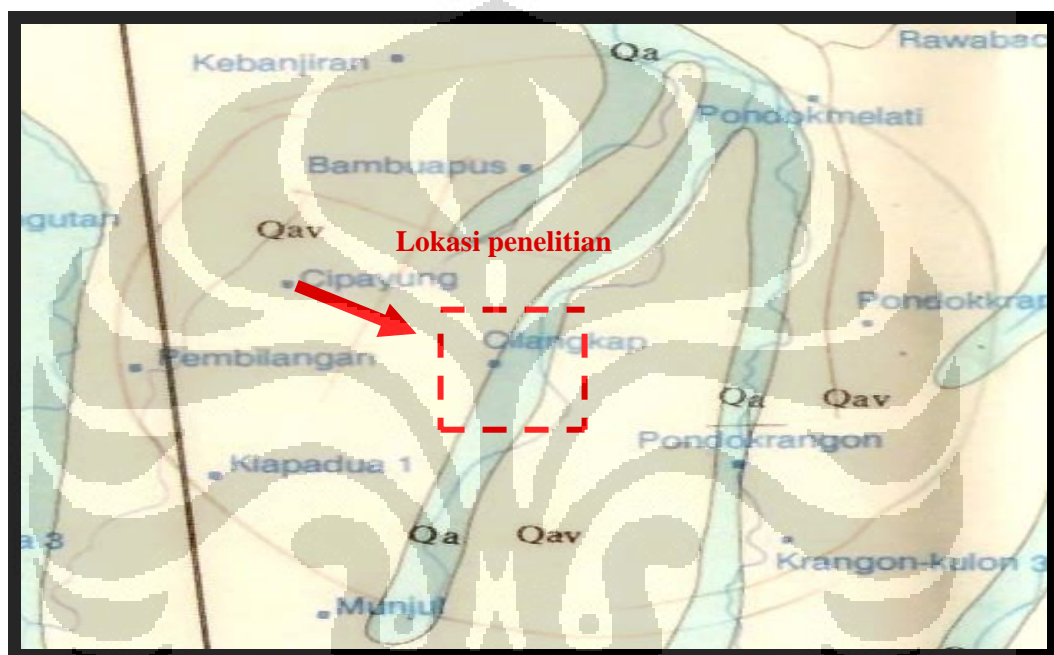
Tabel 4.1 Harga tahanan jenis beberapa batuan (Paulin, 2008)

Common Rcks/Material	Resistivity (Ohm m)
Soil	1 - 10
Topsoil	50 - 100
Silkcley (lempung halus)	30
Marls (pasiran)	3 - 70
Fres water	3 - 100
Ground water	0,5 - 300
Clay (lempung)	10 - 100
Gravel (kerikil)	100 - 600
Sand (pasir)	1 - 1.000
Claystone (batu lempung)	1 - 120
Limestone (batu gamping)	120 - 400
Sandstone (batu pasir)	200 - 8.000
Oil sands	4 - 800
Graphyte schist	10 - 500
Weathered bedrock	100 - 1.000
Andesite	100 - 1.000
Gabro	100 - 500.000
Granite	200 - 100.000
Basalt	200 - 100.000
Greenstone	500 - 200.000
Slate	500 - 500.000
Quartzite	500 - 800.000
Tuffs	2000 - 100.000
Conglomerates	2000 - 10.000
Dolomite	100 - 10.000

4.2 Data Penunjang

4.2.1 Data Geologi

Berdasarkan peta geologi regional oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung tahun 1992, Lembar Jakarta dan Tangerang dengan skala 1 : 100.000. Secara umum wilayah Cilangkap merupakan daerah yang mengandung Alluvium:



Gambar 4.4 Peta geologi Cilangkap Jakarta Timur (T.C.Amin, et al, 1996)

Tabel 4.2 Keterangan Peta Geologi Cilangkap Jakarta Timur

(T.C.Amin, et al, 1996)

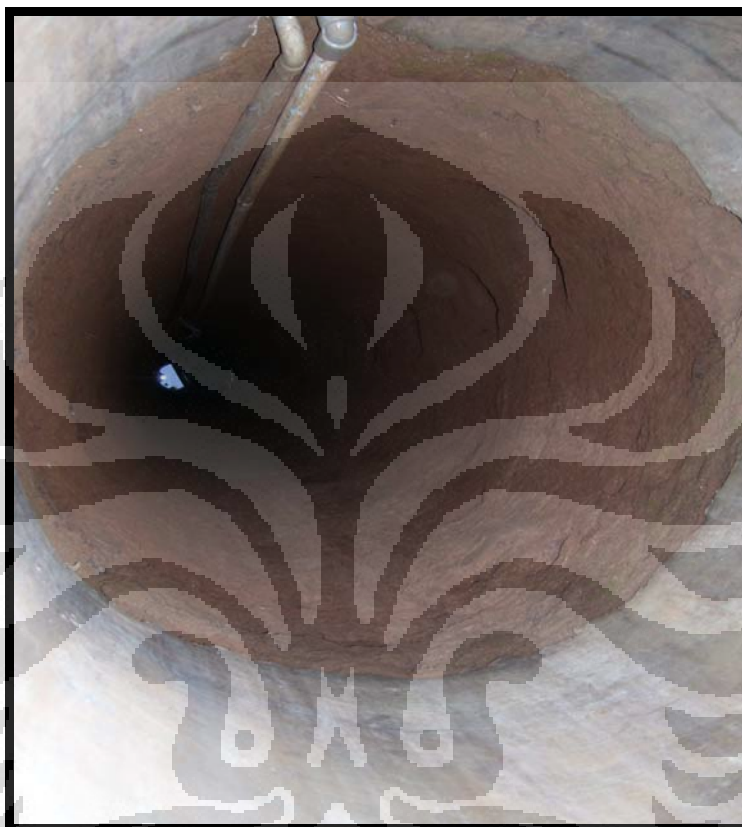
KETERANGAN / *EXPLANATION*

Qa

ALUVIUM : Lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal dan bongkah
ALLUVIAL : Clay, silt, sand, gravel, pebble and boulder

4.2.2 Data GPS

Sebelum dilakukan pengukuran geoelektrik, telah dilakukan pengukuran menggunakan GPS dengan objek sumur penduduk yang berada disekitar tempat penelitian.



Gambar 4.5 Sumur

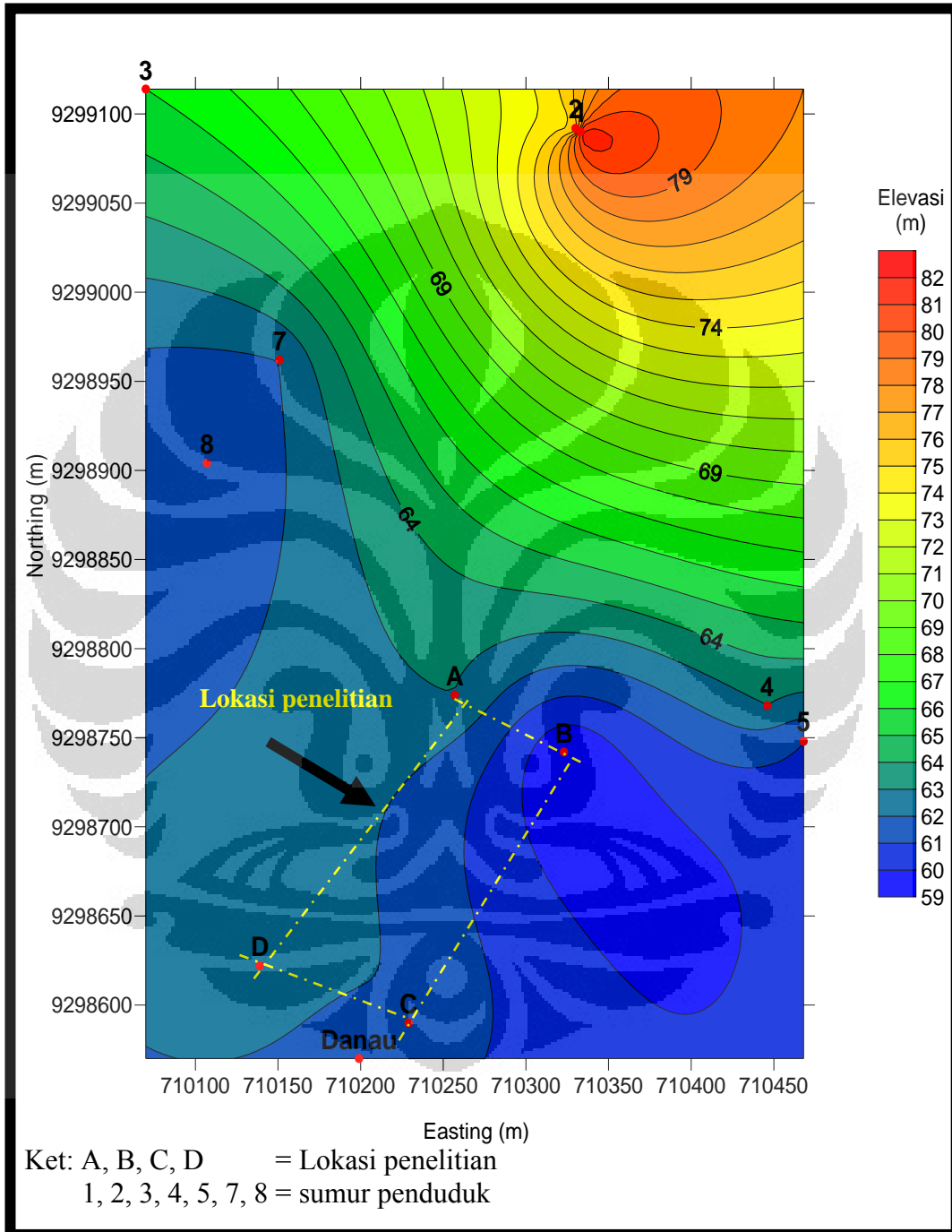
Pengukuran muka air sumur dilakukan untuk menunjang data Dipole-dipole begitu juga data Wenner-Schlumberger supaya lebih akurat. Jumlah sumur yang diukur kedalaman muka airnya berjumlah 8 sumur yang terletak di rumah-rumah penduduk diluar lokasi penelitian. Disebelah Utara terdapat 3 buah sumur yaitu sumur 1 dengan kedalaman 4,2 m, elevasi 82 m berdekatan dengan sumur 2 dengan kedalaman 4,7 m, elevasi 75 m keduanya airnya bersih, dan sumur 3 jauh dan berada dilembah sehingga airnya berwarna kuning dan berkarat dengan elevasi 66 m pada kedalaman 2,5 m sudah mendapatkan air. Disebelah Timur terdapat 3 buah sumur yaitu sumur 4 dengan kedalaman 4 m, elevasi 63 m, sumur

5 dengan kedalaman 5 m, elevasi 61 m dan sumur 6 posisinya sangat jauh sehingga tidak tampak di gambar dengan kedalaman 5,5 m, elevasi 73 m ketiga sumur tersebut airnya bersih. Dan di sebelah Barat terdapat 2 sumur yaitu sumur 7 dengan kedalaman 5 m, elevasi 62 m, sumur 8 dengan kedalaman 5 m, elevasi 61 m dan airnya bersih.

Dari keseluruhan data sumur diatas, diprediksi kedalaman sumur disekitar wilayah penelitian antara 2,5 m sampai 5,5 m dari permukaan tanah. Hal ini hampir sama dengan penelitian di lokasi bahwa pada kedalaman 2 m muka air sudah terlihat di permukaan. Sehingga sebaran air tampak jelas mengalir dari arah Utara menuju Selatan.



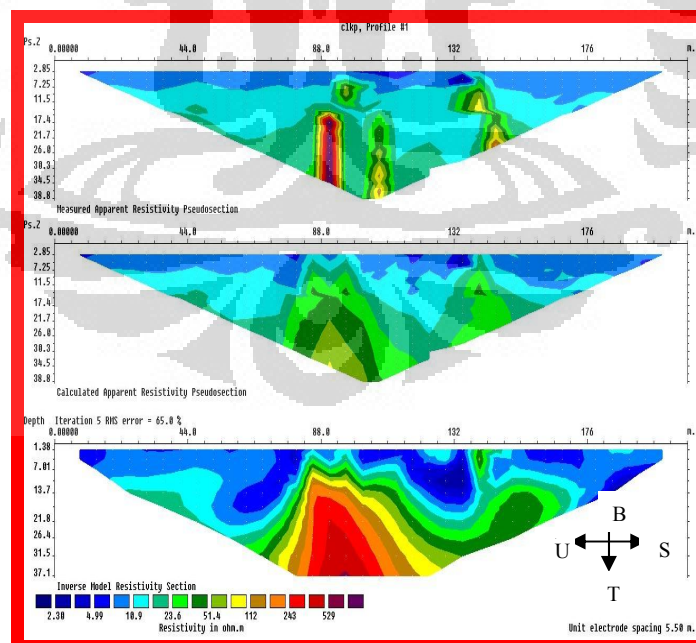
Hasil pengolahan data sumur dengan surfer



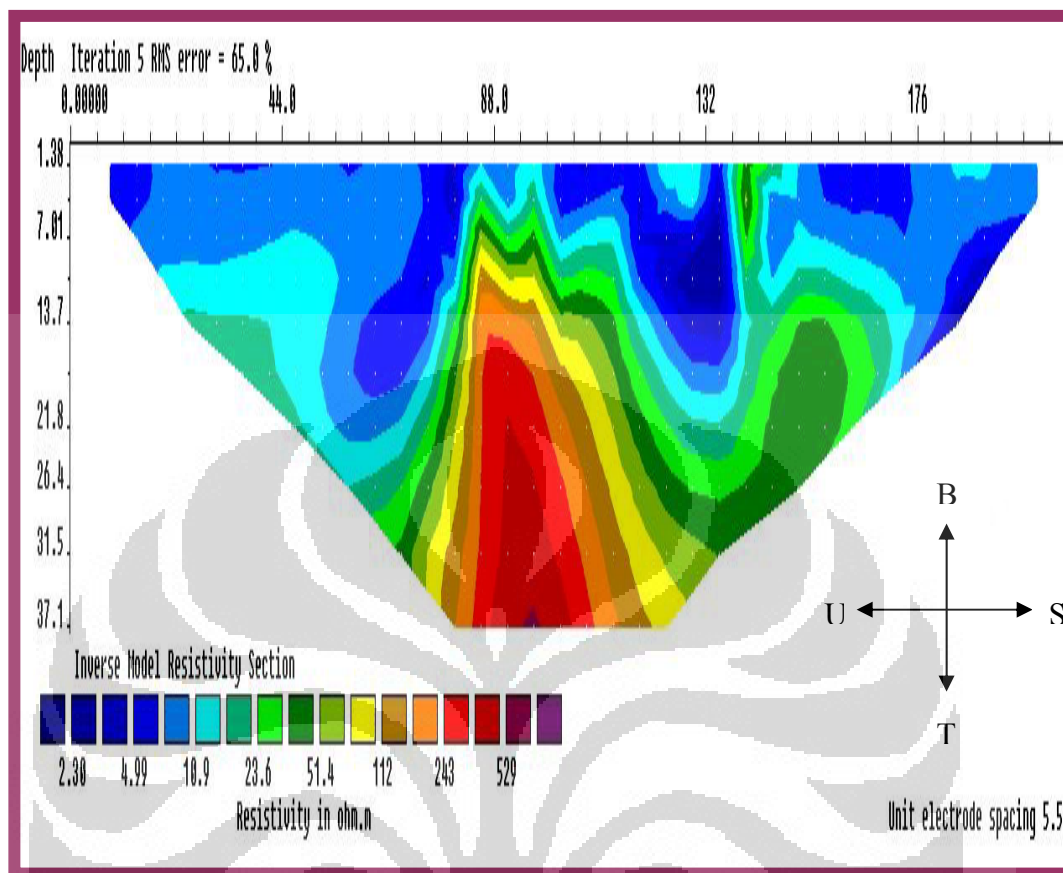
Gambar 4.6 Hasil pengolahan data sumur dengan surfer

Hasil dari data sumur yang sudah diolah dengan surfer terlihat gambar seperti diatas ini menunjukkan permukaan tanah disekitar daerah penelitian elevasinya berkisar antara 59-82 meter dari permukaan laut. Daerah yang berwarna merah menunjukkan permukaan yang elevasinya lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang berwarna kuning. Yang berwarna merah ini posisinya berada pada daerah utara yang mempunyai elevasi antara 77-82 meter, terus ke selatan ini berwarna kuning sampai hijau muda yang mempunyai elevasi antara 66-76 meter Terus ke selatan ini berwarna hijau muda sampai hijau tua yang mempunyai elevasi antara 63-66 meter. Dan yang berwarna biru tua sampai biru muda terus menuju danau yang elevasinya antara 59-62 meter diatas permukaan laut. Ini menunjukkan aliran air akan mengalir dari utara ke selatan ini dibuktikan dengan adanya danau diarah selatan yang airnya tidak pernah kering walaupun kemarau panjang.

4.2.3 Data Wenner-Schlumberger



Gambar 4.7 Penampang Lintasan dengan menggunakan Software Res2Dinv (Alimah, 2009)

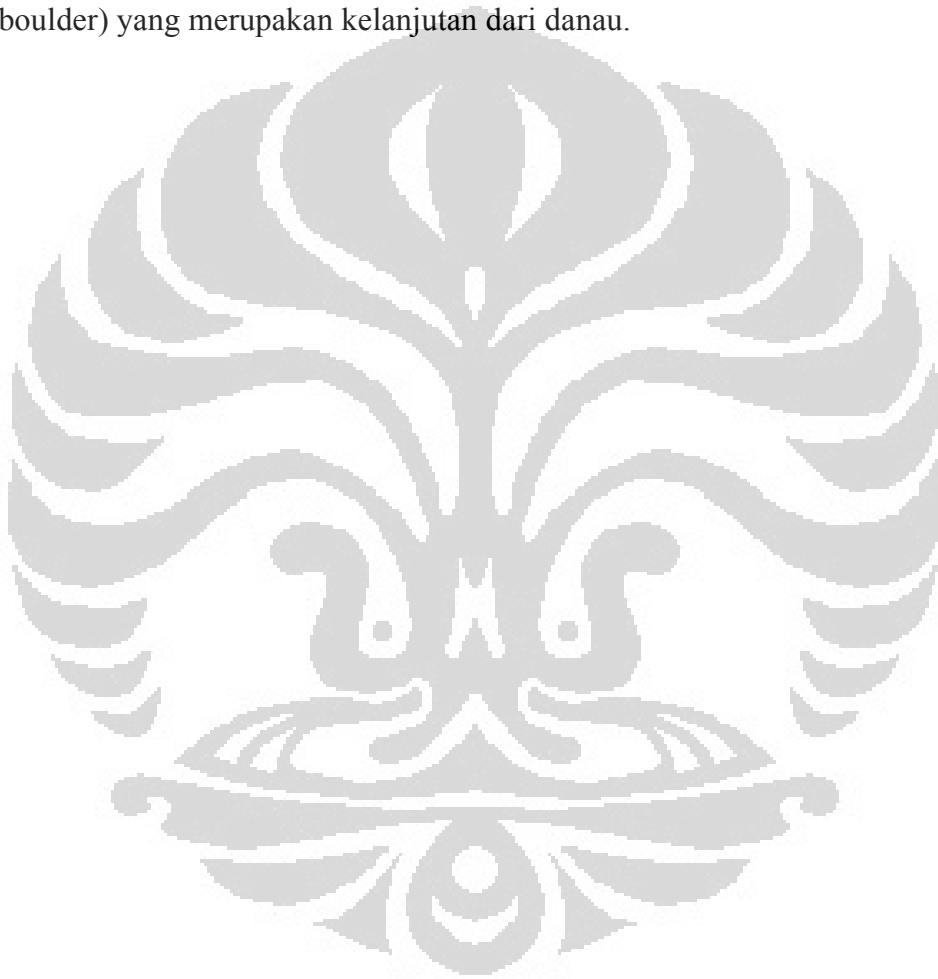


Gambar 4.8 Penampang lintasan dengan menggunakan Software Res2Dinv Wenner-Schlumberger (Alimah, 2009)

Secara umum bahwa dibawah permukaan daerah penelitian terdiri dari beberapa lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda. Lapisan yang pertama adalah lapisan yang paling atas yaitu lapisan tanah penutup, yang memiliki interval resistivitas berkisar 2-10 Ohm meter dengan ketebalan 10 meter dan kedalaman berkisar 2-21 meter (warna biru). Pada lapisan ini diperkirakan terdapat beberapa aliran dan resapan air yang terjadi pada waktu hujan sehingga membentuk cekungan seperti mangkok yang dilapisi oleh soil (tanah), lempung halus (siltclay) dan clay (lempung) yang diprediksi bisa menahan air tanah dikala musim kering sehingga daerah tersebut tidak pernah kekeringan atau kekurangan air. Yang kedua adalah lapisan zona peralihan yaitu pada kedalaman cukup bervariasi antara 2-31 meter (warna hijau) diprediksi terdapat batu lempung dan pasir. Dan yang ketiga adalah lapisan zona resistif yaitu berada pada kedalaman

lebih dari 7 meter dengan interval resistivitas lebih dari 112 Ohm meter diduga terdapat kerikil dan batu gamping (warna merah) yang sangat resistif. Sehingga menurut data geologi merupakan daerah aluvium atau *Alluvial* yang terdiri dari lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal dan bongkah.

.Jadi kesimpulan dari data dipole-dipole dan Wenner-Schlumberger hampir sama, karena terbaca jelas bahwa dizona 77-125 m terdapat bongkahan (boulder) yang merupakan kelanjutan dari danau.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

- Metode geolistrik Dipole-dipole lebih efektif dibandingkan dengan metode Wenner Schlumberger untuk membuktikan keberadaan air bawah tanah permukaan di daerah penelitian. Anomali resistivitas tinggi yang merupakan resistivitas yang terlihat jelas pada penampang resistivitas lintasan. Letak, kedalaman air bisa terlihat langsung dari hasil penampang resistivitas tersebut. ukuran resevoir bisa terlihat langsung dari hasil penampang resistivitas tersebut.
- Pembuatan *forward model* sangat membantu dalam penentuan berapa nilai **a** serta banyaknya **n** yang digunakan. Hal ini berkaitan dengan kedalaman serta dimensi objek yang akan diteliti.
 - Semakin besar nilai **a** dan banyaknya **n** akan menghasilkan penetrasi arus yang semakin dalam. Ini memungkinkan kita mendapatkan *plotting point* yang lebih dalam sehingga bisa digambarkan dengan utuh.
 - Nilai **a** menentukan lamanya waktu pengukuran. Semakin besar nilai **a** semakin sedikit waktu yang dibutuhkan dalam pengukuran.
- Letak muka air berada di kedalaman mulai dari 2 meter di bawah permukaan sampai kurang lebih 20 meter. Kemenerusan air berarah dari utara ke selatan. Dimensi alur tidak merata. Bergantung pada keberadaan pasir.

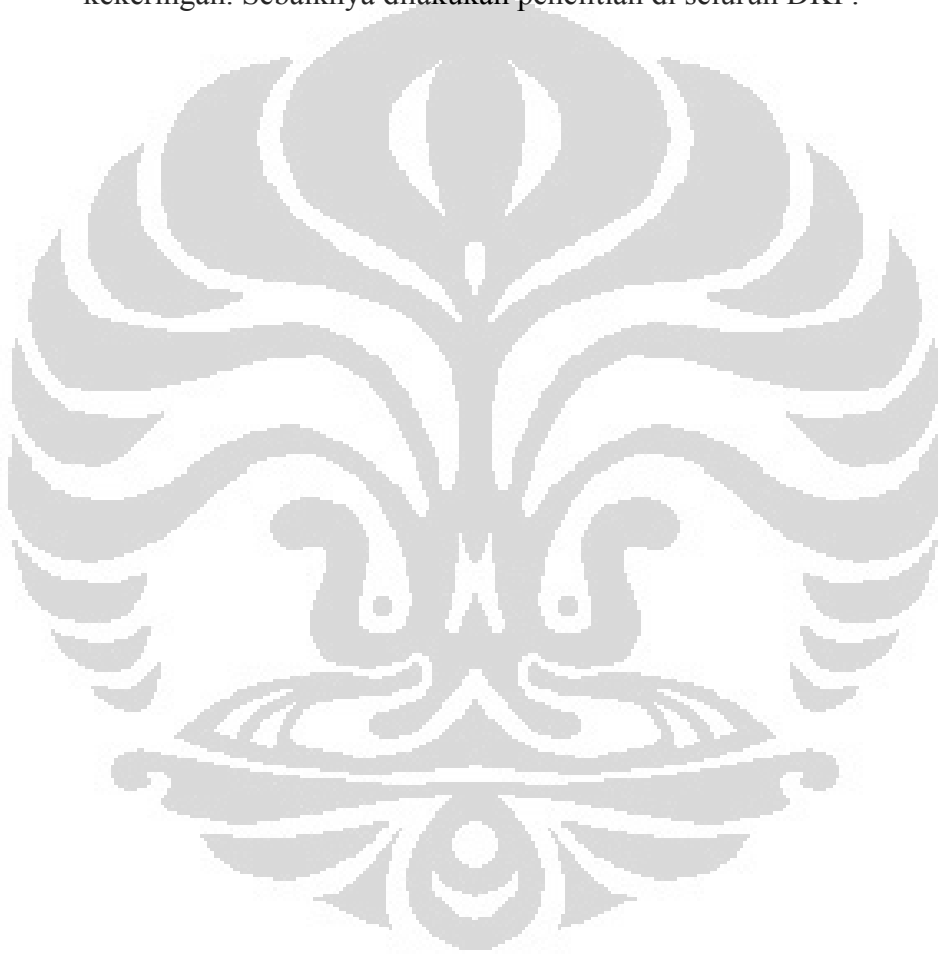
6.2 SARAN

Setelah dilakukan pengukuran serta didapat hasil pada penelitian air bawah tanah permukaan, ada beberapa hal yang bisa dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya.

1. Untuk mendapatkan bentuk serta ukuran yang lebih teliti, diperlukan pengukuran dengan jarak elektroda yang lebih rapat misalnya 3 meter. Lintasan pengukuran harus lebih banyak lagi, ini dimaksudkan agar lebih

mempermudah dalam melakukan pembuatan model secara keseluruhan. Sehingga model dapat dibuat tepat sesuai dengan keadaan sesungguhnya.

2. Diperlukan koordinasi dengan bidang keilmuan lain, teknik lingkungan serta teknik sipil, untuk penanganan lingkungan di tempat ini.
3. Data ini sangat penting bagi Dinas Lingkungan Hidup Pemda DKI untuk menanggulangi kemungkinan terjadinya bencana, misalnya, banjir, kekeringan. Sebaiknya dilakukan penelitian di seluruh DKI .

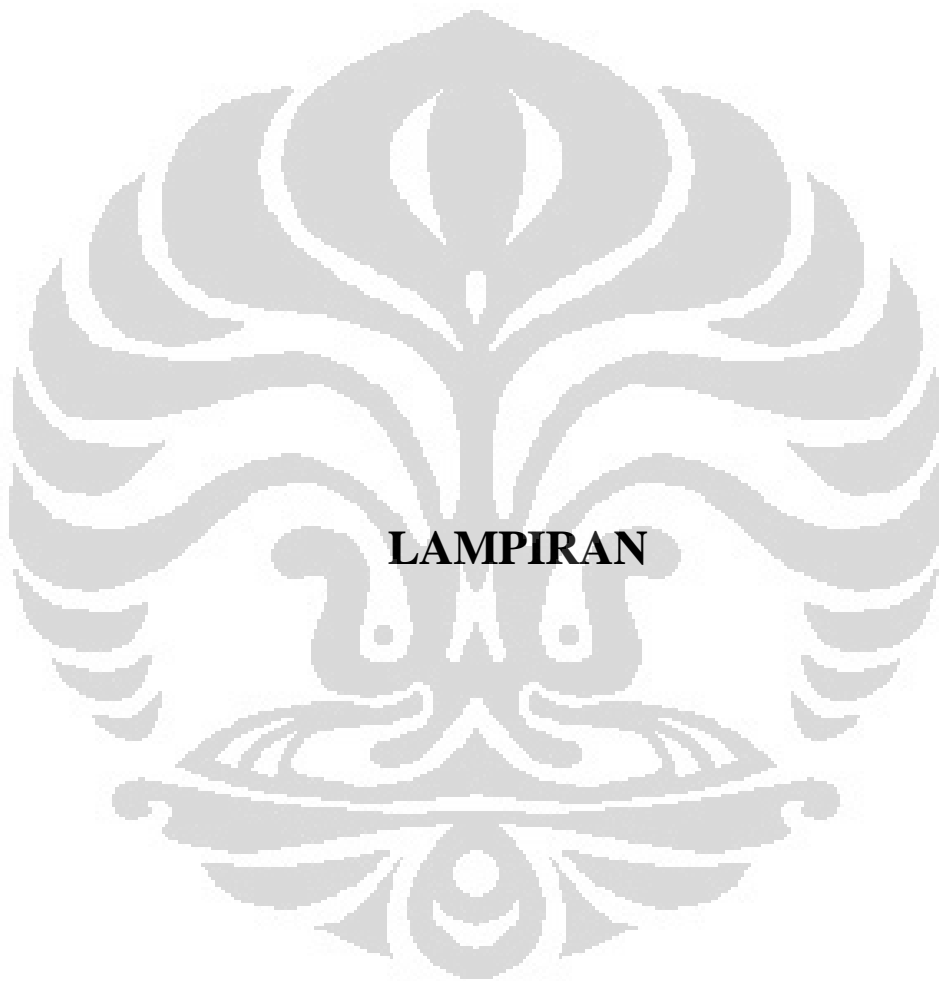


DAFTAR ACUAN

- Alimah, 2009. *Eksplorasi Air Bawah Tanah Dengan Menggunakan Metode DC Resistivity Wenner-Schlumberge Di Daerah Cilangkap Jakarta Timur*, Skripsi Jurusan Fisika UI, Depok.
- Bodmer, R., and Stanley, D., 1968. *On Induced Electrical Polarization and Ground Water*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom
- Cardimona, S., 2002. *Electrical Resistivity Techniques for Subsurface Investigation*: Departement of Geology and Geophysics, University of Missouri-Rolla, MO.
- Hardiana, A. R., 2007. *Rekonstruksi Rongga Buatan Bawah Permukaan dengan Menggunakan Metode Geoelektrik 2D*, Skripsi Sarjana. Program Geofisika. Departemen Fisika. Universitas Indonesia.
- Loke, M. H., 2004. *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys, Goetomo Software*, Malaysia.
- Marshal, D. J., dan Madden, T. R., 1959. *Induced Polarization, a study of its causes*: Geophysics, vol.24, p. 790-816.
- Robinson, E., and Caruh, C., 1988, *Basic Exploration Geophysics*. Elsevier Scientific Publishing Company
- Parulian, Paulin,H.B, 2008. *Pemodelan 3D zona mineralisasi endapan emas Sistem epitermal daerah "Z" untuk menentukan titik ore shott pada bor Eksplorasi*, Depok.

(T.C.Amin, et al, 1996). *Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu, Jawa*,
Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Dirjen Geologi dan Sumber
Daya Mineral, Bandung.





Device: ARES-G4 v4.7, SN: 0807185

Locality: clkp

Operator: ojk

Date: #####

Note:

Profile: 1

X-loc: 0m

Y-loc: 0m

Direction: 0 (X)

Length: 214.5m

Distance: 5.5m

MC-set: Dipole-Dipole N4

S-min: 0m

S-max: 214.5m

Pulse: .5s

IP-Windows:

C1	C2	P1	P2		V	EP	AppRes	St-dev
[el]	[el]	[el]	[el]	Array	I [mA]	[mV]	[Ohmm]	[%]
1	0	2	3	DD	1108.36	54.4	5.09	0
2	1	3	4	DD	1063.04	74.51	7.27	0
3	2	4	5	DD	1122.02	87.18	8.06	0
4	3	5	6	DD	988.31	71.5	7.5	0
5	4	6	7	DD	884.07	66.29	7.77	0
6	5	7	8	DD	1206.77	97.51	8.38	0
7	6	8	9	DD	1111.97	98.22	9.16	0
8	7	9	10	DD	1045.29	84.57	8.39	0
9	8	10	11	DD	1097.11	77.75	7.35	0
10	9	11	12	DD	734.84	52.68	7.43	0
11	10	12	13	DD	675.24	46.84	7.19	0
12	11	13	14	DD	798.38	49.18	6.39	0
13	12	14	15	DD	803.87	55.29	7.13	0
14	13	15	16	DD	691.18	55.86	8.38	0
15	14	16	17	DD	526.3	44.03	8.67	0
16	15	17	18	DD	62.42	298.68	496.05	1.8
17	16	18	19	DD	45.25	26.35	60.38	8.5
18	17	19	20	DD	404.74	27.67	7.09	0
19	18	20	21	DD	909.68	48.14	5.49	0
20	19	21	22	DD	967.44	53.18	5.7	0
21	20	22	23	DD	838.88	53.21	6.58	0
22	21	23	24	DD	850.38	64.34	7.84	0

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
23	22	24	25	DD	866.17	-6.44	10.1	0	0
24	23	25	26	DD	268.48	56.28	-13.74	21.73	0.5
25	24	26	27	DD	220.14	28.54	72.28	13.44	0.3
26	25	27	28	DD	555.56	56.06	-22.32	10.46	1.7
27	26	28	29	DD	513.87	40.69	109.78	8.21	0
28	27	29	30	DD	580.08	50.95	232.12	9.11	0
29	28	30	31	DD	724.65	60.44	254.46	8.65	0
30	29	31	32	DD	799.14	70.12	46.76	9.1	0
31	30	32	33	DD	930.34	82.53	291.57	9.2	0
32	31	33	34	DD	1128.94	84.53	335.99	7.76	0
33	32	34	35	DD	390.77	32.67	44.23	8.67	0
34	33	35	36	DD	352.18	30.27	58.17	8.91	0
35	34	36	37	DD	296.14	29.95	15.96	10.48	0
36	35	37	38	DD	788.62	58.57	-98.95	7.7	0
1	0	3	4	DD	1105.6	17.52	81.17	6.57	0.7
2	1	4	5	DD	1063.56	16.73	358.12	6.52	0.6
3	2	5	6	DD	1122.51	23.01	259.39	8.5	0.3
4	3	6	7	DD	988.61	19.69	261.28	8.26	0.3
5	4	7	8	DD	883.75	21.15	209.67	9.93	0.4
6	5	8	9	DD	1205.5	30.85	282.15	10.61	0.2
7	6	9	10	DD	1110.24	24.33	307.45	9.09	0
8	7	10	11	DD	1044.61	23.4	690.21	9.29	0.4
9	8	11	12	DD	1095.62	23.79	-80.56	9.01	0.5
10	9	12	13	DD	734.42	16.12	34.38	9.1	0.7
11	10	13	14	DD	675.35	15.86	43.63	9.74	0.8
12	11	14	15	DD	798.02	15.5	251.97	8.05	0.6
13	12	15	16	DD	802.37	17.9	-13.32	9.25	0.1
14	13	16	17	DD	690.05	17.8	0.87	10.7	0.2
15	14	17	18	DD	524.65	10.6	34.48	8.38	0.4
16	15	18	19	DD	579.17	14.27	278.72	10.22	0.8
17	16	19	20	DD	436.34	8.8	133.88	8.37	1
18	17	20	21	DD	451.45	9.58	155.16	8.8	0.8
19	18	21	22	DD	905.94	14.69	126.85	6.72	0.2
20	19	22	23	DD	965.56	16	108.2	6.87	0.1
21	20	23	24	DD	837.91	13.16	31.67	6.51	0.1
22	21	24	25	DD	849.77	-65.36	35.55	0	0
23	22	25	26	DD	261.75	41.32	-15.22	65.47	1

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
24	23	26	27	DD	888.22	22.8	49.53	10.64	0
25	24	27	28	DD	733.57	11.97	-19.1	6.77	0
26	25	28	29	DD	553.01	12.2	-81.73	9.15	8.1
27	26	29	30	DD	512.68	11.44	384.23	9.25	0
28	27	30	31	DD	578.85	12.79	399.83	9.16	0.5
29	28	31	32	DD	723.11	13.39	70.99	7.68	0.2
30	29	32	33	DD	797.59	17.52	329.81	9.11	0.5
31	30	33	34	DD	928.76	17.01	375.66	7.6	0.4
32	31	34	35	DD	1126.84	18.85	50.39	6.94	0.1
33	32	35	36	DD	1272.09	23.09	45.76	7.53	0
34	33	36	37	DD	1152.08	24.4	66.31	8.78	0.1
35	34	37	38	DD	988.19	18.42	-94.16	7.73	0.1
1	0	4	5	DD	1103.59	7.44	324.86	6.99	0.2
2	1	5	6	DD	1062.51	8.28	215.02	8.08	0.5
3	2	6	7	DD	1121.86	11.48	314.63	10.61	0.5
4	3	7	8	DD	987.42	10.97	278.57	11.52	0.5
5	4	8	9	DD	883.27	11.01	339.75	12.92	0.5
6	5	9	10	DD	1202.62	13.67	307.51	11.78	0.2
7	6	10	11	DD	1108.34	11.74	-733	10.98	0.5
8	7	11	12	DD	1043.04	13.01	-67.53	12.93	1.1
9	8	12	13	DD	1093.39	13.22	33.67	12.54	1
10	9	13	14	DD	734.04	9.54	48.97	13.48	1.1
11	10	14	15	DD	674.8	8.97	272.75	13.78	0.9
12	11	15	16	DD	796.97	10.06	215.36	13.09	0.9
13	12	16	17	DD	801.22	12.58	183.99	16.28	0.7
14	13	17	18	DD	688.64	7.28	-54.11	10.95	0.6
15	14	18	19	DD	523.18	6.44	301.02	12.77	1.1
16	15	19	20	DD	577.84	7.92	136.27	14.2	1.5
17	16	20	21	DD	436.3	4.17	168.22	9.92	0.8
18	17	21	22	DD	452.37	5.88	-87.73	13.49	1.5
19	18	22	23	DD	905.34	8.83	56.72	10.11	0.1
20	19	23	24	DD	964	8.08	19.84	8.69	0.1
21	20	24	25	DD	837.41	-94.93	70.22	0	0
22	21	25	26	DD	848.12	94.24	-17.98	115.19	0.2
23	22	26	27	DD	862.52	13.48	45.87	16.2	0.1
24	23	27	28	DD	884.78	9.9	-18.81	11.6	0.1
25	24	28	29	DD	732.5	3.64	-82.97	5.15	0.5
26	25	29	30	DD	552.78	6.2	389.42	11.63	0.5

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
27	26	30	31	DD	512.24	5.63	397.79	11.39	0
28	27	31	32	DD	577.8	5.99	75.26	10.74	0.6
29	28	32	33	DD	721.74	8.7	421.47	12.49	1.1
30	29	33	34	DD	796.07	7.81	457.64	10.17	0.9
31	30	34	35	DD	927.2	8.24	83.55	9.21	0.3
32	31	35	36	DD	1125.24	9.66	38.56	8.9	0.2
33	32	36	37	DD	1270.24	13.22	61.76	10.79	0.3
34	33	37	38	DD	1149.32	10.43	-91.38	9.4	0.2
1	0	5	6	DD	1101.44	5.76	201.17	10.84	1.4
2	1	6	7	DD	1061.32	5.31	335.83	10.38	1.2
3	2	7	8	DD	1120.32	9.86	310.41	18.25	1.3
4	3	8	9	DD	985.96	6.93	363.65	14.58	1.2
5	4	9	10	DD	882.47	7.74	313.93	18.18	0.2
6	5	10	11	DD	1200.3	10.28	760.94	17.76	1.4
7	6	11	12	DD	1106	8	-57.2	14.99	1.5
8	7	12	13	DD	1041.03	9.95	32.87	19.81	1.6
9	8	13	14	DD	1091.04	9.76	58.08	18.54	1.6
10	9	14	15	DD	733.17	6.38	282.56	18.05	1.2
11	10	15	16	DD	673.64	8	258.19	24.64	1.4
12	11	16	17	DD	796.26	11.11	205.22	28.93	2.7
13	12	17	18	DD	800.5	5.74	71.43	14.87	0.7
14	13	18	19	DD	687.52	5.79	317.12	17.46	1.3
15	14	19	20	DD	521.95	4.65	129.98	18.49	1.9
16	15	20	21	DD	576.72	5.16	177.47	18.56	1.3
17	16	21	22	DD	436.04	3.1	122.42	14.74	0.5
18	17	22	23	DD	451.49	5.23	101.2	24.01	2
19	18	23	24	DD	902.6	5.42	17.45	12.45	0.3
20	19	24	25	DD	961.71	100.19	65.92	0	0
21	20	25	26	DD	252.39	40.8	-13.21	335.18	1.2
22	21	26	27	DD	847.97	9.84	48.51	24.06	0.4
23	22	27	28	DD	862.35	5.93	-18.59	14.27	0
24	23	28	29	DD	883.64	6.24	-82.44	14.64	0.4
25	24	29	30	DD	731.04	1.11	395.39	3.15	2.4
26	25	30	31	DD	551.52	3.18	396.99	11.97	0.2
27	26	31	32	DD	511.35	3.4	75.25	13.79	0
28	27	32	33	DD	576.59	6.35	427.34	22.83	2.4
29	28	33	34	DD	720.02	4.87	520.14	14.02	1.9
30	29	34	35	DD	794.04	5.19	38.22	13.55	0.3

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
31	30	35	36	DD	925.44	6.43	41.42	14.41	0.5
32	31	36	37	DD	1123.31	8.78	56.36	16.21	0.5
33	32	37	38	DD	1267.94	7.9	-88.67	12.92	0.5
3	0	4	7	DD	353.72	48.84	294.64	7.42	0.1
4	1	5	8	DD	285.45	41.38	222.9	7.79	0
5	2	6	9	DD	294.1	45.67	399.61	8.35	0
6	3	7	10	DD	437.44	72.21	376.25	8.87	0
7	4	8	11	DD	249.29	43.93	-73.67	9.47	0.1
8	5	9	12	DD	338.88	53.94	507.35	8.56	0
9	6	10	13	DD	353.85	52.07	820.41	7.91	0.1
10	7	11	14	DD	212.16	32.23	44.59	8.17	0.1
11	8	12	15	DD	287.4	41.02	381	7.67	0
12	9	13	16	DD	265.06	35	75.49	7.1	0.1
13	10	14	17	DD	200.01	29.72	226.9	7.99	0.1
14	11	15	18	DD	203.18	31.43	23.69	8.31	0
15	12	16	19	DD	173.63	25.25	-28.17	7.82	0.1
16	13	17	20	DD	234.21	33.95	-53.81	7.79	0
17	14	18	21	DD	405.79	57.13	-24.84	7.57	0
18	15	19	22	DD	586.19	78.62	203.67	7.21	0
19	16	20	23	DD	263.47	30.85	97.54	6.29	0.1
20	17	21	24	DD	463.51	56.47	-12.84	6.55	0.3
21	18	22	25	DD	788.57	11.76	154.91	0.8	0.4
22	19	23	26	DD	295.74	40.02	61.32	7.27	0
23	20	24	27	DD	255.4	42.3	107.4	8.9	0.1
24	21	25	28	DD	261.62	72.93	28.18	14.99	0
25	22	26	29	DD	214.92	44.55	-47.27	11.14	0.2
26	23	27	30	DD	189.66	32.72	501.49	9.27	0
27	24	28	31	DD	198.59	29.07	-90.67	7.87	0.1
28	25	29	32	DD	187.11	29.22	71.2	8.4	0
29	26	30	33	DD	184.06	27.96	350.58	8.17	0
30	27	31	34	DD	186.89	29.59	159.14	8.51	0
31	28	32	35	DD	246.22	38.66	138.75	8.44	0
32	29	33	36	DD	280.1	39.05	313.94	7.49	0.1
33	30	34	37	DD	312.09	46.7	150.34	8.04	0.1
34	31	35	38	DD	307.67	47.11	2.71	8.23	0
3	0	5	8	DD	1156.44	59.26	299.76	7.87	0
4	1	6	9	DD	941.06	54.2	369.6	8.85	0
5	2	7	10	DD	974.37	63.7	258.47	10.04	0

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
6	3	8	11	DD	1402.65	93.32	0.12	10.22	0
7	4	9	12	DD	827.56	53.46	329.36	9.92	0.1
8	5	10	13	DD	1113.8	66.99	696.78	9.24	0.1
9	6	11	14	DD	1157.07	71.99	-90.02	9.56	0
10	7	12	15	DD	706.81	44.97	196.33	9.77	0
11	8	13	16	DD	949.92	56.56	63.89	9.15	0.1
12	9	14	17	DD	881.55	52.52	196.73	9.15	0
13	10	15	18	DD	673.6	40.81	12.59	9.31	0
14	11	16	19	DD	682.18	39.46	98.94	8.88	0
15	12	17	20	DD	582.03	31.47	0.64	8.3	0
16	13	18	21	DD	774.14	42.68	11.33	8.47	0
17	14	19	22	DD	405.26	22.21	142.2	8.42	0
18	15	20	23	DD	586.55	33.07	97.52	8.66	0.1
19	16	21	24	DD	870.3	46	-5.23	8.12	0
20	17	22	25	DD	462.53	-10.05	90.61	0	0
21	18	23	26	DD	786.09	35.47	53.38	6.93	0.1
22	19	24	27	DD	970.15	50.41	97	7.98	0
23	20	25	28	DD	255.58	49.8	26.59	29.93	0.1
24	21	26	29	DD	865.23	53.67	-42.95	9.53	0.1
25	22	27	30	DD	710.31	38.87	531.84	8.4	0.1
26	23	28	31	DD	630.65	35.4	-78.91	8.62	0
27	24	29	32	DD	660.28	34.82	82.37	8.1	0
28	25	30	33	DD	624.24	33.53	353.94	8.25	1
29	26	31	34	DD	617.24	32.9	154.09	8.19	0.2
30	27	32	35	DD	622.89	34.95	124.28	8.62	0.1
31	28	33	36	DD	823.41	43.15	334.65	8.05	0.1
32	29	34	37	DD	928.48	47.49	143.16	7.86	0.1
33	30	35	38	DD	1017.72	51.86	0.02	7.83	0.1
3	0	6	9	DD	1153.39	32.53	341.7	8.77	0.1
4	1	7	10	DD	940.01	32.49	226.17	10.75	0
5	2	8	11	DD	973.69	39.44	-56.31	12.6	0.3
6	3	9	12	DD	1400.32	49.69	-445.1	11.04	0.2
7	4	10	13	DD	826.64	30.02	696.06	11.29	0.7
8	5	11	14	DD	1112.02	40.05	78.26	11.2	0.4
9	6	12	15	DD	1156.08	42.37	316.03	11.4	0
10	7	13	16	DD	706.02	27.85	70.62	12.27	0.2
11	8	14	17	DD	948.12	36.1	107.71	11.84	0
12	9	15	18	DD	881.19	29.33	18.24	10.35	0

C1 [eI]	C2 [eI]	P1 [eI]	P2 [eI]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
13	10	16	19	DD	673.02	23.61	29.98	10.91	1.1
14	11	17	20	DD	681.32	21.34	-22.53	9.74	0
15	12	18	21	DD	581.6	17.33	-34.3	9.27	0
16	13	19	22	DD	773.77	24.34	141.03	9.78	0.1
17	14	20	23	DD	404.69	13.4	88.51	10.3	0
18	15	21	24	DD	585.84	20.21	-3.12	10.73	0.8
19	16	22	25	DD	869.76	-62.4	159.4	0	0
20	17	23	26	DD	462.77	13.07	54.55	8.78	0.5
21	18	24	27	DD	786.56	23	103.56	9.1	0
22	19	25	28	DD	295.04	45.85	25.15	48.34	0.7
23	20	26	29	DD	846.19	30.24	-51.76	11.11	0
24	21	27	30	DD	862.68	29.62	493.25	10.68	0.5
25	22	28	31	DD	709.32	20.28	-6.98	8.89	0.1
26	23	29	32	DD	629.86	19.21	142.17	9.48	0
27	24	30	33	DD	659.52	18.91	410.47	8.92	0
28	25	31	34	DD	623.79	17.71	97.87	8.83	0
29	26	32	35	DD	616.15	18.85	100.24	9.51	0.1
30	27	33	36	DD	622.19	18.91	269.81	9.45	0.3
31	28	34	37	DD	822.02	24.87	148.56	9.41	0
32	29	35	38	DD	926.43	25.95	-2.57	8.71	0.2
3	0	7	10	DD	1151.68	21.61	222.38	10.09	0.3
4	1	8	11	DD	938.74	22.45	-49.45	12.86	0.1
5	2	9	12	DD	972.76	23.7	418.16	13.1	1.2
6	3	10	13	DD	1397.86	30.61	678.68	11.77	0.5
7	4	11	14	DD	825.45	19.74	95.18	12.85	0.8
8	5	12	15	DD	1110.33	25.83	292.43	12.5	0.6
9	6	13	16	DD	1154.61	28.88	71.21	13.45	0
10	7	14	17	DD	705.18	21.05	82.83	16.05	0.2
11	8	15	18	DD	946.26	21.85	19.69	12.41	0
12	9	16	19	DD	880.57	18.54	121.33	11.32	0.3
13	10	17	20	DD	672.45	13.99	145.65	11.18	1.1
14	11	18	21	DD	680.11	13.19	-40.71	10.42	0
15	12	19	22	DD	580.71	11.27	29.12	10.43	0
16	13	20	23	DD	773.13	16	193.76	11.12	0.7
17	14	21	24	DD	404.33	9.17	-2.81	12.19	0
18	15	22	25	DD	583.35	-61.08	153.81	0	0
19	16	23	26	DD	868.65	14.79	61.45	9.15	0.4

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
20	17	24	27	DD	462.7	9.49	104.22	11.03	0.1
21	18	25	28	DD	236.5	43.58	25.82	99.07	0.7
22	19	26	29	DD	967.75	22.19	-57.45	12.33	0.1
23	20	27	30	DD	842.77	16.67	189.44	10.63	0.4
24	21	28	31	DD	861.14	16.77	16.97	10.47	0.3
25	22	29	32	DD	708.01	12.41	157.66	9.42	0.2
26	23	30	33	DD	628.75	12.16	42.79	10.4	0.1
27	24	31	34	DD	659.33	12.09	87.2	9.86	0
28	25	32	35	DD	622.97	11.75	97.73	10.14	0.1
29	26	33	36	DD	615.97	11.84	344.43	10.33	0.1
30	27	34	37	DD	621.29	12.53	143.74	10.84	0.5
31	28	35	38	DD	820.82	15.33	-5.63	10.04	0.2
3	0	8	11	DD	1150.08	15.04	-43.58	11.05	0.9
4	1	9	12	DD	937.53	14.53	408.29	13.09	0.4
5	2	10	13	DD	971.85	14.6	667.26	12.69	1.8
6	3	11	14	DD	1395.32	20.88	108.49	12.64	0.8
7	4	12	15	DD	824.52	13.11	281.67	13.43	1.2
8	5	13	16	DD	1107.9	18.13	75.7	13.83	1
9	6	14	17	DD	1153.16	22.42	62.49	16.42	0.2
10	7	15	18	DD	704.74	12.39	41.36	14.86	0.8
11	8	16	19	DD	944.63	15.17	6.96	13.57	0.6
12	9	17	20	DD	879.78	12.02	138.34	11.54	1.1
13	10	18	21	DD	671.97	8.3	-60.02	10.43	0.3
14	11	19	22	DD	678.79	8.72	115.25	10.86	0.7
15	12	20	23	DD	579.61	8.18	187.34	11.93	0.2
16	13	21	24	DD	772.04	11.12	-6.13	12.16	0.5
17	14	22	25	DD	403.8	132.68	167.97	0	0
18	15	23	26	DD	582.74	6.1	62.34	8.85	1.1
19	16	24	27	DD	867.43	12.45	105.44	12.12	0
20	17	25	28	DD	462.1	50.49	27.01	92.3	0.1
21	18	26	29	DD	782.62	14.03	17.7	15.15	0.1
22	19	27	30	DD	966.11	11.78	135.57	10.3	0.3
23	20	28	31	DD	842.03	10.58	41.71	10.62	0.3
24	21	29	32	DD	860.39	10.89	89.2	10.69	0
25	22	30	33	DD	708.46	7.64	-31.28	9.11	0
26	23	31	34	DD	628.05	8.25	78.89	11.09	1.4
27	24	32	35	DD	657.68	8.64	115.28	11.1	0.1
28	25	33	36	DD	623.17	8.25	376.25	11.18	0.4

C1 [el]	C2 [el]	P1 [el]	P2 [el]	Aray	I [mA]	V [mV]	EP [mV]	AppRes [Ohmm]	St- dev [%]
29	26	34	37	DD	614.64	8.77	139.14	12.05	0.2
30	27	35	38	DD	620.51	8.51	-7.65	11.58	0.1
3	0	9	12	DD	1149.5	9.72	390.35	10.52	0.6
4	1	10	13	DD	936.97	9.42	604.64	12.51	0.9
5	2	11	14	DD	971.02	10.55	121.26	13.51	0.4
6	3	12	15	DD	1394.52	15.12	263.67	13.49	0.1
7	4	13	16	DD	823.85	9.87	77.26	14.9	0.4
8	5	14	17	DD	1106.67	14.03	34.07	15.77	0.3
9	6	15	18	DD	1151.65	14.15	18.15	15.29	0.2
10	7	16	19	DD	703.78	8.81	-4.57	15.58	1
11	8	17	20	DD	943.36	10.2	-142	13.46	0.9
12	9	18	21	DD	879.31	7.87	-49.68	11.14	0.2
13	10	19	22	DD	671.24	6.07	104.19	11.26	0.2
14	11	20	23	DD	678.66	6.41	192.34	11.75	0.1
15	12	21	24	DD	578.89	5.81	-0.25	12.5	0.6
16	13	22	25	DD	771.59	-99.4	165.4	0	0
17	14	23	26	DD	402.91	-0.07	69.55	0	0
18	15	24	27	DD	582.2	6.87	107.1	14.69	0.2
19	16	25	28	DD	865.79	99.63	56.58	143.16	0.6
20	17	26	29	DD	461.07	6.71	46.13	18.11	0.4
21	18	27	30	DD	782.41	7.1	107.96	11.28	0.2
22	19	28	31	DD	962.92	8.37	-4.32	10.81	0
23	20	29	32	DD	840.64	7.37	69.87	10.91	0
24	21	30	33	DD	860.48	7.88	-69.86	11.4	0.1
25	22	31	34	DD	707.16	5.74	109.67	10.1	0.2
26	23	32	35	DD	627.47	6.15	117.76	12.2	1.5