

SKRIPSI

**PENENTUAN KEDALAMAN AQUIFER AIR ASIN
DI DAERAH NGAGLIK SAMBI BOYOLALI
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE**

HARIYADI

M0298039

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh derajat Sarjana Sains
pada Jurusan Fisika



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2006

SKRIPSI
PENENTUAN KEDALAMAN AQUIFER AIR ASIN
DI DAERAH NGAGLIK SAMBI BOYOLALI
MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE

HARIYADI
M.02980239

Dinyatakan lulus ujian skripsi oleh tim penguji
Pada hari Jum'at tanggal 28 April 2006

Tim Penguji

Budi Legowo, S.Si, M.Si (Ketua)
Ir. Ari Handono R, M.Sc, Ph.D (Sekretaris)
Drs. Hery Purwanto, M.Sc
Darsono, S.Si., M.Si

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains

Dekan

Ketua Jurusan Fisika

Drs. H. Marsusi, M.S.
NIP. 130 906 776

Drs. Harjana, M.Si, Ph.D.
NIP. 131 570 309

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

“Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi ini adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya. Hingga saat ini isi skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya, kecuali telah dituliskan di daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terima kasih.”

Surakarta, April 2006

Penulis

Hariyadi

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas izin-Nya segala sesuatu terjadi, yang telah melimpahkan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul **“PENENTUAN KEDALAMAN AQUIFER AIR ASIN DI DAERAH NGAGLIK SAMBI BOYOLALI MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE”**. Laporan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika pada Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari dalam penelitian dan penyusunan Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik tenaga maupun pikiran, oleh karena itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. H. Marsusi, M.S. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Drs. Harjana, M.Si., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Bapak Budi Legowo, S.Si., M.Si. dan Bapak Ir. Ari Handono R, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak bimbingan, masukan, motivasi, kesabaran, kebijaksanaan, dan waktunya bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Nuryani, M.Si selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis kuliah di Jurusan Fisika.

5. Bapak Sorja Koesuma, S.Si., M.Si dan Bapak Darsono, S.Si, M.Si, yang telah memberikan banyak ilmu dan referensi-referensinya.
6. Bapak Drs. Kusumo Winarno, M.Si yang telah banyak memberikan bantuan fasilitas, serta berbagi ilmu dan pengalamannya.
7. Segenap Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.
8. Segenap Karyawan Sub Lab. Fisika Laboratorium Pusat Universitas Sebelas Maret Surakarta.
9. Ayah, Ibu dan kakakku yang kucintai, yang selalu dan tetap mendukungku, maafkan aku.
10. Kelompok Studi Geofisika, Yoyok H.S, A. Rustam Hadi, Margono H, Fajar W, Ali Rizki, I. Seno, Agung W, Mas Bob T, Johannes S, W. Bobby, Aas, Roni, Puncak P, Fuad Jamil, atas bantuan, kerja kerasnya, dukungan, teman diskusi dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
11. Kawan-kawan seperjuangan, Fredy, Keken, Bagus, Hanief, Warso, Pandu, Dwi, Mas Ngadimin, Wisnu, Basori, Rizal, Aris, terima kasih semuanya
12. Anak-anak Green House (Nugie, Deni, Samsul, Cecep, Memet, Rian, Arinto, Jundi, Hendra, Endi), terima kasih untuk kebersamannya.
13. Semua teman-teman Fisika'98, terima kasih untuk kekompakannya.
14. Terima kasih banyak buat Rustam, I. Seno, Yoyok, Fajar, Keken yang selalu memberi motivasi pada saat aku "*menghilang.*"
15. Rustam dan Yoyok, terima kasih banyak untuk bantuan serta pinjaman bukunya.

16. Mas Bewe dan Mas Roni, terima kasih untuk pinjaman komputernya.
17. Bu Marsi dan sekeluarga, terima kasih banyak
18. Aa Gym, terima kasih untuk khutbah dan inspirasinya di saat aku *down*.
19. Edy, Endro, Suranto, Dian FC, temen SMU ku
20. Arika, terima kasih dukungannya.
21. Iwan, teman kampung-ku, terima kasih dukungannya.
22. Dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah Yang Maha Kuasa memberikan berkat dan karunia melimpah atas segala kebaikan serta bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini terdapat kekeliruan baik sengaja maupun tidak sengaja, untuk itu penulis mohon maaf sebesar-besarnya. Akhirnya penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Surakarta, April 2006

Penulis

MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(QS : 94 : 6)

"Urusan akherat lihatlah ke atas , urusan dunia lihatlah ke bawah."

(Hadits Nabi)

"Kewajiban kita berusaha dengan sungguh-sungguh, masalah hasil urusan Tuhan."

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

*Ibu dan Ayah tercinta,
Kakakku,
Kawan-kawan seperjuangan.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Metode Resistivitas	4

2.2	Konfigurasi Elektroda Wenner	10
2.3	Konfigurasi Elektroda dipole-dipole.....	11
2.4	Air Asin Bawah Tanah.....	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Survei Pendahuluan.....	14
3.2	Pengambilan Data	14
	3.2.1 Metode Resistivitas Mapping.....	15
	3.2.2 Metode Resistivitas Sounding.....	16
3.3	Peralatan	18
3.4	Pengolahan Data.....	19
3.5	Interpretasi Data	19
3.6	Digram Alir Penelitian	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Metode Mapping	21
4.2	Metode Sounding	25
	4.2.1 Sounding I	26
	4.2.2 Sounding II	27
	4.2.3 Sounding III	28
4.3	Pembahasan	30

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran.....	32

DAFTAR PUSTAKA	33
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sampel batuan yang dilalui arus.....	4
Gambar 2.2 Aliran yang berasal dari satu sumber arus dalam bumi yang homogen isotropik (Telford dkk., 1976)	7
Gambar 2.3 Dua titik yang berlawanan polaritasnya dipermukaan bumi (Telford dkk., 1976)	8
Gambar 2.4 Susunan elektroda arus dan elektroda potensial dalam pengukuran resistivitas (Telford dkk., 1976)	8
Gambar 2.5 Konfigurasi elektroda Wenner (Telford dkk., 1976).....	10
Gambar 2.6 Konfigurasi elektroda dipole-dipole (Telford dkk., 1976)	11
Gambar 2.7 Intrusi air laut ke daratan (Robert J. Kodoatie).....	13
Gambar 3.1 Lokasi sumber air asin.....	15
Gambar 3.2 Penampang Pseudosection	17
Gambar 3.3 Peralatan Penelitian	18
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 4.1 Kontur <i>Mapping</i> I ($a = 5$ m) di sumber air asin	22
Gambar 4.2 Kontur <i>Mapping</i> II ($a = 10$ m) di sumber air asin	23
Gambar 4.3 Kontur <i>Mapping</i> III ($a = 15$ m) di sumber air asin.....	23
Gambar 4.4 Irisan Kontur <i>Mapping</i> di sumber air asin	24
Gambar 4.5 Penentuan Titik Sounding di sumber air asin.....	25
Gambar 4.6 Penampang Sounding I di sumber air asin	26
Gambar 4.7 Penampang Sounding II di sumber air asin.....	28
Gambar 4.8 Penampang Sounding III di sumber air asin	29

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. DATA PENGUKURAN *MAPPING*
- Lampiran 2. DATA PENGUKURAN *SOUNDING*
- Lampiran 3. DATA POSISI TITIK *SOUNDING*
- Lampiran 4. INSTRUMENTASI ALAT *RESISTIVITYMETER* OYO
MODEL 2119 C MCOHM – EL
- Lampiran 5. GLOBAL POSITIONING SYSTEM
- Lampiran 6. RES2DINV
- Lampiran 7. TABEL TAHANAN JENIS

INTISARI

**PENENTUAN KEDALAMAN AQUIFER AIR ASIN
DI DAERAH NGAGLIK SAMBI BOYOLALI
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE**

Oleh

HARIYADI

M 0298039

Telah dilakukan survei geofisika di daerah Ngaglik, Sambu, Boyolali, untuk mengetahui kedalaman dan arah penyebaran aquifer air asin. Alat yang digunakan adalah resistivimeter OYO McOHM-EL model 2119 C. Metode geofisika yang digunakan adalah metode resistivitas dengan konfigurasi elektroda *Wenner* untuk mapping dan konfigurasi elektroda dipole-dipole untuk sounding.

Data mapping diolah menggunakan *software Surfer* dan data *sounding* diolah menggunakan *software RES2DINV*.

Dari hasil penelitian didapatkan informasi nilai tahanan jenis aquifer air asin 0,1 – 1,0 Ω m dengan kedalaman kurang dari 10 m yang membentang \pm 60 m ke arah utara dari sumber air asin. Aquifer asin ini diduga bercampur dengan lempung dan dibatasi dengan batu pasir dan batu lempung.

Kata kunci : resistivitas, *wenner*, dipole-dipole, aquifer.air asin

ABSTRACT

DETERMINING THE DEPTH AND SPREADING OF SALT WATER AQUIFER AT NGAGLIK, SAMBI, BOYOLALI USING RESISTIVITY METHOD WITH DIPOLE-DIPOLE CONFIGURATION

By

HARIYADI

M 0298039

Geophysics survey have been done at Ngaglik, Sambu, Boyolali in determining the depth and spreading of salt water aquifer. The equipment used in this survey is OYO McOHM-EL model 2119 C. This research used resistivity method with the Wenner configuration for mapping and dipole-dipole configuration for sounding.

The mapping data was processed using a software surfer and the sounding data was processed using a software RES2DINV.

The result of this research showed that the resistivity value of salt water aquifer is in the range of 0.1 – 1.0 Ω m and the depth is less than 10 m. It spreads about 60 m to the north from the source of salt water. This aquifer is predicted as a mixture with clay and surrounded by sand stone and clay stone.

Keyword : resistivity, wenner, dipole-dipole,salt water aquifer.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang.

Lapisan kerak bumi banyak mengandung mineral dan bahan-bahan lain yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Pada lapisan ini terdapat gejala-gejala kebumihan, yang salah satunya terdapat di Desa Ngaglik, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali yaitu adanya sumber air asin. Sumber air asin tersebut terdapat di persawahan, tetapi sebagian sumur penduduk ada yang terasa asin. Hal ini perlu dikaji lebih dalam mengenai arah penyebaran serta kedalaman atau volume air asin tersebut mengingat terjadinya penurunan jumlah petani garam di daerah itu.

Untuk mengetahui hal itu, perlu dilakukan survei/eksplorasi geofisika. Ada beberapa metode dalam survei geofisika, salah satunya adalah metode geolistrik. Metode geolistrik sendiri mempunyai beberapa aturan konfigurasi elektroda, diantaranya konfigurasi Schlumberger, konfigurasi Wenner dan konfigurasi dipole-dipole. Konfigurasi Schlumberger dan Wenner biasanya digunakan untuk survei dalam dan pada lokasi yang luas, karena membutuhkan bentangan elektroda yang panjang. Sedangkan untuk konfigurasi dipole-dipole sesuai untuk survei yang dangkal sehingga bentangan elektrodanya tidak begitu luas, data yang didapatkan bisa memberi informasi secara vertikal dan horisontal.

Berdasarkan hal tersebut maka survei geofisika dengan metode geolistrik yang dilakukan di Desa Ngaglik, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali menggunakan konfigurasi elektroda dipole-dipole.

I.2 Perumusan Permasalahan.

Kondisi sumber air asin di Desa Ngaglik, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali tinggal satu sumber saja, ini menyebabkan berkurangnya produksi garam di daerah itu. Selain itu ada beberapa sumur penduduk yang terasa asin. Sehingga dibutuhkan upaya identifikasi kedalaman dan arah penyebaran terutama menggunakan metode geolistrik dipole-dipole.

I.3 Batasan Masalah.

Pengambilan data dilakukan di Desa Ngaglik, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Wenner untuk *mapping* dan konfigurasi dipole-dipole untuk *sounding*.

Data yang diperoleh diolah menggunakan software *Surfer ver6.0* untuk *mapping* dan *RES2DINV* untuk *sounding*.

I.4 Tujuan Penelitian.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kedalaman akuifer air asin secara vertikal dan lateral di Desa Ngaglik, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali.

I.5 Manfaat Penelitian.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini :

1. Dapat memberi informasi tambahan tentang keberadaan sumber air asin di Desa Ngaglik Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali.
2. Setelah mendapatkan informasi diharapkan sedikit banyak membantu pemerintah daerah untuk mengembangkan usaha petani garam yang dulunya sempat jaya sebagai upaya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Desa Ngaglik Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab. Bab pertama berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian. Bab kedua berisi dasar teori tentang metode resistivitas, konfigurasi elektroda Wenner, konfigurasi elektroda dipole-dipole dan tentang air asin bawah tanah. Bab ketiga berisi tentang metodologi penelitian, yaitu survei pendahuluan, pengambilan data, peralatan yang digunakan, pengolahan data dan interpretasi data. Bab keempat berisi hasil dan pembahasan dari pengolahan data *mapping* dan *sounding*. Bab kelima berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II

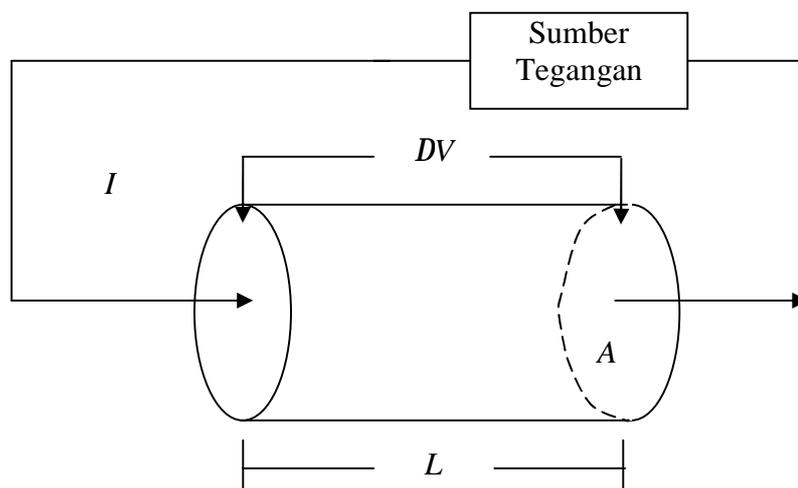
LANDASAN TEORI

II.1 Metode Resistivitas

Dalam eksplorasi geofisika, metode geolistrik resistivitas merupakan metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik dari lapisan batuan di dalam bumi. Metode ini mempelajari sifat aliran listrik dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya dipermukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah ataupun akibat injeksi arus ke dalam bumi (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990).

Pengukuran geolistrik dilakukan dengan menentukan distribusi potensial listrik pada permukaan tanah, hingga tahanan jenis tanah dapat diketahui.

Resistivitas listrik suatu batuan didefinisikan sebagai berikut (Telford dkk., 1976):



Gambar 2.1. Sampel batuan yang dilalui arus

$$\rho = R \frac{A}{L} \quad (2.1)$$

di mana:

ρ : resistivitas material ($\Omega \text{ m}$)

R : tahanan (Ω)

L : panjang material (m)

A : luas penampang material (m^2)

menurut hukum Ohm:

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

dari persamaan (2.1) dan (2.2) diperoleh persamaan:

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (2.3)$$

di mana:

V : beda potensial (volt)

I : kuat arus yang melalui bahan

Persamaan-persamaan di atas dipergunakan untuk material yang homogen, sehingga hasil yang didapat adalah resistivitas sesungguhnya (*true resistivity*). Dalam prakteknya, obyek yang diukur adalah bumi atau tanah tidak homogen karena resistivitasnya tidak sama, sehingga resistivitas yang terukur adalah resistivitas semu (*apparent resistivity*). Nilai resistivitas semu tergantung pada tahanan jenis lapisan-lapisan pembentuk formasi geologi (*subsurface geology*) dan spasi serta geometrik elektroda. Bentuk umum resistivitas semu :

$$R_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.4)$$

Pendekatan untuk mendapatkan resistivitas batuan di bawah permukaan bumi adalah dengan mengasumsikan bumi sebagai medium yang isotropik. Misalkan arus listrik dengan rapat arus \vec{J} dialirkan ke bumi, maka arus tersebut akan menyebar ke segala arah dengan sama besar. Aliran arus yang melalui suatu elemen luasan $d\vec{A}$ ditulis sebagai :

$$I = \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (2.5)$$

Hubungan rapat arus \vec{J} dan medan listrik \vec{E} dinyatakan dalam hukum Ohm :

$$\vec{J} = \frac{1}{r} \vec{E} \quad (2.6)$$

dimana :

\vec{E} : medan listrik (volt/meter)

r : resistivitas medium (Ω m)

$\frac{1}{r}$ disebut konduktivitas medium (S) dengan satuan mho/meter.

Medan listrik merupakan gradien dari potensial skalar yang dinyatakan :

$$\vec{E} = -dV \quad (2.7)$$

Untuk sistem yang simetri (misalnya bola) dan kondisi homogen isotropis, potensial hanya merupakan fungsi r , dengan r adalah jarak dari sumber arus ke titik pengukuran. Pada sistem ini potensialnya menurun sepanjang r , maka medan listriknya :

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dr} \vec{r} \quad (2.8)$$

Jika A adalah luas setengah bola ($2\pi r^2$), maka :

$$\vec{J} = \frac{1}{2\pi r^2} \vec{r} \quad (2.9)$$

$$\vec{E} = -\vec{s} \frac{dV}{dr}$$

$$\frac{1}{2\pi r^2} = -\frac{1}{r} \frac{dV}{dr}$$

$$dV = -\frac{rI}{2\pi r^2} dr$$

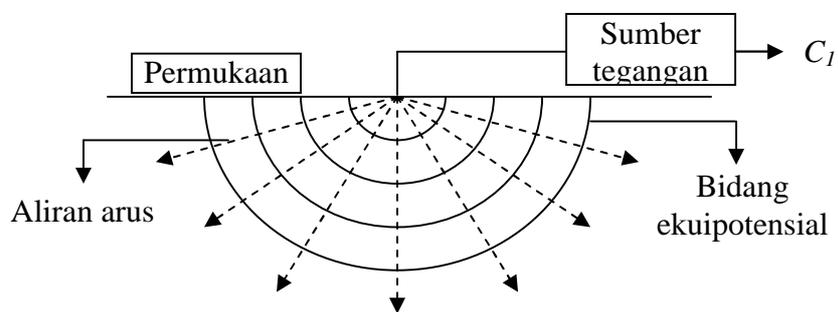
$$\int dV = -\frac{rI}{2\pi} \int \frac{1}{r^2} dr \quad (2.10)$$

Didapat penyelesaian :

$$V = \frac{rI}{2\pi r} + C \quad (2.11)$$

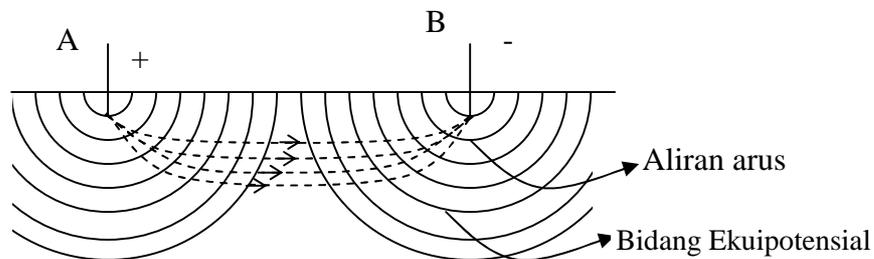
dengan C adalah suatu konstanta.

Misalkan elektroda titik yang mengirimkan arus ditempatkan di permukaan homogen isotropis, sebagai model bumi sederhana dan udara di atasnya mempunyai konduktivitas nol, tampak bahwa permukaan equipotensialnya berupa permukaan setengah bola $=2\pi r^2$ sedangkan garis aliran arus medan listriknya pada arah radial (Telford dkk., 1976).



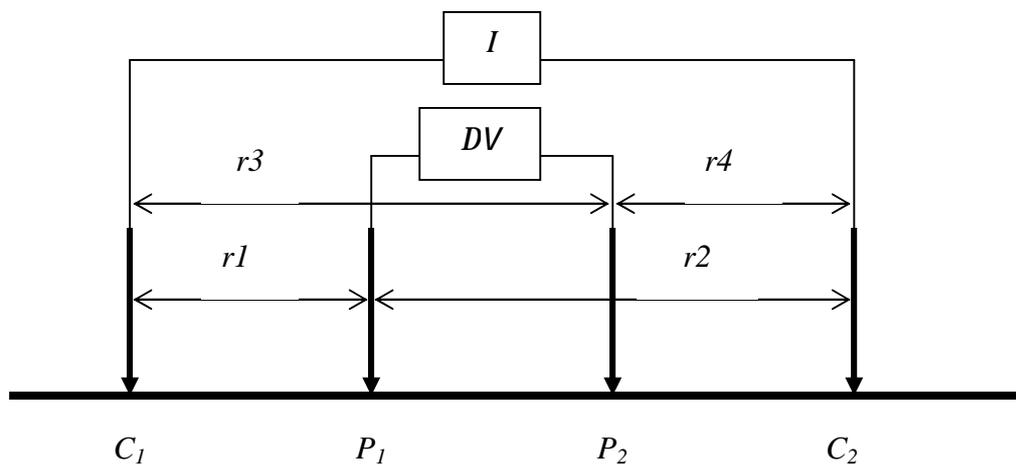
Gambar 2.2 Aliran yang berasal dari satu sumber arus dalam bumi yang homogen isotropik (Telford dkk., 1976)

Pada gambar 2.2 ini dapat dilihat bahwa aliran arus listrik selalu tegak lurus terhadap permukaan ekuipotensial. Dalam ruang tiga dimensi, permukaan ekuipotensial yang terletak di tengah-tengah kedua sumber arus berupa bidang setengah lingkaran.



Gambar 2.3 Dua titik arus yang berlawanan polaritasnya di permukaan bumi (Telford dkk., 1976)

Dalam pengukuran di lapangan dua elektroda untuk mengalirkan arus ($2C_1$ dan C_2) dan beda potensialnya diukur antara 2 titik dengan dua elektroda potensial P_1 dan P_2 .



Gambar 2.4 Susunan elektroda arus dan potensial dalam pengukuran resistivitas (Telford dkk., 1976)

Potensial di titik P_1 adalah (Telford dkk.,1976):

$$V_{P_1} = \frac{rI}{2p} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.12)$$

Dimana r_1 dan r_2 adalah jarak elektroda potensial P_1 terhadap elektroda-elektroda arus, sedangkan potensial di titik P_2 adalah :

$$V_{P_2} = \frac{rI}{2p} \left[\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right] \quad (2.13)$$

Dimana r_3 dan r_4 adalah jarak potensial P_2 terhadap elektroda-elektroda arus.

Selisih potensial antara 2 titik itu :

$$\Delta P = V_{P_1} - V_{P_2} \quad (2.14)$$

sehingga :

$$\Delta V = \frac{rI}{2p} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2.15)$$

Berdasarkan persamaan (2.4, 2.5 dan 2.6) maka besarnya tahanan jenis semu adalah (Telford. dkk.,1976) :

$$r_a = \frac{\Delta V}{I} 2p \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \quad (2.16)$$

Dimana : ΔV = beda potensial antara P_1 dan P_2 (volt)

I = besarnya arus yang diinjeksikan melalui elektroda
 C_1 dan C_2 (ampere)

r_1 = jarak antara C_1 dan P_1 (meter)

r_2 = jarak antara C_2 dan P_1 (meter)

r_3 = jarak antara C_1 dan P_2 (meter)

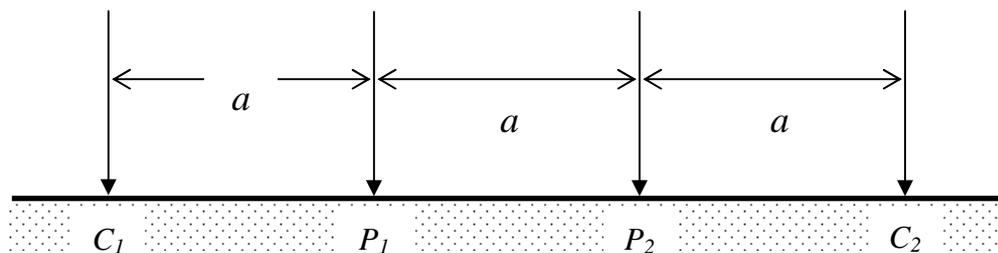
r_4 = jarak antara C_2 dan P_2 (meter)

$$K = 2p \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \quad (2.17)$$

Dimana K adalah faktor geometri yang berdimensi panjang (meter), yaitu letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus mempengaruhi besar beda potensial terhadap letak kedua elektroda arus (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990).

II.2 Konfigurasi Elektroda Wenner

Dalam suatu survei geolistrik dengan metode resistivitas selalu menggunakan aturan-aturan dalam menempatkan keempat elektroda dalam geofisika sering dinamai konfigurasi elektroda (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990). Pada konfigurasi elektroda Wenner, elektroda arus dan elektroda potensial diletakkan seperti pada gambar (2.5) dalam hal ini elektroda – elektroda tersebut diletakkan secara simetris. Pada pengukuran resistivitas *mapping*, jarak spasi elektroda tidak berubah-ubah untuk setiap titik data *mapping* (Telford dkk., 1976).



Gambar 2.5 Konfigurasi elektroda Wenner (Telford dkk.,1976)

C_1 dan C_2 adalah elektroda-elektroda arus, P_1 dan P_2 adalah elektroda-elektroda potensial sehingga faktor geometri dari susunan elektroda Wenner adalah :

$$\begin{aligned}
K_w &= \frac{2p}{\left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1}\right) - \left(\frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2}\right)} \\
&= \frac{2p}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)} \\
&= 2p a \tag{2.18}
\end{aligned}$$

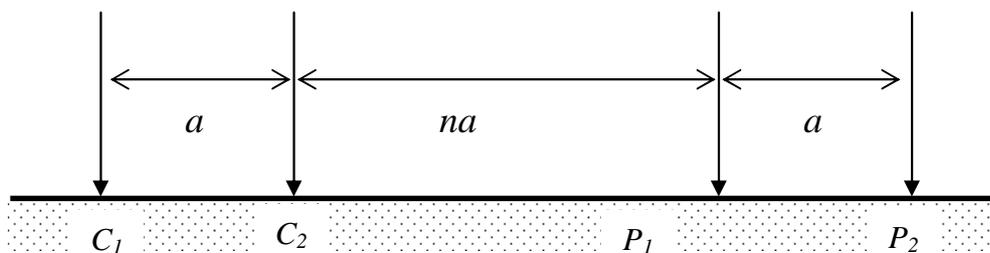
Dan persamaan resistivitas semu untuk konfigurasi elektroda Wenner (Telford dkk., 1976)

$$r_w = 2p a \frac{\Delta V}{I} \tag{2.19}$$

Di mana r_w adalah tahanan jenis untuk konfigurasi elektroda Wenner.

II.3 Konfigurasi Elektroda Dipole-dipole

Masing-masing konfigurasi elektroda mempunyai faktor geometri yang berbeda. Susunan konfigurasi elektroda dipole-dipole adalah sebagai berikut:



Gambar 2.6 Konfigurasi elektroda dipole-dipole (Telford dkk., 1976)

Dari gambar diatas terlihat bahwa untuk konfigurasi dipole-dipole kedua elektroda potensial diletakkan di luar elektroda arus. a adalah jarak antara kedua elektroda potensial, na adalah jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial

bagian dalam (C_2 dan P_1), dengan $n = 1,2,3,\dots$ (bilangan bulat). Jika n -nya semakin besar maka kedalaman penyelidikan akan semakin besar.

Faktor geometri untuk konfigurasi dipole-dipole adalah:

$$\begin{aligned}
 K &= 2p \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1} \\
 &= 2p \left(\frac{1}{a+na} - \frac{1}{na} - \frac{1}{2a+na} + \frac{1}{a+na} \right)^{-1} \\
 K &= pan(n+1)(n+2) \tag{2.20}
 \end{aligned}$$

II.4 Air Asin Bawah Tanah

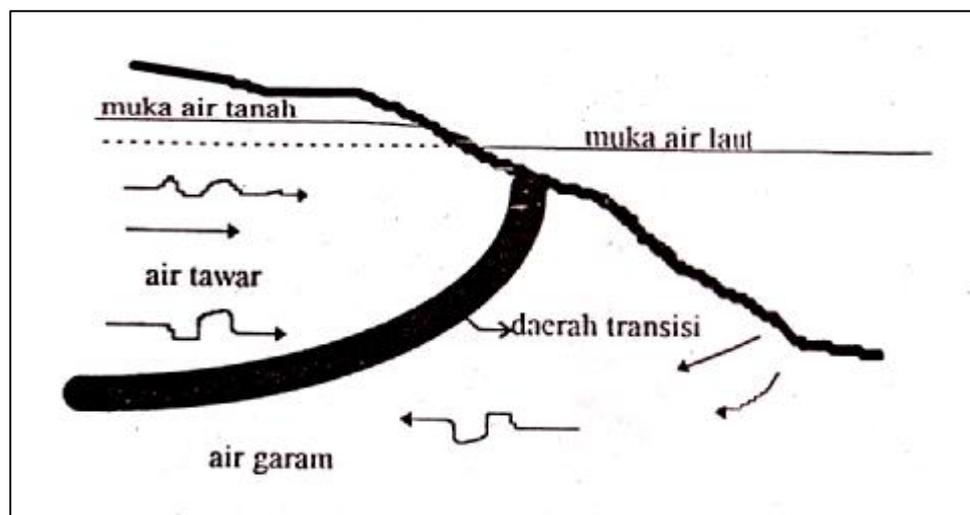
Adanya air asin di bawah tanah disebabkan oleh beberapa hal. Air asin terbentuk karena batuan pembawa berupa jebakan mineral garam, batuan yang banyak mengandung garam-garam NaCl, sehingga air pada jebakan tersebut menjadi asin. Jebakan mineral terjadi ketika magma mendingin dan air dilepaskan namun tidak sebagai air murni karena mengandung mineral yang larut dalam magma seperti NaCl. Suhu yang tinggi akan meningkatkan efektivitas pembentukan endapan mineral garam.

Air asin bisa juga terjadi pada lapisan yang dulunya merupakan laut purba. Misalnya kawasan bledug kuwu. Tanah di kawasan ini merupakan endapan aluvial. Tanah ini diperkirakan ada sejak 10 ribu tahun lampau. Perkiraan kawasan Bledug Kuwu sebagai dasar laut purba mencakup juga wilayah Sangiran di Kabupaten Sragen (di sebelah selatan Bledug Kuwu). Di sekitar Bledug Kuwu juga ditemukan banyak lokasi yang mempunyai air asin dan

letupan lumpur (www.republika.co.id.htm). Jadi kemungkinan laut purba tersebut membentang dari kawasan Bledug Kuwu ke arah barat daya (Sangiran) dan bisa juga sampai ke kawasan sumber air asin di Daerah Ngaglik, Sambi, Boyolali.

Selain itu, terjadinya air asin di bawah permukaan karena adanya peresapan air laut. Masuknya air laut ke dalam rongga tanah sering terjadi pada daerah pantai yang disebut intrusi.

Air yang terperangkap dalam batuan sedimen saat pengendapan dinamakan *connate*. Air tawar yang terperangkap dalam endapan laut pada umumnya asin. Air laut yang terendapkan terjadi karena ada pengangkatan litosfer dari dalam bumi. Air laut yang ikut terangkat litosfer menyebabkan air laut terjebak masuk ke daratan.



Gambar 2.7 Intrusi air laut ke daratan (Robert J. Kodoatie)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Setiap survei geofisika yang dilakukan selalu melalui beberapa tahap, yaitu tahap survei pendahuluan, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data dan tahap interpretasi data. Begitu juga pada penelitian ini juga melalui tahap-tahap tersebut.

III.1 Survei Pendahuluan

Sebelum pengambilan data dilakukan, perlu adanya survei pendahuluan. Survei pendahuluan ini meliputi pengamatan lokasi yang akan disurvei. Setelah mengamati lokasi, kemudian dilakukan penentuan titik-titik dan arah lintasan/bentangan pengukuran, sehingga bisa diperhitungkan panjang dan arah bentangan sesuai morfologi daerah yang diteliti.

III.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan metode geolistrik tahanan jenis, yaitu metode geolistrik yang mempelajari sifat (resistivitas) listrik dan lapisan batuan di dalam bumi (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990). Untuk mendapatkan informasi penyebaran air asin secara lateral dan vertikal dalam pengambilan data digunakan metode resistivitas *mapping* dan *sounding*.



Gambar 3.1 Lokasi sumber air asin

III.2.1 Metode resistivitas *mapping*

Metode resistivitas *mapping* digunakan untuk mengetahui perbedaan resistivitas secara arah lateral. Konfigurasi yang digunakan untuk *mapping* dalam penelitian ini adalah konfigurasi elektroda Wenner (gambar 2.5).

Mapping dilakukan pada lokasi di sekitar sumber air asin, dengan jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah a . Untuk mendapatkan data yang rapat dan teliti digunakan tiga variasi a , yaitu untuk $a = 5$ m, $a = 10$ m dan $a = 15$ m. Ketiga variasi nilai a tersebut akan mendapatkan tiga kedalaman atau lapisan (n). Sedangkan banyaknya lintasan *mapping* adalah empat. Jarak antara lintasan yang satu dengan yang lain adalah 10 m, dan jarak antara titik yang satu dengan yang lain dalam satu lintasan adalah 5 m. Lokasi yang dilokalisir untuk

mapping : $30\text{m} \times 30\text{m} = 900 \text{ m}^2$. Tiap lintasan terdiri dari 7 titik *mapping*, sehingga seluruhnya ada 28 titik *mapping*.

III.2.2 Metode resistivitas *Sounding*.

Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam pengambilan data *sounding* adalah konfigurasi elektroda dipole-dipole, dengan konfigurasi ini akan didapatkan informasi penyebaran air asin secara lateral dan vertikal (gambar 2.6)

Kedua elektroda arus dan elektroda potensial terpisah dengan jarak a . Sedangkan elektroda arus dan elektroda potensial bagian dalam terpisah sejauh na , n adalah bilangan bulat 1,2,3,... Variasi n digunakan untuk mendapatkan berbagai kedalaman tertentu, semakin besar n maka kedalaman yang diperoleh juga semakin besar. Dalam pengukuran ini digunakan besar $a=20 \text{ m}$ dan $n=1$ sampai $n=5$.

Metode *sounding* digunakan untuk mendapatkan informasi dibawah permukaan tanah secara vertikal. Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam pengambilan data *sounding* adalah konfigurasi elektroda dipole-dipole, dengan konfigurasi ini akan didapatkan informasi penyebaran air asin tidak hanya secara vertical tetapi juga arah lateral.

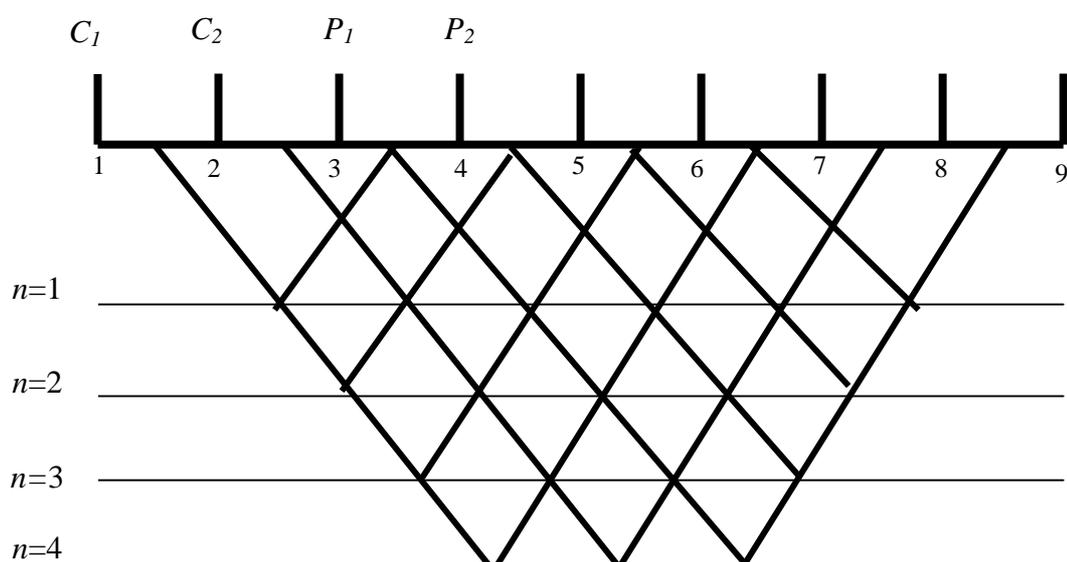
Kedua elektroda arus dan elektroda potensial terpisah dengan jarak a . Sedangkan elektroda arus dan elektroda potensial bagian dalam terpisah sejauh na , n adalah bilangan bulat 1,2,3,... Variasi n digunakan untuk mendapatkan berbagai kedalaman tertentu, semakin besar n maka kedalaman yang diperoleh juga semakin besar. Dalam pengukuran ini digunakan besar $a=20 \text{ m}$ dan $n=1$ sampai

$n=5$. Pengambilan data *sounding* untuk $n=1$ sampai $n=5$ pada tiap lintasan adalah sebagai berikut (gambar 3.3) :

Untuk $n=1$, perpindahan elektroda dilakukan secara bersama-sama sepanjang lintasan pengukuran dengan jarak elektroda 20 m. Pergeseran titik *sounding* yaitu dengan memindahkan C_1 ke titik nomor 2, C_2 ke titik nomor 3, P_1 ke titik nomor 4, P_2 ke titik nomor 5 dan seterusnya sampai didapat satu lintasan.

Untuk $n=2$, pengukuran diulang lagi dari titik depan, jarak $C_1, C_2 = 20$ m, jarak $C_2, P_1 = 40$ m dan jarak $P_1, P_2 = 20$ m. Pergeserannya sama seperti pada $n=1$, tetapi jarak $C_2, P_1 = 40$ m. Begitu juga untuk $n=3, 4$ dan 5 sampai di dapat satu lintasan.

Parameter-parameter yang didapat dari pengukuran *sounding* adalah kuat arus, beda potensial, hambatan dan n , yang digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu, $r = K \frac{\Delta V}{I}$ dimana K adalah $n^2(n+1)(n+2)$. Pengeplotan titik-titik ukur ditunjukkan oleh gambar 3.3.



Gambar 3.2 Penampang *pseudosection*

III.3 Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Resistivitymeter* OYO

Model 2119C McOHM-EL serta kelengkapannya:



Gambar 3.3 Peralatan Penelitian

Model 2119C McOHM-EL menggunakan tegangan DC 12V dengan baterai luar yang dapat diisi ulang, mempunyai arus keluaran 2, 20, 60, 120 mA (arus tetap). Sedangkan tegangan keluarannya mempunyai nilai maksimum 400 volt dan stack yang digunakan adalah 4 kali. Perlakuan stack digunakan untuk pengulangan pengambilan data setiap pengukuran tiap titik. Alat ini juga dilengkapi dengan media penyimpanan data lapangan hingga mencapai 4000 titik data. Data-data tersebut tidak hanya dapat ditampilkan pada LCD, tetapi dapat pula langsung disimpan di disket. Peralatan lainnya adalah GPS sebagai alat bantu menentukan posisi dan ketinggian lokasi

III.4 Pengolahan Data

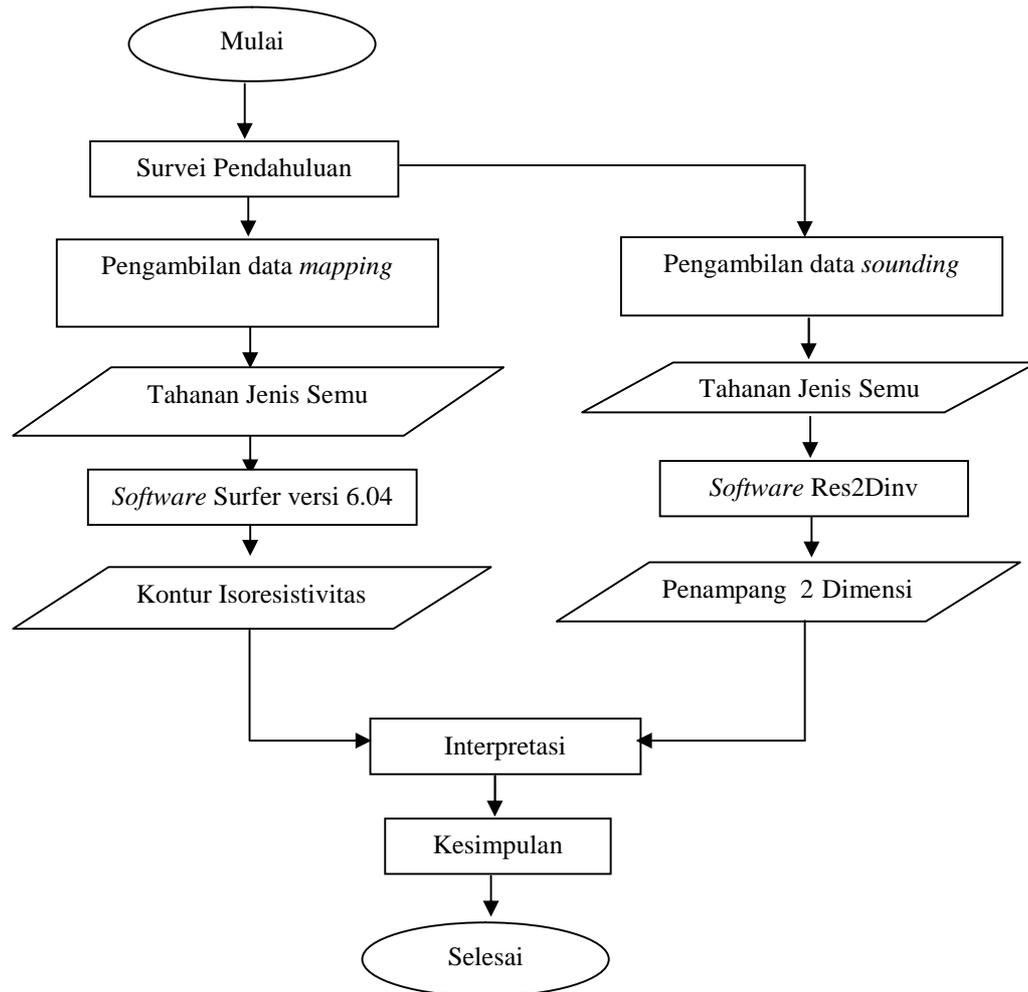
Data-data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan adalah beda potensial (ΔV), arus listrik (I) dan spasi elektroda (a). Data-data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung resistivitas semu, $r = K \frac{\Delta V}{I}$, dengan K adalah faktor geometri.

Untuk data mapping, karena menggunakan konfigurasi elektroda Wenner maka nilai K adalah $2pa$. Nilai resistivitas semu yang didapat digunakan untuk membuat peta kontur iso-resistivitas menggunakan *software Surfer versi 6.0*. Sedangkan untuk data sounding yang menggunakan konfigurasi elektroda dipole-dipole nilai K adalah $\frac{npa}{(n+1)(n+2)}$, juga digunakan untuk menghitung resistivitas semu. Untuk mendapatkan nilai resistivitas sesungguhnya diolah dengan bantuan *software RES2DINV*. Data yang sudah diolah tersebut akan memberikan informasi tentang struktur bawah tanah, terutama penyebaran dan kedalaman air asin.

III.5 Interpretasi Data

Interpretasi data yang dimaksud pembacaan dan analisa data hasil pengukuran. Informasi yang diperoleh berupa nilai-nilai resistivitas batuan/mineral yang mempunyai range tertentu. Untuk dapat mengetahui jenis batuan/mineral tersebut maka dibutuhkan data-data geologi lain yang sudah ada.

III.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai-nilai yang didapat dari pengukuran *mapping* dan *sounding* digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu pada tiap titik-titik pengukuran. Nilai-nilai resistivitas tersebut kemudian diolah dengan menggunakan software *Surfer ver6.0* untuk *mapping* dan *RES2DINV* untuk *sounding*.

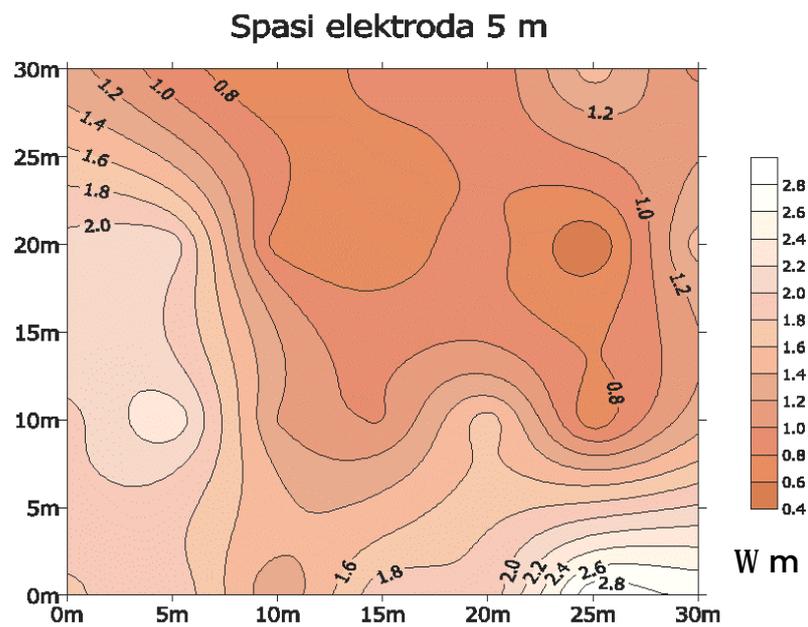
IV. 1 Metode *Mapping*

Metode *mapping* digunakan untuk mengetahui sebaran resistivitas secara arah lateral pada kedalaman tertentu. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran *mapping* sebanyak tiga lapisan/kedalaman menggunakan konfigurasi elektroda *Wenner*. Tingkat kedalaman tersebut ditentukan oleh besarnya spasi elektroda(a), yaitu 5 m, 10 m dan 15 m.

Data *mapping* diolah dengan software *Surfer ver6.0* untuk mendapatkan kontur isoresistivitas. Kontur isoresistivitas menampilkan adanya anomali pada titik-titik tertentu. Karena air asin mempunyai nilai resistivitas kecil maka yang diperhatikan adalah anomali yang mempunyai nilai resistivitas minimum.

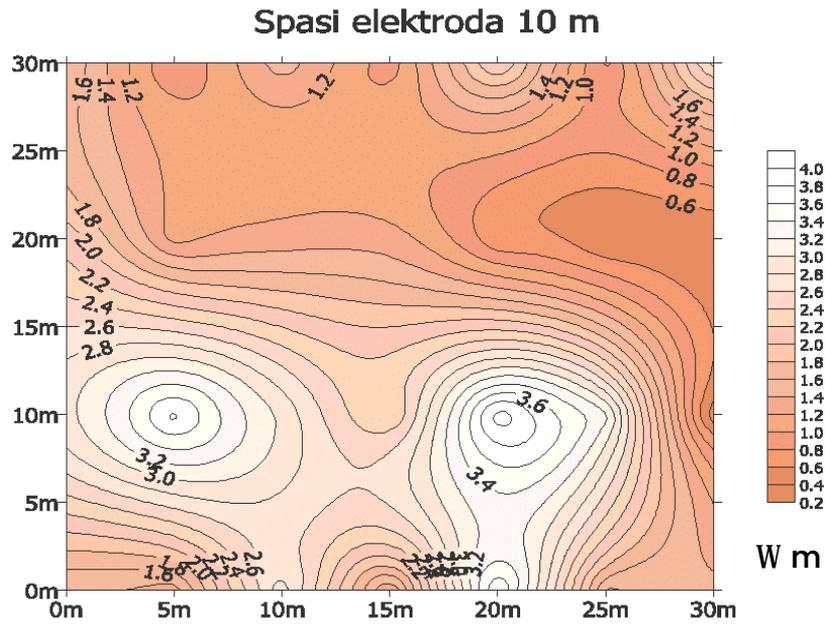
Pada spasi elektroda 5 m (gambar 4.1), terlihat adanya anomali pada koordinat (25,20). Di sekitar titik tersebut (warna merah) banyak terdapat kandungan garam, hal ini ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang kecil yaitu 0,4 Ω m. Garam bercampur dengan sumber air yang oleh penduduk dibuat sumur

garam. Sedangkan daerah di sekeliling titik itu (warna merah muda), nilai resistivitasnya semakin bertambah (lebih dari $0,4 \Omega m$). Garam sudah bercampur dengan bahan lain seperti tanah liat.

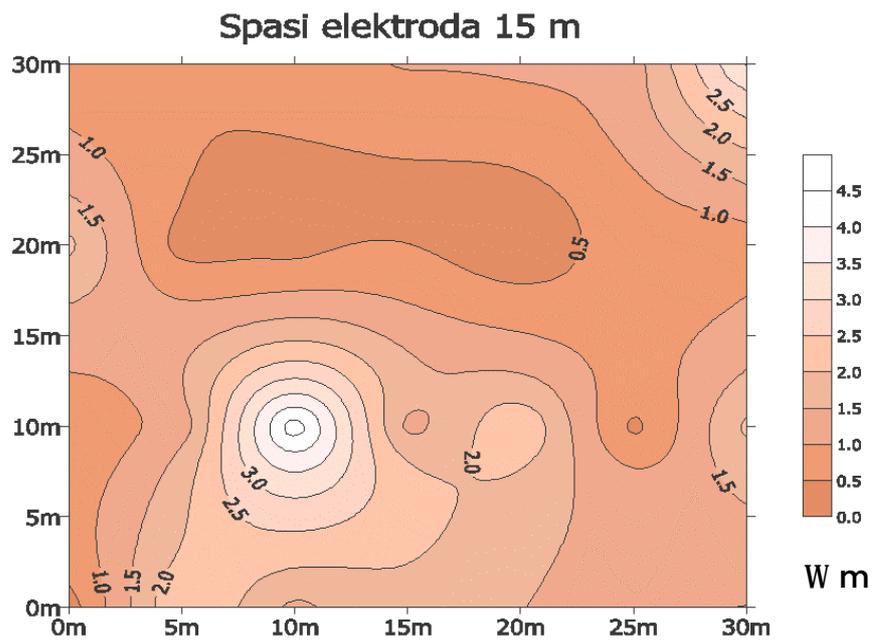


Gambar 4.1 Kontur *Mapping* 1 ($a = 5 m$) di sumber air asin

Pada spasi elektroda 10 m (gambar 4.2), anomali terlihat pada koordinat (25,20) sampai (30,20). Pada bagian ini jika dibandingkan dengan kontur spasi elektroda 5 m, maka terlihat bahwa anomalnya semakin melebar kearah barat, volume air garamnya semakin besar. Begitu juga pada spasi elektroda 15 m (gambar 4.3), anomalnya juga semakin melebar dari koordinat (5,20) sampai (20,20) dan sedikit pada titik koordinat (25,10).

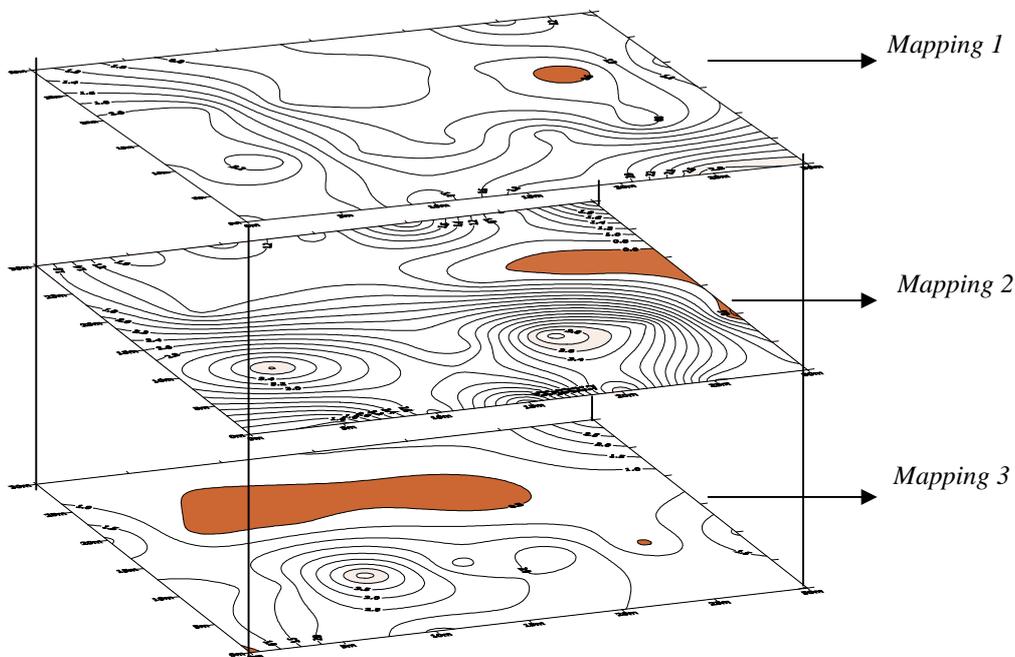


Gambar 4.2 Kontur Mapping 2 ($a = 10$ m) di sumber air asin



Gambar 4.3 Kontur Mapping 3 ($a = 15$ m) di sumber air asin

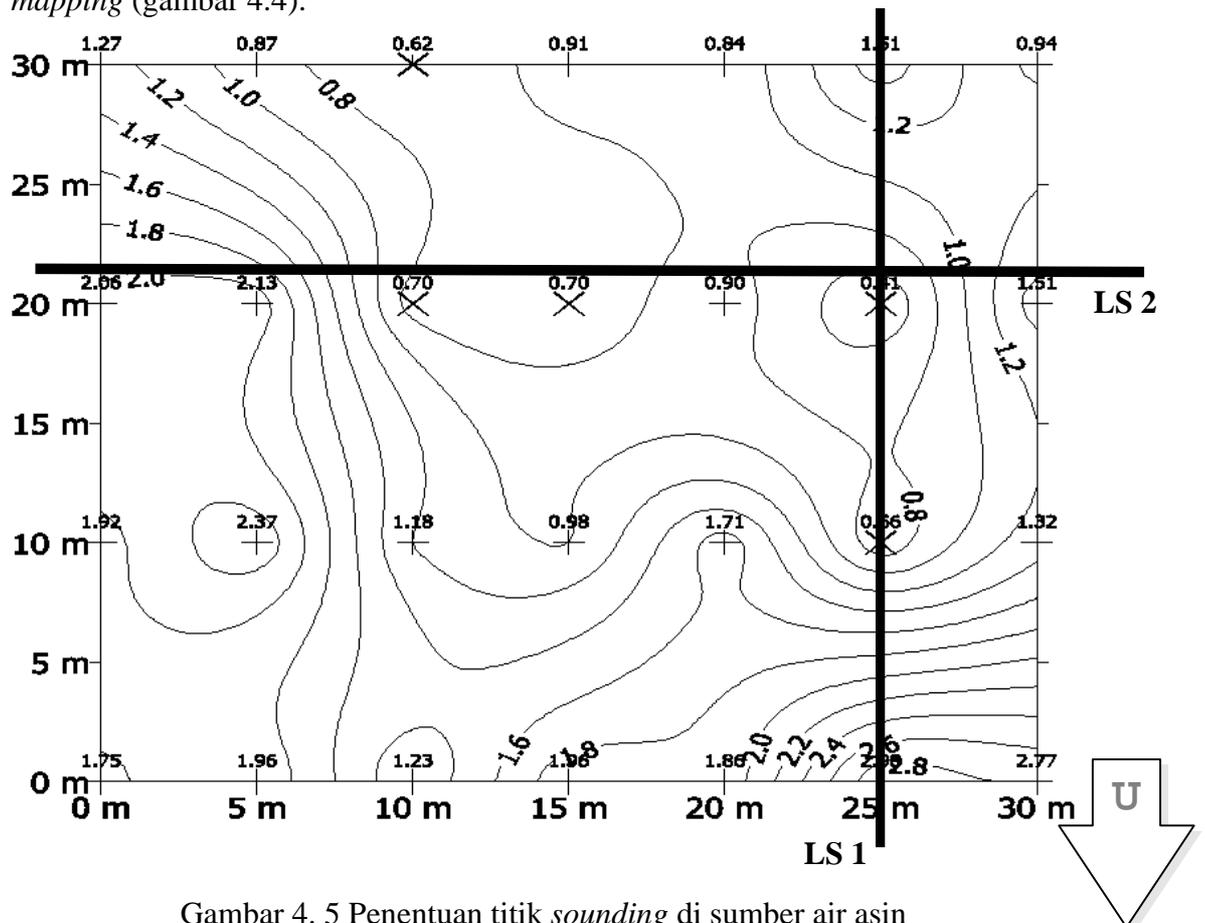
Jadi kontur iso-resistivitas *mapping* tersebut menunjukkan bahwa sumber air garam semakin kebawah semakin melebar, volume bertambah, dengan bagian atas (dekat permukaan tanah) lebih sempit luasannya (gambar 4.4). Nilai resistivitasnya berkisar $0,4 \ \Omega \text{m}$. Sedangkan bagian lain disekeliling sumber garam nilai resistivitasnya semakin besar, berupa pasir dan lempung dengan resistivitas $1 \ \Omega \text{m}$. Bagian luar lagi dengan resistivitas lebih dari $1 \ \Omega \text{m}$ berupa batu pasir. Ketiga kontur iso-resistivitas jika disusun dari atas kebawah akan tampak sebagai berikut :



Gambar 4.4 Irisan Kontur *Mapping* di sumber air asin

IV. 2 Metode Sounding

Pengambilan data *sounding* dilakukan setelah hasil mapping diketahui. Penentuan letak dan arah *sounding* berdasarkan letak anomali pada kontur *mapping* (gambar 4.4).



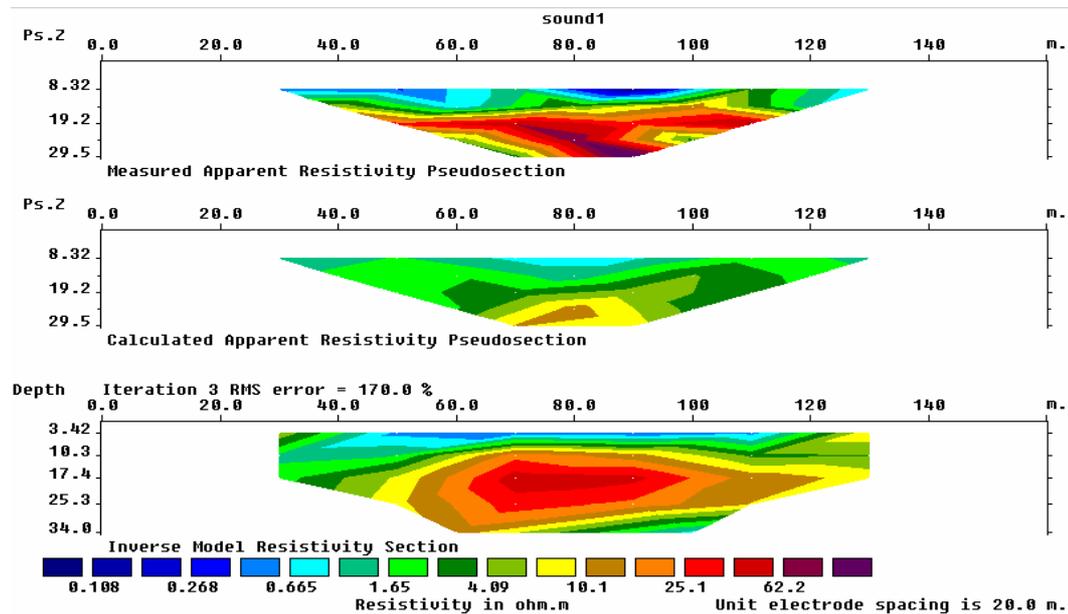
Gambar 4. 5 Penentuan titik *sounding* di sumber air asin

Pengambilan data *sounding* dilakukan sebanyak tiga lintasan, yaitu:

- Lintasan 1 melewati sumber air asin berarah $N60^{\circ}S$, panjang lintasan 160 m.
- Lintasan 2 bersilangan dengan lintasan 1 berarah $S150^{\circ}E$, panjang lintasan 160 m.
- Lintasan 3 di sebelah timur sumber air asin berarah $N0^{\circ}S$, panjang lintasan 160 m.

IV.2.1 Sounding 1

Lintasan *sounding* 1 berarah N60°S, panjang lintasan 160 m dan melewati sumber air asin. Hasil dari pengolahan data *sounding* 1 di tunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.6 Penampang *sounding* I di sumber air asin

Dari penampang model inversi terlihat bahwa tahanan jenis yang terukur adalah 0,1 – 62,0 Ω m. Karena yang ingin diketahui adalah penyebaran air asin, maka bagian yang mempunyai resistivitas kecil. Air asin (garam) mempunyai resistivitas 0,05 – 0,20 Ω m (Waluyo, 2000) Dari gambar 4.7 daerah yang mempunyai resistivitas 0,10 – 0,25 Ω m (warna biru) terletak pada titik 60 m dari titik awal pengukuran. Bagian tersebut (warna biru) membentang dari titik 50 – 110 m. Mempunyai kedalaman sekitar 5 m pada titik 60 m dan kurang dari 5 m pada titik 70 – 110 m. Daerah ini berupa air asin/garam. Pada bagian lain (warna biru muda) dengan nilai resistivitas berkisar 0,665 Ω m, air asin sudah bercampur

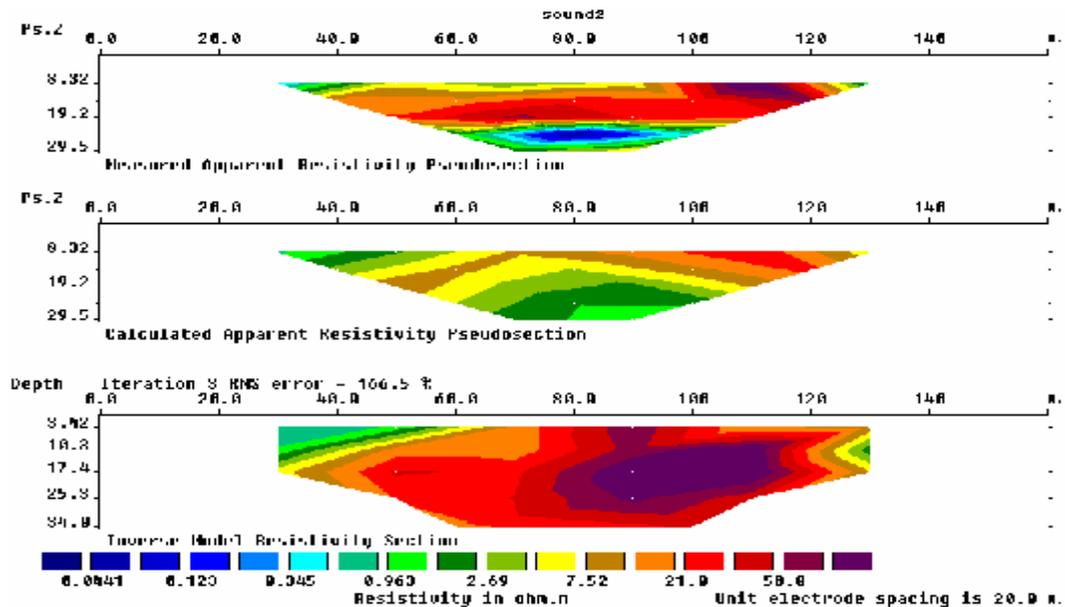
dengan lempung. Lempung ini melingkupi daerah sumber air asin, membentang dari titik 40 – 130 m dengan kedalaman mencapai 10 m pada titik 60 m dan kurang dari 10 m pada titik-titik lainnya. Untuk nilai resistivitas 1 – 5 Ωm (warna hijau), diduga berupa bahan lempung dan pasir dengan kedalaman lebih dari 10 m. Sedangkan untuk lapisan dibawahnya lagi, dengan resistivitas $> 10 \Omega\text{m}$ (warna kuning dan merah) berupa batuan sediment yaitu batu pasir, batu gamping dan batu lempung dengan kedalaman 10 m – 34 m.

IV.2.2 *Sounding 2*

Lintasan *sounding 2* berada di sebelah selatan sumber air asin berpotongan dengan lintasan *sounding 1*, berarah S150°E, panjang lintasan 160 m. *Sounding 2* ini dilakukan di sebelah selatan sumber air asin, karena merupakan kawasan pemukiman penduduk yang banyak terdapat sumur-sumur rumah tangga. Sehingga lintasan *sounding 2* ini berada diantara sumber air asin dan pemukiman penduduk untuk mengetahui apakah air asin sudah mengintrusi air tanah (sumur) di sebelah selatannya.

Dari gambar 4.6 terlihat bahwa bagian yang mempunyai resistivitas kecil, 0,345 Ωm (biru muda) hanya terdapat disekitar titik 30 m, daerah ini berupa air asin yang bercampur dengan lempung pada kedalaman ± 10 m. Daerah lintasan *sounding 2* ini lapisannya didominasi oleh lapisan batuan sediment, berupa batu pasir, batu lempung dan batu gamping. Mempunyai resistivitas 7 – 60 Ωm membentang dari titik 40 – 130 m, dengan kedalaman 3 – 34 m. Daerah batuan ini dibatasi lempung dan pasir pada bagian pinggirnya, dengan

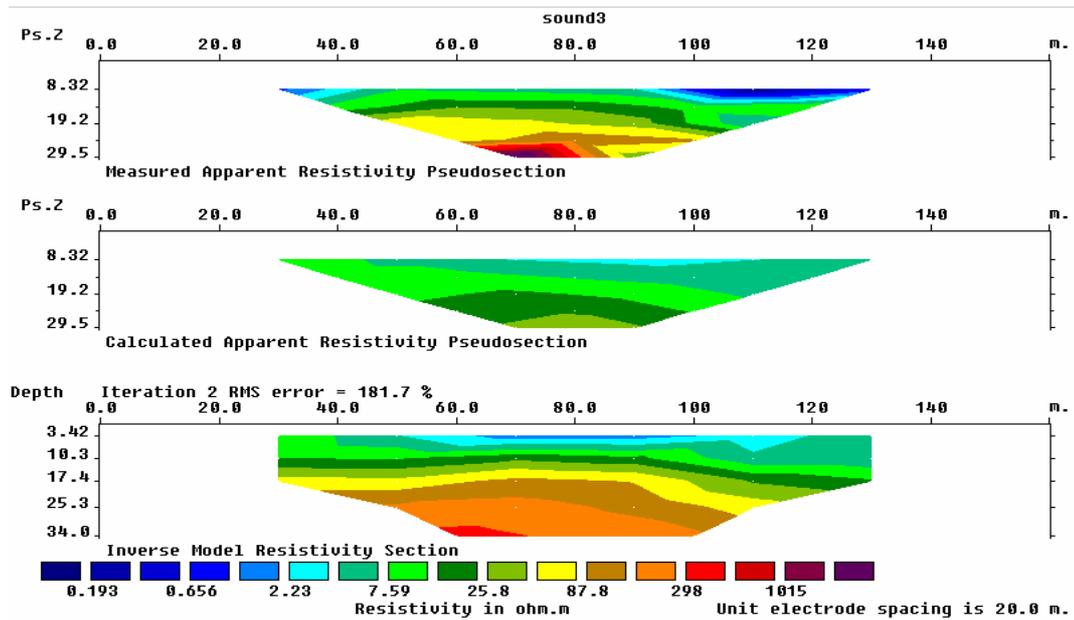
resistivitas $2 \Omega\text{m}$ (warna hijau). Memang pada daerah ini permukaan tanahnya terdiri dai batu-batuan.



Gambar 4.7 Penampang *sounding* II di sumber air asin

IV.2.3 *Sounding* 3

Lintasan 3 di sebelah timur sumber air asin berarah $N0^{\circ}S$ yang panjang lintasannya 160 m. Lintasan 3 ini diambil agak jauh dari sumber air asin karena dengan pertimbangan dapat memberikan informasi apakah sumber air asin di daerah ini sealiran dengan yang ada di Sangiran.



Gambar 4.8 Penampang *sounding* III di sumber air asin

Dari penampang terlihat pada daerah ini masih terdapat air asin yang kedalamannya dan bentangnya tidak begitu besar. Kedalamannya sekitar 4 m dan membentang dari titik 65 – 100 m (warna biru). Seperti halnya pada lintasan *sounding* 1, daerah air asin juga dibatasi oleh lapisan lempung (warna biru muda) dengan kedalaman ± 10 m, membentang dari titik 50 – 120 m. Di bawahnya dilingkupi oleh bahan sediment lepas berupa pasir dan lempung (warna hijau), kedalamannya mencapai ± 25 m. Lapisan bawahnya lagi terdiri dari batu pasir, batu lempung dan batu gamping, dengan resistivitas lebih dari 25 Ω m.

IV.3 Pembahasan

Secara umum, akuifer air asin terdapat pada daerah di lintasan 1 dan lintasan 3. Yang terdapat di daerah *sounding* 1, kedalaman akuifer air asinnya ± 10 m. Sedangkan pada daerah *sounding* 3, kedalaman akuifer air asinnya ± 5 m, dan sumber air asinnya tidak tampak ke permukaan tanah. Di daerah *sounding* 2 tidak terdapat akuifer air asin, karena memang daerah tersebut berupa batu lempung dan batu pasir. Secara garis besar, akuifer air asin dibatasi oleh pasir dan lempung, diluarnya lagi dibatasi oleh batu pasir dan batu lempung.

Terdapatnya akuifer air asin di daerah tersebut dimungkinkan berasal dari hasil proses kimia antara air dan batuan di sekitarnya. Di dalam tanah proses ini terjadi pada daerah mendekati permukaan tanah. Pada waktu hujan terjadi infiltrasi air ke dalam tanah sehingga di daerah di atas muka air tanah yang sebelumnya tidak jenuh air menjadi jenuh air. Sesudah hujan selesai akan terjadi penguapan yang mengakibatkan konsentrasi garam di dalam air di daerah tersebut meningkat. Larutan garam ini akan masuk ke daerah di bawah muka air tanah pada hujan berikutnya, artinya akan terjadi infiltrasi air hujan ke dalam tanah pada proses hujan ini. Semakin besar temperatur yang menyebabkan penguapan pada periode interval kedua hujan ini serta semakin lama periode kedua hujan ini maka semakin tinggi konsentrasi garam dalam air tanah (Robert J. Kodoatie, 1996). Hal tersebut memang mungkin terjadi karena sumber air di daerah itu terletak di dataran rendah (cekungan), sehingga tangkapan air hujannya cenderung banyak.

Kenaikan konsentrasi garam juga disebabkan oleh uap air yang di bawa oleh gas-gas yang keluar dari aquifer dalam. Mekanisme yang lainnya yang meningkatkan konsentrasi garam larutan kimia di dalam air tanah. Konsentrasi terbesar dari proses ini tergantung dari keseimbangan kimia antara batuan dan air. Waktu selama proses ini juga mempengaruhi konsentrasi, semakin lama air dapat melarutkan bahan mineral maka dengan sedikit saja jumlah larutan mineral dalam batuan semakin besar kadar salinitas air tanah (Robert J. Kodoatie, 1996). Karena daerah tersebut jauh dari pantai/laut, maka kiranya tidak mungkin jika terdapatnya sumber air asin karena adanya intrusi air laut ke daerah tersebut.

Kemungkinan lain disebabkan oleh adanya bekas laut purba di kawasan tersebut. Karena jika ditarik garis diperkirakan laut purba membentang dari kawasan Bledug Kuwu ke arah Sangiran, di daerah ini juga terdapat sumber air asin, terus membentang ke barat lagi yaitu kawasan sumber air asin di Desa Ngaglik, Sambu, Boyolali.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi dipole-dipole di Desa Ngaglik, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali dapat disimpulkan bahwa:

1. Aquifer air asin di daerah tersebut mempunyai nilai resistivitas berkisar antara 0,1 – 1,0 Ω m.
2. Sumber air asin di daerah itu mempunyai kedalaman kurang dari 10 m dari permukaan tanah, dengan penyebaran membentang 60 m ke arah utara dari sumber air asin.

V.2 Saran

1. Dilakukan pengukuran dengan jarak elektroda (a) yang lebih kecil, sehingga data yang didapat lebih rapat dan teliti, karena kedalaman sumber air asin tidak terlalu besar.
2. Dilakukan survei dengan menggunakan konfigurasi elektroda yang lain, seperti Schlumberger dan Wenner pada daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim , 2001, *Manual Resistivitymeter*, McOHM-EL model 2119 C, Jepang.
- Antonius Rustam Hadi, 2004, *Penerapan Metode Resisitivitas Menggunakan Konfigurasi Wenner Untuk Memetakan Penyebaran Mineral Emas di Nglenggong , Djendi , Selogiri, Wonogiri*, Skripsi S1 FMIPA UNS Surakarta.
- Waluyo, 2000, *Teori dan Aplikasi Metode Resisitivitas*, Laboratorium Geofisika, Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Ignatius Wijoseno, 2004, *Pemetaan Zona Air Asin Bawah Tanah Menggunakan Georesistivitas Schlumberger Daerah Telukan Sukoharjo*, Skripsi S1 FMIPA UNS Surakarta.
- Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990, *Geolistrik Tahanan Jenis*, Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika FMIPA ITB, Bandung.
- Loke, M.H, 1999, *Manual Software Res2Dinv*, WWW.ABEM.SE.
- Robert J. Kodoatie, 1996, *Pengantar Hidrologi*, Andi Yogyakarta.
- Soerja Kusuma, 2002, *GPS II Plus Garmin*, Catatan Kuliah, Fisika FMIPA UNS Surakarta.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A., 1976, *Applied Geophysics*, Edisi 1, Cambridge University Press, Cambridge.
- Yoyok Heru Setiyanto, 2004, *Pemetaan Struktur Bawah Permukaan Sumber Air Garam Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner di Desa Ngaglik Sambi Boyolali*, Skripsi S1 FMIPA UNS Surakarta.
- http://www.republika.co.id/koran_detail

Lampiran 1

DATA PENGUKURAN MAPPING

1. Spasi a = 5 m

No.	x (m)	y (m)	ΔV (mV)	I (mA)	K (m)	ρ_{aw} (Ωm)
1	0	0	1.133	20.380	31.4	1.75
2	5	0	1.271	20.379	31.4	1.96
3	10	0	0.797	20.379	31.4	1.23
4	15	0	1.272	20.379	31.4	1.96
5	20	0	1.209	20.377	31.4	1.86
6	25	0	1.938	20.378	31.4	2.98
7	30	0	1.796	20.378	31.4	2.77
8	0	10	1.249	20.377	31.4	1.92
9	5	10	1.536	20.376	31.4	2.37
10	10	10	0.769	20.376	31.4	1.18
11	15	10	0.635	20.376	31.4	0.98
12	20	10	1.109	20.376	31.4	1.71
13	25	10	0.425	20.376	31.4	0.66
14	30	10	0.854	20.376	31.4	1.32
15	0	20	1.338	20.377	31.4	2.06
16	5	20	1.384	20.377	31.4	2.13
17	10	20	0.809	20.377	31.4	0.70
18	15	20	0.453	20.377	31.4	0.70
19	20	20	0.563	20.377	31.4	0.90
20	25	20	0.265	20.377	31.4	0.41
21	30	20	0.978	20.377	31.4	1.51
22	0	30	0.824	20.379	31.4	1.27
23	5	30	0.562	20.379	31.4	0.87
24	10	30	0.399	20.379	31.4	0.62
25	15	30	0.590	20.379	31.4	0.91
26	20	30	0.547	20.379	31.4	0.84
27	25	30	0.983	20.379	31.4	1.51
28	30	30	0.613	20.379	31.4	0.94

2. Spasi a = 10 m

No.	x (m)	y (m)	ΔV (mV)	I (mA)	K (m)	ρ_{aw} (Ωm)
1	0	0	0.458	20.380	62.8	1.41
2	5	0	0.419	20.379	62.8	1.29
3	10	0	0.944	20.379	62.8	2.91
4	15	0	0.380	20.379	62.8	1.17
5	20	0	1.238	20.379	62.8	3.82
6	25	0	0.448	20.379	62.8	1.38
7	30	0	0.478	20.378	62.8	1.47
8	0	10	0.952	20.376	62.8	2.93
9	5	10	1.252	20.376	62.8	3.86
10	10	10	0.957	20.376	62.8	2.95
11	15	10	0.703	20.376	62.8	2.17
12	20	10	1.334	20.376	62.8	4.11
13	25	10	1.057	20.376	62.8	3.26
14	30	10	0.083	20.376	62.8	0.26
15	0	20	0.696	20.377	62.8	2.14
16	5	20	0.368	20.377	62.8	1.13
17	10	20	0.224	20.377	62.8	1.30
18	15	20	0.423	20.377	62.8	1.30
19	20	20	0.208	20.377	62.8	0.64
20	25	20	0.134	20.377	62.8	0.41
21	30	20	0.132	20.377	62.8	0.41
22	0	30	0.577	20.379	62.8	1.78
23	5	30	0.260	20.379	62.8	0.80
24	10	30	0.491	20.379	62.8	1.51
25	15	30	0.290	20.379	62.8	0.89
26	20	30	0.726	20.379	62.8	2.24
27	25	30	0.244	20.379	62.8	0.75
28	30	30	0.802	20.379	62.8	2.47

3. Spasi a = 15 m

No.	x (m)	y (m)	ΔV (mV)	I (mA)	K (m)	ρ_{aw} (Ωm)
1	0	0	5.797	20.380	94.2	0.27
2	5	0	0.546	20.379	94.2	2.52
3	10	0	0.294	20.379	94.2	1.36
4	15	0	0.402	20.379	94.2	1.86
5	20	0	0.329	20.379	94.2	1.52
6	25	0	0.237	20.378	94.2	1.10
7	30	0	0.215	20.378	94.2	0.99
8	0	10	0.142	20.376	94.2	0.66
9	5	10	0.258	20.376	94.2	1.19
10	10	10	1.044	20.376	94.2	4.83
11	15	10	0.287	20.376	94.2	1.33
12	20	10	0.540	20.376	94.2	2.50
13	25	10	0.079	20.376	94.2	0.37
14	30	10	0.459	20.376	94.2	2.12
15	0	20	0.462	20.377	94.2	2.14
16	5	20	0.063	20.377	94.2	0.29
17	10	20	0.069	20.377	94.2	0.32
18	15	20	0.111	20.377	94.2	0.51
19	20	20	0.027	20.377	94.2	0.12
20	25	20	0.170	20.377	94.2	0.79
21	30	20	0.153	20.377	94.2	0.71
22	0	30	0.155	20.379	94.2	0.72
23	5	30	0.115	20.379	94.2	0.53
24	10	30	0.191	20.379	94.2	0.88
25	15	30	0.225	20.379	94.2	1.04
26	20	30	0.241	20.379	94.2	1.11
27	25	30	0.280	20.379	94.2	1.29
28	30	30	0.768	20.379	94.2	3.55

Lampiran 2

DATA PENGUKURAN SOUNDING

1. SOUNDING 1

N 60° S

No.	a (m)	n	x	ΔV (mV)	I (mA)	K (m)	ρ_{aw} (Ωm)
1	20	1	0	0.071	61.112	376.8	0.438
2	20	1	20	0.064	61.128	376.8	0.395
3	20	1	40	0.216	61.126	376.8	1.331
4	20	1	60	0.014	61.100	376.8	0.086
5	20	1	0	0.617	61.128	376.8	3.803
6	20	1	100	0.110	61.144	376.8	0.678
7	20	2	0	0.241	61.128	1507.2	5.942
8	20	2	20	0.030	61.126	1507.2	0.740
9	20	2	40	0.177	61.127	1507.2	4.364
10	20	2	60	0.506	61.143	1507.2	12.473
11	20	2	80	0.047	61.102	1507.2	1.159
12	20	3	0	0.454	61.128	3768.0	27.985
13	20	3	20	1.000	61.127	3768.0	61.642
14	20	3	40	0.490	61.127	3768.0	30.205
15	20	3	60	1.032	61.126	3768.0	63.616
16	20	4	0	0.033	61.102	7536.0	4.070
17	20	4	20	0.644	61.127	7536.0	79.395
18	20	4	40	0.027	61.100	7536.0	3.330
19	20	5	0	0.014	61.102	13188.0	3.022
20	20	5	20	0.784	61.128	13188.0	169.143

2. SOUNDING 2**S 150 ° E**

No.	a (m)	n	x	ΔV (mV)	I (mA)	K (m)	ρ_{aw} (Ωm)
1	20	1	0	0.071	61.112	376.8	0.438
2	20	1	20	0.064	61.128	376.8	0.395
3	20	1	40	0.216	61.126	376.8	1.331
4	20	1	60	0.014	61.100	376.8	0.086
5	20	1	0	0.617	61.128	376.8	3.803
6	20	1	100	0.110	61.144	376.8	0.678
7	20	2	0	0.241	61.128	1507.2	5.942
8	20	2	20	0.030	61.126	1507.2	0.740
9	20	2	40	0.177	61.127	1507.2	4.364
10	20	2	60	0.506	61.143	1507.2	12.473
11	20	2	80	0.047	61.102	1507.2	1.159
12	20	3	0	0.454	61.128	3768.0	27.985
13	20	3	20	1.000	61.127	3768.0	61.642
14	20	3	40	0.490	61.127	3768.0	30.205
15	20	3	60	1.032	61.126	3768.0	63.616
16	20	4	0	0.033	61.102	7536.0	4.070
17	20	4	20	0.644	61.127	7536.0	79.395
18	20	4	40	0.027	61.100	7536.0	3.330
19	20	5	0	0.014	61.102	13188.0	3.022
20	20	5	20	0.784	61.128	13188.0	169.143

3. SOUNDING 3**N 0 ° S**

No.	a (m)	n	x	ΔV (mV)	I (mA)	K (m)	ρ_{aw} (Ωm)
1	20	1	0	0.159	61.100	376.8	0.981
2	20	1	20	1.127	61.122	376.8	6.948
3	20	1	40	0.890	61.122	376.8	5.487
4	20	1	60	0.670	61.120	376.8	4.130
5	20	1	0	0.023	61.034	376.8	0.142
6	20	1	100	0.104	61.106	376.8	0.641
7	20	2	0	0.391	61.099	1507.2	9.645
8	20	2	20	0.961	61.124	1507.2	23.696
9	20	2	40	0.937	61.121	1507.2	23.106
10	20	2	60	0.447	61.108	1507.2	11.025
11	20	2	80	0.514	61.128	1507.2	12.673
12	20	3	0	1.235	61.125	3768.0	76.131
13	20	3	20	0.906	61.126	3768.0	55.849
14	20	3	40	0.580	61.152	3768.0	35.738
15	20	3	60	0.069	61.094	3768.0	4.256
16	20	4	0	0.543	61.099	7536.0	66.974
17	20	4	20	1.104	61.123	7536.0	136.115
18	20	4	40	0.779	61.121	7536.0	96.048
19	20	5	0	18.995	61.124	13188.0	4098.326
20	20	5	20	0.127	61.097	13188.0	27.413

Lampiran 3

DATA POSISI TITIK SOUNDING

- Sounding 1
Posisi : S : $07^{\circ}27'35.7''$ Alt. : 264 m
E : $110^{\circ}39'56.8''$ N 60° S
- Sounding 2
Posisi : S : $07^{\circ}27'36.2''$ Alt. : 254 m
E : $110^{\circ}39'54.5''$ S 150° E
- Sounding 3
Posisi : S : $07^{\circ}27'37.4''$ Alt. : 265 m
E : $110^{\circ}39'58.3''$ N 0° S
- Sumber/sumur air asin
Posisi : S : $07^{\circ}27'36.4''$ Alt. : 264 m
E : $110^{\circ}39'55.4''$

Keterangan :

S : posisi garis lintang

E : posisi garis bujur

Alt. : ketinggian dari permukaan air laut

Lampiran 4

INSTRUMENTASI ALAT RESISITIVITYMETER OYO MODEL 2119C MCOHM-EL

Resistivitymeter model 2119 C McOHM-EL yang digunakan dalam penelitian ini merupakan instrumentasi yang sangat praktis (*portable*), dimana bentuk dan ukuran cukup ringkas untuk digunakan dalam survei. Selain itu keluarannya dalam bentuk digital sehingga mudah dalam pembacaan hasil pengukuran.

Model 2119C McOHM-EL ini memiliki sarana penumpukan (*Stack*) yang berfungsi untuk memperoleh data lapangan yang efektif. Proses Stacking ini digunakan untuk menghilangkan *noise* yang muncul. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur resistivitas, dan potensial diri (*spontaneous potensial*) suatu medium. Dalam pengukuran resistivitas, efek potensial diri medium dihilangkan secara langsung. Akurasi pengukuran yang diperoleh juga baik karena impedansi masukan yang tinggi ($10\text{ M}\Omega$) dan alat ini juga mengkalibrasi secara otomatis sebelum melakukan pengukuran.

Alat ini juga dilengkapi dengan media penyimpan (memory) data lapangan hingga mencapai 4000 titik data. Data-data tersebut tidak hanya dapat ditampilkan pada LCD, tetapi dapat pula langsung disimpan ke dalam disket.

A. Spesifikasi Alat

a. Pemancar Arus (*Transmitter*)

1. Tegangan Keluaran : 400 V Maksimum
2. Arus Keluaran : 2, 20, 60, 120 mA (Arus Tetap)
3. Tegangan Pemakaian : 12 V DC

b. Penerima (*Receiver*)

1. Impedansi Masukan : $10\Omega m$
2. Potensial Pengukuran : $-5 \sim +5\text{ V}$ (*Single Range*)
3. Resolusi : 1 *mV*
4. Pelakuan Stack : 1, 4, 16, 64
5. Waktu Sekali Pengukuran : 6 Detik

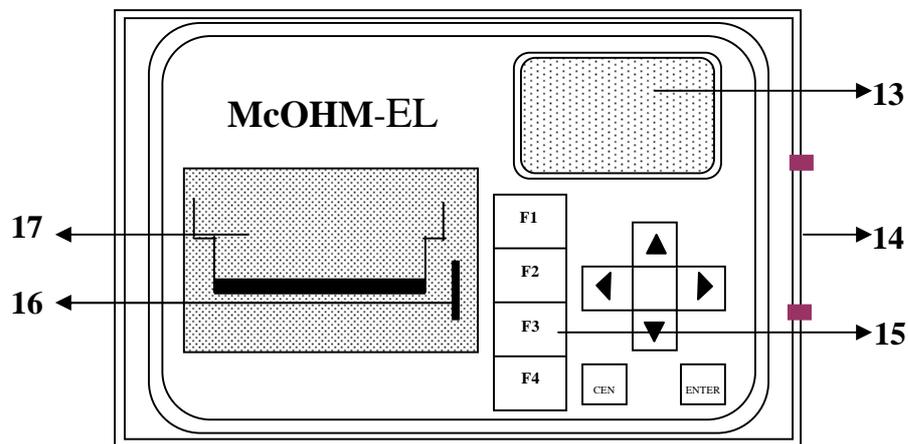
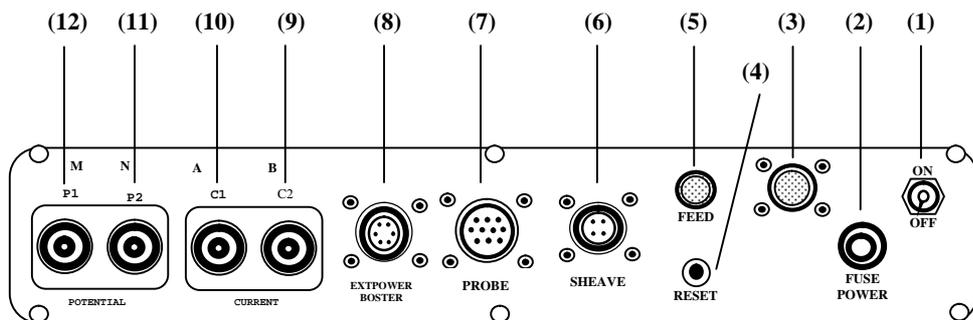
c. Memori Data

- 1. Jumlah File Maksimum : 98 KB
- 2. Jumlah Data Maksimum : 4.000
- 3. Catu Daya : DC 12 V (Baterai Luar 12 V)
- 4. Jangkauan Suhu : 0 – 45 C
- 5. Printer : Lebar kertas 110 mm, lebar printout 104 mm, resolution 8 dots/mm
- 6. Ukuran : (340 x 270 x 200) mm
- 7. Berat : ± 8 Kg

d. Peralatan Tambahan

- 1. Kabel penghubung baterai daya eksternal
- 2. Buku *operation manual Resistivitymeter OYO McOHM –EL Model 2119 C*

e. Bagian-bagian alat



- 1. Power (Daya)**
Tombol saklar hidup/mati
- 2. FUSE (Sekering)**
Tempat sekering 7 A untuk menjaga adanya arus yang berlebihan
- 3. Daya DC-12V**
Saluran yang dihubungkan dengan accu
- 4. Tombol RESET**
Tombol untuk membawa sistem pada status awal yang baru (seperti baru saja dinyalakan)
- 5. FEED**
Saluran untuk print
- 6. SHEAVE**
Saluran untuk input informasi kedalaman
- 7. PROBE**
Saluran untuk menghitung probe yang bervariasi
- 8. POWER BOSTER**
Saluran untuk menambah kapasitas arus
- 9. C1 & C2**
Elektroda Arus
- 11. P1 & P2**
Elektroda Potensial
- 13. Papan LCD**
Penampilan prosedur pengukuran dan data pengukuran
- 14. FDD**
Tempat floppy disk drive 1,44 MB
- 15. KEY PAD**
Tombol operasi dan setting
- 16 . Isi ulang kertas**
Tempat pengisian kertas print
- 17. PRINTER**
Tempat output data

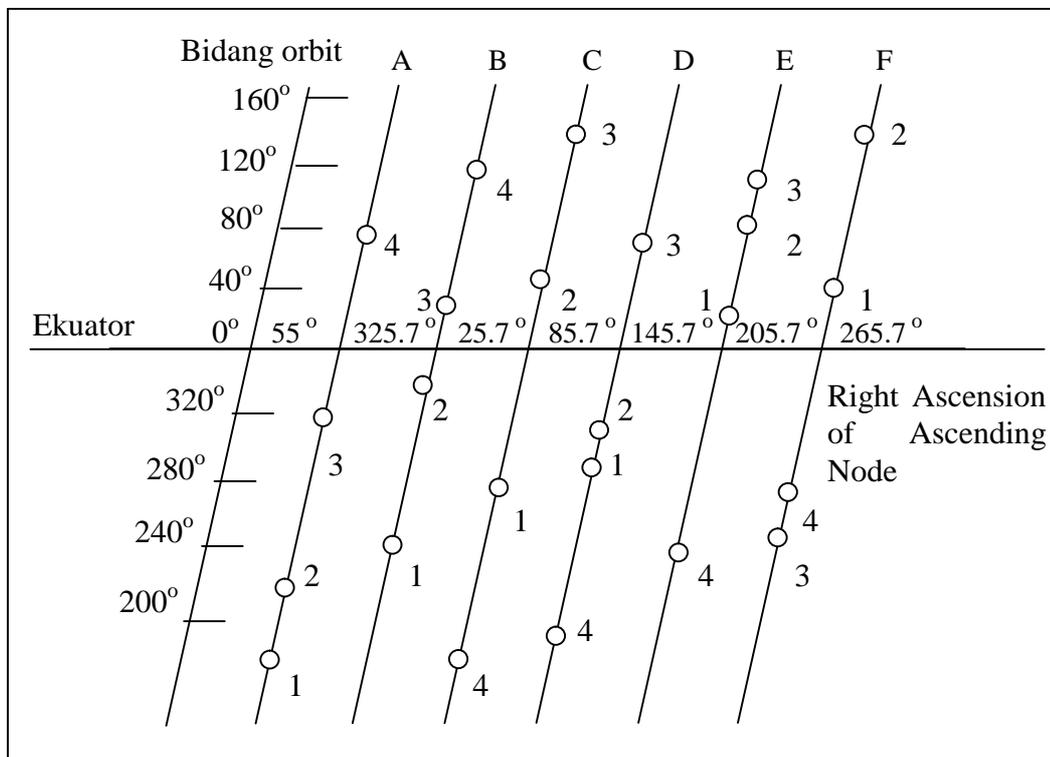
Lampiran 5

GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS, kepanjangan dari *Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*. Sistem yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti, dan juga informasi mengenai waktu secara kontinyu diseluruh dunia. Sistem ini mulai direncanakan sejak tahun 1973 oleh Angkatan Udara Amerika Serikat dan pengembangannya sampai sekarang ini ditangani oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. GPS terdiri atas tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri atas satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri atas stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakaian (*user segment*) yang terdiri atas pemakai GPS termasuk alat – alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS.

Konstelasi 24 satelit GPS menempati 6 orbit yang bentuknya sangat mendekati lingkaran, dimana setiap orbit ditempati oleh 4 satelit dengan interval yang tidak sama. Jarak antara satelit diatur sedemikian rupa untuk memaksimalkan probabilitas kenampakan setidaknya 4 satelit yang bergeometri baik dari setiap tempat dipermukaan bumi pada setiap saat. Orbit satelit GPS

berinklinasi 55 derajat terhadap bidang ekuator dengan ketinggian rata – rata dari permukaan bumi sekitar 20 – 200 km. Satelit GPS ini memiliki berat lebih dari 800 kg, bergerak dalam orbit dengan kecepatan kira – kira 4 km/det dan mempunyai periode 11 jam dan 58 menit. Dengan adanya 24 satelit mengangkasa tersebut, 4 – 10 satelit GPS akan selalu dapat diamati pada setiap waktu dari manapun di permukaan bumi.



Gambar 1. Distribusi Satelit GPS

Lampiran 6

RES2DINV

Res2Dinv adalah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivity 2 dimensi (2-D) untuk bawah permukaan dari data hasil survey geolistrik (Griffiths and Barker, 1993).

Model 2-D menggunakan program inversi, yang terdiri dari sejumlah kotak persegi. Susunan dari kotak-kotak ini terikat oleh distribusi dari titik datum dalam *pseudosection*. Distribusi dan ukuran dari kotak secara otomatis dihasilkan dari program maka jumlah kotak tidak akan melebihi jumlah datum point.

Subroutine dari permodelan maju digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu, dan teknik optimasi least-squares non-linier digunakan untuk *routine* inversi. Program ini juga mendukung teknik forward modeling finite-difference dan finite-element. Program ini dapat digunakan untuk survei menggunakan *Wenner*, *pole-pole*, *dipole-dipole*, *pole-dipole*, *Wenner-Schulumberger* dan *array dipole-dipole ekuator*. Anda bisa memproses pseudosection hingga 650 elektroda dan 6500 points pada satu waktu. Spasi elektroda terbesar hingga 36 kali spasi terkecil dalam satu set data. Selain survey normal dilakukan dengan elektroda-elektroda di permukaan tanah, program ini juga mendukung survey *underwater* dan *cross-borehole*.

A. Teori

Routine inversi digunakan berdasarkan metode quasi-Newton. Teknik ini lebih cepat 10 kali daripada metode least-square konvensional untuk data set yang besar dan memerlukan sedikit memory.

B. Teknik Menggunakan Program

Setelah menjalankan program instalasi SETUP.EXE dan program JACOBWIN.EXE, program utama RES2DINV.EXE dan file pendukung (GRADWEN, GRADTWO dan GRADDIP) dan contoh-contoh data harus

berada dalam subdirectory yang sama dalam hard disk. Silahkan coba kondisi dari hard disk dengan menggunakan CHKDSK dan SCANDISK, atau program yang dalam paket utility software seperti PC TOLLS atau Norton Utilities.

Untuk menjalankan program inversi resistivitas, klik ikon RES2DINV. Program pertama akan mengecek sistem komputer untuk memastikan adanya resource yang penting. Program ini akan mengecek memori yang tersedia dan space hard disc. Jika program ini menunjukkan peringatan, anda harus menghentikan program dan melakukan perubahan. Setelah itu akan terlihat tampilan seperti:

File Edit Change Settins Inversion Display Topography Print Help Quit

1. File

Memiliki sub menu:

1.1. Read data file

Harga resistivitas semu harus berbentuk file text. Anda bisa menggunakan text editor tertentu, seperti Notepad. Data disusun dalam ASCII dimana sebuah koma atau space kosong digunakan untuk memisahkan data numerik yang berbeda. Program ini membutuhkan data yang disusun dalam format tertentu. Jika ada masalah, kemungkinan disebabkan oleh kesalahan penyusunan format data. Sebagai contoh dari data input seperti pada file geolistrik.DAT. Data dalam file disusun dalam order berikut:

- Line 1 - Nama dari garis survey
- Line 2 - Spasi elektroda survey
- Line 3 - Tipe pengukuran (Wenner = 1, Pole-pole = 2, Dipole-pole = 3, Pole-dipole = 4, Schlumberger = 7)
- Line 4 - Jumlah total *datum point*

- Line 5 - Tipe dari lokasi x untuk datum points. Masukkan 0 bila letak elektroda pertama diketahui. 1 digunakan jika titik tengahnya diketahui.
- Line 6 - 1 untuk data IP (0 untuk data resistivitas)
- Line 7 - Posisi x, spasi elektroda, (faktor pemisah elektroda, n, untuk dipole-pole, pole-dipole dan Wenner-Schlumberger), dan harga resistivitas semu yang terukur untuk datum point pertama.
- Line 8 - Lokasi x, spasi elektroda dan resistivitas semu yang terukur untuk datum point kedua.

Dan seterusnya untuk datum point berikutnya. Sebagai catatan lokasi x dari datum point harus terus meningkat. Setelah itu harus diakhiri empat kali 0.

Perintah **Import data in** berfungsi untuk memindahkan data dari alat dengan format yang tertera seperti AGI, CAMPUS, IRIS, ABEM, LUND, ABEM SAS dan lainnya.

1.2. Run **JACOBWIN.EXE**

Program ini harus dijalankan setelah proses instalasi selesai, dan cukup sekali saja dijalankan.

1.3. Exit program

Keluar dari RES2DINV.

2. Edit Data

Anda dapat menggunakan option ini untuk mengubah data yang telah anda masukkan pada sub-bab sebelumnya. Option ini dapat membuang datum point yang buruk, dan membagi data set yang sangat besar. Saat anda memilih option ini, akan terlihat sub menu berikut:

2.1. **Exterminate bad datum points:**

Dalam option ini, nilai data resistivitas semu ditunjukkan dalam form profile untuk setiap level datum. Anda dapat menggunakan mouse

untuk membuang beberapa datum point yang buruk. Alasan utama dari option ini adalah untuk menghilangkan datum point yang memiliki nilai resistivitas yang salah. Datum point yang jelek dapat diakibatkan oleh kesalahan letak elektroda, kotak elektroda yang buruk akibat tanah yang kering atau hubungan singkat melalui kabel karena kondisi tanah yang sangat basah. Datum point ini biasanya memiliki resistivitas semu yang terlalu besar atau terlalu kecil dibandingkan dengan data tetangganya.

2.2. Splice large data sets

Anda dapat memilih penampang yang akan diinversi dari data seluruhnya (karena terlalu besar untuk diproses sekali). Setelah memiliki option ini, distribusi dari datum points dalam sebuah pseudosection akan terlihat. Anda dapat memilih penampang dari data set dengan tombol arrow. Datum points yang dipilih akan ditandai dengan warna ungu, sisanya dengan warna hitam. Selain itu jika terlalu banyak datum point pada level yang rendah, anda dapat menguranginya dengan memilih hanya datum point yang ganjil atau genap saja.

2.3. Reverse pseudosection

Option ini akan membalikkan pseudosection secara horizontal dari kiri ke kanan. Hal ini menolong bila anda menggunakan survey paralel tetapi survey dimulai dari arah yang berbeda.

2.4. Change first electrode location

Anda dapat mengganti lokasi dari elektroda pertama dalam satu garis survei. Perintah ini bertujuan pada plotting, sehingga garis survei akan bergeser semua ke arah nilai yang kita berikan.

2.5. Edit data file

Saat memilih option ini, text editor (dengan default notepad) akan muncul. Untuk kembali ke RES2DINV anda harus keluar dari program teks editor ini.

2.6. Run another program

Anda dapat menjalankan program lain dengan option ini, atau dengan menekan [Ctrl] + [Esc] untuk menjalankan aplikasi lainnya.

2.7. Choose font

Option ini digunakan untuk memilih tipe huruf yang digunakan oleh program.

2.8. Restore both colours

Option ini menyimpan warna tampilan yang digunakan oleh program

3. Change program settings

Sebelum melakukan proses inversi, setting awal harus ditentukan untuk faktor peredam dan variabel lainnya. Anda dapat memperoleh hasil terbaik dengan memodifikasi parameter yang mengontrol proses inversi. Saat anda memilih option “Change Settings” akan terlihat menu:

3.1. Damping factors

Pada option ini, anda dapat menset nilai awal untuk faktor peredaman. Jika data memiliki banyak noise, anda harus menggunakan faktor damping yang relatif lebih besar (sebagai contoh: 0.3). Jika data anda memiliki noise yang kecil, gunakan faktor damping awal yang lebih kecil (sebagai contoh: 0.1). Proses inversi akan mengurangi faktor damping untuk iterasi berikutnya.

3.2. Change of damping faktor with depth

Karena resolusi dari metoda resistivitas menurun secara eksponensial setiap kedalaman, faktor peredaman digunakan dalam metode inversi least square yang juga akan meningkat tiap lapisan yang lebih dalam. Hal ini dilakukan untuk menstabilkan proses inversi. Biasanya faktor peredaman meningkat 1,2 kali untuk tiap lapis yang lebih dalam, tetapi anda dapat merubahnya.

3.3. Line search

Proses inversi menentukan perubahan dalam model parameter. Biasanya hal ini akan menghasilkan model dengan RMS error yang lebih rendah. Tetapi terkadang RMS error meningkat, untuk kasus ini anda memiliki dua pilihan. Pilihan pertama adalah dengan mengambil sebuah pencarian garis menggunakan interpolasi untuk menemukan langkah optimal untuk perubahan dalam resistivitas dari tiap blok. Program akan mengurangi RMS error tetapi hal ini juga dapat menjebak ke nilai minimum local. Pilihan kedua adalah dengan membiarkannya dan berharap bahwa iterasi berikutnya akan menghasilkan RMS error yang lebih kecil. Hal ini dapat juga menyebabkan terjebak di minimum loka, tetapi juga dapat menyebabkan peningkatan RMS error. Pilihan ketiga adalah dengan menggunakan pencarian garis pada tiap iterasi. Hal ini akan memberikan langkah yang optimum, tetapi akan membutuhkan sedikitnya sebuah komputasi kedepan tiap iterasi.

3.4. Percentage change for line search

Metode line search akan dapat memperkirakan perubahan yang telah diramalkan dalam RMS error resistivitas semu. Jika perubahan yang perkiraan dalam RMS error itu terlalu kecil, mungkin tidak menguntungkan penggunaan *line search* untuk menentukan langkah optimal untuk perubahan model parameter. Biasanya nilainya berkisar antara 0.1 dan 1.0%.

3.5. Convergence limit

Kita dapat menurunkan limit untuk perubahan relatif dalam RMS error antara 2 iterasi. Secara default, nilai yang digunakan adalah 5%. Dalam program ini perubahan relatif dalam RMS error digunakan untuk menghasilkan data set yang berbeda dengan derajat noise yang berbeda.

3.6. Number of iterations

Perintah ini dapat digunakan untuk nilai maksimum dari iterasi untuk proses iterasi. Default maksimum iterasi telah diset 5 kali (untuk versi demo hanya dapat melakukan iterasi hingga 3 kali).

3.7. Vertical/Horizontal flatness filter ratio

Anda dapat memilih perbandingan dari faktor peredaman untuk filter vertikal hingga filter horisontal. Secara default keduanya memiliki nilai yang sama.

3.8. Thickness of model layers increase

Dengan menggunakan option ini anda dapat memilih model dimana ketebalan dari lapisan bertambah sekitar 10% hingga 25% tiap lapisan kedalaman.

3.9. Finite-difference grid size

Anda dapat memilih option ini yang digunakan untuk forward modelling.

3.10. Model resistivity values check

Option ini akan menampilkan warning jika setelah iterasi di dalam data set, model resistivitas menjadi sangat besar (biasanya lebih dari 20 kali nilai resistivitas semu).

3.11. Include smoothing of model resistivity

Dalam sebagian besar kasus, hal ini akan menghasilkan sebuah model dengan variasi smooth dalam model harga resistivitas.

3.12. Option for contour intervals

Secara default, program akan menggunakan interval kontour secara logaritma untuk pseudosection dan model section saat menghasilkan hasil proses.

3.13. Reduce number of topographical datum points

Secara default, program akan mencoba untuk mengurangi jumlah topografi datum point setelah membaca data set.

4. Inversion of data

Option ini akan melakukan proses inversi dari data set yang telah anda baca menggunakan option “File”. Pemilihan option ini akan menampilkan menu:

4.1. Least-squares inversion

Option ini akan melakukan proses inversi data set yang telah dibaca sebelumnya.

4.2. Change thickness of layers

Anda dapat mengubah ketebalan dari model dimana ketebalannya akan meningkat 10% hingga 25% tiap lapis yang lebih dalam.

4.3. Display model blocks

Option ini akan membagi subsurface ke dalam sejumlah kotak persegi. Distribusi dari model block dan datum points akan ditampilkan.

4.4. Display block sensitivity

Option ini akan menunjukkan plot dari sensitivitas block yang digunakan dalam model inversi.

4.5. Jacobian matrix calculation

Dalam program ini anda memiliki tiga option saat kalkulasi matrik Jacobian. Metode tercepat adalah menggunakan metode quasi-Newton.

4.6. Modify depths to layers

Option ini memungkinkan anda untuk merubah kedalaman dari lapisan yang digunakan dalam model inversi. Anda menambahkan kedalaman sehingga beberapa batas akan cocok dengan data kedalaman yang telah diketahui seperti *borehole* dan lainnya.

4.7. Use finite-element method

Program ini memungkinkan anda untuk menggunakan baik metode finite difference atau finite element untuk proses inversi.

4.8. Mesh refinement

Option ini mengijinkan anda untuk menggunakan finer mesh (dalam arah vertikal) untuk metode finite difference atau finite-element.

4.9. Batch mode

Dalam option ini, anda dapat menginversi sejumlah data set secara otomatis. Nama dari input file data dan informasi lainnya, yang terdapat dalam suatu file.

5. Display

Pada option ini, anda dapat membaca baik di dalam data maupun output data yang dihasilkan oleh proses inversi dan juga menampilkan measured dan calculated apparent resistivity pseudosection dan penampang model. Dalam option ini, anda dapat mengubah interval kontour yang digunakan untuk menggambarkan pseudo dan penampang model, skala vertikal dari penampang dan memasukkan topografi dalam penampang model. Anda juga dapat mengubah tampilan warna yang digunakan oleh program.

6. Topography

Jika line survei kita memiliki topografi yang sangat berpengaruh, koreksi untuk efek topografi dapat digunakan jika koordinat horizontal dan vertikal dari jumlah titik sepanjang line diketahui. Pada saat program membaca dalam file terdapat data topografi, secara otomatis metode finite-element akan dipilih.

7. Print

Anda dapat menyimpan data hasil inversi dalam format BMP atau PCX. Anda juga dapat langsung mencetak penampang dengan menggunakan perintah print ini.

8. Help

Jika anda mengklik tombol help, window help program akan muncul.

9. Quit

Quit program untuk keluar dari software RES2DINV.

Lampiran 7

TABEL TAHANAN JENIS

TABEL TAHANAN JENIS BATUAN BEKU DAN METAMORF

(Telford *dkk.*, 1976)

Rock Type	Resistivity Range (Ohm-m)
Granite	$3 \times 10^2 - 10^6$
Granite Porphyrite	4.5×10^3 (wet) – 1.3×10^6 (dry)
Feldspar Porphyrite	4×10^3 (wet)
Albite	3×10^2 (wet) – 3.3×10^3 (dry)
Syenite	$10^2 - 10^6$
Diorit	$10^2 - 10^5$
Diorite Porphyrite	1.9×10^2 (wet) – 2.8×10^4 (dry)
Porphyrite	$10 - 5 \times 10^4$ (wet) – 3.3×10^3 (dry)
Carbonate Porphyrite	2.5×10^3 (wet) – 6×10^4 (dry)
Quartz Porphyrite	$3 \times 10^4 - 9 \times 10^5$
Quartz Diorite	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (wet) – 1.8×10^5 (dry)
Porphyrite (Various)	$60 - 10^4$
Dacite	2×10^4 (wet)
Andesite	4.5×10^4 (wet) – 1.7×10^2 (dry)
Diabase Porphyrite	10^3 (wet) – 1.7×10^5 (dry)

Diabase (Various)	$20 - 5 \times 10^7$
Lavas	$10^2 - 5 \times 10^5$
Gabro	$10^3 - 10^6$
Basalt	$10 - 1.3 \times 10^7$ (dry)
Olivine norite	$10^3 - 6 \times 10^4$ (wet)
Peridotite	3×10^3 (wet) – 6.5×10^3 (dry)
Hornfels	8×10^3 (wet) – 6×10^7 (dry)
Schists (Calcareous and Mica)	$20 - 10^4$
Tuffs	2×10^3 (wet) – 10^5 (dry)
Graphite Schists	$10 - 10^2$
Slates (Various)	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Gneiss (Various)	6.8×10^4 (wet) – 3×10^5 (dry)
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^5$ (dry)
Skarn	2.5×10^2 (wet) – 2.5×10^5 (dry)
Quartzites (Various)	$10 - 2 \times 10^5$

TABEL TAHANAN JENIS BATUAN SEDIMEN (Telford *dkk.*, 1976)

Rock Type	Resistivity Range (Ohm.m)
Consolidated Shales	$20 - 2 \times 10^3$
Argillities	$10 - 8 \times 10^2$
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$

Sandstones	$1 - 6.4 \times 10^6$
Limestones	$50 - 10^7$
Dolomite	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Marls	3 - 70
Clays	1 - 1000
Alluvium and sands	10 - 800
Oil sands	4 - 800

TABEL TAHANAN JENIS MINERAL (Telford *dkk.*, 1976)

Mineral	Resistivity Range (Ohm.m)	
	Range	Average
Meteoric waters	30 - 103	
Surface waters (ign. Rocks)	$0.1 - 3 \times 10^3$	
Surface waters (sediments)	10 - 100	
Soil waters		100
Natural waters (ign. Rocks)	0.5 - 150	9
Natural waters (sediments)	1 - 100	3
Sea waters		0.2
Saline waters 3 %		0.15
Saline waters 3 %		0.05

TABEL RESISTIVITAS BATUAN DAN FLUIDA (Dr. Waluyo)

Material Bumi	Jangkau Resistivitas semu (Ohm.m)	Material Bumi	Jangkau Resistivitas semu (Ohm.m)
Logam		Batuan Sedimen	
Tembaga	1.7×10^{-8}	batulempung	$10 - 10^3$
Emas	2.4×10^{-8}	batupasir	$1 - 10^8$
Perak	1.6×10^{-8}	batugamping	$50 - 10^7$
Grafit	10^{-3}	Dolomit	$100 - 10^4$
Besi	10^{-7}		
Nikel	7.8×10^{-8}	Sedimen Lepas	
Timah	1.1×10^{-7}	Pasir	$1 - 10^3$
		Lempung	$1 - 10^2$
Batuan Kristalin		Air Tanah	
Granit	$10^2 - 10^6$	Air Sumur	$0.1 - 10^3$
Diorit	$10^2 - 10^5$	Air Payau	$0.3 - 1$
Gabbro	$10^3 - 10^6$	Air Laut	0.2
Andesit	$10^2 - 10^4$	Air Asin (garam)	$0.05 - 0.2$
Basalt	$10 - 10^7$		
Sekis	$10 - 10^4$		
Gneiss	$10^4 - 10^6$		