



**APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK
IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT STUDI KASUS
SEMARANG UTARA**

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Fisika

oleh

Ema Silvia Ambarsari

4211409016

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2013**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini yang berjudul *Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus Semarang Utara* telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi.

Semarang, September 2013

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Supriyadi, M.Si.

Drs. Suharto Linuwih, M.Si.

NIP. 196505181991021001

NIP. 196807141996031005

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus

Semarang Utara

disusun oleh

Emas Silvia Ambarsari

4211409016

telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada

tanggal September 2013

Panitia Ujian
Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
NIP. 196310121988031001

Dr. Khumaedi, M.Si.
NIP. 196306101989011002

Ketua Penguji

Dr. Khumaedi, M.Si.
NIP. 196306101989011002

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dr. Supriyadi, M.Si.
NIP. 196505181991021001

Drs. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP. 196807141996031005

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus Semarang Utara** benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan karya tulis orang lain ataupun jiplakan, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, September 2013

Penulis

Ema Silvia Ambarsari
4211409016

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Jangan pernah menilai seseorang hanya dalam satu sisi kesalahan yang dilakukan, karena sesungguhnya manusia tempatnya salah.
- Jangan pernah merasa takut untuk bermimpi, karena sebuah kesuksesan berawal dari mimpi.
- Never give up on anybody, miracles happen every day.

PERSEMBAHAN

- ❖ *Dadang Wibowo dan Samini yang saya cintai, yang selalu ikhlas memberikan doa yang tak henti-hentinya untuk kesuksesan bagi anak tercinta, yang telah membesarkan, mendidik dengan kasih sayang tanpa lelah dan pamrih sedikitpun. Hanya ridho Bapak dan Ibu yang aku harapkan.*
- ❖ *Eva Nopalasari Saputri, Vicky Ferdian Sahputra, Angela Ayu Fransisca, Lilia Ike Widyastuti, Pungky Dwi Cahyani adik-adikku serta segenap keluarga besarku yang telah memberi motivasi dan canda tawa dikala aku jenuh dengan skripsiku.*
- ❖ *Kepada semua yang membantu dalam menyelesaikan skripsi khususnya sahabat-sahabatku, Menyuz, Ndudht, Prima, Angel, Yayo, Utien, Myta, Anin, Amoy, Fina serta teman-teman yang tidak dapat aku sebutkan satu persatu. Terimakasih atas bantuan dan supportnya.*

Semoga semuanya selalu berada dalam ridho Allah SWT. Amien.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, inayah dan karunia serta ridhoNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus Semarang Utara.

Penyusunan skripsi ini diperoleh berkat bantuan dan motivasi dari beberapa pihak. Oleh karena itu disampaikan ungkapan rasa terimakasih yang tulus kepada

1. Prof. Dr. Fathur Rohkman, M.Hum. Rektor Universitas Negeri Semarang, yang telah memberikan kesempatan untuk mengikuti pendidikan pada Program Studi Fisika di Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, yang mendukung baik dari kelancaran perkuliahan maupun kelancaran penyelesaian penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Khumaedi, M.Si. Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, yang mendukung kelancaran penyelesaian penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Agus Yulianto, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.
5. Dr. Supriyadi, M.Si. Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta arahan dengan baik dan juga selaku Kepala Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan akses

peralatan yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyelesaian studi. Selain itu beliau telah menjadi ayah selaku dosen wali selama penulis menyelesaikan studi.

6. Drs. Suharto Linuwih, M.Si. Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan dengan baik dan penuh kesabaran.

Teman-teman terhebat saya, Prima, Sahal, Profit, Mas Yuda, Riza, Mbak Aya, Delvita, Lucky, Iqbal, Hilmi, Pradana yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan. Komunitas Geofisika dan teman-teman Fisika angkatan 2009 Universitas Negeri Semarang, terimakasih atas persahabatan yang indah. Teman-teman “Beta Kost” terimakasih untuk doa dan bantuan kalian. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Semoga kebaikan selalu beserta kita.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya, lembaga, masyarakat dan para pembaca pada umumnya.

Semarang, September 2013

Penulis

ABSTRAK

Ambarsari, E. S. 2013. *Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus Semarang Utara*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Supriyadi, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Drs. Suharto Linuwih, M.Si.

Kata kunci : Geolistrik, intrusi air laut, Semarang Utara.

Penelitian dilakukan menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi wenner di kawasan Semarang Utara dengan tujuan untuk mendeteksi adanya intrusi air laut dan penyebarannya. Untuk mengetahui sejauh mana penyebaran intrusi air laut, pengambilan data tidak hanya dilakukan di kawasan Semarang Utara saja, melainkan di daerah perbatasan antara Semarang Utara dengan Semarang Barat dan Semarang Tengah. Pengambilan data dilakukan pada 5 titik penelitian yaitu Johar, Balai Kota, Kencono Wungu, Taman Purwogondo, dan Tawang. Tahapan pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Res2Dinv* dan *Rockwork*. Berdasarkan hasil interpretasi di daerah penelitian menunjukkan bahwa material yang terkandung pada lapisan bawah permukaan adalah material lempung dan material pasir. Untuk resistivitas lempung yang diperkirakan mengandung air laut mempunyai nilai berkisar antara 1,11 Ωm hingga 6,5 Ωm . Intrusi air laut sudah menyebar luas di daerah Semarang Utara, bahkan daerah Kencono Wungu yang termasuk kawasan Semarang Barat dan Balaikota yang termasuk kawasan Semarang Tengah juga sudah terkena intrusi air laut.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penegasan Istilah.....	5
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian	7
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kondisi Umum Daerah Penelitian	9

2.2 Intrusi Air Laut.....	10
2.3 Dasar Teori Metode <i>Resistivity</i>	12
2.4 Potensial Listrik di Dalam Bumi.....	16
2.5 Potensial di Sekitar Titik Arus di Permukaan Bumi	19
2.6 Dua Elektroda Arus dengan Polaritas Berlawanan dan Konfigurasi Wenner	20
2.7 Konsep Resistivitas Semu	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Alat Yang Digunakan.....	26
3.3 Akuisisi Data Geolistrik <i>Multichannel (S-Field)</i> Konfigurasi Wenner	29
3.4 Prosedur Penelitian.....	32
3.5 Pengolahan Data Geolistrik <i>Multichannel (S-Field)</i>	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	41
4.1.1 Daerah Johar.....	41
4.1.2 Daerah Balaikota.....	42
4.1.3 Daerah Kencono Wungu	43
4.1.4 Daerah Taman Purwogondo.....	47
4.1.5 Daerah Tawang	51
BAB V PENUTUP	

5.1 Simpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Harga Tahanan Jenis Beberapa Jenis Bahan.....	16
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Produktivitas Air Tanah Kota Semarang Jawa Tengah.....	3
Gambar 1.2.	Penurunan Muka Air Tanah	4
Gambar 2.1.	Hubungan antara Air Tawar dengan Air Asin.....	10
Gambar 2.2.	Bagan pada Saat Kondisi Normal dan Intrusi Air Laut.....	11
Gambar 2.3.	Silinder Konduktor	14
Gambar 2.4.	Medium Homogen Isotropis Dialiri Arus Listrik.....	16
Gambar 2.5.	Potensial di Sekitar Titik Arus pada Permukaan Bumi	20
Gambar 2.6.	Garis Equipotensial Arus Antara Elektroda pada Medium Homogen	21
Gambar 2.7.	Konfigurasi <i>Wenner</i>	22
Gambar 2.8.	Konsep Resistivitas Semu dalam Lapisan Tanah.....	24
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Penelitian	26
Gambar 3.2.	Alat Resistivitas <i>S-Field</i> 16 Elektroda <i>Automatic Multichannel</i> . 27	
Gambar 3.3.	<i>Software</i> akuisisi <i>S-Field</i>	29
Gambar 3.4.	Skema Susunan Alat Geolistrik <i>Multichannel (S-Field)</i>	30
Gambar 3.5.	Diagram Alir Penelitian Geolistrik <i>Multichannel (S-Field)</i>	31
Gambar 4.1.	Peta Geologi Kota Semarang.....	40
Gambar 4.2.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Johar	41
Gambar 4.3.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Balaikota.....	42

Gambar 4.4.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Kencono Wungu Lintasan 1	44
Gambar 4.5.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Kencono Wungu Lintasan 2	45
Gambar 4.6.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Kencono Wungu Lintasan 3	45
Gambar 4.7.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 3-D Daerah Kencono Wungu	46
Gambar 4.8.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Taman Purwogondo Lintasan 1	48
Gambar 4.9.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Taman Purwogondo Lintasan 2	48
Gambar 4.10.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Taman Purwogondo Lintasan 3	49
Gambar 4.11.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 3-D Daerah Taman Purwogondo.....	50
Gambar 4.12.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Tawang Lintasan 1	51
Gambar 4.13.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Tawang Lintasan 2	52
Gambar 4.14.	Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Tawang Lintasan 3	53

Gambar 4.15. Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 3-D Daerah

Tawang 54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian Daerah Johar	59
Lampiran 2. Data Penelitian Daerah Balai Kota	60
Lampiran 3. Data Penelitian Daerah Kencono Wungu	61
Lampiran 4. Data Penelitian Daerah Taman Purwogondo	64
Lampiran 5. Data Penelitian Daerah Tawang.....	67
Lampiran 6. Data 3D Daerah Kencono Wungu.....	70
Lampiran 7. Data 3D Daerah Taman Purwogondo	74
Lampiran 8. Data 3D Daerah Tawang.....	78
Lampiran 9. Foto Penelitian	82

BAB 1

PENDAHULUAN

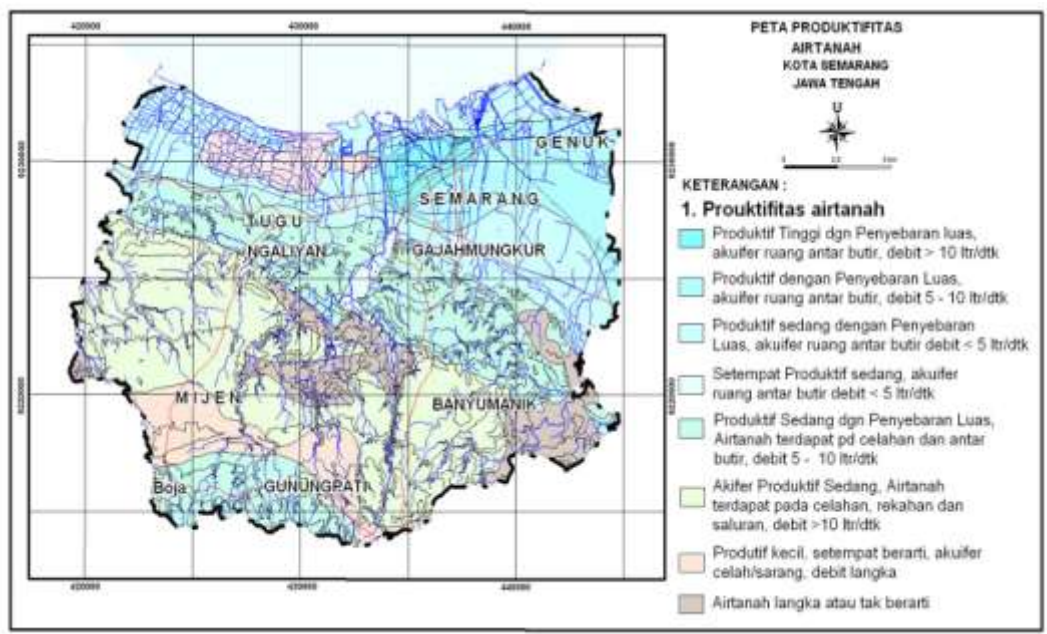
1.1 Latar Belakang

Daerah Semarang dan sekitarnya di Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah terletak pada daerah strategis, sehingga dapat dikembangkan menjadi kawasan Industri dan Pemukiman (Pudjihardjo, 1995). Dari tahun ke tahun perkembangan industri, perusahaan, perdagangan, pertanian dan pertambahan jumlah penduduk di kota Semarang semakin meningkat sehingga mengakibatkan peningkatan pula pada kebutuhan air bersih layak pakai. Saat ini banyak air permukaan yang sudah dicemari oleh limbah sehingga menurunkan nilai kualitas air layak pakai. Menurut Irwanto (2011), akibat dari proses kegiatan manusia menyebabkan kondisi sumber daya air yang ada akan semakin menurun kualitas maupun kuantitasnya. Pengelolaan suatu industri dan pembuangan limbah yang tidak dilakukan dengan benar akan berpengaruh terhadap kualitas sumber daya air yang ada di sekitarnya. Oleh sebab itu pemerintah perlu melakukan penelusuran tentang adanya air bawah permukaan (air tanah).

Air bawah permukaan merupakan sumber daya alam (SDA) yang memiliki peranan penting bagi kelangsungan hidup manusia karena dapat memenuhi persediaan air bersih layak pakai. Pada saat ini hanya 24% dari jumlah seluruh kebutuhan air bersih yang dapat disediakan dari air sungai, sedangkan 76% dipasok dari air tanah yang diusahakan oleh penduduk setempat maupun oleh

PDAM (Haman, dkk. 2006). Penemuan terbaru tentang air bawah permukaan dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih layak pakai. Pada umumnya terbentuknya air bawah permukaan dikarenakan oleh meresapnya air permukaan ke dalam tanah. Air permukaan yang meresap ke dalam tanah akan bergerak bebas mengisi pori-pori, retakan, dan celah-celah pada batuan penyusun tanah sehingga terjadi pengendapan air di dalamnya. Proses pengendapan air di dalam batuan penyusun tanah yang terjadi secara terus menerus akan membentuk sebuah cekungan-cekungan air di dalam tanah. Cekungan-cekungan air tersebut tersebar diseluruh lapisan tanah yang berada diberbagai wilayah.

Kota Semarang memiliki peta hidrologi yang dimanfaatkan untuk mengetahui produktifitas air tanah yang tersebar di seluruh wilayah kota Semarang. Di daerah Genuk dan Semarang Kota memiliki tingkat produktifitas air tanah yang tinggi dengan penyebaran luas. Di daerah Tugu, Ngaliyan, dan Gajahmungkur memiliki tingkat produktifitas air tanah yang produktif dengan penyebaran luas, sedangkan di daerah Boja dan Gunungpati memiliki tingkat produktifitas air tanah yang sedang dengan penyebaran luas. Dengan melihat penyebaran akuifer air tanah dari peta hidrologi pada gambar 1.1, pemerintah dapat melakukan eksploitasi terhadap air tanah pada daerah tersebut. Untuk mendeteksi keberadaan air tanah, dapat digunakan berbagai macam metode, salah satunya dengan metode geolistrik tahanan jenis.

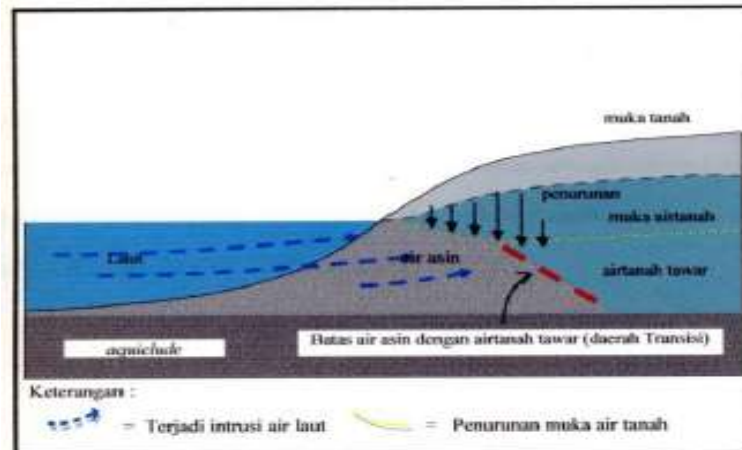


Gambar 1.1 Peta produktifitas air tanah kota Semarang Jawa Tengah

Tercatat untuk pengambilan air tanah di daerah CAS (Cekungan Air tanah Semarang) pada tahun 1900 baru sekitar 427.050 m³/tahun yang diambil dari 16 sumur bor. Pada tahun 1982 telah mencapai 13.672.900 m³/tahun diambil dari 127 sumur bor. Kemudian pada tahun 1990 menjadi 22.473.050 m³/tahun yang diambil dari 260 sumur bor, dan pada tahun 2000 telah mencapai 39.189.827 m³/tahun yang diambil dari 1.029 sumur bor. Dengan demikian berarti pengambilan air tanah di daerah CAS ini telah mengalami peningkatan hampir 3 kali lipat (286,6%) selama 18 tahun terakhir ini, atau setiap tahunnya meningkat rata-rata 15,9%. Jumlah sumur bor mengalami peningkatan lebih dari 8 kali lipat (810,2%), atau meningkat rata-rata 45,01% per tahun (Sihwanto dan Room, 2000) sebagaimana dikutip kembali oleh (Irham, dkk., 2006).

Adanya eksploitasi air tanah secara besar-besaran dari tahun per tahun tanpa diimbangi dengan pembentukan air tanah serta banyaknya pemukiman

warga yang berada di daerah resapan mengakibatkan ketidakseimbangan siklus air tanah yang memicu turunnya permukaan air tanah seperti pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Penurunan Muka Air Tanah

Menurut Hendrayana (2002), perubahan kedudukan muka air tanah di cekungan Semarang periode 1993-1994 diuraikan berikut ini :

- Daerah Semarang Utara meliputi Pusat Kota, pemukiman Tanah Mas dan daerah industri Kaligawe, MASnya antara 14,19–28,91m.bmt, dengan penurunan antara 0,6–1,9 m/tahun.
- Daerah Semarang Selatan meliputi daerah Candi, Banyumanik MASnya antara 20,24–48,24 m.bmt dengan penurunan antara 0,37–0,70 m/tahun.
- Daerah Kendal meliputi Kec. Kaliwungu, kota Kendal Masnya antara +1,0 hingga 21,16 m.bmt dengan penurunan antara 0,20–0,55 m/tahun.
- Daerah Demak meliputi Kota Demak dan Mranggen Masnya antara +0,50 hingga 25,40 m.bmt dengan penurunan antara 0,15–0,45 m/tahun.

Di daerah pesisir, penurunan air tanah dapat menyebabkan intrusi atau perembesan air laut ke daratan karena tekanan air tanah menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan air laut. Migrasi air laut ke daratan merupakan salah satu

faktor yang dapat mengganggu kualitas air tanah. Air bersih yang diperoleh dari air tanah yang mulanya memiliki kualitas air bersih layak minum mengalami penurunan kualitas dikarenakan sudah terkontaminasi dengan air laut. Selain adanya penurunan kualitas air layak minum, air tanah yang terkena intrusi air laut dapat menyebabkan korosi pada pondasi bangunan apabila dalam proses pembangunan menggunakan air tanah yang terintrusi oleh air laut. Intrusi air laut menimbulkan dampak yang sangat luas terhadap berbagai aspek kehidupan sehingga perlu dilakukan kajian tentang intrusi air laut di Kota Semarang.

Kawasan Semarang Utara yang dekat dengan daerah pesisir diduga terkena intrusi air laut. Hal ini jelas dapat mengganggu kualitas air bersih di daerah pemukiman penduduk yang ada di sekitar kawasan Semarang Utara. Untuk mengetahui sejauh mana intrusi air laut itu terjadi maka perlu dilakukan identifikasi intrusi air laut dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner. Berdasarkan observasi dan informasi geologi di atas, penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian tentang **“Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Intrusi Air Laut Studi Kasus Semarang Utara .”**

1.2 Penegasan Istilah

- a. Metode Geolistrik merupakan suatu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi (Zubaidah&Kanata, 2008)

- b. Intrusi air laut adalah merembesnya atau masuknya air laut ke dalam akuifer air tanah karena tekanan air tanah lebih kecil dibandingkan dengan tekanan air laut (Zainuri 2007: 23)

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah nilai resistivitas lapisan tanah yang terintrusi air laut menggunakan metode resistivitas (geolistrik)?
2. Sejauh mana daerah Semarang Utara yang sudah teridentifikasi oleh intrusi air laut?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya batasan masalah supaya penelitian tetap fokus pada objek yang akan dikaji. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini ada sebagai berikut.

1. Pengambilan data di lapangan menggunakan metode resistivitas (geolistrik) dengan konfigurasi wenner.
2. Penyebaran intrusi air laut ditentukan berdasarkan besarnya nilai resistivitas lapisan penyusun bawah permukaan yang terintrusi oleh air laut.
3. Pengolahan data penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *res2dinv* dan *rockwork*.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas maka tujuan dalam penelitian ini adalah mencari nilai resistivitas lapisan tanah yang diduga terkena intrusi air laut dan mengetahui dugaan penyebaran lapisan tanah yang terkena intrusi air laut di kawasan Semarang Utara dengan menggunakan metode resistivitas (geolistrik).

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak, adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah.

1. Memperoleh nilai resistivitas lapisan bawah permukaan yang diteliti.
2. Dapat mengetahui penyebaran akuifer airtanah yang terkena intrusi air laut secara real di kawasan Semarang Utara.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi dibagi atas tiga bagian utama yaitu bagian pembuka, bagian inti, dan bagian akhir.

Pada bagian pembuka skripsi terdiri dari halaman judul, pernyataan keaslian skripsi dan sumber informasi, halaman pengesahan, motto dan persembahan, prakata, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan lampiran.

Bagian inti skripsi meliputi :

- Bab 1: Pendahuluan meliputi latar belakang, penegasan istilah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.
- Bab 2: Tinjauan Pustaka memuat konsep, teori dan atau hasil penelitian yang disajikan secara ringkas tetapi jelas dan secara langsung mendasari pelaksanaan penelitian.
- Bab 3: Metode Penelitian secara umum menampilkan cara pengumpulan, pengolahan, dan analisis data.
- Bab 4: Hasil dan Pembahasan, dalam bab ini hasil penelitian ditampilkan secara urut sesuai urutan rumusan masalah, sedangkan pembahasan merupakan kumpulan argumen tentang penjelasan, relevansi, prediksi, manfaat dan atau keterbatasan hasil penelitian.
- Bab 5: Penutup, bab ini berisi tentang simpulan serta saran-saran yang berkaitan dengan hasil penelitian.

Bagian akhir dalam skripsi berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran. Dalam daftar pustaka memuat semua sumber pustaka yang diacu secara langsung dalam tubuh tulisan, sedangkan di dalam lampiran-lampiran dapat disajikan beberapa hal yang tidak dapat dimuat dalam tubuh tulisan karena dikhawatirkan mengganggu alur pemikiran pembaca.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Kondisi Umum Daerah Penelitian

Kota Semarang memiliki posisi astronomi pada garis $6^{\circ}50'$ - $7^{\circ}10'$ LS, $109^{\circ}50'$ - $110^{\circ}35'$ BT. Luas wilayah sekitar 373.67 km^2 yang terdiri dari dataran rendah dan dataran tinggi. Kondisi Hidrologi potensi air di Kota Semarang bersumber pada sungai – sungai yang mengalir di Kota Semarang. Sungai atau air tanah bebas merupakan air tanah yang terdapat pada lapisan pembawa air dan tidak tertutup oleh lapisan kedap air. Permukaan air tanah bebas ini sangat dipengaruhi oleh musim dan keadaan lingkungan sekitarnya. Penduduk Kota Semarang yang berada di dataran rendah, banyak memanfaatkan air tanah ini dengan membuat sumur-sumur gali (dangkal) dengan kedalaman sekitar 3 - 18 m. Sedangkan untuk penduduk di dataran tinggi hanya dapat memanfaatkan sumur gali pada musim penghujan dengan kedalaman berkisar antara 20 - 40 m. Eksploitasi air tanah dilakukan secara terus menerus tanpa diimbangi dengan pembentukan air tanah.

Menurut Gatot, sebagaimana dikutip oleh Indriana dan Danusaputro (2006), eksploitasi sumber daya air tanah yang tak terkendali dan tidak sesuai dengan prinsip-prinsip hidrologi didaerah sekitar pantai dapat mengakibatkan terjadinya tidak kesetimbangan antara batas air tanah dan air laut, sehingga akibatnya dapat terjadi peristiwa intrusi air laut.

2.2 Intrusi Air Laut

Dalam keadaan statis, air tawar akan mengapung di atas air asin di daerah pantai karena air asin mempunyai densitas yang lebih tinggi dari air tawar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Hal ini memenuhi persamaan hidrostatis fluida dengan persamaan :

$$\rho_s g z = \rho_f g (z + h) \quad (2.1)$$

dimana :

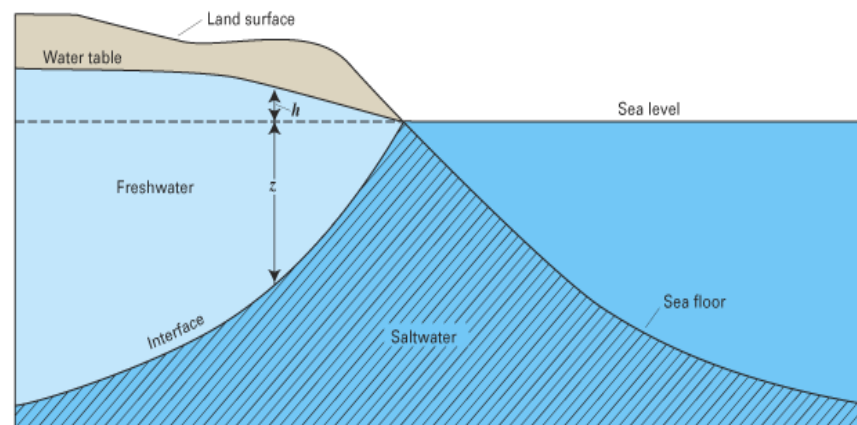
ρ_f = densitas air tawar (gr/cm)

ρ_s = densitas air asin (gr/cm)

g = percepatan gravitasi (cm/det²)

z = kedalaman interface air tawar – air asin dari mean sea level

h = ketinggian muka airtanah dari mean sea level



Gambar 2.1 Hubungan antara air tawar dengan air asin

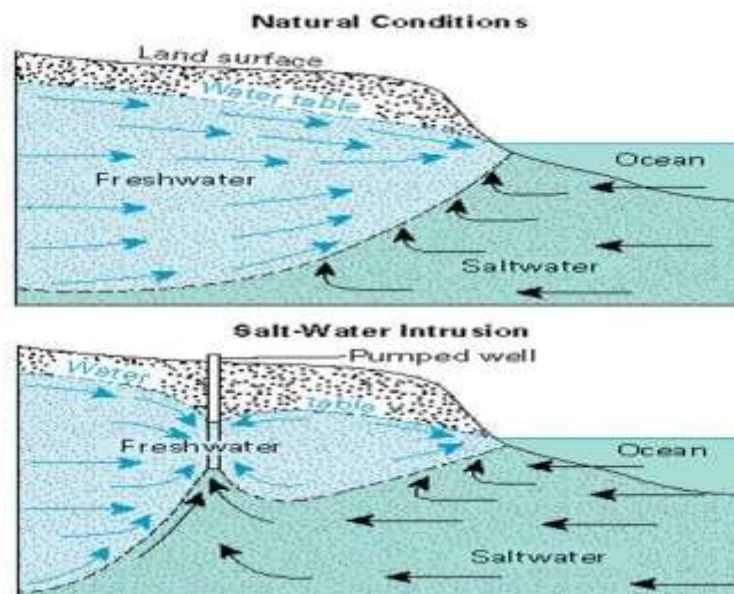
Salam (2011) beranggapan bahwa kedalaman batas (*interface*) air tawar dan air asin adalah sekitar 40 kali ketinggian muka air tanah dari muka air laut.

Kedalaman bidang temu ini tergantung pada kedudukan paras air tanah tawar yang dihitung dari muka laut.

Alma'ruf (1995) sebagaimana yang telah dikutip oleh Salam (2011), mengatakan bahwa apabila paras air tanah ini berkurang (karena dipompa airnya), maka akan mengakibatkan kedalaman bidang temu berkurang. Air tawar didorong air asin, sehingga yang semula airnya tawar telah berubah menjadi air asin.

Menurut Supriyadi (1991:53), intrusi air laut merupakan fenomena yang sering terjadi pada *akuifer-akuifer* pesisir. Secara umum, fenomena ini dapat terjadi ketika muka air tanah pada akuifer air tawar lebih rendah daripada permukaan laut rata-rata, sehingga air laut akan mendesak air tawar ke arah darat. Namun, jika muka air tanah masih lebih tinggi daripada permukaan laut rata-rata, maka air tawar akan mendesak ke laut.

Kondisi normal sebelum terintrusi air laut dan kondisi setelah terintrusi air laut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bagan pada saat Kondisi Normal dan Intrusi Air Laut

Pada kondisi normal air laut tidak dapat masuk jauh ke daratan sebab air tanah memiliki *piezometric* yang menekan lebih kuat dari pada air laut, sehingga terbentuklah *interface* sebagai batas antara air tanah dengan air laut. Keadaan tersebut merupakan keadaan kesetimbangan antara air laut dan air tanah. Namun ketika air laut memiliki berat jenis yang lebih besar dari pada air tawar, hal ini akan mengakibatkan air laut terus mendesak air tanah semakin masuk ke hulu sehingga terjadi intrusi air laut. Untuk mengetahui keberadaan air tanah maupun adanya intrusi air laut di bawah permukaan tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode *resistivity*.

2.3 Teori Dasar Metode Resistivity

Bumi tersusun atas lapisan-lapisan tanah yang mempunyai nilai resistivitas yang berbeda antar lapisan tanah yang satu dengan yang lain. Untuk mengetahui keadaan bawah permukaan bumi dengan menentukan nilai resistivitas setiap lapisan tanahnya dapat dilakukan dengan menggunakan metode resistivitas. Pada umumnya metode resistivitas digunakan untuk eksplorasi dangkal yang mempunyai kedalaman sekitar 300-500 m, misalnya digunakan untuk eksplorasi airtanah, panas bumi, intrusi air laut. Metode resistivity merupakan salah satu metode pengukuran geofisika yang menitikberatkan pada potensial listrik dari berbagai tahanan jenis batuan di bawah permukaan bumi (Parlinggoman, 2011).

Prinsip dalam metode resistivitas adalah menginjeksikan arus listrik (sekitar 1-10mA) ke dalam bumi melalui elektroda arus (sepasang elektroda) dan

respon yang diterima berupa beda potensial yang diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik, dapat diperoleh variasi harga resistivitas listrik pada lapisan di bawah titik ukur (Adhi, dkk., 2011). Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga macam (Telford, 1990) yaitu:

1. Konduktor baik : $10^{-8} < \rho < 1\Omega m$
2. Konduktor pertengahan : $1 < \rho < 10^7 \Omega m$
3. Isolator : $\rho > 10^7 \Omega m$

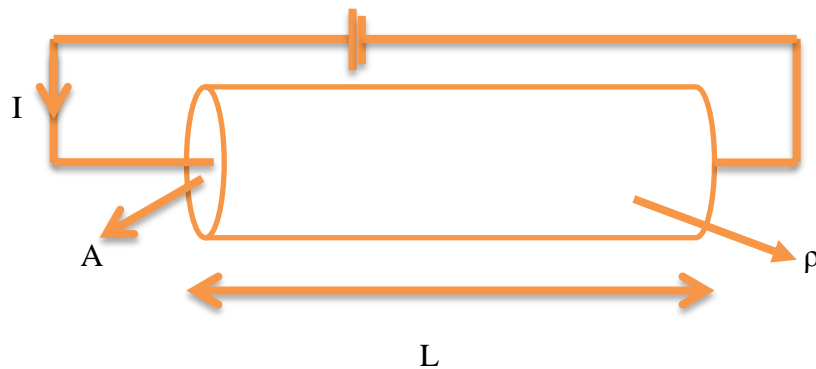
Hukum fisika yang mendasari resistivitas adalah hukum Ohm dengan perumusan pada persamaan 2.2.

$$V=I.R \quad (2.2)$$

Arus yang mengalir (I) pada suatu medium sebanding dengan tegangan (V) yang terukur pada suatu nilai resistansi (R) medium.

Terjadinya aliran arus listrik pada suatu batuan dan mineral dipengaruhi adanya elektron-elektron bebas, apabila batuan dan mineral tersebut memiliki banyak elektron bebas di dalamnya, maka batuan dan mineral tersebut dapat dialiri arus listrik melalui elektron-elektron bebas tersebut. Selain dipengaruhi oleh elektron-elektron bebas, aliran listrik juga dipengaruhi oleh sifat dan karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Resistivitas merupakan salah satu sifat atau karakteristik batuan yang dapat menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya (Rahmah, 2009).

Resistivitas berbeda dengan resistansi (hambatan). Selain bergantung pada bahan, resistansi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. Penjelasan hubungan antara resistivitas dengan resistansi dapat dilihat dari Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Silinder Konduktor (Haryanto, 2011)

Apabila ditinjau pada sebuah silinder yang mempunyai panjang L , luas penampang A , tahanan jenis ρ serta resistansi, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Menurut Rahmah (2009), secara fisis rumus tersebut dapat diartikan jika panjang silinder konduktor (L) dinaikkan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor dikecilkan yang berarti luas penampang (A) berkurang maka resistansi juga meningkat. Dimana ρ adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam Ωm . Sedangkan menurut hukum Ohm, resistansi (R) dirumuskan pada persamaan 2.4.

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.4)$$

Jika persamaan 2.3 disubstitusikan dengan persamaan 2.4, maka didapatkan nilai resistivitas (ρ) sebesar:

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (2.5)$$

Sedangkan sifat konduktifitas (σ) batuan adalah kebalikan dari resistivitas (ρ).

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \frac{I L}{A V} = J \frac{1}{E} = \frac{J}{E} \quad (2.6)$$

dengan

J : rapat arus listrik (arus listrik persatuan luas)

E : medan listrik dalam volt/meter

Menurut Rahmah (2009), material bumi memiliki karakteristik fisika yang bervariasi, dari sifat porositas, permeabilitas, kandungan fluida dan ion-ion di dalam pori-porinya, sehingga materi bumi memiliki variasi harga resistivitas. Variasi harga resistivitas material bumi ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

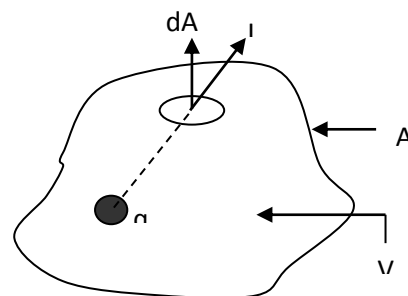
Tabel 2.1 Harga Tahanan Jenis Beberapa Jenis Bahan (Santoso 2002: 108)

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Udara (di muka bumi)	~
Kwarsa	4×10^{10}
Kalsit	5.5×10^{13}
Batuan garam	10^2 s/d 10^5
Granit	5×10^3 s/d 5×10^7
Batu gamping	60 s/d 3×10^3
Batu pasir	1 s/d 10^3
Batu serpih	20 s/d 2×10^3
Lempung dan tanah	1 s/d 10^4
Air distilasi	2×10^5
Air permukaan	30 s/d 3×10^3
Air tanah	40 s/d 6×10^2
Air laut	0.21

Menurut Nisa, dkk (2012), untuk harga resistivitas antara 0,02 - 6,40 Ωm merupakan batuan dasar yang tersusun atas lempung, pada lapisan tersebut telah mengandung air asin.

2.4 Potensial Listrik di Dalam Bumi

Jika suatu arus dialirkan secara kontinyu pada medium homogen isotropis seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Medium homogen isotropis dialiri arus listrik

Dimana dA adalah elemen luasan permukaan dan J adalah rapat arus listrik dalam ampere/meter², maka besarnya elemen arus listrik dI yang melalui elemen permukaan tersebut adalah:

$$dI = \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (2.7)$$

Sesuai dengan hukum Ohm, rapat arus \vec{J} dan medan listrik \vec{E} yang ditimbulkannya yaitu :

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (2.8)$$

Medan listrik merupakan gradien potensial skalar (V) :

$$\vec{E} = -\nabla V \quad (2.9)$$

maka :

$$\vec{J} = -\sigma \nabla V \quad (2.10)$$

Jika diasumsikan muatannya tetap, berarti tidak ada arus yang keluar atau arus yang masuk dalam suatu volume tertutup dengan luas permukaan ∂A maka dapat ditulis

$$\int_A^\infty \vec{J} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (2.11)$$

Menurut teorema Gauss, divergensi arus yang keluar dari volume yang disamakan dengan luas permukaan A adalah sama dengan jumlah total muatan yang terdapat di permukaan A sehingga berlaku :

$$\int_0^{\infty} \bar{\nabla} \cdot \bar{J} dV = 0 \quad (2.12)$$

Sehingga diperoleh hukum Kekekalan Muatan:

$$\bar{\nabla} \cdot \bar{J} = -\bar{\nabla} \cdot \bar{\nabla}(\sigma \cdot V) = 0 \quad (2.13)$$

$$-\sigma \bar{\nabla} \cdot \bar{\nabla} V = -\sigma \nabla^2 V = 0 \quad (2.14)$$

Karena konduktivitas listrik medium (σ) bernilai konstan sehingga diperoleh bentuk persamaan laplace untuk potensial yaitu :

$$\nabla^2 V = 0 \quad (2.15)$$

Persamaan diferensial laplace yang digunakan berupa persamaan untuk koordinat bola karena medan equipotensial dalam bumi berupa simetri bola.

Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} = 0 \quad (2.16)$$

Dengan mengasumsikan bumi homogen isotropis dan simetri bola, maka potensial V merupakan fungsi r saja ($V = V(r)$), akibatnya solusi umum persamaan laplace dalam sistem koordinat bola adalah :

$$\nabla^2 V = \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dV}{dr} \right) = 0 \quad (2.17)$$

Integrasi dua kali berturut-turut terhadap persamaan 2.17 menghasilkan :

$$\int r^2 \frac{dV}{dr} dr = 0 \quad (2.18)$$

$$\int \frac{dV}{dr} = C_1 \quad (2.19)$$

$$\int \frac{dV}{dr} = \int \frac{C_1}{r^2} dr \quad (2.20)$$

$$V(r) = \int \frac{C_1}{r^2} dr \quad (2.21)$$

$$V(r) = -\frac{C_1}{r} + C_2 \quad (2.22)$$

dengan C_1 dan C_2 adalah konstanta.

Bila diterapkan syarat batas untuk potensial yaitu pada jarak $r = \infty$, maka potensial di tempat itu adalah nol, sehingga diperoleh $C_2 = 0$ membuat persamaan (2.22) menjadi:

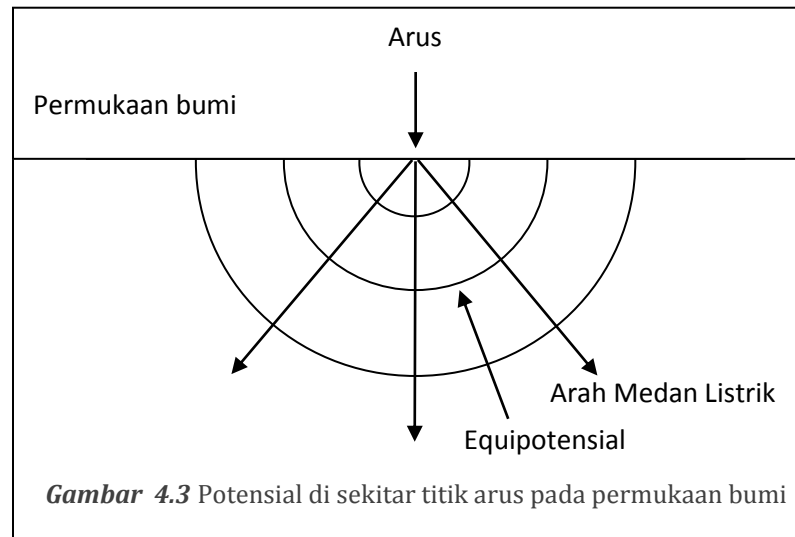
$$V = -\frac{C_1}{r} \quad (2.23)$$

2.5 Potensial di Sekitar Titik Arus di Permukaan Bumi

Permukaan yang dilalui arus I adalah permukaan setengah bola dengan luas $2\pi r^2$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{(r)} = \frac{I\rho}{2\pi r^2} \quad (2.23)$$

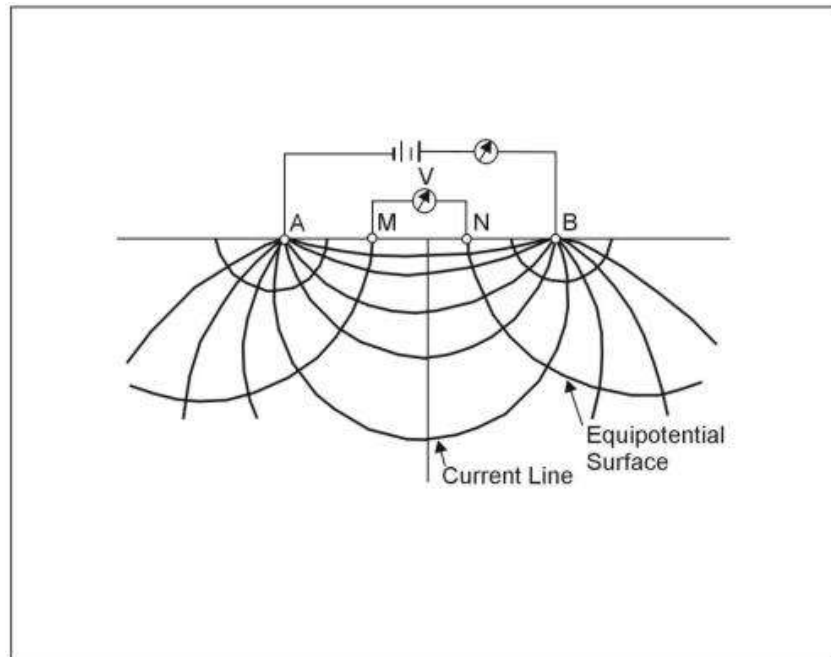
$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.24)$$



Gambar 2.5 Potensial di sekitar titik arus pada permukaan bumi

2.6 Dua Elektroda Arus dengan Polaritas Berlawanan dan Konfigurasi Wenner

Ilustrasi garis ekuipotensial yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Garis Equipotensial Arus antara Elektroda pada Media Homogen (Taib, 2000)

Menurut Adhi, dkk., (2011) semakin besar jarak antar elektroda menyebabkan makin dalam tanah yang dapat diukur. Beda potensial yang terjadi pada MN karena injeksi arus pada AB dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta V = V_M - V_N \quad (2.25)$$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \quad (2.26)$$

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.27)$$

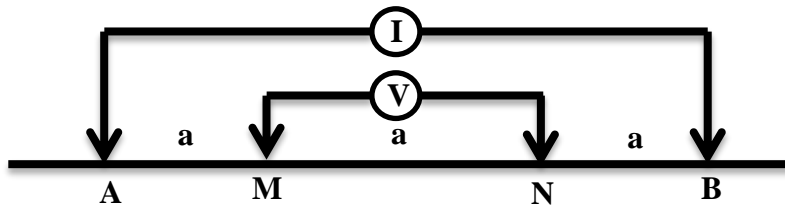
sehingga

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

dengan

$$k = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \quad (2.29)$$

Konfigurasi *Wenner* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan.. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Konfigurasi *Wenner*

Dalam konfigurasi seperti pada Gambar 2.7 $AM = MN = NB = a$, maka faktor geometri Konfigurasi *Wenner* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 K_w &= \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM}\right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN}\right)} \\
 &= \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)} \\
 &= \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{a} + \frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a}\right]} \\
 &= \frac{2\pi}{\frac{2}{a} - \frac{2}{2a}} \\
 &= \frac{2\pi}{\frac{2a - 2a}{2a}} = \frac{2\pi}{\frac{2a}{2a^2}} = \frac{2\pi}{\frac{1}{a}}
 \end{aligned}$$

$$K_w = 2\pi a \quad (2.29)$$

Sedangkan tahanan jenis (resistivitas) pada konfigurasi Wenner adalah :

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

dimana

$$K_w = 2 \pi a$$

dengan :

ρ_w = Resistivitas semu

K_w = Faktor geometri

a = Jarak elektroda

V = Besarnya tegangan

I = Besarnya arus

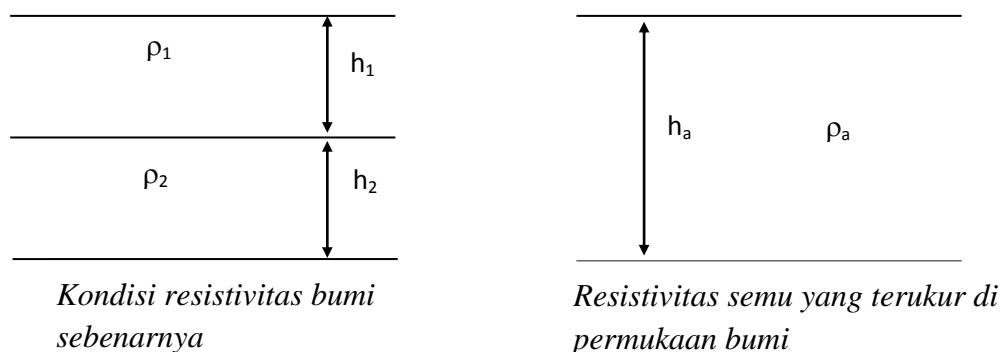
Haryanto (2011) beranggapan bahwa pengukuran geolistrik dapat dilakukan dengan tujuan berbeda yaitu pengukuran untuk *mapping* dan *sounding*. Tujuan *mapping* adalah untuk mengetahui informasi variasi resistivitas secara lateral sehingga teknik *mapping* dilakukan dengan menggunakan konfigurasi elektroda tertentu dengan jarak antar elektroda tetap, seluruh susunan elektroda dipindah mengikuti lintasan. Konfigurasi elektroda yang biasa digunakan adalah Wenner dan Dipole. Sedangkan tujuan *sounding* adalah untuk memperkirakan

variasi resistivitas sebagai fungsi dari kedalaman pada suatu titik pengukuran. Mengingat jarak antar elektroda menentukan kedalaman titik pengukuran, maka pengukuran dilakukan dengan jarak antar elektroda bervariasi. Konfigurasi elektroda yang biasa digunakan adalah Wenner dan Schlumberger.

Sehingga keuntungan dari konfigurasi wenner yaitu selain dapat digunakan untuk pengukuran *mapping* dan *sounding*.

2.7 Konsep Resistivitas Semu

Dalam pengukuran, nilai potensial yang diperoleh adalah nilai potensial untuk medium yang berlapis. Faktanya bumi terdiri dari beberapa lapisan dengan nilai resistivitas ρ yang berbeda-beda, namun apabila mengasumsikan bumi sebagai medium yang mempunyai sifat homogen isotropik maka bumi dianggap terdiri dari lapisan yang sama (homogen) seperti pada Gambar 2.8 sehingga nilai resistivitas yang terukur dipermukaan bumi bukanlah nilai resistivitas yang sebenarnya melainkan nilai resistivitas semu. Resistivitas semu yang terukur merupakan resistivitas gabungan dari beberapa lapisan tanah yang dianggap sebagai satu lapisan homogen (Rina, 2006).



Gambar 2.8 Konsep Resistivitas Semu dalam Lapisan tanah

Misalkan dalam medium terdiri dari dua lapisan dan mempunyai resistivitas yang berbeda (ρ_1 dan ρ_2), namun dalam pengukuran, medium ini dianggap hanya terdiri dari satu lapisan homogen yang memiliki satu nilai resistivitas yaitu resistivitas semu ρ_a . Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau. Konduktansi lapisan fiktif ini sama dengan jumlah konduktansi masing-masing lapisan, yaitu $\sigma_a = \sigma_1 + \sigma_2$ (Haryanto, 2011).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Pengumpulan data geolistrik dilakukan secara real di lapangan yang dilakukan pada bulan Maret 2013 di daerah Kencono Wungu, Taman Purwogondo, Balai Kota, Johar, Tawang yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengukuran adalah Geolistrik Multichannel (S-Field) seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Alat resistivitas S-Field 16 elektroda otomatis multichannel

Adapun spesifikasi teknisnya sebagai berikut:

High voltage transmitter

- + Power : 75 W by 2x12 V NiCad Battery (low power consumption)
- + AB voltage : Automatic 500 V (100mA)
- + Input voltage: Max 1000 V
- + AB current : 100 mA current source transmitter with anti short circuit
- + Injection time: 2-5 s

Data acquisition

- + Resolution : Auto range 5x12 bit
- + DVM impedance : 10 M Ω
- + Sampling rate : 250 ms
- + Kedalaman penetrasi : > 200 m (moist soil)

PC controller

- + Type : IBM compatible

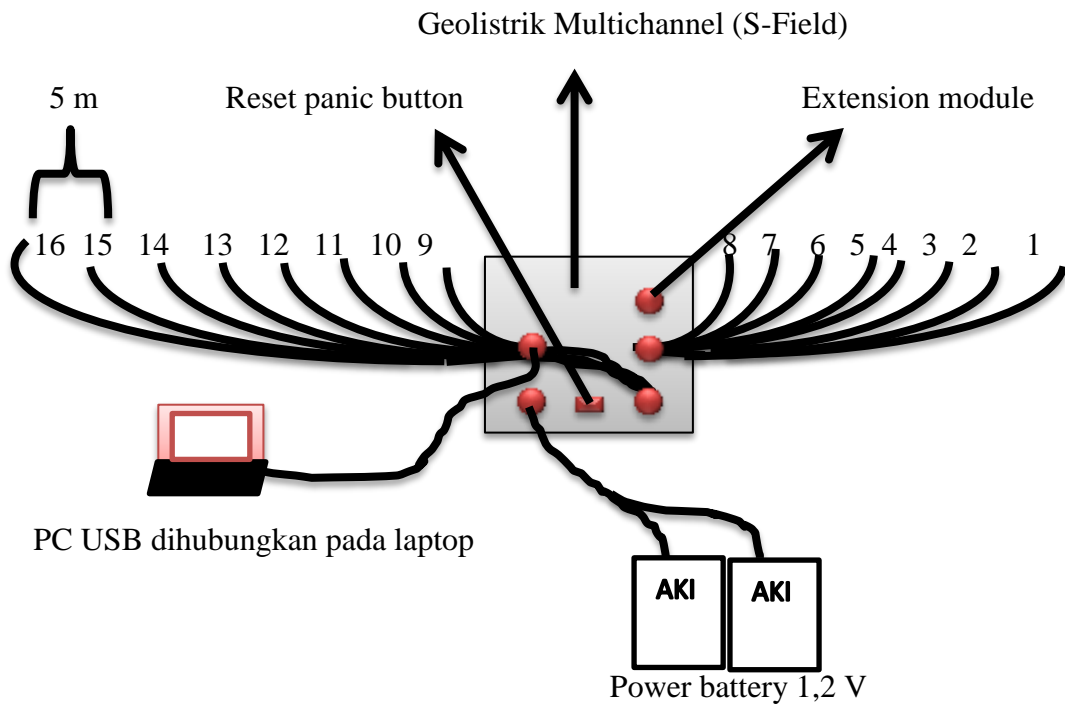
🚦 Operating system : Microsoft Windows

Keutamaan dari alat Geolistrik Multichannel (S-Field) adalah:

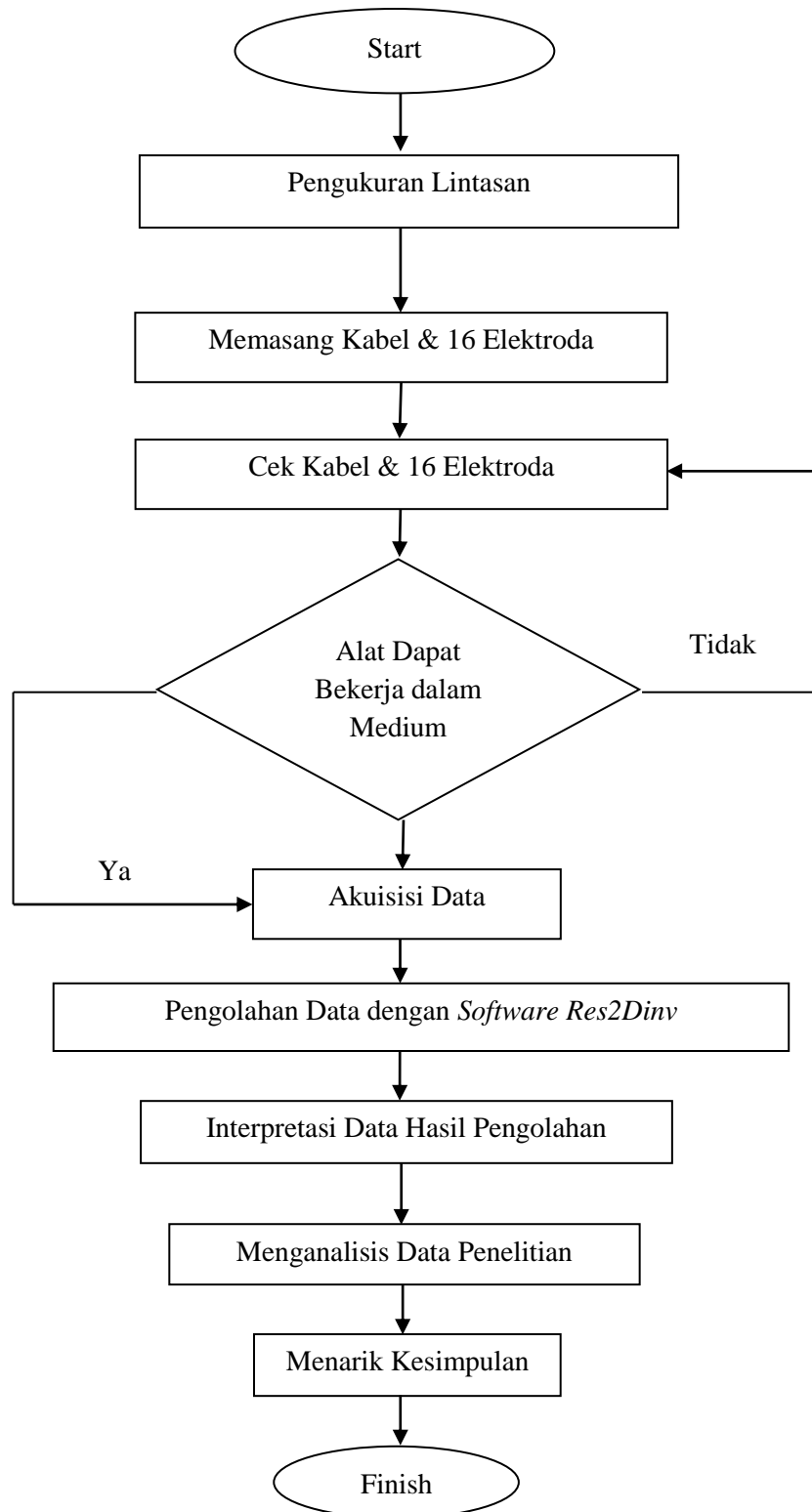
- ✓ Pengukuran dilakukan *full* otomatis untuk data ID (sounding), 2D dan 3D (profiling)
- ✓ Format *Output file* 2D sudah kompatibel dengan software Res2Dinv
- ✓ Multi elektroda (standard 16 elektroda dan dapat ditingkatkan menjadi 32/64/128, kelipatan 16 sampai dengan 1000 elektroda)
- ✓ Arus 100 mA (current sources)
- ✓ Data tersimpan dalam format ASCII kompatibel pada software Res2Dinv
- ✓ *Long life battery*
- ✓ *Anti short circuit*
- ✓ Setting lapangan dikontrol oleh PC Laptop
- ✓ Bisa digunakan untuk pengukuran sounding atau profiling/mapping resistivitas
- ✓ Instrument S-Field bisa diupgrade dengan alat ukur Induce Polarization/IP

Geolistrik Multichannel (S-Field) mempunyai komponen standar yang meliputi:

- S-Field (main unit)
- Battery 75 W by 2 x 12 V NiCad Battery
- Instruction manual



Gambar 3.4 Skema Susunan Alat Geolistrik Multichannel (S-Field)



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian Geolistrik Multichannel (S-Field)

3.4 Prosedur Penelitian

Pengambilan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengukur panjang lintasan penelitian.
2. Menancapkan 16 elektroda dengan spasi antar elektroda sejauh 5 m.
3. Memasang kabel pada masing-masing elektroda.
4. Menyusun alat seperti pada Gambar 3.3.
5. Melakukan kontrol lapangan menggunakan software akuisisi geores seperti pada Gambar 3.2.

3.5 Pengolahan Data Geolistrik Multichannel (S-Field)

Pengambilan data dilakukan melalui 2 elektroda potensial dan 2 elektroda arus. Pengambilan data dilakukan bergiliran sesuai dengan titik data yang di inginkan. Berikut ini adalah contoh tabel data untuk konfigurasi wenner.

Datum	Dept h	Axis	A	M	N	B	I:AB	V:MN
1	1	1	1	2	3	4	0.1176	0.1105
2	1	2	2	3	4	5	0.1166	0.491
3	1	3	3	4	5	6	0.1145	0.2004
4	1	4	4	5	6	7	0.1089	0.0834
5	1	5	5	6	7	8	0.1181	0.0116
6	1	6	6	7	8	9	0.1175	0.2807
7	1	7	7	8	9	10	0.095	0.063
8	1	8	8	9	1	11	0.1178	0.1537
...	0
...
...
35	5	1	1	6	1	16	0.1163	0.3015
					1			

Dari data di atas kemudian dihitung nilai resistivitas semu tiap data dengan rumus $\rho = (V/I) \cdot K$ dan dimasukkan dalam file notepad dengan urutan,

Line 1 Nama Survei

Line 2 Spasi elektroda terpendek

Line 3 Tipe pengukuran (wenner=1, schlumberger=7, pole-pole=2, dll)

Line 4 Jumlah Total Data

Line 5 Tipe untuk lokasi x untuk datum points

Masukkan 0 jika elektroda pertama diketahui

Masukkan 1 jika titik tengahnya diketahui

Line 6 Data IP=1, Data Resistivity=0

Line 7 Posisi x, spasi elektroda, (factor pemisah elektroda, n hanya untuk konfigurasi wenner schlumberger, pole-dipole dan dipole-dipole), rho pada data pertama.

Line 8 Posisi x, spasi elektroda, rho pada data kedua dst.

Line 9 tulis 2 jika ingin memasukkan data topografi

Line 10 Jumlah data topografi

Line 11 Bentangan, elevasi

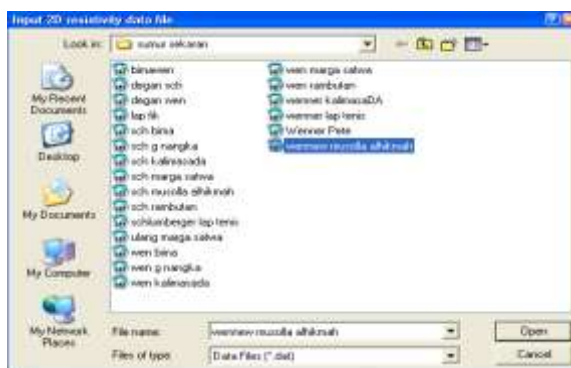
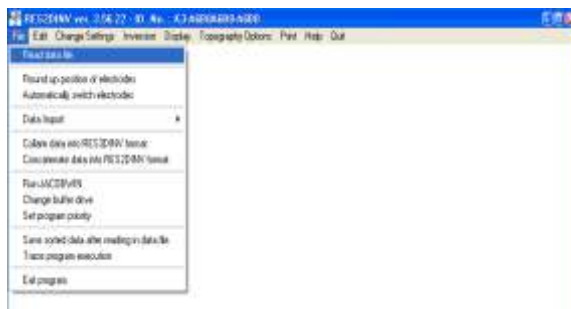
Line 12 tulis 1 untuk mengakhiri data topografi

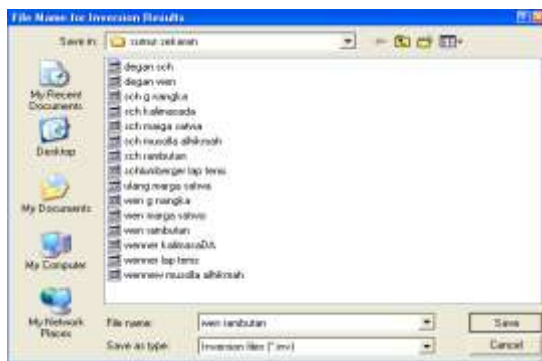
Line 13 ketik 0 ke bawah 4x.

Dari data yang dibuat di notepad kemudian disimpan dalam ekstensi *.dat. kemudian dibuka dengan software Res2DINV.

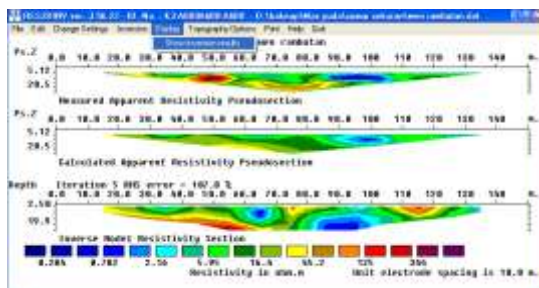
Langkah-langkah dalam proses pengolahan data dengan software Res2Dinv adalah sebagai berikut:

1. Membuka Software Res2DINV
2. Klik file
3. Memilih Read Data File
4. Memilih data *.dat yang akan di olah.
5. Klik Inversion
6. Memilih Least Square Inversion
7. Jika muncul tampilan File Name for Inversion Result maka klik save





8. Klik Yes/ok hingga muncul gambar seperti dibawah ini.



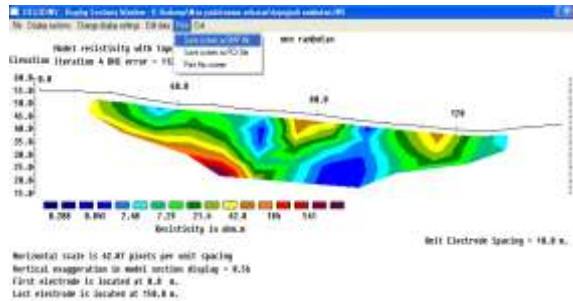
9. Klik display lalu pilih Show Inversion Result

10. Akan muncul Message box. Klik Ok.



11. Klik Display Sections dan pilih Include topography in model display.

Maka akan muncul gambar seperti dibawah ini.



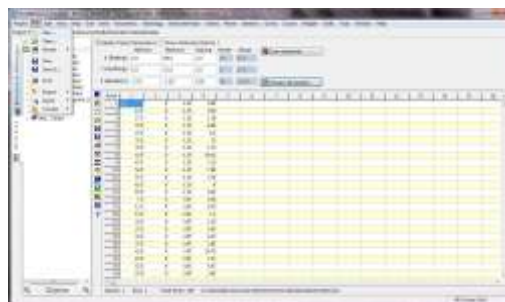
12. Untuk menyimpan kedalam format gambar klik print, save as bmp.

13. Untuk Menyimpan dalam format xyz pilih file save data in XYZ format.

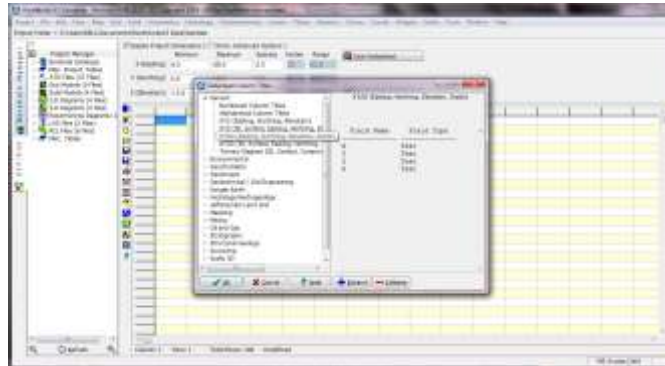
14. Untuk menyimpan nilai resistivitas berdasarkan warna pilih menu file kemudian pilih save countur value, gunanya agar mudah dalam menentukan interval warna nilai.

Sedangkan langkah-langkah untuk tampilan 3 dimensi yang menggunakan software rockwork adalah sebagai berikut:

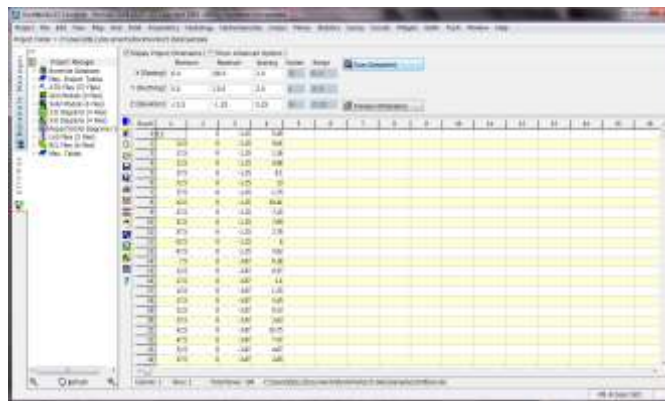
1. Klik File, New lalu aka muncul tampilan sebagai berikut



2. Pilih XYZG (Easting, Northing, Elevation, Grade) lalu klik ok



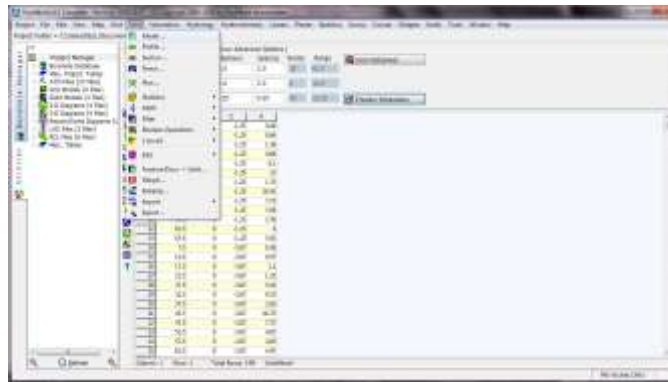
3. Copy paste data XYZG ke dalam kolom lalu klik Scan Datasheet



4. Pilih Scan for XYZ-Data lalu klik Process



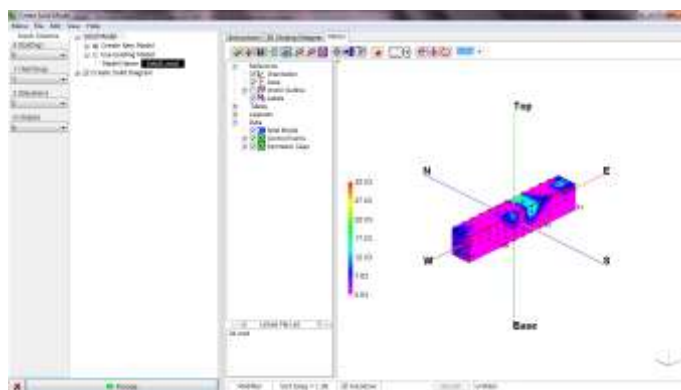
5. Klik Solid lalu pilih Model



6. Kemudian klik scan dataset maka akan muncul seperti pada gambar di bawah ini



7. Pilih Process hingga muncul gambar seperti di bawah ini



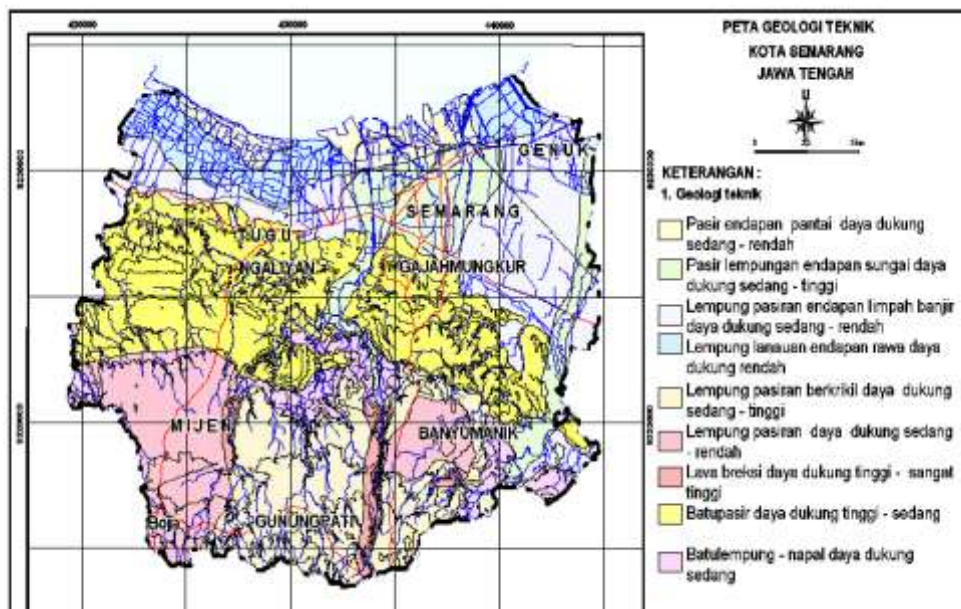
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan secara real di lapangan adalah berupa kuat arus listrik (I) dan beda potensial (V) dari setiap lintasan pengukuran yang kemudian dihitung dalam nilai resistivitas semu. Besarnya nilai resistivitas semu dikelompokkan sesuai dengan kedalaman lapisan. Dari data-data yang telah tersusun kemudian diolah dengan menggunakan software *Res2Dinv*, setelah tahapan-tahapan tersebut selesai, selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan nilai resistivitas sebenarnya. Dengan demikian dapat diketahui nilai resistivitas sebaran intrusi air laut atau lapisan penyusun lainnya pada penampang resistivitas bawah permukaan.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nisa, dkk (2012), untuk harga resistivitas antara 0,02 - 6,40 Ωm merupakan batuan dasar yang tersusun atas lempung, pada lapisan tersebut telah mengandung air asin. Sedangkan harga resistivitas antara 10,57 – 20,43 Ωm merupakan batuan dasar yang berupa material pasir. Hasil yang terlihat pada penampang geolistrik, daerah penelitian tersusun atas lapisan material lempung dan material pasir yang diinterpretasikan berdasarkan perbedaan nilai resistivitas yang divisualisasikan oleh warna tertentu. Berdasarkan peta geologi daerah Semarang seperti pada

Gambar 4.1, daerah Semarang termasuk daerah yang tersusun atas pasir lempungan endapan sungai dan lempung pasiran.



Gambar 4.1 Peta Geologi Kota Semarang

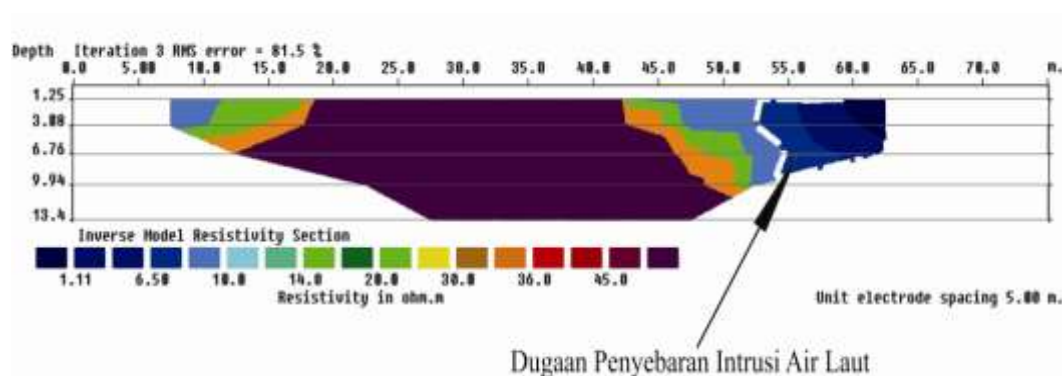
Penelitian di lakukan di beberapa titik di kawasan Semarang Utara. Di daerah Johar dan Balaikota hanya diambil 1 line karena kondisi lapangannya yang tidak memungkinkan untuk ditancapkan elektroda dikarenakan semua tanah sudah dipaving. Di daerah Tawang, Kencono Wungu, dan Taman Purwogondo dapat diambil 3 line karena di daerah tersebut masih terdapat tanah lapang yang belum dipaving sehingga bisa menancapkan elektroda. Panjang setiap line disemua titik disamakan yaitu 75 m dengan spasi setiap elektrodanya sebesar 5 m. Hasil penelitian diolah dengan perangkat lunak *Microsoft Exel*, *Res2Dinv*, dan *Rockwork*. Untuk menginterpretasikan lapisan bawah permukaan yang mengalami intrusi air laut sesuai dengan kedalamannya dilakukan dengan membaca dan

mengevaluasi penampang berdasarkan nilai resistivitas yang diperoleh dalam pengukuran di lapangan. Dari hasil pengolahan data, nilai resistivitas suatu material ditunjukkan berdasarkan pencitraan warna.

4.1. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1.1 Daerah Johar

Daerah Johar dilakukan penelitian dengan 1 bentangan saja, hal ini dikarenakan kondisi tanahnya yang tidak mendukung untuk menancapkan elektroda. Kondisi tanah berpaving sangat sulit untuk dialiri arus listrik. Karena pada penelitian ini hanya terdiri dari 1 bentangan saja, maka hasil yang ditampilkan hanya berupa tampilan 2 dimensi yang dapat dilihat Pada Gambar 4.2.



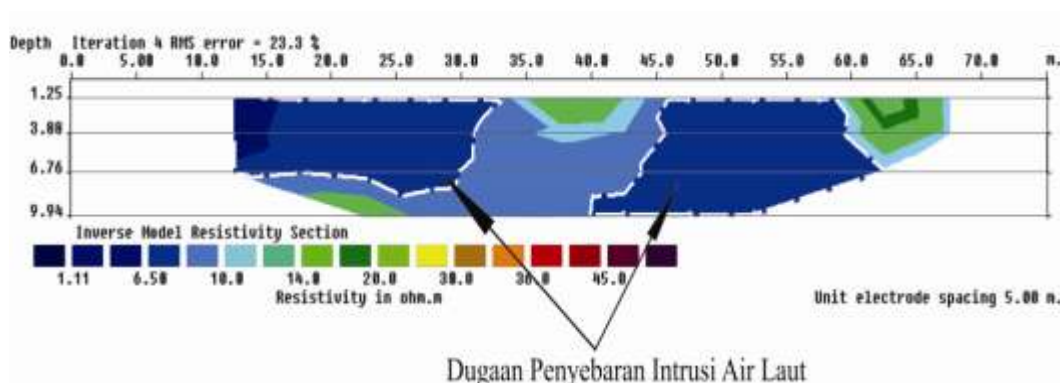
Gambar 4.2 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Johar

Sesuai dengan evaluasi dari penelitian sebelumnya, tabel harga tahan jenis, peta geologi, serta analisis dari Gambar 4.2, dapat dilihat material yang terkandung di bawah permukaan daerah penelitian yaitu berupa material lempung

dan pasir. Nilai resistivitas air bersih yang tercemar berkisar antara 0,2 Ωm hingga 10 Ωm . Dari hasil interpretasi lapisan bawah permukaan, sebagian besar daerah Johar merupakan material pasir dengan nilai resistivitas berkisar antara 14 Ωm hingga 45 Ωm . Untuk pencitraan warna biru dengan nilai resistivitas berkisar antara 6,5 Ωm hingga 10 Ωm merupakan material lempung yang terintrusi air laut. Sehingga perkiraan penyebaran intrusi air laut pada Gambar 4.2 terjadi pada kedalaman 1.25 meter hingga 9.94 meter di bentangan meter ke 54 sampai meter ke 63 dengan nilai resistivitas berkisar antara 1.11 Ωm hingga 6,5 Ωm .

4.1.2 Daerah Balai Kota

Penelitian ini dilakukan di taman sekitar area Balai Kota yang kondisi tanahnya masih berupa tanah liat. Namun penelitian pada daerah ini hanya dilakukan dengan 1 bentangan karena kondisi taman yang tidak begitu luas, sedangkan area sekitar Balai Kota yang lainnya berupa tanah berpaving. Hasil dari penelitian dan pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 4.3.

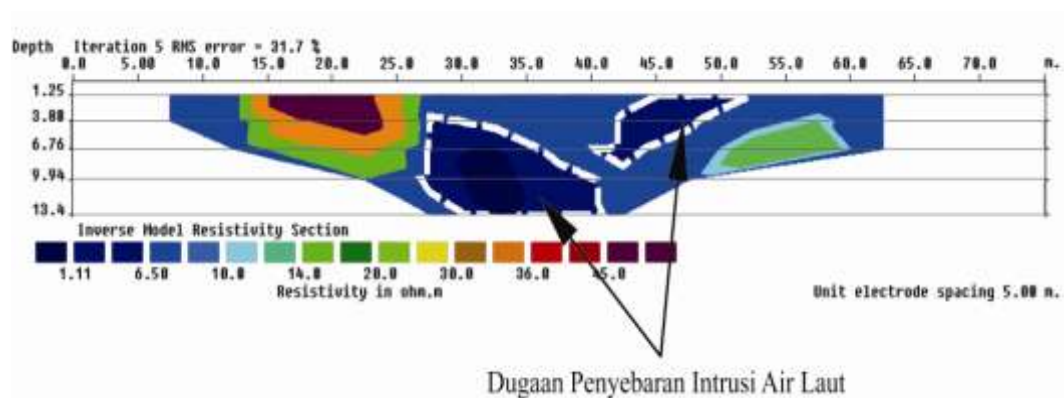


Gambar 4.3 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Balaikota

Analisis dari Gambar 4.3, hampir 50% daerah penelitian terkena intrusi air laut. Penyebaran intrusi air laut di daerah ini diperkirakan terjadi pada kedalaman antara 1,25 meter hingga 9 meter di bentangan meter ke 12 sampai meter ke 34, serta pada kedalaman 1,25 meter hingga 9,94 meter di bentangan meter ke 40 sampai meter ke 60. Penyebaran intrusi air laut dapat dilihat pada Gambar 4.3 dengan garis batas putus-putus berwarna putih dan ditunjukkan oleh kedua anak panah. Untuk pencitraan warna biru muda yang mempunyai nilai resistivitas berkisar antara $6,5 \Omega\text{m}$ hingga $10 \Omega\text{m}$, penulis menduga adanya pencemaran air dari limbah lain, bukan dari air laut. Dari hasil penelitian sebelumnya tentang sebaran air tanah asin di wilayah Semarang yang dilakukan oleh Irham, dkk., (2006), air tanah tawar-payau hanya dijumpai di dua tempat, salah satunya adalah sekitar Tugu Muda dan Jl. Pemuda. Hal ini semakin menguatkan analisis tentang adanya penyebaran intrusi air laut di daerah Balai Kota.

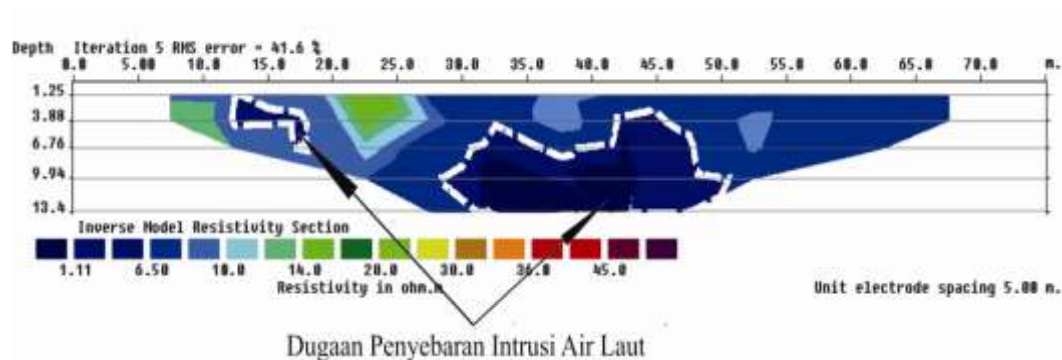
4.1.3 Daerah Kencono Wungu

Dalam penelitian yang dilakukan di daerah Kencono Wungu, penulis dapat membentangkan 3 lintasan karena pada daerah tersebut terdapat tanah lapang. Masing-masing lintasan mempunyai panjang yang sama yaitu 75 meter dan spasi elektroda yang sama pula yaitu 5 meter. Dari data yang diperoleh di lapangan dan hasil pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak *Res2Divn*, lintasan pertama dapat dilihat pada Gambar 4.4.



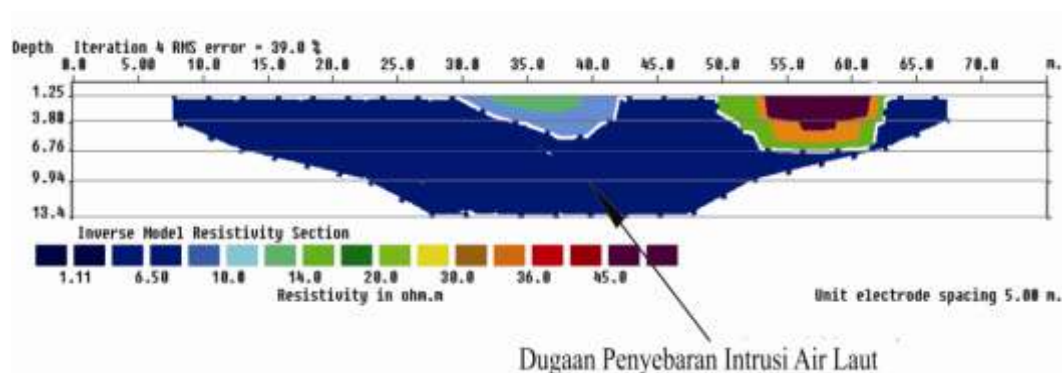
Gambar 4.4 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Kencono Wungu Lintasan 1

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat sebaran material lempung yang diduga mengandung air asin hampir merata pada kedalaman yang berkisar antara 1,2 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 25 sampai meter ke 40 dan pada kedalaman berkisar antara 1,25 hingga 8 meter di bentangan meter ke 40 sampai meter ke 53 dengan nilai resistivitas berkisar antara 1,11 Ω m hingga 6,5 Ω m. Untuk pencitraan warna biru muda juga merupakan lapisan lempung yang kemungkinan tercemar oleh limbah lain dan bukan oleh air laut karena lapisan tersebut mempunyai nilai resistivitas berkisar antara 6,5 Ω m hingga 10 Ω m. Dugaan penyebaran intrusi air laut ditunjukkan oleh anak panah pada Gambar 4.4. Untuk hasil pengolahan data dengan tampilan 2-D pada lintasan kedua dapat dilihat pada Gambar 4.5.



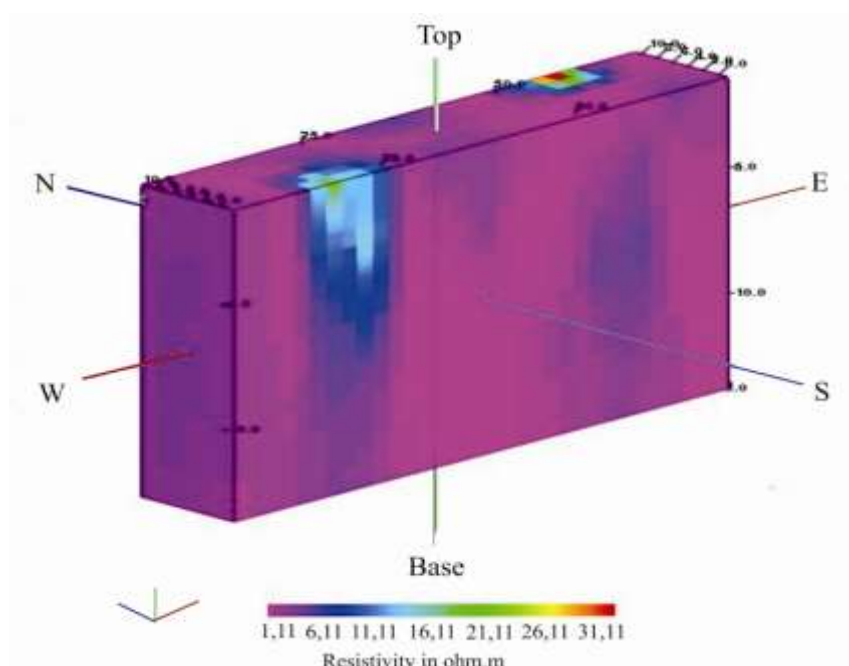
Gambar 4.5 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Kencono Wungu Lintasan 2

Analisis dari lintasan kedua yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5, lapisan bawah permukaan terdiri dari material lempung dan material pasir dengan nilai resistivitas yang rendah. Penyebaran intrusi air laut kemungkinan terjadi pada kedalaman yang berkisar antara 1,25 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 27 sampai meter ke 50 yang ditunjukkan oleh anak panah pada Gambar 4.5. Untuk hasil pengolahan data dengan tampilan 2-D pada lintasan ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Kencono Wungu Lintasan 3

Pada Gambar 4.6 hanya terlihat sedikit lapisan bawah permukaan yang berupa material pasir dan selebihnya adalah material lempung. Lapisan bawah permukaan yang berupa material pasir hanya terdapat pada kedalaman 1,25 meter hingga 6,76 meter di bentangan meter ke 50 sampai meter ke 63. Karena pada lintasan ketiga hampir semua lapisan bawah permukaan dengan kedalaman 1,25 meter hingga 13,4 meter berupa material lempung yang memiliki nilai resistivitas berkisar antara 1,11 Ωm hingga 6,5 Ωm , maka penulis menduga adanya intrusi air laut secara merata pada lintasan ketiga. Untuk melihat pendugaan penyebaran intrusi air laut pada lintasan ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.6 yang ditunjukkan oleh kedua anak panah. Dari ketiga lintasan tersebut digabung menjadi satu dan diolah kembali pada perangkat lunak *Rockwork* untuk memperoleh tampilan 3-D. Tampilan dalam bentuk 3-D dapat dilihat pada Gambar 4.7.

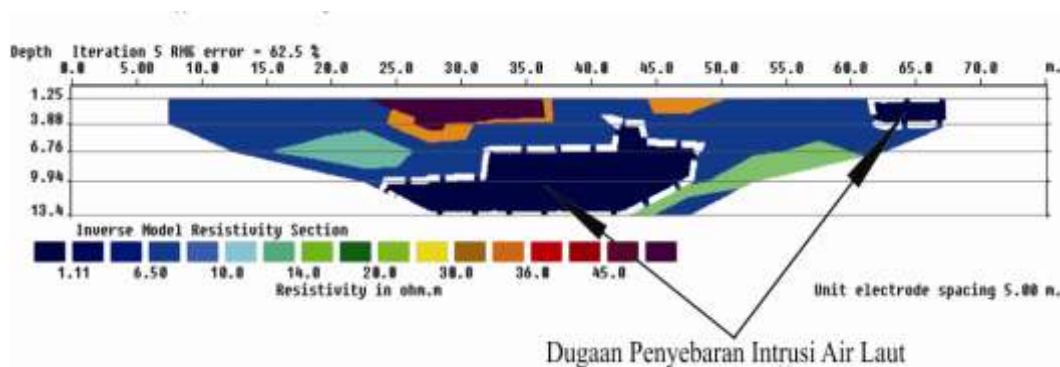


Gambar 4.7 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 3-D

Lintasan pertama, kedua, dan ketiga yang digabung menjadi satu dan diolah dengan perangkat lunak *Rockwork* sehingga diperoleh tampilan dalam bentuk 3-D seperti pada Gambar 4.7. Pada Gambar 4.7 dapat diinterpretasikan untuk warna ungu dengan nilai resistivitas berkisar antara 1,11 hingga 6,11 Ωm mewakili material lempung yang mengandung air asin. Warna biru tua hingga biru muda dengan nilai resistivitas antara 6,11 hingga 11,11 Ωm mewakili material pasir. Semakin besar nilai kerapatan suatu bahan maka semakin besar pula nilai resistivitasnya. Pada tampilan 2-D terlihat seperti irisan lapisan bawah permukaan yang digunakan untuk melihat kedalaman dan penyebaran material yang terkandung didalamnya, sedangkan pada tampilan 3-D menampilkan bentuk keseluruhan lapisan yang dapat dilihat dari atas, bawah ataupun samping. Pada Gambar 4.7 dapat dilihat pencitraan warna ungu yang hampir menyeluruh pada daerah penelitian dengan nilai resistivitas antara 1,11 hingga 6,11 Ωm . Nilai resistivitas antara 1,11 hingga 6,11 Ωm diidentifikasi adanya air asin yang terkandung dalam material lempung, jadi dapat disimpulkan bahwa pendugaan intrusi air laut sudah menyebar ke seluruh daerah penelitian.

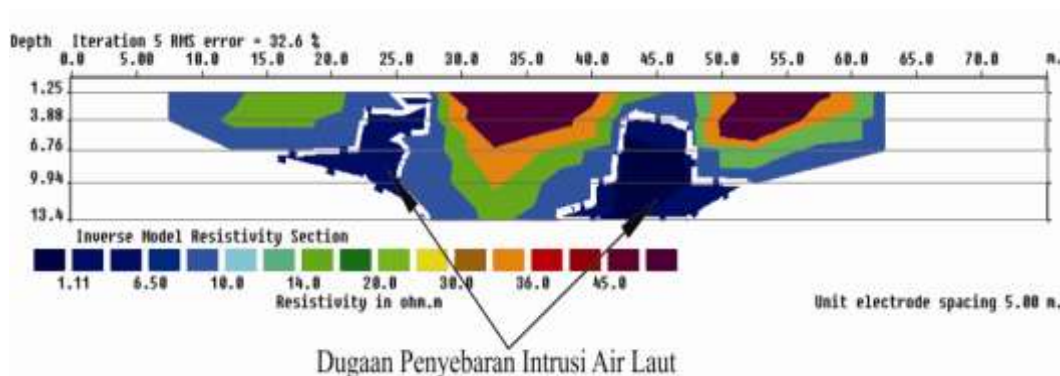
4.1.4 Daerah Taman Purwogondo

Di daerah Taman Purwogondo juga dilakukan penelitian dengan 3 lintasan karena pada daerah tersebut terdapat tanah lapang yang memungkinkan untuk membentangkan 3 lintasan. Dari data yang diperoleh di lapangan dan hasil pengolahan data dengan perangkat lunak *Res2Divn*, lintasan pertama dapat dilihat pada Gambar 4.8.



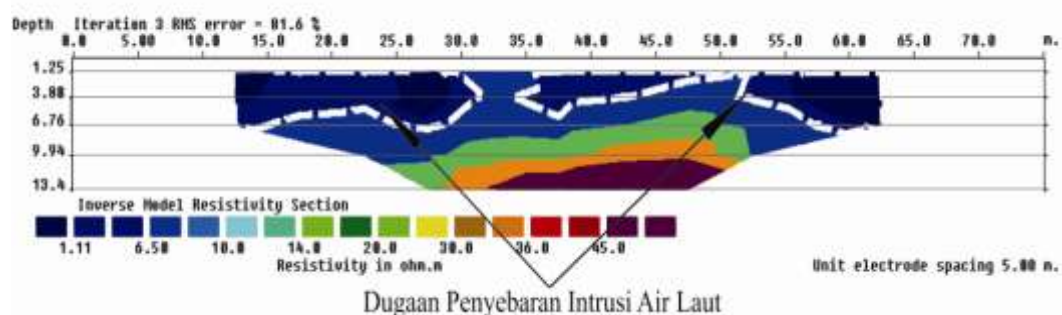
Gambar 4.8 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Taman Purwogondo Lintasan 1

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat sebaran material lempung yang diduga mengandung air asin yang terdapat pada kedalaman yang berkisar antara 3,88 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 23 sampai meter ke 49 yang mempunyai nilai resistivitas berkisar antara 1.11 Ω m hingga 6,5 Ω m dan juga terjadi pada kedalaman antara 1,25 meter hingga 3,88 meter di bentangan meter ke 62 sampai meter ke 67. Dugaan penyebaran intrusi air laut ditunjukkan oleh anak panah pada Gambar 4.8. Untuk hasil pengolahan data dengan tampilan 2-D pada lintasan kedua dapat dilihat pada Gambar 4.9.



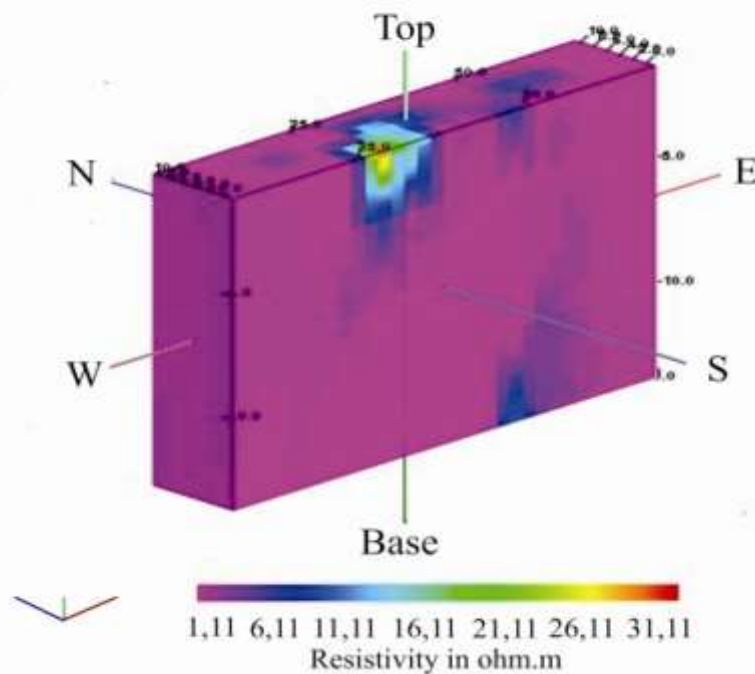
Gambar 4.9 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Taman Purwogondo Lintasan 2

Analisis dari lintasan pertama yang ditunjukkan oleh Gambar 4.9, lapisan bawah permukaan terdiri dari material lempung dan material pasir. Penyebaran material pasir dan material lempung adalah 50 : 50. Lapisan bawah permukaan yang berupa material pasir terjadi pada kedalaman 1,25 meter hingga 4 meter di bentangan meter ke 11 sampai meter ke 21 dengan nilai resistivitas antara 14 Ω m hingga 30 Ω m, terdapat juga pada kedalaman 1,25 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 28 sampai meter ke 45, serta pada kedalaman 1,25 meter hingga 9 meter di bentangan meter ke 48 sampai meter ke 63. Sedangkan intrusi air laut diduga terjadi pada batuan dasar yang tersusun atas material lempung dengan nilai resistivitas berkisar antara 1.11 Ω m hingga 6,5 Ω m pada kedalaman 1,25 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 11 sampai meter ke 27 dan pada kedalaman 3,5 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 35 sampai meter ke 53 juga diduga adanya penyebaran intrusi air laut. Daerah penyebaran intrusi air laut ditunjukkan anak panah pada Gambar 4.9. Sedangkan untuk hasil pengolahan data dengan tampilan 2-D pada lintasan ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Taman Purwogondo Lintasan 3

Pada Gambar 4.10 diduga adanya penyebaran intrusi air laut yang ditunjukkan oleh anak panah. Diduga penyebaran intrusi air laut menyeluruh di semua bentangan pada kedalaman 1,25 meter hingga 9,94 meter dengan nilai resistivitas yang berkisar antara 1,11 Ωm hingga 6,5 Ωm . Sedangkan material pasir ditemukan pada kedalaman 6 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 25 sampai meter ke 53. Untuk tampilan 3-D dapat dilihat pada Gambar 4.11.



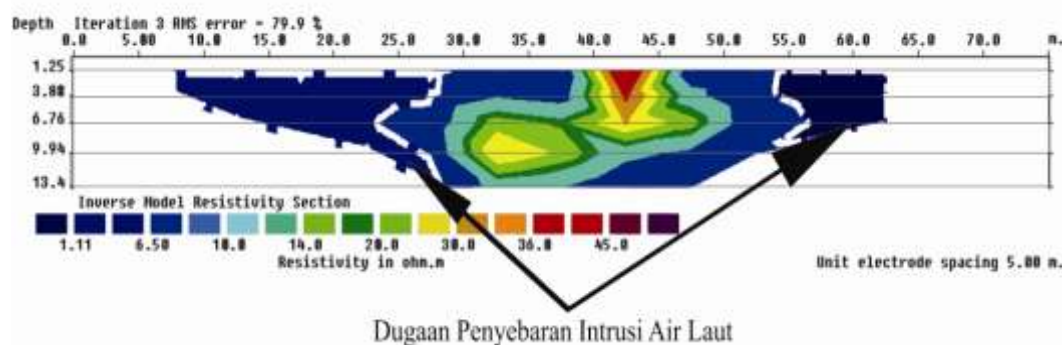
Gambar 4.11 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 3-D

Dari tampilan 3-D pada Gambar 4.11 dengan citra warna ungu yang memiliki nilai resistivitas antara 1,11 hingga 6,11 Ωm mewakili material lempung yang diperkirakan mengandung air asin. Semua daerah penelitian mempunyai nilai resistivitas yang rendah. Apabila nilai resistivitas lapisan tanah semakin

rendah maka konduktivitas lapisan tersebut akan semakin tinggi sehingga menyebabkan masuknya air laut semakin banyak.

4.1.5 Daerah Tawang

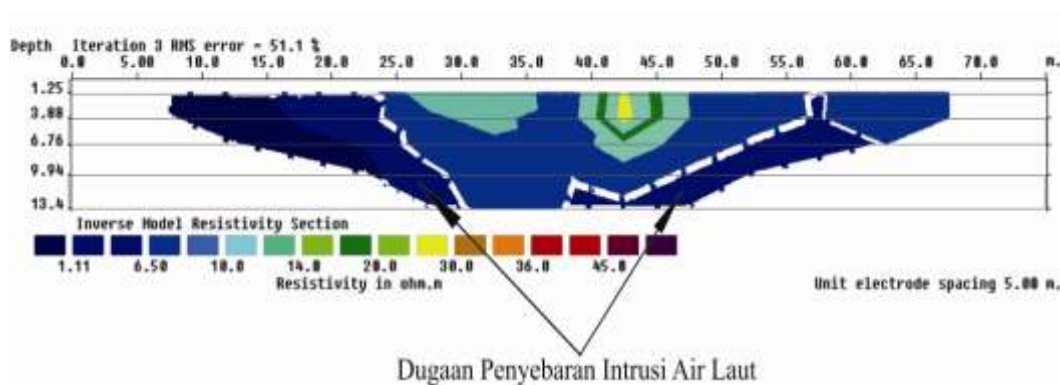
Karena kondisi lapangan yang memungkinkan untuk melakukan penelitian dengan 3 bentangan, maka di daerah Tawang diambil 3 *line*. Masing-masing lintasan mempunyai panjang yang sama yaitu 75 meter dan spasi elektroda yang sama pula yaitu 5 meter. Dari data yang diperoleh di lapangan dan hasil pengolahan data dengan perangkat lunak *Res2Divn*, lintasan pertama dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Tawang Lintasan 1

Pada Gambar 4.12 terlihat citra warna merah, orange, kuning, dan hijau dengan nilai resistivitas antara 14 Ω m hingga 45 Ω m yang mewakili material pasir. Material pasir terdapat pada kedalaman 1,25 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 30 sampai meter ke 50. Intrusi air laut diidentifikasi terjadi pada lapisan batuan dasar yang terusun oleh material lempung yang memiliki nilai resistivitas antara 1,11 Ω m - 6,5 Ω m. Perkiraan penyebaran intrusi air laut

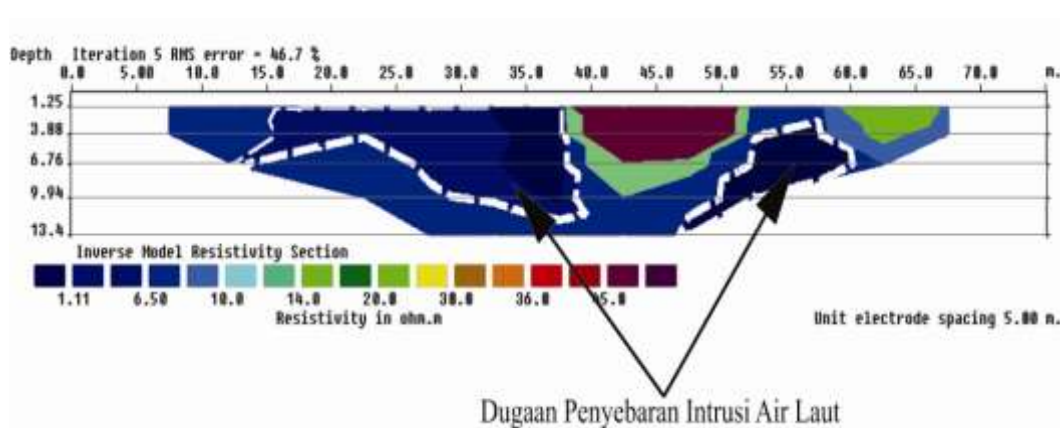
ditunjukkan dengan anak panah pada Gambar 4.12 pada kedalaman yang berkisar antara 1,25 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 7 sampai meter ke 29 dan pada kedalaman antara 1,25 meter hingga 9,94 meter di bentangan meter ke 54 sampai meter ke 63. Untuk hasil pengolahan data dengan tampilan 2-D pada lintasan kedua dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Tawang Lintasan 2

Analisis dari lintasan kedua yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13, lapisan bawah permukaan terdiri dari material lempung dan material pasir. Lapisan bawah permukaan yang berupa material lempung terjadi pada kedalaman 1,25 meter hingga 13,4 meter dengan nilai resistivitas antara 1,1 Ω m hingga 6,5 Ω m. Diperkirakan pada material lempung yang memiliki nilai resistivitas antara 1,1 Ω m hingga 6,5 Ω m mengandung air asin. Perkiraan daerah penyebaran intrusi air laut ditunjukkan oleh anak panah yang terdapat pada Gambar 4.13. Pada daerah penelitian ini, material pasir yang terkandung di bawah permukaan hanya sedikit, diantaranya pada kedalaman 1,25 meter hingga 3,88 meter di bentangan meter ke 26 sampai meter ke 35 dan pada kedalaman 1,25 meter hingga 9 meter di

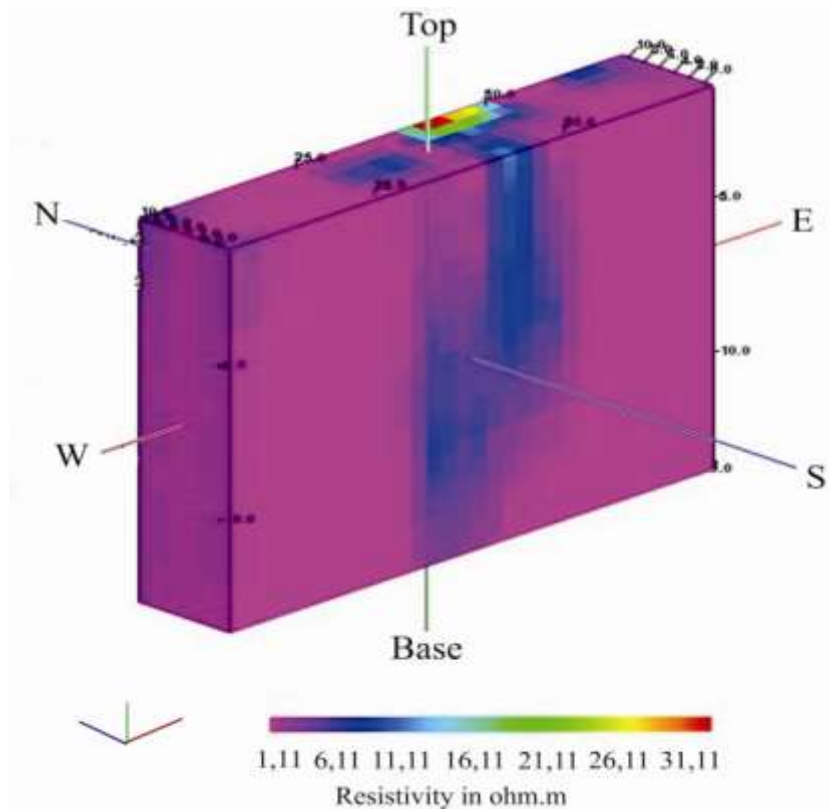
bentangan meter ke 40 sampai meter ke 47 dan selebihnya adalah material lempung yang mengandung air laut dan limbah lainnya. Sedangkan untuk hasil pengolahan data dengan tampilan 2-D pada lintasan ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 2-D di Daerah Tawang Lintasan 3

Sama seperti pada lintasan pertama dan kedua, pada lintasan ketiga juga banyak mengandung material lempung yang memiliki nilai resistivitas antara 1,1 Ω m hingga 6,5 Ω m pada kedalaman 1,25 meter hingga 13,4 meter di bentangan meter ke 14 sampai meter ke 39 dan dibentangan meter ke 46 sampai meter ke 60 seperti yang ditunjukkan oleh anak panah pada Gambar 4.14. Untuk material pasir terdapat pada kedalaman 1,25 meter hingga 7 meter di bentangan meter ke 38 sampai meter ke 52, serta pada kedalaman 1,25 meter hingga 3,88 meter di bentangan meter ke 59 sampai meter ke 66, selebihnya adalah material lempung yang mengandung limbah. Diperkirakan penyebaran intrusi air laut terjadi pada material lempung seperti yang ditunjukkan anak panah pada Gambar 4.14.

Dari ketiga lintasan tersebut digabung menjadi satu dan diolah kembali pada perangkat lunak *Rockwork* untuk memperoleh tampilan 3-D. Tampilan dalam bentuk 3-D dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Penampang Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan 3-D

Batuan penyusun akuifer pada suatu tempat berbeda dengan tempat yang lain, apabila batuan penyusun berupa pasir akan menyebabkan air laut lebih mudah masuk ke dalam airtanah. Pada Gambar 4.15 dapat dilihat penyebaran intrusi air laut yang menyebar hampir kesemua daerah penelitian dengan citra warna ungu yang memiliki nilai resistivitas antara 1,11 hingga 6,11 Ωm yang berupa material lempung. Sifat yang sulit untuk melepas air adalah lempung sehingga intrusi air laut yang telah terjadi pada daerah penelitian akan sulit untuk dikendalikan atau diatasi.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang berpacu pada penelitian terdahulu, maka penulis memperkirakan nilai resistivitas material lempung yang mengandung air laut berkisar antara 1,11 Ωm hingga 6,5 Ωm . Apabila dilihat dari peta geologi kota Semarang, daerah penelitian tersusun atas lapisan pasir lempungan endapan sungai dan tersusun atas lapisan lempung pasiran. Dari tampilan 2-D, penyebaran lapisan material lempung yang terintrusi air laut di daerah johan diperkirakan pada kedalaman 1,25 meter hingga 9,94 meter, namun di daerah Johar diperkirakan hanya sedikit daerah yang terkena intrusi air laut karena sebagian besar daerah tersebut mengandung material pasir. Sedangkan di daerah Balaikota, Kencono Wungu, Taman Purwogondo dan Tawang penyebaran lapisan material lempung yang terintrusi air laut menyebar keseluruh daerah penelitian pada kedalaman 1,25 meter hingga 13,4 meter.

Intrusi air laut sudah menyebar luas di daerah Semarang Utara, bahkan daerah Kencono Wungu yang termasuk kawasan Semarang Barat dan Balaikota yang termasuk kawasan Semarang Tengah juga sudah terkena intrusi air laut.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan di tanah lapang yang belum berpaving agar memudahkan elektroda untuk mengalirkan arus listrik ke dalam tanah dan tidak terjadi *error* pada saat pengambilan data. Untuk penelitian di Johar sebaiknya dilakukan saat dini hari atau tengah malam agar tidak mengganggu aktivitas masyarakat setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, P. M., A. H. Muhtadi., P. Achmari., Z.I. Sina., I.J. Aziz., P.F. Subekti. 2011. *Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner*. Indonesia: Institut Teknologi Bandung.
- Alma'ruf. 1995. *Aplikasi Metode Tahanan Jenis dan Pengukuran Konduktivitas untuk Mendeteksi Intrusi Air Laut Terhadap Lapisan Air Tanah di Daerah Pantai Kuta Kabupaten Lombok Tengah*. Tesis. Bandung: ITB.
- Gatot, H. P. 1990. *Pengembangan Air Tanah di Daerah Pantai dan Pengaruh Penurunan Muka Tanah Terhadap Subsidence*. Bandung: Laboratorium Geoteknologi – PAU – Ilmu Rekayasa ITB.
- Hamam. 2006. *Kerusakan Akibat Intrusi Air Laut di Pantai Utara Jawa Tengah*. Semarang: Balitbang Provinsi Jawa Tengah.
- Haryanto, A. 2011. *Aplikasi Metode Resistivitas Menggunakan Geolistrik untuk Monitoring Intrusi Air Laut Skala Model*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Hendrayana, H. 2002. *Dampak Pemanfaatan Air Tanah*. Geological Engineering Departement: Faculty of Engineering Gadjah Mada University.
- Indriana, R. D & H. Danusaputro. 2006. Uji Nilai Tahanan Jenis Polutan Air Laut dengan Metode Ohmik dan Geolistrik Tahanan Jenis Skala Laboratorium. *Berkala Fisika*, 9(3): 145-149.
- Irham, M., R.T. Achmad., & S. Widodo. 2006. Pemetaan Sebaran Air Tanah Asin pada Aquifer Dalam di Wilayah Semarang Bawah. *Jurnal PS Kelautan*, 9(3): 137-143.

- Irwanto, R. 2011. *Pengaruh Pembuangan Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sumur di Kelurahan Krobokan*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nisa, K., T. Yulianto., & S. Widada. 2012. Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis untuk Menentukan Zona Intrusi Air Laut di Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 15(1): 7-14.
- Parlinggoman, R. H. 2011. *Studi Sebaran Air Limbah Sampah Bagian Utara TPA Bantar Gebang dengan Metode Resistivity Wenner Schlumberger*. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Pudjihardjo, H. 1995. *Studi Pengaruh Eksploitasi Air Tanah Terhadap Intrusi Air Laut di Daerah Semarang dan Sekitarnya*. Tesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rahmah, S. 2009. *Pencitraan Dua Dimensi Data Resistivity dan Induced Polarization untuk Mendelineasi Deposit emas Sistem Epithermaldi Daerah "X"*. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Salam, R. 2011. Kajian Akifer Pantai Pulau Ternate. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 7(2): 51-55.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: ITB.
- Sihwanto & M. Room. 2000. *Konservasi Air Tanah Daerah Semarang*. Laporan Penelitian. Bandung: Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan.
- Supriyadi, I. H. 1991. Pendugaan Kandungan Air Tanah dan Air Asin dengan Geolistrik. *Lonawarta*, 1: 51-67.

- Taib, M. I. T. 2000. *Diktat Kuliah Eksplorasi Geolistrik, Departemen Teknik Geofisika*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Telford, W. M., L. P. Geldart, R. E. Sheriff & D. A. Keys. 1990. *Applied Geophysics*. London: Cambridge University Press.
- Zainuri, A. 2007. *Aplikasi Metode Resistivitas dan Simulasi Aliran Fluida untuk Menganalisis Fenomena Intrusi Air Laut di Daerah Pesisir*. Tesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Zubaidah, T & B. Kanata. 2008. Pemodelan Fisika Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Investigasi Keberadaan Air Tanah. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1): 20-24.

Lampiran 1

Data Penelitian Daerah Johar

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.0199	0.111	0.0288	4:25:05 AM
2	1	2	2	3	4	5	0.2839	0.0665	0.3139	4:27:53 AM
3	1	3	3	4	5	6	0.511	0.0774	0.492	4:28:03 AM
4	1	4	4	5	6	7	0.0433	0.0858	0.3947	4:34:38 AM
5	1	5	5	6	7	8	0.596	0.0739	0.489	4:28:21 AM
6	1	6	6	7	8	9	0.611	0.0643	0.728	4:28:32 AM
7	1	7	7	8	9	10	0.1608	0.0744	0.2679	4:28:42 AM
8	1	8	8	9	10	11	0.121	0.0841	0.1296	4:28:53 AM
9	1	9	9	10	11	12	0.1728	0.0693	0.212	4:29:03 AM
10	1	10	10	11	12	13	0.1395	0.088	0.1664	4:29:14 AM
11	1	11	11	12	13	14	0.0699	0.0988	0.0655	4:29:24 AM
12	1	12	12	13	14	15	0.1357	0.0935	0.1874	4:29:35 AM
13	1	13	13	14	15	16	0.1691	0.102	0.2437	4:29:45 AM
14	2	1	1	3	5	7	0.1633	0.0851	0.005	4:29:56 AM
15	2	2	2	4	6	8	0.3414	0.0896	0.1038	4:30:06 AM
16	2	3	3	5	7	9	0.544	0.0786	0.3602	4:34:57 AM
17	2	4	4	6	8	10	0.3656	0.1058	0.2837	4:30:25 AM
18	2	5	5	7	9	11	0.3584	0.0709	0.3111	4:30:35 AM
19	2	6	6	8	10	12	0.1968	0.0669	0.2905	4:30:46 AM
20	2	7	7	9	11	13	0.0528	0.0716	0.0335	4:35:19 AM
21	2	8	8	10	12	14	0.0487	0.0995	0.0455	4:31:04 AM
22	2	9	9	11	13	15	0.462	0.0836	0.410	4:31:14 AM
23	2	10	10	12	14	16	0.2425	0.1035	0.2507	4:31:25 AM
24	3	1	1	4	7	10	0.394	0.0996	0.285	4:31:36 AM
25	3	2	2	5	8	11	0.2313	0.0775	0.1907	4:31:46 AM
26	3	3	3	6	9	12	0.0282	0.0833	0.048	4:31:57 AM
27	3	4	4	7	10	13	0.1393	0.1024	0.1585	4:32:07 AM
28	3	5	5	8	11	14	0.787	0.0774	0.929	4:32:17 AM
29	3	6	6	9	12	15	0.623	0.0728	0.602	4:32:28 AM
30	3	7	7	10	13	16	0.0665	0.0795	0.0561	4:32:39 AM
31	4	1	1	5	9	13	0.2024	0.0961	0.2101	4:32:50 AM

32	4	2	2	6	10	14	0.539	0.0911	0.3251	4:33:00 AM
33	4	3	3	7	11	15	0.678	0.1018	0.838	4:35:36 AM
34	4	4	4	8	12	16	0.538	0.1104	0.576	4:33:20 AM
35	5	1	1	6	11	16	0.507	0.1069	0.401	4:35:53 AM

Lampiran 2

Data Penelitian Daerah Balai Kota

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.0513	0.118	0.0175	12:01:21 PM
2	1	2	2	3	4	5	0.439	0.1176	0.445	12:01:32 PM
3	1	3	3	4	5	6	0.0706	0.1173	0.086	12:01:42 PM
4	1	4	4	5	6	7	0.1511	0.1183	0.1675	12:01:54 PM
5	1	5	5	6	7	8	0.1485	0.1183	0.1724	12:02:05 PM
6	1	6	6	7	8	9	0.1055	0.1173	0.1267	12:02:16 PM
7	1	7	7	8	9	10	0.008	0.1186	0.0369	12:02:27 PM
8	1	8	8	9	10	11	0.0598	0.1187	0.1371	12:02:38 PM
13	1	13	13	14	15	16	0.04	0.1187	0.0667	12:03:23 PM
14	2	1	1	3	5	7	0.0105	0.1188	0.0251	12:03:40 PM
15	2	2	2	4	6	8	0.0234	0.1183	0.0115	12:03:51 PM
16	2	3	3	5	7	9	0.3994	0.1183	0.406	12:04:02 PM
17	2	4	4	6	8	10	0.465	0.1185	0.463	12:04:13 PM
18	2	5	5	7	9	11	0.1458	0.1192	0.1622	12:04:24 PM
20	2	7	7	9	11	13	0.2155	0.1187	0.2344	12:04:43 PM
22	2	9	9	11	13	15	0.2313	0.1173	0.2209	12:05:04 PM
24	3	1	1	4	7	10	0.0798	0.1194	0.0714	12:05:23 PM
25	3	2	2	5	8	11	0.2979	0.119	0.3039	12:06:27 PM
27	3	4	4	7	10	13	0.3826	0.1191	0.393	12:06:46 PM
28	3	5	5	8	11	14	0.450	0.119	0.443	12:06:57 PM
30	3	7	7	10	13	16	0.0106	0.1173	0.0146	12:07:16 PM
31	4	1	1	5	9	13	0.3517	0.1192	0.352	12:07:27 PM
32	4	2	2	6	10	14	0.2799	0.1188	0.2861	12:07:38 PM
33	4	3	3	7	11	15	0.912	0.1191	0.898	12:07:49 PM
35	5	1	1	6	11	16	0.505	0.1186	0.508	12:08:08 PM

Lampiran 3

Data Penelitian Daerah Kencono Wungu

Lintasan 1

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.0972	0.1225	0.0672	10:34:02 AM
2	1	2	2	3	4	5	0.585	0.1222	0.600	10:34:13 AM
3	1	3	3	4	5	6	0.0177	0.1224	2.10	10:34:23 AM
4	1	4	4	5	6	7	0.0846	0.1227	0.107	10:34:34 AM
5	1	5	5	6	7	8	0.0648	0.1228	0.0875	10:34:45 AM
6	1	6	6	7	8	9	0.0419	0.1223	0.0669	10:34:56 AM
7	1	7	7	8	9	10	0.0545	0.1217	0.07	10:35:07 AM
8	1	8	8	9	10	11	0.0429	0.122	0.0622	10:35:18 AM
9	1	9	9	10	11	12	0.0021	0.1227	0.0112	10:35:28 AM
10	1	10	10	11	12	13	0.1374	0.122	0.1569	10:35:39 AM
11	1	11	11	12	13	14	0.0557	0.123	0.0722	10:35:50 AM
12	1	12	12	13	14	15	0.0703	0.122	0.091	10:36:01 AM
13	1	13	13	14	15	16	0.0143	0.123	2.958	10:36:12 AM
14	2	1	1	3	5	7	0.0134	0.123	0.0009	10:36:23 AM
15	2	2	2	4	6	8	0.0671	0.1228	0.0547	10:36:34 AM
16	2	3	3	5	7	9	0.628	0.1233	0.618	10:36:45 AM
17	2	4	4	6	8	10	0.598	0.1226	0.596	10:36:57 AM
18	2	5	5	7	9	11	0.1211	0.1233	0.1325	10:37:07 AM
19	2	6	6	8	10	12	0.1104	0.1222	0.1181	10:37:18 AM
20	2	7	7	9	11	13	0.049	0.1228	0.0429	10:37:29 AM
21	2	8	8	10	12	14	0.035	0.1233	0.0425	10:37:40 AM
22	2	9	9	11	13	15	0.0631	0.1227	0.0585	10:37:51 AM
23	2	10	10	12	14	16	0.0913	0.1216	0.1044	10:38:02 AM
24	3	1	1	4	7	10	0.0294	0.1231	0.0199	10:38:13 AM
25	3	2	2	5	8	11	0.1483	0.1233	0.1568	10:38:24 AM
26	3	3	3	6	9	12	0.1294	0.1232	0.1398	10:38:35 AM
27	3	4	4	7	10	13	0.615	0.1239	0.611	10:38:46 AM
28	3	5	5	8	11	14	1.496	0.1234	0.422	10:38:57 AM
29	3	6	6	9	12	15	1.542	0.1224	0.439	10:39:07 AM
30	3	7	7	10	13	16	0.0085	0.1234	0.014	10:39:18 AM

31	4	1	1	5	9	13	0.3218	0.1231	0.3287	10:39:29 AM
32	4	2	2	6	10	14	0.593	0.1234	0.592	10:39:40 AM
33	4	3	3	7	11	15	0.543	0.1228	0.543	10:39:51 AM
34	4	4	4	8	12	16	1.492	0.1229	0.427	10:40:02 AM
35	5	1	1	6	11	16	0.509	0.1233	0.511	10:40:13 AM

Lintasan 2

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.1768	0.124	0.1455	10:51:10 AM
2	1	2	2	3	4	5	0.657	0.1238	0.674	10:51:21 AM
3	1	3	3	4	5	6	0.0028	0.1239	0.0115	10:51:32 AM
4	1	4	4	5	6	7	0.1304	0.123	0.1524	10:51:43 AM
5	1	5	5	6	7	8	0.0282	0.1236	0.0512	10:51:54 AM
6	1	6	6	7	8	9	0.025	0.1234	0.0458	10:52:05 AM
7	1	7	7	8	9	10	0.0724	0.1237	0.0897	10:52:15 AM
8	1	8	8	9	10	11	0.0299	0.1235	0.0464	10:52:26 AM
9	1	9	9	10	11	12	0.0448	0.1242	0.059	10:52:38 AM
10	1	10	10	11	12	13	0.0487	0.1239	0.0641	10:52:48 AM
11	1	11	11	12	13	14	0.0312	0.1235	0.0475	10:52:59 AM
12	1	12	12	13	14	15	0.0258	0.124	0.0412	10:53:10 AM
13	1	13	13	14	15	16	0.0662	0.1239	0.083	10:53:21 AM
14	2	1	1	3	5	7	0.0092	0.1241	..	10:53:32 AM
15	2	2	2	4	6	8	0.1262	0.1234	0.116	10:53:43 AM
16	2	3	3	5	7	9	0.515	0.1235	0.515	10:53:54 AM
17	2	4	4	6	8	10	0.437	0.1236	0.439	10:54:05 AM
18	2	5	5	7	9	11	0.2306	0.1234	0.2426	10:54:16 AM
19	2	6	6	8	10	12	0.057	0.1237	0.0665	10:54:27 AM
20	2	7	7	9	11	13	0.0361	0.1232	0.0437	10:54:38 AM
21	2	8	8	10	12	14	0.0166	0.1238	0.0245	10:54:49 AM
22	2	9	9	11	13	15	0.0209	0.1235	0.0182	10:55:00 AM
23	2	10	10	12	14	16	0.0279	0.124	0.0364	10:55:11 AM
24	3	1	1	4	7	10	0.134	0.1241	0.1267	10:55:22 AM
25	3	2	2	5	8	11	0.15	0.1243	0.1591	10:55:32 AM
26	3	3	3	6	9	12	0.0949	0.1239	0.1062	10:55:43 AM
27	3	4	4	7	10	13	0.623	0.1239	0.622	10:55:54 AM
28	3	5	5	8	11	14	0.494	0.1236	0.498	10:56:05 AM
29	3	6	6	9	12	15	1.486	0.1237	0.422	10:56:15 AM
30	3	7	7	10	13	16	0.0062	0.124	0.0109	10:56:26 AM
31	4	1	1	5	9	13	0.3549	0.1249	0.3617	10:56:37 AM
32	4	2	2	6	10	14	0.578	0.1237	0.578	10:56:48 AM

33	4	3	3	7	11	15	0.656	0.1235	0.654	10:56:59 AM
34	4	4	4	8	12	16	0.3569	0.1238	0.3604	10:57:10 AM
35	5	1	1	6	11	16	0.552	0.1241	0.554	10:57:21 AM

Lintasan 3

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.1436	0.1241	0.1147	11:09:37 AM
2	1	2	2	3	4	5	0.665	0.1246	0.679	11:09:47 AM
3	1	3	3	4	5	6	0.0351	0.1241	0.0471	11:09:58 AM
4	1	4	4	5	6	7	0.0876	0.1242	0.1138	11:10:09 AM
5	1	5	5	6	7	8	0.1412	0.1234	0.1468	11:10:20 AM
6	1	6	6	7	8	9	0.2539	0.1242	0.2843	11:10:31 AM
7	1	7	7	8	9	10	0.0398	0.1243	0.0575	11:10:42 AM
8	1	8	8	9	10	11	0.0155	0.124	0.0317	11:10:53 AM
9	1	9	9	10	11	12	0.0014	0.1244	0.0146	11:11:05 AM
10	1	10	10	11	12	13	0.0517	0.1243	0.0676	11:11:15 AM
11	1	11	11	12	13	14	0.0547	0.1242	0.0725	11:11:26 AM
12	1	12	12	13	14	15	0.0326	0.1245	0.0465	11:11:37 AM
13	1	13	13	14	15	16	0.0017	0.1242	0.0193	11:11:48 AM
14	2	1	1	3	5	7	0.3269	0.1248	0.3408	11:11:59 AM
15	2	2	2	4	6	8	0.1666	0.1241	0.1772	11:12:10 AM
16	2	3	3	5	7	9	0.1353	0.124	0.1314	11:12:21 AM
17	2	4	4	6	8	10	0.2227	0.1246	0.2297	11:12:32 AM
18	2	5	5	7	9	11	0.2991	0.1244	0.3106	11:12:43 AM
19	2	6	6	8	10	12	0.0169	0.1245	0.0246	11:12:54 AM
20	2	7	7	9	11	13	0.0606	0.1245	0.0587	11:13:04 AM
21	2	8	8	10	12	14	0.098	0.1249	0.0967	11:13:16 AM
22	2	9	9	11	13	15	0.1233	0.1245	0.132	11:13:27 AM
23	2	10	10	12	14	16	0.1875	0.1247	0.1953	11:13:38 AM
24	3	1	1	4	7	10	0.0239	0.124	0.0304	11:13:49 AM
25	3	2	2	5	8	11	0.223	0.1253	0.2328	11:14:00 AM
26	3	3	3	6	9	12	0.1442	0.1242	0.1521	11:14:11 AM
27	3	4	4	7	10	13	0.513	0.1245	0.511	11:14:22 AM
28	3	5	5	8	11	14	0.1376	0.1246	.	11:14:33 AM
29	3	6	6	9	12	15	0.0997	0.1243	0.1037	11:14:44 AM
30	3	7	7	10	13	16	0.0663	0.1245	0.0714	11:14:55 AM
31	4	1	1	5	9	13	0.433	0.1239	0.430	11:15:05 AM
32	4	2	2	6	10	14	0.431	0.1245	0.426	11:15:16 AM
33	4	3	3	7	11	15	0.508	0.1249	0.507	11:15:26 AM
34	4	4	4	8	12	16	0.0804	0.1249	0.0848	11:15:37 AM
35	5	1	1	6	11	16	0.2967	0.1242	0.2984	11:15:48 AM

Lampiran 4

Data Penelitian Daerah Taman Purwogondo

Lintasan 1

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.3601	0.1176	0.3768	5:06:00 PM
2	1	2	2	3	4	5	0.2129	0.117	0.22	5:06:11 PM
3	1	3	3	4	5	6	0.0746	0.1168	0.0946	5:06:21 PM
4	1	4	4	5	6	7	0.0584	0.1173	0.0571	5:06:32 PM
5	1	5	5	6	7	8	0.0279	0.1171	0.0484	5:06:43 PM
6	1	6	6	7	8	9	0.1232	0.1176	0.1516	5:06:54 PM
7	1	7	7	8	9	10	0.0006	0.1178	0.008	5:07:05 PM
8	1	8	8	9	10	11	0.0194	0.1174	0.026	5:07:17 PM
9	1	9	9	10	11	12	0.1309	0.1179	0.1436	5:07:28 PM
10	1	10	10	11	12	13	0.1463	0.1174	0.1491	5:07:38 PM
11	1	11	11	12	13	14	0.0151	0.1176	0.0331	5:07:49 PM
12	1	12	12	13	14	15	0.0937	0.1168	0.0962	5:08:00 PM
13	1	13	13	14	15	16	0.0247	0.1174	0.0261	5:08:11 PM
14	2	1	1	3	5	7	0.1256	0.1174	0.1322	5:08:22 PM
15	2	2	2	4	6	8	0.1713	0.1176	0.1668	5:08:33 PM
16	2	3	3	5	7	9	0.3352	0.1179	0.327	5:08:44 PM
17	2	4	4	6	8	10	0.2931	0.1175	0.2861	5:08:55 PM
18	2	5	5	7	9	11	0.0714	0.1176	0.0709	5:09:06 PM
19	2	6	6	8	10	12	0.0005	0.1173	0.0008	5:09:17 PM
20	2	7	7	9	11	13	0.0664	0.1173	0.0624	5:09:28 PM
21	2	8	8	10	12	14	0.0901	0.117	0.0845	5:09:39 PM
22	2	9	9	11	13	15	0.0492	0.1175	0.0457	5:09:50 PM
23	2	10	10	12	14	16	0.3499	0.1171	0.3546	5:10:01 PM
24	3	1	1	4	7	10	0.3096	0.1181	0.3096	5:10:12 PM
25	3	2	2	5	8	11	0.0501	0.1179	0.0468	5:10:23 PM
26	3	3	3	6	9	12	0.0998	0.1173	0.0969	5:10:34 PM
27	3	4	4	7	10	13	0.2834	0.1175	0.2824	5:10:44 PM
28	3	5	5	8	11	14	0.524	0.1178	0.522	5:10:55 PM
29	3	6	6	9	12	15	0.452	0.1175	0.445	5:11:06 PM
30	3	7	7	10	13	16	0.3139	0.1175	0.316	5:11:17 PM

31	4	1	1	5	9	13	0.09	0.118	0.0904	5:11:28 PM
32	4	2	2	6	10	14	0.1795	0.1182	0.1742	5:11:39 PM
33	4	3	3	7	11	15	.2.	0.1174	0.547	5:11:50 PM
34	4	4	4	8	12	16	0.3935	0.1169	0.3953	5:12:00 PM
35	5	1	1	6	11	16	0.365	0.1174	0.3655	5:12:11 PM

Lintasan 2

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.0972	0.1171	0.0797	3:44:44 PM
2	1	2	2	3	4	5	0.3115	0.1172	0.3224	3:44:55 PM
3	1	3	3	4	5	6	0.0026	0.1164	0.0428	3:45:06 PM
4	1	4	4	5	6	7	0.1999	0.1171	0.2124	3:45:17 PM
5	1	5	5	6	7	8	0.0233	0.1169	0.0827	3:45:28 PM
6	1	6	6	7	8	9	0.1104	0.1169	0.1746	3:45:39 PM
7	1	7	7	8	9	10	0.0806	0.1169	0.0921	3:45:50 PM
8	1	8	8	9	10	11	0.0832	0.1169	0.1515	3:46:01 PM
9	1	9	9	10	11	12	0.0451	0.1163	0.0166	3:46:12 PM
10	1	10	10	11	12	13	0.0853	0.1173	0.1072	3:46:23 PM
11	1	11	11	12	13	14	0.0875	0.1176	0.1672	3:46:34 PM
12	1	12	12	13	14	15	0.0358	0.1165	0.0313	3:46:44 PM
13	1	13	13	14	15	16	0.0047	0.1175	0.0666	3:46:55 PM
14	2	1	1	3	5	7	0.0363	0.1173	0.0447	3:47:06 PM
15	2	2	2	4	6	8	0.0712	0.117	0.0788	3:47:17 PM
16	2	3	3	5	7	9	0.397	0.1172	0.396	3:47:28 PM
17	2	4	4	6	8	10	0.306	0.1173	0.31	3:47:39 PM
18	2	5	5	7	9	11	0.1742	0.117	0.1794	3:47:50 PM
19	2	6	6	8	10	12	0.2559	0.117	0.2634	3:48:00 PM
20	2	7	7	9	11	13	0.0006	0.1182	0.0001	3:48:12 PM
21	2	8	8	10	12	14	0.1924	0.1173	0.1854	3:48:22 PM
22	2	9	9	11	13	15	0.0771	0.1177	0.0832	3:48:33 PM
23	2	10	10	12	14	16	0.3117	0.1177	0.3173	3:48:44 PM
24	3	1	1	4	7	10	0.0064	0.1172	0.008	3:48:55 PM
25	3	2	2	5	8	11	0.0171	0.1172	0.0135	3:49:06 PM
26	3	3	3	6	9	12	0.0091	0.1177	0.0052	3:49:17 PM
27	3	4	4	7	10	13	0.566	0.1177	0.561	3:49:29 PM
28	3	5	5	8	11	14	0.476	0.117	0.473	3:49:39 PM
29	3	6	6	9	12	15	0.437	0.1171	0.433	3:49:50 PM
30	3	7	7	10	13	16	0.0103	0.1169	0.012	3:50:01 PM
31	4	1	1	5	9	13	0.1257	0.1175	0.1249	3:50:12 PM
32	4	2	2	6	10	14	0.456	0.1178	0.456	3:53:06 PM

33	4	3	3	7	11	15	0.480	0.1175	0.477	3:50:34 PM
34	4	4	4	8	12	16	0.4021	0.117	0.405	3:50:45 PM
35	5	1	1	6	11	16	0.3994	0.1169	0.402	3:50:56 PM

Lintasan 3

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.0684	0.1177	0.0857	4:12:29 PM
2	1	2	2	3	4	5	0.3785	0.1167	0.3773	4:12:40 PM
3	1	3	3	4	5	6	0.0485	0.1169	0.0537	4:12:51 PM
4	1	4	4	5	6	7	0.08	0.1171	0.091	4:13:02 PM
5	1	5	5	6	7	8	0.063	0.1173	0.0627	4:13:13 PM
6	1	6	6	7	8	9	0.1457	0.1172	0.1499	4:13:24 PM
7	1	7	7	8	9	10	0.013	0.1173	0.0074	4:13:35 PM
8	1	8	8	9	10	11	0.0197	0.1169	0.031	4:13:46 PM
9	1	9	9	10	11	12	0.1212	0.1173	0.1147	4:13:57 PM
10	1	10	10	11	12	13	0.0516	0.1174	0.0593	4:14:08 PM
11	1	11	11	12	13	14	0.0226	0.1176	0.0212	4:14:19 PM
12	1	12	12	13	14	15	0.0419	0.1179	0.0421	4:14:30 PM
13	1	13	13	14	15	16	0.0758	0.1175	0.0644	4:14:41 PM
14	2	1	1	3	5	7	0.3641	0.1172	0.3677	4:14:52 PM
15	2	2	2	4	6	8	0.043	0.1165	0.0452	4:15:03 PM
16	2	3	3	5	7	9	0.503	0.1179	0.493	4:15:14 PM
17	2	4	4	6	8	10	0.513	0.1174	0.511	4:15:25 PM
18	2	5	5	7	9	11	0.2275	0.1176	0.2346	4:15:36 PM
19	2	6	6	8	10	12	0.1078	0.1173	0.1081	4:15:47 PM
20	2	7	7	9	11	13	0.0631	0.1176	0.0694	4:15:59 PM
21	2	8	8	10	12	14	0.0508	0.1172	0.0405	4:16:09 PM
22	2	9	9	11	13	15	0.1666	0.1174	0.1603	4:16:21 PM
23	2	10	10	12	14	16	0.1741	0.1171	0.1786	4:16:32 PM
24	3	1	1	4	7	10	0.2507	0.1172	0.2525	4:16:43 PM
25	3	2	2	5	8	11	0.1369	0.1176	0.1453	4:16:53 PM
26	3	3	3	6	9	12	0.0201	0.1177	0.0322	4:17:04 PM
27	3	4	4	7	10	13	0.459	0.1181	0.454	4:17:15 PM
28	3	5	5	8	11	14	0.482	0.1177	0.475	4:17:26 PM
29	3	6	6	9	12	15	0.594	0.1181	0.588	4:17:37 PM
30	3	7	7	10	13	16	0.2158	0.118	0.2181	4:17:48 PM
31	4	1	1	5	9	13	0.2579	0.1179	0.2571	4:17:59 PM
32	4	2	2	6	10	14	0.508	0.117	0.507	4:18:10 PM
33	4	3	3	7	11	15	0.585	0.1175	0.581	4:18:21 PM
34	4	4	4	8	12	16	0.423	0.1182	0.422	4:18:31 PM
35	5	1	1	6	11	16	0.558	0.1174	0.557	4:18:42 PM

Lampiran 5

Data Penelitian Daerah Tawang

Lintasan 1

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.1591	0.1177	0.1424	9:21:13 AM
2	1	2	2	3	4	5	0.586	0.1179	0.575	9:21:24 AM
3	1	3	3	4	5	6	0.0105	0.1183	0.003	9:21:35 AM
4	1	4	4	5	6	7	0.1188	0.1178	0.121	9:21:46 AM
5	1	5	5	6	7	8	0.2295	0.1179	0.2391	9:21:57 AM
6	1	6	6	7	8	9	0.1792	0.1179	..2.1	9:22:08 AM
7	1	7	7	8	9	10	0.1767	0.1183	0.1709	9:22:18 AM
8	1	8	8	9	10	11	0.0231	0.1185	0.0482	9:22:28 AM
9	1	9	9	10	11	12	0.2715	0.1185	0.2746	9:22:39 AM
10	1	10	10	11	12	13	0.1297	0.1174	0.1489	9:22:50 AM
11	1	11	11	12	13	14	0.468	0.1174	0.567	9:23:01 AM
12	1	12	12	13	14	15	0.1635	0.1185	0.1646	9:23:12 AM
13	1	13	13	14	15	16	0.0159	0.1178	0.1193	9:23:23 AM
14	2	1	1	3	5	7	0.1058	0.1182	0.1078	9:23:34 AM
15	2	2	2	4	6	8	0.2263	0.1182	0.2239	9:23:45 AM
16	2	3	3	5	7	9	0.3796	0.1181	0.374	9:23:56 AM
17	2	4	4	6	8	10	0.1489	0.1182	0.1407	9:24:06 AM
18	2	5	5	7	9	11	0.0581	0.1186	0.0599	9:24:18 AM
19	2	6	6	8	10	12	0.0121	0.1179	0.0251	9:24:28 AM
20	2	7	7	9	11	13	0.1149	0.1185	0.1089	9:24:39 AM
21	2	8	8	10	12	14	0.0555	0.1184	0.0512	9:24:50 AM
22	2	9	9	11	13	15	0.1665	0.1179	0.1654	9:25:01 AM
23	2	10	10	12	14	16	0.621	0.1188	0.621	9:25:12 AM
24	3	1	1	4	7	10	0.3367	0.1188	0.3361	9:25:23 AM
25	3	2	2	5	8	11	0.1376	0.1187	0.1365	9:25:34 AM
26	3	3	3	6	9	12	0.0417	0.1182	0.0412	9:25:45 AM
27	3	4	4	7	10	13	0.0771	0.1192	0.068	9:25:56 AM
28	3	5	5	8	11	14	0.451	0.1191	0.441	9:26:07 AM
29	3	6	6	9	12	15	0.0299	0.1183	0.0238	9:26:18 AM
30	3	7	7	10	13	16	0.533	0.1179	0.534	9:26:29 AM

31	4	1	1	5	9	13	0.019	0.1183	0.0202	9:26:40 AM
32	4	2	2	6	10	14	0.0803	0.1174	0.0854	9:26:51 AM
33	4	3	3	7	11	15	0.3762	0.1179	0.3748	9:27:02 AM
34	4	4	4	8	12	16	0.0009	0.1181	0.001	9:27:13 AM
35	5	1	1	6	11	16	0.246	0.1179	0.2462	9:27:23 AM

Lintasan 2

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.0086	0.1165	0.0065	7:54:40 AM
2	1	2	2	3	4	5	.0.5	0.1168	0.501	7:54:51 AM
3	1	3	3	4	5	6	0.0813	0.1165	0.0704	7:55:01 AM
4	1	4	4	5	6	7	0.0886	0.1166	0.0854	7:55:12 AM
5	1	5	5	6	7	8	0.0453	0.1176	0.0396	7:55:23 AM
6	1	6	6	7	8	9	0.0863	0.1168	0.108	7:55:33 AM
7	1	7	7	8	9	10	0.1367	0.1172	0.1305	7:55:44 AM
8	1	8	8	9	10	11	0.0433	0.1174	0.0661	7:55:55 AM
9	1	9	9	10	11	12	0.1889	0.1168	0.1805	7:56:06 AM
10	1	10	10	11	12	13	0.0421	0.1177	..	7:56:17 AM
11	1	11	11	12	13	14	0.1436	0.1167	0.1292	7:56:28 AM
12	1	12	12	13	14	15	0.0522	0.1172	0.0318	7:56:38 AM
13	1	13	13	14	15	16	0.1301	0.1173	0.1187	7:56:49 AM
14	2	1	1	3	5	7	0.0485	0.1171	0.0469	7:57:00 AM
15	2	2	2	4	6	8	0.0077	0.117	0.0071	7:57:11 AM
16	2	3	3	5	7	9	0.454	0.117	0.441	7:57:23 AM
17	2	4	4	6	8	10	0.1847	0.1168	0.1723	7:57:34 AM
18	2	5	5	7	9	11	0.0597	0.1171	0.063	7:57:45 AM
19	2	6	6	8	10	12	0.0192	0.1174	0.023	7:57:56 AM
20	2	7	7	9	11	13	0.0242	0.1167	0.0203	7:58:07 AM
21	2	8	8	10	12	14	0.0688	0.1171	0.0645	7:58:17 AM
22	2	9	9	11	13	15	0.0239	0.1171	0.0195	7:58:28 AM
23	2	10	10	12	14	16	0.161	0.1172	0.1566	7:58:39 AM
24	3	1	1	4	7	10	0.027	0.1174	0.029	7:58:50 AM
25	3	2	2	5	8	11	0.0531	0.1171	0.0547	7:59:01 AM
26	3	3	3	6	9	12	0.0162	0.1171	0.0167	7:59:12 AM
27	3	4	4	7	10	13	0.0553	0.1166	0.05	7:59:23 AM
28	3	5	5	8	11	14	0.2885	0.1168	0.2854	7:59:33 AM
29	3	6	6	9	12	15	0.1546	0.1167	0.1493	7:59:44 AM
30	3	7	7	10	13	16	0.2078	0.1175	0.2068	7:59:55 AM
31	4	1	1	5	9	13	0.1689	0.1177	0.1666	8:00:06 AM
32	4	2	2	6	10	14	0.0962	0.118	0.0948	8:00:17 AM

33	4	3	3	7	11	15	0.2641	0.1172	0.2624	8:00:27 AM
34	4	4	4	8	12	16	0.073	0.1176	0.0725	8:00:38 AM
35	5	1	1	6	11	16	0.2351	0.1177	0.2333	8:00:49 AM

Lintasan 3

Datum	Depth	Axis	A	M	N	B	SP	I:AB	V:MN	Time
1	1	1	1	2	3	4	0.0059	0.1158	0.0202	8:35:43 AM
2	1	2	2	3	4	5	0.650	0.1172	0.627	8:35:54 AM
3	1	3	3	4	5	6	0.0732	0.1165	0.0841	8:36:05 AM
4	1	4	4	5	6	7	0.0655	0.1169	0.061	8:36:16 AM
5	1	5	5	6	7	8	0.071	0.1164	0.0792	8:36:26 AM
6	1	6	6	7	8	9	0.1267	0.1164	0.1294	8:36:37 AM
7	1	7	7	8	9	10	0.1846	0.117	0.1818	8:36:48 AM
8	1	8	8	9	10	11	0.0182	0.1174	0.0124	8:36:59 AM
9	1	9	9	10	11	12	0.2501	0.1181	0.2477	8:37:10 AM
10	1	10	10	11	12	13	0.1189	0.1175	0.1283	8:37:20 AM
11	1	11	11	12	13	14	0.0823	0.1176	0.0927	8:37:31 AM
12	1	12	12	13	14	15	0.0794	0.1128	0.088	8:37:42 AM
13	1	13	13	14	15	16	0.2504	0.1177	0.2411	8:37:52 AM
14	2	1	1	3	5	7	0.0251	0.1178	0.0281	8:38:03 AM
15	2	2	2	4	6	8	0.0558	0.1181	0.0537	8:38:14 AM
16	2	3	3	5	7	9	0.3209	0.118	0.3153	8:38:25 AM
17	2	4	4	6	8	10	0.3037	0.1187	0.2978	8:38:36 AM
18	2	5	5	7	9	11	0.0319	0.1184	0.031	8:38:47 AM
19	2	6	6	8	10	12	0.0097	0.1187	0.0084	8:38:58 AM
20	2	7	7	9	11	13	0.0759	0.1179	0.0721	8:39:09 AM
21	2	8	8	10	12	14	0.1946	0.1177	0.1924	8:39:20 AM
22	2	9	9	11	13	15	0.23	0.1127	0.2301	8:39:31 AM
23	2	10	10	12	14	16	0.0543	0.1174	0.0494	8:39:41 AM
24	3	1	1	4	7	10	0.0099	0.1173	0.0067	8:39:52 AM
25	3	2	2	5	8	11	0.0559	0.1175	0.0592	8:40:03 AM
26	3	3	3	6	9	12	0.1531	0.1183	0.1561	8:40:14 AM
27	3	4	4	7	10	13	0.1881	0.1175	0.1849	8:40:25 AM
28	3	5	5	8	11	14	0.3155	0.118	0.3137	8:40:36 AM
29	3	6	6	9	12	15	0.3017	0.1063	0.2934	8:40:47 AM
30	3	7	7	10	13	16	1.468	0.1177	0.419	8:40:58 AM
31	4	1	1	5	9	13	0.1881	0.1182	0.1863	8:41:08 AM
32	4	2	2	6	10	14	0.2502	0.1186	0.2475	8:41:19 AM
33	4	3	3	7	11	15	0.3741	0.1147	0.3706	8:41:30 AM
34	4	4	4	8	12	16	0.2433	0.1173	0.2448	8:41:41 AM
35	5	1	1	6	11	16	0.3663	0.1179	0.3655	8:41:52 AM

Lampiran 6

Data 3D Daerah Kencono Wungu

X	Y	Z	Resistivitas
7.50	0	-1.25	6.59
12.50	0	-1.25	3.41
17.50	0	-1.25	82.82
22.50	0	-1.25	51.99
27.50	0	-1.25	5.58
32.50	0	-1.25	10.97
37.50	0	-1.25	9.95
42.50	0	-1.25	4.54
47.50	0	-1.25	1.47
52.50	0	-1.25	2.93
57.50	0	-1.25	4.64
62.50	0	-1.25	11.04
7.50	0	-3.87	6.17
12.50	0	-3.87	3.06
17.50	0	-3.87	42.22
22.50	0	-3.87	60.63
27.50	0	-3.87	2.44
32.50	0	-3.87	3.62
37.50	0	-3.87	10.14
42.50	0	-3.87	2.25
47.50	0	-3.87	2.23
52.50	0	-3.87	6.71
57.50	0	-3.87	12.03
62.50	0	-3.87	3.46
12.50	0	-6.76	4.32
17.50	0	-6.76	19.26
22.50	0	-6.76	29.70
27.50	0	-6.76	1.45
32.50	0	-6.76	0.88
37.50	0	-6.76	3.80
42.50	0	-6.76	2.26

47.50	0	-6.76	4.45
52.50	0	-6.76	15.68
57.50	0	-6.76	17.49
62.50	0	-6.76	2.30
22.50	0	-9.94	11.12
27.50	0	-9.94	1.69
32.50	0	-9.94	0.55
37.50	0	-9.94	2.11
42.50	0	-9.94	3.57
47.50	0	-9.94	8.46
27.50	0	-13.43	5.28
32.50	0	-13.43	0.82
37.50	0	-13.43	1.70
42.50	0	-13.43	3.56
7.50	5	-1.25	5.94
12.50	5	-1.25	2.44
17.50	5	-1.25	4.32
22.50	5	-1.25	17.51
27.50	5	-1.25	6.34
32.50	5	-1.25	3.08
37.50	5	-1.25	6.98
42.50	5	-1.25	5.08
47.50	5	-1.25	4.17
52.50	5	-1.25	4.49
57.50	5	-1.25	4.40
62.50	5	-1.25	4.59
67.50	5	-1.25	5.04
7.50	5	-3.87	9.30
12.50	5	-3.87	2.29
17.50	5	-3.87	3.50
22.50	5	-3.87	13.07
27.50	5	-3.87	7.26
32.50	5	-3.87	3.16
37.50	5	-3.87	6.12
42.50	5	-3.87	3.21
47.50	5	-3.87	3.63
52.50	5	-3.87	5.32
57.50	5	-3.87	4.11
62.50	5	-3.87	3.95
67.50	5	-3.87	4.13
12.50	5	-6.76	6.16

17.50	5	-6.76	4.24
22.50	5	-6.76	9.59
27.50	5	-6.76	6.12
32.50	5	-6.76	2.64
37.50	5	-6.76	3.30
42.50	5	-6.76	2.05
47.50	5	-6.76	2.60
52.50	5	-6.76	4.24
57.50	5	-6.76	3.42
62.50	5	-6.76	3.25
22.50	5	-9.94	7.44
27.50	5	-9.94	5.36
32.50	5	-9.94	2.16
37.50	5	-9.94	1.91
42.50	5	-9.94	1.52
47.50	5	-9.94	1.90
52.50	5	-9.94	2.71
27.50	5	-13.43	7.63
32.50	5	-13.43	1.94
37.50	5	-13.43	1.28
42.50	5	-13.43	1.19
47.50	5	-13.43	1.39
7.50	10	-1.25	3.67
12.50	10	-1.25	3.96
17.50	10	-1.25	6.67
22.50	10	-1.25	6.97
27.50	10	-1.25	1.43
32.50	10	-1.25	13.82
37.50	10	-1.25	15.28
42.50	10	-1.25	5.87
47.50	10	-1.25	1.72
52.50	10	-1.25	24.85
57.50	10	-1.25	155.70
62.50	10	-1.25	12.37
67.50	10	-1.25	2.84
7.50	10	-3.87	7.54
12.50	10	-3.87	3.26
17.50	10	-3.87	4.91
22.50	10	-3.87	5.45
27.50	10	-3.87	3.51
32.50	10	-3.87	3.99

37.50	10	-3.87	10.01
42.50	10	-3.87	5.15
47.50	10	-3.87	1.15
52.50	10	-3.87	14.98
57.50	10	-3.87	58.81
62.50	10	-3.87	4.49
67.50	10	-3.87	2.28
12.50	10	-6.76	7.28
17.50	10	-6.76	5.15
22.50	10	-6.76	6.14
27.50	10	-6.76	3.10
32.50	10	-6.76	1.43
37.50	10	-6.76	3.58
42.50	10	-6.76	2.56
47.50	10	-6.76	1.07
52.50	10	-6.76	5.63
57.50	10	-6.76	9.69
62.50	10	-6.76	1.54
22.50	10	-9.94	7.35
27.50	10	-9.94	2.76
32.50	10	-9.94	1.12
37.50	10	-9.94	2.16
42.50	10	-9.94	2.29
47.50	10	-9.94	1.60
52.50	10	-9.94	2.31
27.50	10	-13.43	5.41
32.50	10	-13.43	1.66
37.50	10	-13.43	2.45
42.50	10	-13.43	3.23
47.50	10	-13.43	2.78

Lampiran 7

Data 3D Daerah Taman Purwogondo

X	Y	Z	Restivitas
7.50	0	-1.25	11.07
12.50	0	-1.25	2.35
17.50	0	-1.25	2.14
22.50	0	-1.25	0.35
27.50	0	-1.25	348.40
32.50	0	-1.25	171.30
37.50	0	-1.25	2.57
42.50	0	-1.25	7.86
47.50	0	-1.25	52.40
52.50	0	-1.25	2.98
57.50	0	-1.25	3.59
62.50	0	-1.25	0.44
67.50	0	-1.25	0.19
7.50	0	-3.87	11.16
12.50	0	-3.87	9.60
17.50	0	-3.87	1.28
22.50	0	-3.87	6.07
27.50	0	-3.87	56.84
32.50	0	-3.87	9.78
37.50	0	-3.87	7.96
42.50	0	-3.87	0.25
47.50	0	-3.87	3.20
52.50	0	-3.87	3.49
57.50	0	-3.87	4.37
62.50	0	-3.87	0.72
67.50	0	-3.87	1.07
12.50	0	-6.76	6.51
17.50	0	-6.76	12.26
22.50	0	-6.76	20.06
27.50	0	-6.76	6.41
32.50	0	-6.76	0.30

37.50	0	-6.76	0.20
42.50	0	-6.76	0.01
47.50	0	-6.76	0.38
52.50	0	-6.76	6.37
57.50	0	-6.76	13.30
62.50	0	-6.76	5.85
22.50	0	-9.94	1.51
27.50	0	-9.94	0.28
32.50	0	-9.94	0.02
37.50	0	-9.94	0.01
42.50	0	-9.94	0.00
47.50	0	-9.94	0.80
52.50	0	-9.94	30.16
27.50	0	-13.43	0.01
32.50	0	-13.43	0.00
37.50	0	-13.43	0.00
42.50	0	-13.43	0.01
47.50	0	-13.43	93.12
7.50	5	-1.25	6.82
12.50	5	-1.25	8.07
17.50	5	-1.25	31.29
22.50	5	-1.25	4.17
27.50	5	-1.25	0.77
32.50	5	-1.25	150.07
37.50	5	-1.25	88.99
42.50	5	-1.25	18.82
47.50	5	-1.25	7.77
52.50	5	-1.25	60.62
57.50	5	-1.25	53.64
62.50	5	-1.25	1.10
7.50	5	-3.87	2.79
12.50	5	-3.87	14.50
17.50	5	-3.87	15.08
22.50	5	-3.87	1.91
27.50	5	-3.87	2.23
32.50	5	-3.87	76.88
37.50	5	-3.87	55.31
42.50	5	-3.87	1.71
47.50	5	-3.87	3.39
52.50	5	-3.87	94.67
57.50	5	-3.87	26.85

62.50	5	-3.87	1.00
12.50	5	-6.76	2.37
17.50	5	-6.76	2.57
22.50	5	-6.76	0.79
27.50	5	-6.76	3.80
32.50	5	-6.76	41.33
37.50	5	-6.76	18.57
42.50	5	-6.76	0.25
47.50	5	-6.76	1.17
52.50	5	-6.76	19.73
57.50	5	-6.76	5.09
62.50	5	-6.76	0.83
22.50	5	-9.94	1.01
27.50	5	-9.94	4.55
32.50	5	-9.94	26.85
37.50	5	-9.94	6.13
42.50	5	-9.94	0.11
47.50	5	-9.94	1.13
52.50	5	-9.94	2.21
27.50	5	-13.43	2.64
32.50	5	-13.43	15.04
37.50	5	-13.43	2.04
42.50	5	-13.43	0.06
47.50	5	-13.43	4.74
12.50	10	-1.25	0.20
17.50	10	-1.25	2.19
22.50	10	-1.25	5.66
27.50	10	-1.25	0.14
32.50	10	-1.25	17.75
37.50	10	-1.25	1.12
42.50	10	-1.25	0.85
47.50	10	-1.25	1.80
52.50	10	-1.25	3.43
57.50	10	-1.25	0.70
62.50	10	-1.25	0.02
12.50	10	-3.87	0.67
17.50	10	-3.87	1.92
22.50	10	-3.87	1.94
27.50	10	-3.87	0.63
32.50	10	-3.87	4.12
37.50	10	-3.87	0.56

42.50	10	-3.87	4.03
47.50	10	-3.87	7.26
52.50	10	-3.87	1.42
57.50	10	-3.87	1.40
62.50	10	-3.87	0.08
12.50	10	-6.76	2.74
17.50	10	-6.76	4.32
22.50	10	-6.76	3.49
27.50	10	-6.76	3.06
32.50	10	-6.76	3.69
37.50	10	-6.76	1.91
42.50	10	-6.76	15.47
47.50	10	-6.76	31.14
52.50	10	-6.76	6.48
57.50	10	-6.76	6.43
62.50	10	-6.76	1.25
22.50	10	-9.94	9.06
27.50	10	-9.94	14.60
32.50	10	-9.94	16.99
37.50	10	-9.94	16.29
42.50	10	-9.94	67.86
47.50	10	-9.94	110.54
52.50	10	-9.94	21.13
27.50	10	-13.43	39.04
32.50	10	-13.43	108.77
37.50	10	-13.43	160.15
42.50	10	-13.43	343.74
47.50	10	-13.43	382.53

Lampiran 8

Data 3D Daerah Tawang

X	Y	Z	Resistivitas
7.50	0	-1.25	9.09
12.50	0	-1.25	3.36
17.50	0	-1.25	1.61
22.50	0	-1.25	0.56
27.50	0	-1.25	1.73
32.50	0	-1.25	4.89
37.50	0	-1.25	2.46
42.50	0	-1.25	47.42
47.50	0	-1.25	3.66
52.50	0	-1.25	1.60
57.50	0	-1.25	0.17
62.50	0	-1.25	0.34
7.50	0	-3.87	5.27
12.50	0	-3.87	1.65
17.50	0	-3.87	1.29
22.50	0	-3.87	1.43
27.50	0	-3.87	1.86
32.50	0	-3.87	8.74
37.50	0	-3.87	5.97
42.50	0	-3.87	37.70
47.50	0	-3.87	12.50
52.50	0	-3.87	1.49
57.50	0	-3.87	0.23
62.50	0	-3.87	0.50
12.50	0	-6.76	1.17
17.50	0	-6.76	1.20
22.50	0	-6.76	2.56
27.50	0	-6.76	4.51
32.50	0	-6.76	22.81
37.50	0	-6.76	18.90
42.50	0	-6.76	30.41
47.50	0	-6.76	22.10
52.50	0	-6.76	2.61
57.50	0	-6.76	0.71
62.50	0	-6.76	0.83

22.50	0	-9.94	0.95
27.50	0	-9.94	3.11
32.50	0	-9.94	30.18
37.50	0	-9.94	23.85
42.50	0	-9.94	12.18
47.50	0	-9.94	7.92
52.50	0	-9.94	1.29
27.50	0	-13.43	0.15
32.50	0	-13.43	12.67
37.50	0	-13.43	9.74
42.50	0	-13.43	1.54
47.50	0	-13.43	0.33
7.50	5	-1.25	0.81
12.50	5	-1.25	1.16
17.50	5	-1.25	2.28
22.50	5	-1.25	0.91
27.50	5	-1.25	22.02
32.50	5	-1.25	32.64
37.50	5	-1.25	1.48
42.50	5	-1.25	23.20
47.50	5	-1.25	10.32
52.50	5	-1.25	10.62
57.50	5	-1.25	2.57
62.50	5	-1.25	5.49
67.50	5	-1.25	6.41
7.50	5	-3.87	0.22
12.50	5	-3.87	0.78
17.50	5	-3.87	1.61
22.50	5	-3.87	1.56
27.50	5	-3.87	7.70
32.50	5	-3.87	13.58
37.50	5	-3.87	1.85
42.50	5	-3.87	57.49
47.50	5	-3.87	10.59
52.50	5	-3.87	3.46
57.50	5	-3.87	3.01
62.50	5	-3.87	6.80
67.50	5	-3.87	4.62
12.50	5	-6.76	0.10
17.50	5	-6.76	0.50
22.50	5	-6.76	0.84

27.50	5	-6.76	3.43
32.50	5	-6.76	7.53
37.50	5	-6.76	2.71
42.50	5	-6.76	42.77
47.50	5	-6.76	8.22
52.50	5	-6.76	2.02
57.50	5	-6.76	2.66
62.50	5	-6.76	2.86
22.50	5	-9.94	0.22
27.50	5	-9.94	2.88
32.50	5	-9.94	7.82
37.50	5	-9.94	2.90
42.50	5	-9.94	10.33
47.50	5	-9.94	2.72
52.50	5	-9.94	1.52
27.50	5	-13.43	5.40
32.50	5	-13.43	16.39
37.50	5	-13.43	3.77
42.50	5	-13.43	1.66
47.50	5	-13.43	0.27
7.50	10	-1.25	12.47
12.50	10	-1.25	5.67
17.50	10	-1.25	1.25
22.50	10	-1.25	1.26
27.50	10	-1.25	5.34
32.50	10	-1.25	0.86
37.50	10	-1.25	0.45
42.50	10	-1.25	166.44
47.50	10	-1.25	139.66
52.50	10	-1.25	2.09
57.50	10	-1.25	1.89
62.50	10	-1.25	33.05
67.50	10	-1.25	9.38
7.50	10	-3.87	4.73
12.50	10	-3.87	4.81
17.50	10	-3.87	1.72
22.50	10	-3.87	2.74
27.50	10	-3.87	2.66
32.50	10	-3.87	1.38
37.50	10	-3.87	0.12
42.50	10	-3.87	81.21

47.50	10	-3.87	99.38
52.50	10	-3.87	1.25
57.50	10	-3.87	0.25
62.50	10	-3.87	16.74
67.50	10	-3.87	2.61
12.50	10	-6.76	2.77
17.50	10	-6.76	3.83
22.50	10	-6.76	5.03
27.50	10	-6.76	2.32
32.50	10	-6.76	1.16
37.50	10	-6.76	0.14
42.50	10	-6.76	23.68
47.50	10	-6.76	14.30
52.50	10	-6.76	0.19
57.50	10	-6.76	0.04
62.50	10	-6.76	2.00
22.50	10	-9.94	4.95
27.50	10	-9.94	3.48
32.50	10	-9.94	2.11
37.50	10	-9.94	0.60
42.50	10	-9.94	9.71
47.50	10	-9.94	2.02
52.50	10	-9.94	0.10
27.50	10	-13.43	3.93
32.50	10	-13.43	8.13
37.50	10	-13.43	4.51
42.50	10	-13.43	6.11
47.50	10	-13.43	0.20

Lampiran 9

Foto Penelitian



Penelitian di Daerah Johar



Penelitian di Daerah Tawang



Penelitian di Daerah Kencono Wungu



Penelitian di Daerah T.Purwogondo



Penelitian di Daerah Balai Kota