



**PENENTUAN POTENSI AIR BAWAH TANAH DENGAN METODE
GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D KONFIGURASI *WENNER*
DI DESA KETING KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Nurul Rizqi Amalia
NIM 100210102006**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENENTUAN POTENSI AIR BAWAH TANAH DENGAN METODE
GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D KONFIGURASI WENNER
DI DESA KETING KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

**Nurul Rizqi Amalia
NIM 100210102006**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Mariyanto, Ibunda Sulasmi serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan motivasi dan do'a dalam setiap perjuanganku serta curahan kasih sayang yang telah diberikan selama ini;
2. Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 6-8) ^{*)}

Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

(terjemahan Surat Al-Baqarah ayat 286) ^{*)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: PT CV Penerbit Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Rizqi Amalia

NIM : 100210102006

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Penentuan Potensi Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi *Wenner* di Desa Keting Kabupaten Jember" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2015

Yang menyatakan,

Nurul Rizqi Amalia

NIM 100210102006

SKRIPSI

**PENENTUAN POTENSI AIR BAWAH TANAH DENGAN METODE
GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D KONFIGURASI WENNER
DI DESA KETING KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Nurul Rizqi Amalia

NIM 100210102006

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Potensi Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi *Wenner* di Desa Keting Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 06 Oktober 2015

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si.
NIP 19641230 199302 1 001

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.
NIP 19620401 198702 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Yushardi, S.Si., M.Si.
NIP 19650420 199512 1 001

Rif’ati Dina H., S.Pd., M.Si.
NIP 19810205 200604 2 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.
NIP 19540501 198303 1 005

RINGKASAN

Penentuan Potensi Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner di Desa Keting Kabupaten Jember; Nurul Rizqi Amalia; 100210102006; 2015: 51 Halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa penduduk di desa Keting, diperoleh informasi bahwa pada khususnya ketika musim kemarau tiba, sebagian besar penduduk sulit untuk mendapatkan air bersih. Warga juga menjelaskan bahwa di desa ini belum pernah dilakukan pengeboran sumur dalam sehingga ketika persediaan air bersih tidak dapat memenuhi kebutuhan hidup penduduk setempat biasanya warga yang menggunakan saluran PDAM menjual air kepada warga yang lain ada pula yang memberikan secara cuma-cuma. Sebagaimana yang telah diketahui, air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Dengan adanya masalah seperti yang telah disebutkan maka aktivitas penduduk setempat jadi terhambat.

Oleh karena itu, diperlukan metode dalam geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi air tanah untuk dilakukan pengeboran sumur dalam. Salah satunya adalah metode geolistrik resistivitas, yang memanfaatkan sifat-sifat kelistrikan. Metode geolistrik merupakan metode yang dapat dimanfaatkan dalam eksplorasi sumber daya alam bawah permukaan tanah. Prinsip kerja metode ini adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di bawah permukaan tanah. Besarnya resistivitas diukur dengan mengalirkan arus listrik dan memperlakukan lapisan batuan sebagai penghantar arus.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menentukan potensi air bawah tanah dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner* di Desa Keting Kabupaten Jember.

Arah bentangan lokasi penelitian di desa diambil dari Utara ke Selatan dengan panjang lintasan 750 cm dibagi menjadi 31 titik pengukuran dengan spasi 25 cm. Pengukuran posisi titik sepanjang lintasan diukur dengan menggunakan GPS. Pengukuran arus I dan beda potensial V dari lapisan tanah bawah permukaan diperoleh melalui *resistivity meter* dengan menancapkan elektroda arus dan elektroda potensial. Kemudian diperoleh nilai resistivitas semu ρ dengan mengkonversi nilai resistansi dengan faktor geometri konfigurasi *Wenner* ($K = 2\pi a$). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Res2dinv* yang menghasilkan data berupa kontur distribusi nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan secara 2 dimensi.

Penentuan jenis lapisan tanah bawah permukaan dengan harga resistivitas yang dimiliki disesuaikan dengan tabel 2.1, tabel 2.2, peta geologi dan hidrogeologi, serta hasil penelitian para ahli sebelumnya sehingga diketahui struktur lapisan tanah bawah permukaan daerah penelitian tersusun atas lapisan air tanah ($5,75 \Omega\text{m} - 16,9 \Omega\text{m}$), tanah lempung ($28,9 \Omega\text{m} - 84,8 \Omega\text{m}$), pasir dan kerikil ($145 \Omega\text{m} - 249 \Omega\text{m}$).

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah potensi air bawah tanah di daerah penelitian cukup baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Dari segi kualitasnya, air yang terkandung di dalamnya merupakan air bersih yang sehat, baik untuk dikonsumsi warga sekitar karena berdasarkan hasil penelitian, air tanah ini belum terdampak intrusi air laut. Dari segi kuantitasnya, kandungan air tanah yang cukup banyak tersebar di sepanjang lintasan pada jarak 225 m – 612,5 m di kedalaman 6,25 m – 120 m dengan sebaran nilai resistivitas $5,75 \Omega\text{m} - 16,9 \Omega\text{m}$ yang merupakan lapisan air tanah. Namun, dalam memenuhi kebutuhan air bersih warga sekitar posisi yang baik untuk dilakukan pengeboran sumur dalam terletak pada jarak 387,5 m yaitu di antara jarak 375 m- 400 m di kedalaman sekitar 19,075 m – 120 m karena kandungan air tanahnya lebih banyak. Oleh karena hasil pengolahan data penelitian dengan menggunakan *software Res2Dinv* mendapatkan nilai error terkecil 14,0 % maka dapat dikatakan bahwa kevalidan hasil penelitian cukup tinggi sehingga data hasil penelitian dapat diterima.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penentuan Potensi Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi *Wenner* di Desa Keting Kabupaten Jember". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
3. Dr. Yushardi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika sekaligus Dosen Penguji Utama;
4. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota;
5. Prof. Dr. Sutarto, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Drs. H. Jumali, selaku Kepala Desa Keting yang telah memberikan izin tempat penelitian;
7. Bapak Abdul Haris, selaku Manager PT. Geoatlas Sidoarjo yang telah memfasilitasi selama penelitian;
8. Asfiainnisa', Abdur Rohim beserta kru, selaku tim survei lapangan yang telah membantu selama proses penelitian;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Jember, September 2015

Penulis

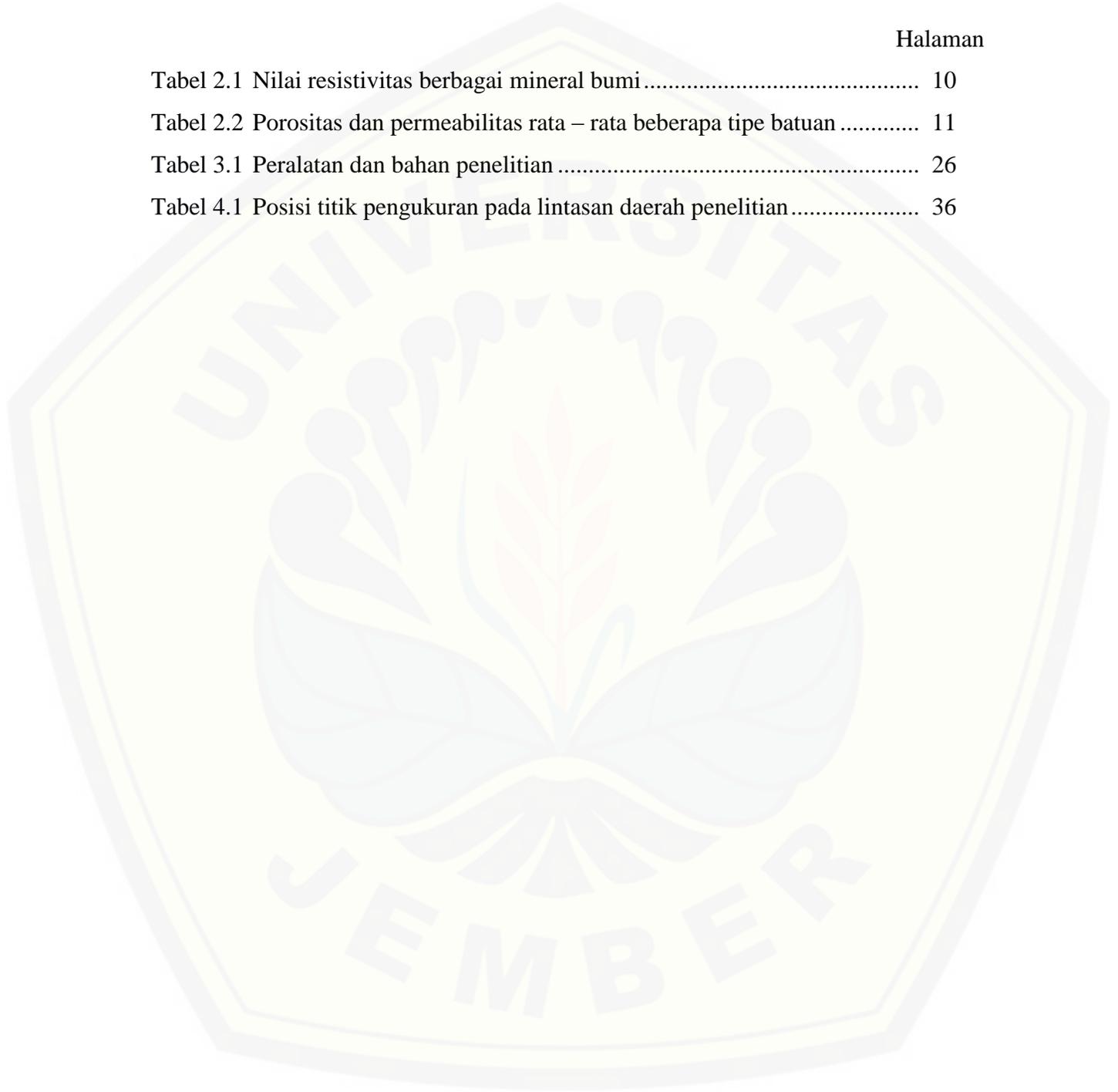
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Geologi Daerah Penelitian	6
2.2 Air Tanah	7
2.3 Sifat Kelistrikan Suatu Batuan	9
2.4 Porositas dan Permeabilitas	11
2.5 Hantaran Listrik	12
2.6 Prinsip Dasar Metode Geolistrik Resistivitas	14
2.6.1 Metode Geolistrik Resistivitas	14

2.6.2 Elektroda Arus Tunggal di Permukaan Bumi	15
2.6.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi.....	17
2.6.4 Resistivitas Semu	19
2.7 Konfigurasi Wenner	20
2.8 Kontur Distribusi Nilai Resistivitas Batuan	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3 Diagram Kerja Penelitian	28
3.4 Prosedur Pengambilan Data.....	29
3.5 Pengolahan dan Analisis Data	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.2 Pembahasan.....	40
BAB 5. PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	47
DAFTAR BACAAN	48
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai resistivitas berbagai mineral bumi	10
Tabel 2.2 Porositas dan permeabilitas rata – rata beberapa tipe batuan	11
Tabel 3.1 Peralatan dan bahan penelitian	26
Tabel 4.1 Posisi titik pengukuran pada lintasan daerah penelitian	36



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Peta Desa Keting, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jember.....	7
Gambar 2.2 Gerakan elektron bebas di dalam kawat.....	12
Gambar 2.3 Hantaran listrik oleh ion-ion	13
Gambar 2.4 Arus listrik di dalam gas.....	13
Gambar 2.5 Peta Aliran arus dan ekuipotensial oleh satu titik sumber pada permukaan bumi homogen isotropis.....	16
Gambar 2.6 Dua titik sumber arus dan dua elektroda potensial di permukaan bumi homogen isotropis	17
Gambar 2.7 Dua elektroda arus dan elektroda potensial di permukaan bumi yang homogen isotropis dengan resistivitas ρ	17
Gambar 2.8 Susunan elektroda pada konfigurasi <i>Wenner</i>	20
Gambar 2.9 Kontur Distribusi Nilai Resistivitas	23
Gambar 3.1 Peta Desa Keting, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jember.....	24
Gambar 3.2 Bentangan Lokasi Penelitian.....	25
Gambar 3.3 Diagram kerja pelaksanaan penelitian.....	29
Gambar 4.1 Peta Lintasan Pengukuran Geolistrik	41
Gambar 4.2 Kontur distribusi nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan yang diteliti	37
Gambar 4.3 Kontur distribusi nilai resistivitas sebenarnya pada lapisan tanah bawah permukaan pada rencana titik pengeboran sumur dalam	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. MATRIKS PENELITIAN.....	51
B. POSISI PENGUKURAN	53
C. DATA SURVEY GEOLISTRIK	59
D. PETA GEOLOGI WILAYAH JEMBER	66
E. PETA HIDROGEOLOGI WILAYAH JAWA TIMUR.....	67
F. GLOSARIUM	68
G. FOTO KEGIATAN PENELITIAN LAPANG.....	70
H. SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	77
H.1 Surat Ijin Penelitian	77
H.2 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	78

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab pendahuluan memuat uraian tentang 1) latar belakang, 2) perumusan masalah, 3) tujuan penelitian, 4) batasan masalah, dan 5) manfaat penelitian yang masing-masing tertuang secara eksplisit dalam subbab tersendiri.

1.1 Latar Belakang

Air adalah substansi yang paling melimpah di permukaan bumi yang merupakan komponen utama bagi semua makhluk hidup, kekuatan utama yang secara konstan membentuk permukaan bumi, dan menjadi faktor penentu dalam pengaturan iklim di permukaan bumi untuk kebutuhan hidup manusia (Indarto, 2010). Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang berdampak langsung pada kesejahteraan fisik, ekonomi, dan sosial masyarakat. Air tidak hanya dibutuhkan oleh masyarakat di pedesaan. Air juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku untuk kepentingan rumah tangga, irigasi, dan industri. Seiring dengan bertambahnya penduduk, kebutuhan air akan semakin meningkat sehingga diperlukan upaya pembangunan prasarana dan sarana air. Namun, kadang ketersediaan air tidak selalu sesuai dengan waktu, jumlah, dan mutu yang dibutuhkan. Bagi daerah yang jauh dari sumber air, memerlukan banyak biaya untuk mengalirkan air dari sumber ke tempatnya. Oleh karena itu dicari sumber air lain yang dekat, yaitu air yang ada di bawah permukaan atau air tanah.

Sumber air yang baik adalah air tanah (*groundwater*). Menurut Magetsari (dalam Puspita, 2013) air tanah adalah kumpulan air yang berada dalam ruang batuan dasar atau *regolith*. Air tanah sebagian kecil berasal dari air yang dilepaskan magma saat mendingin dan bisa pula dari air yang terperangkap dalam sedimen saat pengendapan. Sebagian besar air tanah berasal dari air hujan yang meresap ke dalam tanah akan menjadi bagian air tanah, yang perlahan-lahan akan mengalir ke laut atau

langsung mengalir ke dalam tanah atau permukaan dan akan bergabung dengan aliran air sungai (Seyhan dalam Rivera, 2012). Jumlah air tanah mencapai 40 kali lebih besar dari air yang berada di permukaan, seperti sungai dan danau. Jadi, untuk memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat dilakukan pemompaan untuk mendapatkan air tanah (Mariyana dalam Puspita, 2013). Pemanfaatan dan pengembangan air tanah telah dimulai sejak zaman kuno. Dimulai dari timba yang ujungnya diikat dengan bambu kemudian dilengkapi dengan sistem pegas, dan sekarang berkembang menggunakan teknologi canggih yaitu dengan cara pengeboran sumur-sumur dalam dengan kedalaman mencapai 200 meter (Halik dan Widodo, 2008).

Sumber daya air tanah merupakan sumber daya terbarukan karena air tanah adalah bagian yang tidak terpisahkan dari siklus hidrologi di bumi, yang ditemukan pada formasi geologi tembus air yang dikenal dengan reservoir air tanah yaitu formasi pengikat air yang memungkinkan jumlah air yang cukup besar untuk bergerak melaluinya pada kondisi lapangan yang biasa. Reservoir pada umumnya adalah sebuah tendon air alami yang berasal dari peresapan air hujan yang turun ke bumi, sehingga sebagian ada yang merembes ke dalam tanah yang akhirnya tersimpan dalam pori-pori batuan di dalam tanah (Wuryantoro dalam Puspita, 2013).

Jombang adalah salah satu kecamatan di Kabupaten Jember yang terdiri atas 6 desa, salah satunya adalah Desa Keting, Dusun Krajan II. Di desa ini sering sekali terjadi kekurangan persediaan air bersih khususnya saat musim kemarau tiba. Hal ini berlawanan dengan kenyataan yang ada bahwa manusia tidak akan terlepas dari kebutuhan akan air dalam kehidupan sehari-hari, misalnya untuk minum, mandi, mencuci, memasak, dan sebagainya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa penduduk di desa ini, diperoleh informasi bahwa pada khususnya ketika musim kemarau tiba, sebagian besar penduduk sulit untuk mendapatkan air bersih. Mereka juga menjelaskan bahwa di desa ini belum pernah dilakukan pengeboran sumur dalam sehingga ketika persediaan air bersih tidak dapat memenuhi kebutuhan hidup penduduk setempat biasanya warga yang menggunakan saluran PDAM menjual air kepada warga yang

lain ada pula yang memberikan secara cuma-cuma. Sebagaimana yang telah diketahui, air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Dengan adanya masalah seperti yang telah disebutkan maka aktivitas penduduk setempat jadi terhambat.

Berdasarkan tinjauan peta geologi wilayah Jember, Jawa Timur, Desa Keting, Kecamatan Jombang merupakan wilayah alluvial yang lapisan tanahnya sebagian besar mengandung kerakal, kerikil, pasir dan lumpur (Sapei, dkk, 1992). Berdasarkan tinjauan peta hidrogeologi desa ini merupakan wilayah *aquifer* produktif dengan penyebaran luas. *Aquifer* dengan keterusan sedang, muka air tanah atau tinggi pisometri air tanah dekat atau di atas muka tanah, debit sumur umumnya 5-10 liter per detik (Poespowardoyo, 1981). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa daerah tersebut sangat baik untuk dilakukan penelitian dalam menentukan potensi air bawah tanah untuk pengeboran sumur dalam yang nantinya dapat bermanfaat bagi penduduk desa ini. Terkait dengan perencanaan tersebut maka diperlukan informasi tentang nilai resistivitas semu dari lapisan tanah bawah permukaan.

Dalam hal ini terdapat beberapa metode dalam geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi air tanah. Salah satunya adalah metode geolistrik resistivitas, yang memanfaatkan sifat-sifat kelistrikan. Metode geolistrik merupakan metode yang dapat dimanfaatkan dalam eksplorasi sumber daya alam bawah permukaan tanah. Prinsip kerja metode ini adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di bawah permukaan tanah. Besarnya resistivitas diukur dengan mengalirkan arus listrik dan memperlakukan lapisan batuan sebagai penghantar arus. Metode geolistrik resistivitas sangat baik digunakan untuk eksplorasi dalam yaitu antara 300 meter hingga 500 meter sehingga banyak digunakan dalam eksplorasi di bidang geofisika misalnya pencarian sumber air, penentuan kedalaman batuan, pendeteksian mineral logam, dan sebagainya (Anggraeni, 2004). Pada metode ini, konfigurasi elektroda yang sering digunakan yaitu konfigurasi *Wenner*, konfigurasi *Schlumberger*, konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, konfigurasi *dipole-dipole*, dan konfigurasi *pole-pole*. Salah satu

konfigurasi yang telah disebutkan di atas, konfigurasi *Wenner* memiliki keunggulan yaitu ketelitian tegangan pada elektroda potensial lebih baik dengan angka yang relatif besar karena elektroda potensial yang relatif dekat dengan elektroda arus.

Metode geolistrik tersebut pernah digunakan oleh Sultan (2009) penyelidikan geolistrik *resistivity* pada penentuan titik sumur bor untuk pengairan di daerah Garongkong Desa Lempang Kecamatan Tanete Riaja Barru. Syamsurizal, dkk (2013) melakukan penelitian tentang aplikasi metoda resistivitas untuk identifikasi litologi batuan sebagai studi awal kegiatan pembangunan pondasi gedung. Hadi, dkk (2009) juga melakukan survey sebaran air tanah dengan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Wenner* di Desa Banjar Sari Kecamatan Enggano Kabupaten Bengkulu. Priambodo, dkk (2011) juga melakukan penelitian tentang aplikasi metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* pada survey gerakan tanah di Bajawa, NTT. Selain itu, Herlin dan Budiman (2012) juga menggunakan metode geolistrik untuk penentuan bidang gelincir gerakan tanah dengan aplikasi geolistrik metode tahanan jenis dua dimensi konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Supriyadi, dkk (2012) juga melakukan penelitian untuk mendeteksi keberadaan air tanah dengan aplikasi metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*. Selain itu, Wijaya (2015) juga melakukan penelitian untuk menentukan struktur tanah dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner* di halaman belakang SCC ITS Surabaya.

Berdasarkan uraian di atas, penulis termotivasi untuk melakukan suatu penelitian potensi air bawah tanah di Desa Keting dengan judul “Penentuan Potensi Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi *Wenner* di Desa Keting Kabupaten Jember”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian yang melatarbelakangi penelitian ini, maka permasalahan yang muncul adalah bagaimana potensi air bawah tanah dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner* di Desa Keting Kabupaten Jember?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah menentukan potensi air bawah tanah dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner* di Desa Keting Kabupaten Jember.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut.

- a. Penelitian ini dilakukan di Desa Keting, Dusun Krajan II, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jember.
- b. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner*.
- c. Pengolahan data penelitian dengan menggunakan *Software Res2dinv*.
- d. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada analisis gambar 2D berupa kontur distribusi nilai resistivitas material bawah permukaan tanah.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu informasi bagi masyarakat khususnya warga Desa Keting, Dusun Krajan II, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jember tentang potensi air bawah tanah untuk pengeboran sumur dalam melalui metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner* sehingga permasalahan mengenai kurangnya ketersediaan air khususnya saat musim kemarau tiba dapat teratasi. Selain itu, juga diharapkan mampu memberikan sumbangan pemikiran pada ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang geofisika dalam permasalahan mendeteksi ketersediaan air bawah tanah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka akan diuraikan teori-teori yang berkaitan dengan ruang lingkup atau objek yang dijadikan dasar dalam penelitian. Pada bab ini akan diuraikan tentang 1) geologi daerah penelitian, 2) air tanah, 3) porositas dan permeabilitas, 4) sifat kelistrikan suatu batuan, 5) hantaran listrik, 6) prinsip dasar metode geolistrik resistivitas, 7) konfigurasi *Wenner*, dan 8) kontur distribusi nilai resistivitas batuan.

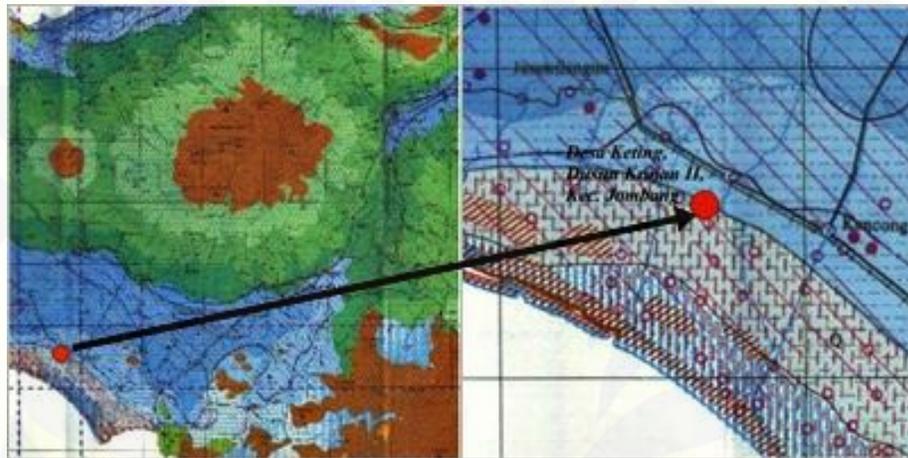
2.1 Geologi Daerah Penelitian

Kecamatan Jombang terletak di ujung Barat Daya wilayah Kabupaten Jember. Jombang merupakan pemekaran wilayah Kecamatan Kencong yang dibentuk pada tahun 1995 (PP No. 37 tahun 1995). Kecamatan Jombang mempunyai luas wilayah 500.490 hektar. Batas Kecamatan Jombang yaitu sebelah Utara Kecamatan Sumberbaru, sebelah Selatan Kecamatan Kencong, sebelah Timur Kecamatan Umbulsari, dan sebelah Barat Kabupaten Lumajang. Jarak dari pusat kota 50 km. Kecamatan Jombang terdiri atas 6 desa, yaitu Desa Jombang, Desa Keting, Desa Padomasan, Desa Ampel Rejo, Desa Ngampel Rejo, dan Desa Wringinagung (id.wikipedia.org/wiki/Jombang_Jember).

Desa Keting yang berpenduduk kurang lebih 6588 orang ini memiliki luas wilayah sebesar 565.108 Ha dengan area persawahan seluas 244.445 Ha, area pemukiman seluas 177.904 Ha, area tegalan seluas 99.759 Ha, dan sisanya untuk fasilitas umum yang lain seperti perkantoran, kuburan dan sebagainya. Waktu tempuh dari desa ini ke ibu kota kecamatan selama ± 10 menit, sedangkan waktu tempuh ke ibu kota kabupaten sekitar 1,5 jam. Batasan wilayah Desa Keting yaitu sebelah Utara Padomasan, sebelah Selatan Cakru, sebelah Timur Kraton, dan sebelah Barat Yosowilangun. Berdasarkan data statistik dari Balai Desa Keting, curah hujan yang

terjadi di desa ini sekitar 1800 mm/tahun dengan suhu rata-rata harian sebesar 24⁰C dan tinggi tempat dari permukaan laut sebesar 35 mdl. Sumber air bersih yang tersedia di desa ini hingga saat ini berasal dari sumur galian yang berjumlah 360 dan sumur pompa 180. Terdapat dua sungai di desa ini namun kondisinya telah tercemar.

Berdasarkan tinjauan peta geologi wilayah Jember, Jawa Timur, Desa Keting, Kecamatan Jombang merupakan wilayah alluvial yang lapisan tanahnya sebagian besar mengandung kerakal, kerikil, pasir dan lumpur (Sapei, dkk, 1992).



Gambar 2.1 Peta Desa Keting, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jember (Poespowardoyo, 1981)

Berdasarkan tinjauan peta hidrogeologi (gambar 2.1) wilayah Jember, Jawa Timur, Desa Keting, Kecamatan Jombang ini merupakan wilayah *aquifer* produktif dengan penyebaran luas. *Aquifer* dengan keterusan sedang, muka air tanah atau tinggi pisometri air tanah dekat atau di atas muka tanah, debit sumur umumnya 5-10 liter per detik (Poespowardoyo, 1981).

2.2 Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut *aquifer* (Herlambang dalam Puspita, 2013). Air tanah juga merupakan salah satu sumber daya mineral terpenting yang terdapat

pada lapisan bawah permukaan tanah. Menurut Indarto (2010) air tanah (*groundwater*) biasanya terdapat di *aquifer*, suatu daerah di bawah permukaan bumi yang terdiri dari bebatuan dan partikel tanah yang tidak terkonsolidasi. *Aquifer* ini mampu untuk menyalurkan dan menyimpan air.

Kandungan air pada *aquifer* di dalam tanah meningkat ketika musim hujan sedangkan kandungan air menurun atau tidak ada sama sekali ketika musim kemarau. Kondisi air tanah pada musim kemarau dapat diatasi dengan melakukan upaya-upaya konservasi. Kajian imbangannya antara ketersediaan air tanah dan intrusi air laut memberikan gambaran tentang kondisi *aquifer*. Pada prinsipnya air tanah mengalir dari darat ke laut melalui media *aquifer*, sedangkan air laut meresap ke darat karena adanya tekanan hidrostatika air laut (Sriyono *et al.* dalam Puspita, 2013).

Pemanfaatan air tanah adalah upaya untuk memenuhi kebutuhan air di masa sekarang maupun yang akan datang, serta merupakan alternatif yang terbaik apabila air di permukaan sudah tidak mencukupi. Air tanah bebas dari penularan penyakit dan lebih terlindung dari polusi atau pencemaran (Wuryantoro dalam Puspita, 2013). Menurut Asdak (1995) dengan semakin berkembangnya industri serta pemukiman dengan segala fasilitasnya maka ketergantungan aktivitas manusia pada air tanah menjadi semakin terasa. Namun sangat disayangkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan air tanah yang sangat meningkat tersebut, cara pengambilan air tanah sering kali tidak sesuai dengan prinsip-prinsip hidrologi yang baik sehingga seringkali menimbulkan dampak negatif yang serius terhadap kelangsungan dan kualitas sumber daya air tanah. Dampak negatif pemanfaatan air tanah (yang berlebihan) dapat dibedakan menjadi dampak yang bersifat kualitatif (kualitas air tanah) dan kuantitatif (pasokan air tanah).

Dampak yang pertama mulai dirasakan dengan ditemuinya kasus-kasus pencemaran sumur-sumur penduduk, terutama yang berdekatan dengan aliran sungai yang menjadi sarana pembuangan limbah pabrik. Pencemaran kualitas air tanah juga dijumpai di daerah yang berbatasan dengan pantai dalam bentuk intrusi air laut ke dalam sumur-sumur penduduk (Asdak, 1995). Pendapat tersebut didukung oleh

Hendrayana (dalam Puspita, 2013) pemompaan air tanah yang berlebihan akan mengakibatkan terjadinya penurunan muka air tanah, berkurangnya cadangan air tanah, perubahan arah aliran air tanah, penurunan daya dukung tanah, kekeringan pada sumur-sumur penduduk, intrusi air laut ke arah dataran dan lain-lain. Menurut Wuryantoro (dalam Puspita, 2013) dari segi kuantitas, jika jumlah yang digunakan melebihi ketersediaan maka air tanah akan mengalami penurunan kemampuan penyediaan.

2.3 Sifat Kelistrikan Suatu Batuan

Aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral (Telford *et al.*, 1990) dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu.

- a. Konduksi secara elektronik. Terjadi jika batuan/mineral mempunyai banyak elektron bebas, sehingga arus listrik yang mengalir dalam batuan/mineral dialirkan oleh elektron bebas. Salah satu sifat atau karakteristik bahan yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik dan semakin kecil nilai resistivitas suatu bahan maka semakin mudah bahan tersebut menghantarkan arus listrik.
- b. Konduksi secara elektrolitik. Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak dan konduktivitas akan semakin kecil jika kandungan air dalam batuan berkurang.
- c. Konduksi secara dielektrik. Terjadi jika batuan/mineral bersifat dielektrik, artinya batuan tersebut mempunyai elektron bebas sedikit bahkan tidak sama sekali.

Namun karena adanya pengaruh dari medan listrik luar, elektron dalam bahan akan mengalami pengutuban (polarisasi). Peristiwa ini memberikan hasil yang berbeda untuk setiap bahan tergantung konstanta dielektrik yang dimilikinya.

Di bawah ini adalah tabel yang digunakan untuk mengetahui hubungan nilai-nilai resistivitas dengan lapisan yang terdapat di bawah permukaan tanah.

Tabel 2.1 Nilai resistivitas berbagai mineral bumi

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara	0
Intrusi Air Laut	0.2 – 50
Air tanah	0.5 – 150
Lempung	1 – 100
Pasir	1 – 1000
Tembaga	1 – 1.7
Magnesium	4.2
Bijih Besi	0.1 – 25
Khrom	13.2
Aluvium	10 – 800
Mangan	44 – 160
Kerikil	100 – 600
Batu Pasir	200 – 8000
Gamping	50 – 1×10^7
Karbon	3000
Batuan Garam	30 - 1×10^{13}
Kwarsa	4×10^{10} - 2×10^{14}

Sumber: Telford *et al.* (1990)

Telford *et al.* (1990) menjelaskan bahwa dari semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak. Pada mineral-mineral logam, harganya berkisar pada $10^{-8} \Omega\text{m}$ hingga $10^7 \Omega\text{m}$. Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan *range* resistivitas yang bervariasi pula. Sehingga *range* resistivitas maksimum yang mungkin adalah $1,6 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ (perak asli) hingga $10^{16} \Omega\text{m}$ (belerang murni).

Secara umum, berdasarkan harga resistivitas listriknya, Telford *et al.* (1990) mengelompokkan batuan dan mineral menjadi tiga, yaitu.

- Konduktor baik dengan resistivitas 10^{-8} sampai $1 \Omega\text{m}$ ($10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$).
- Konduktor menengah dengan resistivitas 1 sampai $10^7 \Omega\text{m}$ ($1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$).

c. Isolator dengan resistivitas di atas $10^7 \Omega\text{m}$ ($\rho > 10^7 \Omega\text{m}$).

2.4 Porositas dan Permeabilitas

Porositas adalah jumlah atau presentase pori atau rongga dalam volume batuan atau sedimen. Porositas dibagi menjadi dua yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer adalah porositas yang ada sewaktu bahan tersebut terbentuk sedangkan porositas sekunder dihasilkan oleh retakan-retakan dan alur yang terurai. Pori-pori merupakan ciri batuan sedimen klastik dan bahan butiran lainnya. Pori berukuran kapiler dan membawa air disebut air pori. Aliran melalui pori adalah leminer. Umumnya untuk tanah normal mempunyai porositas berkisar antara 25% sampai 75% sedangkan untuk batuan yang terkonsolidasi (*consolidated rock*) berkisar antara 0 sampai 10% (Wuryantoro dalam Santoso, 2012).

Selain porositas, aliran dan jumlah air tanah juga bergantung pada permeabilitas material bawah tanah. Permeabilitas merupakan kemampuan batuan atau tanah untuk melewatkan atau meloloskan air. Air tanah mengalir melewati rongga-rongga yang kecil, semakin kecil rongganya semakin kecil alirannya. Jika rongganya sangat kecil akan mengakibatkan molekul air akan tetap tinggal (Wuryantoro dalam Santoso, 2012).

Perkiraan rata-rata nilai dari porositas dan permeabilitas berbagai tipe batuan dapat dilihat pada tabel di bawah ini,

Tabel 2.2 Porositas dan permeabilitas rata – rata beberapa tipe batuan

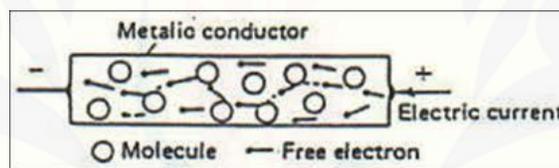
Tipe Batuan	Porositas	Permeabilitas ($\text{m}^3 \times \text{hari}^{-1} \text{m}^{-2}$)
Lempung	45 %	0.0004
Pasir	35 %	41
Kerikil	25 %	4100
Kerikil dan pasir	20 %	410
Batu Pasir	15 %	4.1
Batu kapur dan serpih padat	5 %	0.041
Quartzite, granit	1 %	0.0004

Sumber : (Linsley, dkk. 1996)

2.5 Hantaran Listrik

Soedjo (1985) menjelaskan bahwa di dalam logam konduktor, hantaran listrik dilakukan oleh elektron-elektron bebas yang bergerak di sela-sela susunan atom-atom logam. Di dalam cairan, hantaran listrik dilakukan oleh elektron-elektron yang dibawa ion-ion cairan yang bergerak dari satu elektroda ke elektroda yang lain. Di dalam gas, hantaran listrik dilakukan oleh elektron-elektron bebas dan ion-ion.

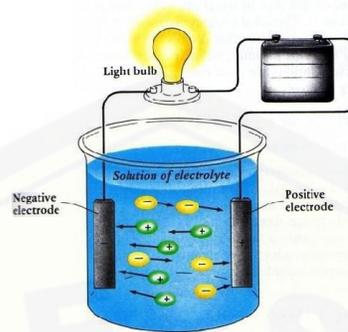
Soedjo (1985) juga menjelaskan bahwa bila ujung-ujung dari suatu kawat penghantar dihubungkan ke suatu sumber tegangan maka akan timbul beda potensial antara ujung-ujung itu yang berarti sepanjang kawat itu timbul medan listrik. Medan listrik ini memberikan gaya pada elektron-elektron bebas untuk bergerak dari satu ujung ke ujung lainnya. Namun, dalam gerakannya elektron-elektron ini bertumbukan dengan deretan atom-atom logam. Ketika bertumbukan, elektron terpelanting dan dibelokkan seperti terlihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Gerakan elektron bebas di dalam kawat (Soedjo, 1985)

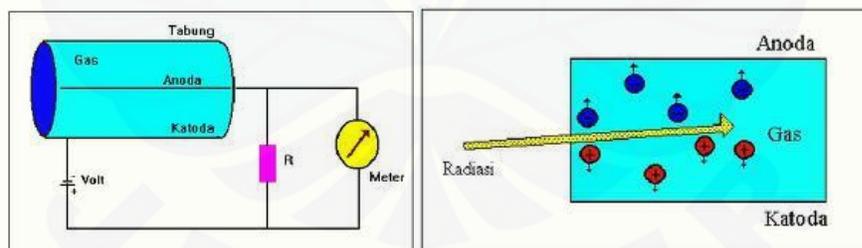
Adanya tumbukan tersebut, elektron-elektron bebas menjadi tak leluasa dalam menghantarkan arus listrik sehingga muncul tahanan listrik. Pada suhu yang lebih tinggi, atom-atom lebih bergetar sehingga gerakan elektron-elektron bebas dalam menghantarkan arus listrik lebih terhalang atau dapat dikatakan pada suhu yang lebih tinggi, tahanan listrik lebih besar.

Menurut Soedjo (1985) sebagian dari molekul-molekul cairan senantiasa terurai menjadi ion-ion positif dan negatif. Apabila dimasukkan 2 keping logam ke dalam cairan yang masing-masing dihubungkan ke kutub-kutub sumber daya listrik maka ion-ion akan bergerak dari satu keping ke keping lainnya. Keping-keping tersebut bertindak sebagai elektroda positif dan negatif.



Gambar 2.3 Hantaran listrik oleh ion-ion (Soedjo, 1985)

Berdasarkan gambar 2.3 di atas, ion-ion positif bergerak ke elektroda negatif (keping yang dihubungkan ke kutub negatif sumber daya) dan ion-ion negatif bergerak ke elektroda positif. Sesampainya di elektroda positif, ion negatif melepaskan elektronnya ke elektroda tersebut dan menjadi gugusan atom-atom netral. Ion-ion positif sesampainya di elektroda negatif akan menarik elektron dari elektroda tersebut dan juga menjadi gugusan atom-atom netral. Gugusan atom-atom netral bereaksi dengan air membentuk molekul-molekul baru kemudian menjadi ion-ion lagi. Jadi hantaran listrik di dalam larutan elektrolit adalah hantaran elektron-elektron dari elektroda negatif ke elektroda positif dengan diangkut oleh ion-ion elektrolit. Semakin besar konsentrasi larutan elektrolit semakin besar daya hantar listriknya.



Gambar 2.4 Arus listrik di dalam gas (Soedjo, 1985)

Arus listrik di dalam tabung gas (seperti yang terlihat pada gambar 2.4 di atas) dihantarkan oleh elektron-elektron dan ion-ion positif yang kebetulan sudah ada akibat radiasi sinar kosmis atau sebab-sebab lain. Semakin tinggi tegangan antara

katoda dan anoda semakin cepat gerakan elektron-elektron dari katoda ke anoda sehingga arus listriknya semakin kuat (Soedjo, 1985).

2.6 Prinsip Dasar Metode Geolistrik Resistivitas

2.6.1 Metode Geolistrik Resistivitas

Dalam eksplorasi geofisika, metode geolistrik resistivitas merupakan metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas listrik lapisan batuan di dalam bumi. Pada metode resistivitas ini, arus listrik yang berfrekuensi rendah diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus. Beda potensial yang terjadi diukur dengan menggunakan dua buah elektroda potensial. Kemudian dari hasil pengukuran arus (I) dan beda potensial (V) untuk setiap jarak antar elektroda yang berbeda kemudian dapat diturunkan variasi harga resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik ukur. Metode geolistrik resistivitas pada dasarnya adalah pengukuran harga resistivitas batuan. Prinsip kerja metode geolistrik resistivitas adalah dengan menginjeksikan arus ke bawah permukaan bumi sehingga diperoleh beda potensial, yang kemudian akan didapat informasi mengenai resistivitas batuan (Telford *et al.*, 1990).

Menurut Reynolds (1997) metode geolistrik resistivitas *mapping* merupakan metode geolistrik resistivitas yang bertujuan mempelajari variasi resistivitas lapisan bawah tanah secara horizontal, oleh karena itu, pada metode ini digunakan konfigurasi elektroda dengan spasi yang sama untuk semua titik pengukuran di permukaan bumi. Setelah itu baru dibuat kontur resistivitasnya.

Metode geolistrik resistivitas *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas batuan di bawah permukaan bumi secara vertikal. Pengukuran dilakukan dari jarak terkecil kemudian membesar secara gradual. Jarak antara elektroda arus ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi. Semakin besar elektroda tersebut maka semakin dalam lapisan batuan yang dapat diselidiki. Hasil dari pengukuran *sounding* ini kemudian diolah dengan metode pencocokan kurva (Reynolds, 1997).

2.6.2 Elektroda Arus Tunggal di Permukaan Bumi

Hubungan rapat arus \mathbf{J} dan medan listrik \mathbf{E} melalui Hukum Ohm:

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \quad (2.1)$$

Medan listrik merupakan gradien dari sebuah potensial skalar:

$$\mathbf{E} = -\nabla V \quad (2.2)$$

Jadi, kita mendapatkan:

$$\mathbf{J} = -\sigma \nabla V \quad (2.3)$$

Karena $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ maka:

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0 \quad (2.4)$$

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \quad (2.5)$$

Jika σ merupakan konstanta, persamaan pertama di ruas kiri bernilai nol dan mempunyai persamaan Laplace:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (2.6)$$

Dari sebuah sistem yang simetri, potensial akan menjadi fungsi dari r yang merupakan jarak dari elektroda pertama. Pada kondisi seperti ini persamaan Laplace pada koordinat *spheris*:

$$\nabla^2 V = \frac{d^2 V}{dr^2} + \left(\frac{2}{r}\right) \frac{dV}{dr} \quad (2.7)$$

Perkalian oleh r^2 dan pengintegrasian diperoleh:

$$\frac{dV}{dr} = \frac{A}{r^2} \quad (2.8)$$

Pengintegrasian lagi diperoleh:

$$V = -\frac{A}{r} + B \quad (2.9)$$

Dimana A dan B merupakan konstanta. Karena $V = 0$ saat $r \rightarrow \infty$, diperoleh $B = 0$. Arus listrik mengalir secara radial keluar ke segala arah dari titik elektroda. Jadi, total arus listrik yang melalui sebuah permukaan *spheris* diperoleh:

$$I = 4\pi r^2 J = -4\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -4\pi \sigma A \quad (2.10)$$

Dari persamaan (2.3) dan (2.8) maka:

$$A = -\frac{I\rho}{4\pi} \quad (2.11)$$

$$V = \left(\frac{I\rho}{4\pi}\right)\frac{1}{r} \text{ atau } \rho = 4\pi r \frac{V}{I} \quad (2.12)$$

(Telford *et al.*, 1990)

Misalkan titik elektroda C(0,0) yang diinjeksikan arus I (ampere) terletak di permukaan bumi homogen isotropis dan udara di atasnya dianggap mempunyai konduktivitas nol $\sigma_{udara} = 0$. Elektroda arus tersebut terangkai dengan elektroda arus lain yang terletak pada jarak yang sangat jauh sehingga arus yang mengalir melalui permukaan setengah bola adalah (Telford *et al.*, 1990):

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (2.13)$$

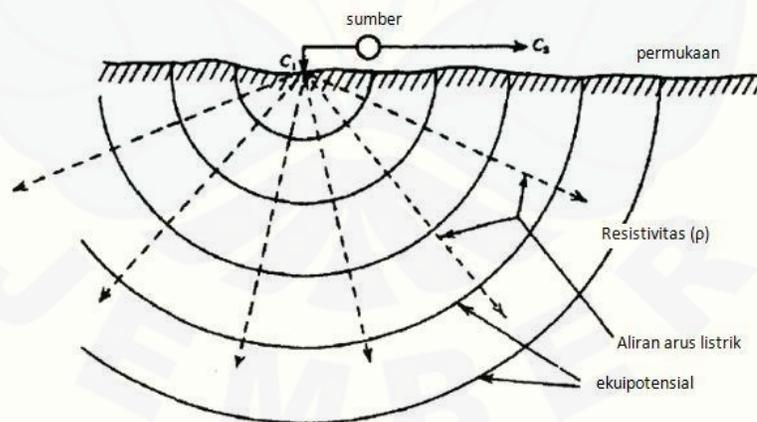
karena $\sigma = \frac{1}{\rho}$ maka untuk konstanta integrasi A setengah bola, yaitu:

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (2.14)$$

Sehingga didapatkan:

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right)\frac{1}{r} \text{ atau } \rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.15)$$

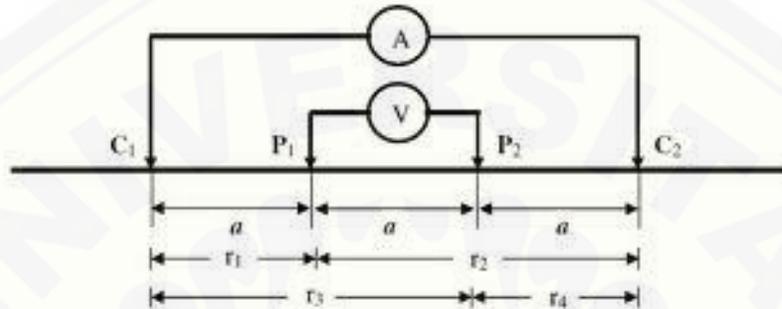
Persamaan di atas merupakan ekuipotensial yang berbentuk permukaan setengah bola yang berada di bawah permukaan tanah seperti gambar 2.5.



Gambar 2.5 Aliran arus dan ekuipotensial oleh satu titik sumber pada permukaan bumi homogen isotropis (Telford *et al.*, 1990)

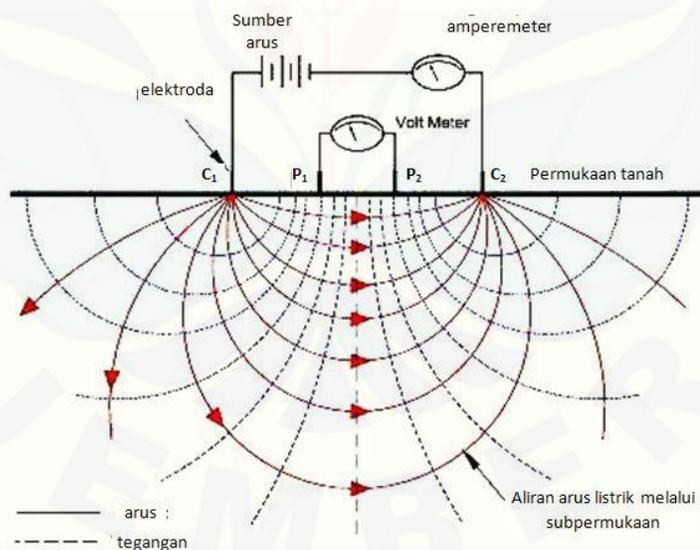
2.6.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi

Apabila jarak antara dua elektroda arus tidak terlalu besar, potensial disetiap titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Dua titik sumber arus dan dua elektroda potensial di permukaan bumi homogen isotropis (Telford *et al.*, 1990)

Bila dibuat penampang melalui sumber C_1 dan C_2 , maka akan terlihat pola distribusi bidang ekuipotensial yang terjadi seperti gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Dua elektroda arus dan elektroda potensial di permukaan bumi yang homogen isotropis dengan resistivitas ρ (Telford *et al.*, 1990)

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa perubahan potensial sangat drastis pada daerah dekat sumber arus, sedangkan pada daerah antara C_1 dan C_2 gradien potensial

kecil dan mendekati linier. Sehingga pengukuran paling baik dilakukan pada daerah antara C_1 dan C_2 yang mempunyai gradien potensial linier. Untuk menentukan perbedaan potensial antara dua titik yang ditimbulkan oleh sumber arus listrik C_1 dan C_2 , maka elektroda potensial P_1 dan P_2 ditempatkan dekat sumber. Dengan menerapkan persamaan (2.15), maka potensial pada titik P_1 yang disebabkan elektroda C_1 adalah:

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

$$V_1 = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_1} \quad (2.16)$$

Sedangkan potensial pada titik P_2 karena elektroda C_2 diperoleh:

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

$$V_2 = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_2} \quad (2.17)$$

Besar arus pada kedua elektroda C_1 dan C_2 sama tetapi arahnya berlawanan sehingga $A_2 = -A_1$, dengan demikian potensial total pada titik P_1 oleh C_1 dan C_2 dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (2.18)$$

Dengan cara yang sama diperoleh potensial pada titik P_2 oleh C_1 dan C_2 yaitu:

$$V_3 + V_4 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \quad (2.19)$$

Sehingga, diperoleh perbedaan potensial antara titik P_1 dan P_2 yaitu:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \right\} \quad (2.20)$$

dimana :

- $r_1 = C_1P_1$
- $r_2 = P_1C_2$
- $r_3 = C_1P_2$
- $r_4 = P_2C_2$

(Telford *et al.*, 1990).

2.6.4 Resistivitas Semu

Menurut Wuryantoro (dalam Puspita, 2013) bumi diasumsikan sebagai medium yang mempunyai sifat homogen isotropis. Resistivitas yang terukur merupakan resistivitas yang sebenarnya dan tidak tergantung pada jarak antar elektroda. Namun, kenyataannya bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda sehingga potensial yang terukur dipengaruhi oleh lapisan-lapisan bumi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa jika dilakukan pengukuran di permukaan bumi maka nilai resistivitas yang terukur bukan merupakan nilai resistivitas satu lapisan saja atau bukan nilai resistivitas yang sebenarnya melainkan nilai resistivitas berbagai macam lapisan, sehingga resistivitas yang terukur merupakan resistivitas semu (ρ_a).

Reynolds (1997) berpendapat bahwa resistivitas yang terukur di permukaan bumi hanya menunjukkan satu lapisan homogen yang ditunjukkan oleh suatu nilai resistivitas ρ_a . Harga resistivitas yang terukur di permukaan bumi tersebut merupakan resistivitas semu (ρ_a). Resistivitas semu dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$\rho_a = \frac{2\pi\Delta V}{I} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \quad (2.21)$$

atau

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.22)$$

dengan

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

dimana:

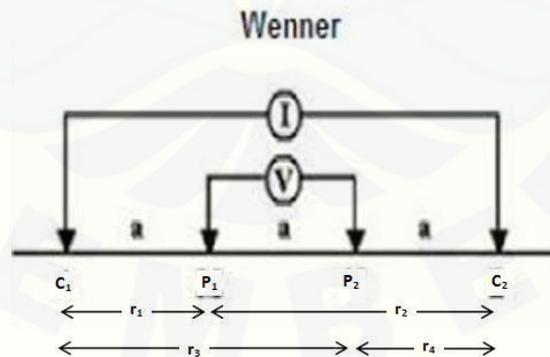
- ρ_a = resistivitas semu (Ωm)
- ΔV = beda potensial antara dua elektroda (Volt)
- I = arus listrik antara dua elektroda (Ampere)
- K = faktor geometri (m)

K (faktor geometri) adalah besaran koreksi terhadap perbedaan letak titik elektroda. Faktor geometri ditentukan oleh jenis konfigurasi yang digunakan yaitu

sesuai dengan peletakan elektroda arus dan elektroda potensial saat pengukuran (Wahyuningtyas, 2013). Besaran ini tetap untuk kepentingan eksplorasi dapat diperoleh berbagai variasi nilai tahanan jenis terhadap kedalaman. Hasil pengukuran dilapangan sesudah dihitung nilai tahanan jenisnya merupakan fungsi dari konfigurasi elektroda dan berkaitan dengan kedalaman penetrasinya semakin panjang rentang antar elektroda, semakin dalam penetrasi arus yang diperoleh yang tentu juga sangat ditentukan oleh kuat arus yang dialirkan melalui elektroda arus (Santoso, 2002).

2.7 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi Wenner dikembangkan oleh *Wenner* di Amerika yang keempat buah elektrodanya terletak dalam suatu garis dan simetris terhadap titik tengah. Jarak P_1P_2 pada konfigurasi *Wenner* selalu sepertiga ($1/3$) jarak C_1C_2 . Jika jarak C_1C_2 diperlebar maka jarak P_1P_2 juga harus diubah sehingga jarak P_1P_2 tetap sepertiga jarak C_1C_2 . Keunggulan dari konfigurasi *Wenner* ini adalah ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda P_1P_2 lebih baik dengan angka yang relatif besar karena elektroda P_1P_2 yang relatif dekat dengan elektroda C_1C_2 . Disini bisa diukur alat ukur multimeter dengan impedansi yang relatif lebih kecil (Rivera, 2012). Seperti gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Susunan elektroda pada konfigurasi *Wenner*
 Sumber: Loke (dalam Rivera, 2012)

Besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap kedua elektroda arus merupakan salah satu faktor geometri (K). Karena elektroda pada saat melakukan pengukuran disusun sedemikian rupa, maka harus dilakukan perhitungan terhadap konfigurasi elektroda. Santoso (2002) menjelaskan bahwa suatu besaran yang berfungsi sebagai faktor untuk mengoreksi berbagai konfigurasi elektroda disebut sebagai faktor geometri. Sehubungan dengan hal tersebut, menurut Arika (2007) besar suatu resistivitas semu dapat dipengaruhi oleh konfigurasi elektroda yang digunakan, hal ini disebabkan oleh setiap konfigurasi elektroda memiliki faktor geometri K yang berbeda-beda berdasarkan susunan elektrodanya. Faktor geometri K diperoleh dari distribusi arus melalui setengah jarak bidang homogen dan geometri dari konfigurasi dengan menurunkan persamaan hukum Ohm dengan menggunakan susunan dari konfigurasi tersebut, sehingga:

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \quad (2.23)$$

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right) \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{2a} + \frac{1}{2a} \right) \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{a} \right) \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi a \quad (2.24)$$

Jadi, dari persamaan di atas dapat diketahui bahwa faktor geometri K pada konfigurasi *Wenner* adalah sebesar $2\pi a$. Pada penggunaan metode geolistrik resistivitas *sounding* besarnya nilai a dapat diubah-ubah secara gradual dari kecil ke besar. Pengukuran potensial dilakukan pada daerah P_1 dan P_2 , beda potensial yang terjadi pada daerah tersebut adalah:

$$\Delta V = V_{P_1} - V_{P_2} \text{ dimana } V = \frac{I\rho}{2\pi r}$$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2.25)$$

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I}$$

$$\begin{aligned}\rho &= 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \\ \rho &= K \frac{\Delta V}{I} \\ \rho &= 2\pi a \left(\frac{V}{I}\right)\end{aligned}\tag{2.26}$$

Keunggulan dari konfigurasi *Wenner* ini adalah ketelitian tegangan pada elektroda P_1P_2 lebih baik dengan angka yang relatif besar karena elektroda P_1P_2 yang relatif dekat dengan elektroda C_1C_2 .

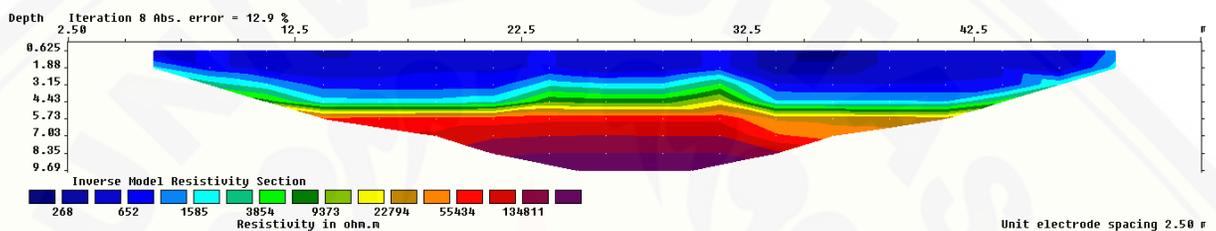
2.8 Kontur Distribusi Nilai Resistivitas Batuan

Hasil pengukuran dalam metode geolistrik resistivitas berupa nilai resistivitas semu. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *software Res2dinv* sehingga menjadi nilai resistivitas sebenarnya dalam bentuk kontur distribusi nilai resistivitas struktur bawah permukaan tanah yang diteliti atau diukur. Menurut Griffiths dan Barker (dalam Geotomo, 2004), “*Res2dinv* adalah *software* komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2D) untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik”.

Program ini menggunakan teknik *forward modeling* dari data resistivitas semu hasil pengukuran untuk mendapatkan hasil inversinya. Model 2D yang digunakan oleh program *inversion*, yang terdiri dari sejumlah blok segi empat, dimana pengaturan dari setiap blok adalah hubungan/distribusi dari titik data. Distribusi dan ukuran dari blok secara otomatis dihasilkan oleh program menggunakan distribusi dari titik data sebagai titik acuan. Kedalaman dari baris bawah dari blok mulai menjadi kira-kira sama dengan kedalaman yang lainnya pada penelitian dari titik data dengan elektroda paling besar pada pengaturan jarak. Survei biasanya kebanyakan dilakukan dengan sistem dimana elektroda disusun sepanjang satu baris dengan satu pengaturan jarak yang telah tetap di antara elektroda berdekatan. Walaupun begitu program ini juga tidak hanya mengolah sebuah data

tetapi kumpulan data dengan beberapa pengaturan jarak elektroda (andi.unej.blogspot.com/2012/04/laporan-2-dimensi-dengan-res2dinv.html).

Nilai resistivitas struktur bawah permukaan yang diolah dengan *software Res2dinv* berupa gambar penampang dalam bentuk kontur distribusi nilai resistivitas yang menggambarkan atau mencitrakan distribusi bawah permukaan tanah. Hasil pengukuran dalam metode geolistrik resistivitas yang diolah dengan *software Res2dinv* dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.9 Kontur Distribusi Nilai Resistivitas (Herlin, 2012)

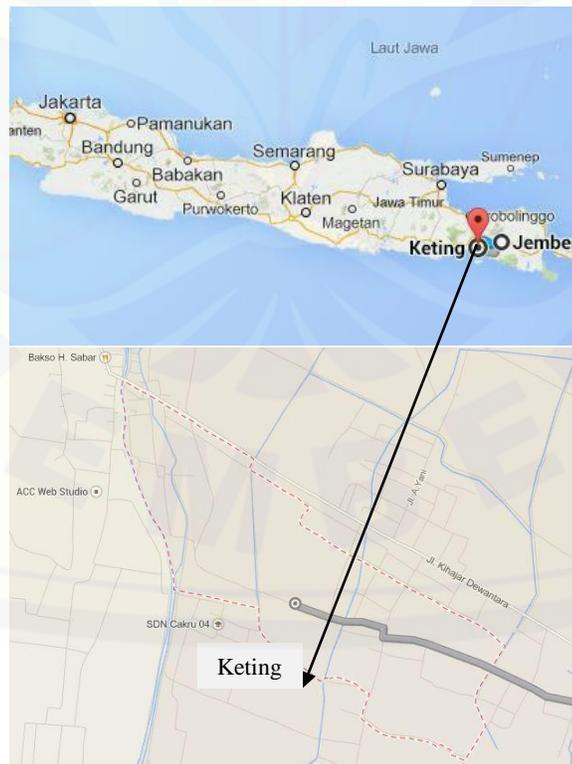
Berdasarkan kontur distribusi nilai resistivitas pada gambar 2.8 dapat diketahui nilai resistivitas batuan pada setiap kedalaman sepanjang lintasan pengukuran tersebut.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian akan diuraikan tentang 1) tempat dan waktu penelitian, 2) alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian, 3) diagram kerja penelitian, 4) prosedur pengambilan data, dan 5) pengolahan dan analisis data.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian survei air bawah tanah ini dilakukan di Desa Keting, Dusun Krajan II, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jember. Daerah ini terletak pada $113^{\circ}9'7,3''$ - $113^{\circ}9'17,3''$ BT dan $8^{\circ}15'6,1''$ - $8^{\circ}15'29,9''$ LS dengan ketinggian antara 19-31 meter di atas permukaan air laut dengan kondisi lapisan tanah didominasi oleh pasir kasar. Daerah bentangan lokasi penelitian dari arah Utara ke arah Selatan yang terdiri atas pemukiman hingga ladang milik warga. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2014.



Gambar 3.2 Peta Desa Keting, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jember (Google Maps)



Gambar 3.1 Bentangan lokasi penelitian dari Utara ke Selatan

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini ditunjukkan pada table 3.1 di bawah.

Tabel 3.1 Peralatan dan bahan penelitian

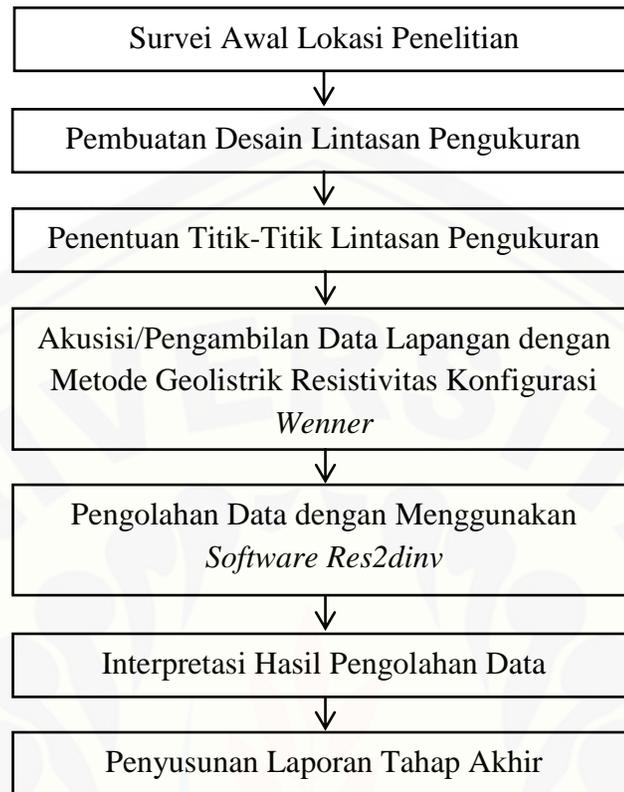
No.	Nama Alat / Bahan	Gambar	Fungsi
1	1 buah <i>Resistivity meter</i> (Martel Geophysics Type MGG 1260 IN, Serial 9963A)		Sebagai pengukur nilai arus (I) dan beda potensial (V) sehingga diperoleh nilai resistivitas bawah permukaan.
2	1 buah <i>accumulator</i>		Sebagai sumber arus DC (12 Volt).
3	1 buah GPS (<i>Global Positioning System</i>)		Untuk menentukan koordinat lokasi penelitian.

No.	Nama Alat / Bahan	Gambar	Fungsi
4	2 buah elektroda arus		Sebagai penginjeksi arus ke dalam tanah.
5	2 buah elektroda potensial		Untuk menentukan besarnya beda potensial yang ditimbulkan di bawah permukaan tanah.
6	4 buah palu		Untuk membantu menancapkan elektroda ke dalam tanah.

No.	Nama Alat / Bahan	Gambar	Fungsi
7	2 buah mistar <i>roll</i> 50 M		Untuk mengukur panjang lintasan dan jarak antar titik terdekat (spasi).
8	4 gulung kabel dengan panjang 400 meter tiap gulung		Untuk menghubungkan elektroda dengan <i>resistivity meter</i> .
9	7 buah <i>handy talky</i>		Untuk berkomunikasi antar-partner.

3.3 Diagram Kerja Penelitian

Dalam penelitian ini, tahap pertama adalah survey awal lokasi penelitian. Pada tahap ini menentukan lokasi untuk lintasan pengukuran yang berada tidak jauh dari titik pengeboran sumur dalam. Selanjutnya, menentukan koordinat titik pengeboran dengan menggunakan GPS. Titik koordinat tersebut diplotkan dengan peta hidrogeologi. Hasil plot yang diperoleh seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Selanjutnya, membuat desain lintasan pengukuran sebanyak 10 posisi sesuai dengan konfigurasi *Wenner* (*Lampiran B*). Berikutnya, pengambilan data lapangan berupa nilai arus I dan beda potensial V dengan cara menginjeksikan 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial sesuai dengan konfigurasi *Wenner*. Data tersebut diolah dengan *Software Res2Dinv* untuk mendapatkan kontur distribusi resistivitas bawah permukaan. Tahapan terakhir adalah interpretasi terhadap hasil pengolahan data. Dari hasil data yang diolah dapat disimpulkan hasil akhirnya.



Gambar 3.3 Diagram kerja pelaksanaan penelitian

3.4 Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian dilakukan secara berurutan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Menentukan posisi titik bor. Titik bor merupakan posisi sebagai tempat yang digunakan untuk perencanaan pengeboran sumur dalam. Penentuan rencana titik bor dilakukan berdasarkan lokasi yang strategis dengan pemukiman warga juga berdasarkan data yang diperoleh melalui peta hidrogeologi yang menunjukkan bahwa lapisan tanah bawah permukaan penyusun lokasi rencana titik bor ini tersusun atas endapan alluvium dataran, berbutir kasar hingga sedang (kerikil dan pasir) dengan sisipan lempungan juga merupakan wilayah *aquifer* produktif dengan penyebaran luas dan peta geologi yang menunjukkan bahwa lokasi rencana titik bor merupakan wilayah alluvial yang lapisannya sebagian besar

mengandung kerakal, kerikil, pasir dan lumpur. Namun pada akhirnya juga bergantung pada hasil pengukuran lapang.

- b. Mengukur panjang lintasan pengukuran dengan menggunakan mistar *roll* dan menentukan posisi titik-titik pengukuran dengan spasi 25 meter antara dua titik terdekat sehingga didapatkan 31 titik dengan panjang lintasan keseluruhan 750 meter. Memposisikan rencana titik bor pada urutan titik ke 16 dengan tujuan agar susunan lapisan tanah bawah permukaan dapat terdeteksi hingga kedalaman maksimum.
- c. Menentukan koordinat tiap titik pengukuran dengan menggunakan GPS kemudian hasilnya dicatat dan disimpan di GPS berupa posisi derajat dan elevasi; Lintang Selatan (*S*) dan Bujur Timur (*E*).
- d. Melilitkan setiap kabel gulung di ujung masing-masing elektroda (2 elektroda arus dengan simbol *C1* dan *C2*, dan 2 elektroda potensial dengan simbol *P1* dan *P2*).
- e. Menghubungkan tiap kabel gulung ke *resistivity meter* dengan posisi yang sesuai.
- f. Menghubungkan *resistivity meter* dengan *accumulator* sebagai sumber arus *DC*.
- g. Mengaktifkan *resistivity meter* untuk pengukuran arus (*I*) dan beda potensial (*V*) pada tiap posisi yang telah ditentukan.
- h. Menginjeksikan keempat elektroda ke dalam tanah sesuai dengan posisi yang telah ditentukan agar nilai arus dan beda potensial dapat terukur pada *resistivity meter* sehingga didapatkan nilai resistivitas bawah permukaan kemudian mencatat hasil pengukuran pada lembar data survey geolistrik (*Lampiran C*). Pengambilan data untuk tiap posisi pengukuran hanya dilakukan 1x (data tunggal) untuk nilai yang konstan.
- i. Memindahkan posisi keempat elektroda berdasarkan konfigurasi *Wenner* (*Lampiran B*) kemudian menginjeksikannya ke dalam tanah kemudian mencatat hasil pengukuran pada lembar data survey geolistrik (*Lampiran C*).
- j. Mengulangi langkah *i* sesuai dengan posisi yang telah ditentukan seperti pada *Lampiran B*.

- k. Meng-off-kan *resistivity meter* setiap selesai melakukan pengukuran untuk menghindari kerusakan pada alat.

3.5 Pengolahan dan Analisis Data

Dari hasil pengukuran di lapangan berupa nilai arus (I) dan nilai beda potensial (V) kemudian diolah untuk mendapatkan nilai resistivitas semu (ρ_a) untuk masing-masing nilai pengukuran.

Faktor geometri (K) untuk konfigurasi *Wenner* adalah:

$$K = 2\pi a \quad (3.1)$$

Resistivitas semu (ρ) yang terbaca untuk konfigurasi *Wenner* adalah:

$$\begin{aligned} \rho_a &= K \frac{\Delta V}{I} \\ \rho_a &= 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Keterangan:

K = faktor geometri

ρ_a = resistivitas semu (Ωm)

a = jarak antar elektroda dengan panjang $C_1P_1 = P_1P_2 = P_2C_2 = a$ (meter)

ΔV = beda potensial (volt)

I = arus listrik (ampere)

Proses pengolahan data yang diperoleh dari data survey lapangan dilakukan dengan menggunakan *software Res2dinv* metode *least square inversion* untuk inversi 2 dimensi (2D). Dari hasil pengolahan data diperoleh suatu gambar penampang melintang resistivitas yang mencitrakan distribusi daerah bawah permukaan dengan pola maupun kedalaman yang diwakili oleh warna yang berbeda-beda.

Pengolahan data hasil penelitian dilakukan secara berurutan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

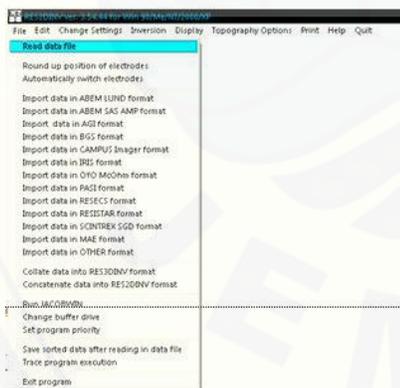
- Ketik data hasil penelitian ke *notepad* kemudian *save* dengan format: “Nama File.dat”. Pada baris ke-7, data hasil penelitian meliputi titik batuan yang terukur, spasi yang digunakan, dan nilai resistivitas semu ρ (ditulis secara berkesinambungan, tanpa dipisahkan antar spasi yang digunakan dalam 10 posisi pengukuran).



- Buka aplikasi *Res2Dinv* lalu klik OK pada kotak *System Resources* yang muncul pada monitor maka akan muncul gambar di bawah ini.

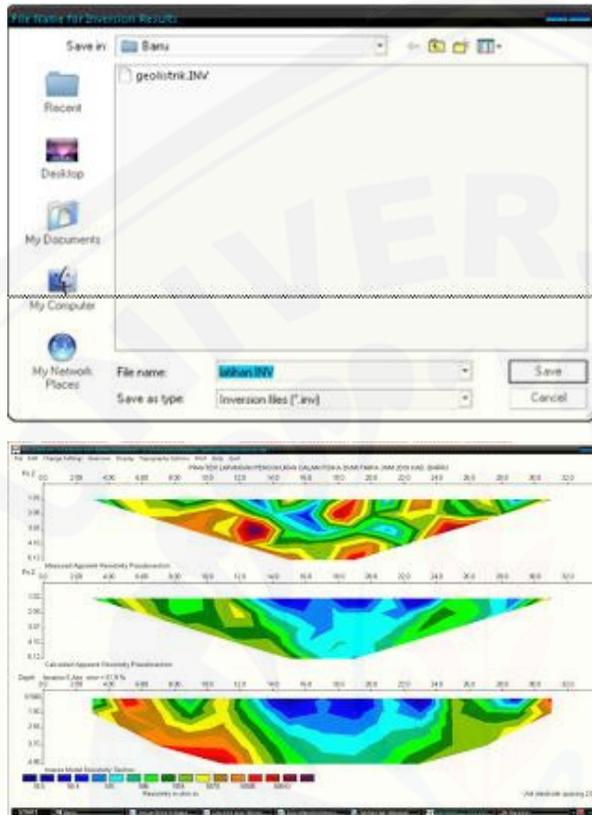


- Klik *File* pilih *Read data file* lalu open data dari *notepad* tadi.



- Klik OK pada kotak *Message* yang muncul pada monitor.

- e. Klik *Inversion* pilih *Least-squares inversion* untuk melakukan inversi lalu klik *save* maka akan muncul gambar di bawah ini.



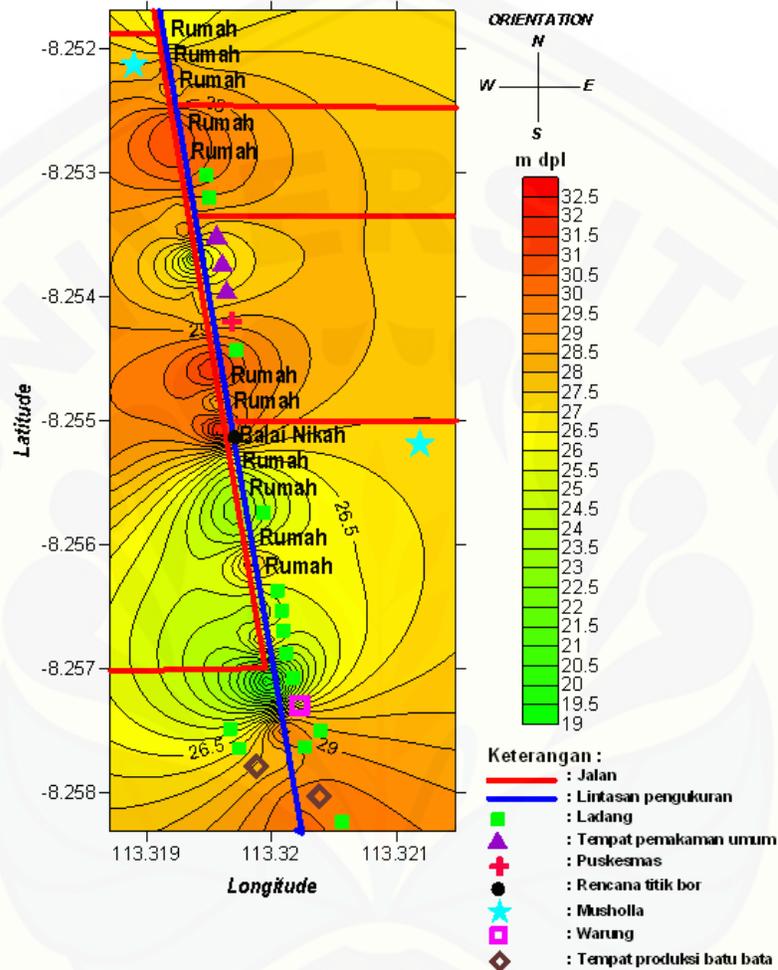
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil survei lokasi penelitian, hasil analisa data, dan pembahasan mengenai hasil penelitian yang diperoleh. Secara terperinci diuraikan sebagai berikut :

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian potensi air bawah tanah dilakukan di desa Keting Kecamatan Jombang Kabupaten Jember. Penentuan potensi air bawah tanah di desa ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengeboran sumur dalam. Berdasarkan hasil survei, secara litologi daerah penelitian memiliki tekstur tanah yang terdiri atas pasir, kerikil dan lempung. Arah lintasan lokasi penelitian membentang dari Utara ke Selatan. Penelitian ini menggunakan satu lintasan dengan panjang 750 meter. Spasi atau jarak terdekat antara dua titik pengukuran yang digunakan dalam penelitian yaitu 25 m, sehingga lintasan dibagi menjadi 31 titik pengukuran. Titik pengukuran ke 16 yang akan digunakan sebagai titik bor, yaitu posisi titik yang direncanakan untuk dilakukan pengeboran sumur dalam. Penentuan rencana titik bor dilakukan berdasarkan lokasi yang strategis dengan pemukiman warga juga berdasarkan data yang diperoleh melalui peta hidrogeologi yang menunjukkan bahwa lapisan tanah bawah permukaan penyusun lokasi rencana titik bor ini tersusun atas endapan alluvium dataran, berbutir kasar hingga sedang (kerikil dan pasir) dengan sisipan lempungan juga merupakan wilayah *aquifer* produktif dengan penyebaran luas dan peta geologi yang menunjukkan bahwa lokasi rencana titik bor merupakan wilayah alluvial yang lapisannya sebagian besar mengandung kerakal, kerikil, pasir dan lumpur. Namun pada akhirnya juga bergantung pada hasil pengukuran lapang. Penentuan titik pengukuran diusahakan pada permukaan yang mendatar, tidak mengenai batu dan bentuk lintasan berupa garis lurus. Dari hasil survei lokasi

penelitian serta berdasarkan hasil pengukuran posisi tiap titik pada lintasan dapat diperoleh denah lintasan daerah penelitian seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Lintasan Pengukuran Geolistrik

Berdasarkan peta lintasan di atas terlihat bahwa titik pengeboran sumur dalam terletak di tengah-tengah lintasan yang di tandai dengan titik yang berwarna hitam.

Pengukuran posisi titik sepanjang lintasan diukur dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Hasil pengukuran posisi titik tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

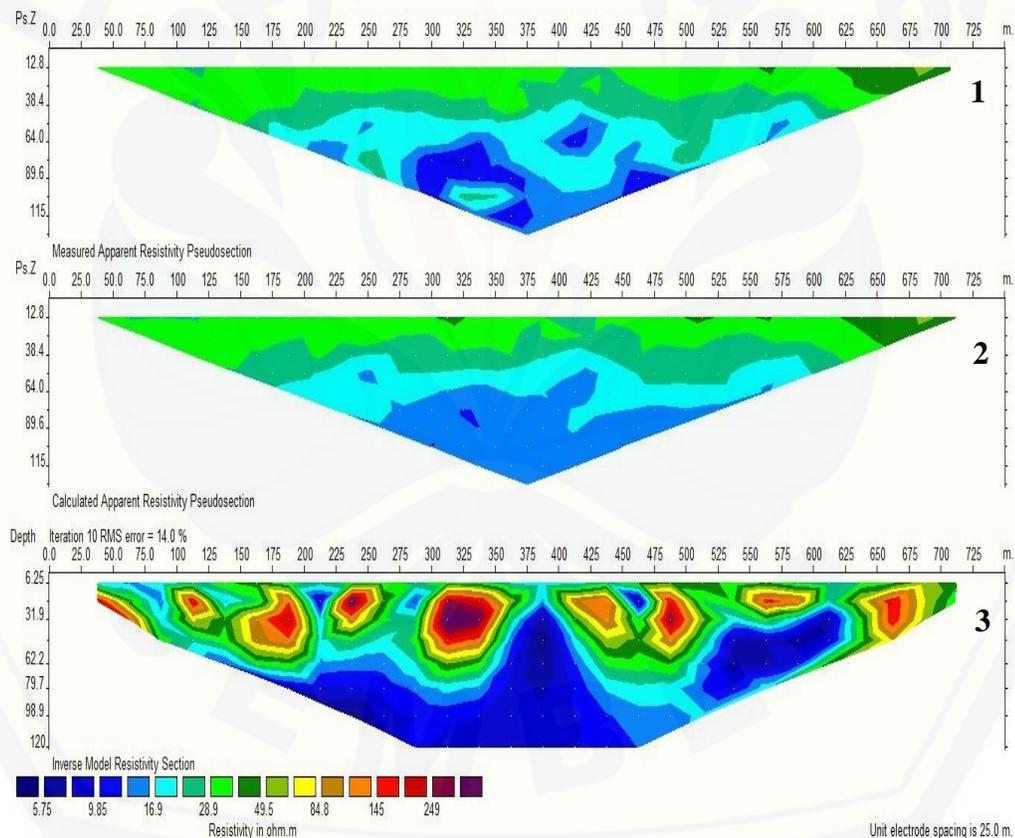
Tabel 4.1 Posisi titik pengukuran pada lintasan daerah penelitian

Titik pengukuran	Lintang Selatan	Bujur Timur
1	8°15'6,1"	113°19'9,2"
2	8°15'7,0"	113°19'9,1"
3	8°15'7,7"	113°19'9,1"
4	8°15'8,6"	113°19'9,1"
5	8°15'9,3"	113°19'9,1"
6	8°15'10,2"	113°19'9,2"
7	8°15'11,1"	113°19'9,3"
8	8°15'11,9"	113°19'9,3"
9	8°15'12,6"	113°19'9,5"
10	8°15'13,3"	113°19'9,7"
11	8°15'14,2"	113°19'9,7"
12	8°15'15,0"	113°19'9,9"
13	8°15'15,8"	113°19'10,1"
14	8°15'16,6"	113°19'10,3"
15	8°15'17,5"	113°19'10,4"
16	8°15'18,3"	113°19'10,5"
17	8°15'19,0"	113°19'10,6"
18	8°15'19,8"	113°19'10,8"
19	8°15'20,6"	113°19'11"
20	8°15'21,4"	113°19'11,1"
21	8°15'22,1"	113°19'11,4"
22	8°15'23,0"	113°19'11,4"
23	8°15'23,7"	113°19'11,6"
24	8°15'24,4"	113°19'11,8"
25	8°15'25,5"	113°19'11,9"
26	8°15'26,1"	113°19'12,2"
27	8°15'26,9"	113°19'12,2"
28	8°15'27,7"	113°19'12,3"
29	8°15'26,5"	113°19'12,6"
30	8°15'29,1"	113°19'12,6"
31	8°15'29,9"	113°19'12,9"

Berdasarkan tabel 4.1, terlihat bahwa posisi lintasan daerah penelitian terletak pada koordinat 8°15'6,1" LS - 8°15'29,9" LS serta 113°19'9,2" BT - 113°19'12,9" BT. Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa nilai arus (I) dan beda potensial (V) dari lapisan tanah bawah permukaan pada tiap titik pengukuran sepanjang lintasan yang diukur dengan menggunakan *resistivity meter*. Berdasarkan nilai arus (I) dan beda potensial (V) tersebut maka dapat diperoleh nilai resistansi

dengan cara membagi nilai beda potensial dengan nilai arus yang telah didapatkan. Setelah diperoleh nilai tersebut maka didapatkan nilai resistivitas semu (ρ) dengan cara mengkonversi nilai resistansi dengan faktor geometri konfigurasi *Wenner* seperti yang telah tertulis pada persamaan (2.26). Sehingga untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya maka data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *Software Res2dinv* yang kemudian akan menghasilkan data berupa tampilan kontur distribusi nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan yang sedang diteliti secara 2 dimensi.

Pengolahan data hasil penelitian yang diolah dengan menggunakan *software Res2dinv* menghasilkan gambar 2 dimensi distribusi nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan yang diteliti seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Kontur distribusi nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan yang diteliti

Pengolahan data penelitian dengan menggunakan *software Res2dinv* menghasilkan tiga penampang distribusi nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan seperti Gambar 4.2. Penampang pertama menunjukkan kontur nilai resistivitas semu ketika melakukan pengukuran lapangan. Penampang kedua menunjukkan pemodelan dari nilai resistivitas semu oleh *software Res2Dinv*. Penampang ketiga menunjukkan kontur distribusi resistivitas sebenarnya yang diperoleh melalui proses pemodelan inversi. Proses inversi menggunakan metode *Least Square Inversion* dimana data diiterasi berkali-kali sampai mendapatkan nilai error yang terkecil agar didapatkan penampang bawah permukaan yang paling mendekati aslinya. Pada penampang pertama dan kedua, kedalaman yang ditunjukkan berupa kedalaman semu yang diberi simbol $P_s Z$, sedangkan pada penampang ketiga yang ditunjukkan berupa kedalaman lapisan batuan bawah permukaan tanah yang sebenarnya yang diberi simbol *Depth* dan terdapat informasi tentang jumlah iterasi data sebanyak 10 kali dengan nilai error 14,0 %, nilai error tersebut tergolong kecil sehingga data hasil penelitian dapat diterima.

Adapun gambar 4.2 merupakan hasil dari input data survey semua spasi mulai dari spasi minimal 25 m sampai spasi maksimal 250 m. Jika input data survey yang dimasukkan ke dalam *software* secara terpisah sesuai dengan spasi masing-masing maka *software* ini hanya dapat membaca input data survey dengan spasi 25 m, 50 m, dan 75 m, sedangkan untuk data survey spasi berikutnya yaitu 100 m, 125 m, 150 m, 175 m, 200 m, 225 m, dan 250 m hasilnya tidak dapat terbaca. Hal tersebut merupakan salah satu kelemahan dari *software Res2Dinv*.

Berdasarkan penampang ketiga, yaitu kontur distribusi nilai resistivitas sebenarnya, mencitrakan distribusi lapisan tanah bawah permukaan dengan pola maupun kedalaman yang diwakili oleh warna yang berbeda-beda. Berbagai warna tersebut berkaitan dengan nilai resistivitas yang dimiliki oleh mineral-mineral yang terkandung di dalam lapisan tanah bawah permukaan yang diteliti. Penentuan jenis lapisan tanah bawah permukaan tersebut dikorelasikan dengan tabel 2.1, tabel 2.2, peta geologi dan hidrogeologi, dan juga hasil dari beberapa penelitian sebelumnya

yang telah dilakukan oleh para ahli. Warna biru yang memiliki nilai resistivitas $5,75 \Omega\text{m} - 16,9 \Omega\text{m}$ menunjukkan air tanah. Warna biru yang lebih pekat menunjukkan kuantitas air tanah tersebut lebih banyak dibandingkan dengan warna biru langit. Warna biru tersebar di sepanjang lintasan yaitu pada jarak $62,5 \text{ m} - 100 \text{ m}$ dari titik pengukuran pada kedalaman $6,25 \text{ m} - 47,005 \text{ m}$, pada jarak $112,5 \text{ m} - 450 \text{ m}$ dari titik pengukuran dengan kedalaman $6,25 \text{ m} - 120 \text{ m}$ dan terletak pula pada jarak $450 \text{ m} - 625 \text{ m}$ pada kedalaman $6,25 \text{ m} - 120 \text{ m}$. Berdasarkan gambar 4.2 bagian 3 terlihat bahwa air tanah banyak terkandung pada jarak $300 \text{ m} - 475 \text{ m}$. Air tanah tersebut berpotensi sebagai akuifer.

Warna hijau dengan nilai resistivitas $28,9 \Omega\text{m} - 49,5 \Omega\text{m}$ yang menunjukkan lapisan lempung yang sangat basah atau lapisan lempung yang cukup mengandung air tanah. Warna kuning dengan nilai resistivitas $84,8 \Omega\text{m}$ juga merupakan jenis tanah lempung tetapi lempung ini lebih kering sehingga hanya mengandung sedikit air tanah. Berdasarkan tabel 2.2, lapisan lempung memiliki nilai porositas tinggi 45% dan permeabilitas yang rendah sehingga lapisan ini tidak dapat dengan mudah dilalui oleh air. Jenis tanah ini merupakan jenis tanah yang banyak mengandung air dan diduga jenis tanah tersebut merupakan tempat air tanah bawah permukaan atau yang sering disebut sebagai akuifer. Warna hijau ini tersebar sepanjang lintasan pada jarak $37,5 \text{ m} - 712,5 \text{ m}$ dengan kedalaman rata-rata $6,25 \text{ m} - 79,7 \text{ m}$. Warna biru dengan nilai resistivitas $5,75 \Omega\text{m} - 16,9 \Omega\text{m}$ yang tersebar sepanjang lintasan pada jarak $200 \text{ m} - 225 \text{ m}$, $275 \text{ m} - 300 \text{ m}$, $450 \text{ m} - 475 \text{ m}$ dengan kedalaman rata-rata $6,25 \text{ m} - 31,9 \text{ m}$ juga menunjukkan akuifer air tanah tetapi akuifer tersebut merupakan akuifer dangkal.

Warna orange, merah dan ungu dengan nilai resistivitas $145 \Omega\text{m} - 249 \Omega\text{m}$ menunjukkan lapisan pasir dan kerikil. Berdasarkan tabel 2.2 pasir dan kerikil memiliki nilai porositas 20% dan permeabilitas cukup tinggi sehingga jenis lapisan ini mudah meloloskan air. Dengan demikian, pada lapisan ini tidak terdapat kandungan air tanah. Warna orange, merah dan ungu tersebar sepanjang lintasan pada

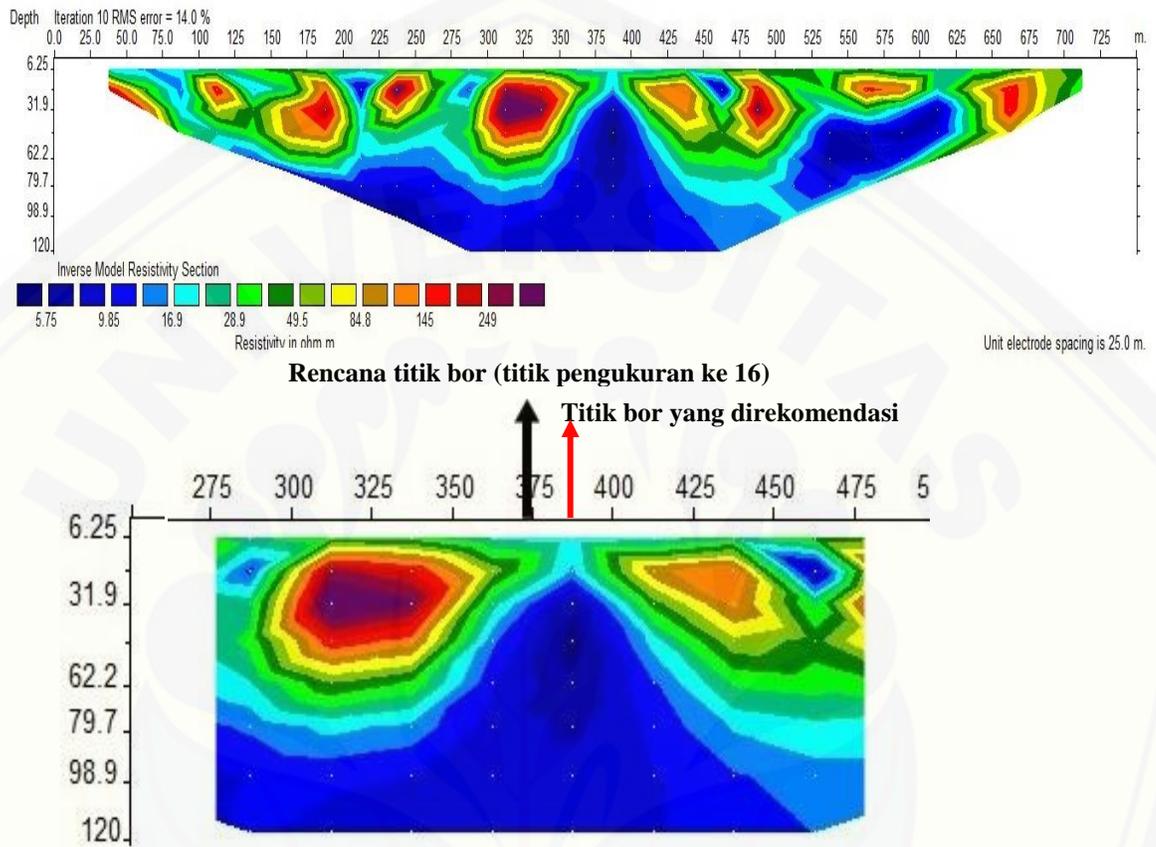
jarak 175 m – 200 m, 225 – 250 m, 300 m – 350 m, 475 m – 500 m dengan kedalaman rata – rata 12,6625 m – 47,05 m.

Secara umum, gambar kontur distribusi nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan dalam penentuan potensi air bawah tanah untuk pengeboran sumur dalam berkorelasi dengan tabel 2.1 dan hasil beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh para ahli. Kontur tersebut menunjukkan nilai resistivitas lapisan tanah bawah permukaan pada rentang 5,75 Ωm – 249 Ωm . Pada rentang nilai resistivitas 5,75 Ωm – 16,9 Ωm merupakan air tanah, pada rentang nilai resistivitas 28,9 Ωm – 49,5 Ωm merupakan lapisan lempung yang sangat basah atau banyak mengandung air tanah, pada nilai resistivitas 84,8 Ωm merupakan lapisan lempung yang lebih kering dan pada nilai resistivitas 145 Ωm – 249 Ωm merupakan kerikil dan pasir sehingga jenis lapisan tanah bawah permukaan pada lintasan yang akan dilakukan pengeboran sumur dalam terdiri atas lapisan lempung, kerikil, dan pasir. Sepanjang lintasan pengukuran banyak tersebar pula air tanah dengan potensi dan kedalaman yang berbeda sehingga besar kemungkinan untuk dilakukan pengeboran sumur dalam guna memenuhi kebutuhan air bersih warga sekitar.

4.2 Pembahasan

Letak koordinat lintasan area penelitian yaitu 8°15'6,1" LS - 8°15'29,9" LS serta 113°19'9,2" BT - 113°19'12,9" BT dengan panjang lintasan 750 meter dan spasi antara dua titik pengukuran terdekat 25 meter. Pengukuran dilakukan sesuai dengan konfigurasi *Wenner* di sepanjang lintasan yang dibagi menjadi 31 titik pengukuran. Posisi pengukuran dilakukan secara berulang hingga mencapai posisi ke 10 sebagaimana telah terlampir (*Lampiran B*) sehingga spasi maksimum posisi pengukuran sebesar 250 meter. Kedalaman lapisan tanah bawah permukaan yang terukur pada penelitian ini sebesar setengah kali dari spasi antar dua titik pengukuran terdekat ($1/2 a$) maka kedalaman maksimum yang dapat terukur pada lintasan penelitian ini yaitu 125 meter. Hasil pengolahan data penelitian dengan menggunakan *Software Res2dinv* menghasilkan kontur distribusi nilai resistivitas lapisan tanah

bawah permukaan yang dapat digunakan untuk menentukan potensi air bawah tanah dalam melakukan pengeboran sumur dalam seperti pada gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Kontur distribusi nilai resistivitas sebenarnya pada lapisan tanah bawah permukaan pada rencana titik pengeboran sumur dalam

Berdasarkan kontur distribusi nilai resistivitas di atas, kedalaman yang terdeteksi dalam *software* hanya mencapai 120 m padahal jika berdasarkan teori seharusnya kedalaman yang dapat terukur mencapai 125 m karena spasi maksimum yang digunakan sebesar 250 m (kedalaman yang terukur merupakan setengah dari spasi elektroda yang digunakan). Hal ini disebabkan karena 5 m di bawah kedalaman 120 m, lapisan tanah bawah permukaan yang tersusun dianggap sama sehingga pada *software* hanya terbaca sampai kedalaman 120 m.

Selain itu, pada kontur tersebut tampak area warna orange, merah dan ungu dengan nilai resistivitas 145 Ω m – 249 Ω m tersebar pada jarak 300 m – 350 m

dengan kedalaman 6,25 m – 54,625 m dan pada jarak 412,52 m – 512,5 m dengan kedalaman 12,6625 m - 54,625 m. Jika nilai resistivitas tersebut dikorelasikan dengan tabel 2.1, maka dapat disimpulkan bahwa pada area tersebut terdiri atas pasir dan kerikil. Berdasarkan tabel 2.2, material kerikil dan pasir memiliki nilai porositas 20% dan permeabilitas cukup tinggi yaitu $410 \text{ m}^3 \times \text{hari}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. Dengan nilai porositas yang rendah dan permeabilitas yang cukup tinggi maka lapisan ini sangat mudah meloloskan air. Dengan demikian, lapisan pada area ini tidak berpotensi sebagai akuifer. Pada area warna hijau dengan nilai resistivitas 28,9 Ωm – 49,5 Ωm menunjukkan bahwa lapisan pada area ini tersusun oleh tanah lempung yang cukup basah atau lapisan lempung yang mengandung cukup banyak air tanah. Pada area warna kuning dengan nilai resistivitas sebesar 84,8 Ωm merupakan lapisan lempung yang kering atau sedikit sekali mengandung air. Berdasarkan tabel 2.2, jenis tanah lempung memiliki nilai porositas tinggi 45% dan permeabilitas rendah sehingga lapisan ini tidak dapat dengan mudah meloloskan air. Karena lapisan ini tidak mudah meloloskan air maka dapat dikatakan di dalam lapisan ini mengandung banyak air dan diduga berpotensi sebagai akuifer. Lapisan tanah lempung ini tersebar di sepanjang lintasan pengukuran pada jarak 37,5 m – 712,5 m dengan kedalaman rata-rata 6,25 m – 70,95 m. Pada area warna biru dengan nilai resistivitas 5,75 Ωm – 16,9 Ωm yang tersebar sepanjang lintasan pada jarak 200 m – 225 m, 275 m – 300 m, dan 450 m – 475 m dengan kedalaman 6,25 m – 31,9 m juga menunjukkan akuifer air tanah, namun akuifer tersebut merupakan akuifer dangkal. Pada area warna biru dengan nilai resistivitas 5,75 Ωm – 16,9 Ωm yang tersebar sepanjang lintasan pada jarak 275 m – 350 m dan pada jarak 425 m – 475 m dengan kedalaman 47,05 m – 120 m serta pada jarak 375 m – 400 m dengan kedalaman 6,25 m – 120 m menunjukkan lapisan air tanah.

Perencanaan titik bor untuk pengeboran sumur dalam pada gambar 4.3 tampak bahwa perencanaan titik bor terletak pada jarak 375 m (titik pengukuran ke 16). Penentuan rencana titik bor dilakukan berdasarkan lokasi yang strategis dengan pemukiman warga juga berdasarkan data yang diperoleh melalui peta hidrogeologi

yang menunjukkan bahwa lapisan tanah bawah permukaan penyusun lokasi rencana titik bor ini tersusun atas endapan alluvium dataran, berbutir kasar hingga sedang (kerikil dan pasir) dengan sisipan lempungan juga merupakan wilayah *aquifer* produktif dengan penyebaran luas dan peta geologi yang menunjukkan bahwa lokasi rencana titik bor merupakan wilayah alluvial yang lapisan tanahnya sebagian besar mengandung kerakal, kerikil, pasir dan lumpur. Pada titik ke 16 (pada jarak 375 m) ini memiliki potensi air tanah yang sangat baik yaitu mengandung banyak air tanah pada kedalaman 31,9 m – 120 m. Selain dengan mengkorelasikan nilai resistivitas material penyusun lapisan tanah bawah permukaan hasil penelitian dengan tabel 2.1, tabel 2.2, peta geologi dan hidrogeologi, penentuan jenis material penyusun lapisan tanah tersebut juga dilakukan dengan cara membandingkan hasil penelitian yang didapatkan terhadap hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Santoso (2013) dalam penelitiannya didapatkan nilai resistivitas 22,35 Ωm – 88,53 Ωm yang merupakan lapisan lempung dan nilai resistivitas 145,20 Ωm – 952,50 Ωm yang merupakan lapisan pasir dan kerikil. Halik (2008), berdasarkan hasil penelitiannya nilai resistivitas 14,9 Ωm – 47,2 Ωm terdiri atas lapisan tanah lempung, lanau dan lempung berpasir serta nilai resistivitas 173 Ωm – 367 Ωm terdiri atas kerikil, lempung berpasir kering dan batu pasir.

Perencanaan titik pengeboran sumur dalam pada titik pengukuran ke 16 memang dapat dilakukan karena pada titik tersebut mengandung banyak air tanah. Namun, jika titik pengeboran bergeser sepanjang 12,5 m ke kanan dari titik pengukuran ke 16 tersebut yaitu di tengah-tengah titik pengukuran ke 16 - 17, pada jarak antara 375 m – 400 m yaitu 387,5 m maka akan menjadi lebih baik lagi karena di titik tersebut potensi air tanahnya lebih banyak, yang terletak pada kedalaman 19,075 m – 120 m dibandingkan dengan jarak 375 m yang air tanahnya terletak pada kedalaman 31,9 m – 120 m. Dengan demikian, titik pengeboran sumur dalam yang direkomendasikan terletak pada jarak 387,5 m dengan kedalaman 19,075 m – 120 m sehingga pengeborannya lebih mudah dilakukan. Dengan potensi air bawah tanah

yang baik tersebut, maka kebutuhan air bersih warga sekitar dapat terpenuhi melalui diadakannya pengeboran sumur dalam.

Adapun kendala yang dialami selama proses pengambilan data survey lapangan adalah terjadinya hujan sehingga pengambilan data survey tersebut sempat terhenti beberapa jam sampai hujan benar-benar reda dan kondisi lapangan mengering. Jika dalam keadaan hujan pengambilan data survey tetap dilakukan maka data yang diperoleh tidak akan valid karena lapisan batuan penyusun bawah permukaan terpengaruh oleh adanya resapan air hujan. Setelah hujan benar-benar reda dan terdapat sinar matahari kembali dan kondisi lokasi penelitian kering maka pengambilan data survey dapat dilanjutkan kembali. Namun, karena adanya hujan tersebut maka kondisi lokasi penelitian tidak murni sama seperti kondisi semula. Dengan adanya kendala tersebut maka data yang didapatkan bersifat random contoh pada titik batuan yang terukur pada jarak 137,5 m pada spasi 25 m memiliki nilai beda potensial dan arus secara berturut-turut 43,5 Volt dan 217 Ampere sedangkan pada titik batuan yang terukur pada jarak yang sama tersebut yaitu 137,5 m pada spasi 50 m memiliki nilai beda potensial dan arus secara berturut-turut 6 Volt dan 82 Ampere. Data survey dalam penelitian ini dapat mendeteksi nilai arus dan beda potensial pada titik batuan dengan jarak yang sama (*Lampiran C*), artinya jarak titik batuan yang terukur nilai arus dan beda potensialnya dapat terbaca lebih dari 1x dengan spasi elektroda yang berbeda.

Berdasarkan kontur distribusi nilai resistivitas sebenarnya pada gambar 4.3 bagian pertama, diperoleh informasi bahwa jumlah iterasi data dilakukan sebanyak 10 kali dengan nilai error terkecil yang didapatkan adalah 14,0 %, nilai error tersebut tergolong kecil. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kevalidan hasil penelitian cukup tinggi sehingga data hasil penelitian dapat diterima.

Pengambilan air tanah tersebut perlu dikelola dan dikontrol secara efektif serta menghindari pengambilan air tanah secara berlebihan agar kuantitas air tanah tidak berkurang drastis. Selain itu, pengambilan air tanah yang berlebihan dapat menyebabkan turunnya muka air tanah. Oleh karena daerah penelitian ini dekat

dengan area pantai, maka turunnya muka air tanah juga dapat mengakibatkan cepatnya proses penyusupan air laut ke air tanah atau yang dikenal sebagai intrusi air laut.



BAB 5. PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan dan saran mengenai hasil penelitian yang telah didapatkan dan telah diuraikan secara lengkap pada bab sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di desa Keting Kecamatan Jombang Kabupaten Jember dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *Wenner* dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan bahwa potensi air bawah tanah di daerah penelitian ini cukup baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya sehingga sangat berpotensi untuk dilakukan pengeboran sumur dalam sebagai solusi agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih warga sekitar khususnya ketika musim kemarau tiba. Potensi air bawah tanah dari segi kualitasnya yaitu air yang terkandung di dalamnya merupakan air bersih yang sehat, baik untuk dikonsumsi warga sekitar untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari karena berdasarkan hasil penelitian, air tanah ini belum terdampak intrusi air laut. Potensi air bawah tanah dari segi kuantitasnya yaitu kandungan air tanah yang cukup banyak tersebar di sepanjang lintasan pada jarak 225 m – 612,5 m di kedalaman 6,25 m – 120 m dengan sebaran nilai resistivitas 5,75 Ω m – 16,9 Ω m yang merupakan lapisan air tanah. Namun, dalam memenuhi kebutuhan air bersih warga sekitar posisi yang baik untuk dilakukan pengeboran sumur dalam terletak pada jarak 387,5 m yaitu di antara jarak 375 m- 400 m di kedalaman sekitar 19,075 m – 120 m karena kandungan air tanahnya lebih banyak. Oleh karena hasil pengolahan data penelitian dengan menggunakan *software Res2Dinv* mendapatkan nilai error terkecil 14,0 % maka dapat dikatakan bahwa kevalidan hasil penelitian cukup tinggi sehingga data hasil penelitian dapat diterima.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan penelitian sejenis dengan menggunakan alat dan metode yang lain sebagai pembandingan dalam penentuan potensi air bawah tanah untuk melihat kesesuaian hasil penelitian terhadap kondisi struktur bawah permukaan sesungguhnya.



DAFTAR BACAAN

- Andi. 2012. *Laporan 2 Dimensi dengan Res2dinv*. [online]. Tersedia: andi_unej.blogspot.com/2012/04/laporan-2-dimensi-dengan-res2dinv.html [7 Oktober 2015]
- Anggraeni, F. 2004. “Aplikasi Metode Geolistrik Resistivity Untuk Mendeteksi Air Tanah”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Fisika Universitas Jember.
- Arika, F. 2007. “Studi Eksplorasi Situs Purbakala di Candi Deres dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2D di Dusun Deres Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Geotomo. 2004. *RES2DINV Rapid 2D Resistivity and IP Inversion for Manual Ver.3.54 for windows 98/Me/2000/NT/XP Using The Least-Squares Method (Wenner (α, β, γ), dipole-dipole, inline pole-pole, pole-dipole, equatorial dipole-dipole, Wenner-Schlumberger, and non-conventional arrays) on Land, underwater and Cross-borehole Surveys*. Malaysia: Penang.
- Hadi, A.I., Suhendra, dan Alpabet, R. 2009. Survey Sebaran Air Tanah dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Wenner* di Desa Banjar Sari Kecamatan Enggano Kabupaten Bengkulu. *Jurnal Gradien*. Edisi Khusus - Januari 2009: 22-26.
- Halik, G. dan Widodo, J. 2008. Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Universitas Jember. *MEDIA TEKNIK SIPIL*. Juli 2008: 109 – 84.
- Herlin, H. S. dan Budiman, A. 2012. Penentuan Bidang Gelincir Gerakan Tanah dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. *Jurnal Fisika Unand*. Vol. 1, No. 1, Oktober 2012.
- Indarto. 2010. *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Linsley, K. R., Kohler, M. A., dan Paulhus, J. L. H. 1982. *Hidrologi untuk Insinyur Edisi Ketiga*. Terjemahan oleh Yandi Hermawan. 1996. Jakarta: Erlangga.
- Poespowardoyo, S. 1981. *Peta Hidrogeologi Indonesia*. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Priambodo, I. C., Purnomo, H., Rukmana, N., dan Juanda. 2011. Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Pada Survey Gerakan Tanah di Bajawa, NTT. *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi*. Volume 6 Nomor 2, Agustus 2011 : 1-10.
- Puspita, H. I. 2013. "Penentuan Zona Efektif Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole di Komplek Perumahan Istana Tidar Regency Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Fisika Universitas Jember.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. England: John Wiley & Sons.
- Rivera, G. C. 2012. "Pendugaan Potensi Akuifer dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* di Lingkungan FMIPA Universitas Jember". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Fisika Universitas Jember.
- Santoso, T. 2012. "Pendugaan Intrusi Air Laut dengan Menggunakan Metode Gelistrik Resistivitas 1D di Pantai Payangan Desa Sumberejo Kabupaten Jember". Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Fisika Universitas Jember.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: ITB Bandung.
- Santoso, T., Priyantari, N., Hiskiawan, P. 2013. Pendugaan Intrusi Air Laut dengan Metode Gelistrik Resistivitas 1D di Pantai Payangan Desa Sumberejo Kabupaten Jember. *BERKALA SAINTEK*. Vol. I (1): 17-19.
- Sapei, Suganda, Astadiredja, dan Suharsono. 1992. *Peta Geologi Lembar Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Soedjojo, P. 1985. *Azas-Azas Ilmu Fisika Jilid 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Sultan. 2009. Penyelidikan Geolistrik Resistivity Pada Penentuan Titik Sumur Bor untuk Pengairan di Daerah Garongkong Desa Lempang Kecamatan Tanete Riaja Barru. *Jurnal Penelitian Enjiniring*. Vol. 12, No. 2.
- Supriyadi, Susilo, Sunarno, dan Setyawan. 2012. Pemodelan Fisik Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Mendeteksi Keberadaan Air Tanah. *Jurnal MIPA UNS*. Vol.1, No.35.
- Syamsurizal, Cari, dan Darsono. 2013. Aplikasi Metoda Resistivitas untuk Identifikasi Litologi Batuan Sebagai Studi Awal Kegiatan Pembangunan Pondasi Gedung. *Indonesian Journal of Applied Physics*. Vol. 3, No.1, halaman 99, April 2013.
- Tanpa Nama. (Tanpa Tahun). *Jombang, Jember*. [online]. Tersedia: id.wikipedia.org/wiki/Jombang_Jember [20 Februari 2014].
- Telford, W.M., Sheriff, R.E., Geldart, L.P. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Universitas Jember. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: Penerbitan Universitas Jember.
- Wahyuningtyas, T.S. 2013. “Pemetaan Bawah Permukaan Tanah dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner di Perumahan Istana Tidar Regency Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Fisika Universitas Jember.
- Wijaya, Andrias S. 2015. Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya. *Jurnal Fisika Indonesia*. No. 55, Vol. XIX, Edisi Mei 2015.

LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN

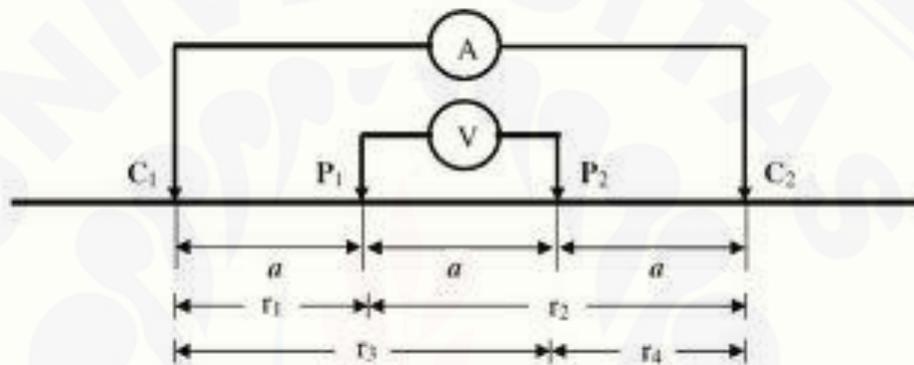
MATRIKS PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Sumber Data	Metode Penelitian	Analisis Data
Penentuan Potensi Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi <i>Wenner</i> di Desa Keting Kabupaten Jember	bagaimana potensi air bawah tanah dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi <i>Wenner</i> di Desa Keting Kabupaten Jember?	Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data lapang berupa nilai resistivitas semu dari permukaan tanah pada lokasi penelitian yang didapat dari nilai arus dan beda potensial bawah permukaan yang terukur.	a. Metode pengambilan data yang digunakan yaitu metode geolistrik resistivitas 2D dengan konfigurasi <i>Wenner</i> . b. Pengambilan data dilakukan dengan memasang 4 elektroda (2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial) di bawah	Data lapang yang diperoleh diolah dengan <i>software Res2Dinv</i> untuk mendapatkan gambar penampang resistivitas yang menggambarkan distribusi bawah permukaan dan potensi air bawah tanah daerah yang diteliti.

			<p>permukaan untuk memperoleh nilai arus dan beda potensial.</p> <p>c. Nilai arus dan beda potensial dari hasil pengukuran digunakan untuk mencari nilai resistivitas semu.</p>	
--	--	--	---	--

LAMPIRAN B. POSISI PENGUKURAN**POSISI PENGUKURAN**

Berikut ini merupakan gambar posisi elektroda potensial dan arus yang diinjeksikan di bawah permukaan bumi dengan spasi yang sama besar pada saat pengukuran akan dilakukan.



Gambar (i) Posisi elektroda potensial dan arus yang diinjeksikan di bawah permukaan bumi

Keterangan:

C₁: elektroda arus 1

C₂: elektroda arus 2

P₁: elektroda potensial 1

P₂: elektroda potensial 2

POSISI – 1 (Spasi 25 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15
13	13	14	15	16
14	14	15	16	17
15	15	16	17	18
16	16	17	18	19
17	17	18	19	20
18	18	19	20	21
19	19	20	21	22
20	20	21	22	23
21	21	22	23	24
22	22	23	24	25
23	23	24	25	26
24	24	25	26	27
25	25	26	27	28
26	26	27	28	29
27	27	28	29	30
28	28	29	30	31

POSISI – 2 (Spasi 50 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	3	5	7
2	2	4	6	8
3	3	5	7	9
4	4	6	8	10
5	5	7	9	11
6	6	8	10	12
7	7	9	11	13
8	8	10	12	14
9	9	11	13	15
10	10	12	14	16

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
11	11	13	15	17
12	12	14	16	18
13	13	15	17	19
14	14	16	18	20
15	15	17	19	21
16	16	18	20	22
17	17	19	21	23
18	18	20	22	24
19	19	21	23	25
20	20	22	24	26
21	21	23	25	27
22	22	24	26	28
23	23	25	27	29
24	24	26	28	30
25	25	27	29	31

POSISI – 3 (Spasi 75 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	4	7	10
2	2	5	8	11
3	3	6	9	12
4	4	7	10	13
5	5	8	11	14
6	6	9	12	15
7	7	10	13	16
8	8	11	14	17
9	9	12	15	18
10	10	13	16	19
11	11	14	17	20
12	12	15	18	21
13	13	16	19	22
14	14	17	20	23
15	15	18	21	24
16	16	19	22	25
17	17	20	23	26
18	18	21	24	27

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
19	19	22	25	28
20	20	23	26	29
21	21	24	27	30
22	22	25	28	31

POSISI – 4 (Spasi 100 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	5	9	13
2	2	6	10	14
3	3	7	11	15
4	4	8	12	16
5	5	9	13	17
6	6	10	14	18
7	7	11	15	19
8	8	12	16	20
9	9	13	17	21
10	10	14	18	22
11	11	15	19	23
12	12	16	20	24
13	13	17	21	25
14	14	18	22	26
15	15	19	23	27
16	16	20	24	28
17	17	21	25	29
18	18	22	26	30
19	19	23	27	31

POSISI – 5 (Spasi 125 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	6	11	16
2	2	7	12	17
3	3	8	13	18
4	4	9	14	19
5	5	10	15	20

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
6	6	11	16	21
7	7	12	17	22
8	8	13	18	23
9	9	14	19	24
10	10	15	20	25
11	11	16	21	26
12	12	17	22	27
13	13	18	23	28
14	14	19	24	29
15	15	20	25	30
16	16	21	26	31

POSISI – 6 (Spasi 150 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	7	13	19
2	2	8	14	20
3	3	9	15	21
4	4	10	16	22
5	5	11	17	23
6	6	12	18	24
7	7	13	19	25
8	8	14	20	26
9	9	15	21	27
10	10	16	22	28
11	11	17	23	29
12	12	18	24	30
13	13	19	25	31

POSISI – 7 (Spasi 175 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	8	15	22
2	2	9	16	23
3	3	10	17	24
4	4	11	18	25

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
5	5	12	19	26
6	6	13	20	27
7	7	14	21	28
8	8	15	22	29
9	9	16	23	30
10	10	17	24	31

POSISI – 8 (Spasi 200 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	9	17	25
2	2	10	18	26
3	3	11	19	27
4	4	12	20	28
5	5	13	21	29
6	6	14	22	30
7	7	15	23	31

POSISI – 9 (Spasi 225 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	10	19	28
2	2	11	20	29
3	3	12	21	30
4	4	13	22	31

POSISI – 10 (Spasi 250 meter)

No.	POSISI			
	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂
1	1	11	21	31

LAMPIRAN C. DATA SURVEY GEOLISTRIK

DATA SURVEY GEOLISTRIK

POSISI – 1 (Spasi 25 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	37.5	25	157	24.2	120	32
2	62.5	25	157	42.2	227	29
3	87.7	25	157	45	219	32
4	112.5	25	157	40	230	27
5	137.5	25	157	43.5	217	31
6	162.5	25	157	71	371	30
7	187.5	25	157	36.1	180	31
8	212.5	25	157	65.2	330	31
9	237.5	25	157	76.1	347	34
10	262.5	25	157	31.1	135	36
11	287.5	25	157	22.5	103	34
12	312.5	25	157	55.1	245	35
13	337.5	25	157	63.4	294	34
14	362.5	25	157	26.5	128	32
15	387.5	25	157	29.4	137	34
16	412.5	25	157	50	287	27
17	437.5	25	157	6.9	38	28
18	462.5	25	157	44.1	203	34
19	487.5	25	157	74.8	332	35
20	512.5	25	157	40.2	171	37
21	537.5	25	157	60.6	302	32
22	562.5	25	157	74.6	295	40
23	587.5	25	157	33.8	158	34
24	612.5	25	157	74.8	315	37
25	637.5	25	157	80.8	319	40
26	662.5	25	157	85.7	344	39

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
27	687.5	25	157	111.6	315	56
28	712.5	25	157	62	264	37

POSISI – 2 (Spasi 50 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	75	50	314	9.1	78	37
2	100	50	314	21.9	197	35
3	125	50	314	12.7	133	30
4	150	50	314	29	272	33
5	175	50	314	31.1	308	32
6	200	50	314	17.4	188	29
7	225	50	314	14.2	145	31
8	250	50	314	23.9	229	33
9	275	50	314	39.6	413	30
10	300	50	314	42.5	433	31
11	325	50	314	52.9	493	34
12	350	50	314	42.5	409	33
13	375	50	314	38.5	446	27
14	400	50	314	10.2	115	28
15	425	50	314	28.4	303	29
16	450	50	314	23.3	265	28
17	475	50	314	20.6	207	31
18	500	50	314	34.3	334	32
19	525	50	314	38.2	394	30
20	550	50	314	21.3	239	28
21	575	50	314	39.6	364	34
22	600	50	314	29.8	266	35
23	625	50	314	28.9	245	37
24	650	50	314	29.9	222	42

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
25	675	50	314	44.5	335	42

POSISI – 3 (Spasi 75 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	112.5	75	471	12.1	204	28
2	137.5	75	471	6	82	34
3	162.5	75	471	8.6	131	31
4	187.5	75	471	9.2	147	29
5	212.5	75	471	8.2	151	26
6	237.5	75	471	7.1	145	23
7	262.5	75	471	7.4	155	22
8	287.5	75	471	11.5	235	23
9	312.5	75	471	19.2	335	27
10	337.5	75	471	12.5	227	26
11	362.5	75	471	5.4	69	37
12	387.5	75	471	12.6	251	24
13	412.5	75	471	9.4	226	20
14	437.5	75	471	8.1	135	28
15	462.5	75	471	8.6	159	25
16	487.5	75	471	12.7	216	28
17	512.5	75	471	11.8	220	25
18	537.5	75	471	14.2	270	25
19	562.5	75	471	11.7	232	24
20	587.5	75	471	9.8	243	19
21	612.5	75	471	11.9	183	31
22	637.5	75	471	7	103	32

POSISI – 4 (Spasi 100 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	150	100	628	9.2	198	29
2	175	100	628	4.9	145	21
3	200	100	628	5.1	129	25
4	225	100	628	3.2	98	21
5	250	100	628	5.3	206	16
6	275	100	628	3.1	95	20
7	300	100	628	5.3	166	20
8	325	100	628	2.6	78	21
9	350	100	628	10	301	21
10	375	100	628	7	248	18
11	400	100	628	7.6	249	19
12	425	100	628	5.2	244	13
13	450	100	628	7.6	238	20
14	475	100	628	3.8	113	21
15	500	100	628	8.1	182	28
16	525	100	628	8.6	257	21
17	550	100	628	11.9	391	19
18	575	100	628	4.8	189	16
19	600	100	628	3.5	114	19
20	275	100	628	3.1	95	20
21	300	100	628	5.3	166	20
22	325	100	628	2.6	78	21

POSISI – 5 (Spasi 125 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	187.5	125	785	4.3	188	18
2	212.5	125	785	4.1	197	16
3	237.5	125	785	3.1	142	17

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
4	262.5	125	785	5.2	210	19
5	287.5	125	785	1.1	45	19
6	312.5	125	785	3.7	168	17
7	337.5	125	785	3	190	12
8	362.5	125	785	3.9	164	19
9	387.5	125	785	6.5	305	17
10	412.5	125	785	3.6	273	10
11	437.5	125	785	5.5	237	18
12	462.5	125	785	6	284	16
13	487.5	125	785	5.6	215	20
14	512.5	125	785	4.7	158	23
15	537.5	125	785	2.9	127	18
16	562.5	125	785	3.9	183	17

POSISI – 6 (Spasi 150 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	225	150	942	2.5	156	15
2	250	150	942	1.4	50	26
3	275	150	942	3.6	198	17
4	300	150	942	1.1	103	10
5	325	150	942	1.5	160	9
6	350	150	942	2.2	150	14
7	375	150	942	3	136	21
8	400	150	942	4.3	212	19
9	425	150	942	6.5	327	19
10	450	150	942	2.4	140	16
11	475	150	942	8	413	18
12	500	150	942	4.8	176	26
13	525	150	942	3.2	174	17

POSISI – 7 (Spasi 175 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	262.5	175	1099	2.9	138	23
2	287.5	175	1099	1.9	163	13
3	312.5	175	1099	1.7	151	12
4	337.5	175	1099	1.7	175	11
5	362.5	175	1099	1.5	158	10
6	387.5	175	1099	3	199	17
7	412.5	175	1099	3.6	197	20
8	437.5	175	1099	4.1	247	18
9	462.5	175	1099	2.3	247	10
10	487.5	175	1099	1.9	169	12

POSISI – 8 (Spasi 200 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	300	200	1256	1.3	154	11
2	325	200	1256	2.3	116	25
3	350	200	1256	3.8	207	23
4	375	200	1256	1.9	179	13
5	400	200	1256	4.2	332	16
6	425	200	1256	1.7	138	15
7	450	200	1256	1.5	150	12

POSISI – 9 (Spasi 225 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	337.5	225	1413	3.3	337	14
2	362.5	225	1413	2.2	342	9

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
3	387.5	225	1413	2.6	252	14
4	412.5	225	1413	2.3	256	13

POSISI – 10 (Spasi 250 meter)

No.	Titik Batuan yang Terukur (m)	a (m)	K	V (Volt)	I (Ampere)	ρ (Ωm)
1	375	250	1570	2.7	285	15

Keterangan:

- 1) Titik batuan yang terukur arus dan tegangannya = jarak (spasi) antar elektroda + $\frac{1}{2}$ spasi (meter)

a = spasi atau jarak antar elektroda beda potensial (meter)

K = faktor geometri konfigurasi *Wenner* ($K = 2\pi a$) dengan $\pi = 3,14$

V = beda potensial (volt)

I = arus listrik (ampere)

ρ = resistivitas semu (Ωm)

- 2) Pengambilan data arus I dan beda potensial V untuk tiap posisi pengukuran hanya dilakukan 1x (data tunggal) untuk nilai yang konstan.
- 3) Input data hasil penelitian ke dalam *software Res2Dinv* dilakukan secara berkesinambungan tanpa dipisah-pisah berdasarkan spasi elektroda agar input data dapat terbaca oleh *software*.

LAMPIRAN F. GLOSARIUM

- Akuifer** : kantong air yang berada di dalam tanah.
- Faktor Geometri** : besaran koreksi terhadap perbedaan letak titik elektroda (tergantung pada konfigurasi elektroda yang digunakan, Wenner = $2\pi a$, Dipole-dipole = $K = \pi \left(\frac{r^3}{a} - r^2 \right)$, Pole-dipole = $K = \frac{2\pi ab}{b-a}$, Schlumberger = $K = \frac{\pi(L^2-l^2)}{2l}$).
- Geolistrik** : salah satu metode geofisika yang dapat dimanfaatkan dalam eksplorasi sumber daya alam bawah permukaan tanah dengan mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di bawah permukaan tanah.
- Geolistrik Resistivitas** : metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas listrik lapisan batuan di dalam bumi.
- Pisometrik** : permukaan abstrak dengan tingkat tekanan hidrostatik sama dengan tekanan hidrostatik di dalam akuifer; perpanjangan dari tinggi muka air tanah terkekang.
- Peta Geologi** : sumber informasi dasar yang antara lain jenis-jenis batuan, ketebalan dan arah penyebaran batuan, susunan/urutan satuan batuan, struktur, pelapisan, kekar dan perlipatan.
- Peta Hidrogeologi** : suatu media informasi tentang hidrogeologi suatu daerah yang disajikan dalam bentuk tampilan grafis yang menggambarkan ketersediaan air tanah pada jenis litologi akuifer dan produktivitas akuifer disajikan pada peta dengan luasan warna (*areal color*), sementara unit-unit geologi ditampilkan dengan pola grafis (*pattern*) dan lambang informasi parameter akuifer dan parameter

hidraulika air tanah (arah aliran, tinggi bidang preatik dan pisometrik, dll), serta kondisi kualitas air tanah dalam bentuk lambang-lambang dan tampilan grafis yang lain.

- Permeabilitas** : kemampuan batuan atau tanah untuk melewati atau meloloskan air.
- Porositas** : jumlah atau presentase pori atau rongga dalam volume batuan atau sedimen.
- Res2Dinv** : suatu program aplikasi yang digunakan untuk memodelkan kondisi dari bawah permukaan tanah secara 2 dimensi.
- Resistivitas** : sifat resistensi dari suatu material atau kemampuan suatu material menghambat arus listrik.
- Resistivitas Semu** : nilai resistivitas berbagai macam lapisan penyusun tanah bawah permukaan.

LAMPIRAN G. FOTO KEGIATAN PENELITIAN LAPANG



Gambar 1. Pengecekan kabel



Gambar 2. Pengukuran panjang lintasan



Gambar 3. Penentuan posisi titik-titik pengukuran



Gambar 4. Rencana posisi titik bor



Gambar 5. Penentuan koordinat titik-titik pengukuran



Gambar 6. Arah bentangan lintasan pengukuran



Gambar 7. Penggulungan kabel



Gambar 8. Penginjeksian elektroda ke dalam tanah



Gambar 9. Pengambilan data survey geolistrik



Gambar 10. Entri data koordinat titik-titik pengukuran ke Ms.Excel



Gambar 11. Foto bersama tim survey dan perangkat Desa Keting

JEMBER

LAMPIRAN H. SURAT KETERANGAN PENELITIAN**H1. Surat Ijin Penelitian**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-334988
Laman: www.fkip.unej.ac.id

04 JUL 2014

Nomor : 5104 /UN25.1.5/LT/2014
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala Desa Keting
Jember

Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa FKIP Universitas Jember tersebut di bawah ini:

Nama : Nurul Rizqi Amalia
NIM : 100210102006
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang “Penentuan Potensi Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner di Desa Keting Kabupaten Jember” di desa yang Saudara pimpin selama bulan Maret – Juli tahun 2014.

Sehubungan dengan hal tersebut mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukannya.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

a.n. Dekan
Pembantu Dekan I,

Sukatman, M.Pd.
NIP. 19640123 199512 1 001



H2. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian

PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
KECAMATAN JOMBANG
DESA KETING
Jln. KAMBOJA No. 01 Keting 68168

SURAT KETERANGAN
No: 470/272 / 19.2002/ 2014

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Drs.H. JUMALI
Jabatan : Kepala Desa Keting Kecamatan Jombang Kabupaten Jember

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa seorang :

Nama : NURUL RIZQI AMALIA
N I M : 100210102006
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Yang tersebut diatas adalah benar-benar telah mengadakan penelitian Survey Geolistrik selama 1 (satu) bulan yaitu Juli tahun 2014 yang terletak di Dusun Krajan.II Desa Keting Kecamatan Jombang Kabupten Jember.

Surat keterangan ini dipergunakan sebagai perlengkapan Persyaratan Tugas Akhir Kuliah.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Keting, 22 September 2014
Kepala Desa



Drs.H. JUMALI