



**PENGAMBARAN DISTRIBUSI RESISTIVITAS BAWAH
PERMUKAAN PERKEBUNAN TEBU DI DAERAH
PUGER JEMBER MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK RESISTIVITAS**

SKRIPSI

Oleh

**Yongky Danar Pramudita
NIM 121810201051**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENGAMBARAN DISTRIBUSI RESISTIVITAS BAWAH
PERMUKAAN PERKEBUNAN TEBU DI DAERAH
PUGER JEMBER MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK RESISTIVITAS**

SKRIPSI

Oleh

**Yongky Danar Pramudita
NIM 121810201051**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa kasih, syukur, dan bakti yang tulus kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kesempurnaan, taufiq dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Ibunda Almh.Tanti Hartini, Ayahanda Anang Isturiyadi dan Mama dra.Kartini tercinta, yang senantiasa memberikan do'a dan kasih sayang tulus serta dukungan moril dan materiil untuk proses pendidikan penulis;
3. Kakakku Endhika Haries Pratama, S.Pd, Dewi Sri Astutik, S.Pd, Hening Destia R. dan Adikku Galih Estu Pradikta atas dukungan dan waktunya untuk mengisi canda tawa serta selalu memberikan semangat;
4. Nenekku Hj.Sunarti, dan keluarga – keluargaku Banyuwangi yang telah turut merawat, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis selama ini;
5. Semua guru – guruku sejak Taman Kanak – Kanak hingga Perguruan Tinggi atas ilmu akademis, pendidikan agama, dan moral;
6. Keluarga besar Komunitas Insan Cita Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Cabang Jember khususnya Komisariat MIPA UNEJ atas motivasi, *sharing* ilmu dan rasa kekeluargaannya selama ini;
7. Alumni Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) di lingkungan Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember: drh. Hj.Wuriyanti Handayani, M.Si., Nurul Priyantari, S.Si.,M.Si., Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., Tri Ratnasari, S.Si.,M.Si. atas pendampingan, bimbingan dan dukungannya dalam proses berorganisasi dan berakademik;
8. Tim Agrogeofisika dan pihak – pihak yang telah mensukseskan penelitian penulis;
9. Saudara – saudaraku seperjuangan angkatan 2012 Jurusan Fisika atas candaan, curhatan, kekeluargaan dan teman ngopi selama ini;
10. Seluruh keluarga besar dan Almamater Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universita Jember.

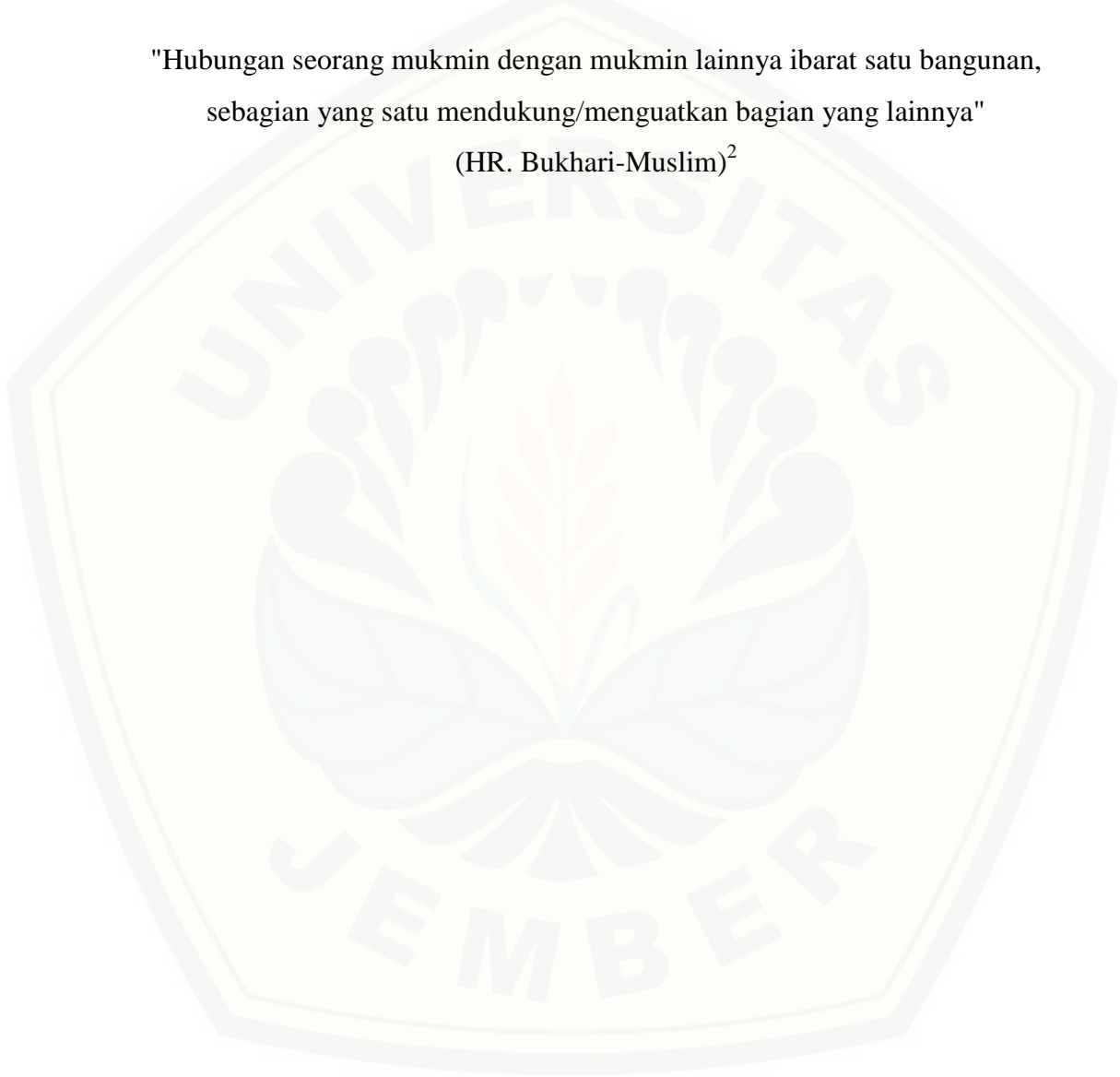
MOTTO

“Barang siapa merasa letih dimalam hari karena bekerja, maka dimalam itu ia diampuni...”

(H.R. Ahmad)¹

"Hubungan seorang mukmin dengan mukmin lainnya ibarat satu bangunan, sebagian yang satu mendukung/menguatkan bagian yang lainnya"

(HR. Bukhari-Muslim)²



¹ Kanzum, Ahmad Hasan. 2001. Waktu Luang bagi Remaja Muslim. Yogyakarta: Mitra Pustaka.

² Abdul Baqi, M.Fuad. 2012. Terjemahan Al-Lu'lu' uwalmarjan (kumpulan hadits shahih bukhari muslim). Semarang: PT.Pustaka Riski.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yongky Dinar Pramudita

NIM : 121810201051

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Penggambaran Distribusi Resistivitas Bawah Permukaan Perkebunan Tebu di Daerah Puger Jember Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab 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, 07 Mei 2017

Yang menyatakan,

Yongky Dinar Pramudita

NIM 121810201051

SKRIPSI

**PENGAMBARAN DISTRIBUSI RESISTIVITAS BAWAH
PERMUKAAN PERKEBUNAN TEBU DI DAERAH
PUGER JEMBER MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK RESISTIVITAS**

Oleh

Yongky Dinar Pramudita
NIM 121810201051

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Agung Tj. Nugroho, S.Si., M.Phill., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Artoto Arkundato, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penggambaran Distribusi Resistivitas Bawah Permukaan Perkebunan Tebu di Daerah Puger Jember Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas“ telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Agung Tj. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.
NIP . 196812191994021001

Dr. Artoto Arkundato, S.Si, M.Si.
NIP . 196912251999031001

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP . 196102041987111001

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.
NIP . 198111112005012001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP . 196102041987111001

RINGKASAN

Penggambaran Distribusi Resistivitas Bawah Permukaan Perkebunan Tebu di Daerah Puger Jember Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas;

Yongky Danar Pramudita, 121810201051; 2017; 55 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Indonesia merupakan negara agraris yang mempunyai lahan pertanian yang luas. Lahan pertanian tersebut tersebar di berbagai pulau di Indonesia, antara lain: Pulau Jawa, Kalimantan, Sumatra, dan lain sebagainya. Salah satu daerah di Pulau Jawa yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani adalah Kabupaten Jember. Kabupaten Jember dikenal dengan hasil pertanian yang cukup melimpah, antara lain : tembakau, padi, tebu, dan lain sebagainya. Kabupaten Jember masih melakukan perluasan wilayah pertanian pada komoditi tebu. Jadi untuk memaksimalkan hasil produksi tebu diperlukan kesesuaian lahan tanaman tebu. Karakteristik tanaman tebu sangat unik dikarenakan tanaman tebu tidak menyukai lahan sebagai media tanam yang terlalu basah maupun lahan yang terlalu kering, tebu bisa dibudidayakan pada lahan sawah atau bekas sawah dan pada lahan kering.

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode yang menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah atau permukaan bumi untuk mengukur resistivitas. Pada metode geolistrik dikenal banyak konfigurasi elektroda, diantaranya yang sering digunakan adalah konfigurasi *Wenner*, konfigurasi *Schlumberger*, konfigurasi *Wenner – Schlumberger*, konfigurasi *dipole – dipole*, konfigurasi *pole – dipole* dan *azimut dipole*. Konfigurasi *dipole – dipole* merupakan konfigurasi yang banyak diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada objek yang penetrasinya lebih sensitif pada arah vertikal.

Langkah awal akuisisi data dilakukan dengan menentukan jarak antar elektroda tetap (a) yaitu elektroda arus 1 ($C1$) dengan elektroda arus 2 ($C2$) dan elektroda tegangan 1 ($P1$) dengan elektroda tegangan 2 ($P2$), menyusun posisi elektroda arus (I) dan tegangan (V) konfigurasi *dipole – dipole* dan panjang lintasan yang akan diukur. Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan

elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian memindahkan elektroda arus pada spasi a berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir di penampang itu. Arus diinjeksikan ke permukaan bawah bumi, kemudian diukur nilai beda potensial listrik dan arus listrik. Sehingga dapat diperoleh nilai resistivitas di bawah permukaan bumi. Dengan mengetahui nilai resistivitas di bawah permukaan bumi, maka dapat ditentukan banyaknya lapisan penyusun dan jenis material penyusun.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan nilai distribusi resistivitas di bawah permukaan sehingga diperoleh gambaran informasi tentang struktur bawah permukaan perkebunan tebu di daerah Puger kabupaten Jember dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*. Informasi ini dapat dimanfaatkan untuk pola budidaya perkebunan tebu dan mengidentifikasi potensi material yang ada. Identifikasi dilakukan dengan menganalisa hasil pencitraan bawah permukaan lahan tebu berdasarkan nilai resistivitas pada *pseudosection* kemudian dikonversi berdasarkan nilai resistivitas batuan dengan mencocokkan pada tabel referensi. Hasil penelitian dan interpretasi distribusi resistivitas, struktur tanah perkebunan tebu di daerah Puger Jember diduga mengandung material penyusun lapisan tanah berupa lempung basah, pasir berkerikil, magnesium, alluvium, kerikil, lempung kering, pasir, batuan pasir atau *sandstone* dan batuan kapur atau *limestone* serta tanah diduga bersifat asam dengan rata – rata nilai pH 5,5. Tanah yang demikian sering mengalami kekurangan unsur hara, maka perlu unsur hara tambahan, bahan organik, dan pemupukan. Langkah ini sebagai penyesuaian lahan agar mampu meningkatkan produktifitas dan kualitas tebu.

PRAKATA

Dengan mengucapkan Alhamdulillah atas kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan Rahmat, Kesempurnaan, Taufiq serta Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Penggambaran Distribusi Resistivitas Bawah Permukaan Perkebunan Tebu di Daerah Puger Jember Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas”. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi strata satu (S1) Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Jember.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Sujito, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember sekaligus merangkap sebagai Dosen Penguji Utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, & pikiran dalam pendadaran skripsi ini;
2. Dr. Artoto Arkundato, S.Si, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember sekaligus merangkap sebagai Dosen Pembimbing Anggota dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
3. Agung Tj. Nugroho, S.Si., M.Phill., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Endhah Purwandari, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan skripsi;
4. Dan semua pihak yang membantu kelancaran penulisan skripsi ini, yang belum dapat tertulis dan disebutkan.

Semoga skripsi ini dan apa yang tertulis di dalamnya dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan, penelitian dan lembaga.

Jember, 07 Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Geologi Puger	7
2.2 Tanah	7
2.2.1 Definisi Tanah	7
2.2.2 Porositas dan Permeabilitas	8
2.2.3 pH Tanah	9
2.2.4 Jenis Lapisan Tanah	10
2.3 Tanah Pada Tanaman Tebu	12
2.3.1 Tanaman Tebu	12
2.3.2 Tanah yang sesuai untuk Tanaman Tebu	13

2.4 Sifat Kelistrikan Batuan.....	15
2.5 Arus Listrik dalam Medium Bumi.....	16
2.5.1 Satu Elektroda Arus di Kedalaman.....	16
2.5.2 Satu Elektroda Arus di Permukaan Bumi.....	17
2.5.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi.....	18
2.6 Metode Geolistrik Resistivitas.....	19
2.7 Konsep Resistivitas Semu.....	21
2.8 Konfigurasi Dipole – Dipole.....	22
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2 Alat Penelitian.....	24
3.3 Diagram Kerja Penelitian.....	25
3.4 Prosedur Penelitian.....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Penggambaran Distribusi Resistivitas bawah Permukaan Tanah pada Lintasan 1.....	29
4.2 Penggambaran Distribusi Resistivitas bawah Permukaan Tanah pada Lintasan 2.....	31
4.2 Penggambaran Distribusi Resistivitas bawah Permukaan Tanah pada Lintasan 3.....	34
BAB 5. PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

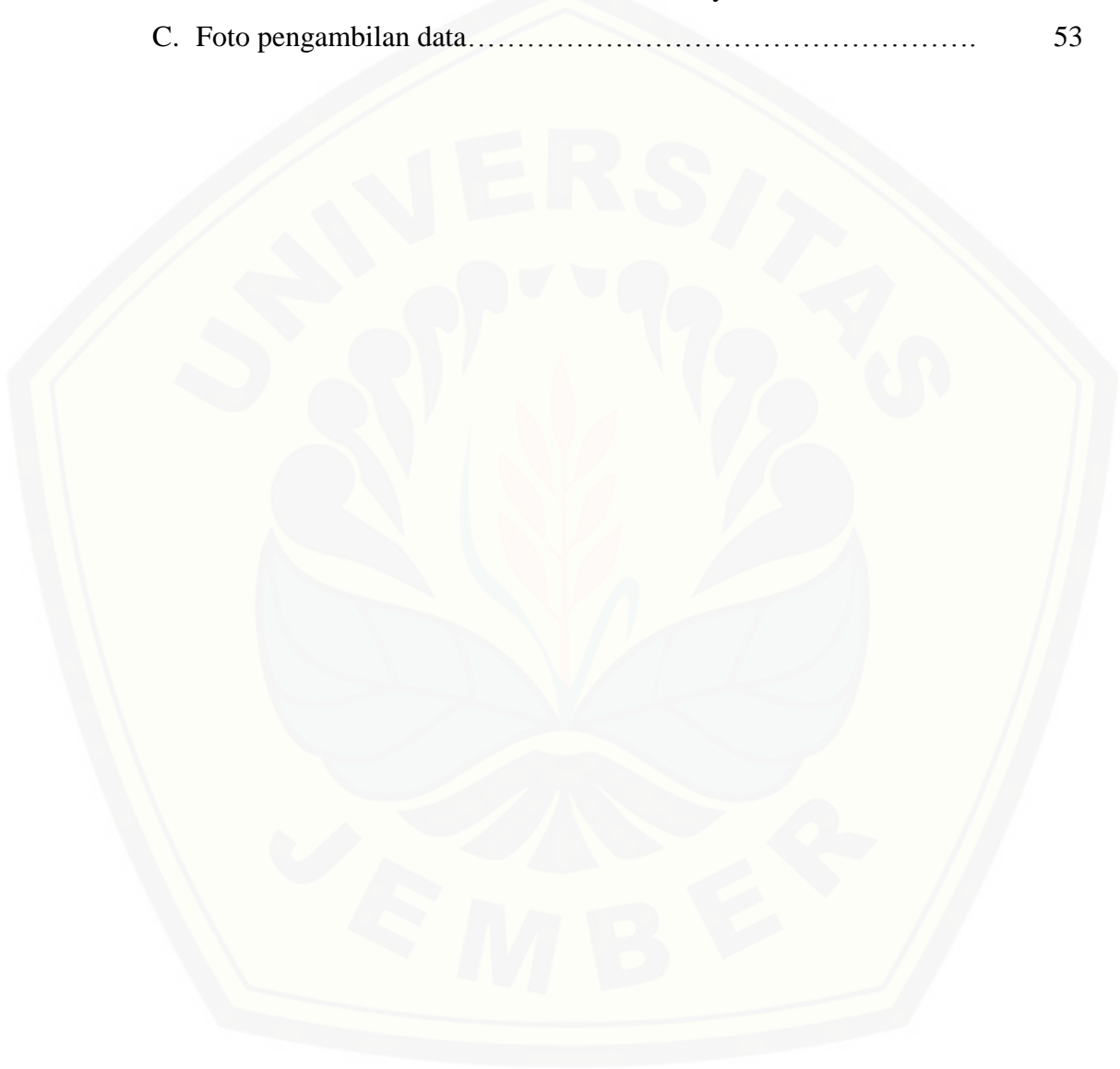
	Halaman
Gambar 2.1. Lapisan kerak bumi.....	11
Gambar 2.2. Titik sumber arus yang ditanam di dalam tanah homogen.....	16
Gambar 2.3. Titik sumber arus di permukaan medium homogen.....	17
Gambar 2.4. Dua elektroda arus dan potensial di permukaan tanah homogen isotropis dengan resistivitas.....	18
Gambar 2.5. Garis – garis <i>equipotential</i> dan aliran arus oleh dua titik sumber arus di permukaan tanah homogen.....	19
Gambar 2.6. Model pengukuran <i>dipole – dipole 2D</i>	22
Gambar 3.1. Diagram kerja penelitian.....	25
Gambar 3.2. <i>Datum point</i> konfigurasi <i>dipole – dipole</i>	27
Gambar 3.3. Citra warna hasil olah <i>res2dinv</i> berdasarkan nilai resistivitas batuan.....	28
Gambar 4.1. Hasil penggambaran distribusi nilai resistivitas pada lintasan 1.....	30
Gambar 4.2. Hasil penggambaran distribusi nilai resistivitas pada lintasan 2.....	32
Gambar 4.3. Hasil penggambaran distribusi nilai resistivitas pada lintasan 3.....	34
Gambar 4.4. Profil resistivitas tiap lintasan.....	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Klasifikasi tanah berdasarkan nilai pH.....	9
Tabel 2.2. Unsur hara tanaman yang kering hubungannya dengan pH tanah.....	10
Tabel 2.3. Nilai resistivitas berbagai mineral bumi.....	12
Tabel 4.1. Nilai resistivitas dan dugaan adanya material pada lintasan 1	30
Tabel 4.2. Hasil ukur identifikasi jenis tanah lintasan 1.....	31
Tabel 4.3. Nilai resistivitas dan dugaan adanya material pada lintasan 2	32
Tabel 4.4. Hasil ukur identifikasi jenis tanah lintasan 2.....	33
Tabel 4.5. Nilai resistivitas dan dugaan adanya material pada lintasan 3	34
Tabel 4.6. Hasil ukur identifikasi jenis tanah lintasan 3.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Tabel hasil pengukuran resistivitas.....	44
B. Tabel nilai resistivitas material referensi Reynold.....	52
C. Foto pengambilan data.....	53



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tebu merupakan salah satu komoditi untuk bahan baku industri gula pasir. Di Indonesia, tebu bisa dibudidayakan pada lahan sawah atau bekas sawah dan pada lahan kering. Budidaya tebu lahan kering umumnya dilakukan di kebun – kebun tebu berbentuk hak guna usaha (HGU) yang dikelola oleh pabrik – pabrik (Ditjenbun, 2007). Tebu merupakan tanaman yang tergolong mesophit, tanaman ini mempunyai kepekaan terhadap kekurangan atau kelebihan air selama periode tertentu. Kekurangan atau kelebihan air tersebut dapat dijelaskan dengan hubungan linier yang positif antara tinggi muka air tanah selama periode pertumbuhan dan periode pemasakan terhadap produksi tebu, yaitu semakin dalam tinggi muka air tanah maka hasil tebu yang akan dipanen semakin besar. Tambahan produksi yang akan didapat sebagai hasil penurunan muka air tanah sebesar 1 cm adalah sekitar 0,22 – 0,44 ton tebu per hektar. Kedalaman muka air tanah sedalam 120 cm dari permukaan tanah merupakan keadaan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman tebu pada jenis tanah liat berlempung (Koto, 1984).

Terkait konsumsi gula, di Indonesia konsumsi gula sebesar 5,3 juta ton per tahun. Konsumsi tersebut terdiri dari konsumsi rumah tangga sebesar 2,8 juta ton dan untuk bahan baku industri makanan dan minuman sebesar 2,5 juta ton. Dengan pertumbuhan industri makanan minuman rata-rata tumbuh di atas 8% per tahun, maka kebutuhan gula untuk industri di Indonesia juga akan terus meningkat. Kegagalan mencapai swasembada gula nasional disebabkan persoalan - persoalan ditingkat hulu (usaha tani) dalam hal peningkatan produksi dan rendemen tebu. Sistem budidaya untuk peningkatan produksi dan rendemen tebu melalui pengolahan tanah, pemupukan, dan penggunaan varietas baru telah mencapai usaha yang maksimum dan telah terjadi stagnasi sistem budidaya (Gatot, 2005). Alternatif upaya peningkatan produksi dan rendemen tebu selanjutnya dengan mengarahkan pada kualitas produksi tebu (rendemen/ton), upaya peningkatan produksi dan rendemen tebu memerlukan beberapa

pola budidaya, diantaranya (1) penentuan saat dan masa tanah berdasarkan kondisi iklim dan tanah, (2) perancangan irigasi suplementer melalui penyediaan air tanah (*aquifer*) berdasarkan keberadaan bawah permukaan lahan, (3) peningkatan kualitas tanah dengan menggunakan bahan dasar pemupukan yang disesuaikan dengan kondisi tanah lahan (Rejekiingrum *et al*, 2007). Gatot (2013) mengatakan bahwa adanya korelasi linier antara kecukupan air bawah permukaan pada lahan perkebunan tebu dengan hasil rendemen tebu. Rendemen tebu adalah kadar kandungan gula di dalam batang tebu yang dinyatakan dengan persen. Misalnya rendemen tebu 10 persen, artinya adalah bahwa dari 100 kg tebu yang digilingkan akan diperoleh gula sebanyak 10 kg (Agrobisnis Info, 2015).

Indonesia merupakan negara agraris yang mempunyai lahan pertanian yang cukup luas. Lahan pertanian tersebut tersebar di berbagai pulau di Indonesia, antara lain: Pulau Jawa, Kalimantan, Sumatra, dan lain sebagainya. Salah satu daerah di Pulau Jawa yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani adalah Kabupaten Jember. Kabupaten Jember dikenal dengan hasil pertaniannya yang cukup melimpah, antara lain : tembakau, padi, tebu, dan lain sebagainya. Kabupaten Jember masih melakukan perluasan wilayah pertanian pada komoditi tebu. Jadi untuk memaksimalkan hasil produksi tebu diperlukan kesesuaian lahan tanaman tebu. Karakteristik tanaman tebu sangat unik dikarenakan tanaman tebu tidak menyukai lahan sebagai media tanam yang terlalu basah maupun lahan yang terlalu kering (Gatot, 2013). Oleh karena itu, dalam penelitian yang akan dilakukan adalah melalui pengamatan secara komprehensif karakteristik potensi struktur bawah permukaan tebu. Pengamatan tersebut dilakukan dengan menggunakan salah satu metode geofisika yaitu geolistrik resistivitas. Secara mendasar metode ini diperuntukkan untuk eksplorasi struktur dangkal bawah permukaan yang meliputi keberadaan lingkungan bawah permukaan, hidrogeologi, dan aplikasi geothermal.

Metode geofisika merupakan metode untuk pendugaan lapisan geologi bawah permukaan, metode geofisika yang sering digunakan adalah metode seismik, metode elektromagnetik, metode magnetik dan metode geolistrik resistivitas. Menurut Reynold (1997), metode geolistrik banyak digunakan untuk

mengetahui letak rongga di bawah permukaan, patahan dan retakan, penentuan kedalaman batuan dasar, dan lain-lain. Setiap batuan memiliki sifat kelistrikan. Sifat kelistrikan batuan adalah batuan atau mineral yang mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron - elektron bebas tersebut. Aliran listrik tersebut juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik ini dapat berasal dari alam sendiri sebagai akibat dari ketidakseimbangan konsentrasi atau dapat juga berasal dari arus listrik yang diinjeksikan ke bawah permukaan tanah. Arus diinjeksikan ke permukaan bawah bumi, kemudian diukur nilai beda potensial listrik dan arus listrik. Sehingga dapat diperoleh nilai resistivitas di bawah permukaan bumi. Dengan mengetahui nilai resistivitas di bawah permukaan bumi, maka dapat ditentukan banyaknya lapisan penyusun dan jenis material penyusun.

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode yang menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah atau permukaan bumi untuk mengukur resistivitas. Sakka (2002) mengatakan bahwa tujuan survei geolistrik resistivitas adalah mengetahui perbedaan resistivitas bawah permukaan bumi dengan melakukan pengukuran di permukaan bumi. Metode tersebut banyak digunakan dalam penyelidikan masalah lingkungan maupun masalah eksplorasi mineral dalam tanah (Reynold, 1997). Pada metode geolistrik dikenal banyak konfigurasi elektroda, diantaranya yang sering digunakan adalah konfigurasi *Wenner*, konfigurasi *Schlumberger*, konfigurasi *Wenner – Schlumberger*, konfigurasi *dipole – dipole*, konfigurasi *pole – dipole* dan *azimut dipole* (Santoso, 2002). Setiap konfigurasi memiliki karakteristik masing – masing dimana mempunyai kelebihan dan kekurangan. Salah satu konfigurasi yang cukup baik digunakan adalah konfigurasi *dipole – dipole*. Konfigurasi *dipole – dipole* merupakan konfigurasi yang banyak diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada objek yang penetrasinya lebih sensitif pada arah vertikal. Metode

tersebut sering digunakan dalam survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke, 1999).

Penelitian dengan konfigurasi *dipole – dipole* telah dilakukan secara efektif oleh Geofisikawan Rusia dan Kanada sejak tahun 1950 untuk eksplorasi mineral sedangkan di USA konfigurasi *dipole – dipole* digunakan untuk survei air bawah tanah, penelitian tersebut dilakukan oleh Zohdy pada tahun 1974 (Reynold, 1997). Di Indonesia penelitian menggunakan konfigurasi *dipole-dipole* sebelumnya telah dilakukan dengan baik oleh Cahyani (2008) di daerah Baban Kecamatan Silo dalam menentukan batuan mineral. Hartantyo (2003) menggunakan konfigurasi *dipole – dipole* di daerah Keloran, Wonogiri dalam menentukan logam sulfida. Margaworo (2009) menggunakan konfigurasi *dipole – dipole* untuk mengidentifikasi batuan di Karangmalang, Sragen.

Dari hasil penelitian tersebut, peneliti menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*. Penelitian dilakukan di kawasan Perkebunan Tebu desa Puger kabupaten Jember. Lahan yang potensial dapat menghasilkan bahan pangan yang cukup dan bervariasi, tidak hanya tebu untuk produksi gula tetapi juga bahan pangan lainnya, bila dikelola dengan menggunakan teknologi yang efektif dan strategi pengembangan yang tepat. Diharapkan dari penelitian ini didapatkan nilai sebaran resistivitas di bawah permukaan secara rinci sehingga diperoleh gambaran informasi tentang struktur bawah permukaan lahan perkebunan tebu dan dapat dimanfaatkan untuk pola budidaya perkebunan tebu. Adanya gambaran kondisi bawah permukaan lahan tebu tersebut, diharapkan dapat mengurangi permasalahan tanaman tebu, sehingga diharapkan pemanfaatan lahan dapat dilakukan secara optimal. Identifikasi dilakukan dengan menganalisa hasil pencitraan bawah permukaan lahan tebu berdasarkan nilai resistivitas pada *pseudosection* kemudian dikonversi ke bentuk geologi berdasarkan nilai resistivitas batuan dengan mencocokkan pada tabel resistivitas batuan sehingga dapat ditentukan variasi tahanan, letak batuan dan ketebalan lapisan di bawah lintasan pengukuran.

Penelitian ini sebagai pengembang penelitian – penelitian sebelumnya dengan tempat lahan tebu. Penelitian sebelumnya menggunakan metode *self-*

potential. Untuk mencapai sebuah tujuan dalam bidang geofisika, idealnya kegiatan survei dan pengukuran dilakukan terus menerus berkelanjutan dan terintegrasi menggunakan sejumlah ragam metode geofisika. Dengan keragaman metode tersebut maka akan menghasilkan informasi yang akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah bagaimanakah distribusi resistivitas bawah permukaan perkebunan tebu di daerah Puger kabupaten Jember dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah untuk penelitian geofisika resistivitas konfigurasi *dipole - dipole* adalah sebagai berikut:

1. Distribusi resistivitas dideskripsikan dengan gambaran sebaran resistivitas bawah penampang lintang perkebunan tebu menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole - dipole*.
2. Daerah penelitian yang dimaksud adalah lahan yang berada di daerah perkebunan tebu desa Mlokorejo - Puger kabupaten Jember.
3. Kedalaman bawah permukaan lahan tebu yang diukur resistivitasnya adalah berkisar 11 – 12 meter.

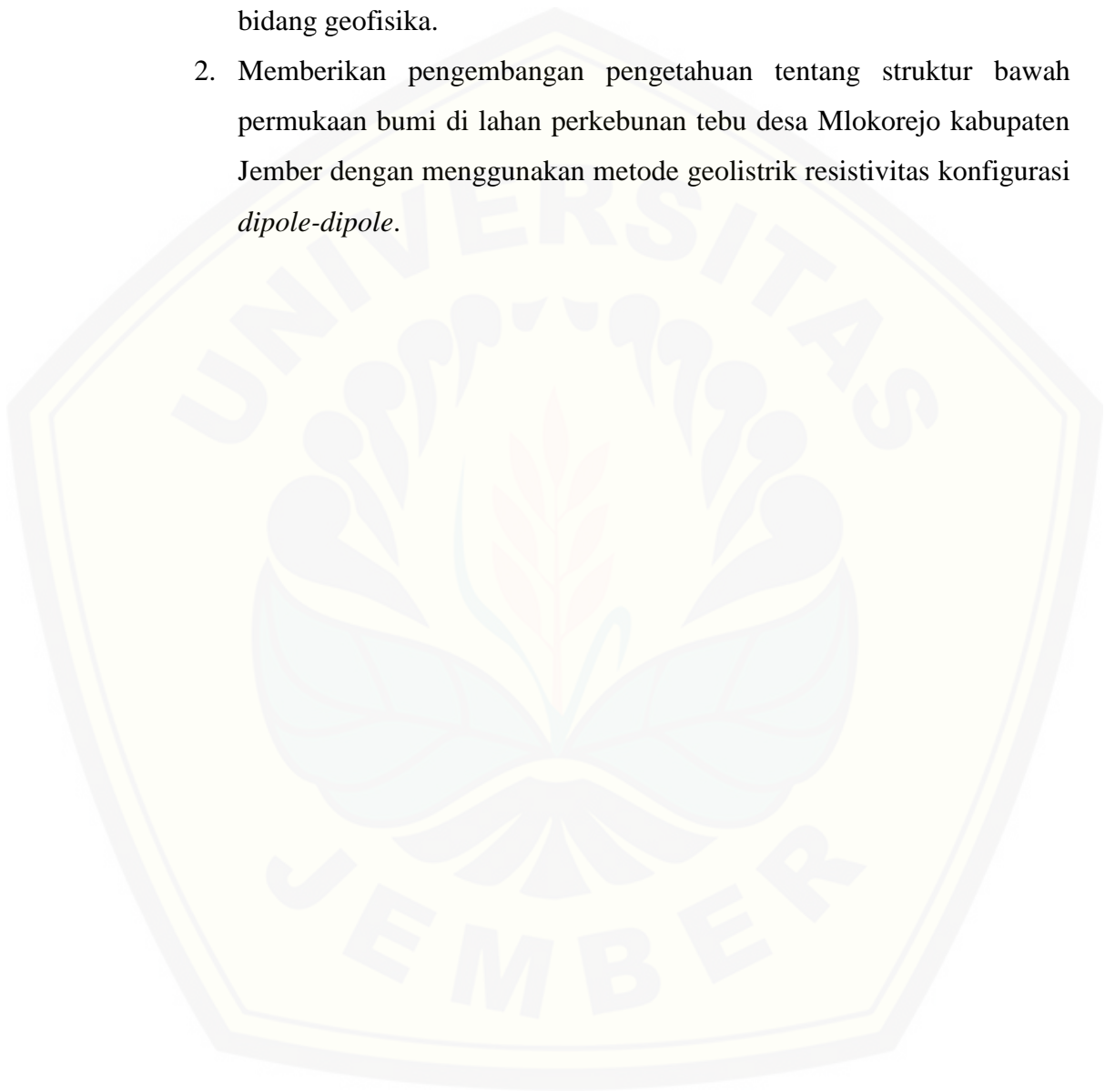
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan nilai sebaran resistivitas di bawah permukaan secara rinci sehingga diperoleh gambaran informasi tentang struktur bawah permukaan kebun tebu di kawasan Perkebunan Tebu Puger kabupaten Jember dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian geofisika resistivitas konfigurasi *dipole - dipole* diharapkan dapat :

1. Memberikan informasi tambahan bagi ilmu pengetahuan khususnya bidang geofisika.
2. Memberikan pengembangan pengetahuan tentang struktur bawah permukaan bumi di lahan perkebunan tebu desa Mlokorejo kabupaten Jember dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Puger

Wilayah Kecamatan Puger Kabupaten Jember secara geografis terletak antara $113^{\circ}18'50''$ BT dan $114^{\circ}2'45''$ BT serta antara $7^{\circ}57'51''$ LS dan $8^{\circ}33'42''$ LS. Kecamatan Puger memiliki luas wilayah 149.000 km^2 dan ketinggian rata – rata 12 m dari atas permukaan laut. Daerah Puger memiliki batuan yang terdiri dari breksi gunung api, lahar, lava dan *tuf* di bagian utara dan timur, serta perselingan antara batu pasir dan batu lempung bersisipan breksi dan konglomerat di bagian selatan, kekuatan batuan umumnya menengah ($72 - 240 \text{ kg/cm}^2$), morfologi sedang - terjal dengan kemiringan lereng antara 20° dan 45° , akuifer umumnya produktif sedang – tinggi di lereng gunung bagian utara dan timur, namun di bagian selatan air tanahnya langka (Kusuma, 2002).

Puger menurut kondisi geografinya berdasarkan tingkat kemiringan atau kelerengan serta ketinggian tempat dari permukaan laut, dari total luas wilayah tersebut bisa diketahui sebagai berikut: (a) daerah dengan kemiringan $0^{\circ} - 2^{\circ}$ seluas $68,90 \text{ km}^2$, (b) daerah dengan kemiringan $2^{\circ} - 15^{\circ}$ adalah seluas $0,94 \text{ km}^2$, (c) daerah dengan kemiringan $15^{\circ} - 40^{\circ}$ adalah seluas $24,12 \text{ km}^2$, (d) daerah dengan kemiringan di atas 40° adalah seluas $55,34 \text{ km}^2$. Jika dilihat dari ketinggian tempat dapat diketahui sebagai berikut: (a) daerah dengan ketinggian $0 - 25 \text{ m}$ seluas $81,80 \text{ km}^2$, (b) daerah dengan ketinggian $25 \text{ m} - 100 \text{ m}$ seluas $45,70 \text{ km}^2$, (c) daerah dengan ketinggian $100 \text{ m} - 500 \text{ m}$ (Utami, *et.al.*, Tanpa Tahun).

2.2 Tanah

2.2.1 Definisi Tanah

Tanah terdiri atas butir – butir mineral alam diantaranya berupa ruang pori. Ruang pori dapat terisi udara dan atau air. Tanah juga dapat mengandung bahan – bahan organik sisa atau pelapukan tumbuhan atau hewan. Tanah semacam ini disebut tanah organik (Santoso, Tanpa tahun). Air, lereng, dan tanah merupakan unsur – unsur lahan yang merupakan faktor utama kegiatan manusia. Tanah merupakan salah satu bagian dari sumber daya lahan yang mempunyai pengaruh

langsung dan terus menerus bagi pengguna pertanian. Tanah sebagai alat produksi harus dimanfaatkan sebaik – baiknya agar memperoleh hasil yang sebesar – besarnya. Lahan kering adalah lahan yang pemenuhan kebutuhan air tanaman tergantung pada curah air hujan dan minim mengalami penggenangan air sepanjang tahun. Beda pokok lahan kering dan lahan basah adalah cara penyediaan air untuk pertumbuhan tanaman (Hidayat *et al*, 2002). Pada lahan pertanian basah, kebutuhan air tersedia tetap secara alamiah. Kebutuhan air dapat dicukupi dari air permukaan, misalnya rawa, mata air, dan sungai, sedangkan pada pertanian lahan kering tanaman hanya memperoleh air dari air hujan (tadah hujan) melalui konservasi menjadi lengas.

2.2.2 Porositas dan Permeabilitas

Porositas adalah proporsi ruang pori tanah (ruang kosong) yang terdapat dalam suatu volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan udara , sehingga merupakan indikator kondisi drainase dan aerasi tanah. Porositas tanah adalah kemampuan tanah dalam menyerap air berkaitannya dengan tingkat kepadatan tanah. Semakin padat tanah berarti semakin sulit untuk menyerap air, maka porositas tanah semakin kecil. Sebaliknya semakin mudah tanah menyerap air maka tanah tersebut memiliki porositas yang besar. Tanah yang porositasnya baik adalah tanah yang porositasnya besar karena perakaran tanaman mudah untuk menembus tanah dalam mencari bahan organik. Selain itu tanah tersebut mampu menahan air hujan sehingga tanaman tidak selalu kekurangan air. Tetapi jika porositasnya terlalu tinggi, juga tidak baik, karena air yang diterima tanah langsung turun ke lapisan berikutnya. Tanah seperti ini jika musim kemarau cepat membentuk pecahan yang berupa celah besar di tanah. Faktor porositas tanah dikendalikan oleh tekstur tanah, struktur, dan kandungan bahan organik (Hakim *et. Al.*, 1986).

Bila suatu tanah dengan porositas rendah dalam artian sulit menyerap air, maka jika ditanami tanaman yang tidak rakus air, akan sangat menghambat bahkan merusak. Dalam keadaan air yang lama terserap (hingga tergenang) sementara tanaman yang di tanam tidak membutuhkan banyak air justru akan

menjadikan kondisi lingkungan mikro di sekitar tanaman menjadi lembab akibatnya akan mempengaruhi perkembangan penyakit tanaman. Selain itu, tanaman akan mudah rusak bila tergenang air terlalu lama, karena tanaman tersebut dalam kondisi tercekam kelebihan air yang dapat menyebabkan pembusukan akar tanaman (Anonim, 2009).

Jamulya dan Suratman Woro Suprodjo (1983), mengemukakan bahwa permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro baik ke arah horizontal maupun vertikal. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju alir tertentu disebut permeabilitas tanah. Jadi, tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda. Permeabilitas adalah tanah yang dapat menunjukkan kemampuan meloloskan air. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju aliran air. Koefisien permeabilitas tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya.

2.2.3 pH Tanah

pH tanah atau kemasaman tanah atau reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah.

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai pH

Tanah	Nilai pH	Tanah	Nilai pH
Luar biasa asam	> 4,5	Netral	6,6 – 7,3
Asam sangat kuat	4,5 – 5,0	Agak basa	7,4 – 7,8
Asam kuat	5,1 – 5,5	Basa sedang	7,9 – 8,4
Asam sedang	5,6 – 6,0	Basa kuat	8,5 – 9,0
Agak asam	6,1 – 6,5	Basa sangat kuat	> 9,0

(Sumber: Munawar, 2011)

Makin tinggi kadar ion H^+ di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah selain ion H^+ dan ion-ion lain terdapat juga ion hidroksida (OH^-), yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya ion H^+ . Pada tanah - tanah masam jumlah ion H^+ lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah ion OH^- ,

sedangkan pada tanah alkalis kandungan ion OH^- lebih banyak dari ion H^+ . Jika ion H^+ dan ion OH^- sama banyak di dalam tanah atau seimbang, maka tanah bereaksi netral.

Kemasaman tanah terjadi karena proses pelapukan mineral dan batuan yang sangat cepat. Proses pelapukan yang intensif akan melepaskan unsur – unsur hara yang akhirnya hilang dan menyisakan produk akhir pelapukan yang pada umumnya kurang menyumbangkan unsur hara pada tanaman.

Tabel 2.2 Unsur hara tanaman yang kering hubungannya dengan pH tanah

Kisaran pH tanah	Unsur hara yang kering/kahat
4 – 5	Mo, Cu, Mg, B, Mn, S, N, P, K
5 – 6	Mo, Mg, S, N, P, K, Ca
6 – 7	Mg
8 – 9	Cu, B, Fe, Mn, N, Zn
9 – 10	Cu, Fe, Mn, Mg, Ca, Zn

(Sumber: Tan, 2000).

Pentingnya pH tanah untuk diketahui, yaitu untuk :

- Menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap oleh tanaman. Pada umumnya unsur hara mudah diserap oleh akar tanaman pada pH tanah sekitar netral, karena pada pH netral tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut di dalam air. Sebagai contoh pada tanah masam unsur P tidak dapat diserap oleh tanaman karena diikat oleh unsur Al, sedangkan pada tanah alkalis unsur P juga tidak dapat diserap oleh tanaman karena diikat oleh unsur Ca.
- Menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun dan mempengaruhi perkembangan mikroorganisme (Yusuf, 2012).

2.2.4 Jenis Lapisan Tanah

Secara umum lapisan tanah terbagi menjadi 4 tingkatan meliputi:

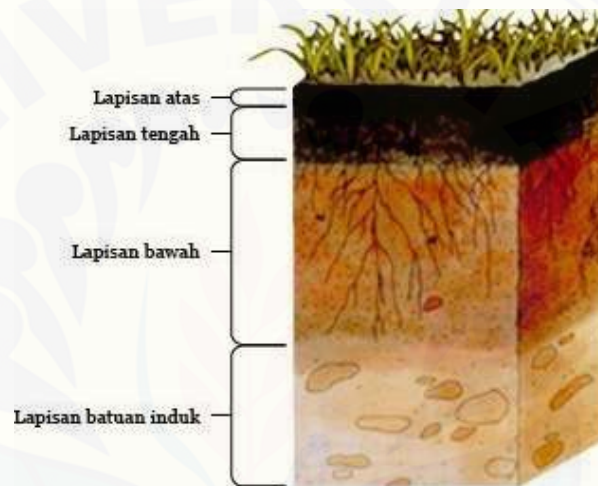
1. Lapisan Tanah Atas

Merupakan lapisan yang terletak hingga kedalaman 30 cm, sering disebut dengan istilah *Top Soil*. Pada lapisan ini kaya dengan bahan - bahan organik, humus dan menjadikannya sebagai lapisan paling subur sehingga sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman berakar pendek. Warnanya yang

cenderung paling gelap dibandingkan lapisan di bawahnya, terlihat lebih gembur dan semua mikroorganisme hidup pada lapisan ini.

2. Lapisan Tanah Tengah

Terletak di bagian bawah dari top soil dengan ketebalan antara 50 cm - 1 m. Berwarna lebih cerah daripada lapisan di atasnya dan lapisan ini terbentuk dari campuran pelapukan yang terletak di lapisan bawah dengan sisa material *top soil* yang terbawa air, mengendap sehingga bersifat lebih padat dan sering disebut dengan tanah liat.



Gambar 2.1 Lapisan Kerak Bumi
(Sumber : Dody, 2014)

3. Lapisan Tanah Bawah

Merupakan lapisan yang mengandung batuan yang mulai melapuk dan sudah tercampur dengan tanah endapan pada lapisan di atasnya atau tanah liat. Pada bagian ini masih terdapat batuan yang belum melapuk dan sebagian sudah dalam proses pelapukan dari jenis batuan itu sendiri dan berwarna sama dengan batuan penyusunnya atau asalnya. Berada cukup dalam dan jarang dapat ditembus oleh akar akar pohon atau tanaman.

4. Lapisan Batuan Induk

Merupakan lapisan terdalam yang terdiri atas batuan padat. Jenis batuan pada lapisan ini berbeda antara satu daerah dengan tempat lainnya sehingga menyebabkan produk tanah yang dihasilkan juga berbeda.

Batuan pada lapisan ini mudah pecah namun sangat sulit ditembus oleh akar tanaman dan air, berwarna terang putih kelabu hingga kemerahan. Lapisan batuan induk ini dapat dengan mudah terlihat pada dinding tebing terjal daerah pengunungan (Ilmu geografi, tanpa tahun).

Tabel 2.3 Nilai resistivitas berbagai mineral bumi

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara	0
Air Tanah	0,5 - 150
Bijih Mangan/Pyrolusite	$5 \cdot 10^{-3} - 10$
Bijih Besi/Hematite	$3,5 \cdot 10^{-3} - 10^7$
Lempung/Clay	1 - 100
Magnesium	43,9
Pasir bercampur Kerikil	30 - 225
Aluvium bercampur Pasir	10 - 800
Lempung Kering/very dry	50 - 150
Kerikil	100 - 1400
Batu Pasir/Sandstone	200 - 8000
Batu Kapur/Limestone	$50 - 1 \times 10^7$
Karbon	3000
Batuan Garam/Rock Salt	$30 - 10^{13}$
Kwarsa	$3 \times 10^2 - 10^6$

Di atas adalah nilai – nilai resistivitas material (Reynolds, 1997). Setiap batuan atau mineral memiliki nilai resistivitas yang berbeda, tergantung jenis mineral, porositas, dan kandungan fluida di dalamnya (Telford, 1990). Resistivitas merupakan parameter yang besarnya bergantung pada sifat – sifat material penghantar. Resistivitas merupakan perbandingan antara kuat medan listrik dengan rapat arus, dengan teori arus dapat mengalir jika ada beda potensial atau medan listrik (dalam suatu konduktor).

2.3 Tanah pada Tanaman Tebu

2.3.1 Tanaman Tebu

Tebu merupakan salah satu komoditi untuk bahan baku industri gula pasir. Di Indonesia, tebu bisa dibudidayakan pada lahan sawah atau bekas sawah dan pada lahan kering. Tebu merupakan tanaman yang tergolong mesophit, tanaman

ini mempunyai kepekaan terhadap kekurangan atau kelebihan air selama periode tertentu. Terdapat hubungan linier yang positif antara tinggi muka air tanah selama periode pertumbuhan dan periode pemasakan terhadap produksi tebu, yaitu semakin dalam tinggi muka air tanah maka hasil tebu yang akan dipanen semakin besar. Tambahan produksi yang akan didapat sebagai hasil penurunan muka air tanah sebesar 1 cm adalah sekitar 0,22 – 0,44 ton tebu per hectare. Kedalaman muka air tanah sedalam 120 cm dari permukaan tanah merupakan keadaan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman tebu pada jenis tanah liat berlempung (Koto, 1984).

Secara morfologi tebu terdiri dari batang, daun, bunga, dan akar. Pada saat bibit mulai tumbuh, maka bakal akar pada buku ruas tumbuh menjadi akar adventif. Fungsi akar ini segera digantikan oleh sekunder yang tumbuh dari pangkal tunas. Pada tanah yang cukup aerasi, akar tebu dapat tumbuh panjang sampai mencapai 1 – 2 meter. Susunan akar tebu tidak berada dengan tumbuhan monokotil lainnya, hanya akar muda yang pada ujung akar terdapat rambut akar. Selain untuk menegakkan tanaman, akar berfungsi untuk mengabsorpsi larutan hara (Sudiatso, 1982). Tindakan budidaya tebu diawali dengan kegiatan pengolahan tanah optimum sehingga dihasilkan kondisi tanah yang baik. Tebu dapat tumbuh tegak serta menyerap air dan unsur – unsur hara secara maksimal pada kondisi fisik tanah yang mendukung sehingga tebu dapat berproduksi sesuai target. (Ditjenbun, 2007).

2.3.2 Tanah yang Sesuai untuk Tanaman Tebu

Tebu yang berkualitas baik adalah tebu yang memiliki kandungan sukrosa tinggi, penanaman harus memperhatikan beberapa faktor antara lain :

a. Iklim

Apabila pada iklim panas, kurang lebih tiga hari sekali tanaman tebu harus disiram. Namun sebaliknya apabila terjadi curah hujan agak banyak maka harus diperhatikan saluran airnya, jika sampai air itu menggenang akan dapat menimbulkan kerusakan pada bibit (pembusukan) yang dapat mengakibatkan turunnya kadar gula karena terlalu banyak air.

b. Pengairan

Air sangat dibutuhkan untuk mempercepat tumbuh mata tunas, memperbanyak batang dan menyuburkan tanaman tebu. Masa tebu membutuhkan air hingga pada umur 8 bulan, setelah itu pada bulan selanjutnya air harus dikurangi karena kandungan sukrosa akan bertambah jika airnya berkurang.

c. Tanah

Tanah yang paling banyak untuk tanaman tebu adalah tanah yang bertekstur geluh. Keadaan tanah ini dapat mempengaruhi kadar sukrosa dalam tebu. Pengolahan tanah dilakukan dengan cara memperbaiki sifat tanah yang pengelolannya dipadu dengan teknik bercocok tanam (Rejekiningrum, 2007).

Disamping kesuburan tanah, tanaman tebu memerlukan sifat fisik tanah yang baik. Oleh sebab itu, penanaman tebu pada tanah yang sebelumnya ditanami padi sawah (struktur lumpur) memerlukan pengolahan tanah khusus dengan saluran drainase yang cukup memadai. Tanaman tebu dapat tumbuh baik pada berbagai macam tanah, yang terbaik adalah *clay-loam* dengan solum yang dalam, *sandy-loam* dan *sily-loam*. Pada tanah berapapun dapat ditanami tebu, yaitu dengan menggunakan cara pengolahan tanah khusus. Di Jawa tebu banyak ditanam pada tipe tanah alluvial sampai grumosol. Dengan pengairan yang baik, tanah yang ringan dapat dipergunakan untuk tanaman tebu. Buruknya drainase tanah mengakibatkan berlimpahnya kation tereduksi dan gas metan dapat menjadi racun pada tanaman tebu (Sudiatso, 1982).

Dalam masa pertumbuhan tebu membutuhkan banyak air. Sedangkan menjelang tebu masak untuk dipanen dikehendaki keadaan kering dan tidak ada hujan, sehingga pertumbuhan terhenti. Apabila hujan terus menerus turun, mengakibatkan kesempatan masak terus tertunda sehingga rendemen rendah. Pertumbuhan tebu menghendaki adanya perbedaan nyata antara musim hujan dan musim kemarau. Berdasarkan keadaan tersebut, maka waktu panen tebu terbaik adalah pada bulan Mei, Juni, Juli. Hujan yang terlambat turun menyebabkan pertumbuhan tanaman tebu lambat dan jumlah tunas berkurang hal ini dapat

mengakibatkan berkurangnya hasil. Musim hujan yang terlalu pendek mengakibatkan tebu cepat masak sebelum mencapai panjang batang yang cukup, sehingga dapat menurunkan hasil (Sudiatso, 1982).

2.4 Sifat Kelistrikan Batuan

Batuan merupakan suatu jenis material, sehingga batuan mempunyai sifat – sifat kelistrikan. Sifat kelistrikan batuan merupakan karakteristik dari batuan apabila dialirkan arus listrik ke dalam batuan tersebut. Arus listrik dapat berasal dari alam atau berasal dari proses injeksi (Hendrajaya dan Arif, 1990).

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

1. Konduksi Secara Elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron - elektron bebas tersebut.

2. Konduksi Secara Elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori - pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Batuan - batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, di mana 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 sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang.

3. Konduksi Secara Dielektrik

Konduksi pada batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak ada sama sekali. Pengaruh medan listrik dari luar maka elektron dalam bahan berpindah dan berkumpul terpisah dari inti, sehingga terjadi polarisasi.

2.5 Arus Listrik dalam Medium Bumi

2.5.1 Satu Elektroda Arus di Kedalaman

Satu elektroda arus diletakkan di bawah permukaan tanah C_1 , sedangkan elektroda arus C_2 diletakkan di permukaan (gambar 2.2), maka elektroda arus C_1 mengalirkan arus listrik ke segala arah di dalam medium yang memiliki hambatan jenis ρ . Potensial di setiap titik di dalam medium membentuk permukaan bola dengan jari-jari r . Kondisi ini persamaan Laplace pada koordinat bola, adalah:

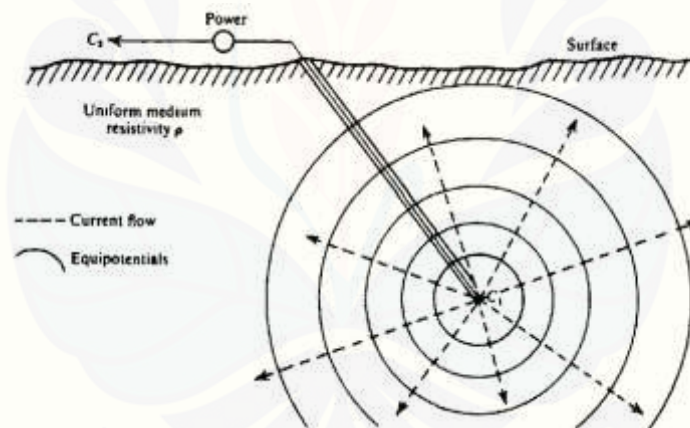
$$\nabla^2 V = \frac{d^2 V}{dr^2} + \left(\frac{2}{r}\right) \frac{dV}{dr} = 0 \quad (2.1)$$

Jika persamaan (2.1) dikalikan dengan r^2 dan diintegrasikan, didapatkan:

$$\frac{dV}{dr} = \frac{A}{r^2} \quad (2.2)$$

Jika diintegrasikan lagi, didapatkan:

$$V = -\frac{A}{r} + B \quad (2.3)$$



Gambar 2.2 Titik sumber arus yang ditanam di dalam tanah homogen
(Sumber : Telford *et. al.*, 1990)

dengan A dan B adalah konstanta. Ketika $r \rightarrow \infty$, maka $V = 0$ sehingga didapatkan $B = 0$. Oleh karena syarat batas tersebut, maka persamaan (2.3) menjadi:

$$V = -\frac{A}{r} \quad (2.4)$$

Arus mengalir radial keluar ke segala arah dari titik elektroda. Arus yang melintasi permukaan bola dituliskan sebagai:

$$I = 4\pi r^2 J \quad (2.5)$$

Dari persamaan $J = -\sigma \nabla V$ dimasukkan ke dalam persamaan (2.5), didapatkan:

$$I = -4\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -4\pi \sigma A \quad (2.6)$$

karena $\sigma = \frac{1}{\rho}$ maka :

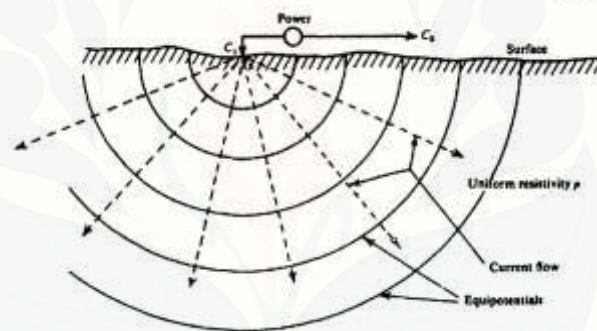
$$A = -\frac{I\rho}{4\pi} \quad (2.7)$$

Sehingga didapat rumus dengan nilai $r = \text{konstan}$:

$$V = \left(\frac{I\rho}{4\pi}\right) \frac{1}{r} \quad \text{atau} \quad \rho = \frac{4\pi r V}{I} \quad (2.8)$$

2.5.2 Satu Elektroda Arus di Permukaan Bumi

Elektroda arus C_1 misalkan terletak pada permukaan suatu medium homogen, terangkai dengan elektroda arus C_2 yang terletak jauh tak terhingga sehingga pengaruhnya dapat diabaikan (gambar 2.3).



Gambar 2.3 Titik sumber arus di permukaan medium homogen
(Sumber : Telford *et. al.*, 1990)

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur *equipotential* berbentuk setengah bola di bawah permukaan. Tinjauan terhadap permukaan setengah bola tersebut, maka arus yang mengalir melewati permukaan tersebut adalah:

$$I = 2\pi r^2 J = -\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (2.9)$$

Untuk konstanta integrasi setengah bola, yaitu:

$$A = -\frac{\rho I}{2\pi} \quad (2.10)$$

Sehingga diperoleh:

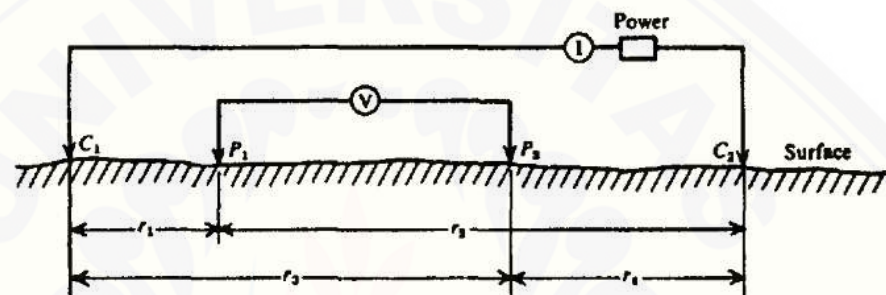
$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r} \quad (2.11)$$

Atau

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.12)$$

2.5.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi

Elektroda arus C_1 misalkan terletak di permukaan suatu medium homogen, terangkai dengan elektroda arus C_2 dan diantara dua elektroda arus tersebut terdapat dua elektroda potensial P_1 dan P_2 , maka potensial yang berada di dekat titik elektroda dipengaruhi oleh kedua elektroda arus (gambar 2.4).



Gambar 2.4 Dua elektroda arus dan potensial di permukaan tanah homogen isotropis dengan tahanan jenis (Sumber : Telford *et. al.*, 1990).

Nilai potensial pada titik P_1 akibat elektroda arus C_1 dapat ditulis:

$$V_{1.1} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_1} \quad (2.13)$$

Karena arus pada kedua elektroda sama dan berlawanan arah, maka potensial pada titik P_1 akibat elektroda arus C_2 dapat ditulis:

$$V_{1.2} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_2} \quad (2.14)$$

Sehingga potensial total pada titik P_1 oleh C_1 dan C_2 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V_{1.1} + V_{1.2} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (2.15)$$

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

$$V_{2.1} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_3} \quad (2.16)$$

Sedangkan potensial pada titik P_2 oleh C_2 dapat dituliskan:

$$V_{2.2} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_4} \quad (2.17)$$

Sehingga potensial total pada titik P_2 oleh C_1 dan C_2 dapat dituliskan berikut:

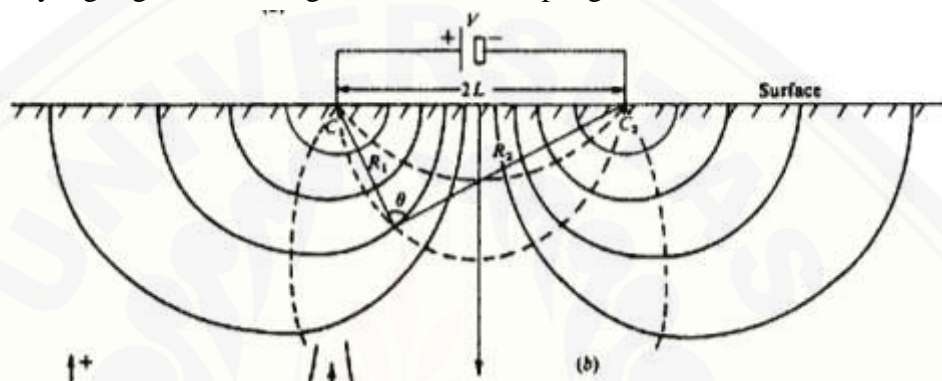
$$V_{2.1} + V_{2.2} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \quad (2.18)$$

Sehingga dapat diperoleh perbedaan potensial antara titik P₁ dan P₂ adalah:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \right\} \quad (2.19)$$

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.20)$$

Dimana K adalah faktor geometri yang besarnya tergantung dari susunan elektroda yang digunakan sebagai koreksi dalam pengolahan data.



Gambar 2.5 Garis – garis *equipotential* dan aliran arus yang dihasilkan oleh dua titik sumber arus di permukaan tanah homogen (Sumber : Telford *et. al.*, 1990)

Susunan keempat elektroda tersebut merupakan susunan elektroda yang biasanya digunakan dalam metode geolistrik resistivitas. Pada konfigurasi ini garis - garis aliran arus dan *equipotential* diubah oleh dekatnya kedua elektroda arus. Perubahan dari garis - garis *equipotential* yang melingkar lebih jelas pada daerah antara dua elektroda arus ditunjukkan pada gambar 2.5.

2.6 Metode Geolistrik Resistivitas

Bumi tersusun atas batuan yang memiliki daya hantar listrik. Atas dasar kenyataan tersebut dilakukan penafsiran terhadap macam serta jenis batuan penyusun bawah permukaan bumi. Untuk dapat menginterpretasikannya dapat menggunakan salah satu dari metode geofisika yaitu metode geolistrik. Metode geolistrik ini prinsipnya adalah melakukan pengukuran terhadap sifat – sifat kelistrikan bumi. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui perubahan resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang

mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda arus AB semakin dalam lapisan batuan yang dapat ditembus oleh aliran arus listrik (Broto, 2008). Metode geolistrik adalah salah satu metode yang cukup ampuh digunakan dalam dunia eksplorasi khususnya eksplorasi batuan mineral, eksplorasi air tanah maupun dalam meneliti pencemaran air tanah, merancang bangunan dan penemuan arkeologi pondasi terpendam (Reynold, 1997). Geolistrik dapat juga mendeteksi adanya panas bumi atau *geothermal* di bawah permukaan.

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari tentang sifat resistivitas lapisan batuan yang ada dalam bumi. Pada metode geolistrik resistivitas, arus listrik diinjeksikan ke dalam permukaan bumi melalui dua buah elektroda arus dan selanjutnya dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial. Dari beda potensial yang terukur dapat ditentukan variasi resistivitas masing – masing lapisan batuan di bawah titik ukur (Reynolds, 1997). Berdasarkan dari asal sumber listrik yang digunakan untuk menginjeksikan arus ke dalam permukaan bumi, metode geolistrik resistivitas dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu metode pasif dan metode aktif. Metode pasif merupakan metode yang menggunakan arus listrik alami yang terjadi di dalam tanah (batuan) yang timbul akibat adanya aktivitas elektrokimia dan elektromekanik dalam materi – materi penyusun batuan. Metode pasif diantaranya adalah potensial diri/*self potential* (SP) dan *magneto telluric* (MT). Sedangkan metode aktif merupakan metode yang menggunakan arus yang diinjeksikan ke dalam permukaan bumi dan efek potensial yang ditimbulkan diukur di permukaan bumi (Prasetyawati, 2004). Terdapat 2 macam metode geolistrik resistivitas dalam pengambilan data, yaitu *mapping* dan *sounding*. Metode *mapping* merupakan metode yang bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan bawah permukaan secara horizontal. Sedangkan metode *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan bawah permukaan secara vertikal. Nilai resistivitas dapat diketahui dengan menghubungkan *battery* dengan sebuah *amperemeter* dan elektroda arus untuk

mengukur sejumlah arus yang mengalir ke dalam tanah, selanjutnya ditempatkan dua elektroda potensial dengan jarak a untuk mengukur perbedaan potensial antara dua lokasi (Utama, 2005).

2.7 Konsep Resistivitas Semu

Dengan asumsi bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis, maka resistivitas yang terukur pada saat melakukan pengukuran geolistrik merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak tergantung oleh spasi elektroda. Tetapi pada kenyataannya batuan bumi berlapis – lapis dengan nilai resistivitas yang berbeda – beda sehingga beda potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan – lapisan tersebut (Reynolds, 1997). Nilai resistivitas yang terukur bukan nilai resistivitas untuk satu lapisan tetapi nilai resistivitas yang lebih dari satu lapisan yang disebut resistivitas semu. Untuk menentukan nilai resistivitas semu didasarkan pada persamaan (2.19) sebagai berikut :

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

$$\rho = \left(\frac{\Delta V}{I}\right) K \quad (2.22)$$

Dimana

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

Dimana V : Tegangan (mV)
 I : Arus (mA)
 K : Faktor Geometri (m)
 ρ : Tahanan jenis Semu (Ωm)

Dimana K (faktor geometri) adalah besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus dirumuskan (Reynold,1997). Jelas terlihat disini faktor geometri tergantung pada letak elektroda potensial elektroda arus.

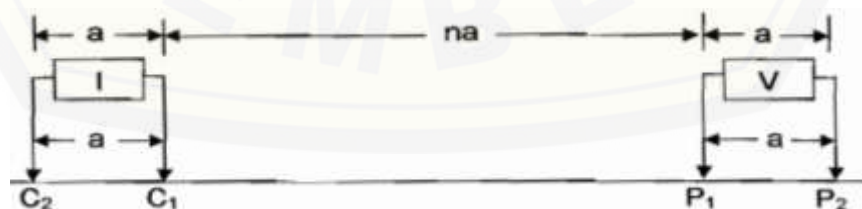
Beberapa hal yang mempengaruhi nilai resistivitas semu adalah sebagai berikut (Prasetiawati, 2004):

1. Ukuran butir penyusun batuan, semakin kecil ukuran butir maka kelolosan arus akan semakin baik, sehingga mereduksi nilai resistivitas.
2. Komposisi mineral dari batuan, semakin meningkat kandungan mineral *clay* akan mengakibatkan menurunnya resistivitas.
3. Kandungan air tanah, atau air permukaan merupakan media yang mereduksi nilai resistivitas.
4. Kelarutan garam dalam air di dalam batuan akan mengakibatkan meningkatnya kandungan ion dalam air sehingga berfungsi sebagai konduktor.
5. Kepadatan, semakin padat batuan akan menurunnya nilai resistivitas.

2.8 Konfigurasi Dipole – Dipole

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole – dipole* dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada objek yang penetrasinya relatif lebih dalam pada arah vertikal dan relatif lebih baik dalam menggambarkan arah horizontal dibandingkan dengan metode *sounding* lain seperti konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger*. Metode ini sering digunakan dalam survey – survey resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit dan potensial (Loke, 1995).

Pada konfigurasi *dipole – dipole*, pengukuran biasanya dimulai dengan spasi “*a*” antara elektroda arus $C_2 - C_1$ dan juga $P_1 - P_2$. Sedangkan jarak antara elektroda arus $C_2 - C_1$ dengan elektroda potensial $P_1 - P_2$ sebesar “*na*” dengan *n* dimulai dari 1. Gambar tersebut dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 2.6 Model pengukuran *dipole-dipole* 2D (Sumber : Loke, 1999)

Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian memindahkan elektroda arus pada spasi *n* berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial

sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir di penampang itu. Dari gambar di atas dimana I merupakan arus yang diinjeksikan, sehingga akan didapatkan tegangan V yang terukur diantara elektroda – elektroda tersebut.

Masing - masing konfigurasi elektroda mempunyai faktor geometri yang berbeda. Dari persamaan (2.23) faktor geometri untuk konfigurasi *dipole-dipole* adalah:

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{a+na} - \frac{1}{na} - \frac{1}{2a+na} + \frac{1}{a+na} \right)^{-1} \quad (2.24)$$

$$K = \pi a n (n + 1) (n + 2) \quad (2.25)$$

sehingga resistivitas semu yang diperoleh dari konfigurasi *dipole – dipole* adalah :

$$\rho = \pi a n (n + 1) (n + 2) \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (2.26)$$

Dimana

- n : level (tingkatan)
- K : Faktor Geometri (m)
- a : spasi (m)
- ρ : resistivitas semu (Ωm)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2016 sampai dengan selesai. Penelitian tersebut dilakukan di Perkebunan Tebu daerah Puger kabupaten Jember.

3.2 Alat Penelitian

Peralatan yang diperlukan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

a. *Resistivitymeter*

Digunakan untuk menghitung nilai resistivitas yang diperoleh dari pengukuran nilai arus (I) dan beda potensial (V).

b. Elektroda (2 Elektroda Arus dan 2 Elektroda potensial)

Elektroda sebagai penghantar injeksi arus (elektroda arus) ke dalam permukaan dan pengukuran potensial (elektroda potensial) dari bawah permukaan setelah injeksi arus.

c. *Accu*

Berfungsi sebagai sumber arus

d. Kabel.

Sebagai penghubung elektroda

e. Palu

Digunakan untuk membantu mempermudah penanaman elektroda

f. GPS (*Global Positioning System*) Maps 76CSx

Berfungsi untuk memploting titik - titik lintasan pengukuran untuk memperoleh elevasi data topografi

g. Meteran

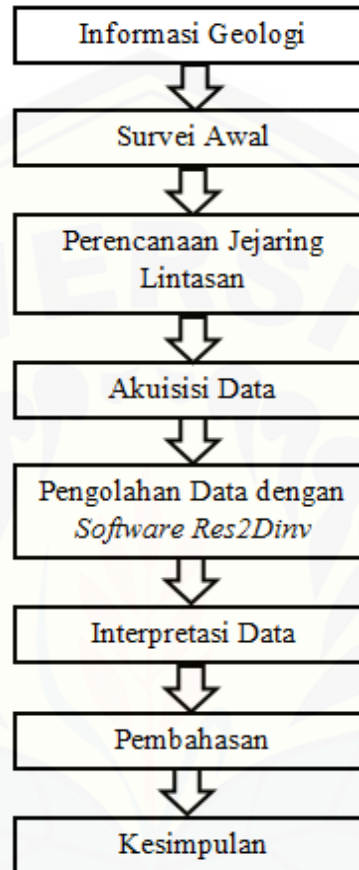
Digunakan untuk membantu penentuan panjang lintasan

h. *Handy Talky (HT)*

Digunakan untuk membantu komunikasi saat pengambilan data

3.3 Diagram Kerja Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan beberapa langkah – langkah yang harus dilakukan adalah :



Gambar 3.1 Diagram Kerja Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.4.1 Informasi geologi

Sebelum melakukan survei awal, diperlukan informasi geologi lahan tebu daerah Mlokorejo Jember untuk memudahkan survei awal dan menentukan titik koordinat lokasi penelitian.

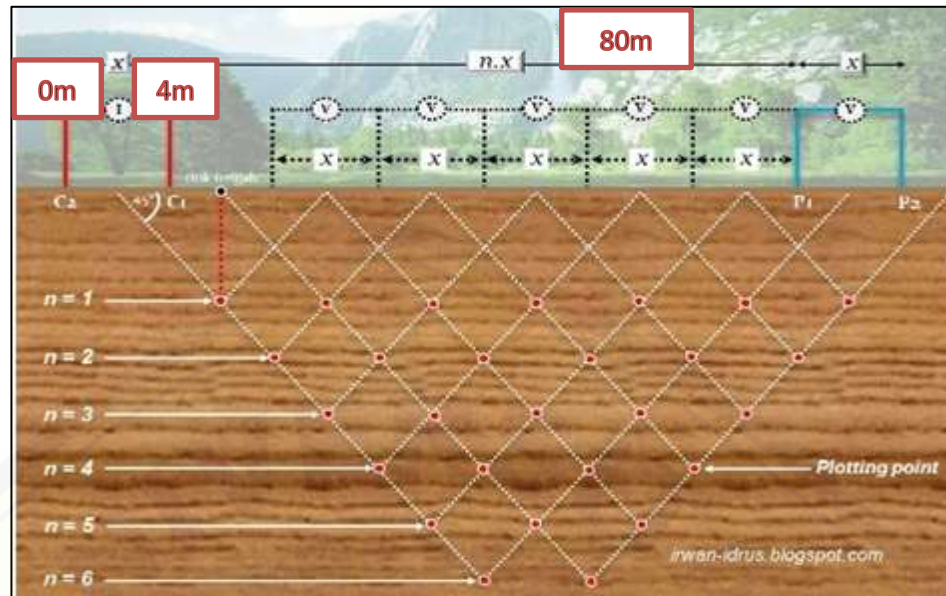
3.4.2 Survei Awal

Suvei awal dilakukan agar lokasi yang dijadikan penelitian sesuai dengan yang diharapkan. Setelah lokasi diketahui, arah dan jarak lintasan ditentukan untuk pengukuran yang didasarkan pada morfologi daerah tersebut.

3.4.3 Akuisisi Data

Pada penelitian yang dilakukan terdapat 3 lintasan dengan panjang masing – masing lintasan adalah 80 meter, spasi antar elektroda adalah ($a = 4$ m). Berikut tata cara pengambilan data yang dilakukan :

1. Pada lokasi penelitian panjang lintasan ditentukan yaitu sepanjang 80 m dengan spasi antar elektroda ($a = 4$ m) dan nilai n yang digunakan maksimal ($n = 6$).
2. Penentuan koordinat posisi titik lokasi pengukuran menggunakan GPS dan data yang terbaca berupa posisi derajat dan elevasi.
3. *Resistivitymeter* dan elektroda dihubungkan dengan kabel penghubung. Elektroda arus (C_2 dan C_1) ditanam pada titik awal (0 m) dan elektroda potensial (P_1 dan P_2) diletakkan sejauh $n \times 4$ meter, kemudian *Resistivity meter* diaktifkan dan arus listrik diinjeksi ke bawah permukaan bumi pada setiap titik pengukuran yang telah ditentukan. Jarak a ini sama antara jarak elektroda arus ($C_2 - C_1$) dan jarak antara elektroda potensial ($P_1 - P_2$) sebesar 4 m. Sementara itu jarak n antara elektroda arus C_1 dan elektroda potensial P_1 adalah mula - mula digunakan $n = 1$ sampai maksimal digunakan $n = 6$.
4. Setelah data $n = 6$ selesai, C_2 digeser pada 4 m dari titik sebelumnya untuk mendapatkan data dari $n = 1$ sampai $n = 6$ setelah mencapai $n = 6$, C_2 terus digeser sebesar 4 m dari titik sebelumnya sepanjang lintasan. Cara ini digunakan pada lintasan 1, 2 dan 3.
5. Pengambilan data pemodelan 2D menggunakan *datum point* (titik tengah pengukuran) pada arah vertical dan horizontal sepanjang lintasan pengukuran untuk memperoleh gambaran penampang resistivitas semu. Dari titik datum tersebut akan didapatkan harga arus listrik dalam (mA) dan beda tegangan dalam (mV) terhadap variasi jarak elektroda arus dan tegangan yang terbaca pada *Resistivitymeter*.



Gambar 3.2 Datum point konfigurasi *dipole – dipole*
(Sumber : Idrus, 2011)

3.4.4 Analisis dan Pengolahan Data

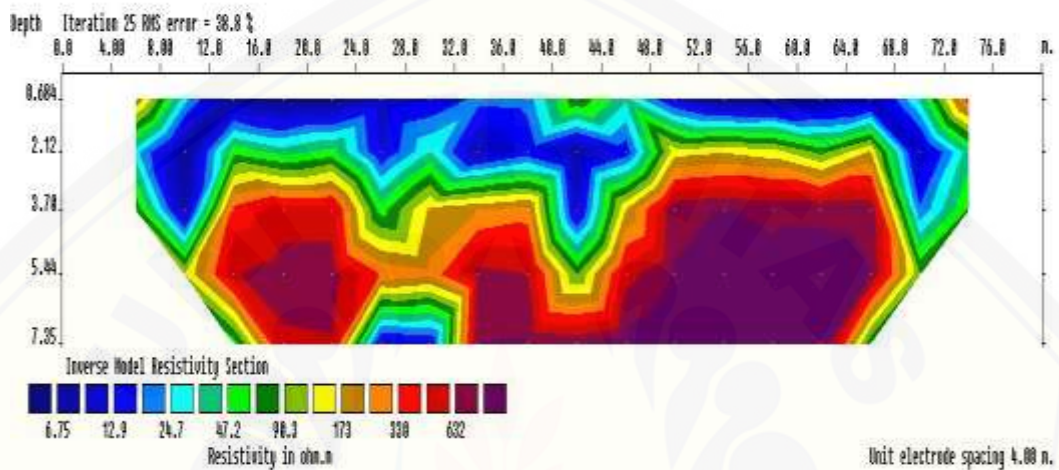
Data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan adalah beda potensial (V), arus listrik (I) dan spasi elektroda (a). Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung resistivitas semu dengan menggunakan persamaan (2.22) sedangkan faktor geometri konfigurasi *dipole - dipole* yang digunakan adalah persamaan (2.23). Resistivitas yang telah didapat kemudian dikalikan dengan faktor geometri konfigurasi *dipole – dipole* untuk mendapatkan nilai resistivitas bawah permukaan, kemudian diolah dengan menggunakan *software* Res2Dinv. Persamaan yang digunakan untuk menghitung faktor geometri dan resistivitas konfigurasi *dipole – dipole* adalah:

- Faktor Geometri $K = n(n + 1)(n + 2)\pi a$
- Nilai resistivitas bawah permukaan $\rho = \left(\frac{\Delta V}{I}\right) K$

3.4.5 Interpretasi Data

Data pengukuran dan perhitungan yang telah diinversi ke dalam *software* Res2Dinv menghasilkan gambar penampang resistivitas semu yang menggambarkan kontras resistivitas secara horizontal dan vertical pada arah lintasan pengukuran. Pada data horizontal hasil pengukuran menunjukkan kondisi

di titik tengah susunan elektroda, sedangkan secara vertical data hasil pengukuran pada kedalaman tertentu dengan jarak antar elektroda. Nilai resistivitas pada *pseudosection* kemudian dikonversi ke bentuk geologi berdasarkan nilai resistivitas batuan yang diwakili oleh variasi warna, letak batuan dan ketebalan lapisan di bawah lintasan.



Gambar 3.3 Citra warna hasil olah res2dinv berdasarkan nilai resistivitas batuan

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari ketiga hasil pencitraan nilai resistivitas bawah tanah perkebunan tebu dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *dipole – dipole*, maka dapat disimpulkan bahwa distribusi nilai resistivitas bawah tanah dapat digunakan untuk mengetahui dugaan kondisi di bawah permukaan tanah. Hasil interpretasi distribusi resistivitas menunjukkan bahwa struktur tanah perkebunan tebu di daerah Puger Jember diduga mengandung material penyusun lapisan tanah berupa lempung basah, pasir berkerikil, magnesium, alluvium, kerikil, lempung kering, pasir, batuan pasir atau *sandstone* dan batuan kapur atau *limestone*. Sedangkan hasil identifikasi jenis tanah menunjukkan lokasi penelitian di perkebunan tebu daerah Puger Jember tanahnya diduga bersifat asam. Hal ini ditunjukkan dengan nilai pH rata – rata 5,5. Tanah yang demikian sering mengalami kekurangan unsur hara, maka perlu unsur hara tambahan, bahan organik, dan pemupukan. Langkah ini sebagai penyesuaian lahan agar mampu meningkatkan produktifitas dan kualitas tebu.

5.2 Saran

Pada gambar hasil inversi, diperoleh beberapa lapisan yang kurang teratur, hal ini diakibatkan lapisan tanah yang tidak teratur atau terdapat *error* saat perhitungan dan pengambilan data. Kesalahan pada saat pengambilan data mungkin terjadi terutama karena kurang stabilnya alat selama penelitian, maka ketelitian, penguasaan dan manajemen waktu dalam penggunaan alat bahan sangat diutamakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Munawar. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor: IPB Press.
- Broto, S. 2008. *Pengolahan Data Dengan Menggunakan Metode Schlumberger*. Jurnal. TEKNIK Vol.29 No. 2 Tahun 2008, ISSN 0852-1697.
- Cahyani, I. 2008. *Aplikasi Metode geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Dipole – dipole Pada Daerah Potensi Sumberdaya Mineral Logam Silo*. Jember: Skripsi Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Ditjenbun. 2007. *Potensi Dan Prospek Pabrik Gula Di Luar Jawa*. Makassar: Perhimpunan Teknik Pertanian (PERTETA).
- Gatot, Irianto. 2013. *Tebu Lahan Kering dan Kemandirian Gula Nasional*. Jakarta: Majalah Sinar Tani Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi.
- Hakim, N.,Nyapka, Y.,Lubis, AM.,Nugroho, SG. 1986. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Lampung: UNILAM.
- Hartantyo, E. 2003.*Analisa Tahanan Jenis Dipole – Dipole Lapangan dengan Probabilitas Tomografi*. Yogya:Journal UGM. Vol.VII No.22:16 – 25.
- Hendrajaya, L., Arif, J. 1990. *Geolistrik Tahan Jenis, Monografi: Metode Eksplorasi*. Bandung: Laboraturium Fisika BumiITB.
- Hidayat, A., Mulyani, A. 2002. *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering, Menuju Pertanian Produktif Dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- <http://yusuffrds8.blogspot.co.id/2012/03/porositas-tanah-definisi-dan-pengertian.html> Diakses pada tanggal 02 Oktober 2016.
- <http://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/lapisan-tanah>.
- <http://helmysuhendar.blogspot.com/2013/03/makalah-tanah-struktur-jenis-teksture.html#ixzz4M0jeOpUA> Diakses pada tanggal 02 Oktober 2016.
- <http://www.agrobisnisinfo.com/2015/12/pengertian-rendemen-tebu-dan-tetes-tebu.html> Diakses pada tanggal 9 Oktober 2016.
- <http://dodirullyandapgsd.blogspot.nl/2014/11/lapisan-tanah-struktur-tanah-dan-jenis.html>.

- Nur Afdan. *Analisis Permeabilitas Tanah Dan Pengaruhnya Terhadap Aktivitas Tanah Longsor* <http://bantaengtop.blogspot.co.id/2008/12/01archive.html> Diakses pada tanggal 9 Oktober 2016
- Idrus, I. 2011. *Pseudosection* .http://irwan-idrus.blogspot.com/2011/05/pse-udo-section_09.html.Diakses pada tanggal 9 Oktober 2016.
- Jamulya dan Suratman Woro Suprodjo. 1983. *Pengantar geografi tanah Diktat Kuliah*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Koto, H. 1984.*Rancangan Hidraulik Terbaik pada Saluran Drainase Permukaan di Pabrik Gula Jatitujuh PTP (Persero) XIV*. Jatibaring Cirebon Jawa Barat: Fakultas Pertanian IPB.
- Kusuma, A. P. 2002. *Pemetaan Tematik Geologi Lingkungan Kabupaten Jember, Jawa Timur*. <http://www.gogle.co.id/jurnal-pemetaan-kotajember-pdf-adang-kusuma/html>. Diakses pada tanggal 3 Oktober 2016.
- Loke, M. H. 1999. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A racticalguide to 2-D and 3-D surveys*. Malaysia: Penang.
- Margaworo, A. P. 2009. *Identifikasi Batuan Dasar Di Desa Kroyo, Karangmalang Kabupaten Sragen Menggunakan Metode Geolistrik*. Skripsi. <Http://skrip.com/sedimen.htm>. Diakses pada tanggal 2 Oktober 2016.
- Prasetyawati, L. 2004. *Aplikasi Metode Resistivitas dalam Eksplorasi Endapan Laterit serta Studi Ketebalan Endapan berdasarkan Morfologi Lapangan*, Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Rejekiningrum P, Ramadani F, Heriyani N, Irianto G. 2007. *Idenifikasi dan Karakterisasi Potensi Air Tanah Untuk Pengembangan Irigasi Suplementer di Pabrik Rendeng dan Trangkil Jawa Tengah*. Jakarta: Journal Agroment.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introductions to Applied and Environmental Geophysics*.England:John Wiley & Sons.
- Sakka, Y. 1992. *Metode geolistrik Tahanan Jenis*.Makassar: FMIPA UNHAS.
- Santosa, Budi. TanpaTahun. *Diktat Kuliah Dasar Mekanika Tanah*. Bandung: Gunadarma.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Institute Teknologi Bandung.

Sudiatso. 1982. *Bertanam Tebu*. Bogor: Fakultas Pertanian IPB.

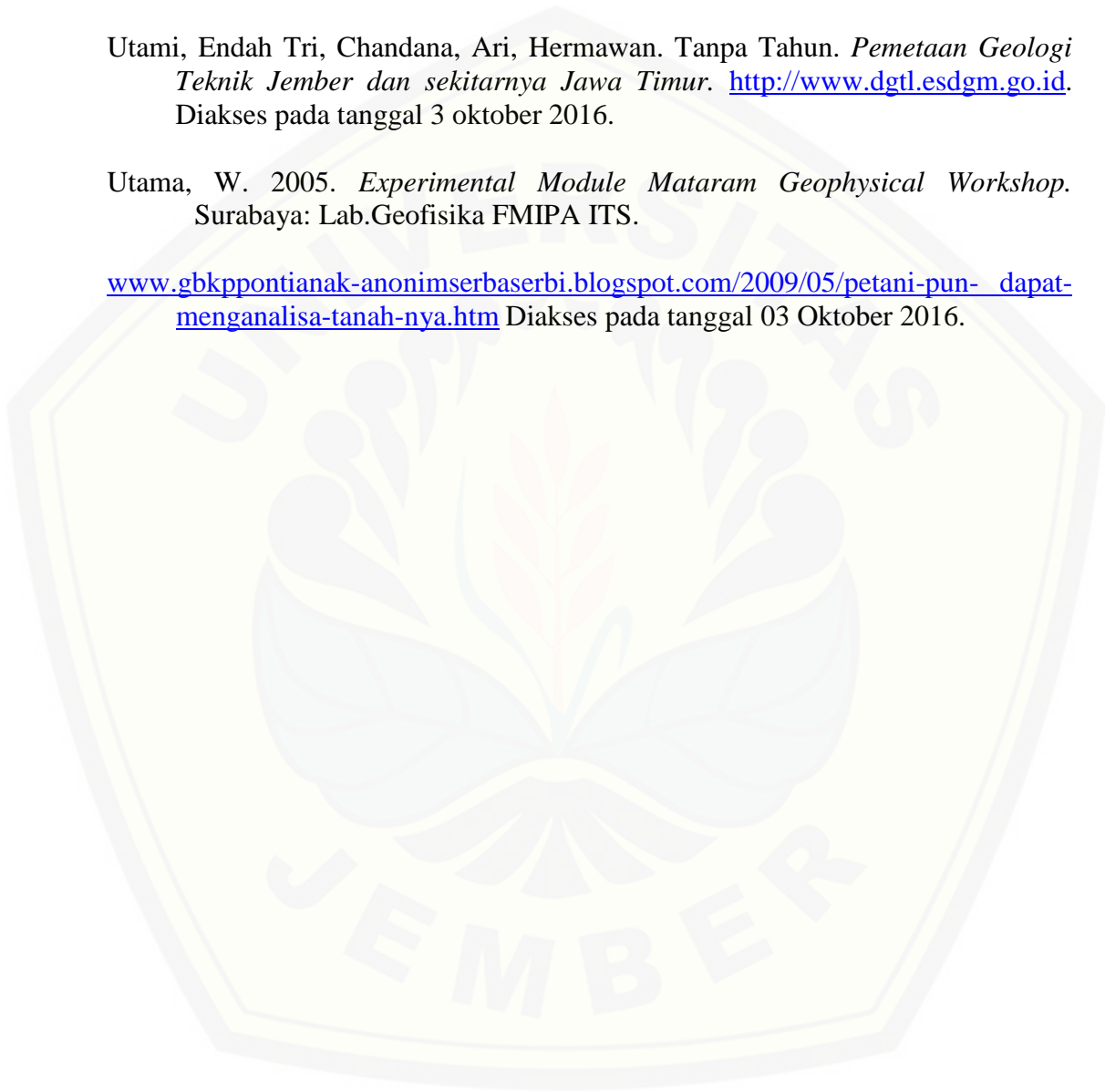
Tan, KH. 2000. *Environmental Soil Science*. New York: Marcel Dikker Inc.

Telford, W. M. R. E. Sheriff., L. P. Geldart. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University Press.

Utami, Endah Tri, Chandana, Ari, Hermawan. Tanpa Tahun. *Pemetaan Geologi Teknik Jember dan sekitarnya Jawa Timur*. <http://www.dgtl.esdgm.go.id>. Diakses pada tanggal 3 oktober 2016.

Utama, W. 2005. *Experimental Module Mataram Geophysical Workshop*. Surabaya: Lab.Geofisika FMIPA ITS.

www.gbkppontianak-anonimserbaserbi.blogspot.com/2009/05/petani-pun-dapat-menganalisa-tanah-nya.htm Diakses pada tanggal 03 Oktober 2016.



LAMPIRAN

Lampiran A

Tabel hasil pengukuran resistivitas

Lintasan 1

Lokasi : Lahan Tebu di daerah Puger – Jember

Konfigurasi : *Dipole –dipole*

Spasi : 4 m

N0	n	C ₁	C ₂	P ₂	P ₁	R	K	ρ
1	1	0	4	8	12	0.22	75.40	16.89
2	1	4	8	12	16	0.22	75.40	16.44
3	1	8	12	16	20	0.21	75.40	15.69
4	1	12	16	20	24	0.22	75.40	16.92
5	1	16	20	24	28	0.22	75.40	16.36
6	1	20	24	28	32	0.21	75.40	16.38
7	1	24	28	32	36	0.21	75.40	15.29
8	1	28	32	36	40	0.22	75.40	16.14
9	1	32	36	40	44	0.20	75.40	15.89
10	1	36	40	44	48	0.19	75.40	14.08
11	1	40	44	48	52	0.20	75.40	14.96
12	1	44	48	52	56	0.26	75.40	19.06
13	1	48	52	56	60	0.19	75.40	14.28
14	1	52	56	60	64	0.19	75.40	14.68
15	1	56	60	64	68	0.19	75.40	14.72
16	1	60	64	68	72	0.20	75.40	15.01
17	1	64	68	72	76	0.20	75.40	15.66
18	1	68	72	76	80	0.21	75.40	15.29
19	2	0	4	12	16	0.08	301.59	22.11
20	2	4	8	16	20	0.07	301.59	21.39
21	2	8	12	20	24	0.07	301.59	20.77
22	2	12	16	24	28	0.07	301.59	20.51
23	2	16	20	28	32	0.06	301.59	19.74
24	2	20	24	32	36	0.06	301.59	18.55
25	2	24	28	36	40	0.06	301.59	18.72

26	2	28	32	40	44	0.07	301.59	20.72
27	2	32	36	44	48	0.06	301.59	18.92
28	2	36	40	48	52	0.07	301.59	20.77
29	2	40	44	52	56	0.07	301.59	21.68
30	2	44	48	56	60	0.06	301.59	18.68
31	2	48	52	60	64	0.08	301.59	24.38
32	2	52	56	64	68	0.07	301.59	20.42
33	2	56	60	68	72	0.06	301.59	19.97
34	2	60	64	72	76	0.09	301.59	25.99
35	2	64	68	76	80	0.08	301.59	25.67
36	3	0	4	16	20	0.05	753.98	35.97
37	3	4	8	20	24	0.06	753.98	43.51
38	3	8	12	24	28	0.05	753.98	37.96
39	3	12	16	28	32	0.05	753.98	40.91
40	3	16	20	32	36	0.05	753.98	37.18
41	3	20	24	36	40	0.04	753.98	32.99
42	3	24	28	40	44	0.04	753.98	31.83
43	3	28	32	44	48	0.06	753.98	47.01
44	3	32	36	48	52	0.05	753.98	34.84
45	3	36	40	52	54	0.05	753.98	34.50
46	3	40	44	56	60	0.05	753.98	37.40
47	3	44	48	60	64	0.15	753.98	100.11
48	3	48	52	64	68	0.05	753.98	34.01
49	3	52	56	68	72	0.05	753.98	34.24
50	3	56	60	72	76	0.07	753.98	49.34
51	3	60	64	76	80	0.05	753.98	38.56
52	4	0	4	20	24	0.03	1507.96	42.70
53	4	4	8	24	28	0.04	1507.96	64.57
54	4	8	12	28	32	0.02	1507.96	36.48
55	4	12	16	32	36	0.02	1507.96	37.31
56	4	16	20	36	40	0.02	1507.96	34.61
57	4	20	24	40	44	0.02	1507.96	34.06
58	4	24	28	44	48	0.02	1507.96	37.34
59	4	28	32	48	52	0.04	1507.96	65.32
60	4	32	36	52	56	0.04	1507.96	52.44
61	4	36	40	56	60	0.03	1507.96	42.48
62	4	40	44	60	64	0.05	1507.96	81.52
63	4	44	48	64	68	0.10	1507.96	144.49
64	4	48	52	68	72	0.04	1507.96	56.91
65	4	52	56	72	76	0.03	1507.96	46.37

66	4	56	60	76	80	0.03	1507.96	40.67
67	5	0	4	24	28	0.03	2638.94	71.25
68	5	4	8	28	32	0.03	2638.94	82.47
69	5	8	12	32	36	0.02	2638.94	39.97
70	5	12	16	36	40	0.01	2638.94	36.11
71	5	16	20	40	44	0.01	2638.94	36.21
72	5	20	24	44	48	0.01	2638.94	39.23
73	5	24	28	48	52	0.03	2638.94	68.61
74	5	28	32	52	56	0.02	2638.94	61.76
75	5	32	36	56	60	0.02	2638.94	60.90
76	5	36	40	60	64	0.01	2638.94	38.42
77	5	40	44	64	68	0.04	2638.94	114.22
78	5	44	48	68	72	0.20	2638.94	527.79
79	5	48	52	72	76	0.23	2638.94	601.33
80	5	52	56	76	80	0.02	2638.94	48.61
81	6	0	4	28	32	0.02	4222.30	83.61
82	6	4	8	32	36	0.02	4222.30	72.98
83	6	8	12	36	40	0.01	4222.30	44.14
84	6	12	16	40	44	0.02	4222.30	76.36
85	6	16	20	44	48	0.01	4222.30	52.78
86	6	20	24	48	52	0.01	4222.30	45.65
87	6	24	28	52	56	0.01	4222.30	56.30
88	6	28	32	56	60	0.05	4222.30	228.23
89	6	32	36	60	64	0.02	4222.30	94.79
90	6	36	40	64	68	0.04	4222.30	150.80
91	6	40	44	68	72	0.02	4222.30	68.30
92	6	44	48	72	76	0.03	4222.30	105.56
93	6	48	52	76	80	0.09	4222.30	366.86

Lintasan 2

Lokasi : Lahan Tebu di daerah Puger – Jember

Konfigurasi : *Dipole –dipole*

Spasi : 4 m

N0	n	C1	C2	P2	P1	R	K	ρ
1	1	0	4	8	12	0.28	75.40	21.74
2	1	4	8	12	16	0.31	75.40	23.46
3	1	8	12	16	20	0.30	75.40	22.94

4	1	12	16	20	24	0.31	75.40	23.89
5	1	16	20	24	28	0.30	75.40	22.60
6	1	20	24	28	32	0.31	75.40	23.57
7	1	24	28	32	36	0.30	75.40	22.84
8	1	28	32	36	40	0.28	75.40	21.45
9	1	32	36	40	44	0.28	75.40	21.08
10	1	36	40	44	48	0.30	75.40	23.76
11	1	40	44	48	52	0.29	75.40	21.83
12	1	44	48	52	56	0.29	75.40	21.95
13	1	48	52	56	60	0.31	75.40	22.62
14	1	52	56	60	64	0.28	75.40	21.46
15	1	56	60	64	68	0.30	75.40	22.63
16	1	60	64	68	72	0.29	75.40	21.61
17	1	64	68	72	76	0.29	75.40	22.94
18	1	68	72	76	80	0.28	75.40	21.69
19	2	0	4	12	16	0.07	301.59	19.36
20	2	4	8	16	20	0.06	301.59	19.19
21	2	8	12	20	24	0.06	301.59	19.24
22	2	12	16	24	28	0.07	301.59	19.60
23	2	16	20	28	32	0.06	301.59	19.44
24	2	20	24	32	36	0.06	301.59	19.42
25	2	24	28	36	40	0.07	301.59	20.11
26	2	28	32	40	44	0.07	301.59	20.11
27	2	32	36	44	48	0.07	301.59	19.24
28	2	36	40	48	52	0.06	301.59	19.86
29	2	40	44	52	56	0.07	301.59	20.54
30	2	44	48	56	60	0.06	301.59	19.26
31	2	48	52	60	64	0.07	301.59	20.26
32	2	52	56	64	68	0.07	301.59	20.31
33	2	56	60	68	72	0.07	301.59	20.67
34	2	60	64	72	76	0.07	301.59	19.42
35	2	64	68	76	80	0.07	301.59	20.96
36	3	0	4	16	20	0.05	753.98	38.27
37	3	4	8	20	24	0.04	753.98	32.18
38	3	8	12	24	28	0.04	753.98	32.38
39	3	12	16	28	32	0.05	753.98	37.70
40	3	16	20	32	36	0.05	753.98	37.83
41	3	20	24	36	40	0.05	753.98	34.06
42	3	24	28	40	44	0.06	753.98	44.71
43	3	28	32	44	48	0.06	753.98	47.08

44	3	32	36	48	52	0.05	753.98	34.68
45	3	36	40	52	54	0.05	753.98	37.35
46	3	40	44	56	60	0.04	753.98	30.56
47	3	44	48	60	64	0.04	753.98	31.80
48	3	48	52	64	68	0.04	753.98	31.96
49	3	52	56	68	72	0.04	753.98	32.70
50	3	56	60	72	76	0.04	753.98	26.22
51	3	60	64	76	80	0.04	753.98	30.18
52	4	0	4	20	24	0.04	1507.96	52.17
53	4	4	8	24	28	0.04	1507.96	55.13
54	4	8	12	28	32	0.03	1507.96	46.93
55	4	12	16	32	36	0.05	1507.96	71.47
56	4	16	20	36	40	0.03	1507.96	47.52
57	4	20	24	40	44	0.04	1507.96	65.66
58	4	24	28	44	48	0.03	1507.96	52.34
59	4	28	32	48	52	0.04	1507.96	55.73
60	4	32	36	52	56	0.21	1507.96	314.59
61	4	36	40	56	60	0.03	1507.96	47.52
62	4	40	44	60	64	0.04	1507.96	54.76
63	4	44	48	64	68	0.03	1507.96	45.31
64	4	48	52	68	72	0.03	1507.96	43.48
65	4	52	56	72	76	0.04	1507.96	57.45
66	4	56	60	76	80	0.04	1507.96	56.60
67	5	0	4	24	28	0.02	2638.94	55.98
68	5	4	8	28	32	0.03	2638.94	88.95
69	5	8	12	32	36	0.02	2638.94	49.20
70	5	12	16	36	40	0.09	2638.94	240.51
71	5	16	20	40	44	0.02	2638.94	54.77
72	5	20	24	44	48	0.02	2638.94	51.49
73	5	24	28	48	52	0.02	2638.94	54.60
74	5	28	32	52	56	0.02	2638.94	48.32
75	5	32	36	56	60	0.02	2638.94	57.06
76	5	36	40	60	64	0.03	2638.94	87.96
77	5	40	44	64	68	0.03	2638.94	78.34
78	5	44	48	68	72	0.05	2638.94	140.51
79	5	48	52	72	76	0.02	2638.94	52.23
80	5	52	56	76	80	0.02	2638.94	52.78
81	6	0	4	28	32	0.02	4222.30	103.22
82	6	4	8	32	36	0.09	4222.30	364.92
83	6	8	12	36	40	0.02	4222.30	101.07

84	6	12	16	40	44	0.03	4222.30	106.76
85	6	16	20	44	48	0.02	4222.30	94.45
86	6	20	24	48	52	0.02	4222.30	72.30
87	6	24	28	52	56	0.02	4222.30	79.41
88	6	28	32	56	60	0.02	4222.30	82.38
89	6	32	36	60	64	0.02	4222.30	97.20
90	6	36	40	64	68	0.02	4222.30	109.88
91	6	40	44	68	72	0.03	4222.30	125.15
92	6	44	48	72	76	0.02	4222.30	77.31
93	6	48	52	76	80	0.02	4222.30	85.06

Lintasan 3

Lokasi : Lahan Tebu di daerah Puger – Jember

Konfigurasi : *Dipole –dipole*

Spasi : 4 m

N0	n	C1	C2	P2	P1	R	K	ρ
1	1	0	4	8	12	0.23	75.40	17.47
2	1	4	8	12	16	1.95	75.40	147.65
3	1	8	12	16	20	0.25	75.40	18.26
4	1	12	16	20	24	0.29	75.40	22.94
5	1	16	20	24	28	0.31	75.40	23.67
6	1	20	24	28	32	0.25	75.40	18.19
7	1	24	28	32	36	0.26	75.40	19.00
8	1	28	32	36	40	0.27	75.40	19.51
9	1	32	36	40	44	0.25	75.40	18.82
10	1	36	40	44	48	0.26	75.40	18.19
11	1	40	44	48	52	0.25	75.40	19.29
12	1	44	48	52	56	0.24	75.40	18.32
13	1	48	52	56	60	0.25	75.40	19.35
14	1	52	56	60	64	0.30	75.40	22.57
15	1	56	60	64	68	0.27	75.40	21.79
16	1	60	64	68	72	0.25	75.40	18.60
17	1	64	68	72	76	0.30	75.40	22.50
18	1	68	72	76	80	0.25	75.40	18.73
19	2	0	4	12	16	0.08	301.59	25.60
20	2	4	8	16	20	1.07	301.59	319.00
21	2	8	12	20	24	0.09	301.59	26.62

22	2	12	16	24	28	0.11	301.59	31.05
23	2	16	20	28	32	0.09	301.59	26.86
24	2	20	24	32	36	0.09	301.59	28.89
25	2	24	28	36	40	0.08	301.59	24.92
26	2	28	32	40	44	0.11	301.59	31.44
27	2	32	36	44	48	0.08	301.59	25.11
28	2	36	40	48	52	0.08	301.59	24.53
29	2	40	44	52	56	0.08	301.59	24.40
30	2	44	48	56	60	0.08	301.59	25.87
31	2	48	52	60	64	0.08	301.59	23.99
32	2	52	56	64	68	0.08	301.59	23.48
33	2	56	60	68	72	0.08	301.59	23.98
34	2	60	64	72	76	0.09	301.59	26.74
35	2	64	68	76	80	0.09	301.59	26.22
36	3	0	4	16	20	0.05	753.98	40.93
37	3	4	8	20	24	0.04	753.98	33.49
38	3	8	12	24	28	0.04	753.98	30.36
39	3	12	16	28	32	0.06	753.98	48.64
40	3	16	20	32	36	0.05	753.98	36.42
41	3	20	24	36	40	0.04	753.98	30.46
42	3	24	28	40	44	0.07	753.98	54.24
43	3	28	32	44	48	0.04	753.98	31.83
44	3	32	36	48	52	0.04	753.98	32.42
45	3	36	40	52	54	0.06	753.98	46.97
46	3	40	44	56	60	0.06	753.98	41.00
47	3	44	48	60	64	0.06	753.98	42.24
48	3	48	52	64	68	0.05	753.98	36.32
49	3	52	56	68	72	0.05	753.98	36.85
50	3	56	60	72	76	0.04	753.98	34.49
51	3	60	64	76	80	0.05	753.98	36.50
52	4	0	4	20	24	0.03	1507.96	44.93
53	4	4	8	24	28	0.03	1507.96	45.13
54	4	8	12	28	32	0.10	1507.96	150.55
55	4	12	16	32	36	0.07	1507.96	100.34
56	4	16	20	36	40	0.05	1507.96	73.74
57	4	20	24	40	44	0.04	1507.96	64.32
58	4	24	28	44	48	0.05	1507.96	74.86
59	4	28	32	48	52	0.04	1507.96	65.62
60	4	32	36	52	56	0.07	1507.96	105.74
61	4	36	40	56	60	0.03	1507.96	51.44

62	4	40	44	60	64	0.02	1507.96	36.21
63	4	44	48	64	68	0.02	1507.96	37.71
64	4	48	52	68	72	0.04	1507.96	58.54
65	4	52	56	72	76	0.03	1507.96	44.93
66	4	56	60	76	80	0.03	1507.96	43.49
67	5	0	4	24	28	0.03	2638.94	86.81
68	5	4	8	28	32	0.03	2638.94	81.39
69	5	8	12	32	36	0.02	2638.94	59.84
70	5	12	16	36	40	0.02	2638.94	40.45
71	5	16	20	40	44	0.02	2638.94	47.79
72	5	20	24	44	48	0.02	2638.94	60.71
73	5	24	28	48	52	0.03	2638.94	91.89
74	5	28	32	52	56	0.02	2638.94	53.68
75	5	32	36	56	60	0.02	2638.94	52.44
76	5	36	40	60	64	0.02	2638.94	60.42
77	5	40	44	64	68	0.02	2638.94	49.98
78	5	44	48	68	72	0.02	2638.94	51.18
79	5	48	52	72	76	0.02	2638.94	57.17
80	5	52	56	76	80	0.02	2638.94	54.16
81	6	0	4	28	32	0.05	4222.30	198.08
82	6	4	8	32	36	0.04	4222.30	187.66
83	6	8	12	36	40	0.02	4222.30	93.22
84	6	12	16	40	44	0.03	4222.30	116.93
85	6	16	20	44	48	0.72	4222.30	3024.93
86	6	20	24	48	52	0.03	4222.30	107.71
87	6	24	28	52	56	0.00	4222.30	80.72
88	6	28	32	56	60	0.00	4222.30	63.56
89	6	32	36	60	64	0.02	4222.30	75.40
90	6	36	40	64	68	0.03	4222.30	106.62
91	6	40	44	68	72	0.05	4222.30	220.71
92	6	44	48	72	76	0.02	4222.30	78.35
93	6	48	52	76	80	0.02	4222.30	81.39

Lampiran B

Tabel Nilai Resistivitas Material Referensi Reynold

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara	0
Air Tanah	0,5 - 150
Bijih Mangan/Pyrolusite	$5 \cdot 10^{-3}$ - 10
Bijih Besi/Hematite	$3,5 \cdot 10^{-3}$ - 10^7
Lempung/Clay	1 - 100
Magnesium	43,9
Pasir bercampur Kerikil	30 - 225
Aluvium bercampur Pasir	10 - 800
Lempung Kering/ <i>very dry</i>	50 - 150
Kerikil	100 - 1400
Batu Pasir/ <i>Sandstone</i>	200 - 8000
Batu Kapur/ <i>Limestone</i>	50 - 1×10^7
Karbon	3000
Batuan Garam/ <i>Rock Salt</i>	30 - 10^{13}
Kwarsa	3×10^2 - 10^6

Lampiran C

Foto Pengambilan Data





