



**RESISTIVITAS BAWAH PERMUKAAN LAHAN PERKEBUNAN
TEBU DI KAWASAN PESISIR PANTAI DENGAN
MENGUNAKAN METODE KELISTRIKAN
BUMI KONFIGURASI POLE-POLE**

SKRIPSI

Oleh

Langgeng Teguh Susilo Abadie

NIM 121810201001

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

2017



**RESISTIVITAS BAWAH PERMUKAAN LAHAN PERKEBUNAN
TEBU DI KAWASAN PESISIR PANTAI DENGAN
MENGUNAKAN METODE KELISTRIKAN
BUMI KONFIGURASI POLE-POLE**

SKRIPSI

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

Oleh

Langgeng Teguh Susilo Abadie

NIM 121810201001

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

2017

PESEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Ayahanda Daim Susilo dan Ibunda Indra Wartini yang selalu mendukung, memotivasi dan mendoakan penulis;
3. Kakak Anggraini Susilowati dan Bintari Susilowati serta adik Putri Citraning Susilowati dan Toeloes Adi Prakoso Susilo Abadie yang memberi motivasi;
4. Tim *Agrigeophysics* yang telah banyak membantu dalam mensukseskan penelitian;
5. Guru-guruku sejak TK sampai dengan SMA serta Bapak/Ibu Dosen Jurusan Fisika yang saya sayangi karena telah membimbing dan mendidik penulis dengan ilmu pengetahuan dengan penuh ketabahan;
6. Semua saudara PALAPA (Pecinta Alam Fakultas MIPA) FMIPA Universitas Jember;
7. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang saya banggakan.

MOTO

“Ujian adalah sebuah tangga sukses yang diharapkan.”*)

“Sukses dan gagal adalah sebuah pilihan.”*)



*) Akh. Muwafik Saleh, 2011. *Belajar dengan Hati Nurani*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Langgeng Teguh Susilo Abadie

NIM : 121810201001

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *“Resistivitas Bawah Permukaan Lahan Perkebunan Tebu di Kawasan Pesisir Pantai menggunakan Metode Kelistrikan Bumi Konfigurasi Pole-pole”* adalah benar-benar hasil karya ilmiah sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa, dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

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

Jember, September 2017

Yang Menyatakan,

Langgeng Teguh Susilo Abadie

NIM 121810201001

SKRIPSI

**RESISTIVITAS BAWAH PERMUKAAN LAHAN PERKEBUNAN TEBU
DI KAWASAN PESISIR PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN
METODE KELISTRIKAN BUMI KONFIGURASI POLE-POLE**

Oleh

Langgeng Teguh Susilo Abadie

NIM 121810201001

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Agus Suprianto S.Si., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Resistivitas Bawah Permukaan Lahan Perkebunan Tebu di Kawasan Pesisir Pantai menggunakan Metode Kelistrikan Bumi Konfigurasi Pole-pole”, telah diuji dan disahkan secara akademis pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Ir. Misto, M.Si.
NIP 195911211991031002

Anggota II,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

Anggota I,

Agus Suprianto S.Si., M.T.
NIP 197003221997021001

Anggota III,

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

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Resistivitas Bawah Permukaan Perkebunan Tebu di Wilayah Pesisir Pantai dengan Menggunakan Metode Kelistrikan Bumi Konfigurasi Pole-pole; Langgeng Teguh Susilo Abadie, 121810201001; 41 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tanaman tebu merupakan salah satu tanaman penghasil gula yang merupakan kebutuhan pokok manusia. Tanaman tebu dapat tumbuh dengan baik pada struktur tanah berbentuk lempungan dan liat. Perkebunan tebu di desa Lojejer kecamatan Wuluhan kabupaten Jember merupakan perkebunan tebu di wilayah pesisir pantai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai resistivitas di bawah permukaan lahan tersebut dan jenis tanahnya dari data resistivitasnya.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode kelistrikan bumi dengan mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi atau di bawah permukaan bumi. Metode ini menggunakan cara menginjeksi arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda (C_1 dan C_2), kemudian dibaca nilai tegangan yang melalui dua elektroda lainnya (P_1 dan P_2). Hasil yang didapatkan pada pengukuran langsung adalah nilai arus listrik (I) dan nilai tegangan listrik (V), dari I dan V dapat dihitung untuk mengetahui nilai resistivitasnya (ρ). Pada metode geolistrik terdapat berbagai metode sesuai tata letak elektrodanya, salah satunya seperti yang digunakan dalam penelitian ini yaitu konfigurasi pole-pole. Konfigurasi pole-pole yang digunakan memanfaatkan dua elektroda dinamis (C_1 dan P_1) sesuai titik datum yang diukur dan dua elektroda pasif (C_2 dan P_2) yang diletakkan di luar lintasan yang berjarak $>20a$.

Pengukuran dilakukan pada lahan 20 meter x 20 meter di dalam lahan perkebunan tebu tersebut dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi pole-pole dengan alat bantu *resistivitymeter*, elektroda, kabel dan *accu*. Nilai resistivitas yang didapatkan, kemudian diolah pada *software Res3Dinv*. Citra warna keluaran *software Res3Dinv* disesuaikan dengan legendanya untuk mengetahui nilai resistivitasnya. Berdasarkan nilai resistivitas tersebut dapat diketahui jenis material penyusunnya dengan mengacu pada tabel nilai resistivitas material Reynolds.

Hasil penelitian ini telah mampu mendelineasi bawah permukaan lahan perkebunan tebu di wilayah tersebut menggunakan metode geolistrik konfigurasi pole-pole. Delineasi bawah permukaan lahan di sisi bagian utara memiliki nilai resistivitas 0,55 – 30,00 $\Omega.m$, pada sisi lainnya yaitu sisi bagian barat memiliki nilai resistivitas 0,55 – 20,25 $\Omega.m$, kemudian sisi selatan memiliki nilai resistivitas 0,11– 30,00 $\Omega.m$, sedangkan sisi terakhir yaitu sisi bagian timur yang memiliki nilai resistivitas 4,20 – 30,00 $\Omega.m$, dari semua sisi delineasi dapat diduga jenis material yang terdapat pada bawah permukaan lahan perkebunan tebu tersebut adalah jenis material lempungan dengan nilai resistivitas 1,20 – 27,80 $\Omega.m$.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Skripsi berjudul “*Delineasi Resistivitas Bawah Permukaan Lahan Perkebunan Tebu di Kawasan Pesisir Pantai menggunakan Metode Kelistrikan Bumi Konfigurasi Pole-pole*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan sepuh hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Agus Suprianto S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Endhah Purwandari, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan demi sempurnanya skripsi ini;
3. Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si. selaku Inisiator dan Fasilitator dalam pembuatan skripsi ini;
4. Seluruh staf pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember yang telah membimbing dan memberi ilmunya selama perkuliahan.
5. Seluruh Tim *Agrigeophysics* yang telah membantu dalam pengambilan data dan selalu memberikan dorongan serta semangat selama penulis menyusun skripsi ini;

Penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak. Penulis juga membuka kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan pengembangan inovasi teknologi.

Jember, September 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	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Keadaan Geologi Jember	4
2.2.1 Batas Wilayah	5
2.2.2 Luas Wilayah	5
2.2 Tanaman Tebu	5
2.3 Struktur Tanah	6
2.4 Geofisika	7
2.5 Metode Geofisika	7
2.5.1 Aliran Listrik di Dalam Bumi	9
2.5.2 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi	10

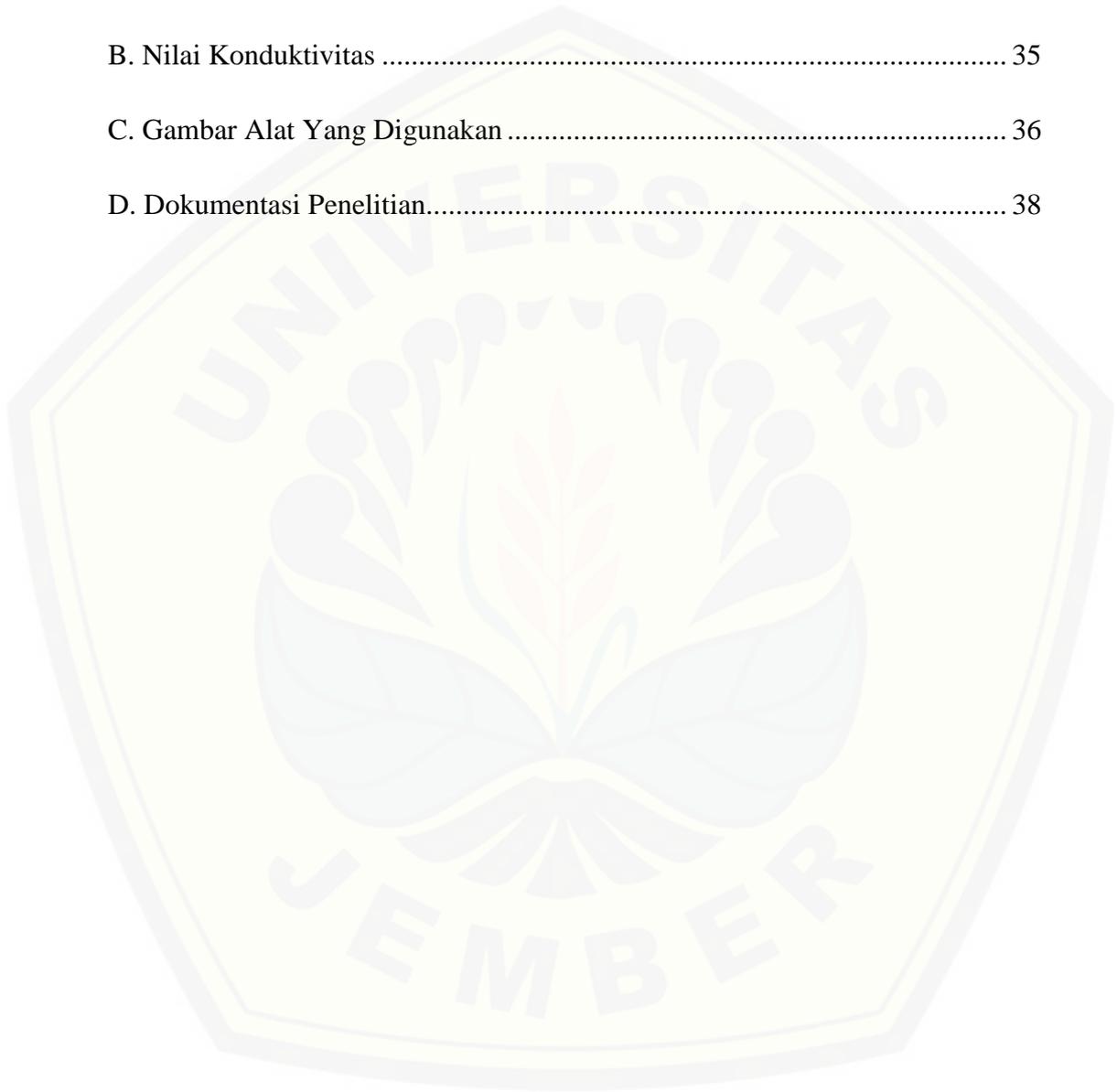
2.5.3 Resistivitas Semu (<i>Apparent Resistivity</i>).....	12
2.6 Nilai Resistivitas	13
2.7 Konfigurasi Pole-pole	13
2.8 <i>Software</i> RES3Dinv.....	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3.1 Tempat Penelitian	17
3.3.2 Waktu penelitian	18
3.2 Alat Penelitian	18
3.3 Diagram Penelitian	18
3.4 Prosedur Penelitian	19
3.5 Analisis Data	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil	22
4.2 Pembahasan	24
BAB 5. PENUTUP	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Peta Kabupaten Jember	4
2.2 Prinsip kerja metode geolistrik resistivitas	8
2.3 Dua titik sumber arus dua elektroda potensial di permukaan tanah	10
2.4 Pola aliran arus dan bidang <i>equipotential</i> antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan	11
2.5 Perbedaan interpretasi pengukuran metode geolistrik resistivitas	14
2.6 Gambar teknik pengambilan data metode geolistrik resistivitas 3D.....	14
2.7 Konfigurasi pole-pole.....	15
2.8 Model blok 3D	16
3.1 Peta lokasi pengambilan data	17
3.2 Diagram alir penelitian.....	19
3.3 Konfigurasi pole-pole.....	20
3.4 Desain pengukuran yang digunakan untuk pengambilan data.....	20
4.1 Distribusi resistivitas bawah permukaan lahan tebu dalam bentuk kubus (3D) dilihat dari sisi utara	22
4.2 Distribusi resistivitas bawah permukaan lahan tebu dalam bentuk kubus (3D) dilihat dari sisi utara	23
4.3 Distribusi resistivitas bawah permukaan lahan tebu dalam bentuk kubus (3D) dilihat dari sisi utara	23
4.4 Distribusi resistivitas bawah permukaan lahan tebu dalam bentuk kubus (3D) dilihat dari sisi utara	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Pengolahan Data Geofisika Metode Geolistrik Konfigurasi Pole – Pole....	30
B. Nilai Konduktivitas	35
C. Gambar Alat Yang Digunakan	36
D. Dokumentasi Penelitian.....	38



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok yang penting untuk manusia. Kebutuhan gula nasional diperkirakan mencapai 5,7 juta ton yang terdiri dari 2,8 juta ton Gula Kristal Putih (GKP) dan 2,9 juta ton Gula Kristal Rafinsi (GKR). Guna meningkatkan produksi GKP yang bersumber dari petani perlu untuk melakukan evaluasi terkait kondisi pertanian tebu. Penanaman tebu membutuhkan waktu yang lama yaitu kurang lebih selama 1 tahun dengan kondisi tanah yang tidak terlalu kering dengan pH antara 5,8-6,8 (keadaan asam) dan topografi datar. Selain kondisi tanah, perlu untuk memperhatikan kondisi iklim yang sesuai agar menghasilkan tebu yang berkualitas. Iklim yang cocok untuk tanaman tebu adalah iklim yang ada di Indonesia selama 1 tahun (masa tanam tebu) yaitu enam bulan basah dan enam bulan kering. Faktor lainnya selain kondisi tanah dan iklim adalah irigasi, struktur tanah dan faktor-faktor lainnya yang mendukung (Gliemourinsie, 2015).

Struktur tanah yang digunakan untuk penanaman tebu perlu diperhatikan karena berpengaruh pada daya serap dan penyimpanan air tanah baik dari hujan maupun dari irigasi. Dalam upaya meningkatkan kualitas pertanian tebu perlu untuk mengetahui struktur tanah. Identifikasi struktur tanah untuk mengetahui kesesuaian lahannya dapat dilakukan menggunakan metode geofisika, seperti yang dilakukan oleh Aji (2012) dengan hasil jenis lapisan terdiri dari batuan alluvium, kerikil, batu pasir dan lempung.

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan adalah menggunakan metode geolistik. Metode geolistrik adalah metode eksplorasi bawah permukaan bumi dengan menginjeksi arus listrik untuk mendapatkan nilai resistivitas bumi. Hasil pengukuran metode ini dapat digunakan untuk mengetahui struktur bawah permukaan bumi tanpa harus merusak tanahnya. Nilai resistivitas yang terbaca dapat menunjukkan kondisi bawah permukaan tanah tersebut sehingga batuan atau material bumi dan mengetahui bentuk lapisan tanah dapat

teridentifikasi dengan baik. Nilai yang muncul pada *resistivitymeter* adalah nilai tegangan dan arus suatu batuan atau material yang ada di bawah permukaan bumi.

Metode geolistrik memiliki beberapa konfigurasi, salah satunya adalah konfigurasi pole-pole. Konfigurasi ini digunakan untuk membaca struktur bawah permukaan bumi dengan tampilan tiga dimensi (3D). Konfigurasi pole-pole hanya menggunakan dua elektroda aktif dan dua elektroda pasif. Penelitian menggunakan konfigurasi pole-pole sudah dilakukan oleh Mutrofin (2012) di daerah kampus FMIPA Universitas Jember untuk mengetahui akuifer air tanah, konfigurasi pole-pole digunakan oleh Lukman (2015) untuk mengukur kedalaman dan sebaran batuan dasit di desa Ringin Kembar kabupaten Malang, Pranita (2010) juga melakukan penelitian yang menggunakan konfigurasi pole-pole pada daerah potensial mineral di dusun Baban Timur kabupaten Jember, dan Mayansari (2015) menggunakan konfigurasi pole-pole untuk uji geser langsung di perumahan Istana Tidar Regency kabupaten Jember. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan memiliki kesamaan yaitu menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi pole-pole untuk mengidentifikasi bawah permukaan lahan tetapi memiliki perbedaan pada hal yang ingin didapatkan dan lokasi pengambilan datanya.

Berdasarkan penelitian tersebut penulis berencana untuk mendeleneasi / menggambarkan bawah permukaan lahan tebu di desa Lojejer kecamatan Wuluhan kabupaten Jember dengan konfigurasi pole-pole. Lahan perkebunan tanaman tebu di Desa Lojejer terletak tidak jauh dari pantai dengan jarak 5 km dan masih masuk wilayah pesisir pantai. Menurut Pariwono (1999) dalam laporan oseanografi menyatakan bahwa kawasan pesisir pantai hingga jarak 6 km dari garis pantai. Tidak ada lahan perkebunan tebu lainnya selain lahan perkebunan di desa Lojejer yang dekat dengan pantai. Mayoritas lahan-lahan yang terdapat di wilayah pesisir pantai banyak digunakan sebagai lahan pertanian seperti padi, jagung, cabe, tembakau dan lain-lain.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang dijadikan pokok bahasan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil resistivitas bawah permukaan perkebunan tebu di kawasan pesisir pantai dengan menggunakan metode kelistrikan bumi konfigurasi pole-pole?
2. Bagaimana nilai resistivitas terhadap jenis tanah yang diperoleh dalam penelitian pada lahan tebu di desa Lojejer, kecamatan Wuluhan, kabupaten Jember?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut

1. Lahan perkebunan tebu terletak pada daerah pesisir pantai di desa Lojejer, kecamatan Wuluhan, kabupaten Jember;
2. Pengolahan data menggunakan *software Microsoft Excel, Res3Div, Google Earth*.

1.4. Tujuan

Tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yaitu:

1. Mengetahui nilai resistivitas bawah permukaan perkebunan tebu di kawasan pesisir pantai dengan menggunakan metode kelistrikan bumi konfigurasi pole-pole.
2. Mengetahui jenis tanah pada lahan perkebunan tebu di desa Lojejer, kecamatan Wuluhan, kabupaten Jember menggunakan metode kelistrikan bumi konfigurasi pole-pole.

1.5. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam ilmu fisika, khususnya pada ilmu kebumiharian untuk identifikasi lahan tebu. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu petani tebu di lahan tersebut untuk mengetahui kondisi tanahnya dan disikapi dengan baik agar hasil panen tebu dapat meningkat.

BAB 2. DASAR TEORI

2.1. Keadaan Geografi Jember



Gambar 2.1 Peta Kabupaten Jember (sumber : *google earth*)

Secara geografis Kabupaten Jember berada pada posisi $7^{\circ}59'6''$ sampai $8^{\circ}33'56''$ Lintang Selatan dan $113^{\circ}16'28''$ sampai $114^{\circ}03'42''$ Bujur Timur. Wilayah Kabupaten Jember mencakup area seluas $3.293,34 \text{ km}^2$, dengan karakter topografi dataran ngarai yang subur pada bagian tengah dan selatan serta dikelilingi pegunungan yang memanjang batas barat dan timur. Kabupaten Jember berada pada ketinggian 0 – 3.300 meter di atas permukaan laut (dpl). Sebagian besar wilayah ini berada pada ketinggian antara 100 hingga 500 meter di atas permukaan laut (37,75%), selebihnya 17,95 % pada ketinggian 0 sampai dengan 25 m, 20,70% pada ketinggian 25 sampai dengan 100 m, 15,80% berada pada ketinggian 500 sampai dengan 1.000 m di atas permukaan laut dan 7,80% pada ketinggian lebih dari 1.000 m. Wilayah barat daya memiliki dataran dengan ketinggian 0 – 25 meter dpl yang secara langsung berbatasan dengan samudra Indonesia, wilayah ini dapat disebut dengan wilayah pesisir pantai yang didukung oleh Pariwono (1999) pada laporan oseanografi menyatakan bahwa kawasan pesisir pantai dihitung dari garis pantai menuju daratan sejauh jarak 6 km.

Sedangkan daerah timur laut yang berbatasan dengan Bondowoso dan tenggara yang berbatasan dengan Banyuwangi memiliki ketinggian di atas 1.000 meter dpl.

2.1.1 Batas Wilayah

Utara	: Kabupaten Bondowoso dan sedikit Kabupaten Probolinggo
Timur	: Kabupaten Banyuwangi
Selatan	: Samudra Indonesia
Barat	: Kabupaten Lumajang

2.1.2 Luas Wilayah

Kabupaten Jember memiliki luas wilayah 3.293,34 km² atau 329.333,94 ha. Dari segi topografi sebagian Kabupaten Jember di wilayah bagian selatan merupakan dataran rendah yang relatif subur untuk pengembangan tanaman pangan, sedangkan di bagian utara merupakan daerah perbukitan dan bergunung gunung yang relatif baik bagi pengembangan tanaman keras dan tanaman perkebunan. Dari luas wilayah tersebut dapat dibagi menjadi berbagai kawasan :

Hutan	: 121.039,61 ha
Perkampungan	: 31.877 ha
Sawah	: 86.568,18 ha
Tegal	: 43.522,84 ha
Perkebunan	: 34.590,46 ha
Tambak	: 368,66 ha
Rawa	: 35,62 ha
Semak/padang	: 289,06 ha
Tanah rusak/tandus	: 1.469,26 ha
Lain-lain	: 9.583,26 ha

(Pemkab Jember, 2012)

2.2. Tanaman Tebu

Tebu adalah tanaman berkeping satu (monokotil), termasuk suku rumput-rumputan. Tinggi batangnya 3-5 m memiliki ruas dan buku, setiap daun duduk

pada setiap buku. Tebu terutama tumbuh didarat rendah daerah tropika, dapat tumbuh juga di sebagian daerah sub tropika atau daerah-daerah sampai 1400 m diatas permukaan laut (Sadjad, 1995).

Tebu mempunyai akar serabut yang panjangnya dapat mencapai satu meter. Sewaktu tanaman tebu masih muda atau berupa bibit, ada 2 macam akar, yaitu akat satek dan hanya berfungsi sewaktu tanaman masih muda. Akar tunas berasal dari tunas, berumur panjang, dan tetap ada selama tanaman masih tumbuh (Wijayanti, 2008).

Menurut Buckman dan Brady (1960), pertumbuhan tanaman tebu dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik dan kimia dari tanah seperti drainase / permeabilitas, tingkat keasaman, tekstur, kandungan organik dan unsur hara tanah. Meskipun tanaman tebu dapat tumbuh pada hampir semua jenis tanah, namun pertumbuhannya akan optimal apabila ditanam pada tanah yang subur, memiliki drainase yang baik (cukup air tetapi tidak tergenang) dan tingkat keasaman (pH) sekitar 6-7. Sementara tekstur tanah yang sesuai bagi tumbuhan tebu adalah:

- a) Lempung
- b) Lempung berpasir
- c) Lempung berdebu
- d) Liat berpasir
- e) Liat berlempung
- f) Liat berdebu
- g) Liat yang tergolong bertekstur agak kasar sampai halus

2.3. Struktur Tanah

Menurut Haridjadja (1990) struktur tanah adalah susunan butiran tanah secara alami menjadi agregat dengan bentuk tertentu dan dibatasi oleh bidang-bidang, dan Hardjowigeno (1995) mendefinisikan struktur tanah sebagai gumpalan kecil dari butiran-butiran tanah. Gumpalan terdiri dari butir-butir pasir, debu dan liat yang diikat oleh bahan organik, oksida-oksida besi, dan lain-lain. Gumpalan-gumpalan kecil ini mempunyai bentuk, ukuran dan kemantapan (ketahanan) yang berbeda-beda.

De Boodt (1978) mengatakan bahwa stuktur tanah berpengaruh terhadap gerakan air, gerakan udara, suhu tanah, dan hambatan mekanik perkecambahan biji serta penetrasi akar tanaman. Sehingga tidak semua tanah bisa ditanami atau ditumbuhi tanaman, tanah yang cocok untuk tanaman memiliki struktur yangimbang antara bahan padat dan pori. Struktur tanah yang memiliki debu dan lempung berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tetapi pengaruhnya tidak secara langsung karena pengaruhnya terhadap pemampatan, kadar lengas dan temperature tanah (Kohnke, 1968).

2.4. Geofisika

Geofisika adalah ilmu yang menggunakan prinsip-prinsip fisika untuk mempelajari bumi di bawah permukaan bumi. Metode yang mayoritas digunakan dalam geofisika untuk mendapatkan informasi bawah permukaan bumi adalah geolistrik resistivitas, induksi gelombang elektromagnetik, dan *ground-penetrating radar* (GPR). Metode geolistrik resistivitas bertujuan mengukur resistivitas elektrik, atau kebalikannya konduktivitas elektrik pada tanah dengan volume berjumlah besar dari tanah secara langsung di bawah permukaan dengan empat buah elektroda. Sama halnya dengan induksi elektromagnetik tetapi menggunakan instrumentasi akuisisi. Sedangkan GPR menggunakan durasi waktu pengukuran dari sinyal radar yang dipancarkan dan diterima kembali (Allred *et al.*, 2008)

2.5. Metode Geolistrik

Metode pengamatan geolistrik pada dasarnya adalah mengamati gejala-gejala gangguan yang terjadi pada keadaan normal. Metode geolistik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi, bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, pengukuran arus serta medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak metode, salah satunya adalah metode resistivitas (Pranita, 2010).

Prasetiawati (2004) menyatakan bahwa pembagian metode geolistrik resistivitas berdasarkan asal sumber arus listrik yang digunakan dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok yaitu:

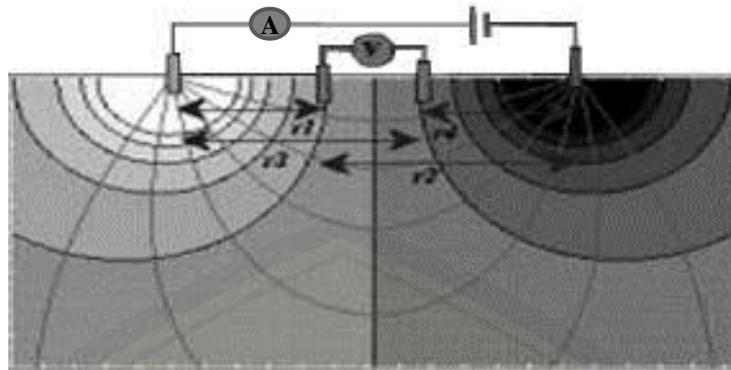
a) Metode Pasif

Metode ini menggunakan arus listrik alami yang terjadi di dalam tanah (batuan) yang timbul akibat adanya aktivitas elektrokimia dan elektromekanik dalam materi-materi penyusun batuan. Metode yang termasuk dalam kelompok ini diantaranya Potensial Diri/*Self Potensial* (SP) dan *Magneto Teluric* (MT).

b) Metode Aktif

Metode yang menginjeksikan (mengalirkan) arus listrik didalam batuan, kemudian efek potensial yang ditimbulkan arus buatan tersebut diukur di permukaan. Metode yang termasuk ke dalam kelompok ini diantaranya metode resistivitas dan *Induced Polarization* (IP).

Metode geolistrik resistivitas pada dasarnya adalah pengukuran harga resistivitas batuan. Prinsip kerja metode ini adalah dengan menginjeksikan arus ke bawah permukaan bumi sehingga diperoleh beda potensial, yang kemudian akan didapat informasi mengenai resistivitas batuan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan empat elektroda yang disusun sebaris, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.2. Empat elektroda tersebut dibagi menjadi dua kelompok yaitu dua buah elektroda sebagai elektroda arus (C) yang berbeda muatan digunakan untuk mengalirkan arus ke dalam tanah, dan dua elektroda lainnya sebagai elektroda tegangan (P) yang digunakan untuk mengukur tegangan yang ditimbulkan oleh aliran arus tadi, sehingga resistivitas bawah permukaan dapat diketahui.



Gambar 2.2 Prinsip kerja metode geolistrik resistivitas (Sumber: Rohim, *et al.*, 2010)

Resistivitas adalah karakteristik bahan yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Resistivitas mempunyai pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya tergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri.

2.5.1 Aliran Listrik di Dalam Bumi

Pendekatan yang paling sederhana untuk mempelajari secara teoritis tentang aliran listrik di dalam bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium yang homogen isotropis (Telford, *et al.*, 1990). Jika medium tersebut dialiri arus listrik searah (diberi medan listrik E) maka elemen arus δI yang melewati elemen luas δA dengan kerapatan arus J adalah:

$$\delta I = J \cdot \delta A \quad (2.1)$$

Berdasarkan hukum Ohm, hubungan antara kerapatan arus listrik J dengan medan listrik E konduktivitas medium σ dapat dinyatakan sebagai:

$$J = \sigma E \quad (2.2)$$

Apabila E adalah medan konservatif, maka dapat dinyatakan dalam bentuk gradien potensial V sebagai:

$$E = -\nabla V \quad (2.3)$$

Substitusikan persamaan (2.3) ke persamaan (2.2), sehingga diperoleh kerapatan arus J sebagai berikut :

$$J = -\sigma \nabla V \quad (2.4)$$

Apabila tidak ada sumber muatan yang terakumulasi pada daerah regional, maka:

$$\nabla \cdot J = \sigma \nabla \cdot E = 0$$

Atau

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

Untuk ruang homogen isotropi maka σ adalah konstanta skalar dalam ruang vektor, sehingga persamaan (2.5) menjadi persamaan Laplace:

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

Karena simetri bola, potensial hanya sebagai fungsi jarak r dari sumber, selanjutnya persamaan (2.6) dapat ditulis:

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dV}{dr} \right) = 0 \quad (2.7)$$

Atau

$$\frac{d^2 V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} = 0 \quad (2.8)$$

Dengan mengintegrasikan persamaan (2.8) sebanyak dua kali maka solusi umum persamaan Laplace untuk kasus ini adalah seperti di bawah ini:

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

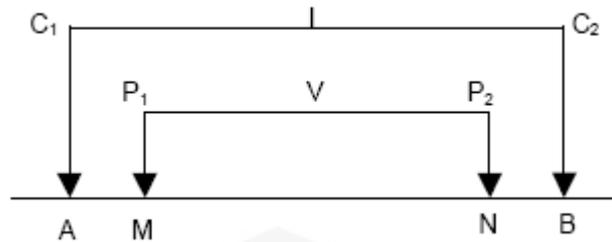
Dengan A dan B adalah konstanta integrasi yang nilainya bergantung pada syarat batas. Untuk $r \rightarrow \infty$, ($V_\infty = 0$), sehingga diperoleh $B=0$, maka persamaan (2.9) menjadi :

$$V = -\frac{A}{r} \quad (2.10)$$

Jadi potensial listrik mempunyai nilai berbanding terbalik dengan jarak dari titik sumber (Telford, *et al.*, 1990)

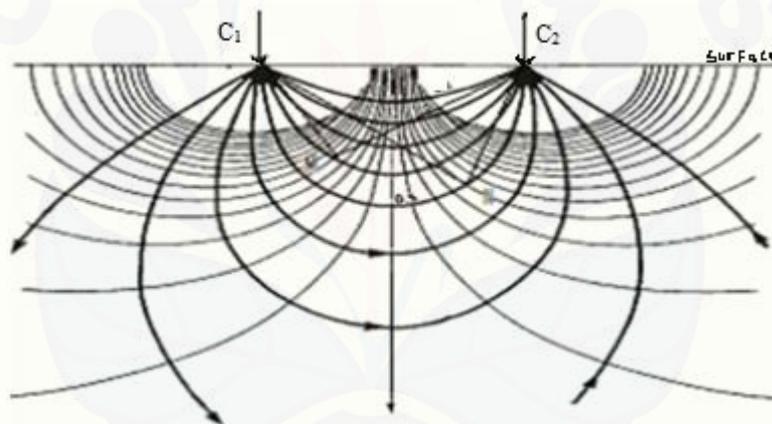
2.5.2 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi

Apabila jarak antara dua elektroda arus C_1 (A) dan C_2 (B) tidak terlalu besar, potensial di setiap titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut, potensial yang dihasilkan akan terbaca dengan adanya kedua elektroda potensial P_1 (M) dan P_2 (N), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Dua titik sumber arus dua elektroda potensial di permukaan tanah
(Sumber: Reynolds, 1997)

Equipotential yang dihasilkan dari kedua titik sumber ini bersifat lebih kompleks dibandingkan sumber arus tunggal, akan tetapi pada daerah dekat sumber arus bentuknya mendekati setengah bola. Jika dibuat penampang melalui sumber C_1 C_2 , maka terlihat pola distribusi bidang *equipotensial* seperti gambar 2.4 di bawah:



Gambar 2.4 Pola aliran arus dan bidang *equipotensial* antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Sumber: Reynolds, 1997)

Perubahan potensial sangat drastis pada daerah dekat sumber arus, sedangkan pada daerah antara C_1 dan C_2 gradien potensial kecil mendekati linier. Dari alasan ini, pengukuran potensial 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 dua elektroda potensial misalnya P_1 dan P_2 ditempatkan di dekat sumber seperti pada gambar 2.3.

Dengan menerapkan persamaan $V = \left(\frac{\rho I}{2\pi}\right) \frac{1}{r}$, maka potensial pada titik P₁ yang disebabkan elektroda C₁ adalah:

$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_1} \quad (2.11)$$

Karena arus pada kedua elektroda sama besar tetapi berlawanan arah, maka potensial di titik P₁ oleh elektroda C₂ diperoleh:

$$V_{12} = -\left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_2} \quad (2.12)$$

Sehingga potensial total pada titik P₁ oleh C₁ C₂ dapat ditulis sebagai:

$$V_{11} + V_{12} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (2.13)$$

Dengan cara yang sama diperoleh potensial pada titik P₂ pada C₁ C₂ adalah :

$$V_{21} + V_{22} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \quad (2.14)$$

Akhirnya, diperoleh perbedaan potensial antara titik P₁ P₂ yaitu :

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \right\} \quad (2.15)$$

Susunan seperti ini berkaitan dengan 4 elektroda yang terbentang secara normal digunakan dalam pekerjaan medan resistivitas (Reynolds, 1997).

2.5.3 Resistivitas Semu (*Apparent Resistivity*)

Pengukuran resistivitas dilakukan terhadap permukaan bumi yang dianggap sebagai suatu medium yang homogen isotropis. Pada kenyataannya, bumi tersusun atas komposisi batuan yang bersifat heterogen baik ke arah vertikal maupun horisontal. Akibatnya objek batuan yang tidak homogen dan beragam akan memberikan harga resistivitas yang beragam pula. Sehingga resistivitas yang diukur adalah tahanan jenis semu (ρ_a). Berdasarkan persamaan (2.15), besarnya resistivitas semu (ρ_a) adalah:

$$\rho_a = \frac{2\pi}{\left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \right\}} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.16)$$

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.17)$$

dengan

$$K = \frac{2\pi}{\left\{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right\}} \quad (2.18)$$

Dimana K (faktor geometri) adalah besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus (Reynolds, 1997).

2.6. Nilai Resistivitas

Setiap material memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda menurut jenis mineral tersebut. Reynorl (1994) telah melakukan pengukuran pada beberapa jenis mineral dengan cara mengukur sebagian sample dan dilakukan pada suhu -10°C sampai dengan -60°C . Hasil yang didapatkan telah dirangkum menjadi sebuah tabel dibawah ini

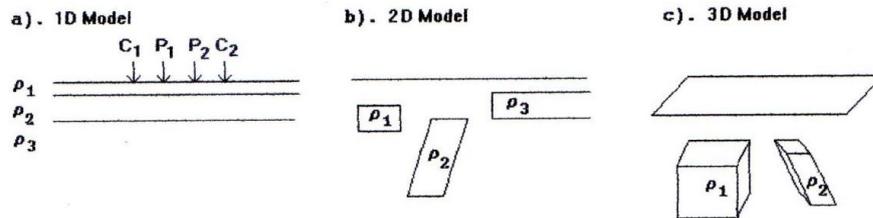
Tabel 2.1 Tabel nilai resistivitas material

No	Material	Nilai resistivitas ($\Omega.m$)
1	Batu pasiran	2 – 1000
2	Lanuan kering	10 – 800
3	Alluvial	5 – 500
4	Lanuan basah	4 – 20
5	Pasiran	2 – 33
6	Tanah pasiran	2 – 400
7	Lempungan	1 – 100

(Reynorl, 1994)

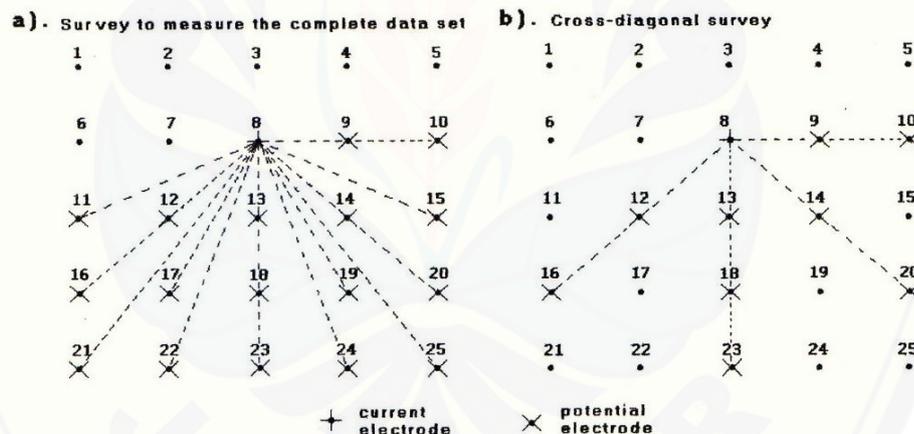
2.7. Konfigurasi Pole-pole

Hasil pengolahan resistivitas 3D memberikan informasi penyebaran resistivitas bawah permukaan tidak hanya secara vertikal, namun juga penyebaran secara horizontal dari resistivitas bawah permukaan. Gambar 2.5 memberikan ilustrasi perbedaan penggambaran resistivitas bawah permukaan dalam bentuk dimensi satu, dimensi dua, dan dimensi tiga (Loke, 1990).



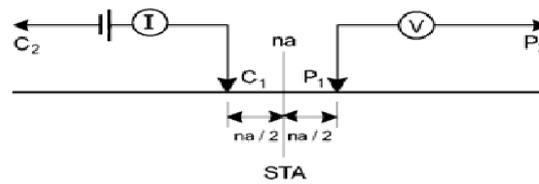
Gambar 2.5 Perbedaan interpretasi pengukuran metode geolistrik resistivitas (Sumber: Loke,1999)

Terdapat dua jenis cara pengambilan data pada pengukuran metode geolistrik resistivitas 3D, yaitu : *complete data set survey* dan *cross diagonal survey*. Teknik *complete data set survey* dan *cross diagonal survey* merupakan teknik singkat sehingga waktu yang dibutuhkan lebih sedikit. Pada teknik *cross diagonal survey*, pengukuran dilakukan sepanjang sumbu x, sumbu y, dan sumbu diagonal petak lintasan. Ilustrasi kedua teknik tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Gambar teknik pengambilan data metode geolistrik resistivitas 3D (Sumber: Loke, 1999)

Salah satu konfigurasi dari metode geolistrik resistivitas 3D adalah konfigurasi pole-pole. Konfigurasi pole-pole ini hanya memanfaatkan 2 elektroda, yaitu elektroda arus (C_1) dan elektroda potensial (P_1). Letak C_2 dan P_2 serta C_1 dan P_1 harus dalam satu lintasan dengan maksimum deviasi 30^0 (Robain, *et al.*, 1999). Konfigurasi pole-pole ini diperlihatkan pada gambar 2.7 berikut ini:



Gambar 2.7 Konfigurasi pole-pole (Sumber: Rohim, *et al.*, 2010)

Dalam pelaksanaan di lapangan, dua elektroda lainnya, C_2 dan P_2 diletakkan pada jarak yang jauh, yaitu sekitar 10 atau 20 kali jarak spasi antara elektroda C_1 dan P_1 yang sedang digunakan dalam survei tersebut.

Harga resistivitas semu yang didapat dengan konfigurasi elektroda pole-pole ini adalah:

$$\rho = 2\pi aR \quad (2.19)$$

dimana:

ρ = resistivitas semu (*apparent resistivity*)

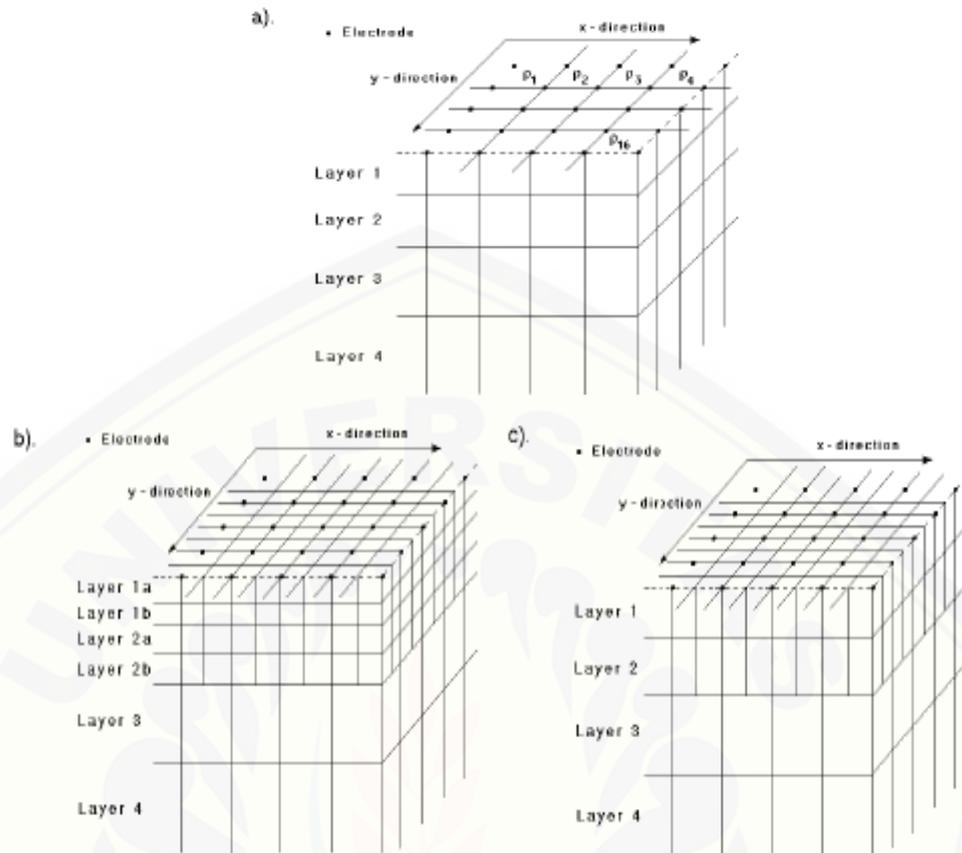
a = spasi elektroda (jarak antara elektroda C_1 dan P_1)

R = resistivitas yang terukur langsung di lapangan

Dari persamaan (2.19) tersebut suku $2\pi a$ merupakan faktor geometri dari konfigurasi pole-pole (Loke, 1999).

2.8. Software RES 3Div

Res3Dinv merupakan suatu perangkat lunak komputer yang secara otomatis menampilkan model resistivitas 3D di bawah permukaan. Perangkat lunak ini mengolah data-data yang diperoleh dari pengukuran. Pemodelan 3D dilakukan dengan menggunakan program inversi. Program inversi ini menggambarkan dan membagi keadaan bawah permukaan dalam bentuk sejumlah blok 3D, seperti diilustrasikan pada gambar 2.8 di bawah ini:



- Model blok segiempat dengan elektroda pada arah sumbu-x dan sumbu-y;
- Model puncak vertikal dan horizontal;
- Model blok dengan arah horizontal tapi tidak dalam arah vertikal.

Gambar 2.8 Model blok 3D (Sumber: Loke, 1999)

Program inversi membagi bawah permukaan ke dalam bentuk prisma persegi. Pada gambar 2.8a, setiap blok di lapisan atas memiliki elektroda pada setiap sudutnya. Selain pengaturan dasar ini, terdapat dua pengaturan lainnya yang didukung oleh program. Salah satunya adalah dengan membagi blok di lapisan atas dalam arah horizontal (gambar 2.8c). Alternatif ketiga adalah untuk membagi lapisan dalam arah vertikal (gambar 2.8b). Dengan pengelompokan blok, jumlah parameter model dan waktu komputer yang diperlukan untuk membalikkan data set dapat dilakukan dengan lebih mudah dan cepat.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan di lahan perkebunan tebu Desa Lojejer, Kecamatan Wuluhan, Kabupaten Jember dengan mengasumsikan bahwa perbandingan luas lahan dengan luas penelitian sebesar 10 : 1, seperti gambar berikut



Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan data (Google Earth, 2016)

3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2016 – selesai.

3.2. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

a. *Resistivimeter*

Digunakan untuk alat ukur resistivitas tanah dengan menunjukkan nilai tegangan (V) dan arus listrik (I);

b. *Accu*

Digunakan sebagai sumber arus untuk *resistivimeter* saat proses pengukuran resistivitas tanah;

c. Elektoda

Elektroda yang digunakan ada empat buah dengan fungsi dua elektroda tegangan yang berguna untuk dialiri tegangan listrik dan dua elektroda yang dialiri arus listrik;

d. Kabel

Sebagai penghubung antara *resistivimeter* terhadap elektroda dan *accu*;

e. Meteran

Digunakan untuk mengukur jarak antar elektroda dan mengetahui titik yang akan diambil;

f. Palu

Digunakan sebagai alat bantu menancapkan elektroda pada tanah;

g. GPS

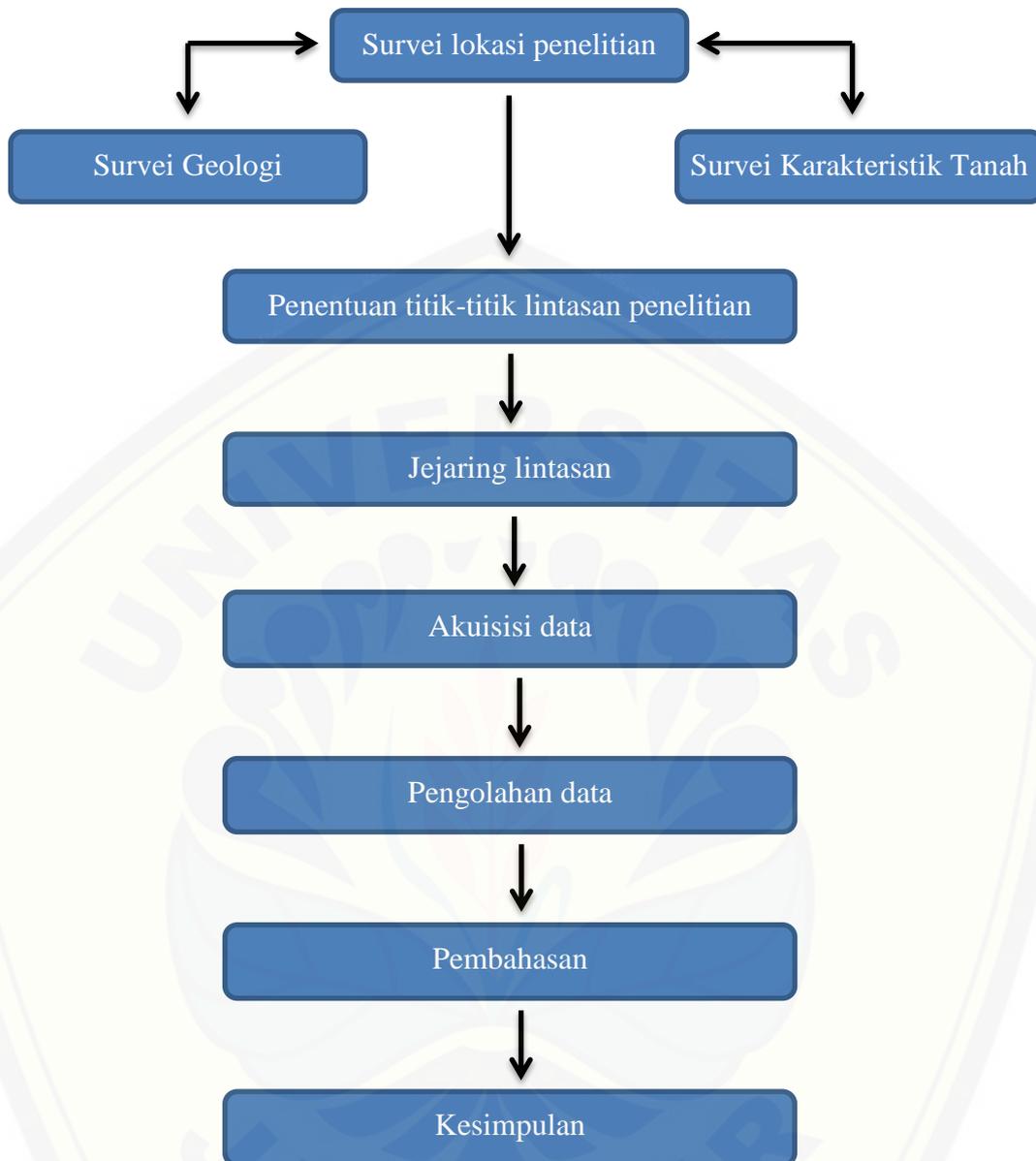
Digunakan untuk mengetahui letak lokasi pengambilan data;

h. *Conductivimeter*

Digunakan untuk mengetahui mengukur nilai konduktivitas tanah.

3.3. Diagram Penelitian

Dalam penyelesaian penelitian ini dibutuhkan langkah-langkah yang dilakukan, seperti diagram penelitian yang ditunjukkan gambar 3.2

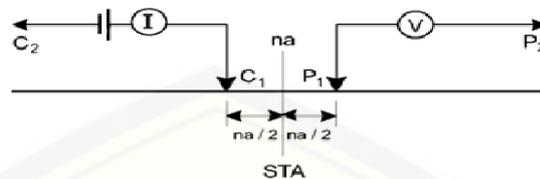


Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.4. Prosedur Penelitian

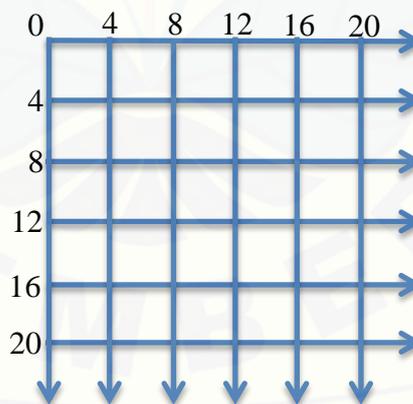
Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan nilai resistivitas dengan metode geolistrik konfigurasi pole-pole. Konfigurasi pole-pole sering digunakan pada survei resistivitas secara 3D. konfigurasi ini menggunakan elektroda C1 dan P1 bersifat dinamis atau aktif sedangkan elektroda C2 dan P2 bersifat pasif atau diam seperti gambar 3.3. Jarak antara C1 dan P1 sejauh a sama seperti C2 terhadap P2, sedangkan jarak antara C1 dan P1 terhadap C2 dan P2

minimal sejauh $10a$. Lintasan yang digunakan berbentuk persegi dengan sumbu-x sepanjang 20 meter dan sumbu-y 20 meter dengan panjang a sebesar 4 meter.



Gambar 3.3 Konfigurasi pole-pole (Sumber: Rohim, *et al.*, 2010)

Pengambilan data dilakukan dengan mengikuti sumbu-sumbu yang telah ditentukan. Pemasangan C1 dan P1 bergerak dari sumbu-x hingga selesai kemudian diteruskan pengukuran pada sumbu-y. pemasangan elektroda C1 pada titik (0,0) dan elektroda P1 pada titik (4,0), kemudian elektroda C1 tetap sedangkan elektroda P1 bergerak ke titik (8,0) hingga titik (20,0). Pergerakan diulangi dengan elektroda C1 pada titik (4,0) dan P1 pada titik (8,0), kemudian P1 bergerak hingga (20,0). Pergerakannya diulangi lagi hingga posisi elektroda C1 pada titik (16,0) dan P1 pada titik (20,0). Setelah sumbu-x telah terukur resistivitasnya, proses diulangi pada sumbu-y.



Gambar 3.4 Desain pengukuran yang digunakan untuk pengambilan data

Dalam survei resistivitas konfigurasi pole-pole ini memiliki daya penetrasi kedalaman (Z) sebesar:

$$Z \approx 0,867 a$$

dengan a merupakan spasi antar elektroda (Loke, 1999).

Dengan demikian bila spasi maksimum yang digunakan dalam survei resistivitas 3D ini sejauh 20 m, maka kedalaman yang bisa dicapai adalah:

$$Z \approx 0,867 \times 20 \text{ m}$$

$$Z \approx 17.34 \text{ m}$$

3.5. Analisa Data

Data yang dibaca pada alat *resistivimeter* nilai arus (I) dan nilai tegangan (V). Data tersebut dengan faktor geometry konfigurasi pole – pole digunakan untuk menghitung nilai resistivitas tanah sesuai persamaan 2.19. Nilai resistivitas tersebut kemudian diolah pada *software Res3Dinv* untuk menghasilkan gambar dengan citra warna yang bervariasi, kemudian citra warna tersebut dilihat nilai resistivitasnya pada legenda citra warna yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Nilai resistivitas tersebut disesuaikan dengan tabel nilai resistivitas yang dilakukan oleh Reynolds pada tabel 2.1 sehingga dapat diketahui delineasi bawah permukaan untuk menganalisa struktur bawah permukaan lahan tebu di desa Lojojer kecamatan Wuluhan kabupaten Jember.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian dapat disimpulkan, bahwa :

1. Penelitian ini telah berhasil memetakan nilai resistivitas bawah permukaan lahan perkebunan tebu di desa Lojejer kecamatan Wuluhan kabupaten Jember dengan menggunakan metode kelistrikan bumi konfigurasi pole-pole;
2. Nilai resistivitas bawah permukaan lahan sisi bagian utara memiliki nilai antara 0,55 – 30,00 Ω .m dengan *error modeling* 37,6%;
3. Nilai resistivitas bawah permukaan lahan sisi lainnya yaitu sisi bagian barat memiliki nilai antara 0,55 – 20,25 Ω .m dengan *error modeling* 37,6%;
4. Nilai resistivitas sisi bagian selatan bawah permukaan lahan memiliki nilai antara 0,11– 30,00 Ω .m dengan *error modeling* 37,6%;
5. Nilai resistivitas bawah permukaan lahan pada sisi bagian timur memiliki nilai antara 4,20 – 30,00 Ω .m dengan *error modeling* 37,6%;
6. Dari hasil penelitian ini, jenis material tanah diduga merupakan tanah lempungan dengan nilai resistivitas 1,20 – 27,80 Ω .m dengan *error modeling* 37,6%.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan menggunakan jarak elektroda yang lebih pendek untuk mendapatkan pola pencitraan yang lebih detail terutama untuk memetakan nilai resistivitas dekat perkebunan tebu. Perlu juga dilakukan dengan memperluas jarak bentangan untuk mencapai tingkat kedalaman yang menunjukkan struktur bawah permukaan untuk *supporting system* untuk lahan perkebunan tebu. Untuk memperkecil *error modeling* dari hasil penelitian, perlu dibuat suatu prosedur penelitian yang tepat mulai dari kalibrasi alat, desain akuisisi data, filtering data dan teknik pengolahan datanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, P. B. 2012. Identifikasi kesesuaian lahan tebu menggunakan metode geolistrik resistivitas 2 dimensi di kabupaten jember. Tidak di publikasikan. Skripsi. Jember: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.
- Allred, B., Jeffrey J. D. dan Reza M. E. 2008. *Handbook of agricultural Geophysics*. Amerika Serikat : CRC Press.
- Buckman, H.O, Brady, N.C. 1960. *The nature and properties of soils*. 6th edition, Macmillan. New York.
- De Boodt, M. 1978. *Soil Physics*. Belgia. State University of Ghent.
- Glienmourinsie, D. 2015. Kebutuhan Gula Nasional Capai 5.7 Juta Ton. [Diakses pada: 28 September 2016] <<http://ekbis.sindonews.com/read/985768/34/kebutuhan-gula-nasional-capai-5-7-juta-ton-1428310340>>
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah*. Jakarta. Akademi Pressindo.
- Haridjaja, O., K. Murti Laksono, Sudarmo, L.M. Rachman. 1990. Hidrologi Pertanian. Bogor. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Kohnke, H. 1968. *Soil Physics*. New Delhi. Tata Mc Graw Hill Rubl Co.Ltd.
- Loke, M. H. 1999. *Electrical Imaging Surveys for Enviromental and Engineering Studies. A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys*. Malaysia.
- Lukman, M. 2015. Pengukuran kedalaman dan sebaran batuan dasit di desa Ringin Kembar dengan metode geolistrik konfigurasi pole – pole, kecamatan Sumbermanjing Wetan, kabupaten Malang. Tidak di publikasikan. Skripsi. Malang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Malang.

- Mayansari, W. A. 2015. Analisis jenis tanah dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 3D dan uji geser langsung di perumahan istana tidar regency kecamatan seumbersari kabupaten jember. Tidak di publikasikan. Skripsi. Jember: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.
- Mutrofin, F. 2012. Aplikasi metode geolistrik resistivitas 3D konfigurasi pole-pole untuk menentukan sebaran akuifer air tanah di daerah kampus FMIPA Universitas Jember. Tidak dipublikasikan. Skripsi. Jember: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.
- Pariwono, J. I. 1999. Kondisi Oseanografi Perairan Pesisir Pantai Lampung. Jakarta: CRC/URI CRMP.
- Pemkab Jember. 2012. Geografi dan Topografi. [Diakses pada: 1 Agustus 2017] ≤ <https://jemberkab.go.id/selayang-pandang/geografis-dan-topografi/>>
- Pranita, V. 2010. “Penerapan Metode Geolistrik 3D Konfigurasi Pole-Pole Pada Daerah Potensial Mineral (Studi kasus di Dusun Baban Timur, Kecamatan Silo, Jember)”. tidak dipublikasikan. Skripsi. Jember : Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.
- Prasetiawati, L. 2004. Aplikasi metode resistivitas dalam eksplorasi Endapan laterit nikel serta studi perbedaan Ketebalan endapannya berdasarkan morfologi Lapangan: Penelitian Lapangan. tidak dipublikasikan. Skripsi . Program Sarjana Sains FMIPA, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. England: John Wiley and Sons Ltd, Baffins, Chischester, West Sussex PO19 IUD.
- Robain, H., Albouy, Y., Dabas, M., Camerlynk, C., Mechler, P., & Tabbagh, A. 1999. *The Location of Invinite Electrodes in Pole-Pole Resistivity Surveys: Consequences for 2-D Imaging*, journal of Applied Geophysics (41) : 313-333.

Rohim, M. N., Subagio, H., & Hidayah, N. 2010. *Aplikasi Metode Geolistrik Sounding dengan Konfigurasi Pole-Pole Untuk Mengukur Resistivitas Bawah Permukaan Tanah dan Mengetahui Struktur Tanah*. Malang: Universitas Negeri Malang.

Sadjad, S. 1995. *Empat Belas Tanaman Perkebunan untuk Agro Industri*. Jakarta. Balai Pustaka.

Telford, W. M., Geldart, L. P. & Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics, Second Edition*. Cambridge University Press, United State of America.

Wijayanti, W.A. 2008. *Pengelolaan Tanaman Tebu(Saccharum officinarum L. di Pabrik Gula Tjoekir PTPN X, Jombang, Jawa Timur, Studi Kasus Pengaruh Bongkaran Ratoon terhadap Peningkatan Produktivitas Tebu*. Skripsi IPB. Bogor.

LAMPIRAN A

PENGOLAHAN DATA GEOFISIKA METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI
POLE – POLE

C		P		V (V)	I (mA)	R (Ω)	ρ (Ω .m)
x	y	x	y				
0	0	4	0	39.6	56	0.707	17.763
0	0	8	0	29.0	57	0.509	25.561
0	0	12	0	24.1	57	0.423	31.863
0	0	16	0	22.7	57	0.398	40.016
0	0	20	0	15.3	58	0.264	33.132
0	0	0	4	35.7	91	0.392	9.855
0	0	0	8	30.8	91	0.338	17.004
0	0	0	12	24.5	91	0.269	20.289
0	0	0	16	22.9	91	0.252	25.286
0	0	0	20	15.3	115	0.133	16.710
4	0	8	0	10.3	39	0.264	6.634
4	0	12	0	11.3	30	0.377	18.924
4	0	16	0	10.5	22	0.477	35.967
4	0	20	0	37.0	22	1.682	168.989
4	0	4	4	25.2	125	0.202	5.064
4	0	4	8	15.5	122	0.127	6.383
4	0	4	12	18.4	135	0.136	10.271
4	0	4	16	15.7	134	0.117	11.773
4	0	4	20	15.0	130	0.115	14.492
8	0	12	0	33.3	45	0.740	18.589
8	0	16	0	19.0	38	0.500	25.120
8	0	20	0	27.6	38	0.726	54.735
8	0	8	4	35.6	134	0.266	6.674
8	0	8	8	29.1	151	0.193	9.682
8	0	8	12	29.2	142	0.206	15.497
8	0	8	16	12.5	124	0.101	10.129
8	0	8	20	15.2	136	0.112	14.038
12	0	16	0	39.0	43	0.907	22.783
12	0	20	0	24.7	43	0.574	28.859
12	0	12	4	65.2	168	0.388	9.749
12	0	12	8	34.0	159	0.214	10.743
12	0	12	12	27.1	155	0.175	13.176
12	0	12	16	22.6	149	0.152	15.241
12	0	12	20	29.6	182	0.163	20.427

16	0	20	0	42.1	15	2.807	70.504
16	0	16	4	15.1	105	0.144	3.613
16	0	16	8	21.2	131	0.162	8.130
16	0	16	12	18.2	131	0.139	10.470
16	0	16	16	16.2	133	0.122	12.239
16	0	16	20	15.8	134	0.118	14.810
20	0	20	4	47.2	137	0.345	8.654
20	0	20	8	24.6	138	0.178	8.956
20	0	20	12	29.9	158	0.189	14.261
20	0	20	16	25.1	156	0.161	16.167
20	0	20	20	23.3	154	0.151	19.003
0	4	4	4	19.9	139	0.143	3.596
0	4	8	4	16.9	139	0.122	6.108
0	4	12	4	19.6	139	0.141	10.626
0	4	16	4	18.0	139	0.130	13.012
0	4	20	4	13.0	139	0.094	11.747
0	4	0	8	76.7	93	0.825	20.717
0	4	0	12	49.0	91	0.538	27.052
0	4	0	16	26.7	100	0.267	20.121
0	4	0	20	33.6	98	0.343	34.450
4	4	8	4	12.7	117	0.109	2.727
4	4	12	4	24.1	128	0.188	9.459
4	4	16	4	13.1	126	0.104	7.835
4	4	20	4	6.3	128	0.049	4.946
4	4	4	8	27.9	162	0.172	4.326
4	4	4	12	34.9	162	0.215	10.823
4	4	4	16	36.1	180	0.201	15.114
4	4	4	20	19.8	142	0.139	14.011
8	4	12	4	33.5	127	0.264	6.626
8	4	16	4	13.9	118	0.118	5.918
8	4	20	4	9.7	129	0.075	5.667
8	4	8	8	33.1	126	0.263	6.599
8	4	8	12	18.2	127	0.143	7.200
8	4	8	16	13.1	121	0.108	8.159
8	4	8	20	18.6	136	0.137	13.742
12	4	16	4	2.5	141	0.018	0.445
12	4	20	4	14.7	141	0.104	5.238
12	4	12	8	59.3	154	0.385	9.673
12	4	12	12	36.6	161	0.227	11.421
12	4	12	16	32.5	165	0.197	14.844

12	4	12	20	31.4	100	0.314	31.551
16	4	20	4	27.4	32	0.856	21.509
16	4	16	8	34.0	130	0.262	6.570
16	4	16	12	13.8	119	0.116	5.826
16	4	16	16	14.6	126	0.116	8.732
16	4	16	20	13.3	122	0.109	10.954
20	4	20	8	25.3	31	0.816	20.501
20	4	20	12	13.1	27	0.485	24.376
20	4	20	16	12.0	29	0.414	31.183
20	4	20	20	24.9	63	0.395	39.714
0	8	4	8	14.5	139	0.104	2.620
0	8	8	8	19.2	139	0.138	6.940
0	8	12	8	18.3	139	0.132	9.922
0	8	16	8	9.2	139	0.066	6.650
0	8	20	8	8.4	139	0.060	7.590
0	8	0	12	88.0	97	0.907	22.789
0	8	0	16	41.9	97	0.432	21.702
0	8	0	20	23.3	97	0.240	18.102
4	8	8	8	10.3	115	0.090	2.250
4	8	12	8	7.8	115	0.068	3.408
4	8	16	8	5.6	115	0.049	3.670
4	8	20	8	6.3	113	0.056	5.602
4	8	4	12	41.1	136	0.302	7.591
4	8	4	16	21.3	133	0.160	8.046
4	8	4	20	13.9	123	0.113	8.516
8	8	12	8	18.4	119	0.155	3.884
8	8	16	8	8.7	118	0.074	3.704
8	8	20	8	10.8	119	0.091	6.839
8	8	8	12	35.8	127	0.282	7.081
8	8	8	16	14.5	120	0.121	6.071
8	8	8	20	13.5	120	0.113	8.478
12	8	16	8	26.6	143	0.186	4.673
12	8	20	8	27.6	142	0.194	9.765
12	8	12	12	54.5	155	0.352	8.833
12	8	12	16	41.1	169	0.243	12.218
12	8	12	20	39.4	181	0.218	16.404
16	8	20	8	25.9	45	0.576	14.458
16	8	16	12	53.0	158	0.335	8.426
16	8	16	16	25.8	142	0.182	9.128
16	8	16	20	27.3	149	0.183	13.808

20	8	20	12	25.0	37	0.676	16.973
20	8	20	16	19.0	35	0.543	27.273
20	8	20	20	26.3	57	0.461	34.771
0	12	4	12	20.2	153	0.132	3.317
0	12	8	12	18.7	151	0.124	6.222
0	12	12	12	9.2	152	0.061	4.561
0	12	16	12	9.5	143	0.066	6.675
0	12	20	12	7.1	143	0.050	6.236
0	12	0	16	60.6	99	0.612	15.377
0	12	0	20	7.0	98	0.071	3.589
4	12	8	12	3.2	97	0.033	0.829
4	12	12	12	3.5	117	0.030	1.503
4	12	16	12	8.2	120	0.068	5.150
4	12	20	12	4.5	116	0.039	3.898
4	12	4	16	48.8	135	0.361	9.080
4	12	4	20	26.3	140	0.188	9.438
8	12	12	12	8.6	113	0.076	1.912
8	12	16	12	10.4	112	0.093	4.665
8	12	20	12	5.3	113	0.047	3.535
8	12	8	16	15.8	108	0.146	3.675
8	12	8	20	19.5	128	0.152	7.654
12	12	16	12	3.9	157	0.025	0.624
12	12	20	12	19.2	155	0.124	6.223
12	12	12	16	60.8	171	0.356	8.932
12	12	12	20	43.9	176	0.249	12.532
16	12	20	12	30.4	66	0.461	11.570
16	12	16	16	43.4	149	0.291	7.317
16	12	16	20	35.0	158	0.222	11.129
20	12	20	16	40.9	56	0.730	18.347
20	12	20	20	29.8	57	0.523	26.266
0	16	4	16	53.2	142	0.375	9.411
0	16	8	16	33.6	162	0.207	10.420
0	16	12	16	30.3	170	0.178	13.432
0	16	16	16	31.6	174	0.182	18.248
0	16	20	16	30.3	174	0.174	21.872
0	16	0	20	50.7	102	0.497	12.486
4	16	8	16	35.8	133	0.269	6.762
4	16	12	16	7.4	104	0.071	3.575
4	16	16	16	5.2	105	0.050	3.732
4	16	20	16	5.6	106	0.053	5.308

4	16	4	20	28.2	30	0.940	23.613
8	16	12	16	5.1	173	0.029	0.741
8	16	16	16	42.2	174	0.243	12.185
8	16	20	16	36.2	176	0.206	15.500
8	16	8	20	0.6	93	0.006	0.162
12	16	16	16	48.2	157	0.307	7.712
12	16	20	16	33.9	157	0.216	10.848
12	16	12	20	52.5	161	0.326	8.191
16	16	20	16	44.5	60	0.742	18.631
16	16	16	20	45.0	60	0.750	18.840
20	16	20	20	56.3	74	0.761	19.112
0	20	4	20	28.9	78	0.371	9.307
0	20	8	20	17.9	77	0.232	11.679
0	20	12	20	15.5	78	0.199	14.975
0	20	16	20	12.0	78	0.154	15.459
0	20	20	20	12.1	62	0.195	24.512
4	20	8	20	22.3	35	0.637	16.005
4	20	12	20	25.5	62	0.411	20.663
4	20	16	20	21.7	64	0.339	25.552
4	20	20	20	18.8	64	0.294	29.516
8	20	12	20	19.5	37	0.527	13.239
8	20	16	20	10.4	37	0.281	14.122
8	20	20	20	6.5	37	0.176	13.239
12	20	16	20	30.1	62	0.485	12.195
12	20	20	20	16.7	67	0.249	12.523
16	20	20	20	17.5	34	0.515	12.929

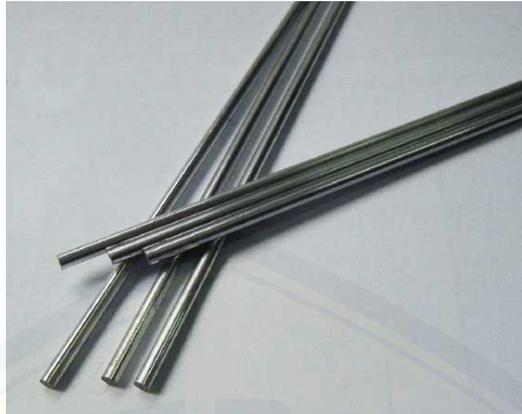
LAMPIRAN B**NILAI KONDUKTIVITAS**

Titik		Nilai konduktivitas (S/cm)
x	y	
0	0	0,01
0	12	0,07
0	20	0,03
4	4	0,01
4	8	0,04
4	16	0,01
8	0	0,13
8	8	0,06
8	12	0,01
8	16	0,17
12	4	0,02
12	8	0,05
12	12	0,06
12	20	0,11
16	4	0,05
16	12	0,22
16	16	0,09
20	0	0,04
20	8	0,03
20	20	0,05
Rata-rata		0,063

LAMPIRAN C

GAMBAR ALAT YANG DIGUNAKAN







LAMPIRAN D

DOKUMENTASI PENELITIAN

