



**Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole untuk  
Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*)**

**SKRIPSI**

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

Oleh  
**Vicky Nur Amry Effendy**  
**NIM. 041810201069**

**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2012**



**Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole untuk  
Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*)**

**SKRIPSI**

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

Oleh  
**Vicky Nur Amry Effendy**  
NIM. 041810201069

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

Syukur Alhamdulillah hamba panjatkan pada-Mu ya Allah, Tuhan pencipta alam semesta, serta sholawat dan salam yang selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Ayahanda Amier Fatah dan Ibunda Siti Nur Hidayati, yang selalu setia mendukung dan berdoa tiada henti serta mendidik dengan penuh sayang dan kesabaran;
2. Istriku tercinta Zusniar Nur Afida, yang tiada henti memberi support dan doa yang tak pernah putus;
3. Adikku Bentham Zanuvar Fatahillah dan Devina Amirta Sari. Terima kasih untuk semua bantuan, dukungan dan kasih sayangnya;
4. Seluruh keluarga besar Madiun dan Jember yang selalu memberi keceriaan, motivasi, dan nasehat yang sangat membangun;
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## **MOTTO**

Hidup adalah kegelapan jika tanpa hasrat dan keinginan.  
Dan semua hasrat dan keinginan adalah buta jika tidak disertai pengetahuan.  
Dan pengetahuan adalah hampa jika tidak diikuti pelajaran.  
Dan setiap pelajaran akan sia-sia jika tidak disertai cinta (Kahlil Gibran)<sup>\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Kahlil Gibran. 2009. <http://wiwit.mywapblog.com/post/28.xhtml>.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vicky Nur Amry Effendy

NIM : 041810201069

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-dipole untuk Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*)” 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 bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 31 Januari 2012

Yang menyatakan,

Vicky Nur Amry Effendy

NIM 041810201069

**SKRIPSI**

**Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole untuk  
Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*)**

Oleh

Vicky Nur Amry Effendy  
NIM 041810201069

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Sutisna, S.Pd., M.Si.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-dipole untuk Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua (DPU),

Sekretaris (DPA),

Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si.  
NIP. 197412152002121001

Sutisna, S.Pd., M.Si.  
NIP. 197301152000031001

### Anggota Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.  
NIP 197003271997022001

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

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Prof. Drs. Kusno, D.E.A., Ph.D.  
NIP. 196101081986021001

## RINGKASAN

**Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-dipole untuk Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*);** Vicky Nur Amry Effendy, 041810201069; 2012: 63 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Mangan merupakan salah satu dari 12 unsur mineral logam terbesar yang terkandung dalam kerak bumi. Sifat dari mineral golongan logam ini mempunyai konduktivitas listrik yang sangat baik dan mempunyai nilai resistivitas listrik yang rendah. Karena sifat kelistrikan ini, mangan dapat diidentifikasi menggunakan aplikasi metode geolistrik. Metode geolistrik resistivitas bertumpu pada analisa distribusi resistivitas batuan. Data yang diperoleh merupakan data nilai resistivitas bawah permukaan. Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan *inverse* sehingga diperoleh variasi resistivitas dari suatu pelapisan tanah yang *berasosiasi* dengan struktur geologi di bawah permukaan. Metode geolistrik memiliki beberapa konfigurasi salah satunya adalah metode geolistrik konfigurasi Dipole-dipole.

Penelitian dengan menggunakan metode geolistrik dapat dilakukan secara modeling atau dilakukan di laboratorium. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran letak kedalaman mangan (Mn) dalam skala laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika Fakultas MIPA. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, sumber arus AC, 2 multimeter digital, 2 elektroda arus, 2 elektroda potensial, meteran, kabel penghubung, lampu, dan bak pasir. Bahan yang dibutuhkan adalah 3 buah batuan mangan (Mn) dan pasir homogen. Penelitian dilakukan dengan 3 variasi pengukuran pada 1 lintasan dengan panjang lintasan pengukurannya 2 meter dan spasi yang digunakan sebesar 0,05 meter. Pengolahan data dilakukan dengan *software Res2Dinv* untuk memodelkan bawah permukaannya secara 2 dimensi.



Dari ketiga hasil pengukuran didapatkan bahwa nilai resistivitas yang didapatkan menunjukkan bahwa dengan metode geolistrik konfigurasi Dipole-dipole dapat menentukan letak dan posisi kedalaman batuan mangan. Namun pada penelitian ini penggambarannya kurang maksimal, hal ini dikarenakan perbedaan kekerasan pasir antar lapisan dan kedalaman titik datum pengukuran yang ditentukan sehingga pada pengukuran ketiga pencitraan batuan mangannya kurang begitu terlihat tidak seperti pada pencitraan pengukuran kedua.

## PRAKATA

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan berkah dan rahmatNya sehingga skripsi yang berjudul “Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-dipole untuk Mendeteksi Mineral Mangan (*Physical Modeling*)” dapat terselesaikan.

Skripsi ini disusun untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Kusno D.E.A., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Bapak Agus Supriyanto, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phill. sebagai Dosen Pembimbing Anggota, tanpa bimbingan beliau berdua skripsi ini tidak dapat berjalan dengan baik;
4. Bapak Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si. dan Bapak Sutisna, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota pengganti Dosen Pembimbing sebelumnya, tanpa bantuan, bimbingan serta kritik dan saran beliau berdua skripsi ini tidak dapat terselesaikan pada waktunya.
5. Ibu Nurul Priyantari, S.Si., M.Si. selaku Penguji I dan Dosen Pembimbing Akademik, yang telah memberikan banyak kontribusi, kritik, dan saran sekaligus tidak bosan-bosannya memberikan banyak sekali motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
6. Ibu Endhah Purwandari, S.Si., M.Si. selaku penguji II, yang telah memberikan banyak kritik, saran, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;

7. Budiono, Taufik Usman Wibowo, Edy Sutrisno, Sunarto, serta staf-staf dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah membantu dalam hal administrasi maupun bukan;
8. sahabat-sahabatku, Abdul Haris Nasution S.Si., Ayudha Candra Permana SE., Mahrus Ali Rafsanjani S.Si., Muhamad Yanuar Muslim S.Si. yang telah banyak memberi support;
9. Anang, Alfa, Arif, Beta, Caca, Rovin, Wawan yang telah memberikan banyak sekali bantuan tenaga, pikiran, dan selalu ada waktu dalam membantuku dalam pengambilan data menyelesaikan skripsi ini;
10. teman-teman Geophysics Club Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember atas bantuannya;
11. teman-teman angkatan 2004 Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
12. semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat benar-benar bermanfaat.

Jember, 31 Januari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUL.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
HALAMAN RINGKASAN .....	viii
HALAMAN PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang Masalah .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Manfaat .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Mineral Mangan (Mn) .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Metode Geolistrik.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Metode Konfigurasi Dipole-Dipole.....</b>	<b>13</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>15</b>

<b>3.3 Pengambilan Data .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Gambar Rangkaian dan Tabel Data Pengamatan.....</b>	<b>18</b>
3.4.1 Gambar Rangkaian .....	18
3.4.2 Tabel Pengamatan .....	18
<b>3.5 Pengolahan dan Analisa Data .....</b>	<b>19</b>
3.5.1 Pengolahan Data.....	19
3.5.2 Analisa Data.....	19
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Hasil.....</b>	<b>20</b>
4.1.1 Data Hasil Pengamatan.....	20
4.1.2 Konversi Hasil Data Penelitian.....	20
<b>4.2. Pembahasan.....</b>	<b>22</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>24</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>24</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>25</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>27</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pola aliran arus dan bidang ekipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan .....	10
Gambar 2.2 Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi Dipole-dipole ...	14
Gambar 3.1 Konfigurasi elektroda Dipole-dipole.....	17
Gambar 3.2 Rangkaian alat percobaan.....	18

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai resistivitas berbagai bahan mineral bumi.....	7
Tabel 3.1 Data pengamatan.....	18

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data hasil pengamatan.....	27
B. Foto penelitian.....	46



## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang kaya akan sumber daya alam, baik itu mineral logam, mineral non logam maupun mineral energi. Mineral-mineral seperti tembaga, besi, emas, perak, timah, nikel, mangan, aluminium tergolong sebagai mineral logam. Fosfat, mika, belerang, fluorit termasuk golongan mineral non logam sedangkan yang termasuk mineral energi adalah minyak, gas dan batubara (Soeharto, 2000).

Ada 12 unsur mineral terbesar yang terkandung dalam kerak bumi, salah satu contoh unsur tersebut adalah mangan (Mn). Mangan mempunyai warna abu-abu besi dengan kilap metalik sampai submetalik, kekerasan 2 – 6, berat jenis 4,8, massif, reniform, botriodal, stalaktit, serta kadang-kadang berstruktur fibrous dan radial. Sebagian besar mineral mangan banyak dijumpai di sekitar batu gamping atau batuan malihan yang sangat keras. Mangan tersebut membentuk suatu jalur diantara rekahan batu gamping atau berupa bolder. Singkapan mineral mangan ini bisa terlihat di lereng bukit dan tepian sungai di batuan malihan atau diantara jalur rekahan batu gamping. Di Indonesia, cadangan mangan cukup besar dan tersebar di berbagai lokasi. Potensi tersebut terdapat di Pulau Sumatera, Kepulauan Riau, Pulau Jawa, Pulau Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, dan Papua (Anonim : Tahapan Tahapan Eksplorasi Mineral, Januari 2011).

Mangan ditemukan sebagai unsur bebas dalam sifat dasarnya dan sering dicampur dengan besi, seperti mineral-mineral lainnya. Sebagai unsur bebas, mangan adalah logam yang penting dalam penggunaan dengan campuran logam-logam industri, terutama di dalam baja-baja anti karat. Oleh karena itu mangan juga dapat berfungsi sebagai penghantar listrik (konduktor) yang baik. Sifat dari mineral golongan logam ini mempunyai konduktivitas listrik yang sangat baik dan

mempunyai nilai resistivitas listrik yang rendah. Karena sifat kelistrikan ini mangan dapat diidentifikasi menggunakan aplikasi metode geolistrik

Metode geolistrik yaitu salah satu metode yang cukup banyak digunakan dalam dunia eksplorasi khususnya eksplorasi air tanah karena resistivitas dari batuan sangat sensitif terhadap kandungan airnya. Sebenarnya ide dasar dari metode ini sangatlah sederhana, yaitu dengan menganggap bumi sebagai suatu resistor. Metode geolistrik resistivitas berdasarkan tujuan penelitiannya dibagi menjadi 2 kelompok besar, yaitu metode *resistivity mapping* dan metode *resistivity sounding*. Metode geolistrik banyak digunakan dalam eksplorasi mineral maupun masalah lingkungan (Reynold, 1997). Metode geolistrik meliputi beberapa metode pengukuran kelistrikan seperti metode *Self Potential (SP)*, resistivitas, *elektromagnetik (EM)*, *Induced Polarization (IP)* dan lain-lain.

Metode geolistrik resistivitas bertumpu pada analisa distribusi resistivitas batuan. Data yang diperoleh merupakan data nilai resistivitas bawah permukaan. Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan *inverse* sehingga diperoleh variasi resistivitas dari suatu pelapisan tanah yang berasosiasi dengan struktur geologi di bawah permukaan (Loke, 1995). Pada metode ini dikenal banyak konfigurasi elektroda, diantaranya yang sering digunakan adalah konfigurasi Wenner, konfigurasi Schlumberger, konfigurasi Wenner-Schlumberger, konfigurasi *mise-a-la-masse* dan konfigurasi Dipole-dipole.

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi Dipole-dipole adalah salah satu dari beberapa metode geolistrik yang digunakan untuk menentukan nilai resistivitas (R) pada obyek yang diteliti. Metode ini dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada obyek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode *sounding* lain seperti konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger (Loke, 1995).

Aplikasi dari metode geolistrik resistivitas konfigurasi Dipole-dipole ini pernah dilakukan di daerah Takaai Kabupaten Kahayan Hulu, Kalimantan Tengah yang menunjukkan dengan jelas adanya 3 lapisan yaitu lapisan tanah penutup dengan

ketebalan rata-rata 3 meter, lapisan aluvium dengan ketebalan rata-rata 7 sampai 10 meter, dan batuan dasar pada kedalaman antara 10 sampai 15 meter (Priatna, 2000). Di daerah Sрати Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen Jawa tengah juga pernah dilakukan penelitian eksplorasi mineral mangan menggunakan metode geolistrik dipole-dipole yang hasilnya menyatakan bahwa di daerah tersebut terdapat keberadaan mangan pada kedalaman 5-40 meter (Winarti dan Ansori, 2009). Dan pada tahun 2006, Cahyani melakukan penelitian berobyek mangan dengan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole di daerah Baban Kecamatan Silo, Jember dengan skala lapang.

Berangkat dari beberapa penelitian di atas saya melakukan penelitian secara *physical modeling* dengan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole menggunakan obyek batuan yang diletakkan pada pasir homogen mangan untuk mengetahui nilai resistivitas semu yang bertujuan untuk mengetahui letak dan kedalaman mangan menggunakan skala laboratorium.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan letak dan kedalaman mangan menggunakan aplikasi metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole dengan *physical modeling*.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Posisi mangan yang diletakkan secara acak dengan kedalaman yang berbeda-beda.
2. Konfigurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konfigurasi dipole-dipole dengan skala laboratorium.
3. Pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv*.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai resistivitas obyek sehingga dapat mengetahui letak dan kedalaman mangan menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole secara *physical modeling* dengan skala laboratorium.

#### **1.5 Manfaat**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu informasi bagi masyarakat tentang metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole menggunakan *physical modeling* dan dapat memberi informasi tambahan bagi ilmu pengetahuan khususnya di bidang geofisika dan pertambangan.

## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Mineral adalah senyawa alami yang terbentuk melalui proses geologis. Istilah mineral termasuk tidak hanya bahan komposisi kimia tetapi juga struktur mineral. Mineral termasuk dalam komposisi unsur murni dan garam sederhana sampai silikat yang sangat kompleks dengan ribuan bentuk yang diketahui (senyawa organik biasanya tidak termasuk). Ilmu yang mempelajari mineral disebut mineralogi (Anonim : Mineral, Februari 2011). Istilah mineral dapat mempunyai bermacam-macam makna, sulit untuk mendefinisikan mineral dan oleh karena itu kebanyakan orang mengatakan, bahwa mineral ialah satu frase yang terdapat dalam alam. Sebagaimana kita ketahui ada mineral yang berbentuk : lempeng, tiang, limas, kubus (Anonim : Daftar Mineral, Februari 2011). Istilah dalam arti geologi yaitu mineral merupakan sumber daya sebagai bahan utama penyusun tanah, sumber daya mineral terbentuk sebagai hasil reaksi unsur kimiawi di dalam tanah. Sumber daya mineral tipe daerah pegunungan selatan Jawa merupakan sumber daya mineral tipe urat kwarsa epitermal yang mengandung logam mulia berasosiasi dengan logam dasar, dengan karakteristik sering ditemukannya logam mangan (Soeharto, 2000). Selain itu Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara Indonesia menyatakan bahwa mangan termasuk unsur terbesar yang terkandung dalam kerak bumi.

### **2.1 Mineral Mangan (Mn)**

Mangan adalah kimia logam aktif, abu-abu merah muda yang ditunjukkan pada simbol Mn dan nomor atom 25. Ini adalah elemen pertama di Grup 7 dari tabel periodik. Mangan merupakan 12 unsur paling berlimpah di kerak bumi (sekitar 0,1%) yang terjadi secara alamiah. Mangan merupakan logam keras dan sangat rapuh. Sulit untuk meleleh, tetapi mudah teroksidasi. Mangan bersifat reaktif ketika murni, dan

sebagai bubuk itu akan terbakar dalam oksigen, bereaksi dengan air dan larut dalam asam encer, menyerupai besi tapi lebih keras dan lebih rapuh (Halimah, 2010).

Dalam tabel periodik unsur kimia, mangan memiliki lambang Mn dengan nomor atom 25. Unsur kimia adalah zat kimia yang tidak dapat diubah menjadi zat kimia lain dengan cara biasa dan tidak dapat dipisah menjadi zat yang lebih kecil. Unsur-unsur kimia dalam bentuk tabel ditampilkan dalam bentuk tabel periodik unsur-unsur kimia. Nomor atom adalah angka yang menunjukkan jumlah proton dalam inti atom yang berarti bahwa Mangan memiliki 25 jumlah proton dalam inti atomnya. Mangan ditemukan sebagai unsur bebas dalam sifat dasarnya dan sering dicampur dengan besi, seperti mineral-mineral lainnya. Sebagai unsur bebas, mangan adalah logam yang penting dalam penggunaan dengan campuran logam-logam industri, terutama di dalam baja-baja anti karat. Mangan mempunyai warna putih-kelabu dan menyerupai besi. Mangan berkilap metalik sampai submetalik, kekerasan 2 – 6, berat jenis 4,8, reniform, massif, botriodal, stalaktit, dan kadang-kadang berstruktur radial dan berserat. Mangan adalah logam keras dan sangat rapuh, bisa dileburkan dan disatukan walaupun sulit, tetapi sangat mudah untuk mengoksidasi mangan. Logam mangan dan ion-ion mempunyai daya magnet yang kuat. Lapisan bijih terpenting dalam mangan adalah pyrolusite ( $MnO_2$ ). Sebagian besar dari lapisan bijih mangan yang termasuk penting secara ekonomis berhubungan dekat dengan lapisan bijih besi. Sumber-sumber dari pengelolaan di daratan termasuk besar dan dapat ditemukan di Afrika Selatan, Ukraina, dan persediaan mangan-mangan penting lainnya ada di Australia, Cina, India, Brazil dan Gabon (Anonim : Produksi Mangan, Februari 2011).

Mineral mangan termasuk unsur logam peralihan pada sistem tabel periodik. Sifat dari mineral golongan logam ini mempunyai sifat konduktivitas listrik yang sangat baik dan mempunyai nilai resistivitas listrik yang rendah. Resistivitas merupakan suatu parameter yang bergantung pada sifat-sifat material penghantar. Resistivitas juga merupakan perbandingan antara kuat medan listrik dengan rapat

arus, dengan teori arus dapat mengalir bila ada beda potensial atau diberikan medan listrik (dalam suatu konduktor) sehingga rapat arus yang timbul :

$$\bar{J} = \frac{\bar{E}}{\rho} \quad 2.1$$

dimana :  $\rho$  = Resistivitas ( $\Omega m$ )

$\bar{E}$  = Medan arus listrik ( $V/m$ )

$\bar{J}$  = Rapat arus ( $A/m^2$ )

Disebutkan nilai resistivitas mineral mangan pada tabel material-material tanah berikut :

Tabel 2.1 Nilai resistivitas berbagai bahan mineral bumi.

Material	Resistivitas pada 20 <sup>0</sup> C ( $\Omega m$ )
Udara	0
Air asin	0,2
Air tanah	0,5 - 200
Lempung	1-100
Pasir	1-1.000
Tembaga	1,7
Magnesium	4,2
Besi	10,1
Khrom	13,2
Aluvium	10-800
Mangan	44 -160
Kerikil	100-600
Batu Pasir	200-8.000
Gamping	400-5000
Karbon	3000

(Sumber : Telford, 1990)

Hal ini bertolak belakang dengan formasi *background* dari potensi ini yaitu formasi batu gamping. Batu gamping mempunyai nilai konduktivitas listrik yang sangat rendah dan nilai resistivitas listrik yang tinggi. Konduktivitas listrik adalah kemampuan dari batuan dalam menghantarkan arus listrik.

Berdasarkan harga resistivitasnya, batuan dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu:

- Konduktor baik :  $10^{-6} < \rho < 1 \Omega \text{ m}$
- Konduktor pertengahan :  $1 < \rho < 10^7 \Omega \text{ m}$
- Isolator :  $\rho > 10^7 \Omega \text{ m}$

## 2.2 Metode Geolistrik

Metode pengamatan geofisika pada dasarnya adalah mengamati gejala-gejala gangguan yang terjadi pada keadaan normal. Gangguan ini dapat bersifat statik dapat juga bersifat dinamik, yaitu gangguan yang dipancarkan ke bawah permukaan bumi. Gejala gangguan yang terdapat pada keadaan normal disebut dengan anomali. Metode Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara pendeteksian di permukaan bumi. Diantaranya meliputi pengukuran potensial, pengukuran arus medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alami maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak macam, termasuk di dalamnya yaitu : Metode Potensial Diri / *Self Potential (SP)*, Metode Resistivitas / Tahanan Jenis, Arus *Telluric*, *Magnetotelluric*, Potensial terimbas (Reynold, 1997).

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di dalam bumi. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial, hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di permukaan. Dari beda potensial



yang diukur dapat ditentukan variasi resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran (Reynold, 1997).

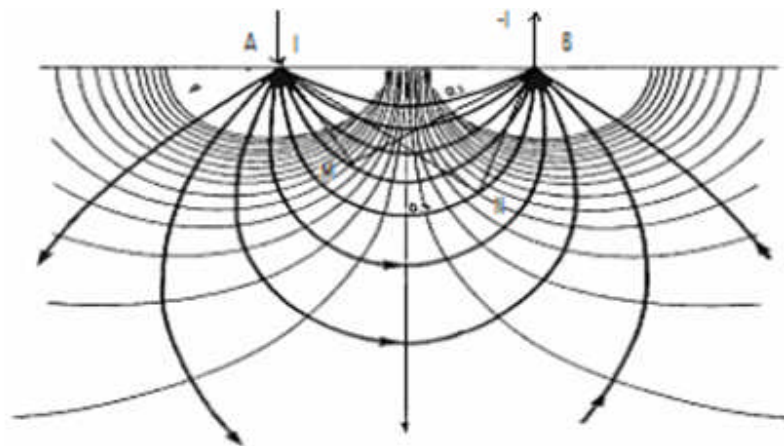
Di dalam metode geolistrik resistivitas ini terdapat 2 macam metode dalam pengambilan datanya, yaitu : metode geolistrik resistivitas *mapping* dan metode geolistrik resistivitas *sounding*. Metode resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan tanah bawah permukaan secara horizontal. Sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas batuan di dalam permukaan bumi secara vertikal.

Penggunaan metode geolistrik pertama kali digunakan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Dirrect 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 AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam (Damtoro, 2007:5).

Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui dua buah elektroda tegangan M dan N yang jaraknya lebih pendek daripada jarak elektroda AB. Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi pada kedalaman yang lebih besar.

Menurut Damtoro (2007:5) dengan asumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh dari jarak AB yang biasa disebut  $AB/2$  (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan dari injeksi ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari  $AB/2$ . Umumnya metode geolistrik yang sering digunakan adalah yang menggunakan 4 buah elektroda yang

terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) di bagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) di bagian dalam. Gambar di bawah ini adalah ilustrasi garis *equipotential* yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi.



Gambar 2.1 Pola Aliran arus Dan Bidang *Equipotential* Antara Dua Elektroda Arus Dengan Polaritas Berlawanan (Sumber : Bahri, 2005)

Pada Gambar 2.1 yang menyerupai setengah lingkaran dapat dilihat sebaran arus pada permukaan akibat arus listrik yang dikirim ke bawah permukaan. Garis tegas menunjukkan arus yang dikirim mengalami respon oleh suatu lapisan yang homogen. Sedangkan arus putus-putus menunjukkan arus normal dengan nilai yang sama. Garis-garis tersebut disebut dengan garis *equipotential*. Dimana medan listrik titik sumber di dalam bumi dianggap memiliki simetri bola (Rosyidah, 2005:6). Hukum Ohm yang berlaku pada medium homogen yang menghubungkan rapat arus  $\bar{J}$  (*current density*) dengan medan listrik  $E$  (dalam Volt/meter) melalui persamaan :

$$\bar{J} = \sigma \bar{E} \quad 2.2$$

Dalam bentuk yang identik dengan hukum Ohm untuk rangkaian listrik sederhana ( $V = RI$ ) persamaan dapat dituliskan sebagai :

$$\bar{E} = \rho \cdot \bar{J} \quad 2.3$$

Mengingat medan listrik adalah gradien potensial listrik ( $\bar{E} = -\nabla V$ ) sehingga

persamaan (2.2) menjadi :

$$\bar{J} = -\sigma \nabla V \quad 2.4$$

Jika tidak ada sumber arus (*current source*) pada suatu volume yang dilingkupi oleh

permukaan  $A$  maka  $\nabla \cdot \bar{J} = 0$  sehingga :

$$\nabla \cdot \bar{J} = \nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0 \quad 2.5$$

Dengan menggunakan teorema vektor,  $\nabla \cdot (\phi A) = \nabla \phi \cdot A + \phi \nabla \cdot A$  didapat :

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \quad 2.6$$

Sehingga didapat persamaan untuk ruang homogen isotropis, yang juga merupakan persamaan Laplace :

$$\nabla^2 V = 0 \quad 2.7$$

Sedangkan permukaan yang dilalui arus  $I$  adalah permukaan setengah bola pada gambar 2.7 dengan luas  $2\pi r$ , dan ditinjau dari suatu medium yang homogen maka arus  $I$  yang melalui satu elemen luas  $dA$  adalah :

$$I = \bar{J} \cdot d\bar{A} \quad \text{sehingga,} \quad 2.8$$

$$I = -2\pi r^2 \sigma \frac{\partial V}{\partial r} = -2\pi A$$

dimana  $J$  = rapat arus listrik =  $-\sigma \frac{\partial \bar{V}}{\partial \bar{r}}$

Untuk konstanta integrasi A dalam setengah bola yaitu :

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad 2.9$$

$$V = -\frac{A}{r} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right)\frac{1}{r} \quad 2.10$$

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad 2.11$$

Kombinasi dari jarak AB/2, jarak MN/2, besarnya arus listrik yang dialirkan serta tegangan listrik yang terjadi akan didapat suatu harga resistivitas semu (*Apparent Resistivity*). Disebut resistivitas semu karena resistivitas yang dihitung tersebut merupakan gabungan dari banyak lapisan batuan di bawah permukaan yang dilalui arus listrik. Resistivitas semu dapat dikatakan sebagai resistivitas medium homogen ekuivalen. Artinya jika medium setengah-ruang tak-homogen digantikan oleh suatu medium homogen dengan harga resistivitas  $\rho_a$  maka arus sebesar I akan menghasilkan potensial sebesar V pada elektroda-elektroda dengan faktor geometri K. Meskipun resistivitas semu tidak mencerminkan secara langsung resistivitas medium, distribusi harga resistivitas semu hasil pengukuran mengandung informasi mengenai distribusi resistivitas medium. Bila satu set hasil pengukuran resistivitas semu dari jarak AB terpendek sampai terpanjang tersebut digambarkan pada grafik logaritma ganda dengan jarak AB/2 sebagai sumbu-X dan resistivitas semu sebagai sumbu-Y, maka akan didapat suatu bentuk kurva data geolistrik. Dari kurva tersebut bisa dihitung dan diduga sifat lapisan batuan di bawah permukaan.

Metode geolistrik lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 2000 m atau 4000 m. Kegunaan metode ini untuk mengetahui karakteristik lapisan bawah permukaan sampai kedalaman 300-500 m, sangat berguna untuk mengetahui kemungkinan adanya lapisan *aquifer* yaitu lapisan batuan yang merupakan lapisan pembawa air. Umumnya yang dicari adalah *confined aquifer* yaitu lapisan *aquifer* yang diapit oleh lapisan batuan kedap air (misalnya lapisan lempung) pada bagian

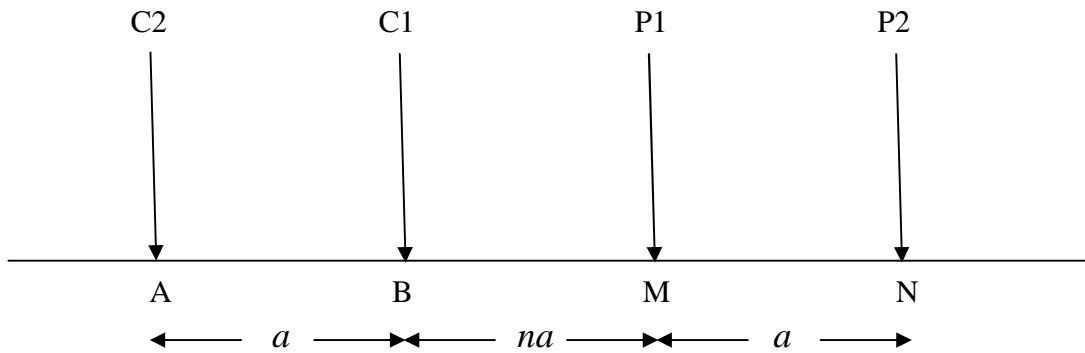
bawah dan bagian atas. *Confined aquifer* ini mempunyai *recharge* yang relatif jauh, sehingga ketersediaan air tanah di bawah titik bor tidak terpengaruh oleh perubahan cuaca setempat. Geolistrik ini dapat mendeteksi adanya lapisan tambang yang mempunyai kontras resistivitas dengan lapisan batuan pada bagian atas dan bawahnya. Bisa juga untuk mengetahui perkiraan kedalaman *bedrock* untuk fondasi bangunan. Metode geolistrik juga dapat untuk menduga adanya panas bumi atau *geothermal* di bawah permukaan. Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda arus, dikenal beberapa jenis metode geolistrik resistivitas.

### 2.3 Metode Konfigurasi Dipole-Dipole

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada obyek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode *sounding* lainnya seperti konfigurasi wenner dan konfigurasi schlumberger. Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke, 1999).

Susunan elektroda konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada gambar 2.2. Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu  $a$ . Konfigurasi ini mempunyai faktor lain yaitu  $n$  yang merupakan rasio jarak antara elektroda  $C_1$  dan  $P_1$  ke  $C_2 - C_1$  atau  $P_1 - P_2$  dengan jarak pisah  $a$ .

Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian pemindahan elektroda arus pada spasi  $n$  berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir di penampang itu



Gambar 2.2 Elektroda arus dan potensial pada konfigurasi dipole-dipole (Sumber : Reynolds, 1997)

Nilai resistivitas semu dari konfigurasi dipole-dipole adalah

$$\rho = K.R \quad 2.12$$

dengan K adalah faktor geometri :

$$K = n(n + 1)(n + 2)\pi a \quad 2.13$$

## **BAB 3. METODELOGI PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Geofisika Fakultas MIPA Universitas Jember, yang dilaksanakan pada bulan November 2011. Penelitian ini berskala laboratorium dengan obyek yang diteliti berupa batuan mangan (Mn) yang dipendam di dalam pasir.

### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Sumber Arus AC
- b. 2 Multimeter digital
- c. 2 Elektroda arus
- d. 2 Elektroda potensial
- e. Kabel-kabel penghubung
- f. Meteran
- g. 3 buah batuan Mangan
- h. Bak berisi pasir
- i. Lampu

Bak pasir yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari kayu dengan ukuran panjang 270 cm, lebar 130 cm, tinggi 100 cm serta tinggi pasir 50 cm.

### 3.3 Pengambilan Data

Pengukuran resistivitas secara umum dilakukan dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui dua elektroda arus ( $C_1$  dan  $C_2$ ), dan mengukur hasil beda potensial yang ditimbulkannya pada dua elektroda potensial ( $P_1$  dan  $P_2$ ).

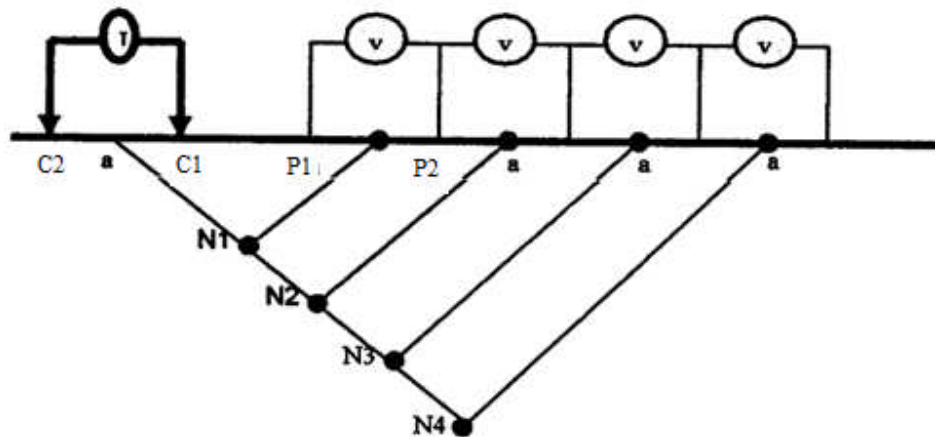
Langkah pengambilan data dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Pembuatan peta lintasan pengukuran.

Membuat denah lintasan pengukuran metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole, pembuatan lintasan menggunakan 1 lintasan namun dilakukan dengan 3 kali pengukuran. Lintasan pengukuran dibuat jarak dengan panjang 200 cm dan spasi 5 cm.

2. Menempatkan lokasi titik pengukuran di dalam bak pasir.
3. Menyusun rangkaian alat dengan menghubungkan elektroda dan kabel penghubung ke multimeter dan lampu, dimana elektroda arus ( $C_1$  dan  $C_2$ ) ditanam pada titik awal dan elektroda potensial ( $P_1$  dan  $P_2$ ) diletakkan sejauh  $n \times 5$  cm.
4. Mengaktifkan multimeter, kemudian menginjeksikan arus listrik ( $C_1$  dan  $C_2$ ) ke titik pada setiap titik pengukuran. Kemudian meletakkan multimeter satunya pada  $a$  untuk menentukan pengukuran beda potensial ( $P_1$  dan  $P_2$ ).
5. Dari pengukuran ini didapatkan titik-titik datum dimana letak titik datum tersebut ada pada  $\frac{1}{2}(\text{jarak } (C_1 - C_2) + \text{jarak } (P_1 - P_2) + (n \times 5))$  cm.





Gambar 3.1 Konfigurasi elektroda Dipole-dipole (Sumber : Winarti dan Ansori ,2009)

6. Memindahkan posisi elektroda arus ( $C_1$  dan  $C_2$ ) dan potensial ( $P_1$  dan  $P_2$ ) pada titik-titik pengukuran yang lain disertai dengan menginjektikan arus dan mencatat arus ( $I$ ) dan beda potensial ( $V$ ) yang kemudian memperoleh nilai resistivitas ( $R$ ) pada titik datum tersebut.
7. Pengambilan data dilakukan dengan 3 variasi pengukuran yang meliputi :
  - Pengukuran pertama : pasir tanpa obyek batuan mangan
  - Pengukuran kedua : menyisipkan 1 batuan mangan pada pasir
  - Pengukuran ketiga : menyisipkan 3 batuan mangan pada pasir



### **3.5 Pengolahan dan Analisa Data**

#### **3.5.1 Pengolahan Data**

Data pengamatan yang diperoleh hasil pengukuran adalah nilai arus ( $I$ ), beda potensial ( $V$ ), dan jarak spasi ( $n$ ). Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai faktor geometri ( $K$ ) dan resistivitas ( $R$ ) sehingga nilai resistivitas semu ( $\rho$ ) didapatkan dari persamaan 2.12 dan 2.13 dengan menggunakan *software Res2Dinv* untuk memodelkan kondisi bawah permukaan tanah secara 2 dimensi.

#### **3.5.2 Analisa Data**

Dari hasil pengolahan data diperoleh penampang lintang resistivitas. Penampang lintang ini berisi sebaran nilai resistivitas yang diwakili oleh warna-warna yang berbeda. Dengan demikian analisa data dilakukan secara kualitatif terhadap peta penampang lintang resistivitas 2D, sehingga akan diperoleh sebaran mineral mangan (Mn) yang ditunjukkan dengan nilai resistivitas.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

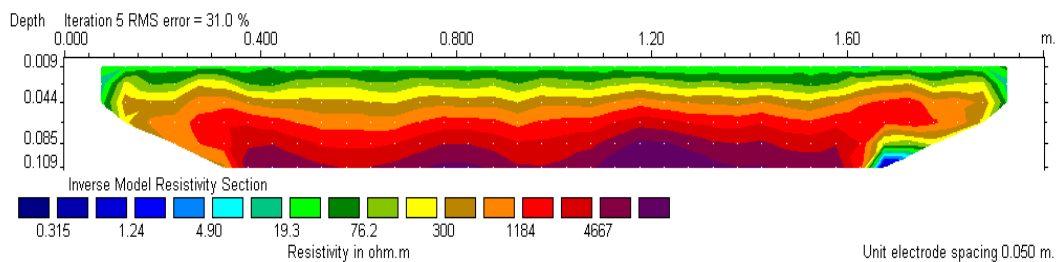
#### 4.1.1 Data Hasil Pengamatan

Dari hasil penelitian geolistrik untuk menentukan letak dan kedalaman mangan (Mn) di dalam bak yang berisi pasir homogen di Laboratorium Geofisika Fakultas MIPA Universitas Jember, diperoleh data nilai-nilai resistivitas (R) pada (Lampiran) yang setelah dikalikan dengan faktor geometrinya (K), dengan  $K = \frac{n(n+1)(n+2)\pi a}{\dots}$ , sehingga diperoleh nilai-nilai resistivitas semu ( $\rho$ ) pada setiap titik pengukuran resistivitas. Dari hasil tersebut dilakukan konversi data dengan *software Res2Dinv*.

#### 4.1.2 Konversi Hasil Data Penelitian

Dari hasil konversi menggunakan *software Res2Dinv* didapatkan suatu gambar penampang topografi dari pencitraan bawah permukaan yang menggambarkan kedalaman dan sebaran mineral.

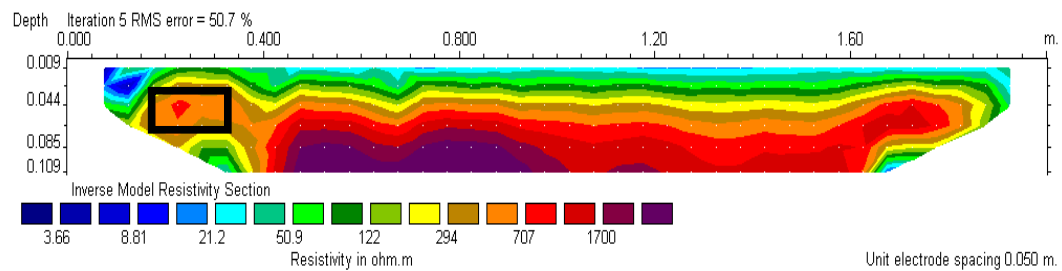
##### 1. Pengukuran pertama.



Gambar 4.1 Hasil pencitraan distribusi nilai resistivitas pada pengukuran pertama

Berdasarkan hasil pengukuran setelah diolah dengan *software Res2Dinv*, diperoleh nilai resistivitas bawah permukaan antara 0,315  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 4667  $\Omega\text{m}$ .

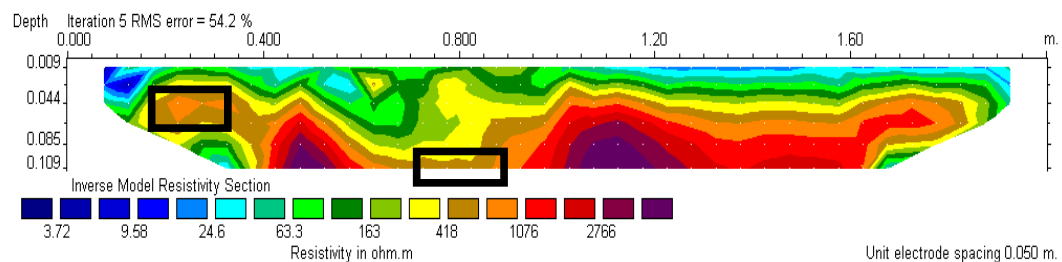
## 2. Pengukuran kedua



Gambar 4.2 Hasil pencitraan distribusi nilai resistivitas pada pengukuran kedua

Berdasarkan hasil pengukuran setelah diolah dengan *software Res2Dinv*, diperoleh nilai resistivitas bawah permukaan antara 3,66  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 1700  $\Omega\text{m}$ .

## 3. Pengukuran ketiga



Gambar 4.3 Hasil pencitraan distribusi nilai resistivitas pada pengukuran ketiga

Berdasarkan hasil pengukuran setelah diolah dengan *software Res2Dinv*, diperoleh nilai resistivitas bawah permukaan antara 3,72  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 2766  $\Omega\text{m}$ .

## 4.2 Pembahasan

Pengukuran menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole untuk mengetahui kedalaman mangan (Mn) merupakan gambaran bawah permukaan pada bak berisi pasir. Mineral mangan merupakan salah satu material yang paling banyak ditemukan di bumi, material ini bersifat konduktif dan memiliki resistivitas yang rendah. Penelitian ini dilakukan dengan memakai 1 lintasan dengan panjang adalah 2m dengan spasi 0,05m menggunakan 3 variasi pengukuran yaitu :

1. Hanya mengukur pasir tanpa obyek batuan mangan
2. Menambahkan 1 batuan mangan
3. Menambahkan 3 batuan mangan

Hasil dari pengukurannya diolah dengan *software Res2Dinv* dan mendapatkan hasil seperti pada gambar 4.1, 4.2, dan 4.3.

Pada pengukuran pertama didapatkan nilai resistivitas bawah permukaan antara 0,315  $\Omega$ m sampai dengan 4667  $\Omega$ m. Hasil ini diperoleh dari pengukuran pasir tanpa obyek batuan mangan dengan kedalaman antara 0,009-0,109 meter. Gambar yang didapatkan menunjukkan beberapa lapisan warna yang menunjukkan bahwa nilai resistivitas antar lapisannya berbeda. Hal ini terjadi karena perbedaan kekerasan pasir mulai bagian atas sampai bawah. Pada bagian atas pasirnya tidak terlalu keras sedangkan semakin bawah pasirnya semakin keras. Meskipun pada Gambar 4.1 didapatkan beberapa perbedaan warna pada lapisan-lapisannya namun perbedaan tersebut konsisten mengikuti panjang lintasannya karena pada pengukuran ini hanya mengukur resistivitas pasir saja tanpa adanya batuan mangan di dalamnya namun tingkat kekerasan pasirlah yang menyebabkan perbedaan warna pada Gambar 4.1 ini.

Pada pengukuran kedua didapatkan nilai resistivitas bawah permukaan antara 3,66  $\Omega$ m sampai dengan 1700  $\Omega$ m. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada kedalaman 0,044 meter pada panjang 0,25 meter terdapat anomali berupa perbedaan warna yang menunjukkan nilai resistivitas sebesar 707  $\Omega$ m. Anomali ini terjadi karena pada daerah itu terdapat batuan mangan yang ditanam di dalamnya. Namun pada pengukuran kedua ini daerah yang tidak terdapat batuan mangan nilai resistivitasnya

juga berubah pada daerah yang berada di dekat batuan mangan karena pengaruh gelombang listrik yang diakibatkan oleh batuan mangan tersebut namun pada daerah selanjutnya nilai resistivitasnya konsisten lagi karena memang tidak ada pengaruh apapun selain pasir itu sendiri.

Pada pengukuran terakhir dilakukan dengan menanamkan 3 buah batuan mangan pada dua titik. Pengukuran ketiga ini dilakukan dengan meneruskan pengukuran kedua dan menambahkan lagi 2 buah batuan mangan yang ditanam di 1 titik. Pada Gambar 4.3 ini didapatkan nilai resistivitas bawah permukaan antara 3,72  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 2766  $\Omega\text{m}$ . Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada kedalaman 0,044 meter pada panjang 0,25 meter terdapat anomali mangan yang ditunjukkan dengan nilai resistivitas sebesar 1076  $\Omega\text{m}$  dan pada kedalaman 0,065-0,109 meter dan panjang antara 0,75-0,85 meter juga terdapat anomali mangan yang telah ditanam pada titik tersebut secara berjajar yang menunjukkan nilai resistivitas sebesar 418  $\Omega\text{m}$  namun pada titik ini pencitraan batuan mangannya kurang terlihat jelas, hal ini dikarenakan pengambilan data yang dilakukan hanya mencapai n-8 sehingga hanya terlihat seperti potongan saja karena tidak terukur semua dimensi batuan mangannya.

## **BAB V. PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Dari ketiga hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas yang didapatkan menunjukkan bahwa dengan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole dapat menentukan letak dan posisi kedalaman batuan mangan. Namun penggambarannya kurang maksimal, hal ini dikarenakan perbedaan kekerasan pasir antar lapisan dan kedalaman titik datum pengukuran yang ditentukan sehingga pada pengukuran ketiga penggambaran batuan mangannya kurang begitu terlihat tidak seperti pada gambar pengukuran kedua.

### **5.2 Saran**

Beberapa saran yang dapat penulis kemukakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Obyek yang digunakan sebaiknya menggunakan obyek yang bagus (tidak ada campuran pada obyek yang diteliti) sehingga didapatkan citra resistivitas bawah permukaan dengan hasil pengolahan data yang maksimal menggunakan *software Res2Dinv*.
2. Sebaiknya penentuan kedalaman titik datum lebih direncanakan dengan matang sehingga hasil yang didapatkan lebih jelas dan akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

### Buku

- Loke, M. H. 1995. *Least Squares Deconvolution of Apperent Resistivity Psedosection*. Geophysics. Malaysia.
- Loke, M.H. 1999. *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies*. Malaysia. Penang.
- Priatna, B. 2000. *Aplikasi Metode Geofisika dalam Eksplorasi Mineral Logam dan Batubara*. Bandung. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi. Pusat Sumber Daya Geologi.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. New York : John Wiley & Sons.
- Telford, W M, et al. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York : Cambridge University Press.

### Jurnal

- Priatna, B. 2000. *Aplikasi Metode Geofisika dalam Eksplorasi Mineral Logam dan Batubara*. Bandung. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi. Pusat Sumber Daya Geologi.
- Soeharto. R, Simpwee. 2000. *Hasil Eksplorasi Mineral Logam di Jalur Busur Magmatik Sunda-Banda*. Subdit Eksplorasi Mineral Logam. Jurnal

### Skripsi/Tesis

- Cahyani, 2006. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Dipole-dipole pada Daerah Potensi Sumber Daya Mineral Logam* .Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Jember : FMIPA Unej.
- Rosyidah, S. Yuliatur. 2005. *Pencitraan Obyek Sederhana Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Jember : FMIPA Unej.
- Winarti dan Ansori, 2009. *Studi Induced Polarization (IP) untuk Eksplorasi Mineral Mangan di Daerah Sрати, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah*. Yogyakarta.

**Internet**

Anonim. 2011. "*Tahapan Tahapan Eksplorasi Mineral*" [serial on line].  
<http://geoatlasindonesia.com/mineral.html>.  
[Januari 2011]

Anonim. 2011. "*Mangan (Mn)*" [serial on line].  
<http://lovekimiabanget.blogspot.com/2010/04/mangan-mn.html>.  
[Februari 2011]

Anonim. 2011. "*Mineral*" [serial on line].  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Mineral>.  
[Februari 2011]

Anonim. 2011. "*Daftar Mineral*" [serial on line].  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar\\_mineral](http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_mineral)  
[Februari 2011]

Anonim. 2011. "*Produksi Mangan*" [serial on line].  
<http://www.pam-group.com/pamabout.htm>  
[Februari 2011]

Damtoro, Juswanto. 2007. *Geologi & Geolistrik*. [On line]  
[http:// www.geolistrik.com /Home.php](http://www.geolistrik.com/Home.php)  
[19 April 2007]

Halimah, 2010. *Mangan*. Blogspot Lovekimiabanget.

## LAMPIRAN

### A. Data Hasil Pengamatan

#### PENGUKURAN 1

No	X (cm)	a (m)	n	V (mV)	I (mA)	R ( $\Omega$ )	K (m)	$\rho$ ( $\Omega$ m)
1	7,5	0,05	1	3340	112,2	29,77	0,94	28,04
	12,5	0,05	2	1700	112,2	15,15	3,77	57,09
	17,5	0,05	3	1480	111,5	13,27	9,42	125,04
	22,5	0,05	4	950	110,4	8,61	18,84	162,12
	27,5	0,05	5	760	110,5	6,88	32,97	226,76
	32,5	0,05	6	670	109,4	6,12	52,75	323,07
	37,5	0,05	7	300	108,7	2,76	79,13	218,38
	42,5	0,05	8	200	108,6	1,84	113,04	208,18
2	12,5	0,05	1	3160	101,9	31,01	0,94	29,21
	17,5	0,05	2	2070	103,7	19,96	3,77	75,21
	22,5	0,05	3	1160	103,6	11,20	9,42	105,47
	27,5	0,05	4	1060	100,6	10,54	18,84	198,51
	32,5	0,05	5	700	102,6	6,82	32,97	224,94
	37,5	0,05	6	660	103,4	6,38	52,75	336,71
	42,5	0,05	7	580	103,4	5,61	79,13	443,85
	47,5	0,05	8	420	104,6	4,02	113,04	453,89
3	17,5	0,05	1	4060	106,4	38,16	0,94	35,94
	22,5	0,05	2	2200	104,7	21,01	3,77	79,17
	27,5	0,05	3	1640	105,6	15,53	9,42	146,30
	32,5	0,05	4	1160	104,7	11,08	18,84	208,73
	37,5	0,05	5	900	104	8,65	32,97	285,32
	42,5	0,05	6	700	102,9	6,80	52,75	358,86
	47,5	0,05	7	540	103,4	5,22	79,13	413,24
	52,5	0,05	8	540	106,1	5,09	113,04	575,32
4	22,5	0,05	1	3800	104,3	36,43	0,94	34,32
	27,5	0,05	2	2450	103,1	23,76	3,77	89,54
	32,5	0,05	3	1550	101,2	15,32	9,42	144,28
	37,5	0,05	4	1050	102,8	10,21	18,84	192,43
	42,5	0,05	5	830	102,4	8,11	32,97	267,24
	47,5	0,05	6	590	102,4	5,76	52,75	303,94
	52,5	0,05	7	590	108,5	5,44	79,13	430,28

	57,5	0,05	8	500	105,6	4,73	113,04	535,23
5	27,5	0,05	1	5840	105,4	55,41	0,94	52,19
	32,5	0,05	2	2840	104,8	27,10	3,77	102,11
	37,5	0,05	3	1550	104,8	14,79	9,42	139,32
	42,5	0,05	4	1200	104,7	11,46	18,84	215,93
	47,5	0,05	5	920	104,2	8,83	32,97	291,10
	52,5	0,05	6	740	104,5	7,08	52,75	373,55
	57,5	0,05	7	620	102,3	6,06	79,13	479,56
	62,5	0,05	8	590	103,8	5,68	113,04	642,52
6	32,5	0,05	1	3580	98,6	36,31	0,94	34,20
	37,5	0,05	2	2050	99,1	20,69	3,77	77,95
	42,5	0,05	3	1340	98,7	13,58	9,42	127,89
	47,5	0,05	4	1120	99,8	11,22	18,84	211,43
	52,5	0,05	5	780	98,7	7,90	32,97	260,55
	57,5	0,05	6	740	99,4	7,44	52,75	392,72
	62,5	0,05	7	550	101,5	5,41	79,13	428,77
	67,5	0,05	8	480	102,4	4,69	113,04	529,88
7	37,5	0,05	1	2920	101,2	28,85	0,94	27,18
	42,5	0,05	2	1480	100	14,8	3,77	55,77
	47,5	0,05	3	1100	102,1	10,77	9,42	101,49
	52,5	0,05	4	950	101,3	9,38	18,84	176,68
	57,5	0,05	5	720	98,9	7,28	32,97	240,02
	62,5	0,05	6	520	100	5,2	52,75	274,31
	67,5	0,05	7	470	100	4,7	79,13	371,90
	72,5	0,05	8	430	100,3	4,29	113,04	484,62
8	42,5	0,05	1	2650	103,4	25,63	0,94	24,14
	47,5	0,05	2	1900	101,9	18,65	3,77	70,26
	52,5	0,05	3	1240	102,5	12,10	9,42	113,96
	57,5	0,05	4	840	101,8	8,25	18,84	155,46
	62,5	0,05	5	590	102,3	5,77	32,97	190,15
	67,5	0,05	6	560	101,7	5,51	52,75	290,47
	72,5	0,05	7	440	101,4	4,34	79,13	343,36
	77,5	0,05	8	440	100,4	4,38	113,04	495,39
9	47,5	0,05	1	3960	98,6	40,16	0,94	37,83
	52,5	0,05	2	1910	103,1	18,53	3,77	69,80
	57,5	0,05	3	1110	101,3	10,96	9,42	103,22
	62,5	0,05	4	780	101,7	7,66	18,84	144,50
	67,5	0,05	5	630	101,3	6,22	32,97	205,05

	72,5	0,05	6	530	101,4	5,23	52,75	275,73
	77,5	0,05	7	410	102,4	4	79,13	316,82
	82,5	0,05	8	350	102,1	3,43	113,04	387,50
10	52,5	0,05	1	3700	101,3	36,53	0,94	34,41
	57,5	0,05	2	2160	102,1	21,16	3,77	79,71
	62,5	0,05	3	1450	101,3	14,33	9,42	134,84
	67,5	0,05	4	990	101,2	9,78	18,84	184,30
	72,5	0,05	5	740	100,6	7,36	32,97	242,52
	77,5	0,05	6	580	100,8	5,75	52,75	303,53
	82,5	0,05	7	530	101,3	5,23	79,13	414
	87,5	0,05	8	400	100,5	3,98	113,04	449,91
11	57,5	0,05	1	3510	103,2	34,01	0,94	32,04
	62,5	0,05	2	1470	102,8	14,30	3,77	53,88
	67,5	0,05	3	1180	102,6	11,50	9,42	108,34
	72,5	0,05	4	920	103,8	8,86	18,84	166,98
	77,5	0,05	5	690	103,1	6,69	32,97	220,65
	82,5	0,05	6	520	100,8	5,16	52,75	272,13
	87,5	0,05	7	420	101,7	4,13	79,13	326,78
	92,5	0,05	8	400	102,3	3,91	113,04	441,99
12	62,5	0,05	1	3160	104,5	30,24	0,94	28,49
	67,5	0,05	2	1560	103,1	15,13	3,77	57,01
	72,5	0,05	3	1170	101,5	11,53	9,42	108,58
	77,5	0,05	4	900	103,8	8,67	18,84	163,35
	82,5	0,05	5	680	104,3	6,52	32,97	214,95
	87,5	0,05	6	540	101,3	5,33	52,75	281,21
	92,5	0,05	7	400	102,8	3,89	79,13	307,89
	97,5	0,05	8	360	103,1	3,49	113,04	394,71
13	67,5	0,05	1	3500	101,4	34,52	0,94	32,51
	72,5	0,05	2	2010	103,1	19,50	3,77	73,46
	77,5	0,05	3	1290	104,5	12,34	9,42	116,29
	82,5	0,05	4	960	103,3	9,29	18,84	175,09
	87,5	0,05	5	740	102,3	7,23	32,97	238,49
	92,5	0,05	6	530	103,4	5,13	52,75	270,39
	97,5	0,05	7	430	103,6	4,15	79,13	328,43
	102,5	0,05	8	370	102,6	3,61	113,04	407,65
14	72,5	0,05	1	3790	103,5	36,62	0,94	34,49
	77,5	0,05	2	2110	105,4	20,02	3,77	75,43
	82,5	0,05	3	1550	107,6	14,41	9,42	135,70

	87,5	0,05	4	1040	102,3	10,17	18,84	191,53
	92,5	0,05	5	840	104,5	8,04	32,97	265,02
	97,5	0,05	6	540	102,4	5,27	52,75	278,18
	102,5	0,05	7	480	103,2	4,65	79,13	368,04
	107,5	0,05	8	470	105,1	4,47	113,04	505,51
15	77,5	0,05	1	3260	104,3	31,26	0,94	29,44
	82,5	0,05	2	2110	99,7	21,16	3,77	79,74
	87,5	0,05	3	1230	101,7	12,09	9,42	113,93
	92,5	0,05	4	960	102,1	9,40	18,84	177,14
	97,5	0,05	5	620	103,1	6,01	32,97	198,27
	102,5	0,05	6	500	101,4	4,93	52,75	260,12
	107,5	0,05	7	420	100,8	4,17	79,13	329,7
	112,5	0,05	8	360	103,4	3,48	113,04	393,56
16	82,5	0,05	1	2840	103,1	27,55	0,94	25,95
	87,5	0,05	2	1610	101,8	15,82	3,77	59,59
	92,5	0,05	3	1020	103,5	9,86	9,42	92,83
	97,5	0,05	4	640	101,8	6,29	18,84	118,44
	102,5	0,05	5	520	102,8	5,06	32,97	166,77
	107,5	0,05	6	440	103,4	4,26	52,75	224,48
	112,5	0,05	7	360	102,1	3,53	79,13	279
	117,5	0,05	8	270	101,8	2,65	113,04	299,81
17	87,5	0,05	1	3460	102,6	33,72	0,94	31,77
	92,5	0,05	2	2110	103,5	20,39	3,77	76,82
	97,5	0,05	3	1250	103,1	12,12	9,42	114,21
	102,5	0,05	4	880	99,7	8,83	18,84	166,29
	107,5	0,05	5	710	100,7	7,05	32,97	232,46
	112,5	0,05	6	530	101,3	5,23	52,75	276
	117,5	0,05	7	400	102,1	3,92	79,13	310
	122,5	0,05	8	360	103,4	3,48	113,04	393,56
18	92,5	0,05	1	3540	102,3	34,60	0,94	32,60
	97,5	0,05	2	2280	104,1	21,90	3,77	82,53
	102,5	0,05	3	1570	102,9	15,26	9,42	143,73
	107,5	0,05	4	930	102,7	9,06	18,84	170,61
	112,5	0,05	5	800	102,5	7,80	32,97	257,33
	117,5	0,05	6	600	102,8	5,84	52,75	307,89
	122,5	0,05	7	450	103,1	4,36	79,13	345,37
	127,5	0,05	8	400	103,1	3,88	113,04	438,56
19	97,5	0,05	1	3550	103,4	34,33	0,94	32,34

	102,5	0,05	2	2120	102,9	20,60	3,77	77,63
	107,5	0,05	3	1360	103,1	13,19	9,42	124,26
	112,5	0,05	4	920	103,1	8,92	18,84	168,12
	117,5	0,05	5	620	103,2	6,01	32,97	198,08
	122,5	0,05	6	560	102,8	5,45	52,75	287,37
	127,5	0,05	7	390	103,3	3,78	79,13	298,74
	132,5	0,05	8	630	103,3	6,10	113,04	689,40
20	102,5	0,05	1	3360	104,5	32,15	0,94	30,29
	107,5	0,05	2	2080	103,3	20,14	3,77	75,87
	112,5	0,05	3	1200	103,4	11,61	9,42	109,32
	117,5	0,05	4	950	102,5	9,27	18,84	174,61
	122,5	0,05	5	670	103,3	6,49	32,97	213,84
	127,5	0,05	6	500	102,1	4,90	52,75	258,34
	132,5	0,05	7	410	101,8	4,03	79,13	318,69
	137,5	0,05	8	320	103,1	3,10	113,04	350,85
21	107,5	0,05	1	3130	102,8	30,45	0,94	28,68
	112,5	0,05	2	2010	101,3	19,84	3,77	74,76
	117,5	0,05	3	1280	103,1	12,42	9,42	116,95
	122,5	0,05	4	800	102,8	7,78	18,84	146,61
	127,5	0,05	5	640	101,9	6,28	32,97	207,07
	132,5	0,05	6	500	103,1	4,85	52,75	255,83
	137,5	0,05	7	340	100,2	3,39	79,13	268,50
	142,5	0,05	8	290	102,9	2,82	113,04	318,58
22	112,5	0,05	1	3620	103,1	35,12	0,94	33,08
	117,5	0,05	2	1910	102,1	18,71	3,77	70,49
	122,5	0,05	3	1260	103,2	12,21	9,42	115,01
	127,5	0,05	4	980	103,1	9,51	18,84	179,08
	132,5	0,05	5	710	102,1	6,95	32,97	229,27
	137,5	0,05	6	540	102,8	5,25	52,75	277,10
	142,5	0,05	7	380	102,6	3,70	79,13	293,07
	147,5	0,05	8	360	102,4	3,52	113,04	397,41
23	117,5	0,05	1	3320	101,8	32,61	0,94	30,72
	122,5	0,05	2	1840	102,9	17,88	3,77	67,377
	127,5	0,05	3	1190	102,6	11,60	9,42	109,26
	132,5	0,05	4	780	101,7	7,67	18,84	144,50
	137,5	0,05	5	580	102,9	5,64	32,97	185,84
	142,5	0,05	6	360	103,1	3,49	52,75	184,20
	147,5	0,05	7	310	102,6	3,02	79,13	239,08

	152,5	0,05	8	250	103,2	2,42	113,04	273,84
24	122,5	0,05	1	2730	103,6	26,35	0,94	24,82
	127,5	0,05	2	1530	104,1	14,70	3,77	55,38
	132,5	0,05	3	1060	102,8	10,31	9,42	97,13
	137,5	0,05	4	740	103,4	7,16	18,84	134,83
	142,5	0,05	5	520	103,1	5,04	32,97	166,29
	147,5	0,05	6	410	102,8	3,99	52,75	210,39
	152,5	0,05	7	340	101,8	3,34	79,13	264,28
	157,5	0,05	8	250	102,1	2,45	113,04	276,79
25	127,5	0,05	1	2800	103,6	27,03	0,94	25,46
	132,5	0,05	2	1650	102,8	16,05	3,77	60,48
	137,5	0,05	3	1070	102,6	10,43	9,42	98,24
	142,5	0,05	4	630	103,1	6,11	18,84	115,12
	147,5	0,05	5	500	103,2	4,84	32,97	159,74
	152,5	0,05	6	370	103,3	3,58	52,75	188,95
	157,5	0,05	7	290	102,5	2,83	79,13	223,87
26	132,5	0,05	1	3290	103,4	31,82	0,94	29,97
	137,5	0,05	2	2060	103,4	19,92	3,77	75,07
	142,5	0,05	3	1140	102,1	11,17	9,42	105,18
	147,5	0,05	4	910	103,4	8,80	18,84	165,81
	152,5	0,05	5	630	102,9	6,12	32,97	201,86
	157,5	0,05	6	470	103,1	4,56	52,75	240,48
	162,5	0,05	7	360	102,3	3,52	79,13	278,46
27	137,5	0,05	1	2960	102,5	28,88	0,94	27,20
	142,5	0,05	2	1780	102,3	17,40	3,77	65,56
	147,5	0,05	3	1180	102,6	11,50	9,42	108,34
	152,5	0,05	4	790	101,4	7,79	18,84	146,78
	157,5	0,05	5	540	102,1	5,29	32,97	174,38
	162,5	0,05	6	460	101,6	4,53	52,75	238,84
28	142,5	0,05	1	2400	102,1	23,51	0,94	22,14
	147,5	0,05	2	1430	103,2	13,86	3,77	52,21
	152,5	0,05	3	900	104,1	8,65	9,42	81,44
	157,5	0,05	4	610	103,2	5,91	18,84	111,36
	162,5	0,05	5	450	102,6	4,39	32,97	144,61
	167,5	0,05	6	360	103,4	3,48	52,75	183,66
29	147,5	0,05	1	3850	103,2	37,31	0,94	35,14
	152,5	0,05	2	2170	102,8	21,11	3,77	79,54
	157,5	0,05	3	1340	102,4	13,09	9,42	123,27



	162,5	0,05	4	910	103,1	8,83	18,84	166,29
	167,5	0,05	5	660	102,8	6,42	32,97	211,68
30	152,5	0,05	1	3810	103,4	36,85	0,94	34,71
	157,5	0,05	2	2290	104,1	22	3,77	82,89
	162,5	0,05	3	1340	102,6	13,06	9,42	123,03
	167,5	0,05	4	780	103,6	7,53	18,84	141,85
	172,5	0,05	5	600	104,3	5,75	32,97	189,66
31	157,5	0,05	1	3560	102,1	34,87	0,94	32,85
	162,5	0,05	2	1990	103,1	19,30	3,77	72,73
	167,5	0,05	3	1200	101,4	11,83	9,42	111,48
	172,5	0,05	4	760	102,6	7,41	18,84	139,56
32	162,5	0,05	1	4770	102,1	46,72	0,94	44,01
	167,5	0,05	2	2740	103,4	26,50	3,77	99,85
	172,5	0,05	3	1600	103,4	15,47	9,42	145,76
	177,5	0,05	4	1170	102,6	11,40	18,84	214,84
33	167,5	0,05	1	4130	102,3	40,37	0,94	38,03
	172,5	0,05	2	2760	103,4	26,69	3,77	100,58
	177,5	0,05	3	1620	103,5	15,65	9,42	147,44
34	172,5	0,05	1	4370	103,8	42,10	0,94	39,66
	177,5	0,05	2	2590	102,6	25,24	3,77	95,12
	182,5	0,05	3	1390	101,6	13,68	9,42	128,87
35	177,5	0,05	1	3420	102,6	33,33	0,94	31,4
	182,5	0,05	2	1980	104,3	18,98	3,77	71,53
36	182,5	0,05	1	3830	102,6	37,33	0,94	35,16
	187,5	0,05	2	1920	103,2	18,60	3,77	70,10
37	187,5	0,05	1	4160	102,6	40,55	0,94	38,19
38	192,5	0,05	1	2530	102,6	24,66	0,94	23,23

## PENGUKURAN 2

No	X (cm)	$a$ (m)	n	V (mV)	I (mA)	R ( $\Omega$ )	K (m)	$\rho$ ( $\Omega$ m)
1	7,5	0,05	1	9440	1020	9,25	0,94	8,72
	12,5	0,05	2	3080	450	6,84	3,77	25,79
	17,5	0,05	3	1600	430	3,72	9,42	35,05
	22,5	0,05	4	1300	500	2,6	18,84	48,98
	27,5	0,05	5	1000	1700	0,56	32,97	19,39
	32,5	0,05	6	820	1280	0,64	52,75	33,79
	37,5	0,05	7	680	3900	0,17	79,13	13,80

	42,5	0,05	8	500	5380	0,09	113,04	10,51
2	12,5	0,05	1	6370	2040	3,12	0,94	2,94
	17,5	0,05	2	2950	220	13,41	3,77	50,53
	22,5	0,05	3	2500	130	19,23	9,42	181,15
	27,5	0,05	4	1400	150	9,33	18,84	175,84
	32,5	0,05	5	970	330	2,94	32,97	96,91
	37,5	0,05	6	820	80	10,25	52,75	540,71
	42,5	0,05	7	620	60	10,33	79,13	817,66
	47,5	0,05	8	370	80	4,63	113,04	522,81
3	17,5	0,05	1	9070	110	82,45	0,94	77,67
	22,5	0,05	2	5620	120	46,83	3,77	176,47
	27,5	0,05	3	2940	120	24,5	9,42	230,79
	32,5	0,05	4	1810	110	16,45	18,84	310
	37,5	0,05	5	1260	80	15,75	32,97	519,28
	42,5	0,05	6	790	80	9,88	52,75	520,93
	47,5	0,05	7	570	80	7,13	79,13	563,79
	52,5	0,05	8	560	5350	0,10	113,04	11,83
4	22,5	0,05	1	8280	60	138	0,94	130
	27,5	0,05	2	3620	50	72,4	3,77	272,80
	32,5	0,05	3	1830	60	30,5	9,42	287,31
	37,5	0,05	4	1420	50	28,4	18,84	535,06
	42,5	0,05	5	950	60	15,83	32,97	522,03
	47,5	0,05	6	670	60	11,17	52,75	589,06
	52,5	0,05	7	590	60	9,83	79,13	778,09
	57,5	0,05	8	440	80	5,5	113,04	621,72
5	27,5	0,05	1	9880	90	109,78	0,94	103,41
	32,5	0,05	2	4500	110	40,91	3,77	154,15
	37,5	0,05	3	2480	110	22,55	9,42	212,38
	42,5	0,05	4	1600	50	32	18,84	602,88
	47,5	0,05	5	1060	70	15,14	32,97	499,26
	52,5	0,05	6	800	70	11,43	52,75	602,88
	57,5	0,05	7	560	70	8	79,13	633,02
	62,5	0,05	8	480	70	6,86	113,04	775,13
6	32,5	0,05	1	9870	230	42,91	0,94	40,42
	37,5	0,05	2	4750	170	27,94	3,77	105,28
	42,5	0,05	3	2540	270	9,41	9,42	88,62
	47,5	0,05	4	1640	1210	1,36	18,84	25,54
	52,5	0,05	5	1010	190	5,32	32,97	175,26

	57,5	0,05	6	840	110	7,64	52,75	402,83
	62,5	0,05	7	730	270	2,70	79,13	213,94
	67,5	0,05	8	510	70	7,29	113,04	823,58
7	37,5	0,05	1	2920	101,2	28,85	0,94	27,18
	42,5	0,05	2	1480	100	14,8	3,77	55,77
	47,5	0,05	3	1100	102,1	10,77	9,42	101,49
	52,5	0,05	4	950	101,3	9,38	18,84	176,68
	57,5	0,05	5	720	98,9	7,28	32,97	240,02
	62,5	0,05	6	520	100	5,2	52,75	274,31
	67,5	0,05	7	470	100	4,7	79,13	371,90
	72,5	0,05	8	430	100,3	4,29	113,04	484,62
8	42,5	0,05	1	2650	103,4	25,63	0,94	24,14
	47,5	0,05	2	1900	101,9	18,65	3,77	70,26
	52,5	0,05	3	1240	102,5	12,10	9,42	113,96
	57,5	0,05	4	840	101,8	8,25	18,84	155,46
	62,5	0,05	5	590	102,3	5,77	32,97	190,15
	67,5	0,05	6	560	101,7	5,51	52,75	290,47
	72,5	0,05	7	440	101,4	4,34	79,13	343,36
	77,5	0,05	8	440	100,4	4,38	113,04	495,39
9	47,5	0,05	1	3960	98,6	40,16	0,94	37,83
	52,5	0,05	2	1910	103,1	18,53	3,77	69,80
	57,5	0,05	3	1110	101,3	10,96	9,42	103,22
	62,5	0,05	4	780	101,7	7,67	18,84	144,50
	67,5	0,05	5	630	101,3	6,22	32,97	205,05
	72,5	0,05	6	530	101,4	5,23	52,75	275,73
	77,5	0,05	7	410	102,4	4	79,13	316,82
	82,5	0,05	8	350	102,1	3,43	113,04	387,50
10	52,5	0,05	1	3700	101,3	36,53	0,94	34,41
	57,5	0,05	2	2160	102,1	21,16	3,77	79,71
	62,5	0,05	3	1450	101,3	14,31	9,42	134,84
	67,5	0,05	4	990	101,2	9,78	18,84	184,30
	72,5	0,05	5	740	100,6	7,36	32,97	242,52
	77,5	0,05	6	580	100,8	5,75	52,75	303,53
	82,5	0,05	7	530	101,3	5,23	79,13	414
	87,5	0,05	8	400	100,5	3,98	113,04	449,91
11	57,5	0,05	1	3510	103,2	34,01	0,94	32,04
	62,5	0,05	2	1470	102,8	14,30	3,77	53,88
	67,5	0,05	3	1180	102,6	11,50	9,42	108,34

	72,5	0,05	4	920	103,8	8,86	18,84	166,98
	77,5	0,05	5	690	103,1	6,69	32,97	220,65
	82,5	0,05	6	520	100,8	5,16	52,75	272,13
	87,5	0,05	7	420	101,7	4,13	79,13	326,78
	92,5	0,05	8	400	102,3	3,91	113,04	441,99
12	62,5	0,05	1	3160	104,5	30,24	0,94	28,49
	67,5	0,05	2	1560	103,1	15,13	3,77	57,01
	72,5	0,05	3	1170	101,5	11,53	9,42	108,59
	77,5	0,05	4	900	103,8	8,67	18,84	163,35
	82,5	0,05	5	680	104,3	6,52	32,97	214,95
	87,5	0,05	6	540	101,3	5,33	52,75	281,21
	92,5	0,05	7	400	102,8	3,89	79,13	307,89
	97,5	0,05	8	360	103,1	3,49	113,04	394,71
13	67,5	0,05	1	3500	101,4	34,52	0,94	32,51
	72,5	0,05	2	2010	103,1	19,50	3,77	73,46
	77,5	0,05	3	1290	104,5	12,34	9,42	116,29
	82,5	0,05	4	960	103,3	9,29	18,84	175,09
	87,5	0,05	5	740	102,3	7,23	32,97	238,49
	92,5	0,05	6	530	103,4	5,13	52,75	270,39
	97,5	0,05	7	430	103,6	4,15	79,13	328,42
	102,5	0,05	8	370	102,6	3,61	113,04	407,65
14	72,5	0,05	1	3790	103,5	36,63	0,94	34,49
	77,5	0,05	2	2110	105,4	20,02	3,77	75,43
	82,5	0,05	3	1550	107,6	14,41	9,42	135,70
	87,5	0,05	4	1040	102,3	10,17	18,84	191,53
	92,5	0,05	5	840	104,5	8,04	32,97	265,02
	97,5	0,05	6	540	102,4	5,27	52,75	278,18
	102,5	0,05	7	480	103,2	4,65	79,13	368,04
	107,5	0,05	8	470	105,1	4,47	113,04	505,51
15	77,5	0,05	1	3260	104,3	31,26	0,94	29,44
	82,5	0,05	2	2110	99,7	21,16	3,77	79,74
	87,5	0,05	3	1230	101,7	12,09	9,42	113,93
	92,5	0,05	4	960	102,1	9,40	18,84	177,14
	97,5	0,05	5	620	103,1	6,01	32,97	198,27
	102,5	0,05	6	500	101,4	4,93	52,75	260,12
	107,5	0,05	7	420	100,8	4,17	79,13	329,7
	112,5	0,05	8	360	103,4	3,48	113,04	393,56
16	82,5	0,05	1	2840	103,1	27,55	0,94	25,95

	87,5	0,05	2	1610	101,8	15,82	3,77	59,59
	92,5	0,05	3	1020	103,5	9,86	9,42	92,83
	97,5	0,05	4	640	101,8	6,29	18,84	118,44
	102,5	0,05	5	520	102,8	5,06	32,97	166,77
	107,5	0,05	6	440	103,4	4,26	52,75	224,49
	112,5	0,05	7	360	102,1	3,53	79,13	279
	117,5	0,05	8	270	101,8	2,65	113,04	299,81
17	87,5	0,05	1	3460	102,6	33,72	0,94	31,77
	92,5	0,05	2	2110	103,5	20,39	3,77	76,82
	97,5	0,05	3	1250	103,1	12,12	9,42	114,21
	102,5	0,05	4	880	99,7	8,83	18,84	166,29
	107,5	0,05	5	710	100,7	7,05	32,97	232,46
	112,5	0,05	6	530	101,3	5,23	52,75	276
	117,5	0,05	7	400	102,1	3,92	79,13	310
	122,5	0,05	8	360	103,4	3,48	113,04	393,56
18	92,5	0,05	1	3540	102,3	34,60	0,94	32,60
	97,5	0,05	2	2280	104,1	21,90	3,77	82,53
	102,5	0,05	3	1570	102,9	15,26	9,42	143,73
	107,5	0,05	4	930	102,7	9,06	18,84	170,61
	112,5	0,05	5	800	102,5	7,80	32,97	257,33
	117,5	0,05	6	600	102,8	5,84	52,75	307,89
	122,5	0,05	7	450	103,1	4,36	79,13	345,37
	127,5	0,05	8	400	103,1	3,88	113,04	438,56
19	97,5	0,05	1	3550	103,4	34,33	0,94	32,34
	102,5	0,05	2	2120	102,9	20,60	3,77	77,63
	107,5	0,05	3	1360	103,1	13,19	9,42	124,26
	112,5	0,05	4	920	103,1	8,92	18,84	168,12
	117,5	0,05	5	620	103,2	6,01	32,97	198,08
	122,5	0,05	6	560	102,8	5,45	52,75	287,37
	127,5	0,05	7	390	103,3	3,78	79,13	298,74
	132,5	0,05	8	630	103,3	6,10	113,04	689,40
20	102,5	0,05	1	3360	104,5	32,15	0,94	30,29
	107,5	0,05	2	2080	103,3	20,14	3,77	75,87
	112,5	0,05	3	1200	103,4	11,61	9,42	109,32
	117,5	0,05	4	950	102,5	9,27	18,84	174,61
	122,5	0,05	5	670	103,3	6,49	32,97	213,84
	127,5	0,05	6	500	102,1	4,90	52,75	258,34
	132,5	0,05	7	410	101,8	4,03	79,13	318,69

	137,5	0,05	8	320	103,1	3,10	113,04	350,85
21	107,5	0,05	1	3130	102,8	30,45	0,94	28,68
	112,5	0,05	2	2010	101,3	19,84	3,77	74,76
	117,5	0,05	3	1280	103,1	12,42	9,42	116,95
	122,5	0,05	4	800	102,8	7,78	18,84	146,61
	127,5	0,05	5	640	101,9	6,28	32,97	207,07
	132,5	0,05	6	500	103,1	4,85	52,75	255,83
	137,5	0,05	7	340	100,2	3,39	79,13	268,43
	142,5	0,05	8	290	102,9	2,81	113,04	318,58
22	112,5	0,05	1	3620	103,1	35,11	0,94	33,08
	117,5	0,05	2	1910	102,1	18,71	3,77	70,49
	122,5	0,05	3	1260	103,2	12,21	9,42	115,01
	127,5	0,05	4	980	103,1	9,51	18,84	179,08
	132,5	0,05	5	710	102,1	6,95	32,97	229,27
	137,5	0,05	6	540	102,8	5,25	52,75	277,10
	142,5	0,05	7	380	102,6	3,70	79,13	293,07
	147,5	0,05	8	360	102,4	3,52	113,04	397,41
23	117,5	0,05	1	3320	101,8	32,61	0,94	30,72
	122,5	0,05	2	1840	102,9	17,88	3,77	67,38
	127,5	0,05	3	1190	102,6	11,60	9,42	109,26
	132,5	0,05	4	780	101,7	7,67	18,84	144,50
	137,5	0,05	5	580	102,9	5,64	32,97	185,84
	142,5	0,05	6	360	103,1	3,49	52,75	184,20
	147,5	0,05	7	310	102,6	3,02	79,13	239,08
	152,5	0,05	8	250	103,2	2,42	113,04	273,84
24	122,5	0,05	1	2730	103,6	26,35	0,94	24,82
	127,5	0,05	2	1530	104,1	14,70	3,77	55,38
	132,5	0,05	3	1060	102,8	10,31	9,42	97,13
	137,5	0,05	4	740	103,4	7,16	18,84	134,83
	142,5	0,05	5	520	103,1	5,04	32,97	166,29
	147,5	0,05	6	410	102,8	3,99	52,75	210,39
	152,5	0,05	7	340	101,8	3,34	79,13	264,28
	157,5	0,05	8	250	102,1	2,45	113,04	276,79
25	127,5	0,05	1	2800	103,6	27,03	0,94	25,46
	132,5	0,05	2	1650	102,8	16,05	3,77	60,48
	137,5	0,05	3	1070	102,6	10,43	9,42	98,24
	142,5	0,05	4	630	103,1	6,11	18,84	115,12
	147,5	0,05	5	500	103,2	4,84	32,97	159,74

	152,5	0,05	6	370	103,3	3,58	52,75	188,95
	157,5	0,05	7	290	102,5	2,83	79,13	223,87
26	132,5	0,05	1	3290	103,4	31,82	0,94	29,97
	137,5	0,05	2	2060	103,4	19,92	3,77	75,07
	142,5	0,05	3	1140	102,1	11,17	9,42	105,18
	147,5	0,05	4	910	103,4	8,80	18,84	165,81
	152,5	0,05	5	630	102,9	6,12	32,97	201,86
	157,5	0,05	6	470	103,1	4,56	52,75	240,48
	162,5	0,05	7	360	102,3	3,519	79,13	278,46
27	137,5	0,05	1	2960	102,5	28,88	0,94	27,20
	142,5	0,05	2	1780	102,3	17,40	3,77	65,56
	147,5	0,05	3	1180	102,6	11,50	9,42	108,34
	152,5	0,05	4	790	101,4	7,79	18,84	146,78
	157,5	0,05	5	540	102,1	5,29	32,97	174,38
	162,5	0,05	6	460	101,6	4,53	52,75	238,84
28	142,5	0,05	1	2400	102,1	23,51	0,94	22,14
	147,5	0,05	2	1430	103,2	13,86	3,77	52,21
	152,5	0,05	3	900	104,1	8,65	9,42	81,44
	157,5	0,05	4	610	103,2	5,91	18,84	111,36
	162,5	0,05	5	450	102,6	4,40	32,97	144,61
	167,5	0,05	6	360	103,4	3,48	52,75	183,66
29	147,5	0,05	1	3850	103,2	37,31	0,94	35,14
	152,5	0,05	2	2170	102,8	21,11	3,77	79,54
	157,5	0,05	3	1340	102,4	13,09	9,42	123,27
	162,5	0,05	4	910	103,1	8,83	18,84	166,29
	167,5	0,05	5	660	102,8	6,42	32,97	211,68
30	152,5	0,05	1	3810	103,4	36,85	0,94	34,71
	157,5	0,05	2	2290	104,1	22	3,77	82,89
	162,5	0,05	3	1340	102,6	13,06	9,42	123,03
	167,5	0,05	4	780	103,6	7,53	18,84	141,85
	172,5	0,05	5	600	104,3	5,75	32,97	189,66
31	157,5	0,05	1	3560	102,1	34,87	0,94	32,85
	162,5	0,05	2	1990	103,1	19,30	3,77	72,73
	167,5	0,05	3	1200	101,4	11,83	9,42	111,48
	172,5	0,05	4	760	102,6	7,41	18,84	139,56
32	162,5	0,05	1	4770	102,1	46,72	0,94	44,01
	167,5	0,05	2	2740	103,4	26,50	3,77	99,85
	172,5	0,05	3	1600	103,4	15,47	9,42	145,76

	177,5	0,05	4	1170	102,6	11,40	18,84	214,84
33	167,5	0,05	1	4130	102,3	40,37	0,94	38,03
	172,5	0,05	2	2760	103,4	26,69	3,77	100,58
	177,5	0,05	3	1620	103,5	15,65	9,42	147,44
34	172,5	0,05	1	4370	103,8	42,10	0,94	39,66
	177,5	0,05	2	2590	102,6	25,24	3,77	95,12
	182,5	0,05	3	1390	101,6	13,68	9,42	128,88
35	177,5	0,05	1	3420	102,6	33,33	0,94	31,4
	182,5	0,05	2	1980	104,3	18,98	3,77	71,53
36	182,5	0,05	1	3830	102,6	37,33	0,94	35,16
	187,5	0,05	2	1920	103,2	18,60	3,77	70,10
37	187,5	0,05	1	4160	102,6	40,55	0,94	38,19
38	192,5	0,05	1	2530	102,6	24,66	0,94	23,23

### PENGUKURAN 3

No	X (cm)	a (m)	n	V (mV)	I (mA)	R ( $\Omega$ )	K (m)	$\rho$ ( $\Omega$ m)
1	7,5	0,05	1	9440	1020	9,25	0,94	8,72
	12,5	0,05	2	3080	450	6,84	3,77	25,79
	17,5	0,05	3	1600	430	3,72	9,42	35,05
	22,5	0,05	4	1300	500	2,6	18,84	48,98
	27,5	0,05	5	1000	1700	0,59	32,97	19,39
	32,5	0,05	6	820	1280	0,64	52,75	33,79
	37,5	0,05	7	680	3900	0,17	79,13	13,80
	42,5	0,05	8	500	5380	0,09	113,04	10,51
2	12,5	0,05	1	6370	2040	3,12	0,94	2,94
	17,5	0,05	2	2950	220	13,41	3,77	50,53
	22,5	0,05	3	2500	130	19,23	9,42	181,15
	27,5	0,05	4	1400	150	9,33	18,84	175,84
	32,5	0,05	5	970	330	2,944	32,97	96,91
	37,5	0,05	6	820	80	10,25	52,75	540,71
	42,5	0,05	7	620	60	10,33	79,13	817,66
	47,5	0,05	8	370	80	4,63	113,04	522,81
3	17,5	0,05	1	9070	110	82,45	0,94	77,67
	22,5	0,05	2	5620	120	46,83	3,77	176,48
	27,5	0,05	3	2940	120	24,5	9,42	230,79
	32,5	0,05	4	1810	110	16,45	18,84	310,00
	37,5	0,05	5	1260	80	15,75	32,97	519,28



	42,5	0,05	6	790	80	9,875	52,75	520,93
	47,5	0,05	7	570	80	7,125	79,13	563,79
	52,5	0,05	8	560	5350	0,10	113,04	11,83
4	22,5	0,05	1	8280	60	138	0,94	130
	27,5	0,05	2	3620	50	72,4	3,77	272,80
	32,5	0,05	3	1830	60	30,5	9,42	287,31
	37,5	0,05	4	1420	50	28,4	18,84	535,06
	42,5	0,05	5	950	60	15,83	32,97	522,03
	47,5	0,05	6	670	60	11,17	52,75	589,06
	52,5	0,05	7	590	60	9,83	79,13	778,09
	57,5	0,05	8	440	80	5,5	113,04	621,72
5	27,5	0,05	1	9880	90	109,78	0,94	103,41
	32,5	0,05	2	4500	110	40,91	3,77	154,15
	37,5	0,05	3	2480	110	22,55	9,42	212,38
	42,5	0,05	4	1600	50	32	18,84	602,88
	47,5	0,05	5	1060	70	15,14	32,97	499,26
	52,5	0,05	6	800	70	11,43	52,75	602,88
	57,5	0,05	7	560	70	8	79,13	633,02
	62,5	0,05	8	480	70	6,86	113,04	775,13
6	32,5	0,05	1	9870	230	42,91	0,94	40,42
	37,5	0,05	2	4750	170	27,94	3,77	105,28
	42,5	0,05	3	2540	270	9,41	9,42	88,62
	47,5	0,05	4	1640	1210	1,36	18,84	25,54
	52,5	0,05	5	1010	190	5,32	32,97	175,26
	57,5	0,05	6	840	110	7,64	52,75	402,83
	62,5	0,05	7	730	270	2,70	79,13	213,94
	67,5	0,05	8	510	70	7,29	113,04	823,58
7	37,5	0,05	1	2920	101,2	28,85	0,94	27,18
	42,5	0,05	2	1480	100	14,8	3,77	55,77
	47,5	0,05	3	1100	102,1	10,77	9,42	101,49
	52,5	0,05	4	950	101,3	9,38	18,84	176,68
	57,5	0,05	5	720	98,9	7,28	32,97	240,02
	62,5	0,05	6	520	100	5,2	52,75	274,31
	67,5	0,05	7	470	100	4,7	79,13	371,90
	72,5	0,05	8	430	100,3	4,29	113,04	484,62
8	42,5	0,05	1	2650	103,4	25,63	0,94	24,14
	47,5	0,05	2	1900	101,9	18,65	3,77	70,26
	52,5	0,05	3	1240	102,5	12,10	9,42	113,96

	57,5	0,05	4	840	101,8	8,25	18,84	155,46
	62,5	0,05	5	590	102,3	5,77	32,97	190,15
	67,5	0,05	6	560	101,7	5,511	52,75	290,47
	72,5	0,05	7	440	101,4	4,34	79,13	343,32
	77,5	0,05	8	440	100,4	4,38	113,04	495,39
9	47,5	0,05	1	3960	98,6	40,16	0,94	37,83
	52,5	0,05	2	1910	103,1	18,53	3,77	69,80
	57,5	0,05	3	1110	101,3	10,96	9,42	103,22
	62,5	0,05	4	780	101,7	7,67	18,84	144,50
	67,5	0,05	5	630	101,3	6,22	32,97	205,05
	72,5	0,05	6	530	101,4	5,23	52,75	275,73
	77,5	0,05	7	410	102,4	4	79,13	316,82
	82,5	0,05	8	350	102,1	3,43	113,04	387,50
10	52,5	0,05	1	3700	101,3	36,53	0,94	34,41
	57,5	0,05	2	2160	102,1	21,16	3,77	79,71
	62,5	0,05	3	1450	101,3	14,31	9,42	134,84
	67,5	0,05	4	990	101,2	9,78	18,84	184,30
	72,5	0,05	5	740	100,6	7,36	32,97	242,52
	77,5	0,05	6	580	100,8	5,75	52,75	303,53
	82,5	0,05	7	530	101,3	5,23	79,13	414
	87,5	0,05	8	400	100,5	3,98	113,04	449,91
11	57,5	0,05	1	3510	103,2	34,01	0,94	32,04
	62,5	0,05	2	1470	102,8	14,30	3,77	53,88
	67,5	0,05	3	1180	102,6	11,50	9,42	108,34
	72,5	0,05	4	920	103,8	8,86	18,84	166,98
	77,5	0,05	5	690	103,1	6,69	32,97	220,65
	82,5	0,05	6	520	100,8	5,16	52,75	272,13
	87,5	0,05	7	420	101,7	4,13	79,13	326,78
	92,5	0,05	8	400	102,3	3,91	113,04	441,99
12	62,5	0,05	1	11940	60	199	0,94	187,46
	67,5	0,05	2	4530	60	75,5	3,77	284,48
	72,5	0,05	3	2410	80	30,13	9,42	283,78
	77,5	0,05	4	1110	100	11,1	18,84	209,12
	82,5	0,05	5	900	110	8,18	32,97	269,75
	87,5	0,05	6	670	100	6,7	52,75	353,44
	92,5	0,05	7	460	110	4,18	79,13	330,90
	97,5	0,05	8	470	100	4,7	113,04	531,29
13	67,5	0,05	1	14020	130	107,85	0,94	101,59

	72,5	0,05	2	5330	130	41	3,77	154,49
	77,5	0,05	3	2680	130	20,62	9,42	194,20
	82,5	0,05	4	1740	900	1,93	18,84	36,42
	87,5	0,05	5	1220	120	10,17	32,97	335,20
	92,5	0,05	6	1030	120	8,58	52,75	452,79
	97,5	0,05	7	760	140	5,43	79,13	429,55
	102,5	0,05	8	560	110	5,09	113,04	575,48
14	72,5	0,05	1	11300	110	102,73	0,94	96,77
	77,5	0,05	2	4510	110	41	3,77	154,49
	82,5	0,05	3	2580	100	25,8	9,42	243,04
	87,5	0,05	4	1620	100	16,2	18,84	305,21
	92,5	0,05	5	1060	100	10,6	32,97	349,48
	97,5	0,05	6	740	100	7,4	52,75	390,36
	102,5	0,05	7	570	100	5,7	79,13	451,03
	107,5	0,05	8	450	100	4,5	113,04	508,68
15	77,5	0,05	1	13580	70	194	0,94	182,75
	82,5	0,05	2	5600	70	80	3,77	301,44
	87,5	0,05	3	3040	90	33,78	9,42	318,19
	92,5	0,05	4	2080	110	18,91	18,84	356,24
	97,5	0,05	5	1330	110	12,09	32,97	398,64
	102,5	0,05	6	900	110	8,18	52,75	431,61
	107,5	0,05	7	640	110	5,82	79,13	460,38
	112,5	0,05	8	560	120	4,67	113,04	527,52
16	82,5	0,05	1	14300	80	178,75	0,94	168,38
	87,5	0,05	2	5270	70	75,29	3,77	283,68
	92,5	0,05	3	3770	70	53,86	9,42	507,33
	97,5	0,05	4	1930	70	27,57	18,84	519,45
	102,5	0,05	5	1480	70	21,14	32,97	697,08
	107,5	0,05	6	950	70	13,57	52,75	715,92
	112,5	0,05	7	770	70	11	79,13	870,41
	117,5	0,05	8	540	70	7,71	113,04	872,02
17	87,5	0,05	1	15400	140	110	0,94	103,62
	92,5	0,05	2	5700	130	43,85	3,77	165,21
	97,5	0,05	3	2980	130	22,92	9,42	215,94
	102,5	0,05	4	1890	140	13,5	18,84	254,34
	107,5	0,05	5	1240	130	9,54	32,97	314,48
	112,5	0,05	6	900	140	6,43	52,75	339,12
	117,5	0,05	7	610	140	4,36	79,13	344,77

	122,5	0,05	8	540	140	3,86	113,04	436,01
18	92,5	0,05	1	11130	100	111,3	0,94	104,85
	97,5	0,05	2	4780	90	53,11	3,77	200,12
	102,5	0,05	3	2850	100	28,5	9,42	268,47
	107,5	0,05	4	1450	100	14,5	18,84	273,18
	112,5	0,05	5	1050	90	11,67	32,97	384,65
	117,5	0,05	6	690	90	7,67	52,75	404,43
	122,5	0,05	7	520	90	5,78	79,13	457,18
	127,5	0,05	8	450	80	5,625	113,04	635,85
19	97,5	0,05	1	13900	120	115,83	0,94	109,12
	102,5	0,05	2	6580	120	54,83	3,77	206,62
	107,5	0,05	3	3380	120	28,17	9,42	265,33
	112,5	0,05	4	2330	120	19,42	18,84	365,81
	117,5	0,05	5	1390	110	12,64	32,97	416,62
	122,5	0,05	6	1020	130	7,85	52,75	413,90
	127,5	0,05	7	740	100	7,4	79,13	585,55
	132,5	0,05	8	600	130	4,62	113,04	521,72
20	102,5	0,05	1	12900	90	143,33	0,94	135,02
	107,5	0,05	2	6730	80	84,13	3,77	316,98
	112,5	0,05	3	3280	80	41	9,42	386,22
	117,5	0,05	4	1820	80	22,75	18,84	428,61
	122,5	0,05	5	1420	90	15,78	32,97	520,19
	127,5	0,05	6	1000	50	20	52,75	1055,04
	132,5	0,05	7	750	50	15	79,13	1186,92
	137,5	0,05	8	580	90	6,44	113,04	728,48
21	107,5	0,05	1	3130	102,8	30,45	0,94	28,68
	112,5	0,05	2	2010	101,3	19,84	3,77	74,76
	117,5	0,05	3	1280	103,1	12,42	9,42	116,95
	122,5	0,05	4	800	102,8	7,78	18,84	146,61
	127,5	0,05	5	640	101,9	6,28	32,97	207,07
	132,5	0,05	6	500	103,1	4,85	52,75	255,83
	137,5	0,05	7	340	100,2	3,39	79,13	268,50
	142,5	0,05	8	290	102,9	2,82	113,04	318,58
22	112,5	0,05	1	3620	103,1	35,11	0,94	33,08
	117,5	0,05	2	1910	102,1	18,71	3,77	70,49
	122,5	0,05	3	1260	103,2	12,21	9,42	115,01
	127,5	0,05	4	980	103,1	9,51	18,84	179,08
	132,5	0,05	5	710	102,1	6,951	32,97	229,27

	137,5	0,05	6	540	102,8	5,251	52,75	277,10
	142,5	0,05	7	380	102,6	3,70	79,13	293,07
	147,5	0,05	8	360	102,4	3,52	113,04	397,41
23	117,5	0,05	1	3320	101,8	32,61	0,94	30,72
	122,5	0,05	2	1840	102,9	17,88	3,77	67,38
	127,5	0,05	3	1190	102,6	11,60	9,42	109,26
	132,5	0,05	4	780	101,7	7,67	18,84	144,50
	137,5	0,05	5	580	102,9	5,64	32,97	185,84
	142,5	0,05	6	360	103,1	3,50	52,75	184,20
	147,5	0,05	7	310	102,6	3,02	79,13	239,08
	152,5	0,05	8	250	103,2	2,42	113,04	273,84
24	122,5	0,05	1	2730	103,6	26,35	0,94	24,82
	127,5	0,05	2	1530	104,1	14,70	3,77	55,38
	132,5	0,05	3	1060	102,8	10,31	9,42	97,13
	137,5	0,05	4	740	103,4	7,16	18,84	134,83
	142,5	0,05	5	520	103,1	5,04	32,97	166,29
	147,5	0,05	6	410	102,8	3,99	52,75	210,39
	152,5	0,05	7	340	101,8	3,34	79,13	264,28
	157,5	0,05	8	250	102,1	2,45	113,04	276,79
25	127,5	0,05	1	2800	103,6	27,03	0,94	25,45
	132,5	0,05	2	1650	102,8	16,05	3,77	60,48
	137,5	0,05	3	1070	102,6	10,43	9,42	98,24
	142,5	0,05	4	630	103,1	6,11	18,84	115,12
	147,5	0,05	5	500	103,2	4,84	32,97	159,74
	152,5	0,05	6	370	103,3	3,58	52,75	188,95
	157,5	0,05	7	290	102,5	2,838	79,13	223,87
26	132,5	0,05	1	3290	103,4	31,82	0,94	29,98
	137,5	0,05	2	2060	103,4	19,93	3,77	75,07
	142,5	0,05	3	1140	102,1	11,17	9,42	105,18
	147,5	0,05	4	910	103,4	8,80	18,84	165,81
	152,5	0,05	5	630	102,9	6,12	32,97	201,86
	157,5	0,05	6	470	103,1	4,56	52,75	240,48
	162,5	0,05	7	360	102,3	3,52	79,13	278,46
27	137,5	0,05	1	2960	102,5	28,88	0,94	27,20
	142,5	0,05	2	1780	102,3	17,40	3,77	65,56
	147,5	0,05	3	1180	102,6	11,50	9,42	108,3
	152,5	0,05	4	790	101,4	7,79	18,84	146,78
	157,5	0,05	5	540	102,1	5,29	32,97	174,38

	162,5	0,05	6	460	101,6	4,53	52,75	238,84
28	142,5	0,05	1	2400	102,1	23,51	0,94	22,14
	147,5	0,05	2	1430	103,2	13,86	3,77	52,21
	152,5	0,05	3	900	104,1	8,65	9,42	81,44
	157,5	0,05	4	610	103,2	5,91	18,84	111,36
	162,5	0,05	5	450	102,6	4,39	32,97	144,61
	167,5	0,05	6	360	103,4	3,48	52,75	183,66
29	147,5	0,05	1	3850	103,2	37,31	0,94	35,14
	152,5	0,05	2	2170	102,8	21,11	3,77	79,54
	157,5	0,05	3	1340	102,4	13,09	9,42	123,27
	162,5	0,05	4	910	103,1	8,83	18,84	166,29
	167,5	0,05	5	660	102,8	6,42	32,97	211,68
30	152,5	0,05	1	3810	103,4	36,85	0,94	34,71
	157,5	0,05	2	2290	104,1	22	3,77	82,89
	162,5	0,05	3	1340	102,6	13,06	9,42	123,03
	167,5	0,05	4	780	103,6	7,53	18,84	141,85
	172,5	0,05	5	600	104,3	5,76	32,97	189,66
31	157,5	0,05	1	3560	102,1	34,87	0,94	32,85
	162,5	0,05	2	1990	103,1	19,30	3,77	72,73
	167,5	0,05	3	1200	101,4	11,83	9,42	111,48
	172,5	0,05	4	760	102,6	7,41	18,84	139,56
32	162,5	0,05	1	4770	102,1	46,72	0,94	44,01
	167,5	0,05	2	2740	103,4	26,50	3,77	99,85
	172,5	0,05	3	1600	103,4	15,47	9,42	145,76
	177,5	0,05	4	1170	102,6	11,40	18,84	214,84
33	167,5	0,05	1	4130	102,3	40,37	0,94	38,03
	172,5	0,05	2	2760	103,4	26,69	3,77	100,58
	177,5	0,05	3	1620	103,5	15,65	9,42	147,44
34	172,5	0,05	1	4370	103,8	42,10	0,94	39,66
	177,5	0,05	2	2590	102,6	25,24	3,77	95,12
	182,5	0,05	3	1390	101,6	13,68	9,42	128,88
35	177,5	0,05	1	3420	102,6	33,33	0,94	31,4
	182,5	0,05	2	1980	104,3	18,98	3,77	71,53
36	182,5	0,05	1	3830	102,6	37,33	0,94	35,16
	187,5	0,05	2	1920	103,2	18,60	3,77	70,10
37	187,5	0,05	1	4160	102,6	40,55	0,94	38,19
38	192,5	0,05	1	2530	102,6	24,66	0,94	23,23

**B. Foto Penelitian**