

*Skripsi Geofisika*

**APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 2D UNTUK  
IDENTIFIKASI POTENSI GERAKAN TANAH DI DESA HAMBALANG,  
KAB. BOGOR, JAWA BARAT**



**OLEH:**

**YAWAN BASO PATA  
H221 12 254**

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2017**

**‘APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 2D UNTUK  
IDENTIFIKASI POTENSI GERAKAN TANAH di DESA HAMBALANG,  
KAB. BOGOR, JAWA BARAT’**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains*

*Pada Program Studi Geofisika Jurusan Fisika*

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

*Universitas Hasanuddin*

**OLEH :**

**YAWAN BASO PATA**

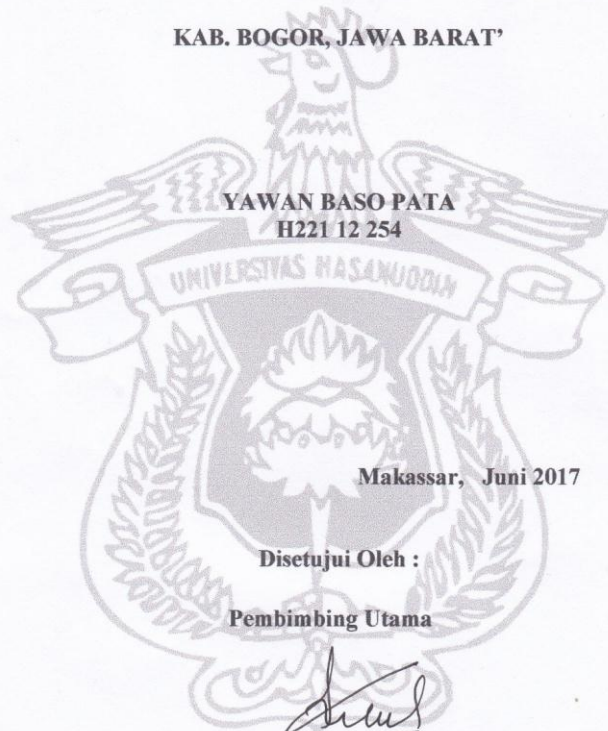
**H 221 12 254**

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGATAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**'APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 2D UNTUK  
IDENTIFIKASI POTENSI GERAKAN TANAH di DESA HAMBALANG,  
KAB. BOGOR, JAWA BARAT'**



**YAWAN BASO PATA  
H221 12 254**

**Makassar, Juni 2017**

**Disetujui Oleh :**

**Pembimbing Utama**

**Dr. Lantu, M. Eng. Sc, DESS  
NIP. 195407171979011003**

**Pembimbing Pertama**

**Syamsuddin, S.Si, MT  
NIP. 197401552002121011**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinil saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipeblikasi atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk sesuatu gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau lembaga pendidikan lainnya dimanapun, kecuali bagian yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing.

**Penulis**

**Yawan baso pata**

## SARI BACAAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Hambalang, Kab. Bogor, Jawa Barat. Daerah ini merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi gerakan tanah. Hal ini disebabkan karena daerah ini memiliki kondisi geografis yang berbukit dan berlembah. Untuk mengetahui kondisi bawah permukaan dilakukan penelitian menggunakan metode Geolistrik tahanan jenis 2D dengan konfigurasi dipole-dipole. Hasil analisis dan interpretasi dari penampang 2D menunjukkan bahwa bidang gelincir terletak pada kedalaman antara 2,25 meter – 13,5 meter. Lapisan yang memiliki nilai resistivitas antara 2,09 – 9,84 di atas bidang gelincir merupakan lempung lanauan dan bertindak sebagai Zona hancuran. Zona hancuran dominan mengarah ke timur.

**Kata kunci :** *geolistrik, gerakan tanah, dipole-dipole, bidang gelincir*

## **ABSTRACT**

This research was conducted at Hambalang Village, Kab. Bogor, West Java. Area Hambalang Village, Bogor Regency, West Java, is one of the areas which is often occurs the mass-movement. It is because the area has hilly and heavily geographical condition. To know the subsurface condition, the research has been done by using the geoelectrical method of 2D resistivity with dipole-dipole configuration. The results of the analysis and interpretation of the 2D cross-section show the slip surface located at the depth between 2.25 meters - 13.5 meters. The layers which have resistivity value between 2.09 - 9.84 on the slip-surface are clay silt and act as destructive zone. The dominance of destruction zone leads to the east.

**Keywords:** *geoelectrical, mass movement, dipole-dipole, slip-surface*

## KATA PENGANTAR

Segala syukur dan puji bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena atas kuasa dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ‘Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis 2D Untuk Identifikasi Potensi Gerakan Tanah di Desa Hambalang, Kab. Bogor, Jawa Barat’.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari berbagai keterbatasan penulis, tetapi berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, akhirnya dapat di selesaikan dengan baik. Segala bentuk saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan penulis untuk meningkatkan kualitas pada penulisan karya – karya berikutnya.

Dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati ucapan terima kasih yang tak terhingga wajib saya haturkan kepada kedua orang tua saya **Bapak Yafet Baso Pata** dan **Ibu Nureni M** sebagai orang tua yang selalu memberikan segala cinta, kasih sayang, dan pengorbanan serta doa terbaik untuk penulis. Tak lupa pula penulis berterima kasih kepada **Deyong, Melani** dan **Doris**, saudara yang selalu memberikan motivasi dan selalu membuat penulis menjadi yang terbaik

Melalui kesempatan ini pula, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Dr. Lantu, M. Eng, Sc, DESS** selaku pembimbing utama dan Bapak **Syamsuddin, S.Si, MT** selaku pembimbing pertama yang selalu memberikan motivasi, nasihat serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak **Ir. Djoko Nugroho, MT** selaku pembimbing di BPPT yang senantiasa memberikan masukan dalam melakukan Tugas Akhir. Bapak **Lena Sumargana, Mas Raim, dan Mas Galih** selaku staf BPPT yang juga banyak membantu penulis dalam melakukan Tugas Akhir.
3. Bapak **Dr. Muhammad Hamza S, S.Si, MT**, Bapak **Dr. H. Muh. Altin Massinai, MT. Surv**, dan Bapak **Dr. Paharuddin, M.Si** selaku tim penguji yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak **Dr. Eng Amiruddin** selaku Dekan FMIPA UNHAS, Bapak **Dr. Tasrief Surungan, M.Sc** selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNHAS, Ibu **Nurhasana, S.Si, M.Si** selaku Koordinator Seminar, seluruh staf dosen dan pengajar serta staf pegawai akademik Jurusan Fisika dan Fakultas MIPA UNHAS yang telah membantu kelancaran penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak **Dr. H. Muh. Altin Massinai, MT. Surv** selaku Ketua Prodi Geofisika dan penasehat akademik yang senantiasa memberikan nasihat, motivasi dan bimbingan mulai dari awal perkuliahan sampai dengan penyusunan skripsi.



6. Saudara seperjuangan dalam melaksanakan Tugas Akhir di BPPT , saudara **Johanes Gedo Sea** (lebih dulu sarjana) yang senantiasa bersama, memberikan masukan dan motivasi.
7. saudara-saudari AeroFisika 2012 ( Geofisika dan Fisika 2012),  
**“ Semangat dan Taklukkan” : Asraf, A. Muh. Fais Wahid, Jabal Altarik, Muhammad Arif, Andi Zulkifli, Maksun Madjidi, Johannes Gedo Sea, Burhamsa, Yeremia Tosambo, Muhammad Irpan Kusuma, Muhammad Yusuf, Akmal, Muhammad Faisal Addi, jamaluddin, Andi Ical, Gangga Haryono, Matra B Surbakti, Akmal Yahya, Miftahuddin, Abdul Muin Banyal, Taufik Hidayat, Muh. Syahrul Padli, Sahril, Desi Putri Ananda, Citra Fitriani, Febriana Sari, Annisa Hardianti Yunus, Mela Florence, A. Aguslimi Safira Putri, Wulan Salle Karurung, Fitriani, Fauziah Maswah, Wa Ode Aulia Kahar, Anggun, Fauziah Nur Aini, Aryani Agustawati, Fauziah Alimuddin, Satya R Usman, Ruman Rantegau, Andi Sahra Muhbar, Nur Fauziah Hasym, Atika Kurniati, Lilis Suliani, Annisa tenri maya, Nirwana, Yeti Aryani, Nur Indriani Rusyam, Nur Ilmi Zaenab, Indah, Vivi Asminandar, Sari Intang, Sri Hajarwati Ningsi, Nurul Sahrina Muhbar.** Terima kasih atas kebersamaannya.
8. Saudara- saudari MIPA 2012 “ Sahabat Kecil” terimah kasih atas kebersamaannya selama ini, semoga tetap dalam ikatan persudaraan.
9. Kanda-kanda yang telah berbagi ilmu dan pengalaman kepada penulis.

10. Semua pihak yang membantu penulis selama menempuh studi yang tidak sempat disebutkan satu persatu.

Semoga apa yang telah dituliskan oleh penulis pada skripsi ini, dapat bermanfaat bagi sesama dan beerguna bagi semua pihak.

Makassar, Mei 2017

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b>	
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>SARI BACAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Ruang Lingkup .....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
II.1 Geologi Regional Hambalang .....	4
II.2 Morfologi Daerah Hambalang.....	6
II.3 Gerakan Tanah .....	7
II.3.1 Definisi Gerakan Tanah .....	7
II.3.2 Jenis – Jenis Gerakan Tanah .....	8
II.3.3 Faktor Penyebab Terjadinya Gerakan Tanah .....	11

II.3.4 Zona Kerentanan Gerakan Tanah .....	14
II.4 Metode Geolistrik .....	15
II.4.1 Metode Resistivitas .....	15
II.4.2 Potensial Pada Bumi Homogen Isotropis .....	16
II.4.3 Potensial di Sekitar Titik Arus di Permukaan .....	17
II.4.4 Perhitungan Nilai Resistivitas .....	18
II.4.5 Konfigurasi Dipole – dipole .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
III.1 Lokasi Penelitian .....	24
III.2 Data .....	25
III.3 Prosedur Penelitian .....	25
III.3.1 Kajian Pustaka .....	25
III.3.2 Pengolahan Data .....	25
III.3.3 Analisis Data .....	25
III.4 Diagram Alir .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
IV.1 Hasil .....	29
IV.2 Pembahasan .....	32
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>42</b>
V.1 Kesimpulan .....	42
V.2 Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Fisiografi Jawa Barat .....	5
Gambar 2.2 Peta Geologi Desa Hambalang, Kab. Bogor, Jawa Barat .....	6
Gambar 2.3 Longsoran Translasi .....	8
Gambar 2.4 Longsoran Rotasi .....	9
Gambar 2.5 Pergerakan Blok .....	9
Gambar 2.6 Runtuhan Batu .....	10
Gambar 2.7 Rayapan Tanah .....	10
Gambar 2.8 Aliran Bahan Rombakan .....	11
Gambar 2.9 Proses Terjadinya Gerakan Massa Tanah/batuan dan Komponen-komponen Penyebabnya .....	13
Gambar 2.11 Potensial di sekitar titik arus di permukaan bumi .....	17
Gambar 2.12 Bentuk susunan elektroda pada survei geolistrik resistivitas .....	18
Gambar 2.13 Konfigurasi elektroda .....	21
Gambar 2.14 Konfigurasi Dipole-dipole .....	22
Gambar 3.1 Peta lokasi daerah penelitian .....	24
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian .....	27
Gambar 4.1 Peta lintasan pengukuran geolistrik daerah penelitian .....	28
Gambar 4.2 Penampang 2D lintasan 1 .....	30
Gambar 4.3 Penampang 2D lintasan 2 .....	30
Gambar 4.4 Penampang 2D lintasan 3 .....	30
Gambar 4.5 Penampang 2D lintasan 4 .....	30

Gambar 4.6 Penampang 2D lintasan 5 .....	31
Gambar 4.7 Penampang 2D lintasan 6 .....	31
Gambar 4.8 Penampang 2D lintasan 7 .....	31
Gambar 4.9 Penampang 2D lintasan 8 .....	31
Gambar 4.10 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 1 .....	33
Gambar 4.11 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 2 .....	34
Gambar 4.12 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 3 .....	35
Gambar 4.13 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 4 .....	36
Gambar 4.14 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 5 .....	36
Gambar 4.15 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 6 .....	37
Gambar 4.16 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 7 .....	38
Gambar 4.18 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 8 .....	39
Gambar 4.19 Model penampang 3D daerah penelitian .....	40

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Nilai resistivitas batuan dan mineral .....	20
Tabel 4.1 Hasil pengukuran geolistrik .....	29
Tabel 4.2 Hasil analisis data Log Bor daerah penelitian .....	32
Tabel 4.3 Pendugaan jenis batuan daerah penelitian .....	33

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1 DATA HASIL PENGUKURAN**

**LAMPIRAN 2 DATA XYZ**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Negara Indonesia merupakan salah satu kawasan rawan bencana geologi, karena terletak pada batas pertemuan lempeng aktif dunia. Evolusi tektonik tersebut mengakibatkan terbentuknya zona penunjaman yang dapat menimbulkan gempa bumi, deretan gunungapi, dan topografi berbukit yang mengakibatkan beberapa wilayah rawan terhadap gerakan tanah (Sobarna, 2008).

Gerakan tanah merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran, bergerak ke bawah atau keluar lereng (ESDM, 2007).

Menurut Goenadi et al. (2003) dalam Alhamzah (2006), faktor penyebab gerakan tanah secara alamiah meliputi morfologi permukaan bumi, penggunaan lahan, litologi, struktur geologi, dan kegempaan. Selain faktor alamiah, juga disebabkan oleh faktor aktivitas manusia yang mempengaruhi suatu bentang alam, seperti kegiatan pertanian, pembebanan lereng, pemotongan lereng, dan penambangan.

Wilayah Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu daerah yang paling rawan terhadap gerakan tanah di Indonesia. Hal ini disebabkan karena Provinsi Jawa Barat memiliki kondisi geografis yang hampir setengahnya berbukit dan berlembah. Daerah penelitian terletak di Desa Hambalang, Kab. Bogor, Jawa Barat. Daerah ini telah mengalami longsor dan dikhawatirkan longsor tersebut masih berkembang



(PVMBG,2015). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode geolistrik untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya gerakan tanah.

Beberapa faktor penyebab longsor atau gerakan tanah yang sangat berpengaruh adalah bidang gelincir (*slip surface*), bidang geser (*shear surface*) dan patahan (*fault*). Pada umumnya, tanah/bidang yang mengalami longsor atau gerakan tanah akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut. Salah satu metode geofisika yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi bidang gelincir yaitu metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas).

Metode geolistrik resistivitas adalah metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi bawah permukaan seperti litologi perlapisan. Prinsip kerja dari metode ini adalah mengalirkan arus listrik kedalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian beda potensialnya diukur melalui dua elektroda potensial. Dengan menggunakan Hukum Ohm, maka nilai resistivitas dapat dihitung dan dari data resistivitas tersebut bidang gelincir maupun patahan dapat diidentifikasi.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole untuk mendeteksi lapisan yang bertindak sebagai bidang gelincir serta menentukan zona hancuran daerah penelitian.

## **I.2 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada penggunaan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi dipole-dipole untuk penentuan bidang gelincir dan zona hancuran daerah penelitian. Sebagai data pendukungnya digunakan data bor dan peta geologi.

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi lapisan bawah permukaan yang bertindak sebagai bidang gelincir.
2. Menentukan zona hancuran daerah penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Geologi Regional Hambalang**

Menurut Van Bemmelen (1949), fisiografi Jawa Barat di bagi menjadi Zona Dataran Aluvial, Zona Antiklinorium Bogor, Zona Bandung yang merupakan zona depresi dan di dalamnya terdapat kubah dan punggungan, serta Zona Pegunungan Selatan Jawa Barat. Berdasarkan pembagian zona fisiografi tersebut di atas, maka daerah penelitian terletak pada Zona Bogor. Zona Bogor terdapat di bagian Zona Dataran Pantai Jakarta, dan membentang dari barat ke timur, yaitu mulai dari Rangkasbitung, Bogor, Subang, Sumedang, dan berakhir di Bumiayu dengan panjang 40 km. Zona Bogor ini merupakan daerah antiklinorium yang cembung ke utara dengan arah sumbu lipatan barat-timur. Inti antiklinorium ini terdiri dari lapisan-lapisan batuan berumur Miosen dan sayapnya ditempati batuan yang lebih muda yaitu berumur Pliosen-pleistosen. Pada Zona Bogor, terdapat beberapa morfologi intrusi berupa boss. Batuannya terdiri atas batu pasir, batulempung dan breksi yang merupakan endapan turbidit, disertai beberapa intrusi hypabisal, konglomerat dan hasil endapan gunungapi. Disamping itu juga terdapat lensa-lensa batugamping. Endapan terdiri oleh akumulasi endapan Neogen yang tebal dengan dicirikan oleh endapan laut dalam.

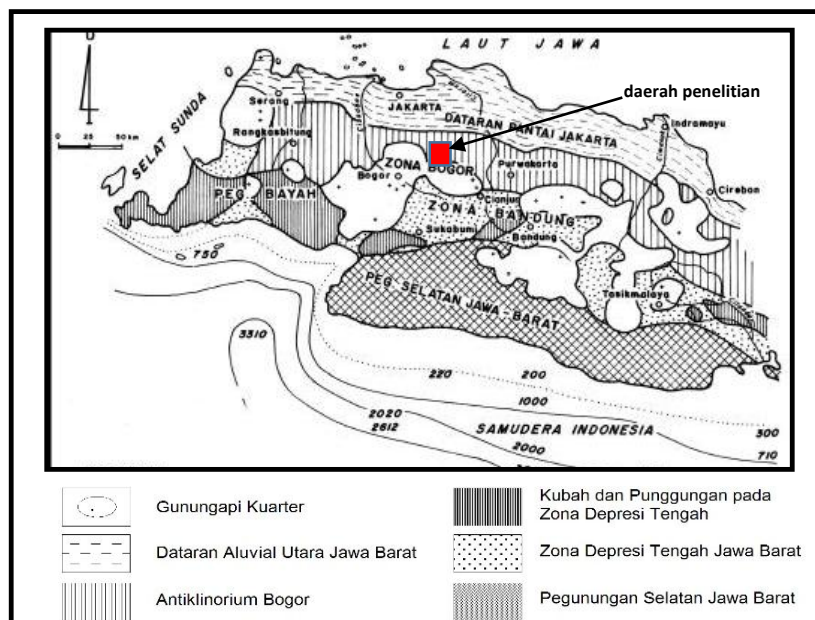
Desa Hambalang dan sekitarnya tersusun oleh beberapa formasi batuan (Effendi, dkk, 1998) yaitu sebagai berikut:

## 1. Formasi Jatiluhur (Tmj)

Terdiri dari napal, batulempung, dan sisipan batupasir gampingan, bertambah pasiran kearah timur.

## 2. Aluvium (Qa)

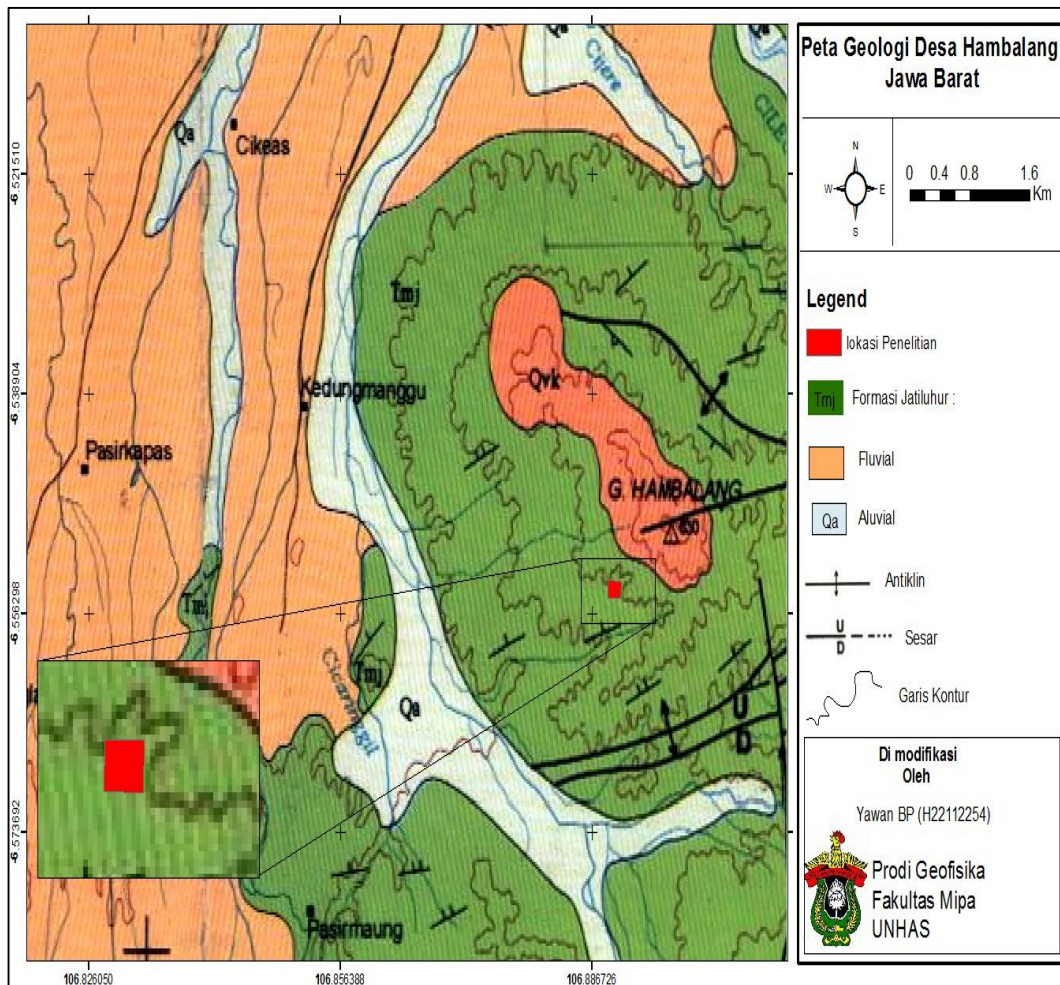
Terdapat endapan permukaan yang merupakan aluvium terdiri dari lempung, lanau, kerikil, dan kerakal, terutama endapan sungai termasuk pasir dan kerikil endapan pantai sepanjang Teluk Pelabuhanratu.



Gambar 2.1 Peta fisiografi Jawa barat (Van Bemmelen, 1949)

Batuan penyusun daerah penelitian pada bagian atas berupa breksi vulkanik berumur kuarter kurang kompak, yang bagian permukaan lapuk sempurna menjadi lempung pasiran, berwarna coklat keabuan, lunak, tebal 0,30-1,50 meter. Pada satuan breksi tersebut setempat-setempat terdapat lensa-lensa atau sisipan batu lempung menyerpih, bersifat mengembang (*swelling clay*), berwarna abu-abu sampai abu-abu kecoklatan, kaku, sebagian terkersikkan, lunak bila tersingkap di

permukaan. Pada bagian bawah tersingkap secara tidak selaras lapisan batu pasir (Formasi Jatiluhur), berwarna abu-abu, kompak, padat, berlapis dengan kedudukan rata-rata  $N 240^{\circ}/E 40^{\circ}$  (PVMBG, 2015).



Gambar 2.2 Peta geologi Desa Hambalang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat (Effendi, dkk, 1998).

## II. 2 Morfologi Daerah Hambalang

Desa Hambalang merupakan salah satu daerah yang berada di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Morfologi daerah ini merupakan perbukitan rendah dengan relief sedang. Pada lereng bagian atas mempunyai kemiringan antara 10-

20<sup>0</sup>, pada lereng bagian tengah berkemiringan lereng antara 5-15<sup>0</sup>, sedangkan pada lereng bagian bawah berkemiringan antara 20-30<sup>0</sup>. Pada bagian lembah mengalir anak sungai Citeureup yang merupakan sungai temporer artinya sungai yang mempunyai debit air cukup besar pada musim hujan dan berdebit kecil atau kering pada musim kemarau (PVMBG, 2015).

## **II.3 Gerakan Tanah**

### **II.3.1 Definisi Gerakan Tanah**

Definisi gerakan tanah telah mengalami banyak perkembangan dari tahun ke tahun. Berikut ini adalah definisi gerakan tanah dari berbagai ahli (Ariyani, 2009):

1. Skempton dan Hutchinson mengemukakan bahwa tanah longsor atau gerakan tanah didefinisikan sebagai gerakan menuruni lereng oleh massa tanah dan atau batuan penyusun lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut.
2. Varnes mengusulkan terminologi gerakan lereng (*slope movement*) yang dianggap lebih tepat untuk mendefinisikan longsoran yaitu sebagai gerakan material penyusun lereng ke arah bawah atau keluar lereng di bawah pengaruh gravitasi bumi.
3. Brook, dkk. menyatakan bahwa tanah longsor adalah salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan, dan runtuh batuan/tanah yang terjadi seketika yang bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur dari atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (bidang luncur).

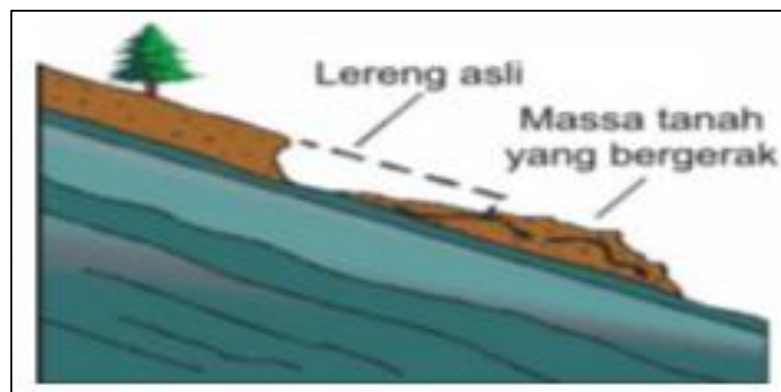
Karnawati menyatakan bahwa sebenarnya longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah, batuan ataupun bahan rombakan yang menuruni lereng.

### II.3.2 Jenis-Jenis Gerakan Tanah.

Berdasarkan jenisnya, gerakan tanah dibagi menjadi 6 (ESDM, 2007) yaitu sebagai berikut:

#### 1. Longsor translasi

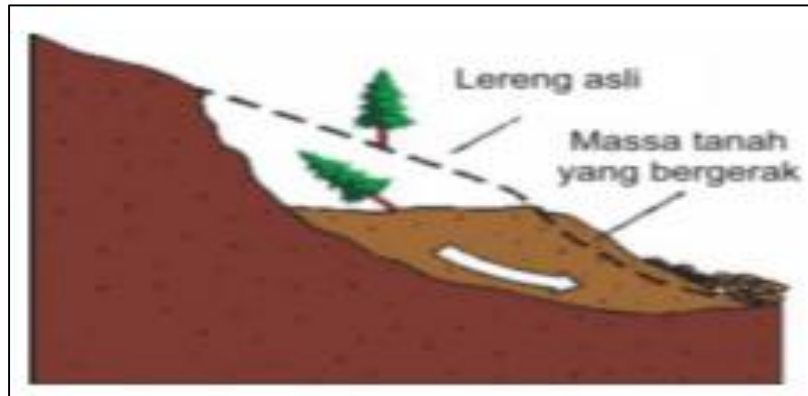
Longsor translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai



Gambar 2.3 Longsor translasi (ESDM, 2007)

#### 2. Longsor rotasi

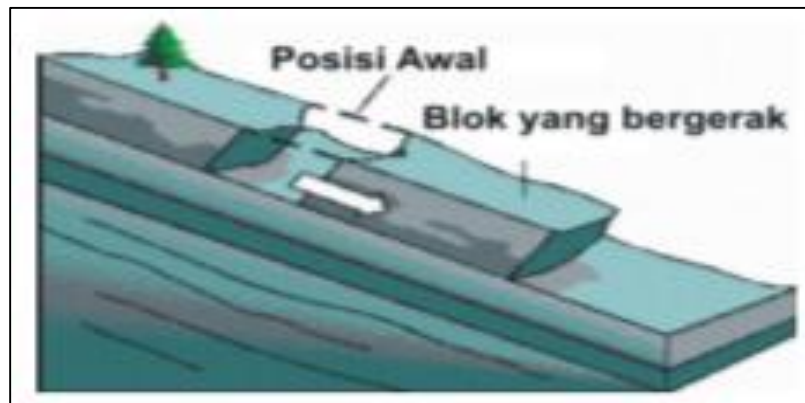
Longsor rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung



Gambar 2.4 Longsoran rotasi (ESDM, 2007)

### 3. Pergerakan blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga longsor translasi blok batu.



Gambar 2.5 Pergerakan blok (ESDM, 2007)

### 4. Runtuhan batu

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan parah.

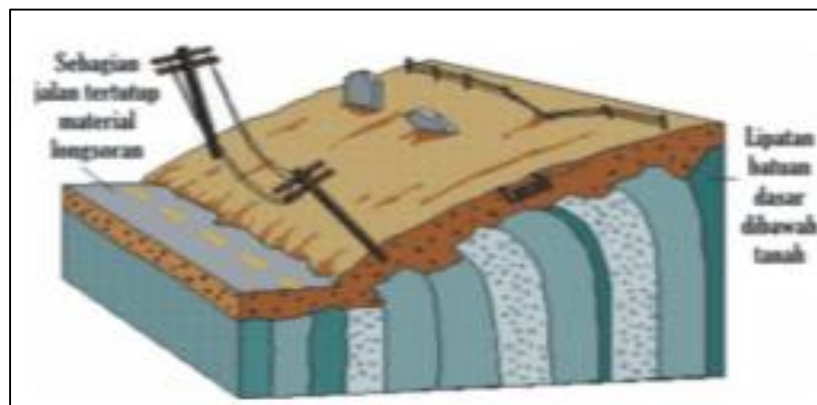




Gambar 2.6 Runtuhan batu (ESDM, 2007)

#### 5. Rayapan tanah

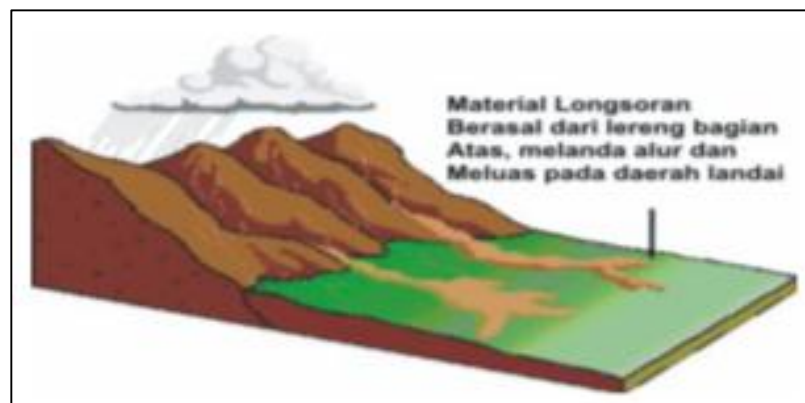
Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Daya lekat antar butir tanah (kohesi) merupakan faktor internal yang menjadi penyebab longsor. Semakin besar nilai kohesi maka kekuatan geser batuan akan semakin besar juga. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini biasa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.



Gambar 2.7 Rayapan tanah (ESDM, 2007)

## 6. Aliran bahan rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bias sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban ukup banyak.



Gambar 2.8 Aliran bahan rombakan (ESDM, 2007)

### II.3.3 Faktor Penyebab Terjadinya Gerakan Tanah

Faktor penyebab terjadinya gerakan tanah dibagi menjadi dua yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu (Karnawati, 2005).

#### 1. Faktor Pengontrol

Faktor pengontrol terjadinya gerakan tanah merupakan faktor yang menjadikan suatu lereng berpotensi untuk mengalami pergerakan meskipun pada saat itu lereng tersebut masih stabil. Faktor pengontrol gerakan tanah di antaranya geomorfologi, geologi, geohidrologi, dan tata guna lahan (Karnawati, 2005).

## 2. Faktor Pemicu

Gangguan yang merupakan pemicu gerakan tanah, merupakan proses alamiah atau non alamiah ataupun kombinasi keduanya, yang secara aktif mempercepat proses hilangnya kestabilan suatu lereng. Faktor pemicu ini dapat berperan dalam mempercepat peningkatan gaya penggerak/peluncur/*driving force*, mempercepat pengurangan gaya penahan gerakan/*resisting force*, ataupun sekaligus mengakibatkan keduanya. Secara umum gangguan yang memicu gerakan tanah adalah sebagai berikut (Pramumijoyo, 2006):

### a. Hujan

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah permukaan (ESDM, 2007).

Hujan pemicu gerakan tanah adalah hujan yang mempunyai curah tertentu dan berlangsung selama periode waktu tertentu, sehingga air yang dicurahkan dapat meresap ke dalam lereng dan mendorong massa tanah untuk longsor (Pramumijoyo, 2006).

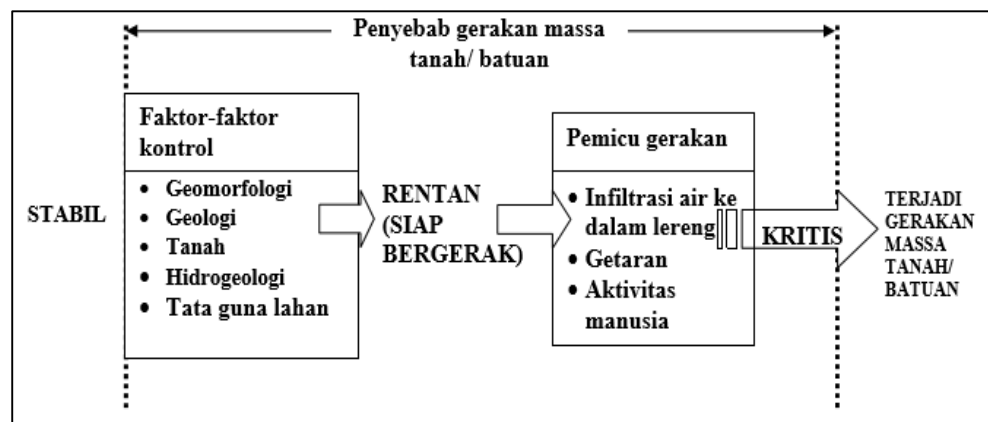
### b. Getaran

Getaran memicu gerakan tanah dengan cara melemahkan atau memutuskan hubungan antar butir partikel-partikel penyusun tanah/batuan pada lereng. Jadi, getaran berperan dalam menambah gaya penggerak dan sekaligus mengurangi gaya penahan. Contoh getaran yang memicu longsor adalah

getaran gempabumi yang diikuti dengan peristiwa *liquefaction*. *Liquefaction* terjadi apabila pada lapisan pasir atau lempung jenuh air terjadi getaran yang periodik. Pengaruh getaran tersebut akan menyebabkan butiran-butiran pada lapisan akan saling menekan dan kandungan airnya akan mempunyai tekanan yang besar terhadap lapisan di atasnya. Akibat peristiwa tersebut lapisan di atasnya akan seperti mengambang, dan dengan adanya getaran tersebut dapat mengakibatkan perpindahan massa di atasnya dengan cepat (Pramumijoyo, 2006).

c. Aktivitas manusia

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumberdaya alam dapat mempercepat perubahan kondisi geologis suatu wilayah. Aktivitas ini dapat berupa menambang bahan galian, pemotongan lereng, penebangan hutan, pembukaan lahan untuk pertanian, pembukaan lahan untuk pemukiman, dan sebagainya. Kegiatan tersebut dapat merubah bentang alam dan kondisi geologis, yang pada akhirnya mempercepat terjadinya gerakan tanah (Massinai, 2010).



Gambar 2.9 Proses terjadinya gerakan massa tanah/batuan dan komponen-komponen penyebabnya (Karnawati, 2005).

### **II.3.4 Zona Kerentanan Gerakan Tanah**

Zona kerentanan gerakan tanah berdasarkan keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1452 k/10/MEM/2000 yaitu sebagai berikut:

1. Zona kerentanan gerakan tanah tinggi merupakan daerah yang secara umum mempunyai kerentanan tinggi untuk terjadi gerakan tanah. Gerakan tanah berukuran besar sampai sangat kecil telah sering terjadi dan akan cenderung sering terjadi.
2. Zona kerentanan gerakan tanah menengah merupakan daerah yang secara umum mempunyai kerentanan menengah untuk terjadi gerakan tanah. Gerakan tanah besar maupun kecil dapat terjadi terutama di daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing pemotongan jalan, dan pada lereng yang mengalami gangguan. Gerakan tanah masih mungkin dapat aktif kembali terutama oleh curah hujan yang tinggi.
3. Zona kerentanan gerakan tanah rendah merupakan daerah yang secara umum terjadi gerakan tanah. Pada zona ini gerakan tanah umumnya jarang terjadi kecuali jika mengalami gangguan pada lerengnya.
4. Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah, merupakan daerah yang mempunyai kerentanan sangat rendah untuk terjadi gerakan tanah. Pada zona ini sangat jarang atau hampir tidak pernah terjadi gerakan tanah. Tidak diketemukan adanya gejala-gejala gerakan tanah lama atau baru kecuali pada daerah sekitar tebing sungai. Umumnya merupakan daerah datar sampai landai dan tidak dibentuk oleh ongkongan material gerakan tanah maupun lempung mengembang.

## **II.4 Metode Geolistrik**

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial dan pengukuran arus yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Oleh karena itu, metode geolistrik mempunyai banyak macam, salah satunya adalah metode resistivitas (Hendrajaya, 1990).

### **II.4.1 Metode Resistivitas**

Pada survey gerakan tanah, metode resistivitas diperlukan untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan, sehingga dapat memperkirakan tingkat kerawanan suatu daerah terhadap kemungkinan terjadinya gerakan tanah. Metode resistivitas adalah salah satu dari kelompok metode geofisika yaitu metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi berdasarkan perbedaan resistivitas batuan (Andriyani, 2010). Pada metode resistivitas 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).

## II.4.2 Potensial Pada Bumi Homogen Isotropis

Hukum Ohm yang berlaku pada medium homogen yang menghubungkan rapat arus

$\vec{J}$  dan medan listrik  $\vec{E}$  melalui persamaan:

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

Dimana:

$\vec{J}$  = Rapat arus (ampere/m<sup>2</sup>)

$\vec{E}$  = Medan listrik (Volts/m)

$\sigma$  = Konduktivitas (Ohm<sup>-1</sup>).

Medan listrik adalah gradien dari potensial skalar,

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

Sehingga didapatkan

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

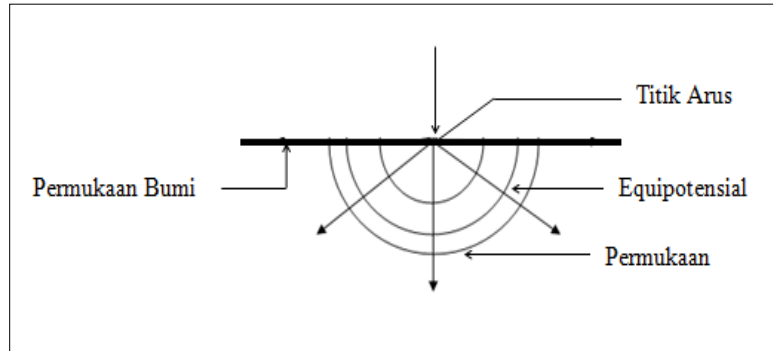
Jika tidak ada sumber arus (*current source*) pada suatu volume yang dilingkupi oleh permukaan maka,  $\nabla \cdot \vec{J} = 0$ , sehingga:

$$\nabla \cdot \vec{J} = \nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0 \quad (2.4)$$

Jika konduktivitas  $\sigma$  konstan, maka akan diperoleh persamaan Laplace dengan potensial harmonis.

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

### II.4.3 Potensial di Sekitar Titik Arus di Permukaan Bumi



Gambar 2.11 Potensial di sekitar titik arus di permukaan bumi (Hendrajaya, 1990)

Jika arus diinjeksikan di suatu titik pada permukaan bumi maka arus akan memancar ke segala arah membentuk permukaan equipotensial yang berbentuk setengah bola seperti pada Gambar 2.11 dengan luas  $2\pi r^2$ . Potensial pada jarak  $r$  dari titik P, hanya merupakan fungsi  $r$  saja. Persamaan Laplace yang berhubungan dengan kondisi ini dalam sistem koordinat bola (Hendrajaya, 1990) adalah:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} = 0 \quad (2.6)$$

Mengingat arus yang mengalir simetri terhadap arah  $\theta$  dan  $\phi$  pada arus tunggal, maka persamaan di atas menjadi:

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

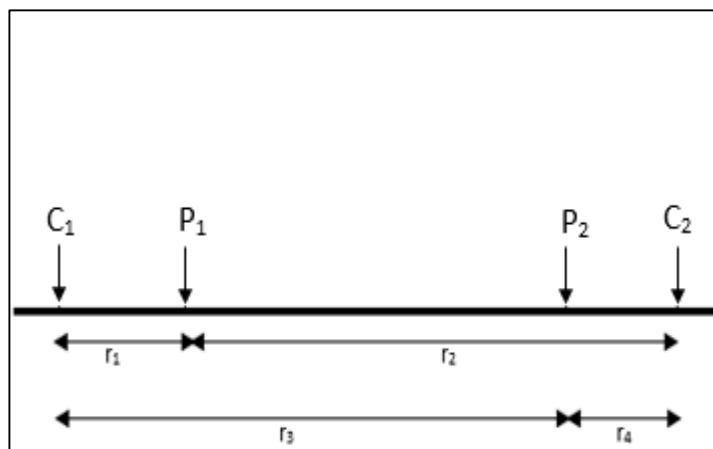
Dengan demikian potensial di setiap titik yang berhubungan dengan sumber arus pada permukaan bumi yang homogen isotropis adalah:

$$V = \frac{1}{r} \frac{I\rho}{2\pi} \quad \text{atau} \quad \rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.8)$$



#### II.4.4 Perhitungan Nilai Resistivitas

Metode yang biasa digunakan pada pengukuran geolistrik resistivitas secara umum yaitu dengan menginjeksikan arus listrik kedalam bumi dengan menggunakan dua elektroda arus ( $C_1$  dan  $C_2$ ), dan pengukuran beda potensial dengan menggunakan dua elektroda potensial ( $P_1$  dan  $P_2$ ) seperti pada Gambar 2.12 (Syamsuddin, 2012).



Gambar 2.12 Bentuk susunan elektroda pada survei geolistrik resistivitas (Santoso, 2002)

Potensial pada titik  $P_1$  yang disebabkan arus dari elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  berdasarkan persamaan 2.8 adalah:

$$V_1 = \frac{I\rho}{2\pi r_1} \text{ dan } V_2 = -\frac{I\rho}{2\pi r_2} \quad (2.9)$$

Sehingga diperoleh beda potensial di titik  $P_1$  akibat arus  $C_1$  dan  $C_2$  menjadi:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.10)$$

Potensial yang timbul di titik  $P_2$  sama halnya dengan potensial di titik  $P_1$ , sehingga besarnya beda potensial  $P_1$  dan  $P_2$  akibat injeksi arus  $C_1$  dan  $C_2$  adalah:

$$\Delta V = V_{p1} - V_{p2} \quad (2.11)$$

sehingga:

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi} \left\{ \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right\} \quad (2.12)$$

atau dapat ditulis:

$$\rho = \frac{2\pi}{\left\{ \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right\}} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.13)$$

Dari besarnya arus dan beda potensial yang terukur, maka nilai resistivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = K (\Delta V/I) \quad (2.14)$$

dimana:

$\rho$  = Tahanan jenis batuan (Ohm.m)

K = Faktor geometri (m)

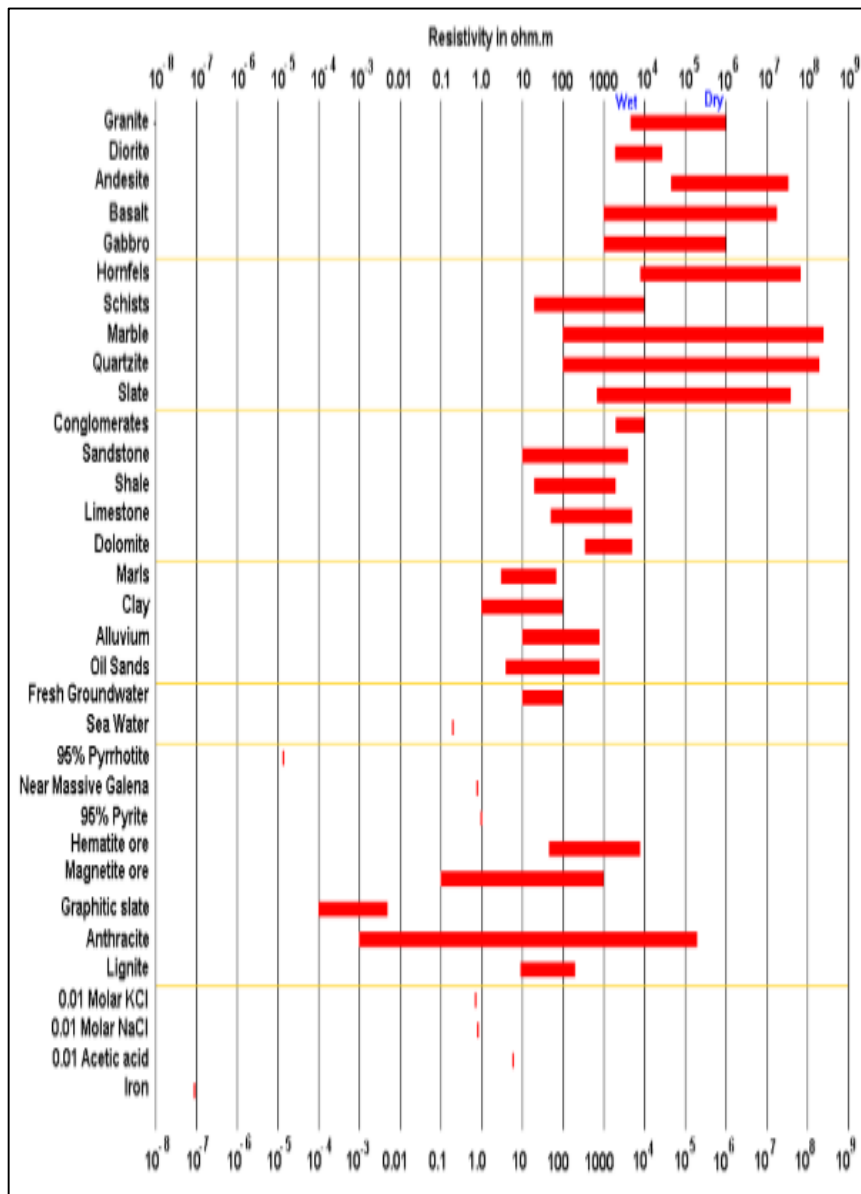
$\Delta V$  = Beda potensial (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

Harga resistivitas pada persamaan 2.14 yang diperoleh dari hasil pengukuran merupakan harga resistivitas semu. Harga resistivitas sebenarnya dapat diperoleh dengan melakukan suatu proses perhitungan secara komputerisasi. Cara komputerisasi membutuhkan suatu perangkat lunak berupa software. Software yang digunakan adalah Res2DINV. Setiap batuan/mineral memiliki harga

resistivitas yang berbeda-beda. Tabel 2.1 memperlihatkan kisaran harga resistivitas dari berbagai jenis batuan/mineral.

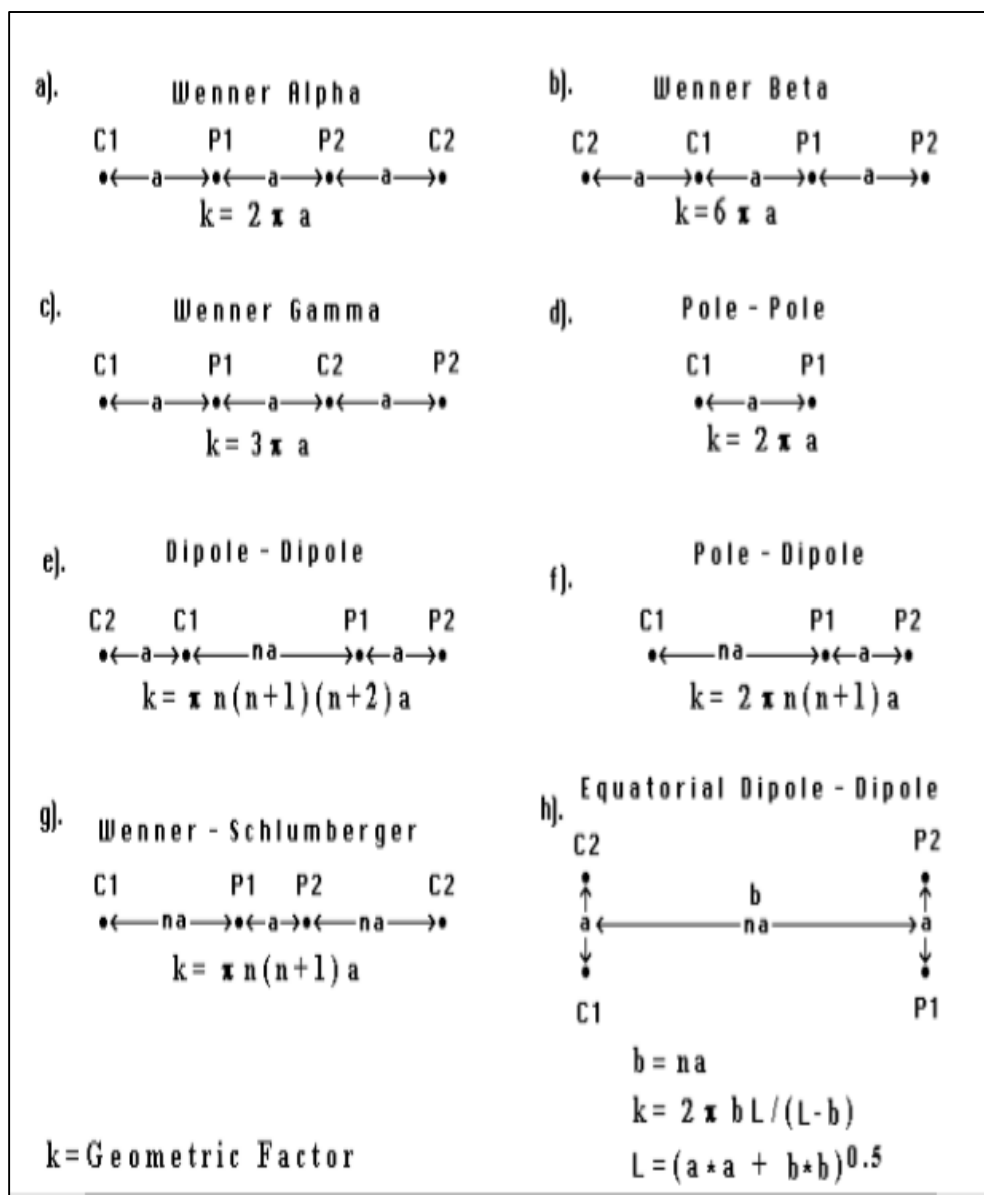
Tabel 2.1 Nilai resistivitas batuan dan mineral (Loke, 2004)



Sumber: Loke, 2004

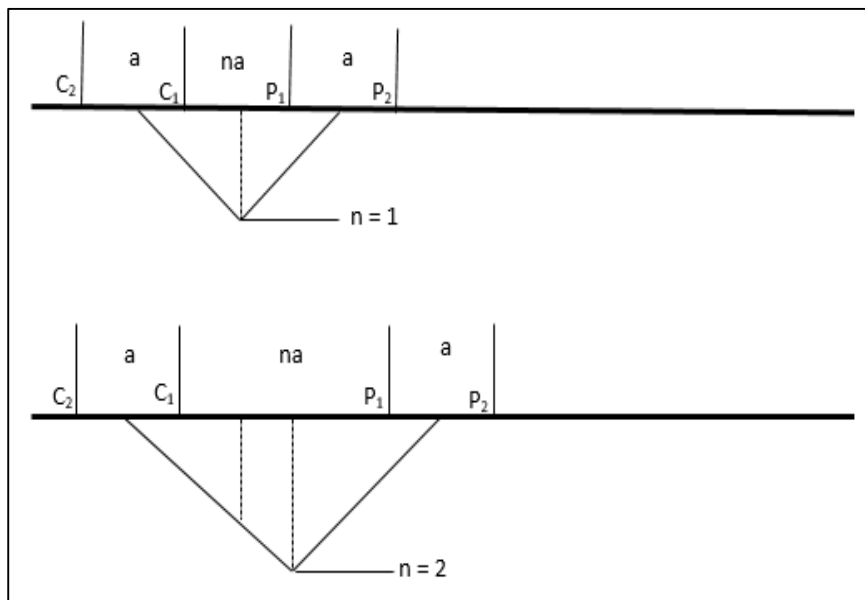
## II.4.5 Konfigurasi Dipole-dipole

Ada beberapa macam konfigurasi elektroda yang digunakan dalam survei geolistrik resistivitas yaitu: Wenner Alpha, Wenner Beta, Wenner Gamma, Pole-Pole, Dipole-Dipole, Pole-Dipole, Wenner-Schlumberger, dan Equatorial Dipole-Dipole. Gambar 2.13 menunjukkan konfigurasi setiap elektroda.



Gambar 2.13 Konfigurasi elektroda (Loke, 2004)

Rangkaian elektroda konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada Gambar 2.14 spasi antara dua elektroda arus dan potensial sama yaitu “a”. konfigurasi ini memiliki faktor lain yaitu “n” yang merupakan rasio jarak antara elektroda C<sub>1</sub> dan P<sub>1</sub> dengan jarak pisah “a”. Besarnya “a” dibuat tetap, serta faktor “n” meningkat mulai dari 1 ke 2 ke 3 sampai sekitar 6 untuk meningkatkan kedalaman pengukuran (Loke,2000).



Gambar 2.15 Konfiguraasi Dipole-dipole

Dimna:

C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub> : Elektroda arus

P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub> : Elektroda potensial

$$r_1 = C_1P_1 = na$$

$$r_2 = C_2P_1 = na + a = a(n + 1)$$

$$r_3 = C_1P_2 = a + na = a(n+1)$$

$$r_4 = C_2 P_2 = a + na + a = a(n + 2)$$

Berdasarkan persamaan 2.12, faktor geometri untuk aturan elektroda dipole dipole dapat ditulis sebagai berikut:

$$K = 2\pi \left[ \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right]^{-1} \quad (2.15)$$

Persamaan (2.15) disederhanakan menjadi:

$$K = \pi a(n)(n + 1)(n + 2) \quad (2.16)$$

Kemudian dengan mensubstitusikan nilai K pada persamaan (2.13) dapat dihitung nilai resistivitas tiap kedalaman adalah:

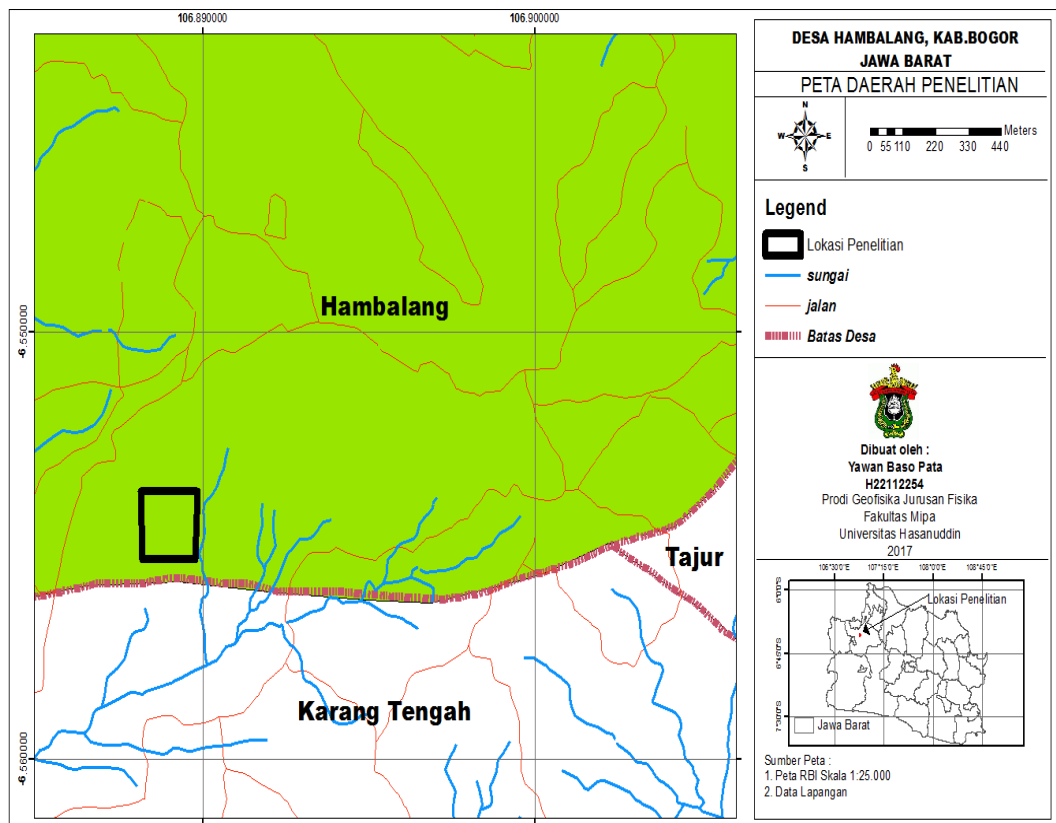
$$\rho = \pi a(n)(n + 1)(n + 2) \frac{\Delta V}{I} \quad (2.17)$$

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### III.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Hambalang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Secara geografis daerah lokasi penelitian terletak pada koordinat  $106^{\circ} 33' 16.8''$  BT -  $106^{\circ} 33' 27.6''$  BT dan  $6^{\circ} 53' 10.8''$  LS -  $6^{\circ} 53' 21.6''$  LS.



Gambar 3.1 Peta lokasi daerah penelitian (Bakosurtanal)

## **III.2 Data**

Data yang digunakan berupa data sekunder, yang merupakan hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis oleh pihak BPPT tahun 2016.

## **III.3 Prosedur Penelitian**

### **III.3.1 Kajian Pustaka**

Kajian pustaka meliputi pengumpulan berbagai macam literatur berupa kajian geologi daerah setempat, seperti jenis batuan daerah penelitian serta mempelajari jurnal-jurnal penelitian tentang geolistrik agar dapat memudahkan dalam interpretasi.

### **III.3.2 Pengolahan Data**

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan merupakan tahanan jenis semu (*Apperent resistivity*). Data ini kemudian diolah dengan melakukan proses *Inversi* menggunakan *software* Res2DINV untuk menghasilkan penggambaran tahanan jenis bawah permukaan yang sebenarnya dalam bentuk penampang 2D. Keluaran *software* Res2DINV dapat disimpan dalam format XYZ yang akan dijadikan masukan pada *software* ROCKWORK untuk menghasilkan penampang pseudo 3D.

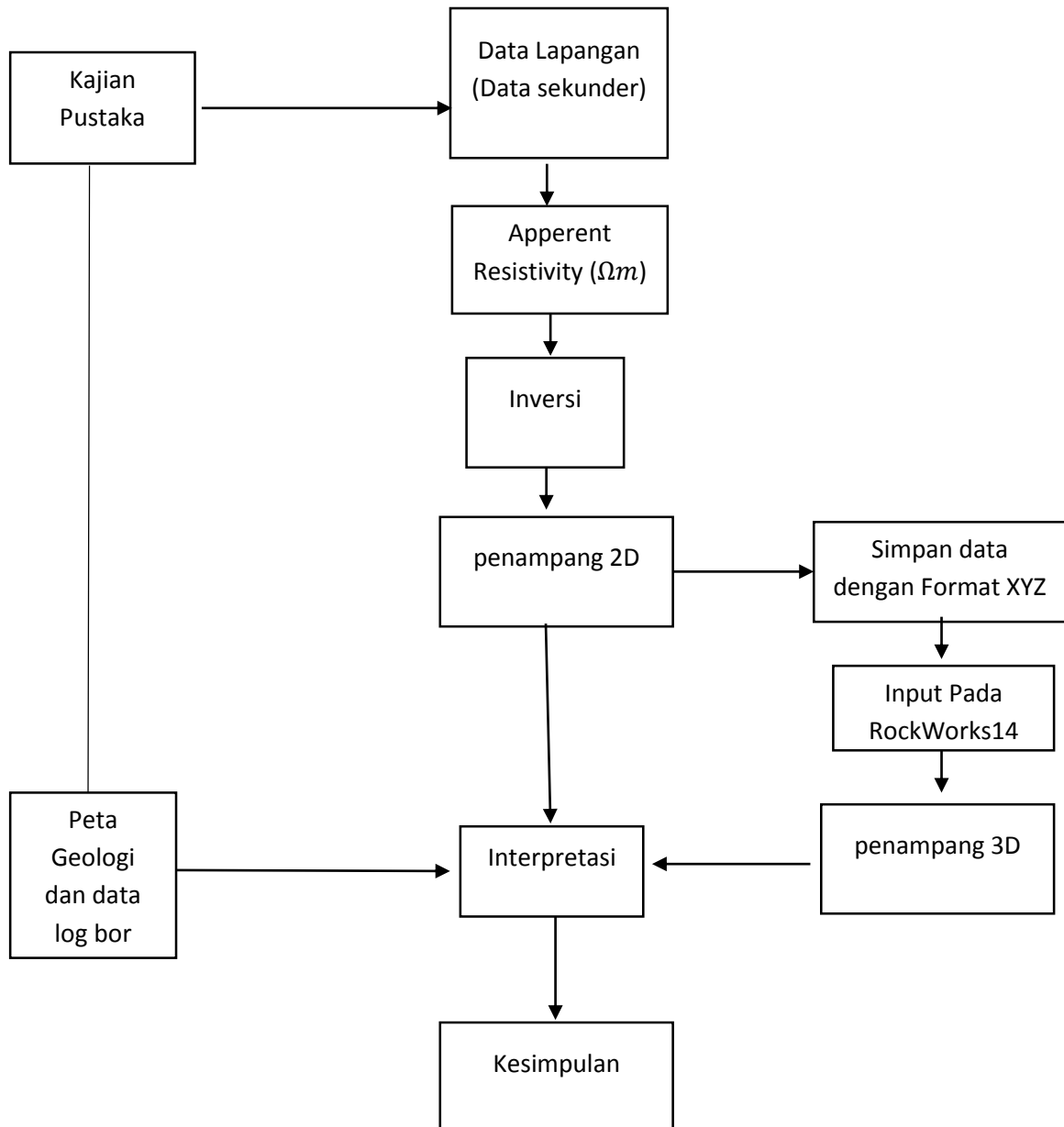
### **III.3.3 Interpretasi**

Penampang resistivitas 2D dan 3D diinterpretasi dengan mengacu pada tabel resistivitas batuan, data pendukung berupa data bor, dan peta geologi daerah penelitian. Pada tahapan ini terlihat sebaran variasi nilai – nilai tahanan jenis bawah



permukaan daerah penelitian dari warna yang diberikan pada gambar penampang hasil pemrosesan. Dari perbedaan nilai tahanan jenis dapat dilakukan pendugaan jenis batuan daerah penelitian dan selanjutnya dapat menentukan bidang gelincir dan zona hancuran.

### III.4 Diagram Alir penelitian

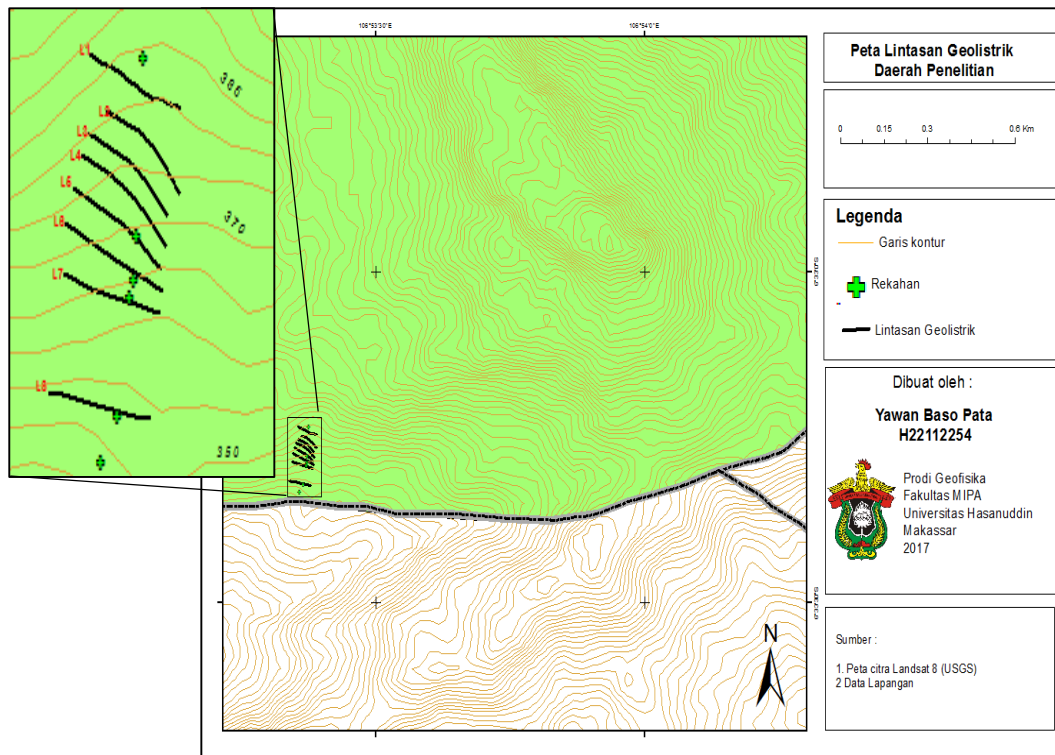


Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengambilan data dilakukan oleh pihak BPPT sebanyak 8 lintasan dengan arah bentangan Barat-Timur. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2D Konfigurasi Dipole-dipole dengan 32 elektroda. Berikut peta lintasan daerah penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Lintasan Pengukuran Geolistrik Daerah Penelitian

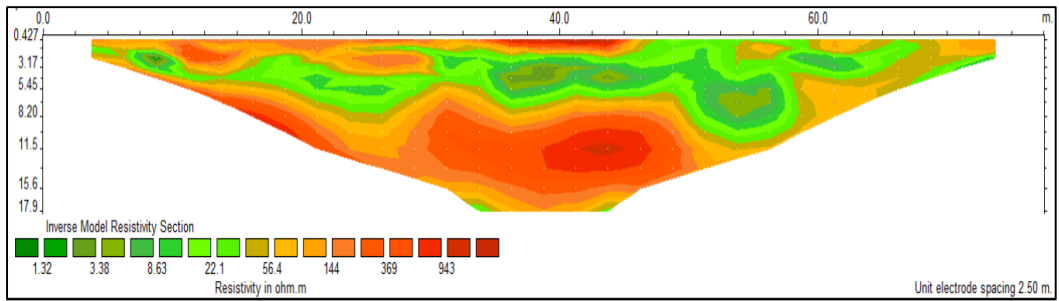
#### IV.1 Hasil

Data hasil pengukuran berupa nilai resistivitas semu. Untuk mengetahui model penyebaran nilai resistivitas bawah permukaan daerah penelitian, maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* Res2DINV. Hasil inversi dengan menggunakan *software* Res2DINV akan menghasilkan model penampang 2D yang menunjukkan kedalaman dan sebaran resistivitas sebenarnya. Berikut merupakan hasil pengukuran geolistrik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan gambar penampang hasil inversi dengan menggunakan Res2DINV.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran geolistrik

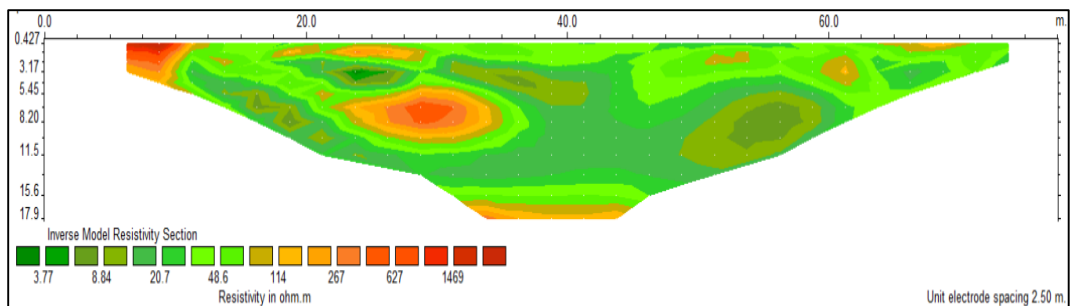
Lintasan	Panjang lintasan (m)	Spasi (m)	Interval resistivitas ( $\Omega m$ )	Kedalaman (m)
1	77,5	2,5	1,32 – 1507	17,5
2	77,5	2,5	1,67 – 6054	17,5
3	77,5	2,5	2,17 – 504,4	17,5
4	77,5	2,5	3,77 – 178,8	17,5
5	77,5	2,5	2.09 – 697	17,5
6	77,5	2,5	3,6 – 120,9	17,5
7	77,5	2,5	3,1 – 344,7	17,5
8	77,5	2,5	1,9 – 500,4	17,5

### Lintasan 1



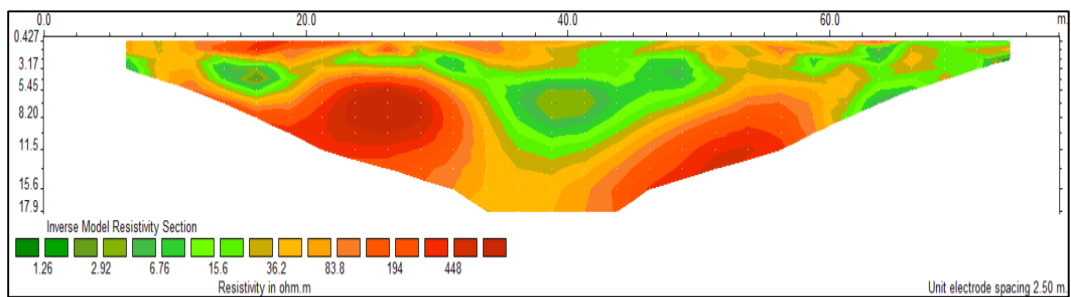
Gambar 4.2 Penampang 2D lintasan 1

### Lintasan 2



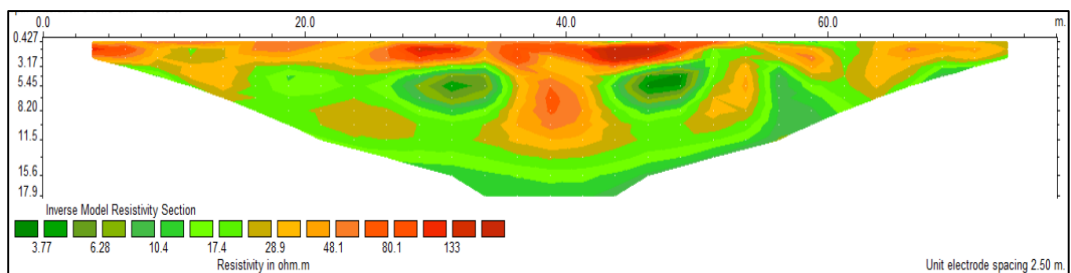
Gambar 4.3 Penampang 2D lintasan 2

### Lintasan 3



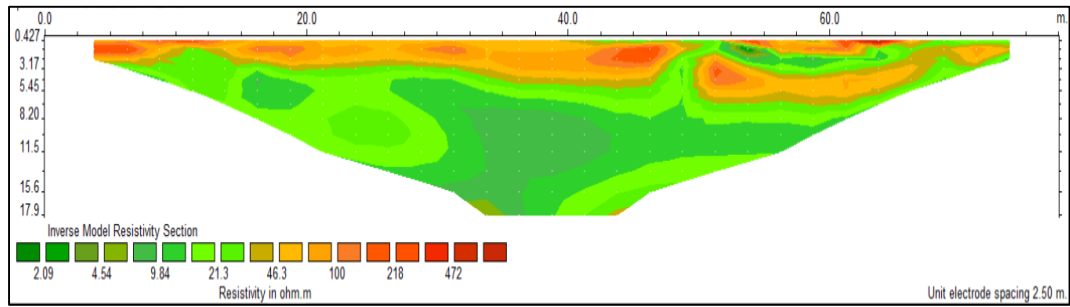
Gambar 4.4 Penampang 2D lintasan 3

### Lintasan 4



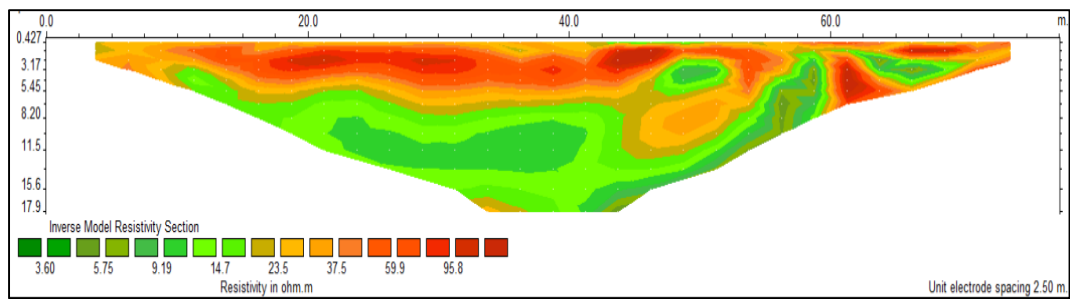
Gambar 4.5 Penampang 2D lintasan 4

### Lintasan 5



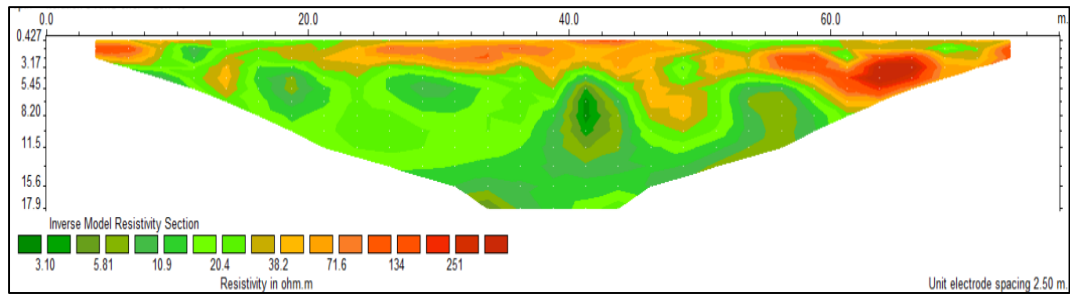
Gambar 4.6 Penampang 2D lintasan 5

### Lintasan 6



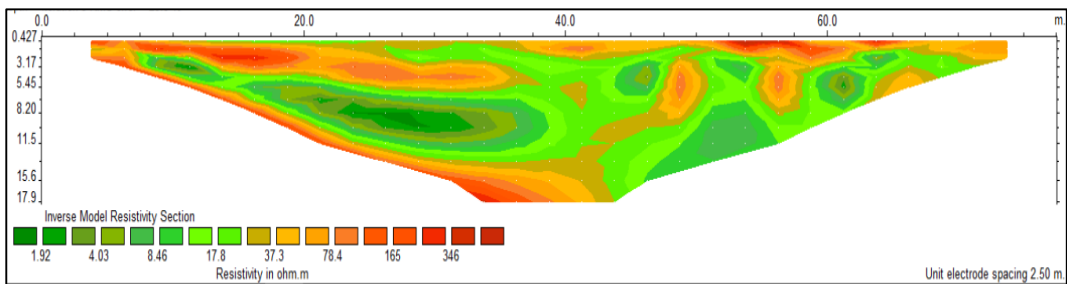
Gambar 4.7 Penampang 2D lintasan 6

### Lintasan 7



Gambar 4.8 Penampang 2D lintasan 7

### Lintasan 8



Gambar 4.9 Penampang 2D lintasan 8

## IV.2 Pembahasan

Penampang 2D hasil inversi menggunakan *software* Res2DINV kemudian diinterpretasi untuk mengetahui bidang gelincir yang ada di lokasi penelitian. Data pendukung berupa data log bor digunakan sebagai acuan dalam interpretasi. Berikut merupakan hasil analisis data log bor pada daerah penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil analisis data Log Bor daerah penelitian

Depth (m)	Bore Log	Description
0		
1		
2		Lanau Kelempungan
3		
4		
5		Batu
6		
7		Lanau Kelempungan
8		Batu
9		
10		Lanau Kelempungan
11		
12		
13		
14		
15		Batupasir
16		
17		
18		
19		
20		

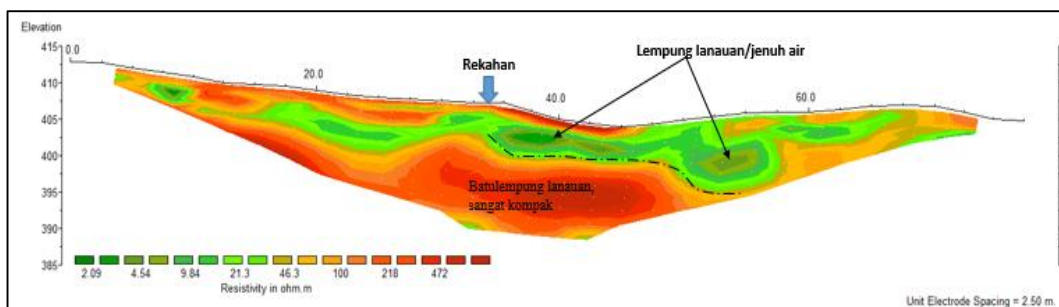
Data Log Bor daerah penelitian terletak antara elektroda 22 - 23 pada lintasan 5. Data Log Bor digunakan untuk menginterpretasi jenis batuan pada penampang 2D lintasan 5. Hasil interpretasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 tersebut kemudian menjadi acuan untuk menginterpretasi penampang 2D berikutnya.

Tabel 4.3 Pendugaan jenis batuan daerah penelitian

Kisaran Nilai Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )	Jenis Batuan
2,09 – 9,84	Lempung lanauan
4,54 – 21,3	Batupasir (Bps)
>45,3	Batulempung lanauan, sangat kompak

### Lintasan 1

Pada penampang 2D lintasan 1 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



Gambar 4.10 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 1

Nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai lempung lanauan, nilai resistivitas 4,54  $\Omega\text{m}$  - 21,3  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas > 45,3 $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batulempung lanauan, sangat kompak.

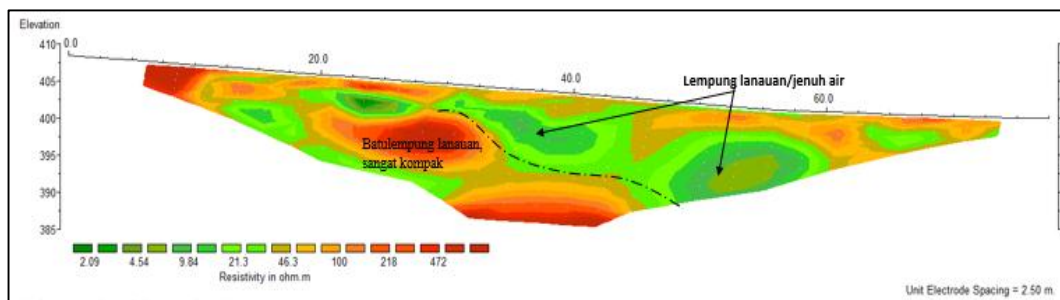
Pada penampang 2D lintasan 1 (Gambar 4.10), bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus berada pada elektroda 14-27 dengan kedalaman 10 meter dari permukaan. Pada bagian atas bidang gelincir terdapat lapisan lempung lanauan dengan nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  yang diduga sebagai lapisan jenuh air.



Rekahan di permukaan terdapat antara elektroda 14-15. Jika intensitas hujan tinggi dan air masuk melalui rekahan, maka air akan terakumulasi di lapisan tersebut dan akan memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu terjadinya gerakan tanah.

## Lintasan 2

Pada penampang 2D lintasan 2 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



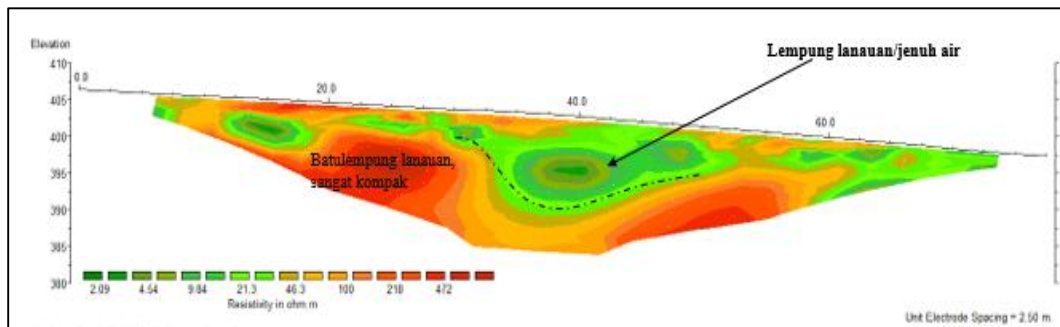
Gambar 4.11 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 2

Nilai resistivitas  $2,09 \Omega\text{m} - 9,84 \Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai lempung lanauan, nilai resistivitas  $4,54 \Omega\text{m} - 21,3 \Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas  $> 45,3 \Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batulempung lanauan, sangat kompak.

Pada penampang 2D lintasan 2 (Gambar 4.11), bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus berada pada elektroda 20-24 dengan kedalaman 13,5 meter dari permukaan. Pada bagian atas bidang gelincir terdapat lapisan lempung lanauan dengan nilai resistivitas  $2,09 \Omega\text{m} - 9,84 \Omega\text{m}$  yang diduga sebagai lapisan jenuh air. Jika intensitas hujan tinggi, maka air akan terakumulasi di lapisan tersebut dan akan memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu terjadinya gerakan tanah

### Lintasan 3

Pada penampang 2D lintasan 3 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



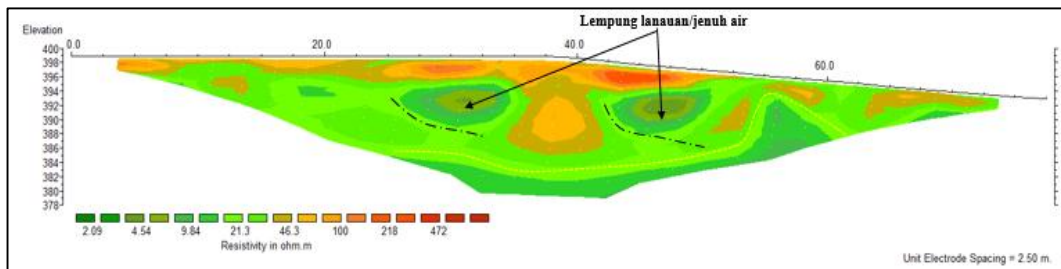
Gambar 4.12 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 3

Nilai resistivitas  $2,09 \Omega\text{m} - 9,84 \Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai lempung lanauan, nilai resistivitas  $4,54 \Omega\text{m} - 21,3 \Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas  $> 45,3\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batulempung lanauan, sangat kompak.

Pada penampang 2D lintasan 3(Gambar 4.12), bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus berada pada elektroda 13-23 dengan kedalaman 10 meter dari permukaan. Pada bagian atas bidang gelincir terdapat lapisan lempung lanauan dengan nilai resistivitas  $2,09 \Omega\text{m} - 9,84 \Omega\text{m}$  yang diduga sebagai lapisan jenuh air. Jika intensitas hujan tinggi, maka air akan terakumulasi di lapisan tersebut dan akan memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu terjadinya gerakan tanah.

### Lintasan 4

Pada penampang 2D lintasan 4 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



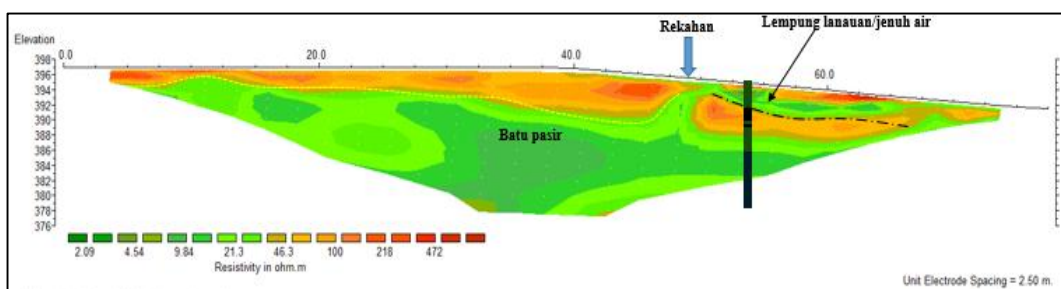
Gambar 4.13 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 4

Nilai resistivitas  $2,09 \Omega\text{m} - 9,84 \Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai lempung lanauan, nilai resistivitas  $4,54 \Omega\text{m} - 21,3 \Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas  $> 45,3\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batulempung lanauan, sangat kompak.

Pada penampang 2D lintasan 4 (Gambar 4.13), bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus berada pada elektroda 10-15 dan elektroda 18-23 dengan kedalaman 8,20 meter dari permukaan. Pada bagian atas bidang gelincir terdapat lapisan lempung lanauan dengan nilai resistivitas  $2,09 \Omega\text{m} - 9,84 \Omega\text{m}$  yang diduga sebagai lapisan jenuh air. Jika intensitas hujan tinggi, maka air akan terakumulasi di lapisan tersebut dan akan memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu terjadinya gerakan tanah.

### Lintasan 5

Pada penampang 2D lintasan 5 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



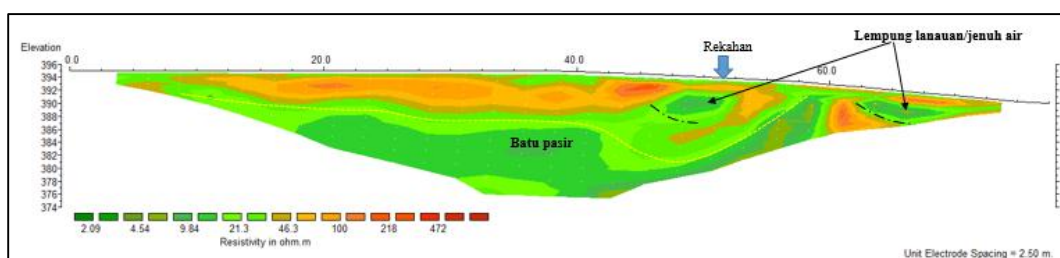
Gambar 4.14 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 5

Nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai lempung lanauan, nilai resistivitas 4,54  $\Omega\text{m}$  - 21,3  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas > 45,3 $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batulempung lanauan, sangat kompak.

Pada penampang 2D lintasan 5, bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus berada pada elektroda 21-27 dengan kedalaman 2,3 meter dari permukaan. Pada bagian atas bidang gelincir terdapat lapisan batubatu lempung lanauan dengan nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  yang diduga sebagai lapisan jenuh air. Rekahan di permukaan terdapat pada elektroda 20-21. Jika intensitas hujan tinggi dan air masuk melalui rekahan, maka air akan terakumulasi di lapisan tersebut dan akan memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu terjadinya gerakan tanah.

### Lintasan 6

Pada penampang 2D lintasan 6 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



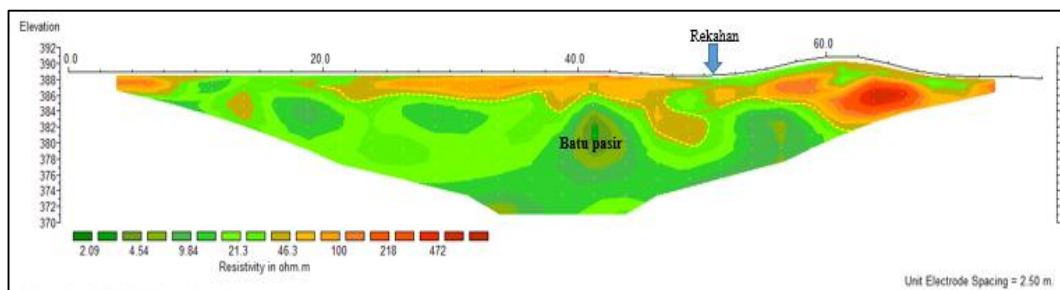
Gambar 4.15 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 6

Nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai lempung lanauan, nilai resistivitas 4,54  $\Omega\text{m}$  - 21,3  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas > 45,3 $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batulempung lanauan, sangat kompak.

Pada penampang 2D lintasan 6 (Gambar 4.15), bidang gelincir di tandai dengan garis hitam putus-putus berada pada elektroda 19-22 dan elektroda 25-30 dengan kedalaman 4,3 meter dari permukaan. Pada bagian atas bidang gelincir terdapat lapisan batulempung lanauan dengan nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  yang diduga sebagai lapisan jenuh air. Rekahan di permukaan terdapat antara elektroda 21-22. Jika intensitas hujan tinggi dan air masuk melalui rekahan, maka air akan terakumulasi di lapisan tersebut dan akan memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu terjadinya gerakan tanah.

### Lintasan 7

Pada penampang 2D lintasan 7 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



Gambar 4.16 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 7

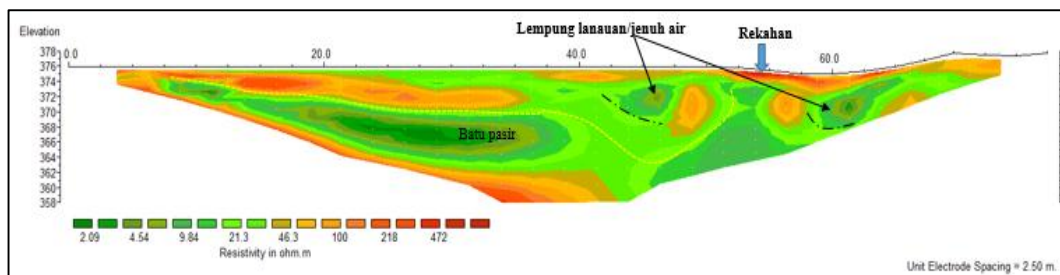
Nilai resistivitas 4,54  $\Omega\text{m}$  - 21,3  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas  $> 45,3\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batu batulempung lanauan, sangat kompak.

Pada penampang 2D lintasan 7 (Gambar 4.16), tidak terlihat adanya lapisan lempung lanauan yang bertindak sebagai lapisan jenuh air. Diperkirakan air yang masuk melalui celah rekahan menerus ke bawah, sehingga air tidak terakumulasi.

Lapisan paling bawah sebagai lapisan batupasir dengan nilai resistivitas 4,82  $\Omega\text{m}$  - 32,1  $\Omega\text{m}$  dan lapisan di atasnya sebagai lapisan batulempung lanauan, sangat kompak dengan nilai resistivitas  $> 82,8$ . Rekahan di permukaan terdapat pada elektroda 22-23.

### Lintasan 8

Pada penampang 2D lintasan 8 terlihat variasi resistivitas seperti pada Gambar berikut.



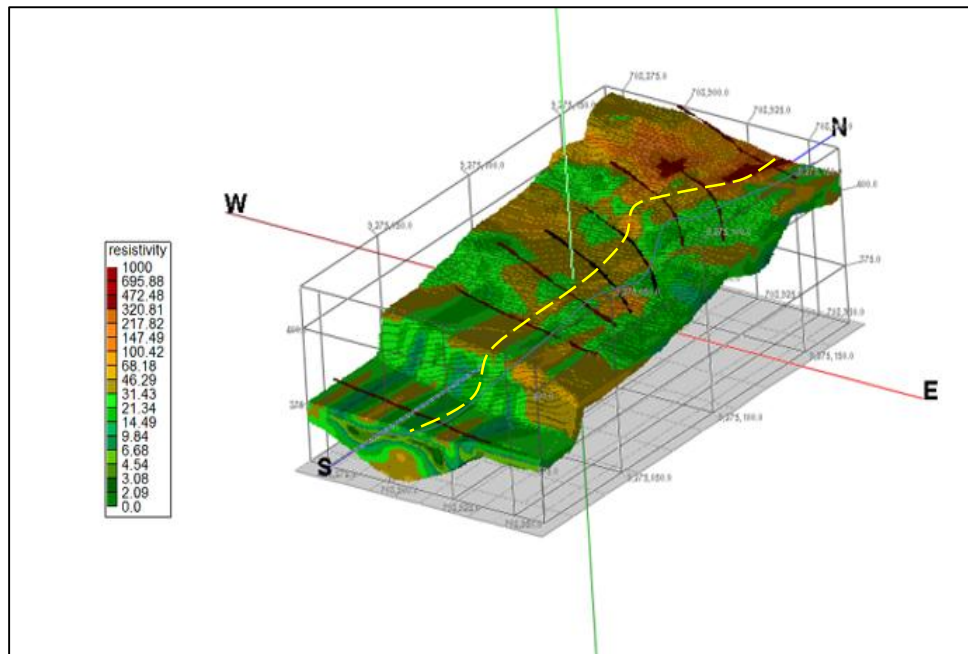
Gambar 4.17 Interpretasi pada penampang 2D lintasan 8

Nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai lempung lanauan, nilai resistivitas 4,54  $\Omega\text{m}$  - 21,3  $\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batupasir, dan nilai resistivitas  $> 45,3\Omega\text{m}$  diinterpretasi sebagai batu batulempung lanauan, sangat kompak.

Pada penampang 2D lintasan 8 (Gambar 4.17), bidang gelincir ditandai dengan garis hitam putus-putus berada pada elektroda 17-21 dan elektroda 24-26 dengan kedalaman 7 meter dari permukaan. Pada bagian atas bidang gelincir terdapat lapisan lempung lanauan dengan nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  yang diduga sebagai lapisan jenuh air. Rekahan di permukaan terdapat antara elektroda 23-24. Jika intensitas hujan tinggi dan air masuk melalui rekahan, maka air akan

terakumulasi di lapisan tersebut dan akan memperberat gaya kebawah yang sewaktu-waktu dapat memicu terjadinya gerakan tanah.

### Penampang 3D Resistivitas



Gambar 4.18 Model penampang 3D daerah penelitian

Penggabungan beberapa penampang 2D dalam program ROCKWARE digunakan untuk memperoleh model 3D. Delapan penampang 2D dari hasil pengukuran digabungkan dalam program ROCKWARE untuk mendapatkan model 3D seperti terlihat pada Gambar 4.18.

Pada penampang 3D terlihat bahwa pada bagian timur dari penampang diinterpretasi sebagai zona hancuran yang ditandai dengan garis kuning sebagai batas dari zona hancuran tersebut. Arah gerakan tanah diprediksi mengarah ke timur. Lapisan lempung lanauan dengan nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  bertindak sebagai material longsor. Pendugaan zona hancuran tersebut didukung

dengan adanya beberapa rekahan pada lintasan. Rekahan tersebut diduga menerus sampai ke bawah permukaan dan memanjang dari arah utara ke selatan. Rekahan – rekahan yang terdapat di daerah penelitian juga berperan sebagai media masuknya air, yang selanjutnya akan merendam lapisan lempung lanauan menjadi sangat labil, dimana sisi yang belum hancur menjadi bidang gelincirnya.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil interpretasi pada penampang 2D menunjukkan bahwa bidang gelincir terletak pada kedalaman yang bervariasi antara 2,25 meter – 13,5 meter. Nilai resistivitas 2,09  $\Omega\text{m}$  - 9,84  $\Omega\text{m}$  yang merupakan lempung lanauan berada diatas bidang gelincir yang bertindak sebagai lapisan jenuh air.
2. Hasil interpretasi pada penampang 2D diprediksi bahwa zona hancuran (massa tanah di atas bidang gelincir yang mudah bergerak) mengarah kearah timur.

#### **V.2 Saran**

1. Sebaiknya melakukan reboisasi pada daerah penelitian dengan tanaman – tanaman yang dapat mencegah/mengurangi terjadinya gerakan tanah.
2. Sebaiknya membangun dinding penahan tanah pada bagian tebing lereng untuk mencegah terjadinya longsor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhamzah, F. 2006. *Pemetaan dan Analisis Daerah Rawan Tanah Longsor Serta Upaya Mitigasinya Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Andriyani, S. Ramelan dan A.H. Sutarno. 2010. *Metode Geolistrik Imaging Konfigurasi pole-dipole digunakan Untuk Penelusuran Sistem Sungai Bawah Tanah Pada Kawasan Karst di Pacitan, Jawa Timur*. Jurnal EKOSAINS | Vol II | No. 1
- Ariyani dan Atika, D. 2009. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Penyusunan Peta Rawan Longsor (Studi Kasus: DAS Bodri)*. Semarang: Teknik Geodesi Universitas Diponegoro
- Effendi, A.C. Kusnama dan Hermanto, B. 1998. *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa*. Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi. Bandung
- ESDM. 2007. *Pengenalan Gerakan Tanah*. [www.esdm.go.id/publikasi/lainlain/doc\\_download/489-pengenalan-gerakan-tanah-html](http://www.esdm.go.id/publikasi/lainlain/doc_download/489-pengenalan-gerakan-tanah-html). Diakses pada tanggal 23 agustus 2016 pukul 13.20 WIB.
- Hendrajaya, L dan Arif, I. 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Karnawati, D. 2005. *Bencana Alam Gerakan Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurnal Geologi . Jurusan Teknik Geologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 1452 k/MEM/2000 Tentang Pedoman Teknis Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah
- Loke, M.H. 2000. *Electrical imaginf surveys for environmental and engineering studies*. Penang. Malaysia
- Loke, M.H. 2004. *2-D and 3-D electrical imaging surveys*. Penang. Malaysia
- Massinai, M.A. Sudrajat, A. Hirnawan, F. Syafri, I. Hasanuddin dan Tahir, M. 2010. *Gerakan Tanah Pada Daerah Rawan Longsor Di DAS Jeneberang Bagian Barat Gunung Bawakaraeng Sulawesi Selatan*. Buletin Geologi Tata Lingkungan
- Pramumijoyo, S. dan Karnawati, D. 2006. *Penanganan Bencana Gerakan Tanah Di Indonesia*. Jurnal Geologi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta

- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVBMG). 2015. *Laporan Singkat Pemeriksaan Gerakan Tanah Di Desa Hambalang, Kec. Citeureup, Kab. Bogor, Provinsi Jawa Barat*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Alam. Bandung
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. New York : John Wiley & Sons
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*, Intitut Teknologi Bandung. Bandung
- Sobarna, R. 2008. *Kejadian Bencana Gerakan Tanah Tahun 2007*. Buletin Vulkanologi dan Bencan Geologi, Vol.3 No.1
- Syamsuddin, Lantu, Massinai, M.A dan Akbar, S. 2012. *Identifikasi Sesar Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner di Sekitar Das Jene'berang, Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan*. POSITRON, VOL,II, NO.2
- Telford, W.M. Geldart, L.P. Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics, Second Edition*. Cambridge University Press. New York
- Van Bemmelen. 1949. *The Geology of Indonesia*. Martinus Nyhoff The Haque. Nederland

# **LAMPIRAN 1**

(Data Hasil Pengukuran Geolistrik)

a = 2.5

Urut	No	A	B	M	N	Xpos'	K	I (mA)	rho-a (ohm-m)	V (mV)
1	1	1	2	3	1	3.75			58.39799	
2	2	2	3	4	1	6.25			55.42393	
3	3	3	4	5	1	8.75			59.86514	
4	4	4	5	6	1	11.25			78.95548	
5	5	5	6	7	1	13.75			107.3666	
6	6	6	7	8	1	16.25			132.3701	
7	7	7	8	9	1	18.75			136.7087	
8	8	8	9	10	1	21.25			106.1162	
9	9	9	10	11	1	23.75			88.44829	
10	10	10	11	12	1	26.25			65.63451	
11	11	11	12	13	1	28.75			52.84978	
12	12	12	13	14	1	31.25			67.79866	
13	13	13	14	15	1	33.75			57.6696	
14	14	14	15	16	1	36.25			33.76522	
15	15	15	16	17	1	38.75			46.40337	
16	16	16	17	18	1	41.25			47.65314	
17	17	17	18	19	1	43.75			18.27712	
18	18	18	19	20	1	46.25			23.08011	
19	19	19	20	21	1	48.75			20.53692	
20	20	20	21	22	1	51.25			11.472	
21	21	21	22	23	1	53.75			19.56894	
22	22	22	23	24	1	56.25			29.80069	
23	23	23	24	25	1	58.75			26.72959	
24	24	24	25	26	1	61.25			16.75935	
25	25	25	26	27	1	63.75			23.31644	
26	26	26	27	28	1	66.25			29.11159	
27	27	27	28	29	1	68.75			44.66538	
28	28	28	29	30	1	71.25			70.71591	
29	29	29	30	31	1	73.75			54.66994	

= 2.5

30	1	1	2	4	2	5.0			24.32574	
31	2	2	3	5	2	7.5			30.55475	
32	3	3	4	6	2	10.0			54.18393	
33	4	4	5	7	2	12.5			61.40869	
34	5	5	6	8	2	15.0			60.72611	
35	6	6	7	9	2	17.5			65.29544	
36	7	7	8	10	2	20.0			39.53955	
37	8	8	9	11	2	22.5			46.36059	

38	9	9	10	12	2	25.0			90.65283	
39	10	10	11	13	2	27.5			44.94708	
40	11	11	12	14	2	30.0			17.13918	
41	12	12	13	15	2	32.5			27.69906	
42	13	13	14	16	2	35.0			15.55002	
43	14	14	15	17	2	37.5			8.094689	
44	15	15	16	18	2	40.0			5.391899	
45	16	16	17	19	2	42.5			2.41235	
46	17	17	18	20	2	45.0			7.866625	
47	18	18	19	21	2	47.5			23.32623	
48	19	19	20	22	2	50.0			16.21777	
49	20	20	21	23	2	52.5			10.6642	
50	21	21	22	24	2	55.0			17.27378	
51	22	22	23	25	2	57.5			20.19363	
52	23	23	24	26	2	60.0			15.9078	
53	24	24	25	27	2	62.5			15.86038	
54	25	25	26	28	2	65.0			29.84373	
55	26	26	27	29	2	67.5			49.9817	
56	27	27	28	30	2	70.0			50.81768	
57	28	28	29	31	2	72.5			38.7124	

= 2.5

58	1	1	2	5	3	6.25			53.27059	
59	2	2	3	6	3	8.75			33.53226	
60	3	3	4	7	3	11.25			37.30065	
61	4	4	5	8	3	13.75			51.99045	
62	5	5	6	9	3	16.25			85.89504	
63	6	6	7	10	3	18.75			57.19928	
64	7	7	8	11	3	21.25			29.76826	
65	8	8	9	12	3	23.75			65.52323	
66	9	9	10	13	3	26.25			79.72916	
67	10	10	11	14	3	28.75			39.87551	
68	11	11	12	15	3	31.25			30.33655	
69	12	12	13	16	3	33.75			19.48889	
70	13	13	14	17	3	36.25			13.55724	
71	14	14	15	18	3	38.75			24.23087	
72	15	15	16	19	3	41.25			8.957629	
73	16	16	17	20	3	43.75			1.707571	
74	17	17	18	21	3	46.25			10.87689	
75	18	18	19	22	3	48.75			28.70425	
76	19	19	20	23	3	51.25			16.62856	
77	20	20	21	24	3	53.75			11.75662	

78	21	21	22	25	3	56.25			14.57197
79	22	22	23	26	3	58.75			20.13234
80	23	23	24	27	3	61.25			23.28567
81	24	24	25	28	3	63.75			12.3573
82	25	25	26	29	3	66.25			43.48745
83	26	26	27	30	3	68.75			60.65131
84	27	27	28	31	3	71.25			31.68639

= 2.5

85	1	1	2	6	4	7.5			43.18514
86	2	2	3	7	4	10.0			28.0717
87	3	3	4	8	4	12.5			23.08214
88	4	4	5	9	4	15.0			55.08892
89	5	5	6	10	4	17.5			128.3648
90	6	6	7	11	4	20.0			73.42869
91	7	7	8	12	4	22.5			15.21721
92	8	8	9	13	4	25.0			40.7148
93	9	9	10	14	4	27.5			39.18711
94	10	10	11	15	4	30.0			37.2556
95	11	11	12	16	4	32.5			57.96101
96	12	12	13	17	4	35.0			32.22653
97	13	13	14	18	4	37.5			14.82985
98	14	14	15	19	4	40.0			8.169302
99	15	15	16	20	4	42.5			3.079195
100	16	16	17	21	4	45.0			3.817224
101	17	17	18	22	4	47.5			14.71205
102	18	18	19	23	4	50.0			36.75069
103	19	19	20	24	4	52.5			13.90864
104	20	20	21	25	4	55.0			17.41657
105	21	21	22	26	4	57.5			14.18052
106	22	22	23	27	4	60.0			22.45641
107	23	23	24	28	4	62.5			35.06151
108	24	24	25	29	4	65.0			20.79116
109	25	25	26	30	4	67.5			44.3835
110	26	26	27	31	4	70.0			43.34066

= 2.5

111	1	1	2	7	5	8.75			22.70787
112	2	2	3	8	5	11.25			19.98388
113	3	3	4	9	5	13.75			23.9948
114	4	4	5	10	5	16.25			17.50783
115	5	5	6	11	5	18.75			72.58184
116	6	6	7	12	5	21.25			103.8965

117	7	7	8	13	5	23.75			38.92905
118	8	8	9	14	5	26.25			22.2209
119	9	9	10	15	5	28.75			34.94034
120	10	10	11	16	5	31.25			13.01903
121	11	11	12	17	5	33.75			9.33876
122	12	12	13	18	5	36.25			20.10755
123	13	13	14	19	5	38.75			9.47368
124	14	14	15	20	5	41.25			6.060813
125	15	15	16	21	5	43.75			6.555098
126	16	16	17	22	5	46.25			8.998757
127	17	17	18	23	5	48.75			6.606912
128	18	18	19	24	5	51.25			6.725819
129	19	19	20	25	5	53.75			17.15258
130	20	20	21	26	5	56.25			15.29783
131	21	21	22	27	5	58.75			9.940361
132	22	22	23	28	5	61.25			30.54324
133	23	23	24	29	5	63.75			43.38295
134	24	24	25	30	5	66.25			19.07607
135	25	25	26	31	5	68.75			34.36095

= 2.5

136	1	1	2	8	6	10.0			70.93908
137	2	2	3	9	6	12.5			30.18709
138	3	3	4	10	6	15.0			21.71127
139	4	4	5	11	6	17.5			19.11879
140	5	5	6	12	6	20.0			82.56271
141	6	6	7	13	6	22.5			100.3584
142	7	7	8	14	6	25.0			52.04937
143	8	8	9	15	6	27.5			65.37781
144	9	9	10	16	6	30.0			29.1454
145	10	10	11	17	6	32.5			7.236726
146	11	11	12	18	6	35.0			25.65056
147	12	12	13	19	6	37.5			28.49449
148	13	13	14	20	6	40.0			13.97979
149	14	14	15	21	6	42.5			3.108529
150	15	15	16	22	6	45.0			11.55827
151	16	16	17	23	6	47.5			6.745824
152	17	17	18	24	6	50.0			16.3302
153	18	18	19	25	6	52.5			48.81463
154	19	19	20	26	6	55.0			23.89142
155	20	20	21	27	6	57.5			9.793172
156	21	21	22	28	6	60.0			18.67042



157	22	22	23	29	6	62.5			38.58517	
158	23	23	24	30	6	65.0			57.40862	
159	24	24	25	31	6	67.5			13.63212	

= 2.5

160	1	1	2	9	7	11.25			142.1261	
161	2	2	3	10	7	13.75			102.7921	
162	3	3	4	11	7	16.25			49.6778	
163	4	4	5	12	7	18.75			3.898431	
164	5	5	6	13	7	21.25			36.5914	
165	6	6	7	14	7	23.75			100.5681	
166	7	7	8	15	7	26.25			41.0816	
167	8	8	9	16	7	28.75			2.052307	
168	9	9	10	17	7	31.25			20.18333	
169	10	10	11	18	7	33.75			101.4473	
170	11	11	12	19	7	36.25			141.5432	
171	12	12	13	20	7	38.75			46.61263	
172	13	13	14	21	7	41.25			7.155927	
173	14	14	15	22	7	43.75			12.7454	
174	15	15	16	23	7	46.25			11.52937	
175	16	16	17	24	7	48.75			8.316449	
176	17	17	18	25	7	51.25			15.3194	
177	18	18	19	26	7	53.75			27.29281	
178	19	19	20	27	7	56.25			16.51982	
179	20	20	21	28	7	58.75			14.81006	
180	21	21	22	29	7	61.25			24.04888	
181	22	22	23	30	7	63.75			40.93065	
182	23	23	24	31	7	66.25			56.91806	

= 2.5

183	1	1	2	10	8	12.5			137.8965	
184	2	2	3	11	8	15.0			99.54858	
185	3	3	4	12	8	17.5			54.13947	
186	4	4	5	13	8	20.0			38.71036	
187	5	5	6	14	8	22.5			93.72085	
188	6	6	7	15	8	25.0			114.7394	
189	7	7	8	16	8	27.5			33.34833	
190	8	8	9	17	8	30.0			33.70518	
191	9	9	10	18	8	32.5			74.78703	
192	10	10	11	19	8	35.0			64.7021	
193	11	11	12	20	8	37.5			120.1422	
194	12	12	13	21	8	40.0			93.78155	
195	13	13	14	22	8	42.5			24.7464	

196	14	14	15	23	8	45.0			10.30288
197	15	15	16	24	8	47.5			8.716009
198	16	16	17	25	8	50.0			17.36395
199	17	17	18	26	8	52.5			14.53828
200	18	18	19	27	8	55.0			23.52408
201	19	19	20	28	8	57.5			21.03089
202	20	20	21	29	8	60.0			22.26213
203	21	21	22	30	8	62.5			33.17805
204	22	22	23	31	8	65.0			35.09272

= 5

<b>205</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>17.5</b>			30.28995
206	2	2	4	14	5	20.0			86.6913
207	3	3	5	15	5	22.5			49.22542
208	4	4	6	16	5	25.0			102.2627
209	5	5	7	17	5	27.5			174.2414
210	6	6	8	18	5	30.0			106.9799
211	7	7	9	19	5	32.5			30.09862
212	8	8	10	20	5	35.0			15.97598
213	9	9	11	21	5	37.5			23.23017
214	10	10	12	22	5	40.0			16.25178
215	11	11	13	23	5	42.5			17.339
216	12	12	14	24	5	45.0			9.79251
217	13	13	15	25	5	47.5			27.01347
218	14	14	16	26	5	50.0			61.82683
219	15	15	17	27	5	52.5			55.71902
220	16	16	18	28	5	55.0			47.00727
221	17	17	19	29	5	57.5			57.33001
222	18	18	20	30	5	60.0			89.74346

= 5

223	1	1	3	15	<b>6</b>	20.0			22.62935
224	2	2	4	16	6	22.5			38.49874
225	3	3	5	17	6	25.0			50.71243
226	4	4	6	18	6	27.5			131.0097
227	5	5	7	19	6	30.0			195.3988
228	6	6	8	20	6	32.5			125.1522
229	7	7	9	21	6	35.0			39.32246
230	8	8	10	22	6	37.5			13.8359
231	9	9	11	23	6	40.0			52.06213
232	10	10	12	24	6	42.5			92.43613

233	11	11	13	25	6	45.0			52.52014	
234	12	12	14	26	6	47.5			51.46495	
235	13	13	15	27	6	50.0			32.11341	
236	14	14	16	28	6	52.5			13.07484	
237	15	15	17	29	6	55.0			24.94251	
238	16	16	18	30	6	57.5			23.628	

= 5

239	1	1	3	17	7	22.5			28.48212	
240	2	2	4	18	7	25.0			34.22833	
241	3	3	5	19	7	27.5			67.94947	
242	4	4	6	20	7	30.0			119.1837	
243	5	5	7	21	7	32.5			72.89378	
244	6	6	8	22	7	35.0			91.60211	
245	7	7	9	23	7	37.5			61.13566	
246	8	8	10	24	7	40.0			7.747047	
247	9	9	11	25	7	42.5			66.64649	
248	10	10	12	26	7	45.0			126.0187	
249	11	11	13	27	7	47.5			70.62588	
250	12	12	14	28	7	50.0			56.73956	
251	13	13	15	29	7	52.5			45.76439	
252	14	14	16	30	7	55.0			21.89724	

= 5

253	1	1	3	19	8	25.0			33.18698	
254	2	2	4	20	8	27.5			34.5073	
255	3	3	5	21	8	30.0			70.88415	
256	4	4	6	22	8	32.5			120.7054	
257	5	5	7	23	8	35.0			84.27833	
258	6	6	8	24	8	37.5			135.0479	
259	7	7	9	25	8	40.0			103.1001	
260	8	8	10	26	8	42.5			26.89777	
261	9	9	11	27	8	45.0			64.25996	
262	10	10	12	28	8	47.5			97.5003	
263	11	11	13	29	8	50.0			70.99885	
264	12	12	14	30	8	52.5			97.87006	

= 7.5

<b>265</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>18.75</b>			21.71522	
266	2	2	5	14	3	21.25			78.66338	
267	3	3	6	15	3	23.75			108.5373	
268	4	4	7	16	3	26.25			26.50285	

269	5	5	8	17	3	28.75			28.96489
270	6	6	9	18	3	31.25			74.18648
271	7	7	10	19	3	33.75			32.12852
272	8	8	11	20	3	36.25			14.41561
273	9	9	12	21	3	38.75			19.77216
274	10	10	13	22	3	41.25			13.97164
275	11	11	14	23	3	43.75			18.65004
276	12	12	15	24	3	46.25			27.95079
277	13	13	16	25	3	48.75			16.47918
278	14	14	17	26	3	51.25			9.43483
279	15	15	18	27	3	53.75			15.99285
280	16	16	19	28	3	56.25			29.97361
281	17	17	20	29	3	58.75			37.38517

= 7.50

282	1	1	4	19	5	26.25			61.55865
283	2	2	5	20	5	28.75			142.7895
284	3	3	6	21	5	31.25			108.9362
285	4	4	7	22	5	33.75			29.72563
286	5	5	8	23	5	36.25			22.08688
287	6	6	9	24	5	38.75			37.34665
288	7	7	10	25	5	41.25			30.23131
289	8	8	11	26	5	43.75			25.7677
290	9	9	12	27	5	46.25			32.61409
291	10	10	13	28	5	48.75			36.10645
292	11	11	14	29	5	51.25			41.72691

= 7.5

293	1	1	4	22	6	30.0			59.03092
294	2	2	5	23	6	32.5			78.69893
295	3	3	6	24	6	35.0			109.2663
296	4	4	7	25	6	37.5			54.33772
297	5	5	8	26	6	40.0			30.90557
298	6	6	9	27	6	42.5			63.35823
299	7	7	10	28	6	45.0			52.91116
300	8	8	11	29	6	47.5			48.31851

= 7.5

301	1	1	4	25	7	33.75			90.02575
302	2	2	5	26	7	36.25			110.0316
303	3	3	6	27	7	38.75			133.9738
304	4	4	7	28	7	41.25			78.17591
305	5	5	8	29	7	43.75			35.69848

= 7.5

306	1	1	4	28	8	37.5			99	
307	2	2	5	29	8	40.0			140	

= 10

308	1	1	5	25	5	35.0			43.13358	
309	2	2	6	26	5	37.5			130.0053	
310	3	3	7	27	5	40.0			90.0974	
311	4	4	8	28	5	42.5			27	

a = 2.5

Urut	No	A	B	M	n	Xpos'	K	I (mA)	rho-a (ohm-m)	V (mV)
1	1	1	2	3	1	3.75			36.29479	
2	2	2	3	4	1	6.25			47.23626	
3	3	3	4	5	1	8.75			66.27203	
4	4	4	5	6	1	11.25			57.36162	
5	5	5	6	7	1	13.75			47.17537	
6	6	6	7	8	1	16.25			42.2404	
7	7	7	8	9	1	18.75			36.03267	
8	8	8	9	10	1	21.25			37.56264	
9	9	9	10	11	1	23.75			33.83799	
10	10	10	11	12	1	26.25			28.71365	
11	11	11	12	13	1	28.75			28.33902	
12	12	12	13	14	1	31.25			27.11365	
13	13	13	14	15	1	33.75			24.19775	
14	14	14	15	16	1	36.25			26.40877	
15	15	15	16	17	1	38.75			39.03521	
16	16	16	17	18	1	41.25			52.05894	
17	17	17	18	19	1	43.75			34.92165	
18	18	18	19	20	1	46.25			27.88661	
19	19	19	20	21	1	48.75			24.99215	
20	20	20	21	22	1	51.25			44.45784	
21	21	21	22	23	1	53.75			27.32857	
22	22	22	23	24	1	56.25			38.24111	
23	23	23	24	25	1	58.75			100.8646	
24	24	24	25	26	1	61.25			36.79354	
25	25	25	26	27	1	63.75			8.709202	
26	26	26	27	28	1	66.25			22.30141	
27	27	27	28	29	1	68.75			34.39643	

28	28	28	29	30	1	71.25			51.28122	
29	29	29	30	31	1	73.75			53.71684	

= 2.5

30	1	1	2	4	2	5.0			113.4445	
31	2	2	3	5	2	7.5			58.01033	
32	3	3	4	6	2	10.0			41.30624	
33	4	4	5	7	2	12.5			50.41797	
34	5	5	6	8	2	15.0			44.72538	
35	6	6	7	9	2	17.5			39.40504	
36	7	7	8	10	2	20.0			41.47188	
37	8	8	9	11	2	22.5			43.4552	
38	9	9	10	12	2	25.0			36.4193	
39	10	10	11	13	2	27.5			32.27134	
40	11	11	12	14	2	30.0			28.00774	
41	12	12	13	15	2	32.5			27.74653	
42	13	13	14	16	2	35.0			24.70008	
43	14	14	15	17	2	37.5			27.78049	
44	15	15	16	18	2	40.0			39.88056	
45	16	16	17	19	2	42.5			29.78992	
46	17	17	18	20	2	45.0			23.12217	
47	18	18	19	21	2	47.5			22.93402	
48	19	19	20	22	2	50.0			26.61678	
49	20	20	21	23	2	52.5			29.44641	
50	21	21	22	24	2	55.0			6.988021	
51	22	22	23	25	2	57.5			34.47289	
52	23	23	24	26	2	60.0			62.33241	
53	24	24	25	27	2	62.5			19.57391	
54	25	25	26	28	2	65.0			12.29263	
55	26	26	27	29	2	67.5			25.57904	
56	27	27	28	30	2	70.0			35.98545	
57	28	28	29	31	2	72.5			41.53285	

= 2.5

58	1	1	2	5	3	6.25			33.77101	
59	2	2	3	6	3	8.75			30.65812	
60	3	3	4	7	3	11.25			39.29138	
61	4	4	5	8	3	13.75			47.89451	
62	5	5	6	9	3	16.25			44.30244	
63	6	6	7	10	3	18.75			42.26033	
64	7	7	8	11	3	21.25			42.8021	
65	8	8	9	12	3	23.75			41.91338	
66	9	9	10	13	3	26.25			35.20821	

67	10	10	11	14	3	28.75			27.98313
68	11	11	12	15	3	31.25			25.66399
69	12	12	13	16	3	33.75			28.39504
70	13	13	14	17	3	36.25			23.15471
71	14	14	15	18	3	38.75			13.12517
72	15	15	16	19	3	41.25			17.20206
73	16	16	17	20	3	43.75			21.84857
74	17	17	18	21	3	46.25			19.43094
75	18	18	19	22	3	48.75			27.42577
76	19	19	20	23	3	51.25			21.83558
77	20	20	21	24	3	53.75			9.562785
78	21	21	22	25	3	56.25			14.97953
79	22	22	23	26	3	58.75			17.14676
80	23	23	24	27	3	61.25			14.70056
81	24	24	25	28	3	63.75			10.36287
82	25	25	26	29	3	66.25			20.41488
83	26	26	27	30	3	68.75			30.59374
84	27	27	28	31	3	71.25			48.57259

= 2.5

85	1	1	2	6	4	7.5			25.75178
86	2	2	3	7	4	10.0			67.63873
87	3	3	4	8	4	12.5			152.7632
88	4	4	5	9	4	15.0			125.054
89	5	5	6	10	4	17.5			59.09738
90	6	6	7	11	4	20.0			53.7493
91	7	7	8	12	4	22.5			40.11235
92	8	8	9	13	4	25.0			15.96007
93	9	9	10	14	4	27.5			37.80814
94	10	10	11	15	4	30.0			71.13803
95	11	11	12	16	4	32.5			39.92855
96	12	12	13	17	4	35.0			26.09838
97	13	13	14	18	4	37.5			23.73854
98	14	14	15	19	4	40.0			18.97472
99	15	15	16	20	4	42.5			13.82735
100	16	16	17	21	4	45.0			36.29088
101	17	17	18	22	4	47.5			73.8356
102	18	18	19	23	4	50.0			35.38164
103	19	19	20	24	4	52.5			2.84642
104	20	20	21	25	4	55.0			19.66604
105	21	21	22	26	4	57.5			32.27651
106	22	22	23	27	4	60.0			14.53015

107	23	23	24	28	4	62.5			23.47368
108	24	24	25	29	4	65.0			36.27605
109	25	25	26	30	4	67.5			
110	26	26	27	31	4	70.0			

= 2.5

111	1	1	2	7	5	8.75			29.17313
112	2	2	3	8	5	11.25			36.24198
113	3	3	4	9	5	13.75			41.77938
114	4	4	5	10	5	16.25			40.6917
115	5	5	6	11	5	18.75			40.00865
116	6	6	7	12	5	21.25			36.90273
117	7	7	8	13	5	23.75			35.89941
118	8	8	9	14	5	26.25			31.20676
119	9	9	10	15	5	28.75			24.09723
120	10	10	11	16	5	31.25			22.87735
121	11	11	12	17	5	33.75			24.61303
122	12	12	13	18	5	36.25			23.58351
123	13	13	14	19	5	38.75			16.59193
124	14	14	15	20	5	41.25			14.26141
125	15	15	16	21	5	43.75			15.98906
126	16	16	17	22	5	46.25			21.97193
127	17	17	18	23	5	48.75			25.27425
128	18	18	19	24	5	51.25			16.55308
129	19	19	20	25	5	53.75			8.381634
130	20	20	21	26	5	56.25			7.415715
131	21	21	22	27	5	58.75			6.329626
132	22	22	23	28	5	61.25			10.19268
133	23	23	24	29	5	63.75			19.8576
134	24	24	25	30	5	66.25			27.21726
135	25	25	26	31	5	68.75			35.10664

= 2.5

136	1	1	2	8	6	10.0			37.32535
137	2	2	3	9	6	12.5			49.00566
138	3	3	4	10	6	15.0			39.92023
139	4	4	5	11	6	17.5			37.15182
140	5	5	6	12	6	20.0			37.1138
141	6	6	7	13	6	22.5			31.67975
142	7	7	8	14	6	25.0			27.45734
143	8	8	9	15	6	27.5			26.42709
144	9	9	10	16	6	30.0			25.6476
145	10	10	11	17	6	32.5			23.3056



146	11	11	12	18	6	35.0			21.61743
147	12	12	13	19	6	37.5			17.18782
148	13	13	14	20	6	40.0			15.60207
149	14	14	15	21	6	42.5			13.77207
150	15	15	16	22	6	45.0			18.94525
151	16	16	17	23	6	47.5			23.56432
152	17	17	18	24	6	50.0			17.07837
153	18	18	19	25	6	52.5			9.762529
154	19	19	20	26	6	55.0			7.275077
155	20	20	21	27	6	57.5			9.241436
156	21	21	22	28	6	60.0			4.480485
157	22	22	23	29	6	62.5			18.76302
158	23	23	24	30	6	65.0			37.41792
159	24	24	25	31	6	67.5			14.94482

= 2.5

160	1	1	2	9	7	11.25			39.90202
161	2	2	3	10	7	13.75			36.90351
162	3	3	4	11	7	16.25			32.14131
163	4	4	5	12	7	18.75			31.51819
164	5	5	6	13	7	21.25			32.12034
165	6	6	7	14	7	23.75			26.90536
166	7	7	8	15	7	26.25			22.98105
167	8	8	9	16	7	28.75			26.70698
168	9	9	10	17	7	31.25			25.85075
169	10	10	11	18	7	33.75			19.47917
170	11	11	12	19	7	36.25			15.15713
171	12	12	13	20	7	38.75			16.46583
172	13	13	14	21	7	41.25			14.10191
173	14	14	15	22	7	43.75			18.46893
174	15	15	16	23	7	46.25			26.23248
175	16	16	17	24	7	48.75			20.81607
176	17	17	18	25	7	51.25			15.978
177	18	18	19	26	7	53.75			9.826291
178	19	19	20	27	7	56.25			7.500031
179	20	20	21	28	7	58.75			8.761782
180	21	21	22	29	7	61.25			7.276992
181	22	22	23	30	7	63.75			18.14073
182	23	23	24	31	7	66.25			42.48984

= 2.5

183	1	1	2	10	8	12.5			45.10192
184	2	2	3	11	8	15.0			35.9179

185	3	3	4	12	8	17.5			26.97062
186	4	4	5	13	8	20.0			28.11222
187	5	5	6	14	8	22.5			27.31301
188	6	6	7	15	8	25.0			24.78259
189	7	7	8	16	8	27.5			27.48891
190	8	8	9	17	8	30.0			27.39469
191	9	9	10	18	8	32.5			19.77341
192	10	10	11	19	8	35.0			12.04966
193	11	11	12	20	8	37.5			14.30973
194	12	12	13	21	8	40.0			15.25131
195	13	13	14	22	8	42.5			18.38322
196	14	14	15	23	8	45.0			20.13934
197	15	15	16	24	8	47.5			15.5031
198	16	16	17	25	8	50.0			10.98922
199	17	17	18	26	8	52.5			7.852561
200	18	18	19	27	8	55.0			8.280759
201	19	19	20	28	8	57.5			7.250606
202	20	20	21	29	8	60.0			11.51713
203	21	21	22	30	8	62.5			19.32485
204	22	22	23	31	8	65.0			17.40723

= 5

<b>205</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>17.5</b>			26.50518
206	2	2	4	14	5	20.0			32.54115
207	3	3	5	15	5	22.5			26.25981
208	4	4	6	16	5	25.0			20.82602
209	5	5	7	17	5	27.5			27.7897
210	6	6	8	18	5	30.0			21.0877
211	7	7	9	19	5	32.5			16.0311
212	8	8	10	20	5	35.0			15.50037
213	9	9	11	21	5	37.5			16.38804
214	10	10	12	22	5	40.0			18.87456
215	11	11	13	23	5	42.5			16.59161
216	12	12	14	24	5	45.0			12.66128
217	13	13	15	25	5	47.5			8.76744
218	14	14	16	26	5	50.0			7.695525
219	15	15	17	27	5	52.5			9.767391
220	16	16	18	28	5	55.0			12.11436
221	17	17	19	29	5	57.5			11.56497
222	18	18	20	30	5	60.0			12.63632

= 5

223	1	1	3	15	6	20.0			30.58112	
224	2	2	4	16	6	22.5			54.98132	
225	3	3	5	17	6	25.0			29.24767	
226	4	4	6	18	6	27.5			8.05292	
227	5	5	7	19	6	30.0			16.07334	
228	6	6	8	20	6	32.5			17.3386	
229	7	7	9	21	6	35.0			16.37967	
230	8	8	10	22	6	37.5			14.8469	
231	9	9	11	23	6	40.0			17.54032	
232	10	10	12	24	6	42.5			13.52624	
233	11	11	13	25	6	45.0			8.610769	
234	12	12	14	26	6	47.5			8.964824	
235	13	13	15	27	6	50.0			9.154398	
236	14	14	16	28	6	52.5			6.562686	
237	15	15	17	29	6	55.0			11.77816	
238	16	16	18	30	6	57.5			25.0455	

= 5

239	1	1	3	17	7	22.5			52.80411	
240	2	2	4	18	7	25.0			54.05077	
241	3	3	5	19	7	27.5			28.92973	
242	4	4	6	20	7	30.0			17.01718	
243	5	5	7	21	7	32.5			20.43677	
244	6	6	8	22	7	35.0			22.05941	
245	7	7	9	23	7	37.5			19.31733	
246	8	8	10	24	7	40.0			6.901805	
247	9	9	11	25	7	42.5			9.433969	
248	10	10	12	26	7	45.0			14.18433	
249	11	11	13	27	7	47.5			7.920816	
250	12	12	14	28	7	50.0			7.295704	
251	13	13	15	29	7	52.5			9.253419	
252	14	14	16	30	7	55.0			8.817401	

= 5

253	1	1	3	19	8	25.0			87.57539	
254	2	2	4	20	8	27.5			72.19616	
255	3	3	5	21	8	30.0			35.59726	
256	4	4	6	22	8	32.5			23.2185	
257	5	5	7	23	8	35.0			25.82923	
258	6	6	8	24	8	37.5			17.75771	
259	7	7	9	25	8	40.0			11.10065	
260	8	8	10	26	8	42.5			5.414512	

261	9	9	11	27	8	45.0			10.03048
262	10	10	12	28	8	47.5			13.50326
263	11	11	13	29	8	50.0			7.715311
264	12	12	14	30	8	52.5			9.635933

= 7.5

<b>265</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>18.75</b>			27.32151
266	2	2	5	14	3	21.25			24.25448
267	3	3	6	15	3	23.75			23.15903
268	4	4	7	16	3	26.25			22.73559
269	5	5	8	17	3	28.75			21.08753
270	6	6	9	18	3	31.25			19.39903
271	7	7	10	19	3	33.75			15.15862
272	8	8	11	20	3	36.25			14.49168
273	9	9	12	21	3	38.75			16.37472
274	10	10	13	22	3	41.25			16.45063
275	11	11	14	23	3	43.75			14.9758
276	12	12	15	24	3	46.25			11.87131
277	13	13	16	25	3	48.75			10.75644
278	14	14	17	26	3	51.25			9.162347
279	15	15	18	27	3	53.75			8.532733
280	16	16	19	28	3	56.25			9.155719
281	17	17	20	29	3	58.75			10.81266

= 7.50

282	1	1	4	19	<b>5</b>	26.25			41.51932
283	2	2	5	20	5	28.75			30.51905
284	3	3	6	21	5	31.25			24.03846
285	4	4	7	22	5	33.75			21.3993
286	5	5	8	23	5	36.25			18.6073
287	6	6	9	24	5	38.75			13.04477
288	7	7	10	25	5	41.25			4.241389
289	8	8	11	26	5	43.75			4.93913
290	9	9	12	27	5	46.25			6.227671
291	10	10	13	28	5	48.75			3.769371
292	11	11	14	29	5	51.25			8.331897

= 7.5

293	1	1	4	22	<b>6</b>	30.0			60.19739
294	2	2	5	23	6	32.5			46.69163
295	3	3	6	24	6	35.0			24.52327
296	4	4	7	25	6	37.5			12.32352

297	5	5	8	26	6	40.0			11.92621	
298	6	6	9	27	6	42.5			9.173115	
299	7	7	10	28	6	45.0			5.848126	
300	8	8	11	29	6	47.5			8.310962	

= 7.5

301	1	1	4	25	7	33.75			71.2801	
302	2	2	5	26	7	36.25			41.35525	
303	3	3	6	27	7	38.75			20.40325	
304	4	4	7	28	7	41.25			12.73709	
305	5	5	8	29	7	43.75			10.43729	

= 7.5

306	1	1	4	28	8	37.5			102	
307	2	2	5	29	8	40.0			50.94	

= 10

308	1	1	5	25	5	35.0			48.40416	
309	2	2	6	26	5	37.5			31.56334	
310	3	3	7	27	5	40.0			18.11983	
311	4	4	8	28	5	42.5			13.53954	

# **LAMPIRAN 2**

(Data XYZ)

/Name of survey line is Lintasan 01

/Number of blocks is 257

/Percent RMS error for this model is 51.8100

/The following section gives the relative sensitivity and

/percentage uncertainty of the model resistivity values.

/The x and z coordinates of the centres of the model blocks

/and their resistivity values are also given.

/			Relative	Smoothed	Percentage	
/	X	Depth	Resistivity	Sensitivity	Sensitivity	Uncertainty
	3.75	0.43	156.02	1.3304	2.5060	59.27
	6.25	0.43	124.66	2.5060	2.5217	33.85
	8.75	0.43	105.87	2.5847	2.8806	28.80
	11.25	0.43	149.27	4.1428	3.6680	23.85
	13.75	0.43	222.05	3.3268	3.4349	30.72
	16.25	0.43	168.95	3.0514	3.1046	29.85
	18.75	0.43	173.37	3.0418	3.1570	27.97
	21.25	0.43	175.65	3.6083	3.3532	26.32
	23.75	0.43	183.89	2.8994	2.8924	34.48
	26.25	0.43	276.48	2.1555	2.2753	48.51
	28.75	0.43	236.43	2.0108	2.1820	50.64
	31.25	0.43	108.65	2.7220	2.4403	35.81
	33.75	0.43	182.62	2.0246	2.0501	46.07
	36.25	0.43	1137.60	1.4546	1.5965	49.53
	38.75	0.43	1168.40	1.5942	1.5577	38.64
	41.25	0.43	3047.30	1.5515	1.4986	45.83

43.75	0.43	2050.10	1.2442	1.4523	56.35
46.25	0.43	57.26	1.9772	2.0678	53.68
48.75	0.43	18.53	3.1633	2.8568	29.49
51.25	0.43	27.03	2.8167	3.0470	33.85
53.75	0.43	28.27	3.6218	3.5917	28.63
56.25	0.43	17.08	4.2764	3.7898	23.50
58.75	0.43	26.30	2.4982	2.7501	33.43
61.25	0.43	93.53	1.9793	2.1372	47.31
63.75	0.43	62.92	2.2501	2.2493	45.24
66.25	0.43	33.41	2.5169	2.5297	36.87
68.75	0.43	51.28	2.8475	2.7486	32.35
71.25	0.43	99.36	2.6836	2.7164	32.75
73.75	0.43	137.54	1.3278	2.6836	62.79
3.75	1.28	18.89	3.3831	1.5473	34.75
6.25	1.28	59.73	1.5473	1.5255	62.21
8.75	1.28	50.31	1.4384	1.3448	52.38
11.25	1.28	328.09	0.8613	1.1929	163.74
13.75	1.28	68.66	1.9423	1.6049	63.83
16.25	1.28	102.09	1.3361	1.4184	80.28
18.75	1.28	137.49	1.1415	1.1770	75.86
21.25	1.28	194.29	1.1244	1.4721	103.52
23.75	1.28	48.32	2.8457	2.7617	40.12
26.25	1.28	25.43	4.1472	3.8829	27.54
28.75	1.28	18.73	4.1273	3.5584	25.48
31.25	1.28	64.97	1.2627	1.9036	89.47



33.75	1.28	36.32	1.6025	1.4434	65.89
36.25	1.28	105.57	1.1468	1.1341	106.45
38.75	1.28	191.01	0.6278	0.7400	111.80
41.25	1.28	172.82	0.6696	0.6357	173.96
43.75	1.28	296.92	0.5417	0.7044	314.63
46.25	1.28	37.08	1.2275	1.0514	105.59
48.75	1.28	23.14	1.0329	1.1119	112.45
51.25	1.28	12.77	1.2334	1.1356	86.90
53.75	1.28	36.35	0.9448	0.9085	151.49
56.25	1.28	105.76	0.4745	0.7526	300.70
58.75	1.28	23.74	1.3946	1.1117	64.52
61.25	1.28	99.40	0.9003	1.0667	139.44
63.75	1.28	47.42	1.2380	1.2834	103.27
66.25	1.28	20.58	1.8026	1.6180	56.87
68.75	1.28	43.72	1.4444	1.4330	76.62
71.25	1.28	94.99	1.0292	1.1122	108.86
73.75	1.28	125.34	0.7257	1.0292	99.14
3.75	2.18	58.54	0.9243	1.8012	177.85
6.25	2.18	37.61	1.8012	2.2451	54.92
8.75	2.18	1.04	4.0208	2.9253	29.87
11.25	2.18	353.35	0.7629	1.3583	206.69
13.75	2.18	315.85	0.4819	0.7064	267.82
16.25	2.18	50.75	1.3232	1.0623	94.98
18.75	2.18	16.78	0.8602	1.0406	157.34
21.25	2.18	79.15	1.2991	1.1760	95.31

23.75	2.18	147.80	1.1224	1.1379	126.13
26.25	2.18	218.93	1.0231	0.9175	164.06
28.75	2.18	230.01	0.3959	0.7931	457.26
31.25	2.18	8.32	1.7546	1.6747	64.15
33.75	2.18	13.32	2.7139	2.2442	44.98
36.25	2.18	26.05	1.3245	1.4632	96.94
38.75	2.18	13.70	0.6287	0.8157	205.05
41.25	2.18	11.38	0.8677	0.8079	131.02
43.75	2.18	36.22	0.8078	0.9229	193.80
46.25	2.18	29.24	1.3233	1.1548	121.48
48.75	2.18	16.42	0.9962	1.0296	125.85
51.25	2.18	12.61	0.8360	0.8573	141.32
53.75	2.18	37.00	0.7821	0.8065	182.86
56.25	2.18	38.18	0.8502	1.0257	172.93
58.75	2.18	4.97	1.7959	1.5720	59.01
61.25	2.18	10.47	1.6222	1.6963	73.10
63.75	2.18	16.80	1.8188	1.6231	68.22
66.25	2.18	32.07	1.0368	1.2300	123.11
68.75	2.18	45.09	1.2207	1.1239	116.73
71.25	2.18	40.16	0.9208	0.9808	153.73
73.75	2.18	8.68	1.6500	0.9208	82.22
6.25	3.17	138.21	0.4942	0.7172	334.87
8.75	3.17	5.47	0.7172	0.8252	245.26
11.25	3.17	59.25	1.2570	1.0432	120.16
13.75	3.17	112.54	0.7278	0.9034	263.73

16.25	3.17	35.30	1.0764	0.9923	142.13
18.75	3.17	15.45	1.0045	0.9456	158.11
21.25	3.17	23.82	0.6379	0.6890	255.89
23.75	3.17	90.30	0.5266	0.5883	348.29
26.25	3.17	150.83	0.7236	0.6724	268.44
28.75	3.17	114.84	0.6646	0.9295	373.16
31.25	3.17	11.45	1.9299	1.7174	84.74
33.75	3.17	22.18	2.1329	1.9626	69.27
36.25	3.17	7.49	1.4845	1.7663	76.38
38.75	3.17	2.15	2.2450	2.0343	67.24
41.25	3.17	4.49	1.9519	1.8002	54.90
43.75	3.17	5.68	0.9002	1.2674	140.54
46.25	3.17	14.27	1.6844	1.4793	102.14
48.75	3.17	12.18	1.4433	1.3647	96.54
51.25	3.17	11.26	0.8091	0.8863	179.70
53.75	3.17	34.94	0.5610	0.7346	301.33
56.25	3.17	20.31	1.1810	1.0049	127.30
58.75	3.17	22.82	0.9207	1.0719	184.97
61.25	3.17	6.36	1.4164	1.2939	86.03
63.75	3.17	13.97	1.2995	1.2152	107.09
66.25	3.17	49.68	0.7610	0.9028	217.34
68.75	3.17	38.51	0.9316	0.8975	167.76
71.25	3.17	10.78	1.8947	0.9316	74.28
8.75	4.25	208.66	0.2182	1.8910	549.32
11.25	4.25	22.59	1.8910	1.8211	72.48

13.75	4.25	30.22	1.5415	1.5450	100.27
16.25	4.25	24.37	1.2095	1.1983	124.61
18.75	4.25	17.89	0.8213	0.9090	201.73
21.25	4.25	9.31	0.8715	0.7828	170.59
23.75	4.25	20.93	0.4782	0.5679	456.39
26.25	4.25	22.43	0.5333	0.9099	422.24
28.75	4.25	16.33	2.4712	1.7389	67.66
31.25	4.25	23.94	0.7474	1.2759	292.81
33.75	4.25	26.19	1.6663	1.5814	97.81
36.25	4.25	2.31	2.1605	2.1162	78.74
38.75	4.25	2.07	2.4332	2.1793	67.63
41.25	4.25	7.88	1.4366	1.6914	93.08
43.75	4.25	2.61	1.7138	1.7271	99.45
46.25	4.25	6.72	2.0576	1.8913	75.29
48.75	4.25	15.57	1.5697	1.5248	98.45
51.25	4.25	9.56	0.8572	0.9349	183.77
53.75	4.25	17.65	0.5330	0.6557	324.96
56.25	4.25	9.21	0.8223	0.7165	191.01
58.75	4.25	54.29	0.5828	0.5856	343.00
61.25	4.25	31.37	0.3573	0.4448	507.99
63.75	4.25	36.13	0.5691	0.5443	331.68
66.25	4.25	56.69	0.6571	0.6395	275.66
68.75	4.25	23.38	1.3202	0.6571	120.50
11.25	5.45	249.31	0.1728	0.2752	562.54
13.75	5.45	84.37	0.2752	0.3064	629.78

16.25	5.45	63.55	0.4311	0.3760	437.08
18.75	5.45	36.65	0.3116	0.3985	563.63
21.25	5.45	12.40	0.6266	0.6481	271.66
23.75	5.45	11.04	1.0492	0.9096	199.82
26.25	5.45	9.36	0.7740	0.9686	269.36
28.75	5.45	21.95	1.4716	1.1173	131.46
31.25	5.45	72.95	0.3977	0.7341	606.72
33.75	5.45	38.93	1.0058	0.8936	189.49
36.25	5.45	4.37	1.0529	0.9611	216.14
38.75	5.45	7.40	0.6411	0.7051	371.90
41.25	5.45	21.95	0.5494	0.5423	336.38
43.75	5.45	10.41	0.4223	0.5149	562.12
46.25	5.45	14.34	0.7584	0.7704	260.77
48.75	5.45	27.94	1.1544	1.0131	149.84
51.25	5.45	7.88	0.8439	0.8832	195.74
53.75	5.45	6.16	0.7297	0.7433	261.15
56.25	5.45	5.07	0.6833	0.6434	299.57
58.75	5.45	56.40	0.4376	0.4442	458.60
61.25	5.45	79.64	0.2247	0.2972	673.69
63.75	5.45	63.05	0.3743	0.3444	516.22
66.25	5.45	43.30	1.0205	0.3743	173.08
13.75	6.76	446.32	0.2128	0.0850	532.07
16.25	6.76	259.18	0.0850	0.0852	807.16
18.75	6.76	110.21	0.0860	0.1118	849.24
21.25	6.76	33.85	0.2160	0.2338	731.06

23.75	6.76	19.93	0.4351	0.3687	543.50
26.25	6.76	19.00	0.3223	0.3824	694.86
28.75	6.76	55.38	0.5099	0.4254	473.14
31.25	6.76	178.08	0.2752	0.3481	757.83
33.75	6.76	77.91	0.4048	0.3527	526.91
36.25	6.76	17.33	0.2737	0.2790	763.04
38.75	6.76	28.27	0.1689	0.1863	886.83
41.25	6.76	66.85	0.1512	0.1415	850.80
43.75	6.76	56.83	0.0848	0.1223	963.68
46.25	6.76	60.69	0.2061	0.2715	812.55
48.75	6.76	53.78	0.6545	0.5622	315.51
51.25	6.76	7.95	0.6413	0.7150	314.68
53.75	6.76	3.10	0.9965	0.8529	213.94
56.25	6.76	4.83	0.6336	0.6416	363.90
58.75	6.76	43.18	0.3109	0.3529	573.34
61.25	6.76	92.52	0.1984	0.2209	694.95
63.75	6.76	64.72	0.7331	0.1984	251.50
16.25	8.20	824.59	0.6005	0.0624	327.61
18.75	8.20	332.79	0.0624	0.0706	815.26
21.25	8.20	96.39	0.1034	0.1211	844.98
23.75	8.20	42.92	0.2328	0.2038	763.20
26.25	8.20	40.94	0.2174	0.2121	814.64
28.75	8.20	113.00	0.1753	0.1865	867.16
31.25	8.20	306.47	0.1890	0.1864	858.15
33.75	8.20	168.56	0.1896	0.1759	849.54

36.25	8.20	66.62	0.1216	0.1257	933.83
38.75	8.20	100.58	0.0739	0.0777	976.46
41.25	8.20	208.02	0.0452	0.0502	985.06
43.75	8.20	249.75	0.0415	0.0495	990.37
46.25	8.20	230.17	0.0778	0.1086	960.18
48.75	8.20	107.93	0.2679	0.2435	705.73
51.25	8.20	13.51	0.3362	0.3842	636.31
53.75	8.20	4.76	0.6446	0.5381	363.44
56.25	8.20	8.65	0.4206	0.4399	531.00
58.75	8.20	41.98	0.2931	0.3186	582.13
61.25	8.20	79.28	0.5351	0.2931	331.04
18.75	9.79	854.47	0.5715	0.1763	362.56
21.25	9.79	221.54	0.1763	0.1969	734.96
23.75	9.79	83.52	0.2794	0.2595	683.02
26.25	9.79	74.64	0.2829	0.2582	699.23
28.75	9.79	161.61	0.1630	0.1782	861.99
31.25	9.79	375.46	0.1189	0.1314	920.96
33.75	9.79	311.77	0.1374	0.1329	904.05
36.25	9.79	209.25	0.1333	0.1254	918.79
38.75	9.79	303.73	0.0895	0.0924	957.98
41.25	9.79	552.75	0.0603	0.0659	973.18
43.75	9.79	724.74	0.0590	0.0606	973.10
46.25	9.79	585.60	0.0659	0.0714	966.94
48.75	9.79	205.54	0.1005	0.1108	895.63
51.25	9.79	35.99	0.1867	0.1942	792.73

53.75	9.79	15.13	0.3106	0.2815	637.28
56.25	9.79	22.84	0.2891	0.2934	623.30
58.75	9.79	61.02	0.7601	0.2891	253.90
21.25	11.54	415.19	0.3436	0.4313	500.84
23.75	11.54	138.82	0.4313	0.4183	499.76
26.25	11.54	118.81	0.3665	0.3575	578.00
28.75	11.54	183.46	0.2566	0.2572	699.90
31.25	11.54	335.71	0.1495	0.1745	850.07
33.75	11.54	401.56	0.1673	0.1655	871.45
36.25	11.54	424.97	0.1763	0.1649	864.95
38.75	11.54	604.85	0.1281	0.1306	909.33
41.25	11.54	921.74	0.0923	0.0972	933.82
43.75	11.54	1087.50	0.0810	0.0839	940.59
46.25	11.54	816.33	0.0842	0.0905	895.78
48.75	11.54	329.44	0.1189	0.1358	822.69
51.25	11.54	87.68	0.2379	0.2216	688.82
53.75	11.54	50.17	0.2753	0.2678	621.61
56.25	11.54	62.26	0.8873	0.2753	216.66
26.25	13.47	184.10	1.0444	0.3198	191.17
28.75	13.47	167.91	0.3198	0.2898	569.45
31.25	13.47	226.35	0.1698	0.1960	718.77
33.75	13.47	296.84	0.1509	0.1528	762.52
36.25	13.47	412.95	0.1415	0.1346	826.83
38.75	13.47	576.08	0.0978	0.1009	900.92
41.25	13.47	699.50	0.0698	0.0736	869.65



43.75	13.47	668.66	0.0609	0.0656	817.11
46.25	13.47	542.93	0.0756	0.0872	782.54
48.75	13.47	307.00	0.1482	0.1337	695.56
51.25	13.47	118.47	1.1933	0.1482	146.79
31.25	15.58	111.59	0.7590	0.0839	254.13
33.75	15.58	113.70	0.0839	0.0782	682.53
36.25	15.58	197.37	0.0556	0.0567	737.80
38.75	15.58	281.40	0.0329	0.0358	766.15
41.25	15.58	267.60	0.0245	0.0267	743.54
43.75	15.58	183.72	0.0269	0.0264	698.29
46.25	15.58	191.85	1.4806	0.0269	112.20
33.75	17.91	20.24	0.7349	0.0163	298.70
36.25	17.91	79.57	0.0245	0.0175	957.13
38.75	17.91	135.37	0.0330	0.0194	1012.76
41.25	17.91	98.26	0.0221	0.0162	957.01
43.75	17.91	24.58	0.7705	0.0147	271.20

