



**TUGAS AKHIR - SF 184801**

**IDENTIFIKASI ENDAPAN PIROKLASTIK  
PADA KALDERA LAMA DENGAN  
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK  
RESISTIVITAS (STUDI KASUS :  
KECAMATAN SEMBALUN, KABUPATEN  
LOMBOK TIMUR)**

**HAFSYAH ISWARI  
NRP 0111154000096**

**Dosen Pembimbing  
Dr.rer.nat Eko Minarto, M.Si.  
Dr. Ir. Lina Handayani**

**Departemen Fisika  
Fakultas Sains  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019**





**TUGAS AKHIR - SF 184801**

**IDENTIFIKASI ENDAPAN PIROKLASTIK  
PADA KALDERA LAMA DENGAN  
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK  
RESISTIVITAS (STUDI KASUS :  
KECAMATAN SEMBALUN, KABUPATEN  
LOMBOK TIMUR)**

**HAFSYAH ISWARI  
NRP 0111154000096**

**Dosen Pembimbing  
Dr.rer.nat Eko Minarto, M.Si.  
Dr. Ir. Lina Handayani**

**Departemen Fisika  
Fakultas Sains  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**FINAL PROJECT - SF 184801**

**IDENTIFICATION OF PYROCLASTIC  
DEPOSITS IN OLD KALDERA USING  
GEOELECTRICAL RESISTIVITY METHOD  
(STUDY CASE : SEMBALUN, LOMBOK  
TIMUR)**

**HAFSYAH ISWARI  
NRP 0111154000096**

**Advisor  
Dr.rer.nat Eko Minarto, M.Si.  
Dr. Ir. Lina Handayani**

**Physics Department  
Faculty of Science  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**IDENTIFIKASI ENDAPAN PIROKLASTIK PADA**  
**KALDERA LAMA DENGAN MENGGUNAKAN METODE**  
**GEOLISTRIK RESISTIVITAS (STUDI KASUS :**  
**KECAMATAN SEMBALUN, KABUPATEN LOMBOK**  
**TIMUR)**  
**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains  
Pada  
Bidang Studi Geofisika  
Program Studi 1 Departemen Fisika  
Fakultas Sains  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HAFSYAH ISWARI**  
**0111154000096**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr.rer.nat Eko Minarto, S.Si, M.Si .....(Pembimbing 1)  
(NIP. 1975020 199903 1 004)
2. Dr. Ir. Lina Handayani .....(Pembimbing 2)  
(NIP. 19690206 199403 2 004)



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**IDENTIFIKASI ENDAPAN PIROKLASTIK PADA  
KALDERA LAMA DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
GEOLISTRIK RESISTIVITAS  
(STUDI KASUS : KECAMATAN SEMBALUN,  
KABUPATEN LOMBOK TIMUR)**

**Nama** : Hafsyah Iswari  
**NRP** : 01111540000096  
**Departemen** : Fisika, FS ITS  
**Pembimbing** : Dr.rer.nat. Eko Minarto, M.Si.  
**Dr. Ir. Lina Handayani**

**Abstrak**

Gunung Rinjani merupakan salah satu gunungapi aktif yang terletak di Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan morfologi kaldera yang membentang luas di tengahnya. Sejarah mencatat selama kurun 800 tahun terakhir terjadi 12 kali erupsi vulkanik di tengah kaldera Gunung Rinjani. Periode erupsi vulkanik terbagi menjadi tiga periode, yaitu sebelum pembentukan kaldera (pra kaldera), masa pembentukan kaldera, dan sesudah pembentukan kaldera. Material berupa batuan piroklastik hadir dalam setiap erupsi vulkanik, sehingga dapat diidentifikasi proses geologi yang terjadi dengan dilakukan pengukuran geofisika menggunakan metode geolistrik resistivitas yang selanjutnya dapat diketahui formasi batuan penyusun bawah permukaan menggunakan *software EarthImager 2D*. Pengukuran geolistrik menggunakan sistem *multichannel* konfigurasi Dipole-Dipole dengan panjang lintasan 2200 meter dengan jarak antar elektroda 10 meter. Dari hasil pemodelan 2D memiliki rentang nilai resistivitas 1,5  $\Omega\text{m}$  – 5,5  $\Omega\text{m}$  diduga tersusun atas lapisan air tanah yang berisi batuan lempung, 20,9  $\Omega\text{m}$  diduga tersusun atas batuan tuf, dan rentang nilai resistivitas sebesar 54  $\Omega\text{m}$  – 300  $\Omega\text{m}$  diduga tersusun atas batuan

lava breksi, dan diduga sebagai daerah persebaran endapan piroklastik. Oleh karena itu persebaran endapan piroklastik terbentang luas sepanjang satu lintasan dengan ketebalan rata-rata sebesar 51 meter.

***Kata kunci:*** *Geolistrik, Gunung Rinjani, Kaldera, Piroklastik*

**IDENTIFICATION OF PYROCLASTIC DEPOSITS IN  
OLD KALDERA USING GEOELECTRICAL  
RESISTIVITY METHOD**

**(STUDY CASE : SEMBALUN, LOMBOK TIMUR)**

**Name** : Hafsyah Iswari  
**NRP** : 0111154000096  
**Major** : Physics, FS-ITS  
**Advisor** : Dr.rer.nat. Eko Minarto, M.Si.  
Dr. Ir Lina Handayani

**Abstract**

Mount Rinjani is one of the active volcanoes located at West Nusa Tenggara province with caldera morphology that extends extensively in the middle. History records that in the last 800 years there were 12 times volcanic eruptions in the middle of Caldera of Mount Rinjani. There were at least three periods of Rinjani eruption: before the formation of the caldera (pre caldera), the period of caldera formation, and after the formation of the caldera. There is material in the form of pyroclastic rocks in every volcanic eruption. Therefore, the geological processes can be identified by geophysical measurements such as the geoelectric resistivity method. The formation of subsurface rocks can be modeled by inversion using the EarthImager 2D software. Geoelectrical survey was applied using a multichannel system with Dipole-Dipole configuration. The length of the track was 2200 meters, with the space between two electrode array was 10 meters. The 2D modeling result indicated at least three layers of resistivity. The layer of  $1,5 \Omega\text{m} - 5,5 \Omega\text{m}$  might be groundwater layer containing clay, the layer of  $20,9 \Omega\text{m}$  might consist of tuff, and the layer of  $54 \Omega\text{m} - 300 \Omega\text{m}$  might contains breccia lava rocks. The last one might be the distribution area of pyroclastic deposits.

Therefore, the spread of pyroclastic deposits extends along the line with an average thickness of 51 meters.

***Keywords:*** *Caldera, Geoelectrical, Mount Rinjani, Pyroclastic*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul ***“Identifikasi Endapan Piroklastik Pada Kaldera Lama Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas (Studi Kasus: Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur)”***. Tugas Akhir ini, penulis susun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) di Departemen Fisika, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung atas segala ilmu dan kesempatan yang diberikan sehingga penulis telah memperoleh banyak pengalaman dan ilmu dalam pemrosesan data untuk penyusunan laporan ini. Penulis menyadari bahwa dalam penelitian serta penyusunan laporan ini tidak dapat terlaksana dengan baik tanpa adanya bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak, diantaranya :

1. Emma Muhammad selaku ibu kandung yang senantiasa memberikan dukungan dalam perkuliahan penulis baik itu secara moril maupun materiil, serta semangat yang senantiasa diberikan setiap harinya,
2. R. Yoga Isworo selaku ayah kandung yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, semangat dan doa untuk penulis,
3. Dr.rer.nat. Eko Minarto selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang bersedia memberikan ilmu, bimbingan, dukungan, serta saran yang membangun selama penelitian,
4. Dr. Ir. Lina Handayani selaku pembimbing di Pusat Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

- Bandung, yang telah bersedia untuk memberikan bimbingan, dukungan, serta semangat kepada penulis selama masa pengerjaan Tugas Akhir di Kampus LIPI Bandung,
5. Bapak Yayasan S., Bapak Eko Soebowo, dan segenap pegawai Pusat Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung yang telah memberikan dukungan dan juga bimbingan kepada penulis selama pengerjaan di Kampus LIPI,
  6. Prof. Franck Lavigne yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian kembali dengan sumber data penelitian yang telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI dengan LGP-CNRS,
  7. Ahmad Afifur Rohman yang senantiasa membantu selama perkuliahan penulis hingga penyelesaian penelitian ini dengan semangat, doa, serta motivasinya untuk menyelesaikan masa pembelajaran ini,
  8. Partner Tugas Akhir selama di bidang geofisika dan perkuliahan, Yoviedha Bella Vascillescu, dan Arifah Fairuz Laili yang selalu memberi dukungan, semangat, canda tawa sejak masa Kerja Praktek hingga Tugas Akhir,
  9. Cokers yang beranggotakan Savira Arsah Putri, Beatric Creco Nadya, Dini Putri Widayati, dan Yoviedha Bella Vascillescu yang telah menjadi teman sejak mahasiswa baru hingga masa-masa terakhir di masa perkuliahan dan akan selalu menjadi teman pelipur lara penulis dan penghilang penat dikala masa perkuliahan,
  10. The Rantang yang beranggotakan Shaskia Kartika Aguirra dan Gladys Indri Putri, teman sejak satu dekade yang lalu yang selalu memberikan motivasi, semangat, canda tawa,

doa serta saran yang membangun walaupun dipisahkan oleh jarak yang membentang luas,

11. Golden Squad, teman semasa bangku sekolah yang telah memberikan motivasi dan doanya,
12. Topten, teman keseharian penulis semasa perkuliahan yang telah memberi dukungan, doa, dan bantuan selama masa perkuliahan,
13. Teman-Teman POSITRON yang telah memberi dukungan selama masa perkuliahan,
14. Teman-teman Kementerian Dalam Negeri BEM ITS 2019 yang telah menjadi pengisi waktu-waktu terakhir di masa perkuliahan dengan canda tawa dan juga semangat yang membangkitkan jiwa penulis,
15. Segenap Dosen Departemen Fisika, khususnya Program Studi Geofisika dan teman-teman Laboratorium Geofisika yang telah membantu dan memberikan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini,
16. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat, baik bagi diri penulis sendiri, maupun bagi pengembangan dan pengayaan materi di keilmuan fisika, khususnya di bidang geofisika. Penulis juga menerima kritik dan saran yang membangun untuk penulisan karya yang lebih baik kedepannya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Surabaya, 13 Juni 2019

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
TITLE PAGE .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	4
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Geolistrik.....	7
2.1.1 Konsep Dasar Geolistrik.....	8
2.1.2 Konsep Resistivitas Semu.....	10

2.1.3	Konsep Resistivitas Batuan .....	11
2.2	Kondisi Umum Daerah Penelitian .....	13
2.2.1	Morfologi.....	13
2.2.2	Geologi .....	14
2.3	Piroklastik.....	15
2.3.1	Endapan Piroklastik Jatuhan ( <i>Pyroclastic Fall Deposit</i> )	16
2.3.2	Endapan Piroklastik Aliran ( <i>Pyroclastic Flow Deposit</i> )	17
2.3.3	Endapan Piroklastik Surge ( <i>Pyroclastic Surge Deposit</i> )	17
2.4	Kaldera .....	18
2.5	Sifat Listrik dalam Batuan .....	20
2.5.1	Kondisi Secara Elektrolitik .....	21
2.5.2	Kondisi Secara Dielektrik .....	21
2.6	Konsep Penjalaran Arus pada Pengukuran Geolistrik ....	23
2.7	Potensial Dua Elektroda Arus pada Permukaan Homogen Isotropis.....	25
2.8	Konfigurasi Geolistrik .....	27
2.9	Inversi pada Eksplorasi Geofisika .....	28
BAB III .....		33
METODOLOGI .....		33
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	33
3.2	Lokasi Penelitian .....	33
3.3	Pengumpulan Data.....	34

3.4	Tahapan Pengolahan Data .....	35
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	38
BAB IV .....		41
HASIL PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN .....		41
4.1	Analisa Data .....	41
4.2	Pembahasan.....	46
BAB V .....		53
KESIMPULAN DAN SARAN .....		53
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....		55
LAMPIRAN.....		59
BIODATA PENULIS .....		65

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Rangkaian listrik yang terdiri dari baterai dan resistor dimana resistor menghambat aliran arus, ada perubahan dalam potensial (V) di resistor yang sebanding dengan (i) dan resistansi (r). (Robinson, 1988:448).....	9
<b>Gambar 2. 2</b> Konsep resistivitas semu pada medium berlapis (Bahri,2005).....	10
<b>Gambar 2. 3</b> Silinder Konduktor.....	11
<b>Gambar 2. 4</b> Peta Geologi Pulau Lombok (Mangga dkk., 1994) .....	15
<b>Gambar 2. 5</b> Hubungan geometri pada tiga tipe dasar endapan piroklastik yang menutupi pada topografi yang sama (Wright et.al, 1987).....	18
<b>Gambar 2. 6</b> Proses Pembentukan Kaldera (Lipman, 2000).....	20
<b>Gambar 2. 7</b> Pola aliran arus pada pemasangan 4 buah elektroda pada Metode (Bahri, 2005) .....	24
<b>Gambar 2. 8</b> Skema dua elektroda arus dan potensial yang terletak di permukaan tanah (Bahri, 2005).....	25
<b>Gambar 2. 9</b> Geometri Konfigurasi Dipole-Dipole .....	27
<b>Gambar 2. 10</b> Perbedaan Pemodelan ke depan dengan Pemodelan Inversi (Sungkono, 2011).....	28
<b>Gambar 3. 1</b> Peta Topografi Daerah Penelitian	34
<b>Gambar 3. 2</b> Pembuatan Data Tinggi Elektroda.....	36
<b>Gambar 3. 3</b> Pengolahan Data dengan menggunakan Software EarthImager versi 2.2.2 .....	38
<b>Gambar 3. 4</b> Diagram Alir Penelitian .....	39
<b>Gambar 4.1</b> Arrangement of model blocks and apparent resistivity datum point konfigurasi Dipole-Dipole	41
<b>Gambar 4. 2</b> Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 1 ..	42
<b>Gambar 4. 3</b> Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 2 ..	42
<b>Gambar 4. 4</b> Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 3 ..	42

<b>Gambar 4. 5</b>	Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 4..	43
<b>Gambar 4. 6</b>	Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 5..	43
<b>Gambar 4. 7</b>	Hasil penampang 2D pengukuran pada satu lintasan .....	43
<b>Gambar 4. 8</b>	Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran pertama .....	45
<b>Gambar 4. 9</b>	Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran kedua .....	45
<b>Gambar 4. 10</b>	Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran ketiga.....	45
<b>Gambar 4. 11</b>	Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran keempat .....	46
<b>Gambar 4. 12</b>	Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran kelima.....	46
<b>Gambar 4. 13</b>	Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada satu lintasan.....	50
<b>Gambar 4. 14</b>	Sketsa Pendugaan Wilayah Endapan Piroklastik di Daerah Penelitian .....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Nilai Resistivitas Dari Berbagai Tipe tanah atau Batuan (Roy, 1984).....	22
<b>Tabel 2. 2</b> Nilai Resistivitas Dari Berbagai Tipe Batuan (Telford, 1990).....	22

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki tatanan geologi yang rumit dan terletak pada pertemuan tiga lempeng dunia yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Indo-Australia yang bergerak saling bertumbukkan. Hasil dari tumbukan itu kemudian terbentuk palung samudera, lipatan, punggungan dan patahan di busur kepulauan, sebaran gunungapi, dan sebaran sumber gempa bumi. Sejatinya, Indonesia terletak pada jalur vulkanik yang memiliki sekitar 129 buah gunungapi yang masih aktif. Sehingga potensi gempa bumi di Indonesia masih dapat dibilang cukup besar. Selain potensi gempa bumi yang cukup besar, bencana letusan gunungapi pun juga menjadi ancaman bagi masyarakat. Hasil dari letusan gunungapi akan menghasilkan jenis tanah pelapukan. Salah satu ciri gunungapi aktif adalah adanya kawah. Gunungapi dengan kondisi seperti itu cenderung lebih berbahaya dari gunungapi yang tidak memiliki danau kawah di dalamnya. Jika terjadi erupsi vulkanik yang terletak di dasar danau kawah tersebut, seringkali akan memunculkan lahar. Salah satu gunungapi yang memiliki danau kawah di dalamnya adalah Gunung Rinjani yang terletak di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat.

Di daerah Lombok Timur dijumpai beberapa satuan gunung api Plistosen Akhir hingga Kuartar yang tersusun oleh breksi gunungapi, meliputi Formasi Kalipalung, Formasi Kalibabak, dan Formasi Lekopiko (Andi Mangga drr., 1994 dalam Maryanto, 2009). Morfologi utama dari Gunung Rinjani sendiri adalah kaldera berbentuk elips, dengan kemiringan lereng 60 – 80 derajat,

sedangkan batuan dasarnya adalah jatuhan piroklastik. Pemerintah setempat menjadikan Gunung Rinjani sebagai salah satu tujuan utama wisata. Selain pemandangan yang indah, juga di dalam kaldera memberikan panorama yang menawan dengan air danau yang jernih. Pada tahun 2000, pemerintah setempat bekerjasama dengan pemerintah Australia telah menata jalur-jalur yang menghubungkan Senaru dan Sembalun Lawang menuju puncak Gunung Rinjani (Kaldera Rinjani) (ESDM, 2017).

Hal ini menjadi fakta yang menarik mengingat bahwa kaldera Rinjani merupakan hasil dari erupsi vulkanik ribuan tahun silam, reruntuhan kaldera hasil erupsi pun menambah batuan sedimen ke dalam danau dan sungai di sekitar gunung tersebut. Ketika terjadi erupsi vulkanik, pulau Lombok berada di dalam busur dalam kepulauan kecil Sunda (*Inner Arc of Lesser Sunda Islands*) yang membentang luas dari pulau Bali menuju pulau Romang yang berada di ujung timur. Salah satu erupsi terbesar dan terdahsyat selama 7000 tahun terakhir berada di pulau Lombok pada tahun 1257 M yang menutup pulau Bali dan pulau Lombok sepenuhnya dengan material vulkanik hasil erupsi (Bachtiar, 2018). Terdapat kaldera-kaldera (kawah) di dataran tinggi gunung Rinjani. Dengan frekuensi letusan yang relatif tinggi dan karakteristik letusan piroklastik, terdapat kemungkinan adanya kaldera-kaldera tua yang saat ini tertutup batuan vulkanik yang tebal. Salah satu area yang mungkin menunjukkan kaldera tua adalah area dengan topografi datar, yang saat ini menjadi sawah atau perkampungan.

Untuk membuktikan adanya fenomena seperti itu, diperlukan studi geofisika untuk memetakan bawah permukaan. Penelitian ini fokus pada bagian timur dari Pulau Lombok dikarenakan terdapat banyak data dan informasi dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan erupsi Gunung Samalas pada tahun 1257 M, khususnya di daerah Kecamatan Sembalun.

Salah satu metode geofisika untuk mengidentifikasi struktur geologi di bawah permukaan adalah menggunakan metode geolistrik (resistivitas). Metode resistivitas merupakan metode geofisika yang bekerja berdasarkan sifat resistivitas medium. Kinerja dari metode ini adalah mengalirkan arus menuju lapisan batuan yang akan didapatkan nilai hambatan jenisnya. Nilai hambatan jenis tersebut akan memberikan informasi bawah permukaan sehingga keberadaan suatu material atau zona dapat teridentifikasi (Santoso, 2002). Berdasarkan permasalahan dan penjelasan yang sudah disebutkan, maka perlu dilakukan identifikasi daerah persebaran kaldera lama di daerah Lombok Timur menggunakan metode geolistrik resistivitas guna mengetahui evolusi geologi yang terjadi di daerah tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun permasalahan yang ditemukan penulis setelah dilakukan analisa kinerja berdasarkan latar belakang yang dibahas, antara lain :

1. Bagaimana cara mengetahui nilai distribusi tahanan jenis bawah permukaan?
2. Bagaimana cara mengetahui ketebalan endapan piroklastik di kaldera tua?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai distribusi tahanan jenis bawah permukaan.
2. Mengetahui ketebalan endapan piroklastik di kaldera tua.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menguasai pengolahan data geolistrik.
2. Memahami penerapan konsep tahanan jenis batuan terhadap masalah geologi.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Apabila bahasan dari penelitian Tugas Akhir ini tidak melebar maka disusun batasan masalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan adalah data survey geolistrik yang dilakukan di Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat yang berada di sebelah timur Gunungapi Rinjani. Pengambilan data tersebut merupakan kerjasama penelitian antara Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI dengan Prof. Franck Lavigne (LGP-CNRS) yang berjudul : *“The Geomorphological Evolution of Lombok Island Since the 13<sup>th</sup> Century”*.
2. Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode geolistrik tahanan jenis dua dimensi (2D) konfigurasi Dipole-Dipole.
3. Penelitian ini diolah menggunakan *software* EarthImager 2D hingga didapat penampang dua dimensi (2D) sebagai pemodelan bawah permukaan daerah penelitian.
4. Penelitian ini dilakukan sampai penentuan endapan piroklastik di kaldera tua.

#### **1.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika yang digunakan penulis dalam penulisan laporan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

**BAB I : Pendahuluan**

Bab Pendahuluan dalam laporan Tugas Akhir ini yaitu berisi tentang Latar Belakang penelitian, Rumusan Masalah pada penelitian, Tujuan dari penelitian, Batasan Masalah penelitian dan Sistematika Penulisan.

**BAB II : Tinjauan Pustaka**

Bab Tinjauan Pustaka berisi tentang konsep dasar dan teori penunjang penelitian mengenai Konsep Dasar Geolistrik, Konsep Resistivitas Semu, Konsep Resistivitas Batuan, Sifat Listrik dalam Batuan berdasarkan Kondisi Secara Elektrolitik, dan Kondisi Secara Dielektrik, Konsep Penjalaran Arus pada Pengukuran Geolistrik, Potensial Dua Elektroda Arus pada Permukaan Homogen Isotropis, Konfigurasi Geolistrik yang menjelaskan konsep konfigurasi dipole-dipole, dan Inversi pada Eksplorasi Geofisika.

**BAB III : Metodologi**

Bab Metodologi berisi tentang Waktu dan Tempat Pelaksanaan, Kondisi Umum Daerah Penelitian, Peralatan dan Bahan, Cara Akuisisi dan Pengolahan Data, dan Diagram Alir Penelitian.

**BAB IV : Analisa dan Pembahasan**

Bab Analisa dan Pembahasan merupakan inti dari penulisan laporan Tugas Akhir yang berisi pengolahan data serta analisa tentang hasil dari penelitian dengan metode yang telah digunakan.

**BAB V : Kesimpulan dan Saran**

Bab Kesimpulan dan Saran yaitu berisi kesimpulan umum dari analisa yang berdasarkan pada tujuan penelitian dan disertai saran yang berlaku bagi penelitian selanjutnya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Daftar Pustaka merupakan sumber referensi pengambilan bahan atau literatur pada penulisan laporan Tugas Akhir.

#### **LAMPIRAN**

Lampiran merupakan sebagian data penelitian yang dilakukan serta dapat mencantumkan gambar dokumentasi selama pelaksanaan kegiatan penyusunan laporan Tugas Akhir.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geolistrik**

Geofisika merupakan aplikasi dari metode fisika dalam studi mengenai bumi. Batuan tentunya tidak hanya dapat dibedakan dengan tampak makroskopis dan mikroskopisnya saja, seperti yang dilakukan oleh geologis. Mereka juga dapat dibedakan dari sifat kimia dan fisiknya. Oleh karena itu, batuan dapat dibedakan berdasarkan dari asal, struktur, tekstur, dan sebagainya. Selain itu mereka dapat dibedakan dengan sifat fisika seperti densitas, kemagnetan, resistivitas, dan sebagainya (Valenta, 2015). Menganalisis sifat fisika seperti densitas, kemagnetan, dan tahanan jenis merupakan hal yang digunakan dalam metode geofisika, atau varian sifat-sifat tersebut kemudian dapat diinterpretasikan untuk mengetahui isi bumi yang berkaitan dengan struktur lapisan tanah, berat jenis batuan dan kandungan isi air di dalam tanah (Todd, 1959).

Geolistrik adalah salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Adapun beberapa macam metode geolistrik yakni *Self Potential* (SP), Resistivitas, *Induced Polarization* (IP), Magnetotellurik, dan Arus Telluric (Reynold, 1977). Metode resistivitas menggunakan sumber arus buatan yang diinjeksikan ke dalam tanah melalui elektroda arus. Langkah tersebut digunakan untuk mengukur potensial pada elektroda-elektroda di sekitar aliran arus. Jika arus terukur dengan baik, maka resistivitas semu di bawah permukaan dapat ditentukan (Telford, 1990). Variasi dari nilai resistivitas dapat diperoleh berdasarkan besar arus dan potensial yang didapatkan dari pengukuran (Santoso, 2002).

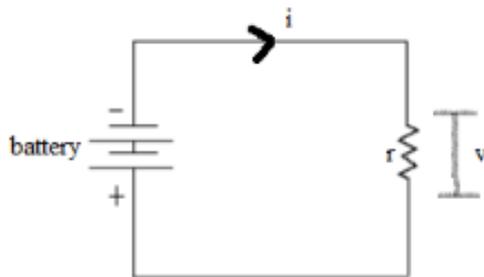
Pengambilan data menggunakan metode geolistrik resistivitas terbagi menjadi dua macam metode yaitu metode geolistrik resistivitas *mapping* dan metode geolistrik resistivitas *sounding*. Metode resistivitas *mapping* merupakan salah satu metode geolistrik resistivitas yang mempelajari variasi tahanan jenis lapisan bawah permukaan secara lateral, sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* mempelajari variasi tahanan jenis lapisan bawah permukaan secara vertikal (Santoso, 2002).

### 2.1.1 Konsep Dasar Geolistrik

Batuan, seperti layaknya materi lainnya berisi atom-atom, yang dapat dilihat sebagai partikel bermuatan listrik – muatan positif pada inti atom dikelilingi oleh muatan negatif elektron. Metode geolistrik merupakan metode yang berdasarkan pada aliran arus dan beda potensial. Arus listrik merupakan aliran arus pada partikel bermuatan – elektron atau ion. Dapat juga dikatakan bahwa arus adalah aliran dari muatan positif menuju muatan negatif. Arus listrik  $I$  merupakan jumlah partikel bermuatan yang melewati suatu titik. Arus disebabkan oleh adanya beda potensial  $V$  (Valenta, 2015). George Ohm telah menjelaskan bahwa besar arus listrik yang mengalir berbanding lurus dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan (resistansi) yang dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$I = \frac{\Delta V}{R} \quad (1)$$

Dengan  $I$  merupakan besar kuat arus (ampere),  $\Delta V$  adalah beda potensial (volt) dan  $R$  adalah hambatan/resistansi ( $\Omega$ ). Hukum Ohm kemudian dapat diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut.



**Gambar 2. 1** Rangkaian listrik yang terdiri dari baterai dan resistor dimana resistor menghambat aliran arus, ada perubahan dalam potensial ( $V$ ) di resistor yang sebanding dengan ( $i$ ) dan resistansi ( $r$ ). (Robinson, 1988:448)

Gambar (2.1) menjelaskan bahwa konstanta sebanding dengan hubungan arus dan tegangan disebut resistansi material dengan satuan volt/ampere, atau ohm (Daud, 2006).

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

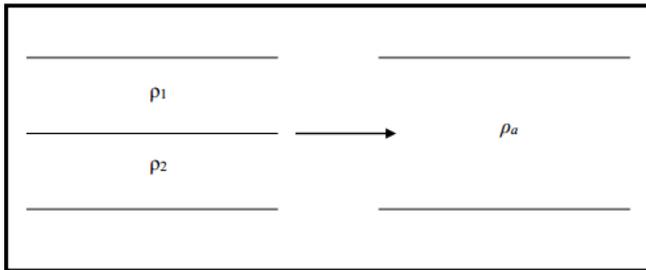
Dari rumus diatas, jika nilai resistansi besar, maka dibutuhkan beda potensial yang besar juga untuk mengalirkan arus. Aliran arus listrik didalam suatu batuan dan mineral dapat terjadi jika batuan dan mineral tersebut memiliki banyak elektron bebas, sehingga arus listrik dialirkan oleh elektron-elektron bebas tersebut. Selain itu, terjadinya aliran arus listrik juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik dari batuan yang dilewatinya. Salah satu karakteristiknya adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas batuan, maka semakin sukar bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya (Alaydrus, 2014).

### 2.1.2 Konsep Resistivitas Semu

Pengukuran geolistrik dilakukan pada medium non-homogen. Resistivitas bervariasi secara horizontal atau vertikal. Jika terdapat beberapa lapisan pada suatu batuan dengan nilai resistivitas yang berbeda di antara pengukuran pada elektroda, kita akan mengukur nilai resistivitas secara keseluruhan yang biasa dinyatakan sebagai resistivitas semu  $\rho_a$  dan besar nilai yang didapatkan dianggap memiliki lapisan yang sama (homogen). Resistivitas semu memberikan gambaran kualitatif dari distribusi resistivitas bawah permukaan. Pengukuran resistivitas semu dilakukan sebagai fungsi posisi (*mapping*) atau sebagai fungsi spasi elektroda (*sounding*). Adapun persamaannya dituliskan sebagai,

$$\rho = k \frac{\Delta v}{I} \quad (3)$$

dengan  $\rho_a$  adalah resistivitas semu (Ohm meter),  $K$  adalah faktor geometri,  $\Delta V$  adalah beda potensial (*Volt*), dan  $I$  adalah kuat arus (*Ampere*) (Suyoso, 2003).



**Gambar 2. 2** Konsep resistivitas semu pada medium berlapis (Bahri,2005)

Pada metode geolistrik resistivitas diasumsikan bahwa bumi bersifat homogen isotropis. Oleh karena itu, resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung pada elektroda. Kita tahu bahwa, bumi ini terdiri dari lapisan-lapisan yang memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda,

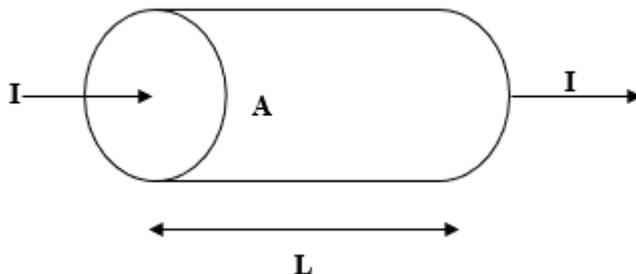
sehingga potensial yang terukur merupakan akibat dari perbedaan lapisan-lapisan tersebut. Gambar (2.2) menjelaskan bahwa bumi terdiri dari medium berlapis yang memiliki resistivitas yang berbeda ( $\rho_1$  dan  $\rho_2$ ) yang dianggap medium satu lapis homogen dimana mempunyai satu harga resistivitas yaitu resistivitas semu dengan konduktansi pada masing-masing lapisan adalah

$$\sigma_a = \sigma_1 + \sigma_2 \quad (4)$$

(Bahri, 2005)

### 2.1.3 Konsep Resistivitas Batuan

Diumpamakan sebagai sebuah silinder konduktor, aliran listrik dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik batuan yang dilewatinya. Salah satu karakteristik batuan adalah resistivitas. Resistivitas sendiri memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi bergantung pada bahan dan juga faktor geometri, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada geometri (Telford, 1974 dalam Rahma, 2009).



**Gambar 2. 3** Silinder Konduktor

Dari Gambar (2.3) dapat ditinjau sebagai silinder dengan panjang  $L$ , luas penampang  $A$ , dan resistansi  $R$ . Maka besar nilai resistansi pada konduktor tersebut ditentukan dengan persamaan,

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (5)$$

Secara fisis dapat diartikan apabila nilai panjang silinder konduktor (L) besar, maka resistansi akan semakin besar, dan apabila luar penampang (A) kecil maka resistansi akan besar. Jika kita mensubstitusikan persamaan (2) ke persamaan (5) akan didapatkan nilai resistivitas ( $\rho$ ) yang dirumuskan sebagai,

$$\rho = \frac{\Delta V A}{I l} \quad (6)$$

Dengan mendapatkan nilai resistansi (R) seperti pada persamaan (2), maka kita dapat menentukan besar nilai resistivitas batuan menggunakan persamaan (6). Dengan  $\rho$  adalah resistivitas ( $\Omega m$ ), A merupakan luas permukaan ( $m^2$ ),  $\Delta V$  adalah beda potensial (volt), I adalah kuat arus dan l adalah panjang konduktor (m). Kebalikan dari resistivitas adalah konduktivitas  $\sigma$  yang dapat dirumuskan sebagai,

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (7)$$

dengan  $\sigma$  adalah konduktivitas penghantar dengan satuan Siemens per meter (S/m) (Suyoso, 2003).

Pada medium kontinu adapun sifat konduktivitas batuan dapat dituliskan dengan persamaan,

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \frac{I L}{A V} = \frac{J}{E} \quad (8)$$

Dari perumusan diatas selanjutnya hubungan antara rapat arus listrik (J) dan kuat medan listrik dikenal sebagai bentuk titik dari hukum Ohm yang dapat dituliskan sebagai,

$$J = \sigma E \quad (9)$$

Dimana J adalah rapat arus (*ampere/m<sup>2</sup>*) dan E adalah medan listrik (*volt/m*). Besaran rapat arus listrik (J) adalah besaran vektor arus listrik per satuan luas penghantar berbentuk kubus terhadap arus yang mengalir secara tegak lurus dikedua permukaannya. Sedangkan untuk kuat medan listrik (E) adalah

sebanding dengan beda potensial ( $V$ ) dan berbanding terbalik dengan kawat penghantar ( $l$ ) sehingga dapat dituliskan,

$$E = \frac{\Delta V}{l} = \frac{V_1 - V_2}{l} \quad (10)$$

Jika besar nilai  $\Delta V$  dan luas pengantar  $A$  semakin besar, maka muatan yang berpindah semakin besar dan juga kelajuan perpindahan muatannya pun semakin cepat, yang berarti bahwa arus listrik menjadi:

$$I \approx AE = A \frac{\Delta V}{l} \quad (11)$$

Dari Persamaan (6), (9), dan (11), dapat disimpulkan bahwa material yang memiliki resistivitas rendah jika banyak pembawa muatan dan memiliki mobilitas yang tinggi (Telford, 1976). Suatu jenis macam batuan ataupun mineral tentang baik buruknya suatu bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik bergantung pada nilai dari resistivitas dan konduktivitas dari batuan ataupun mineral tersebut yang dimana juga dapat mendeteksi jenis batuan yang ada di bawah permukaan tanah (Suyoso, 2003).

## **2.2 Kondisi Umum Daerah Penelitian**

### **2.2.1 Morfologi**

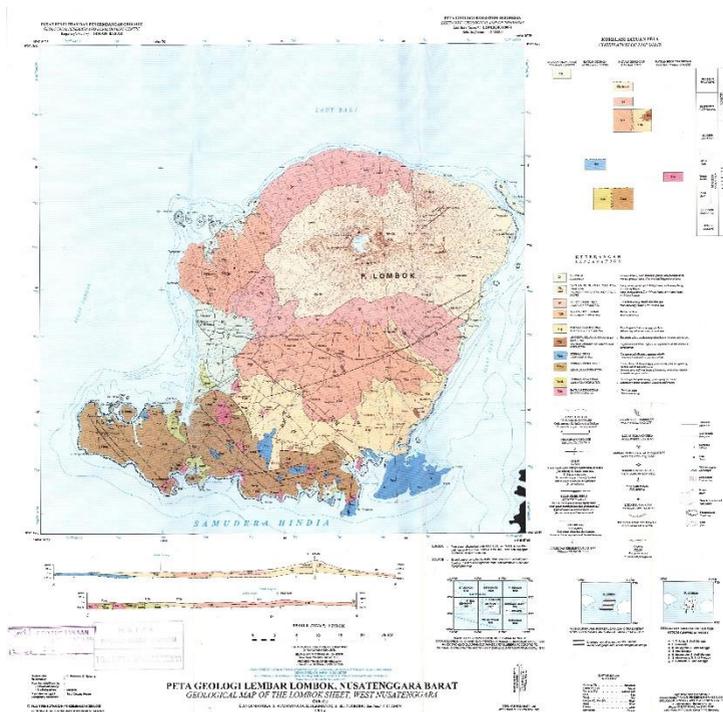
Morfologi dari daerah penelitian (Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur) berupa dataran bergelombang lemah hingga pegunungan dengan elevasi yang bervariasi dari 0 m di daerah pantai hingga 3.726 m di atas permukaan laut pada daerah pegunungan. Kecamatan Sembalun berada tidak jauh dari lereng gunung Rinjani yang dikelilingi bukit-bukit cadas yang ditumbuhi semak dan rerumputan dengan ketinggian hingga ribuan meter. Daratan Sembalun berada pada elevasi antara 800 – 1.100 m di atas permukaan laut.

Daerah pegunungan di Kabupaten Lombok Timur terletak pada bagian utara kompleks gunungapi Rinjani, sedangkan daerah dataran terletak pada bagian Selatan – Tenggara Lombok Timur. Maka dari itu daerah Kabupaten Lombok Timur memiliki morfologi kenampakan miring ke arah Selatan.

### **2.2.2 Geologi**

Secara umum Pulau Lombok tersusun atas satuan batuan yang tersingkap di Lembar Lombok terdiri atas batuan gunung api, batuan sedimen dan batuan terobosan yang umurnya berkisar dari Tersier sampai Kuarter. Satuan batuan tertua yang tersingkap adalah Formasi Pengulung (Tomp) yang terdiri atas breksi, lava, dan tuf dengan lensa batu gamping yang mengandung bijih sulfida dan urat kuarsa, berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal. Selanjutnya batuan tersebut tertindih tak selaras oleh Kelompok Batuan Gunungapi Lombok yang umurnya berkisar antara Pliosen Akhir sampai Plistosen Awal. Kelompok ini terdiri atas Formasi Kalipalung (TQp), Formasi Kalibabak (TQb), dan Formasi Lekopiko (Qvl). Kelompok batuan gunungapi Lombok tertindih tak selaras oleh batuan gunungapi tak terpisahkan yang berumur Kuarter dan diduga bersumber dari Gunung Pusuk, Gunung Nangi, dan Gunung Rinjani. Satuan batuan termuda adalah aluvium, yang menempati pantai timur Pulau Lombok (Maryanto, 2009).

Kabupaten Lombok Timur pada dasarnya sama dengan stratigrafi regional yang berkembang di Pulau Lombok yang didominasi oleh batuan gunungapi berupa breksi, lava, tuf yang berumur Tersier hingga Kuarter yang tersebar pada bagian selatan hingga utara. Sedangkan batuan sedimen Tersier tersusun atas batu gamping yang tersebar di bagian selatan mulai dari Ekas sampai Tanjung Ringgit (Buku Putih Sanitasi Kabupaten Lombok Timur, 2011).



Gambar 2. 4 Peta Geologi Pulau Lombok (Mangga dkk., 1994)

### 2.3 Piroklastik

Batuan piroklastik merupakan batuan yang disusun oleh material hasil dari letusan gunungapi akibat adanya gaya endogen (Williams, Turner, Gilbert, 1954). Yang kemudian mengalami pengendapan, lalu setelah proses pengendapan mengalami proses kompaksi (litifikasi) yang kemudian menjadi batuan piroklastik. Proses pembentukan batuan piroklastik diawali oleh letusan gunungapi yang mengeluarkan magma dari dalam bumi diakibatkan dari energi yang sangat besar, yaitu gaya endogen dari pusat bumi. Magma yang dikeluarkan oleh gunung itu terhempas ke udara, sehingga magma tersebut membeku dan membentuk

gumpalan yang mengeras. Gumpalan tersebut memiliki tekstur dan struktur yang tertentu. Sedangkan batuan yang telah mengalami proses pengangkutan oleh angin dan air, maka batuan tersebut disebut dengan batuan epiklastik (Johannsen, 1977).

Endapan piroklastik merupakan endapan vulkanistik primer yang tersusun atas partikel yang terbentuk oleh erupsi gunungapi dan terendapkan oleh proses vulkanik primer. Proses erupsi yang terlibat dalam pembentukan endapan piroklastik meliputi tiga tipe utama yakni, erupsi letusan magmatik, erupsi freaktik dan erupsi freatomagmatik. Ketiga tipe erupsi ini mampu menghasilkan partikel yang melimpah yang berkisar dari abu halus hingga blok dengan panjang beberapa meter. Tipe erupsi mampu menghasilkan endapan yang akan menghasilkan batuan. Dalam pembentukannya, hasil letusan gunungapi yang berupa pecahan-pecahan batuan (piroklastik) akan mengendap di permukaan bumi. Ketika sudah endapan, terjadilah proses litifikasi yakni proses merubah batuan sedimen menjadi sedimen kompak yang selanjutnya akan menghasilkan batuan piroklastik. Contoh batuan piroklastik antara lain seperti tuf, aglomerat, dan breksi piroklastik. Adapun tipe endapan piroklastik terbagi menjadi tiga yaitu endapan piroklastik jatuhan, endapan piroklastik aliran, dan endapan piroklastik surge (Wright, dkk., 1987).

### **2.3.1 Endapan Piroklastik Jatuhan (*Pyroclastic Fall Deposit*)**

Tipe endapan piroklastik jatuhan terbentuk dari material erupsi dilontarkan dari magma dimana material akan bergerak naik membentuk seperti payung (*plume*) yang terdiri dari gas menuju atmosfer. Geometri dan ukuran deposit mencerminkan tinggi kolom letusan, kecepatan dan arah dari angin. Material yang dilontarkan akan tertiuap angin dan akan mengendap di permukaan

bumi akibat gaya gravitasi, tergantung pada ukuran dan densitasnya. Material yang berukuran besar akan dilontarkan secara balistik sehingga angin tidak akan mempengaruhi proses tersebut (Wright, dkk., 1987).

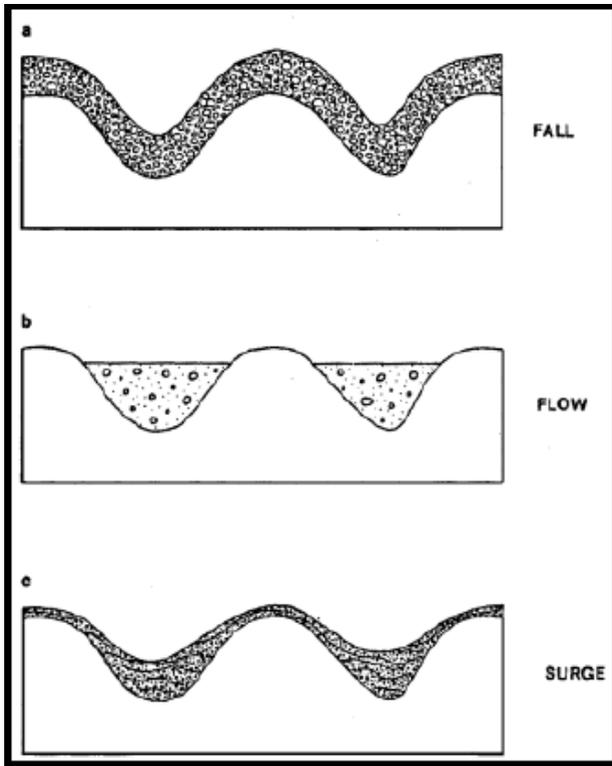
### **2.3.2 Endapan Piroklastik Aliran (*Pyroclastic Flow Deposit*)**

Tipe endapan piroklastik aliran terbentuk sebagai hasil aliran permukaan dari tumpukan pecahan batuan piroklastik yang dialirkan sebagai konsentrasi gas yang pekat atau material solid yang terdispersi dari hasil erupsi vulkanik. Tipe endapan ini dipengaruhi oleh gravitasi, panas, dan densitas. Pada umumnya, tipe ini dikontrol oleh topografi sehingga akan mengisi lembah atau zona depresi (Wright, dkk., 1987).

### **2.3.3 Endapan Piroklastik Surge (*Pyroclastic Surge Deposit*)**

Tipe endapan piroklastik surge merupakan aliran tembusan piroklastik sebagai hasil dari aliran, turbulen, dengan gas dan partikel padat dalam konsentrasi rendah. Tipe endapan ini dikontrol oleh topografi dan terakumulasi di suatu tempat yang memiliki daerah depresi (lembah) yang lebih tebal. Pada endapan surge ini dibentuk secara langsung oleh erupsi freatomagmatik maupun freatik dan berhubungan dengan endapan piroklastik aliran. Tempat yang dilalui oleh pengendapan lapisan sangatlah tipis yang disebut sebagai bed set (Wright, dkk., 1987).

Gambar (2.5) menjelaskan hubungan geometri dengan tipe dasar endapan piroklastik yang menutupi topografi yang bentuknya sama.



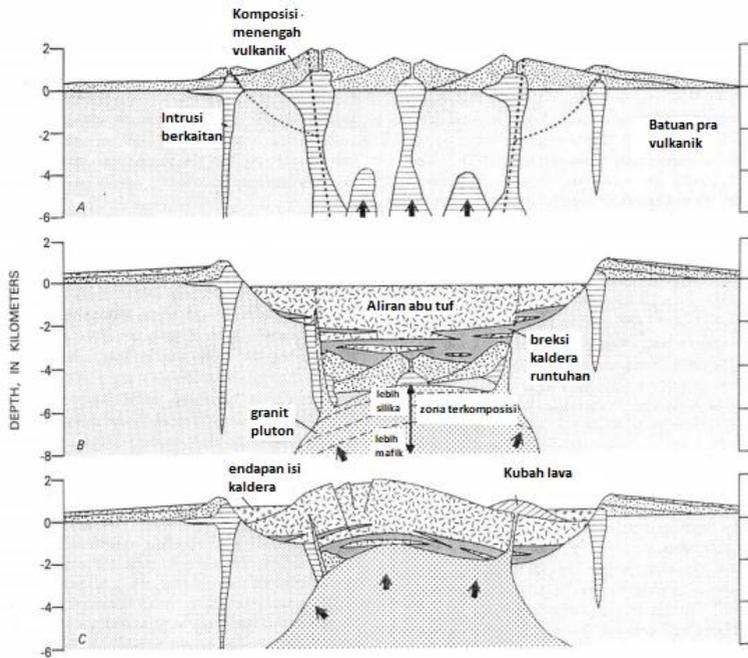
**Gambar 2. 5** Hubungan geometri pada tiga tipe dasar endapan piroklastik yang menutupi pada topografi yang sama (Wright et.al, 1987)

## 2.4 Kaldera

Kaldera merupakan fitur vulkanik yang terbentuk dari jatuhnya tanah setelah terjadi erupsi vulkanik. Kaldera di definisikan sebagai zona depresi vulkanik yang sangat besar. Formasi dari sebuah kaldera terbentuk atas runtuhnya dapur magma yang selanjutnya jatuh ke dalam dasar magma reservoir akibat dari erupsi gunungapi. Kaldera kecil (memiliki diameter <5

km) berhubungan dengan erupsi lava yang umumnya adalah puncak gunungapi basaltik dan andesitik, kaldera yang memiliki diameter sebesar 75 km terbentuk ketika terjadi erupsi dan membentuk endapan piroklastik. Secara umum, diameter kaldera akan bertambah secara proporsional mengikuti volume dari erupsi yang bersangkutan. Perbedaan geometri penurunan tanah dan proses runtuh untuk kaldera aliran abu diduga merefleksikan ukuran yang bervariasi, geometri dapur magma, dan kedalaman dari ruang magma. yang merupakan kombinasi dari gunungapi lama dan pengaruh tektonik regional.

Pembentukan kaldera dimulai dengan runtuhnya permukaan yang terjadi akibat kosongnya kantung magma di bawah gunungapi. Biasanya reruntuhan terjadi dikarenakan letusan gunungapi. Jika material yang dikeluarkan cukup banyak, kantung magma yang kosong tidak mampu mendukung berat struktur gunungapi di atasnya yang ditunjukkan oleh Gambar (2.6). Patahan melingkar berbentuk cincin terbentuk di sekeliling kantung magma yang menjadi pemicu keluarnya inti magma lain yang melintasi jalan keluar di sekeliling puncak gunungapi. Dengan kosongnya kantung magma, bagian tengah gunung api mulai runtuh. Runtuhnya gunung bisa berupa satu letusan dahsyat atau sebuah seri letusan. Luas bagian yang runtuh bisa ratusan atau ribuan kilometer besarnya. Dan terbentuklah kaldera baru di tengah gunungapi (Lipman, 2000).



**Gambar 2. 6** Proses Pembentukan Kaldera (Lipman, 2000)

## 2.5 Sifat Listrik dalam Batuan

Metode geolistrik resistivitas memanfaatkan sifat konduktivitas batuan untuk mendeteksi keadaan bawah permukaan. Sifat dari resistivitas batuan memiliki tiga macam yaitu medium konduktif, medium semikonduktif dan medium resistif. Sifat konduktivitas listrik batuan pada permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air. Batuan berpori atau tanah yang memiliki kandungan air yang banyak, nilai resistivitas listriknya akan berkurang. Sedangkan, jika nilai resistivitas listriknya bertambah, maka akan adanya pengurangan kandungan air (Milsom, 2003). Menurut Telford (1990) pada aliran arus listrik yang ada di dalam batuan atau mineral dibagi menjadi tiga macam

golongan, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik. Adapun perbedaan pada masing-masing aliran arus dijabarkan sebagai berikut.

### **2.5.1 Kondisi Secara Elektrolitik**

Kondisi ini akan terjadi jika batuan memiliki banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan ke dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Sebuah aliran listrik dipengaruhi oleh karakter dari masing-masing batuan yang menjadi medium perantaranya (Rahmawati, 2009). Kondisi secara elektrolitik terjadi jika sebagian besar batuan merupakan penghantar yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi sehingga sulit untuk menghantarkan arus listrik. Pada umumnya, batuan bersifat porous dan memiliki pori-pori yang berisi fluida air. Batuan-batuan tersebut dapat menjadi medium penghantar elektrolitik, akan terjadi induksi arus listrik yang mengalir bersamaan dengan ion-ion elektrolitik di dalam air. Konduktivitas dan resistivitas dari batuan porous sangatlah bergantung pada volume dan susunan pada pori-porinya. Jika semakin besar nilai konduktivitas, maka kandungan air dalam batuan akan bertambah banyak. Sebaliknya, jika nilai resistivitas semakin besar, maka kandungan air dalam batuan menjadi lebih sedikit (Telford, 1990).

### **2.5.2 Kondisi Secara Dielektrik**

Kondisi ini terjadi jika suatu batuan atau mineral memiliki sifat dielektrik terhadap aliran listrik, yaitu batuan tersebut berada pada kondisi memiliki elektron bebas dengan jumlah minimal, akan tetapi dengan adanya pengaruh medan listrik dari luar, maka elektron di dalam batuan akan berpindah dan berkumpul secara terpisah dari inti elektron, sehingga akan terjadi polarisasi. Sifat listrik pada batuan merupakan karakteristik batuan ketika dialiri

arus listrik. Pada umumnya, karakteristik batuan dapat diketahui dari nilai resistivitas batuan tersebut.

**Tabel 2. 1** Nilai Resistivitas Dari Berbagai Tipe tanah atau Batuan (Roy, 1984)

Jenis Batuan/Tanah	Tingkat Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )
<b>Tanah lempung, basah lembek</b>	1,5-3,0
<b>Tanah lanau &amp; tanah lanau basah lembek</b>	3-15
<b>Tanah lanau, pasiran</b>	15-150
<b>Batuan dasar berkekar berisi tah lembab</b>	150-300
<b>Pasir kerikil terdapat lapisan lanau</b>	$\pm 300$
<b>Batuan dasar berisi tanah kering</b>	300-2400
<b>Bataun dasar tak lapuk</b>	>2400

**Tabel 2. 2** Nilai Resistivitas Dari Berbagai Tipe Batuan (Telford, 1990)

Material	Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )
<b>Udara (Air)</b>	~
<b>Pirit (Pyrite)</b>	0.01 – 100
<b>Kwarsa (Quartz)</b>	500 – 800000
<b>Kalsit (Calcite)</b>	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
<b>Garam Batu (Rock salt)</b>	$30 - 1 \times 10^{13}$
<b>Granit (Granite)</b>	200 - 10000
<b>Andesit (Andesite)</b>	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
<b>Basal (Basalt)</b>	200 – 100000
<b>Gamping (Limestone)</b>	500 - 10000
<b>Batu Pasir (Sandstone)</b>	200 – 8000
<b>Batu tulis (Shales)</b>	20 – 2000
<b>Pasir (Sand)</b>	1 – 1000
<b>Lempung (Clay)</b>	1 – 100
<b>Air tanah (Ground water)</b>	0.5 – 300
<b>Air asin (Sea water)</b>	0.2

<b>Magnetit (<i>Magnetite</i>)</b>	0.01 - 1000
<b>Kerikil kering (<i>Dry gravel</i>)</b>	600 – 10000
<b>Aluvium (<i>Alluvium</i>)</b>	10 – 80
<b>Kerikil (<i>Gravel</i>)</b>	100 – 600

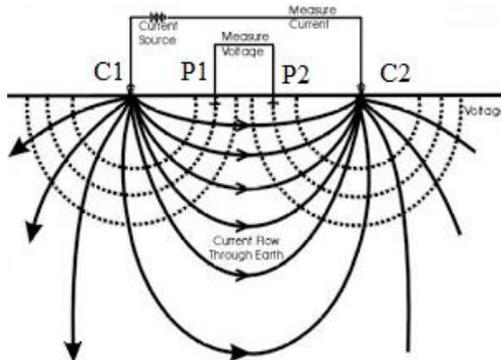
Berdasarkan nilai dari resistivitas suatu batuan atau mineral (Tabel 2.2) dapat dibedakan menjadi tiga golongan yaitu konduktor baik, konduktor sedang dan isolator. Golongan batuan konduktor baik memiliki nilai resistivitas yang sangat kecil yakni  $10^{-18} < \rho < 1 \Omega\text{m}$ , seperti metal, grafit, dan sulfide. Selanjutnya untuk golongan konduktor sedang yang memiliki nilai resistivitas berkisar  $1 \Omega\text{m} < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$ , seperti contoh pada beberapa oksida, ore, dan batuan porous yang mengandung air. Sedangkan pada isolator terjadi jika suatu bahan atau mineral tidak mampu untuk mengalirkan arus listrik dan memiliki nilai resistivitasnya yang sangat tinggi yang mana memiliki nilai  $\rho$  lebih besar dari  $10^7 \Omega\text{m}$ , contoh pada batuan ini adalah mineral silikat, fosfat, dan karbonat (Telford, 1990).

## 2.6 Konsep Penjalaran Arus pada Pengukuran Geolistrik

Pengukuran pada metode geolistrik dilakukan dengan menginjeksikan 2 buah elektroda arus listrik ke dalam bumi, dan terdapat 2 buah elektroda lainnya untuk mengukur beda potensial di permukaan akibat dari pemberian arus listrik (injeksi arus listrik). Jarak antar elektroda akan memengaruhi jangkauan kedalaman lapisan yang diukur. Jika jarak antar elektroda kecil, harga beda potensial yang terukur ditentukan oleh lapisan pertama saja (seolah-olah sebagai medium homogen). Pada spasi elektroda yang lebih besar akan lebih dipengaruhi oleh lapisan kedua (setelahnya). Teknik pengukuran yang dilakukan di lapangan menggunakan berbagai geometri atau susunan elektroda arus dan potensial.

Terdapat kelebihan dan kekurangan masing-masing dari konfigurasi elektroda yang digunakan, bergantung pada hasil apa yang ingin dicapai dalam pengukuran geolistrik.

Ketika melakukan akuisisi data dengan geolistrik, rangkaian listrik dibuat dengan bumi sebagai resistor yang dihubungkan dengan elektroda sebagai penghantar listrik. Terdapat dua elektroda arus yang berada di permukaan sumber. Elektroda arus positif di titik  $C_1$ , dan elektroda arus negatif di titik  $C_2$ , dan terdapat dua elektroda potensial. Dengan menggunakan dua sumber arus, arah arus listrik dan ekipotensialnya dapat dilihat pada ilustrasi berikut.



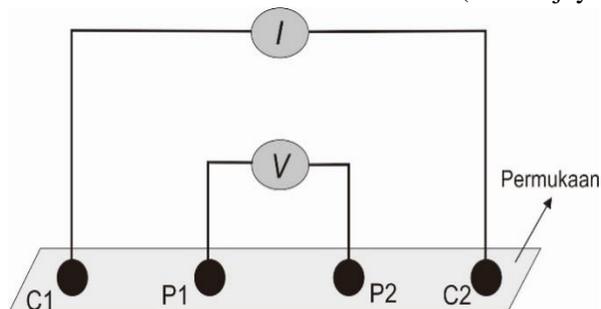
**Gambar 2. 7** Pola aliran arus pada pemasangan 4 buah elektroda pada Metode (Bahri, 2005)

Arus yang diinjeksikan berarah keluar dari elektroda dan membangkitkan permukaan ekipotensial yang arahnya tegak lurus dengan garis-garis arus dan berbentuk setengah bola. Untuk situasi yang sama, di antara elektroda arus positif (*current source*) dan elektroda arus negatif (*current sink*) akan menghasilkan garis-garis aliran arus listrik dan permukaan ekipotensial menjadi lebih kompleks. Garis-garis permukaan ekipotensial menyebabkan terjadinya perbedaan potensial di permukaan bumi yang dapat

terukur oleh voltmeter. Potensial di sekitar elektroda positif ataupun elektroda negatif diketahui berbentuk setengah bola. Potensial listrik di elektroda positif akan bernilai positif dan berkurang seiring dengan pertambahan jarak. Sedangkan arus negatif yang berada pada elektroda arus negatif (*current sink*) akan mengarah keluar dari permukaan tanah. Potensial listrik akan bernilai negatif, dan bertambah (dengan nilai negatif) seiring dengan pertambahan jarak dari elektroda arus negatif. Dengan terukurnya beda potensial antara elektroda, dan arus yang masuk, kita dapat menghitung nilai resistivitas dalam batuan yang kemudian dapat dipetakan struktur bawah permukaan (Kearey, 2002).

## 2.7 Potensial Dua Elektroda Arus pada Permukaan Homogen Isotropis

Metode geolistrik resistivitas bertujuan untuk membandingkan potensial di suatu titik tertentu, sehingga diperlukan dua buah elektroda arus di permukaan yang memberikan dan merespon arus listrik, baik dari sumber mediumnya maupun sebaliknya. Beda potensial di permukaan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut (Hendrajaya, 1990).



**Gambar 2. 8** Skema dua elektroda arus dan potensial yang terletak di permukaan tanah (Bahri, 2005)

Seperti yang diketahui dari ilustrasi Gambar (2.8), arus listrik diinjeksikan melalui elektroda arus dan terjadi pengukuran beda potensial diantara kedua elektroda. Arus pada elektroda ( $C_1$  dan  $C_2$ ) memiliki arus yang sama akan tetapi arahnya berlawanan, sehingga potensial di titik  $P_1$  akibat adanya  $C_1$  adalah,

$$V_1 = -\frac{B_1}{r_1} \text{ dengan } B_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (12)$$

Untuk potensial pada  $P_1$  akibat adanya  $C_2$  adalah,

$$V_2 = -\frac{B_2}{r_1} \text{ dengan } B_2 = +\frac{I\rho}{2\pi} = -B_1 \quad (13)$$

Jika pada kedua elektroda tersebut memiliki arus yang sama tetapi memiliki arah yang berlawanan, maka potensial di titik  $P_1$  adalah,

$$V_{P_1} = V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (14)$$

Potensial di titik  $P_2$  adalah,

$$V_{P_2} = V_3 + V_4 = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (15)$$

Dengan demikian nilai beda potensial antara titik  $P_1$  dan  $P_2$  adalah,

$$\Delta V = V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (16)$$

Faktor geometri ( $K$ ) bergantung pada posisi empat titik elektroda (posisi elektroda dalam penelitian) (Santoso, 2002). Hubungan beda potensial dengan tahanan jenis dapat ditulis dengan persamaan,

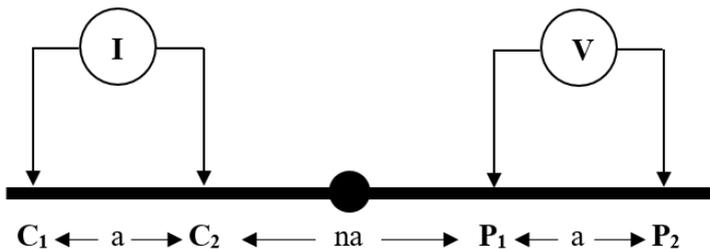
$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{i} \quad (17)$$

Dengan faktor geometri yang dirumuskan sebagai,

$$k = \frac{2\pi}{\left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]} \quad (18)$$

## 2.8 Konfigurasi Geolistrik

Menggunakan metode geolistrik untuk menentukan nilai resistivitas suatu lapisan salah satunya dipengaruhi oleh nilai konfigurasi yang digunakan pada saat akuisisi data. Dalam metode geolistrik resistivitas sendiri terdapat beberapa konfigurasi, diantaranya adalah konfigurasi Wenner, Schlumberger, Pole-Pole, Dipole-Dipole, Pole-Dipole, Wenner-Schlumberger, dan Equatorial Dipole-Dipole. Konfigurasi yang telah disebutkan tentunya memiliki fungsi dan tujuan masing-masing berdasarkan kebutuhan yang ingin dicapai, dan kondisi lingkungan daerah penelitian (Sakka, 2002). Adapun pada penelitian ini, digunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Dipole-Dipole.



**Gambar 2. 9** Geometri Konfigurasi Dipole-Dipole

Konfigurasi Dipole-Dipole memiliki susunan jarak antar elektroda arus dengan elektroda potensial sama dengan  $n$  kali jarak kedua elektroda yang sama ( $P_1$  ke  $P_2$  atau  $C_1$  ke  $C_2$ ) yang ditunjukkan oleh Gambar (2.9). Konfigurasi ini merupakan salah satu konfigurasi yang umum digunakan pada eksplorasi geofisika. Kelebihan dari konfigurasi ini lebih dalam penetrasi untuk membedakan antar lapisan batuan penyusun, terutama di bidang horizontal. Penempatan elektroda  $P_1P_2$  berjarak  $a$  dari pasangan elektroda  $C_1C_2$  dengan nilai faktor  $n = 1, 2, 3, \dots, n$ . Selanjutnya untuk

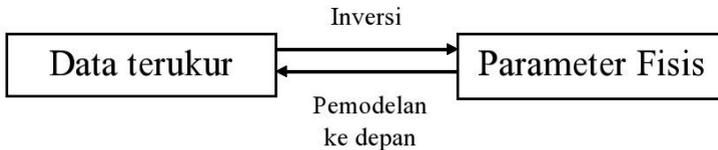
menentukan nilai dari konfigurasi Dipole-Dipole dapat menggunakan persamaan berikut,

$$k = \pi n(n + 1)(n + 2)a \quad (19)$$

(Sakka, 2002)

## 2.9 Inversi pada Eksplorasi Geofisika

Ilmu geofisika merupakan kegiatan pengukuran atau eksplorasi lapangan berdasarkan aturan dari metode geofisika yang dipakai. Dari hasil pengukuran di lapangan didapatkan data yang dapat diolah sehingga menghasilkan pengukuran yang bergantung pada kondisi dan sifat fisik batuan bawah permukaan. Seringkali terjadi beberapa hambatan yang akan muncul dalam eksplorasi geofisika, seperti kehadiran *noise* pada data yang terukur. Selain itu kendala ketidaklengkapan atau kekurangan data. Namun demikian, dengan analisis data yang benar, dimungkinkan akan diperoleh informasi yang relatif valid berdasarkan keterbatasan data yang dimiliki. Dalam melakukan analisis, sejumlah informasi mengenai pengambilan data juga diperlukan seperti nilai *sampling rate* yang optimal, akurasi data, model matematika yang berperan untuk menghubungkan antara data lapangan dan distribusi parameter fisis yang hendak dicari. Setelah proses analisis dilakukan, dapat dibawah pemodelan bawah permukaan yang akan menjadi modal dasar dalam proses interpretasi data (Supriyanto, 2007).



**Gambar 2. 10** Perbedaan Pemodelan ke depan dengan Pemodelan Inversi (Sungkono, 2011)

Dalam geofisika, model dan parameter model digunakan untuk mengkarakterisasi suatu kondisi geologi bawah permukaan. Pemodelan sendiri berarti proses estimasi model dan parameter model berdasarkan data yang didapat pada permukaan bumi. Model sendiri tidak hanya menyatakan representasi kondisi geologi oleh besaran fisis tetapi mencakup pula hubungan matematik atau teoritik antara parameter model dengan respons model (Grandis, 2009). Gambar (2.10) menjelaskan bahwa jika sudah memiliki data hasil pengamatan yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk parameter model, atau biasa disebut dengan (*inverse modeling*). Sedangkan untuk pemodelan ke depan (*forward modeling*) adalah jika kita memiliki parameter model yang selanjutnya ditransformasikan ke dalam bentuk data pengamatan (Sungkono, 2011).

Pemodelan ke depan (*forward modeling*) menyatakan proses perhitungan data yang secara teoritis akan teramati di permukaan bumi jika telah diketahui harga parameter model bawah permukaan. Perhitungan data teoritis menggunakan persamaan matematik yang diturunkan dari konsep fisika yang mendasari fenomena yang diamati. Dalam pemodelan data metode geofisika, dicari suatu model yang menghasilkan respons yang cocok dengan data lapangan yang ada. Dengan demikian, model tersebut dapat dianggap mewakili kondisi bawah permukaan di daerah penelitian. Untuk mendapatkan kesesuaian antara data teoritis (respons model) dengan data lapangan dapat dilakukan proses coba-coba (*trial and error*) dengan mengubah harga parameter model. Proses pemodelan ke depan tidak hanya mencakup perhitungan respons model tetapi juga proses coba-coba yang dilakukan untuk mendapatkan model yang sesuai dengan data (Grandis, 2009).

Pemodelan inversi (*inverse modeling*) sering dikatakan sebagai “kebalikan” dari pemodelan ke depan. Teori inversi

didefinisikan sebagai suatu kesatuan metode matematika dan statistika untuk mendapatkan informasi yang berguna suatu sistem fisika berdasarkan observasi terhadap sistem tersebut. Sistem fisika yang dimaksud adalah fenomena yang kita amati, hasil pengamatan terhadap sistem adalah data sedangkan informasi yang ingin diperoleh dari data adalah model atau parameter model (Menke, 1984 dalam Grandis, 2009).

Pemodelan inversi menggunakan mekanisme modifikasi model agar didapatkan kecocokan antara data perhitungan dan data pengamatan yang lebih baik dilakukan secara otomatis. Pemodelan inversi sering kali disebut sebagai *data fitting*, karena dalam prosesnya dicari parameter model yang menghasilkan respons yang sesuai dengan data pengamatan yang ada. Kesesuaian antara respons model dengan data pengamatan dinyatakan oleh suatu fungsi objektif yang harus diminimumkan. Proses pencarian minimum fungsi objektif berasosiasi dengan proses pencarian model optimum. Karakteristik minimum suatu fungsi digunakan untuk pencarian parameter model. Model dimodifikasi sedemikian mungkin hingga respons model menjadi sesuai dengan data (Grandis, 2009).

Dalam perumusan permasalahan inversi perlu ditentukan parameterisasi yang digunakan dengan memilih variabel yang merepresentasikan data dan parameter model. Hal tersebut penting mengingat hasil atau solusi inversi yang bergantung pada pemilihan parameterisasi. Dengan kata lain, solusi tidak independen terhadap perubahan atau transformasi variabel. Metode inversi non-linier dapat diselesaikan dengan perumusan *Damped Least-Squares* yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan non-linier. Masalah minimalisasi muncul khususnya pada *least squares curve fitting*. Diketahui bahwa,

$$\dot{d} = [d_1, d_2, d_3, \dots, d_n]^T \quad (20)$$

$$\dot{m} = [m_1, m_2, m_3, \dots, m_n]^T \quad (21)$$

Dengan (d) adalah data dan (m) adalah model.

Secara umum, hubungan antara data dengan parameter model secara umum dapat dinyatakan oleh persamaan berikut,

$$\dot{d} = \dot{g}(\dot{m}) \quad (21)$$

Dengan (g) merupakan fungsi umum untuk memetakan model menjadi besaran dalam domain data yang memungkinkan untuk prediksi data model (m) tertentu.

Secara eksplisit matriks hubungan antara data dengan model dirumuskan sebagai berikut,

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_1(m_1, m_2, \dots, m_M) \\ g_2(m_1, m_2, \dots, m_M) \\ \vdots \\ g_N(m_1, m_2, \dots, m_M) \end{bmatrix} \quad (22)$$

Dengan  $g_i$  adalah fungsi prediksi data elemen ke-I hasil perhitungan fungsi (g) sebagai fungsi model m.

Notasi lain untuk menyatakan vektor atau matriks adalah dengan menuliskan elemen.

$$\bar{d} = [d_i], i = 1, 2, \dots, N \quad (23)$$

$$\bar{m} = [m_i], i = 1, 2, \dots, M \quad (24)$$

Untuk menghubungkan data dengan fungsi linier selanjutnya dapat dirumuskan sebagai,

$$\bar{d} = \underline{G}\bar{m} \quad (25)$$

atau,

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \dots & G_{1M} \\ G_{21} & G_{22} & \dots & G_{2M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ G_{N1} & G_{N2} & \dots & G_{NM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_M \end{bmatrix} \quad (26)$$

Dengan  $\underline{G}$  adalah matriks  $M \times N$  yang merupakan matriks kernel. Akan bersifat linier yang hanya merupakan perkalian m dengan faktor tertentu.

Persamaan (25) merupakan parameter model  $m$  yang tidak dapat diperoleh secara langsung dengan inversi matriks  $\underline{G}$ . Matriks kernel belum tentu merupakan matriks bujur sangkar, sehingga  $N \neq M$ . Sehingga persamaan (25) menghasilkan,

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}m_1 + G_{12}m_2 + \dots + G_{1M}m_M \\ G_{21}m_1 + G_{22}m_2 + \dots + G_{2M}m_M \\ \vdots \\ G_{N1}m_1 + G_{N2}m_2 + \dots + G_{NM}m_M \end{bmatrix} \quad (27)$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Penelitian dilaksanakan di Departemen Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada Desember 2018 sampai dengan Mei 2019, dengan judul “**Identifikasi Endapan Piroklastik dan Kaldera Lama dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas (Studi Kasus : Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur)**”. Untuk keperluan laporan Tugas Akhir penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 sampai dengan bulan Maret 2019 bertempat di Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung, Jl. Sangkuriang, Kompleks LIPI, Bandung-Jawa Barat, 40135.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Sembalun di Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Secara geografis terletak pada koordinat  $116^{\circ} 31' 964''$  BT -  $116^{\circ} 33' 063''$  BT dan  $8^{\circ} 22' 325''$  LS -  $8^{\circ} 22' 660''$  LS. Berikut merupakan peta lokasi penelitian yang ditunjukkan oleh Gambar (3.1).



**Gambar 3. 1** Peta Topografi Daerah Penelitian

### 3.3 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan data sekunder dari Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Bandung sebagai berikut :

1. Data yang didapatkan berasal dari pengukuran dengan menggunakan alat *SuperSting R8-IR Resistivity Meter* dengan format .stg.
2. Titik pengukuran dan data ketinggian didapatkan dari alat Altimeter.
3. Peta penempatan elektroda di daerah penelitian yang dapat dijadikan acuan dalam perhitungan ketinggian sebenarnya.

Data di atas akan diolah menggunakan *software* untuk pengolahan dan interpretasi untuk mendapatkan model inversi dua dimensi (2D), *software* yang digunakan adalah :

1. *Notepad* atau *Notepad++*
2. *Microsoft Office 2016*

3. *Adobe Photoshop CC 2018*
4. *Mapsource*
5. *EarthImager 2D versi 2.2.2*
6. *Corel Draw X7*

### 3.4 Tahapan Pengolahan Data

Dalam penelitian ini tahapan pengolahan terdiri dari da tahapan yaitu, Pembuatan format (.trn) dan Pengolahan menggunakan *software EarthImager 2D versi 2.2.2*.

#### 3.4.1 Membuat File Data Tinggi Elektroda

File digunakan untuk mengetahui elevasi (ketinggian) tiap elektroda, file ini berbentuk format (.trn). File ini merupakan *input* data yang akan dibaca oleh *software EarthImager 2D versi 2.2.2*. Data ketinggian sendiri didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan alat altimeter. Adapun proses pembuatan format (.trn) dilakukan dengan sebagai berikut :

1. Membuka file peta dengan yang ada pada *Mapsource* untuk mengetahui letak elektroda dan mengkonversi file ke *Microsoft Excel 2016*.
2. Menghitung koreksi ketinggian untuk mendapatkan ketinggian yang sebenarnya berdasarkan hasil pembacaan Altimeter dengan rumus sebagai berikut.
 
$$\left( \frac{\text{jam titik } x - \text{jam titik awal}}{\text{jam titik awal} - \text{jam titik akhir}} \right) \times (\text{alt titik akhir} - \text{alt titik awal}) \quad (28)$$
 dengan alt adalah altitude (ketinggian) dengan satuan meter.
3. Membuat format .trn dengan menggunakan *software Notepad++* yang terdiri dari dua kolom. Kolom pertama berisi titik letak elektroda yang dimulai dari 0 meter, kolom kedua berisi nilai elevasi (ketinggian). Baris pertama diisi dengan ;TRN file yang menyatakan file trn dan baris kedua

diisi dengan angka **1** yang menyatakan jarak terhadap topografi.

Gambar (3.2) merupakan tampilan dalam tahapan pembuatan data tinggi elektroda.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	No. St	Jam	Altitude read	selisih ment	menit	Koreksi tinggi	Data	Terkoreksi	Altitude true					
1														
2	S1A	28	10:28	1124.5	0.36	36	7.2	7.22	1117.3					
3		1	10:34	1126.0	0.06	6	7.2	1.20	1124.8		0	1124.8		
4		14	10:42	1122.0	0.14	14	7.2	2.80	1119.2		1.203333	1127.2		
5		42	10:52	1117.6	0.24	24	7.2	4.80	1112.8		2.807778	1124.8		
6		56	10:56	1115.5	0.28	28	7.2	5.60	1109.9		4.813333	1122.4		
7	S1A	28	11:04	1117.3	0.36	36	7.2	7.20	1110.1		5.615556	1126.8		
8	S1B	28	13:29	1135.5	0.00	0	1.0	0.00	1135.5			1124.5		
9		1	13:35	1134.0	0.06	6	1	0.15	1133.8	1112.8	-0.15385	1133.0	1124.4	
10		14	13:41	1132.5	0.12	12	1	0.31	1132.2		-0.30769	1131.9	1120.8	
11		28	13:47	1135.5	0.18	18	1	0.46	1135.0		-0.46154	1135.0	1123.6	
12		42	13:54	1134.0	0.25	25	1	0.64	1133.4		-0.64103	1133.4	1122.0	
13	S1B	56	14:01	1136.5	0.32	32	1	0.82	1135.7		-0.82051	1135.7	1124.3	
14		28	14:08	1136.5	0.39	39	1	1.00	1135.5		-1	1135.5	1124.1	
15		29	10:58	1117.0	0.00	0	5.0	0.00	1117.0			1117.0		
16		1	11:08	1117.0	0.10	10	5.0	1.19	1115.8		-1.19048	1115.8		
17		15	11:15	1116.5	0.17	17	5.0	2.02	1114.5		-2.02381	1114.5		
18		29	11:23	1116.5	0.25	25	5.0	2.98	1113.5		-2.97619	1113.5		
19		43	11:28	1120.0	0.30	30	5.0	3.57	1116.4		-3.57143	1116.4		
20		56	11:35	1122.0	0.37	37	5.0	4.40	1117.6		-4.40476	1117.6		
21		29	11:40	1122.0	0.42	42	5.0	5.00	1117.0		-5	1117.0		
22		29	12:22	1124.0	0.00	0	1.5	0.00	1124.0			1124.0	1117.2	
23		1	12:29	1123.5	0.07	7	1.5	0.26	1123.2		-0.2625	1123.2	1116.4	

Gambar 3. 2 Pembuatan Data Tinggi Elektroda

### 3.4.2 Pengolahan menggunakan *software EarthImager 2D versi 2.2.2*

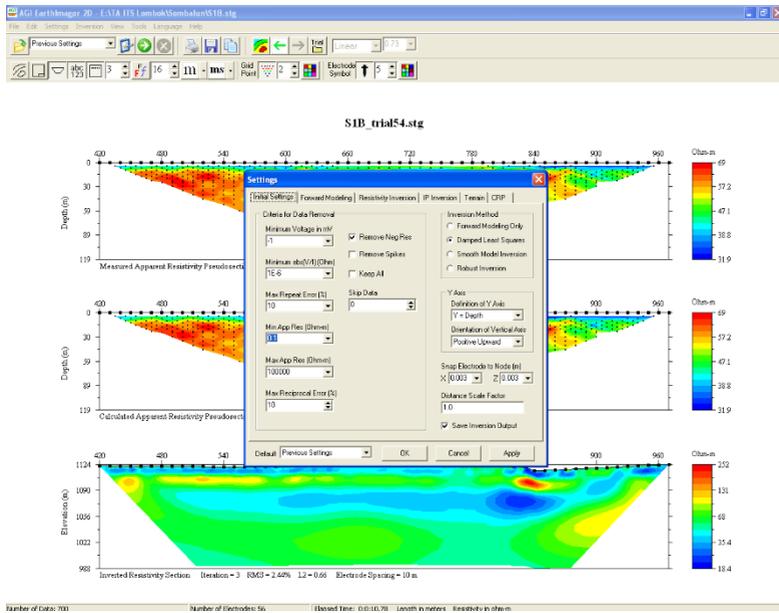
Pengolahan menggunakan *software EarthImager 2D versi 2.2.2* untuk mendapatkan penampang dua Dimensi (2D). Penampang 2D akan di interpretasikan sesuai dengan tujuan dalam penelitian. Berikut adalah tahapan pengolahan data menggunakan *software EarthImager 2D versi 2.2.2*.

1. Menentukan pengaturan *software EarthImager 2D versi 2.2.2* pada *Initial Setting*. Sehingga *software* akan melakukan *filtering* data saat proses inversi dijalankan sesuai *setting* yang diinginkan.
2. Open file dengan format (.*stg*) lalu masukan file format (.*trn*) pada menu *Open Terrain file*. Selanjutnya pilih *inversion*

untuk memulai proses inversi. Hasil penampang 2D dari proses inversi memiliki bentuk permukaan yang sesuai dengan elevasi (ketinggian) daerah penelitian yang dibentuk oleh file dengan format (*.trn*) yang sudah dimasukkan.

3. Menghapus data yang tidak cocok (*deleting misfit data*) digunakan untuk mendapatkan bentuk permodelan 2D yang sesuai atau mendekati model bawah permukaan bumi yang sebenarnya. Penghapusan ini akan mempengaruhi nilai error.
4. Ketika didapatkan nilai error  $<5\%$ , *convergen curve* berbentuk konvergen dan *crossplot* mengikuti garis regresi linier maka proses penghapusan data misfit dapat dihentikan dan didapatkan bentuk permodelan bawah permukaan 2D.
5. Simpan gambar penampang 2D dengan format (*.jpeg*).

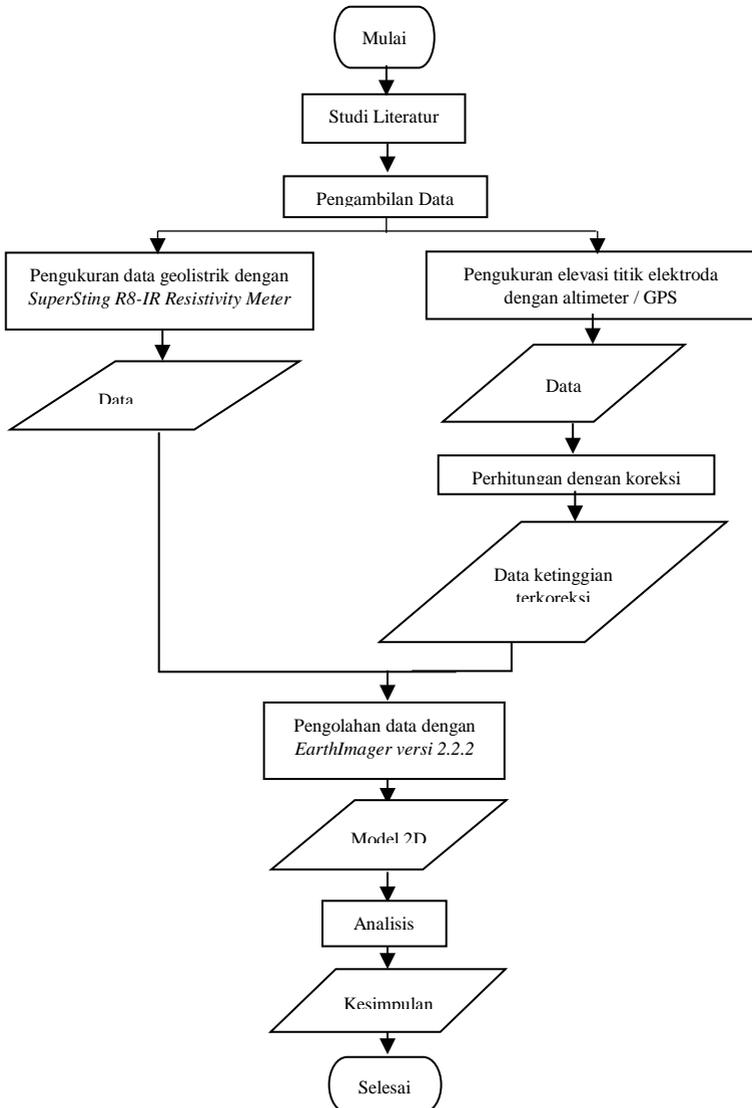
Gambar (3.3) merupakan tampilan dalam tahapan pengolahan data dengan menggunakan *software EarthImager versi 2.2.2*.



**Gambar 3. 3** Pengolahan Data dengan menggunakan *Software EarthImager* versi 2.2.2

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini secara keseluruhan dapat dibuat dalam diagram alir yang tertera pada Gambar (3.4).



**Gambar 3. 4** Diagram Alir Penelitian

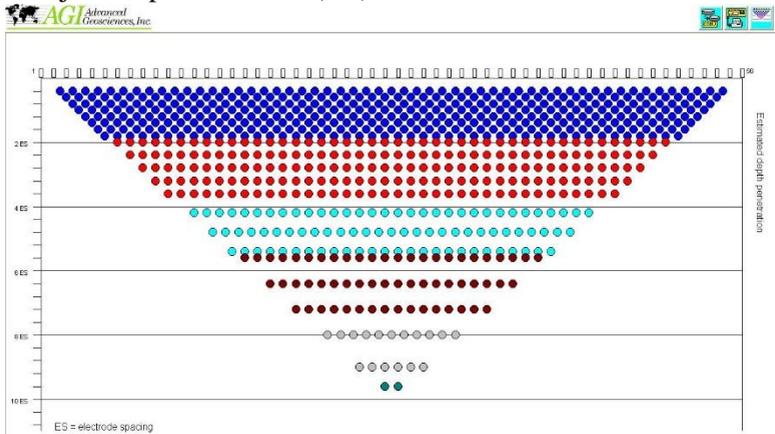
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### HASIL PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Data

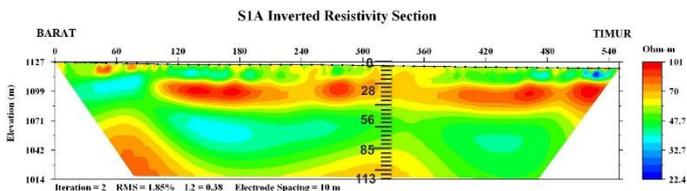
Pengambilan data dengan metode geolistrik pada penelitian dilakukan oleh Tim Survey Geolistrik LIPI Bandung dengan menggunakan peralatan sistem *multichannel* yaitu *SuperSting R8-IR Resistivity Meter* konfigurasi dipole-dipole. Data yang didapat setelah akuisisi yaitu data dengan format (\*.stg). Digunakan *software* EarthImager 2D versi 2.2.2 untuk mendapatkan hasil penampang 2D bawah permukaan daerah penelitian. Pada pengolahan data menggunakan *software* EarthImager 2D versi 2.2.2 diperoleh susunan *model block* yang merupakan hasil penetrasi data yang diambil saat pengukuran, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar (4.1).



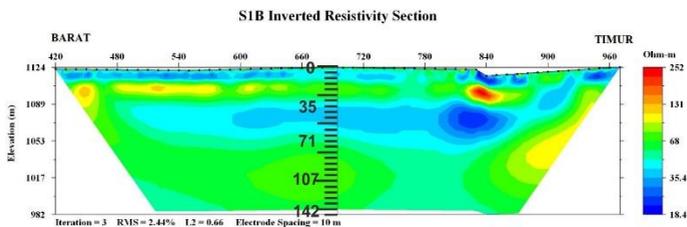
**Gambar 4. 1** Arrangement of model blocks and apparent resistivity datum point konfigurasi Dipole-Dipole

Dari hasil penelitian di lapangan didapatkan data dengan digunakan konfigurasi dipole-dipole dalam satu lintasan yang

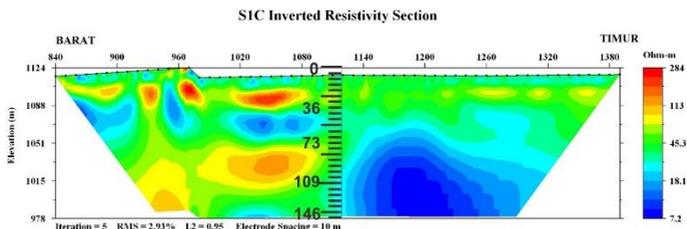
dibagi menjadi lima bagian pengukuran sepanjang 2200 meter dengan digunakan sebanyak 56 elektroda pada setiap bagian pengukuran, dengan spasi elektroda sebesar 10 meter. Dari data hasil penelitian yang dilakukan menggunakan konfigurasi Dipole-Dipole dilakukan inversi untuk pemodelan 2D pada Gambar 4.2 – Gambar 4.7. Nilai resistivitas terukur dipengaruhi oleh sifat kemampuan batuan untuk menghantarkan arus listrik, semakin besar nilai resistivitas batuan maka semakin sulit batuan mampu menghantarkan arus listrik.



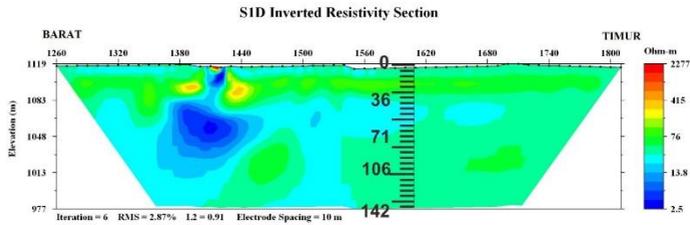
**Gambar 4. 2** Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 1



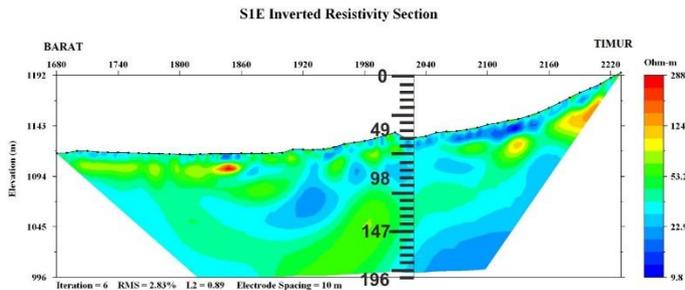
**Gambar 4. 3** Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 2



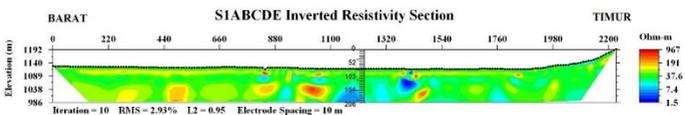
**Gambar 4. 4** Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 3



**Gambar 4. 5** Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 4



**Gambar 4. 6** Hasil penampang 2D pada bagian pengukuran 5

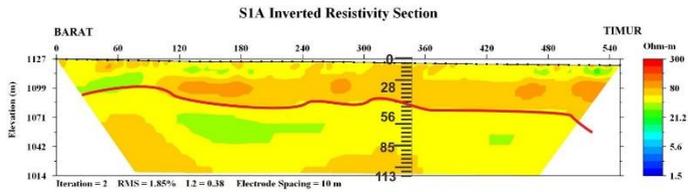


**Gambar 4. 7** Hasil penampang 2D pengukuran pada satu lintasan

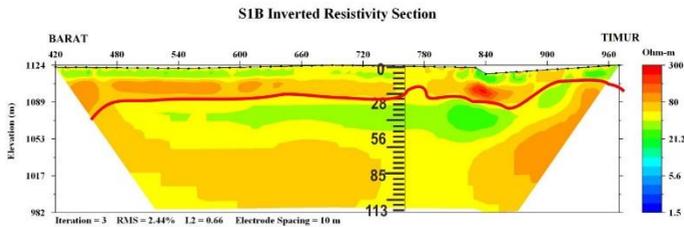
Dari hasil pengolahan data didapatkan nilai RMS error yang berbeda-beda pada masing-masing bagian pengukuran dalam satu lintasan. Gambar (4.2) menunjukkan hasil pengolahan data pada bagian pengukuran pertama dengan nilai error sebesar 1,85% dengan 2 kali iterasi. Untuk bagian pengukuran kedua didapatkan nilai error sebesar 2,44% dengan 3 kali iterasi yang ditunjukkan pada gambar (4.3). Pada bagian pengukuran ketiga yang ditunjukkan oleh gambar (4.4) didapatkan nilai error sebesar 2,93% dengan 5 kali iterasi. Gambar (4.5) menunjukkan hasil pengolahan

data pada bagian pengukuran keempat dengan nilai eror sebesar 2,87% dengan 6 kali iterasi. Dan yang terakhir pada bagian pengukuran kelima yang ditunjukkan gambar (4.6) didapatkan nilai eror sebesar 2,83% dengan 6 kali iterasi. Dilakukan pula pengolahan data untuk satu lintasan dari semua data dalam 5 bagian pengukuran yang digabungkan. Didapatkan nilai eror sebesar 2,93% dengan 10 kali iterasi yang ditunjukkan oleh gambar (4.7). Pengukuran nilai elevasi telah ditambahkan ke dalam data sehingga didapatkan penampang model 2D dengan topografi yang sesuai dengan lokasi penelitian seperti yang telah dilampirkan. Nilai elevasi yang ada pada penampang model 2D diukur menggunakan Altimeter yang selanjutnya dilakukan koreksi perhitungan ketinggian untuk mendapatkan nilai ketinggian yang sebenarnya. Penetrasi yang diperoleh menggunakan konfigurasi Dipole-Dipole menghasilkan hasil yang lebih baik untuk membedakan antar lapisan terutama pada bidang horizontal dan penetrasi pada batuan lebih dalam (Sakka, 2002). Hal tersebut dibuktikan dari hasil yang diperoleh pada penampang model keseluruhan (Gambar (4.7)), dengan nilai resistivitas yang terukur antara 1,5  $\Omega$ m hingga 967  $\Omega$ m.

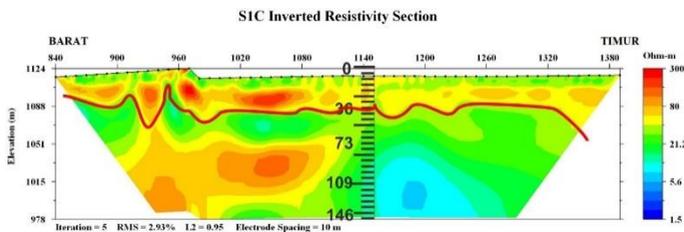
Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, dilakukan proses menyamakan nilai batas resistivitas untuk penampang model 2D untuk kelima bagian pengukuran dan penampang model keseluruhan, agar dapat dibandingkan pendugaan endapan piroklastik dan bentuk kaldera yang ingin dicapai dari penelitian ini. Gambar (4.8) hingga Gambar (4.12) akan menunjukkan daerah persebaran endapan piroklastik yang sudah digambarkan sketsa garis pada penampang model 2D resistivitas yang tertera.



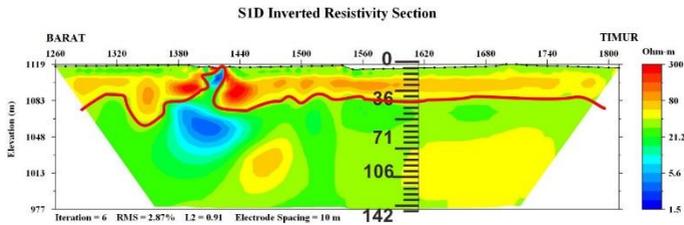
**Gambar 4. 8** Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran pertama



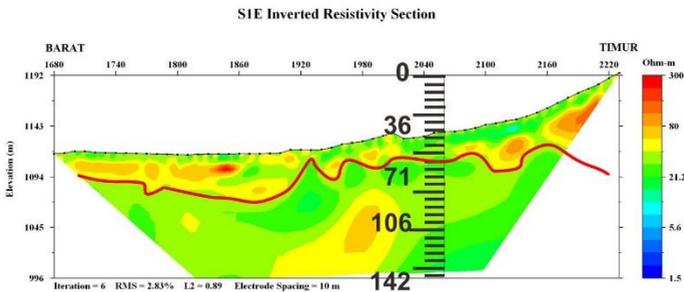
**Gambar 4. 9** Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran kedua



**Gambar 4. 10** Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran ketiga



**Gambar 4. 11** Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran keempat



**Gambar 4. 12** Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada bagian pengukuran kelima

Gambar (4.8) hingga Gambar (4.12) merupakan hasil pemodelan dengan menyamakan batas bawah dan atas untuk nilai resistivitasnya. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan daerah pendugaan sebagai daerah persebaran endapan piroklastik dan kaldera yang selanjutnya akan ditunjukkan oleh Gambar (4.13).

## 4.2 Pembahasan

Dalam penelitian ini, metode ini digunakan untuk mengidentifikasi adanya endapan piroklastik pada kaldera tua di daerah penelitian dengan mengetahui lapisan bawah permukaan. Prinsip dari metode geolistrik resistivitas adalah hukum Ohm, dimana arus listrik mengalir dalam suatu material dari satu titik ke

titik lainnya dan memiliki nilai beda potensial akibat dari adanya arus listrik yang mengalir. Adapun dalam penelitian digunakan sistem pengukuran *multichannel*, sehingga digunakan dua buah elektroda arus, dan delapan buah elektroda potensial. Arus yang diinjeksikan melalui elektroda arus akan masuk ke bawah permukaan, dan didapatkan pengukuran tegangan pada elektroda potensial, yang merupakan hasil dari adanya arus listrik yang mengalir. Dari pengukuran metode geolistrik resistivitas, didapatkan hasil penampang 2D bawah permukaan yang telah ditunjukkan pada Gambar (4.2) hingga Gambar (4.7). Dengan panjang lintasan 2200 meter serta jarak spasi antar elektroda adalah 10 meter, secara umum daerah penelitian terdiri dari beberapa lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda antar lapisan tersebut. Dengan ditinjau dari hasil lapisan bawah permukaan pada bagian pengukuran pertama terdiri atas beberapa lapisan ditunjukkan oleh Gambar (4.2). Dimana dari hasil pemodelan 2D pada daerah penelitian yang memiliki nilai resistivitas sebesar 22,4  $\Omega\text{m}$  yang ditunjukkan oleh citra berwarna biru tua pada jarak 520 – 540 meter diduga sebagai lempung, sedangkan untuk citra berwarna biru muda dengan nilai resistivitas sebesar 32,7  $\Omega\text{m}$  diduga sebagai daerah persebaran lapisan air tanah yang berisi lempung dan sedikit tuf. Untuk sebaran nilai resistivitas sebesar 47,7 – 55  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan oleh citra berwarna hijau hingga kuning mendominasi pada daerah penelitian dan diduga merupakan batuan tuf. Sedangkan untuk daerah yang ditunjukkan dengan citra berwarna jingga hingga merah dengan nilai resistivitas sebesar 70 – 101  $\Omega\text{m}$  diduga merupakan batuan lava breksi.

Untuk hasil lapisan bawah permukaan pada bagian pengukuran kedua ditunjukkan oleh Gambar (4.3), terdiri atas beberapa lapisan yang didominasi dengan warna biru tua hingga hijau pada penampang model 2D, dengan nilai resistivitas yang beragam mulai dari 18,4  $\Omega\text{m}$  hingga 252  $\Omega\text{m}$ . Warna biru tua dengan nilai 18,4  $\Omega\text{m}$  pada penampang model 2D terletak di bagian

tengah dan diindikasikan bahwa pada lapisan tersebut merupakan lapisan berisi lempung halus. Warna biru muda dengan nilai resistivitas sebesar  $35,4 \Omega\text{m}$  terletak di bagian teratas lapisan bawah permukaan dan diduga sebagai akuifer yang merupakan lapisan air tanah. Daerah pengukuran didominasi oleh citra warna hijau dengan nilai resistivitas sebesar  $68 \Omega\text{m}$  yang diduga sebagai persebaran batuan tuf. Dan untuk citra berwarna kuning hingga merah dengan nilai resistivitas sebesar  $100 - 252 \Omega\text{m}$  pada beberapa titik daerah pengukuran diduga merupakan batuan lava breksi.

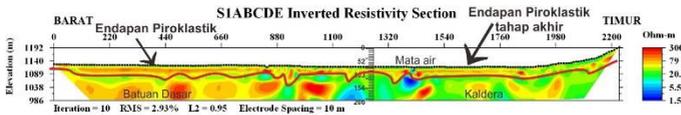
Pada bagian pengukuran ketiga yang ditunjukkan oleh Gambar (4.4) menghasilkan pemodelan dengan batuan penyusun yang beragam. Pada lintasan dengan jarak 840 hingga 1100 m, didominasi dengan nilai resistivitas besar pada pemodelan bawah permukaannya. Untuk citra berwarna biru tua dengan nilai resistivitas  $7,2 \Omega\text{m}$  diduga berisi lapisan lempung dengan sedikit air. Sedangkan untuk citra berwarna biru muda dengan nilai resistivitas  $18,1 \Omega\text{m}$  diduga sebagai lapisan air tanah, yang dibuktikan dengan adanya daerah dengan citra berwarna biru tua menuju biru muda pada jarak 1100 hingga 1340 meter dan diduga sebagai danau pada zaman dahulu kala, sebelum akhirnya tertutup oleh piroklastik akibat hasil dari erupsi gunungapi Rinjani yang terus terjadi berkala selama kurun waktu 800 tahun terakhir. Daerah pengukuran didominasi oleh citra berwarna hijau dengan nilai resistivitas sebesar  $45,3 \Omega\text{m}$  diduga berisi batuan tuf yang tersebar merata. Dan untuk beberapa titik yang menunjukkan citra berwarna kuning menuju merah dengan nilai resistivitas sebesar  $80 - 284 \Omega\text{m}$  diduga sebagai daerah persebaran lava breksi.

Untuk pemodelan 2D pada bagian pengukuran keempat yang ditunjukkan oleh Gambar (4.5) berada pada daerah persawahan dan dekat dengan daerah pemukiman warga. Dapat diinterpretasikan berdasarkan pemodelan 2D yang telah dihasilkan bahwa pada nilai resistivitas sebesar  $2,5 - 13,8 \Omega\text{m}$  yang ditunjukkan oleh citra

berwarna biru tua hingga biru muda dapat diduga sebagai lapisan air tanah yang berisi batuan lempung halus. Pada jarak 1420 meter diduga sebagai mata air dikarenakan lapisan teratas dari titik tersebut ditunjukkan sebagai lapisan air tanah. Daerah pengukuran keempat ini didominasi oleh citra berwarna hijau dengan nilai resistivitas sebesar  $76 \Omega\text{m}$  dan diduga berisi batuan tuf. Sedangkan untuk citra berwarna kuning menuju kemerahan pada beberapa titik di daerah pengukuran dengan nilai resistivitas sebesar  $415 - 2277 \Omega\text{m}$  diduga berisi batuan lava breksi, walaupun hanya sebagian kecil yang dapat termodelkan pada pemodelan 2D pada daerah pengukuran keempat.

Pada bagian pengukuran kelima, akuisisi data dilakukan pada daerah yang semakin tinggi. Pada pemodelan 2D yang ditunjukkan oleh Gambar (4.6) menunjukkan keberagaman jenis batuan yang ada. Untuk citra berwarna biru tua menuju biru muda dengan nilai resistivitas sebesar  $9,8 - 22,9 \Omega\text{m}$  merupakan lapisan air tanah yang berisi batuan lempung. Daerah pengukuran kelima ini didominasi oleh citra berwarna hijau dengan nilai resistivitas sebesar  $53,2 \Omega\text{m}$  yang dapat diduga memiliki lapisan berisi batuan tuf. Dan untuk titik pengukuran yang ditunjukkan dengan citra berwarna kuning menuju merah dengan nilai resistivitas sebesar  $88 - 288 \Omega\text{m}$  dapat diduga sebagai daerah persebaran batuan lava breksi walaupun hanya terdapat di beberapa titik saja. Dikarenakan pada bagian pengukuran kelima sudah menjauhi daerah kaki gunung Rinjani.

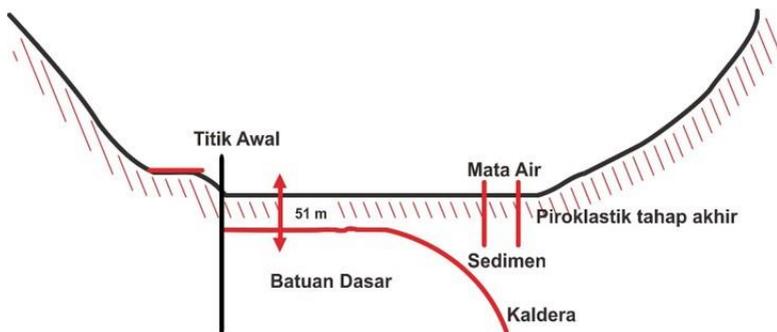
Dilakukan proses pemodelan untuk keseluruhan bagian pengukuran sepanjang satu lintasan. Dan untuk membandingkan hasil dan mengetahui daerah persebaran endapan piroklastik dilakukan penyamaan batas atas dan batas bawah yang ditunjukkan oleh Gambar (4.8) hingga Gambar (4.13).



**Gambar 4. 13** Hasil penyamaan batas penampang 2D pengukuran pada satu lintasan

Dapat dilihat pendugaan litologi batuan pada daerah penelitian yang ditunjukkan oleh Gambar (4.13) didominasi dengan citra berwarna kuning hingga merah dengan rentang nilai resistivitas sebesar  $54 \Omega\text{m}$  hingga  $300 \Omega\text{m}$  diduga tersusun atas batuan lava breksi yang merupakan batuan yang kompak. Hal itu sesuai dengan daerah pengukuran yang mendekati kaki gunung rinjani, dimana ketika terjadi erupsi gunungapi, mengeluarkan batuan piroklastik yang selanjutnya tertimbun oleh hasil erupsi selanjutnya yang terjadi di daerah penelitian. Pada jarak 1370 hingga 1450 meter dimodelkan dengan citra berwarna biru tua hingga biru yang memiliki nilai resistivitas sebesar  $1,5$  hingga  $5,5 \Omega\text{m}$ . Citra ini selanjutnya diindikasikan sebagai lapisan air tanah yang berisi batuan lempung dan diduga sebagai mata air. Sedangkan untuk daerah dengan dominasi citra berwarna hijau dengan rentang nilai resistivitas sebesar  $20,9 \Omega\text{m}$  hingga  $50 \Omega\text{m}$  diduga tersusun atas batuan tuf dan terbentang luas dari jarak 1260 hingga 2200 meter. Daerah bagian pengukuran merupakan sawah-sawah dan pemukiman warga sehingga mengindikasikan bahwa tanah di bagian pengukuran tersebut jauh lebih gembur dibandingkan dengan tiga daerah pengukuran sebelumnya (jarak 0 hingga 1100 meter). Hasil interpretasi data yang dilakukan pada pemodelan sepanjang satu lintasan kemudian dibandingkan dengan hasil pemodelan 2D pada masing-masing bagian pengukuran yang telah disamakan batas atas dan bawahnya. Dan terdapat kesesuaian hasil pemodelan di antara kedua penampang. Untuk itu hasil pemodelan 2D telah menggambarkan kondisi bawah permukaan daerah penelitian.

Dari data penampang 2D geolistrik resistivitas, kita dapat menentukan pendugaan dimana letak persebaran endapan piroklastik di daerah penelitian. Letak persebaran endapan piroklastik didapatkan pada batuan penyusun berupa lava breksi yang memiliki nilai resistivitas besar yang ditunjukkan dengan citra berwarna kuning hingga merah. Dari hasil pemodelan 2D, daerah persebaran endapan piroklastik terbentang luas sepanjang 1100 meter dengan ketebalan rata-rata sebesar 51 meter. Sedangkan untuk daerah persebaran endapan piroklastik setelah rentang jarak 1100 meter, merupakan endapan piroklastik yang sudah tercampur dengan batuan sedimen. Pada rentang jarak hingga 2200 meter, diduga sebagai sebaran endapan piroklastik tahap paling akhir yang berada pada bagian teratas lapisan di bawah permukaan. Dari hasil penyamaan batas atas dan bawah untuk pemodelan 2D terdapat kesamaan data yang didapat dan pemodelan yang dilakukan cocok. Sehingga didapatkan pendugaan wilayah yang terdapat endapan piroklastik di bawah permukaannya yang dapat ditunjukkan oleh sketsa pada Gambar (4.14).



**Gambar 4. 14** Sketsa Pendugaan Wilayah Endapan Piroklastik di Daerah Penelitian

Dicocokkan dengan kondisi geologi, daerah penelitian tersusun atas batuan gunungapi tak terpisahkan berupa lava breksi dan tuf Gunung Pusuk. Hal ini sesuai dengan sejarah

pembentukan pulau Lombok, dimana erupsi besar-besaran yang terjadi pada tahun 1257 M menutupi seluruh pulau Lombok dan Bali. Oleh karena itu, dari hasil penelitian bawah permukaan pada kaldera tua diduga terdapat persebaran endapan piroklastik yang terdapat di daerah yang saat ini sudah diisi pemukiman warga, sawah, dan juga jalan desa.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan citra warna dan batuan penyusun. Untuk hasil dengan citra bewarna biru tua hingga biru muda diduga sebagai daerah persebaran lapisan air tanah yang berisi batuan lempung dengan nilai resistivitas sebesar  $1,5 \Omega\text{m} - 5,5 \Omega\text{m}$  dan diduga sebagai mata air. Untuk citra bewarna hijau dengan nilai resistivitas  $20,9 \Omega\text{m}$  diduga tersusun atas batuan tuf. Dan untuk citra bewarna kuning hingga merah diduga tersusun oleh batuan lava breksi dengan nilai resistivitas sebesar  $54 \Omega\text{m} - 300 \Omega\text{m}$ , dan diduga sebagai daerah persebaran endapan piroklastik.
2. Persebaran endapan piroklastik terbentang luas sepanjang 2200 m dari kaki gunungapi Rinjani menuju pemukiman warga, dengan ketebalan rata-rata sebesar 51 meter.

#### **5.2 Saran**

Dari penulisan tugas akhir ini telah didapatkan daerah pendugaan persebaran endapan piroklastik dari analisa data geolistrik saja, oleh karena itu disarankan untuk menggunakan data pendukung lainnya, agar interpretasi data lebih akurat dan struktur geologi bawah permukaan lebih jelas.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaydus, Mudrik. 2014. *Medan Elektromagnetika*. Yogyakarta: Cv. Andi Offset.
- Bahri. 2005. *Hand Out Mata Kuliah Geofisika Lingkungan dengan Topik Metoda Geolistrik Resistivitas*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS.
- Cas, R.A.F., Wright, J.V., 1987. *Volcanic Successions Modern and Ancient*. London, Boston, Sydney, Wellington: Chapman & Hall.
- Daud, Yunus. 2007. *DC Resistivity Notes*. Depok: Peminatan Geofisika Departemen Fisika UI.
- Grandis, Dr. Hendra. 2009. *Pengantar Pemodelan Geofisika*. Bandung: CV. Bhumi Printing.
- Hendrajaya, L. 1990. *Pengukuran Resistivitas Bumi pada Satu Titik di Medium Tak Hingga*. Bandung.
- Kearey, P., Brooks, M., 2002, *An Introduction to Geophysical Exploration*, Blackwell.
- Lipman, P.W., 2000. *Calderas: in H. Sigurdsson, ed., Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press, p. 643-662.
- Manual EarthImager 2D. 2002. *Instruction Manual for EarthImager 2D*. Texas: Advanced Geosciences, Inc.
- Maryanto, S., Hasan, R., Siregar, D.A., 2009. *Mineralogi Matriks Breksi Gunung Api Plistosen Akhir – Kuarter Berdasarkan*

*Data XRD di Daerah Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat.* Bandung : Pusat Survei Geologi.

Menke, W., 1984, *Geophysical data analysis: Discrete inverse theory*, Academic Press.

Milsom, John. 2003. *Field Geophysics, 3rd Edition*. England: John Willey & Sons Ltd.

PPSP. 2011. *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Lombok Timur*.

Rahmawati, A. 2009. *Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus di Daerah Karangsembung dan Sekitarnya, Kabupaten Kebumen)*. Skripsi. Program Sarjana Sains FMIPA. Universitas Negeri Semarang.

Reynold, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. England: John Willey & Sons Inc.

Sakka. 2002. *Metoda Geolistrik Resistivitas*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Makasar: UNHAS.

Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Sungkono. 2011. *Inversi Terpisah dan Simultan Dispersi Gelombang Rayleigh dan Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio Menggunakan Algoritma Genetik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Supriyanto. 2007. *Analisis Data Geofisika : Memahami Teori Inversi*. Depok: Departemen Fisika-FMIPA Universitas Indonesia.
- Suyoso. 2003. *Common Textbook Listrik Magnet*. Jakarta: JICA IMSTEP.
- Telford, W.M., Geldort, L.P., dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics 2nd Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Todd, D.K. 1959. *Groundwater Hidrology*. London: John Willey & Sons Inc.
- Valenta, Jan. 2015. *Introduction to Geophysics Lecture Notes*. Czech Republic: Czech Republic Development Cooperation.
- Williams, H., F.J. Turner, C.M. Gilbert. 1954. *Petrography: An Introduction to The Study of Rock in Thin Sections*. New York: W.H. Freeman and Company.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

### A. Data Koreksi Ketinggian

Tabel 1. Data Koreksi Ketinggian

Jarak	Ketinggian
0	1127.2
130	1124.8
270	1124.5
410	1122.4
550	1121.1
690	1124.1
830	1122.0
840	1115.8
850	1117.8
880	1119.8
900	1121.8
930	1123.9
970	1124.3
972	1122.0
974	1120.0
976	1118.0
978	1116.0
980	1114.5
1120	1117.0
1260	1116.4
1390	1117.6
1540	1117.2
1400	1115.7
1410	1116.2
1415	1116.1
1420	1115.1
1430	1116.0
1440	1115.4
1540	1113.3
1680	1116.2
1690	1116.6

<b>1700</b>	1118.6
<b>1710</b>	1118.5
<b>1720</b>	1117.4
<b>1810</b>	1115.0
<b>1820</b>	1115.6
<b>1890</b>	1116.3
<b>1900</b>	1116.7
<b>1906</b>	1119.9
<b>1933</b>	1119.7
<b>1935</b>	1121.6
<b>1940</b>	1120.1
<b>1941</b>	1121.0
<b>1950</b>	1122.0
<b>1953</b>	1122.9
<b>1954</b>	1124.3
<b>1960</b>	1125.2
<b>1970</b>	1126.6
<b>1980</b>	1128.1
<b>1990</b>	1130.5
<b>2010</b>	1136.5
<b>2020</b>	1130.9
<b>2030</b>	1131.4
<b>2040</b>	1132.8
<b>2050</b>	1136.3
<b>2060</b>	1137.3
<b>2070</b>	1137.7
<b>2080</b>	1139.2
<b>2090</b>	1141.1
<b>2100</b>	1144.1
<b>2110</b>	1145.6
<b>2120</b>	1148.0
<b>2130</b>	1149.5
<b>2140</b>	1152.4
<b>2150</b>	1155.9
<b>2160</b>	1160.3
<b>2170</b>	1165.2

<b>2180</b>	1170.2
<b>2190</b>	1175.1
<b>2200</b>	1179.1
<b>2210</b>	1183.5
<b>2220</b>	1189.5
<b>2230</b>	1194.4

## B. Dokumentasi Akuisi Data







### C. Dokumentasi Saat Penelitian



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Hafsyah Iswari atau sering disapa dengan panggilan Caca, adalah anak pertama pertama dari 1 bersaudara dari pasangan Bapak R. Yoga Isworo dan Ibu Emma Muhammad. Dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 30 Agustus 1997. Pada tahun 2001 penulis memulai pendidikannya di TK Al-Hidayah di Pamulang, Tangerang Selatan. Pada tahun 2003 penulis melanjutkan pendidikannya di SD Al-Zahra Indonesia, selanjutnya pada tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di SMP Al-Zahra Indonesia. Pada tahun 2010 penulis terpilih untuk mewakili SMP Al-Zahra Indonesia dalam Olimpiade Sains Nasional (OSN) tingkat Kota Tangerang Selatan di bidang Biologi. Pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikannya di Kota Tangerang Selatan, yaitu di SMA Negeri 3 Kota Tangerang Selatan. Pada tahun 2013, penulis mewakili sekolahnya dalam Olimpiade Sains Nasional tingkat Kota Tangerang Selatan dibidang Geografi. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikannya di salah satu Perguruan Tinggi Negeri (PTN) yaitu di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Fakultas Sains Departemen Fisika.

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya – Fakultas Sains, Departemen Fisika	2015 – 2019
SMA Negeri 3 Kota Tangerang Selatan	2012 – 2015

SMP Al-Zahra Indonesia	2009 – 2012
SD Al-Zahra Indonesia	2003 – 2009
TK Al-Hidayah	2001 – 2003

## RIWAYAT ORGANISASI

Sekretaris Menteri Kementerian Dalam Negeri Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS	2019
Sekretaris Umum 1 Himpunan Mahasiswa Fisika ITS	2017 – 2018
Sekretaris <i>American Association of Petroleum Geologist</i> (AAPG) ITS <i>Student Chapter</i>	2017 – 2018
Staf Kementerian Dalam Negeri Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS	2016 – 2018
Sekretaris Umum 2 Himpunan Mahasiswa Fisika ITS	2016 – 2017
Staf Divisi Eksternal <i>Society Exploration Geophysicist</i> (SEG) ITS <i>Student Chapter</i>	2016 – 2017
Staf Divisi <i>Big Event American Association of Petroleum Geologist</i> (AAPG) ITS <i>Student Chapter</i>	2016 – 2017
Staf Magang Departemen <i>Internal Development</i> Department Himpunan Mahasiswa Fisika ITS	2016

## RIWAYAT KEPANITIAAN

Koordinator Sie <i>Sponsorship</i> 6th Physics Summit	2018
Staf Ahli Sie Konsumsi ITS EXPO 2017	2017
Mentor Gerigi ITS 2017	2017
Sekretaris Guyub ITS 2017	2017
Wakil Ketua ( <i>Vice Project Officer</i> ) <i>Integrated Petroleum Exporation Exploitation</i> (IPEE) 2017	2017
Staf Sie <i>Sponsorship</i> 5th Physics Summit	2017
Staf Dokumentasi Ini Lho ITS (ILITS) 2017	2017
Fasil Kestari Gerigi ITS 2016	2016
Staf Publikasi ITS Futsal Championship (IFC) 2016	2016
Staf Dana Usaha Pasar Malam Minggu ITS (PAMMITS) 2016	2016

## RIWAYAT PELATIHAN

Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Menengah (LKMM-TM) FMIPA ITS	2017
Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Dasar (LKMM-TD) Himasika ITS	2016
Latihan Keterampilan Mahasiswa Wirausaha Tingkat Dasar (LKMW-TD) Himasika ITS	2015

Pelatihan Karya Tulis Ilmiah (PKTI) Himasika ITS	2015
Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Pra Tingkat Dasar (LKMM Pra-TD) FMIPA ITS	2015

### RIWAYAT PEKERJAAN

Kerja Praktek di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jakarta	Juli – Agustus 2018
Crew ITS TV Angkatan 11	2016-2017

### RIWAYAT LAINNYA

Peserta <i>Geoscience Student</i> <i>Competition (GEOSC) 2018</i>	November 2018
<i>SEA Teacher (Pre-Service Student</i> <i>Teacher Exchange in Southeast Asia)</i> <i>Batch 5 di University of Immaculate</i> <i>Conception (UIC), Davao, Filipina</i>	Januari – Februari 2018

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*