

**ESTIMASI KEDALAMAN BATUAN DASAR  
MENGUNAKAN METODA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS  
KONFIGURASI *DIPole-DIPole* DI UNIVERSITAS NEGERI  
PADANG KAMPUS AIR TAWAR**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana sains



**MEDIA FEBRINA  
NIM. 01984**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2012**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Estimasi Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metoda  
Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Dipole-dipole* di  
Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar

Nama : Media Febrina

NIM : 01984

Program Studi : Fisika

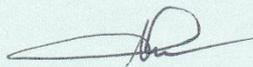
Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 31 Juli 2012

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Drs. Akmam, M.Si.  
NIP. 19630526 198703 1 003

Pembimbing II



Fatni Mufit, S.Pd, M.Si.  
NIP. 19731023 200012 2 002

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Media Febrina  
NIM : 01984  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : MIPA

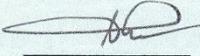
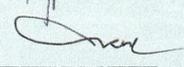
dengan judul

### ESTIMASI KEDALAMAN BATUAN DASAR MENGGUNAKAN METODA GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI *DIPOLE- DIPOLE* DI UNIVERSITAS NEGERI PADANG KAMPUS AIR TAWAR

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 31 Juli 2012

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Drs. Akmam, M.Si.	
Sekretaris : Fatni Mufti, S.Pd, M.Si.	
Anggota : Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si.	
Anggota : Drs. Mahrizal, M.Si.	

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan tata cara penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Agustus 2012  
Yang menyatakan,

**Media Febrina**  
**Nim. 01984**

## ABSTRAK

### **Media Febrina :Estimasi Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Dipole-dipole* di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar**

Keberadaan batuan dasar di Universitas Negeri Padang (UNP) kampus Air Tawar belum diketahui. Mengingat pentingnya fungsi UNP sebagai penghasil tenaga-tenaga ahli dan profesional serta seringnya terjadi aktivitas tektonik di wilayah ini, maka perlu dilakukan penelitian keberadaan batuan dasar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kedalaman, nilai tahanan jenis dan jenis batuan dasar sehingga menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan di UNP kampus Air Tawar, serta menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya baik dibidang Geologi maupun dibidang Geofisika lainnya yang berkaitan dengan batuan dasar.

Penelitian dasar yang bersifat deskriptif dilakukan menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Dipole-dipole*. Lokasi penelitian ini yaitu di UNP kampus Air Tawar tepatnya di 4 lintasan. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran kemudian diolah menggunakan *software Res2dinv* dengan inversi *Robust Constraint* sehingga diperoleh model 2D bawah permukaan bumi. Interpretasi dan analisa data dilakukan dengan cara membandingkan tahanan jenis yang diperoleh dengan tabel tahanan jenis dan kondisi geologi daerah pengukuran.

Hasil penelitian ini yaitu diduga terdapat batuan dasar di Lintasan 1 dan 2 pada kedalaman lebih dari 25,2 m, tepatnya di sekitar titik *sounding* dengan nilai tahanan jenis 513 – 622  $\Omega$ m dan 632 – 2150  $\Omega$ m. Lintasan 3 juga ditemukan batuan dasar dengan nilai tahanan jenis 596,5 - 734  $\Omega$ m pada kedalaman lebih dari 21,85 m yaitu di sekitar titik *sounding*. Lintasan 4 tidak ditemukan adanya batuan dasar, kemungkinan batuan dasar di Lintasan 4 terdapat pada kedalaman lebih dari 29,5 m. Batuan dasar tersebut ditafsirkan sebagai batuan dasar *Andesite* yang menjadi dasar bagi batuan-batuan di atas lapisannya.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Estimasi Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Dipole-dipole* di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar.**

Adapun penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Fisika, Jurusan Fisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis mendapatkan bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak selama penyelesaian skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai pembimbing I dan sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
2. Ibu Fatni Mufit, S.Pd, M.Si sebagai pembimbing II.
3. Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si, Bapak Drs. Mahrizal, M.Si, Bapak Dr. Hamdi, M.Si dan Bapak Harman Amir, S.Si, M.Si selaku tim penguji.
4. Bapak Drs. Masril, M.Si sebagai Penasehat Akademis.
5. Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai Sekretaris Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Ketua Prodi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

7. Bapak dan Ibu staf Pengajar Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. DP2M DIKTI yang telah memberikan bantuan dana penelitian ini melalui PKM.
9. Teman satu perjuangan selama penyelesaian skripsi, Elvi Novia S dan Nelvira Rizalmi terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.
10. Edi Kurnia, S.Si, Elsi Ariani, S.Si, Sesri Santurima, S.Si, Nofri Hardisal, Yogi Refiyon dan teman-teman tim geolistrik 2009, terima kasih atas bantuan teknis selama pengambilan data.
11. Bapak Tunsri Febrison dan Bapak Ahmad Syamsuardi yang telah membantu perbaikan alat sehingga pengambilan data dapat diselesaikan.
12. Kedua orang tua yang selalu mendukung penulis.
13. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Padang , Agustus 2012

Media Febrina  
Nim. 01984

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan dan Rumusan Masalah .....	4
D. Pertanyaan Penelitian .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	6
G. Definisi Istilah .....	6
<b>BAB II KERANGKA TEORITIS</b>	
A. Kajian Teori .....	8
1. Batuan Dasar .....	8
2. Tahanan Jenis Batuan .....	16
3. Metoda Geolistrik Tahanan Jenis .....	20
4. Konfigurasi <i>Dipole-dipole</i> .....	25
5. Kondisi Geologi Daerah Penelitian .....	27
6. Metoda Inversi <i>Robust Constraint</i> .....	31

B. Penelitian-penelitian yang Relevan .....	33
C. Kerangka Berfikir .....	34
<b>BAB III METODA PENELITIAN</b>	
A. Jenis Penelitian .....	36
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	36
C. Parameter yang Diamati .....	38
D. Instrumentasi / Alat dan Bahan .....	38
E. Prinsip Kerja Ares <i>Multielectrode</i> .....	39
F. Prosedur Penelitian .....	42
G. Teknik Analisis dan Interpretasi Data .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Dekripsi Data .....	46
B. Analisa dan Interpretasi Data .....	49
C. Pembahasan .....	68
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	73
B. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>77</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Batuan Sedimen Klastik beserta Nama Partikel dan Endapannya .....	13
2. Tahanan Jenis Batuan Beku dan Metamorf .....	17
3. Tahanan Jenis Batuan Sedimen.....	18
4. Data Kedalaman Sumur Air Tanah di Sekitar UNP Kampus Air Tawar .....	30
5. Data Kedalaman Maksimum dan Panjang Lintasan pada Setiap Lintasan Pengukuran .....	47
6. Nilai Tahanan Jenis Semu Minimum dan Maksimum pada Setiap Lintasan .....	48
7. Hasil Interpretasi Data Lintasan 1 (FE – FIS) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	53
8. Hasil Interpretasi Data Lintasan 1 (FE – FIS) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,005 .....	54
9. Hasil Interpretasi Data Lintasan 2 (Gerbang UNP – FT) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	57
10. Hasil Interpretasi Data Lintasan 2 (Gerbang UNP – FT) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,005 .....	59
11. Hasil Interpretasi Data Lintasan 3 (FIK – Lab. Biologi) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	61
12. Hasil Interpretasi Data Lintasan 3 (FIK – Lab. Biologi) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,005 .....	63
13. Hasil Interpretasi Data Lintasan 4 (Balai Bahasa – Mesjid Al Azhar) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	66
14. Hasil Interpretasi Data Lintasan 4 (Balai Bahasa – Mesjid Al Azhar) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	67

15. Nilai Tahanan Jenis dan Kedalaman Batuan Dasar Masing-masing Lintasan .....	69
--	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Karakteristik Reservoir Batuan Dasar .....	9
2. Titik Sumber Arus pada Permukaan dari Medium Homogen .....	21
3. Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Potensial di Atas Permukaan Tanah yang Homogen Isotropis dengan Resistivitas $\rho$ .....	22
4. Susunan Elektroda pada Konfigurasi <i>Dipole-dipole</i> .....	25
5. Kedalaman yang Dapat Dicapai Konfigurasi <i>Dipole-dipole</i> .....	25
6. Peta Geologi Kota Padang .....	28
7. Kerangka Berfikir Penelitian .....	35
8. Desain Lintasan Pengukuran di UNP Kampus Air Tawar .....	37
9. Ares <i>Multielectrode</i> .....	40
10. Display Data Kedalaman pada Pengukuran Geolistrik .....	45
11. Penampang Model 2D Lintasan 1 (FE – FIS) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001.....	50
12. Penampang Model 2D Lintasan 1 (FE – FIS) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,005.....	53
13. Penampang Model 2D Lintasan 2 (Gerbang UNP – FT) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	56
14. Penampang Model 2D Lintasan 2 (Gerbang UNP – FT) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,005 .....	58
15. Penampang Model 2D Lintasan 3 (FIK – Lab. Biologi) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	60
16. Penampang Model 2D Lintasan 3 (FIK – Lab. Biologi) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,005 .....	62

17. Penampang Model 2D Lintasan 4 (Balai Bahasa – Masjid Al Azhar) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,001 .....	64
18. Penampang Model 2D Lintasan 4 (Balai Bahasa – Masjid Al Azhar) dengan inversi <i>Robust Constraint</i> 0,005 .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Lintasan 1 (FE – FIS) .....	77
2. Data Lintasan 2 (Gerbang UNP – FT) .....	78
3. Data Lintasan 3 (FIK – Lab. Biologi) .....	79
4. Data Lintasan 4 (Balai Bahasa – Mesjid Al Azhar) .....	80

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kota Padang merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi gempa bumi dengan kekuatan cukup besar yaitu lebih dari 5 SR, bahkan pada tanggal 30 September 2009 terjadi gempa bumi dengan kekuatan 7,6 SR. Menurut Munir (1995: 143), “Gempa bumi yang dasyat akan mengakibatkan berubahnya susunan lapisan bumi”. Berdasarkan hal tersebut diperkirakan gempa bumi yang sering terjadi di Kota Padang dapat menyebabkan berubahnya struktur batuan termasuk batuan dasar.

Universitas Negeri Padang (UNP) kampus Air Tawar merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi di Indonesia yang menghasilkan tenaga-tenaga ahli dan profesional baik dibidang Kependidikan maupun non Kependidikan. Mengingat pentingnya fungsi kampus ini untuk kemajuan bangsa serta seringnya terjadi aktivitas tektonik di wilayah ini maka perlu dilakukan penelitian-penelitian tentang Kebumihan di wilayah ini baik dibidang Geofisika maupun dibidang Geologi, salah satunya penelitian tentang keberadaan batuan dasar.

Batuan dasar merupakan batuan yang paling tua diantara batuan yang ada di sekitar wilayahnya. Batuan dasar memiliki sifat yang sangat kompak pada lapisan bagian bawah, sementara pada lapisan atas cenderung mengalami pelapukan. Proses pelapukan yang terjadi pada lapisan atas batuan

dasar akan membentuk lapisan batuan baru. Lapisan batuan baru tersebut juga akan mengalami pelapukan sehingga terbentuk jenis batuan yang lain. Berdasarkan sifat tersebut diketahui bahwa batuan dasar dapat menjadi dasar bagi jenis-jenis batuan yang berada di atas lapisannya sehingga keberadaan batuan dasar dapat menjadi salah satu acuan dalam studi tentang struktur batuan di suatu daerah.

Keberadaan dan jenis batuan dasar di UNP kampus Air Tawar belum diketahui. Mengingat UNP kampus Air Tawar masih dalam tahap pembangunan, maka informasi tentang keberadaan dan jenis batuan dasar sangat dibutuhkan. Informasi tersebut dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan di UNP kampus Air Tawar.

Keberadaan dan jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi dapat diperkirakan menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis melalui estimasi kedalaman dan nilai tahanan jenis batuan dasar. Metoda ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik ke dalam permukaan bumi melalui dua elektroda arus dan mengukur beda potensial listrik yang ditimbulkan di permukaan bumi, sehingga nantinya dapat diketahui nilai tahanan jenis dan kedalaman lapisan bawah permukaan bumi. Nilai tahanan jenis ini mengidentifikasi penyusun lapisan bawah permukaan bumi tersebut.

Metoda geolistrik memiliki beberapa konfigurasi yaitu *Wenner*, *Schlumberger*, *Pole-dipole*, *Pole-pole*, *Dipole-dipole* dan *Square*. Penelitian ini menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole* untuk mengestimasi kedalaman

batuan dasar. Konfigurasi *Dipole-dipole* dapat mencapai kedalaman yang lebih dalam dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger* dan sensitif terhadap variasi nilai tahanan jenis secara lateral.

Penelitian mengenai batuan dasar menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis telah dilakukan di beberapa daerah di Indonesia. Astuti (2011) telah melakukan penelitian menentukan kedalaman batuan dasar (*Basement*) menggunakan pengukuran tahanan jenis di Desa Pacekelan, Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Rasimeng dkk (2007) dan Margoworo (2009) juga telah melakukan penelitian identifikasi batuan dasar di Sumberjaya, Lampung Barat dan di Desa Kroyo, Karangmalang, Kabupaten Sragen. Ketiga penelitian tersebut berhasil menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dalam menentukan kedalaman batuan dasar dan identifikasi jenis batuan dasar.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Estimasi Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Dipole-dipole* di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar”. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kedalaman dan jenis batuan dasar sehingga menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan serta dimanfaatkan untuk penelitian selanjutnya baik dibidang Geologi maupun dibidang Geofisika lainnya berkaitan dengan batuan dasar di UNP kampus Air Tawar.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, terdapat beberapa identifikasi masalah yaitu:

1. Gempabumi yang sering terjadi di Kota Padang diduga menyebabkan berubahnya struktur batuan termasuk batuan dasar di wilayah ini.
2. Belum diketahui kedalaman dan nilai tahanan jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar.
3. Belum diketahui jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar.

## **C. Batasan dan Rumusan Masalah**

Penulis membatasi masalah pada penelitian ini mengingat adanya keterbatasan waktu dan kemampuan penulis. Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Jumlah lintasan pengukuran pada penelitian ini adalah 4 lintasan dengan panjang lintasan mulai dari 155 m sampai 425 m.
2. Lokasi lintasan pengukuran yang dipilih adalah lokasi yang dapat merentangkan kabel elektroda,
3. Analisa data dilakukan menggunakan *software Res2dinv* dengan inversi *Robust Constraint*.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah penelitian ini yaitu “Berapakah

kedalaman batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar?”

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan maka beberapa hal yang menjadi pertanyaan pada penelitian ini adalah:

1. Berapakah nilai tahanan jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar?
2. Berapakah kedalaman batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar?
3. Apakah jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Agar penelitian ini lebih terarah dan dapat menjawab pertanyaan penelitian yang telah diuraikan, maka ditetapkan beberapa tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui nilai tahanan jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar.
2. Mengetahui kedalaman batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar.
3. Mengetahui jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar.

## **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian tentang kedalaman batuan dasar ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kontribusi yaitu:

1. Memberikan informasi tentang kedalaman dan jenis batuan dasar penyusun lapisan bawah permukaan bumi di UNP kampus Air Tawar.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan di UNP kampus Air Tawar.
3. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya baik dibidang Geologi maupun dibidang Geofisika lainnya yang berkaitan dengan batuan dasar di UNP kampus Air Tawar.

## **G. Definisi Istilah**

Berikut ini beberapa definisi istilah yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Batuan dasar merupakan batuan yang tersingkap di sekitar tubuh gunung api dan bertindak sebagai alas dari aneka jenis batuan yang dihasilkan oleh gunung api tersebut.
2. Tahanan jenis merupakan sifat fisika yang menunjukkan kemampuan bahan dalam menghambat aliran arus listrik.
3. Metoda geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metoda geofisika yang digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan bumi dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi.

4. Konfigurasi *Dipole-dipole* merupakan konfigurasi dalam eksplorasi geolistrik dimana jarak antara kedua elektroda arus dengan jarak kedua elektroda potensial sama.

## **BAB II**

### **KERANGKA TEORITIS**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Batuan Dasar**

Batuan merupakan material yang mengandung satu atau beberapa mineral dan berbentuk padatan. Batuan terbentuk dari campuran mineral yang bergabung secara fisik menjadi satu. Mineral-mineral pembentuk batuan ini dapat dijadikan acuan untuk mengenal jenis-jenis batuan. Awalnya batuan berasal dari magma yang meleleh ke arah permukaan bumi. Akibat suhu permukaan bumi lebih rendah daripada suhu di dalam bumi maka terjadilah pembekuan magma yang membentuk batuan.

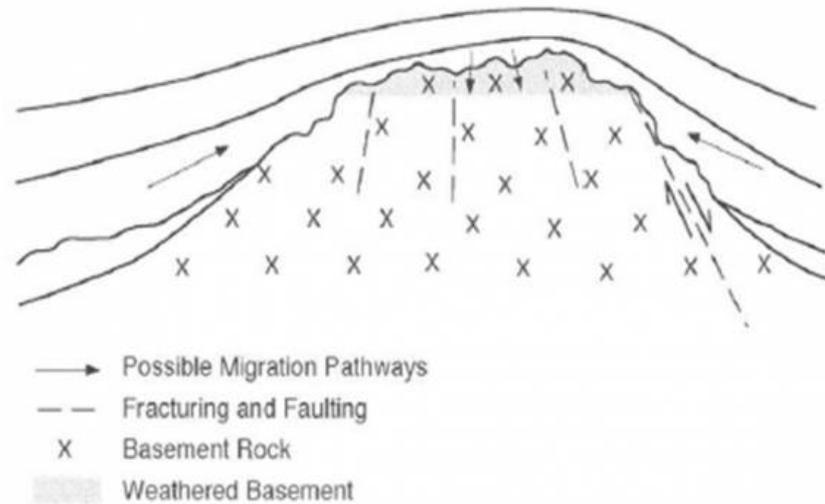
Menurut Samodra (2008: 279), “Batuan dasar adalah batuan yang tersingkap di sekitar tubuh gunung api dan bertindak sebagai alas dari aneka jenis batuan yang dihasilkan oleh gunung api tersebut”. Umumnya batuan dasar menjadi dasar tipe batuan yang ada di atasnya.

Ciri-ciri batuan dasar yaitu: memiliki tekstur yang keras, bersifat tidak menyerap air (*impermeable*) dan tidak memiliki zona pelapisan.

Menurut Luthi (2005: 96),

“Karakteristik reservoir batuan dasar adalah sebagai berikut:

- a. Reservoir batuan dasar dapat terbentuk dari posisi *uplift* (terangkat) atau tertinggi hingga lapisan dasar seperti pada Gambar 1.
- b. Reservoir batuan dasar terbentuk di bawah lapisan yang tidak selaras.
- c. Ruang pori-pori batuan dasar terdiri dari celah tektonik dan patahan.
- d. Semakin ke atas tingkat pelapukan batuan dasar semakin meningkat.”



Gambar 1. Karakteristik Reservoir Batuan Dasar (Luthi, 2005: 96)

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa reservoir batuan dasar terdapat pada *uplift* (terangkat) atau tertinggi. Posisi *uplift* ini terus naik secara kontinu selama periode waktu yang panjang tergantung pada waktu pelapukan dan erosi. Struktur tinggi pada batuan dasar tersebut dibentuk oleh patahan tektonik yang kemudian ditutupi oleh sedimen. Sedimen muda yang terdapat pada bagian lereng ataupun bagian yang kontak langsung dengan batuan dasar memberikan peluang untuk terbentuknya jebakan minyak bumi pada batuan dasar sehingga memberikan peluang adanya kandungan minyak bumi pada batuan dasar. Batuan dasar selalu berada di bawah lapisan yang tidak selaras. Ketidakselarasan tersebut berperan penting pada reservoir batuan dasar karena dapat menjadi jalur untuk migrasi minyak bumi.

Batuan dasar memiliki nilai tahanan jenis yang cukup tinggi, artinya arus listrik sulit mengalir melalui batuan dasar. Hal ini disebabkan karena batuan dasar memiliki porositas dan permeabilitas yang sangat rendah.

Menurut Sircar (2004: 148), “Batuan dasar memiliki nilai porositas mendekati nol”, sementara menurut Gutmanis (2010: 4), “Nilai porositas batuan dasar adalah antara 0,1 – 1% dan nilai permeabilitas batuan dasar kecil dari 0,5% kecuali pada zona lapuk yaitu 5 – 10%”. Nilai porositas yang rendah menyebabkan batuan dasar bersifat kurang porus dan sedikit memiliki pori-pori, sementara nilai permeabilitas yang rendah menyebabkan batuan dasar memiliki sedikit kandungan air bahkan tidak sama sekali sehingga kemungkinan arus listrik dapat mengalir melalui batuan dasar sangat kecil.

Rendahnya nilai porositas yang dimiliki oleh batuan dasar memungkinkan terjadinya porositas sekunder pada batuan ini. Menurut Sircar (2004: 148),

“Porositas sekunder yang terjadi pada batuan dasar dibagi atas 2.

- a. Porositas Tektonik, yaitu berupa patahan, sesar dan sebagainya.
- b. *Dissolution Porosity* yaitu efek dari adanya pelarutan pada wilayah pelapukan ataupun dapat juga terjadi pada wilayah sesar sampai wilayah yang dipengaruhi sirkulasi hidrotermal.”

Batuan dasar dapat ditemukan di permukaan bumi sampai kedalaman yang tak diketahui. Batuan dasar merupakan batuan yang paling tua diantara batuan yang ada disekitar wilayahnya. Batuan dasar yang dimiliki setiap daerah berbeda satu sama lainnya tergantung pada sejarah geologi daerah tersebut sehingga batuan dasar dapat berupa batuan beku, batuan sedimen maupun metamorf.

### a. Batuan Beku

Menurut Getis *et al* (1988: 60), “Batuan beku merupakan batuan yang dibentuk melalui proses pendinginan dan pembekuan oleh material-material bumi”. Batuan beku disebut juga batuan induk, karena merupakan fase awal terbentuknya batuan-batuan lain. Menurut Endarto (2005: 23), “Ciri khas batuan beku adalah kenampakannya yang kristalin, yaitu kenampakan suatu massa dari unit-unit kristal yang saling mengunci (*interlocking*)”.

Berdasarkan pembentukannya batuan beku terdiri dari 2 jenis, yaitu batuan beku *intrusive* dan batuan beku *extrusive*. Batuan beku *intrusive* terbentuk di bawah permukaan bumi yang berasal dari pembekuan magma. Contoh batuan beku *intrusive* antara lain: batuan granit, pegmatit, diabas (dolerit), basalt, gabbro dan monsonit. Batuan beku *extrusive* terbentuk di atas permukaan bumi yang berasal dari pembekuan lava. Contoh batuan ini antara lain: batuan *basalt*, *andesite*, batu apung, dan *obsidian* (batu kaca).

Proses pembekuan magma lebih lambat daripada pembekuan lava. Hal ini disebabkan karena magma berada di dalam perut bumi yang tertutup dari pendinginan udara. Selama proses pembekuan magma, silikon dan oksigen akan bercampur dengan magma sehingga membentuk kuarsa (*quartz*) yaitu sejenis mineral yang keras dan padat. Butiran-butiran kuarsa akan berkombinasi membentuk batuan yang disebut *granite* (Getis *et al.* 1988: 60).

Lava yang keluar ke permukaan bumi dan bercampur dengan air laut akan mengandung *sodium* atau *calcium aluminosilicates* yang dapat membentuk mineral *feldspar*. Mineral *feldspar* berkombinasi dengan *pyroxene* akan membentuk batuan *basalt*. Batuan *basalt* ini merupakan batuan yang paling umum di bumi. Berbeda dengan lava yang keluar dari erupsi gunung berapi dan langsung mengalami pembekuan dengan cepat akan membentuk *pumice* dan *obsidian*. Jika lava bercampur dengan air dan mengalami pembekuan maka lava akan membentuk batuan *glassiness*.

#### **b. Batuan Sedimen**

Batuan sedimen berasal dari pemecahan batuan sebelumnya yang mengalami proses pengendapan setelah dialirkan oleh medium air, udara dan es sehingga terjadi perubahan secara fisik dan kimiawi. Jadi batuan sedimen berasal dari batuan yang telah ada, baik batuan beku, metamorf ataupun batuan sedimen lainnya yang mengalami pelapukan, terbawa pergi dan pengendapan. Menurut Endarto (2005: 96),

“Sifat-sifat utama batuan sedimen yaitu:

- 1) Adanya bidang perlapisan yaitu struktur sedimen yang menandakan adanya proses sedimentasi.
- 2) Sifat klastik atau fragmen yang menandakan bahwa butir-butir pernah lepas, terutama pada golongan detritus.
- 3) Sifat jejak atau adanya bekas-bekas tanda kehidupan (fosil).
- 4) Jika bersifat hablur, selalu monomineralik, misalnya: gipsun, klasit, dolomit dan rijing.”

Batuan sedimen dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu *Clastic Sediment*, *Chemically Precipitated Sediment* dan *Organic Sediment* (Strahler *et al.* 1984: 204).

#### 1) Sedimen Klastik (*Clastic Sediment*)

Menurut Munir (1995:87), “Sedimen klastik adalah akumulasi partikel-partikel yang berasal dari pecahan batuan dan sisa-sisa kerangka organisme yang telah mati”. Sedimen klastik terdiri dari mineral-mineral yang diperoleh dari pemecahan batuan sebelumnya dimana batuan yang sangat besar pecah menjadi bagian yang sangat kecil. Contoh batuan sedimen klastik beserta asal endapannya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Batuan Sedimen Klastik beserta Nama Partikel dan Endapannya.

<b>Nama Partikel</b>	<b>Kisaran Ukuran Diameter (mm)</b>	<b>Nama Endapan yang Lepas</b>	<b>Nama Batuan Gabungan (<i>Clastic Sediment</i>)</b>
Batu besar	> 256	Kerikil	Konglomerat
Kerikil kasar	64 – 256	Kerikil	Sedimen
Kerikil halus	2 – 64	Kerikil	Breksi
Pasir	1/16 – 2	Pasir	Batu pasir
Debu	1/256 – 1/16	Debu	Batu pasir
Liat	< 1/256	Liat	Batu liat, batu lumpur dan shale

(Sumber : Munir.1995: 88)

Konglomerat merupakan batuan yang mengalami sedimentasi dan menjadi padat dimana butir-butir kerikilnya berbentuk bulat-bulat atau halus. Konglomerat ini ditemukan jauh dari sumbernya karena mengalami proses transportasi yang jauh.

Breksi adalah batuan yang hampir sama dengan konglomerat tetapi butir-butirnya berbentuk runcing tidak beraturan. Breksi ditemukan tidak jauh dari sumbernya karena proses transportasinya cukup dekat.

Batu pasir (*sandstone*) terbentuk dari butiran-butiran pasir (*quartz*) yang ukurannya mencapai 2 mm. Batu pasir dapat terbentuk hampir di semua tempat, namun lebih sering terbentuk di dasar laut dan gurun (Taylor.2005: 69).

Batu lumpur berasal dari endapan partikel tanah liat yang kecil (lumpur). Batu lumpur umumnya terjadi di daerah yang memiliki aliran air yang tenang seperti danau ataupun laut dan sungai-sungai yang memiliki aliran air cukup tenang.

## 2) Sedimen Kimia (*Chemically Precipitated Sediment*)

Sedimen kimia terdiri dari campuran mineral anorganik yang mengendap setelah dialirkan laut. Salah satu contoh jenis batuan sedimen ini adalah batu kapur. Batu kapur berasal dari kalsit dan terbentuk di perairan tropis yang dangkal. Kalsit pada beberapa batu kapur berasal dari sisa makhluk laut purba dan ada yang mengendap di air secara kimia sebagai lumpur. Contoh batuan sedimen kimia yang lain yaitu: evaporit, batu gamping, gipsum dan batuan sedimen bersilika.

### 3) Sedimen Organik (*Organic Sediment*)

Sedimen organik terdiri dari jaringan tumbuhan dan hewan yang telah mati dan mengalami pengendapan. Contoh batuan sedimen jenis ini adalah Batu Bara. Batu Bara berasal dari timbunan sisa-sisa tumbuhan di dasar danau atau rawa yang berubah menjadi gambut kemudian menjadi Batu Bara muda dan terakhir menjadi Batu Bara.

### c. Batuan Metamorf

Batuan metamorf adalah batuan yang berasal dari batuan sebelumnya, sehingga ada beberapa mineral dari batuan asalnya terdapat pula dalam batuan metamorf (Endarto.2005: 83). Batuan ini terbentuk akibat pengaruh tekanan dan temperatur yang cukup tinggi pada batuan beku dan sedimen, sehingga terjadi perubahan fisik dari komposisi mineralnya. Misalnya *shale* yang merupakan batuan sedimen berubah menjadi *slate* akibat tekanan tinggi, batu kapur menjadi *marble* akibat kondisi tertentu, begitu juga dengan *granite* yang dapat menjadi *gneiss*.

Komposisi mineral pada batuan metamorf yaitu:

- 1) Mineral-mineral pada batuan metamorf dan batuan beku, seperti: kuarsa, *feldspar*, muskovit, bijih besi, piroksin dan olivin.
- 2) Mineral-mineral pada batuan metamorf dan batuan sedimen, seperti: kuarsa, muskovit, kalsit dan dolomit.

3) Mineral-mineral petunjuk pada batuan metamorf, seperti: garnet, andalusit, kianit, klorit, epidot, staurolit dan silimanit.

Menurut Noor (2009: 90), “Perubahan pada beberapa mineral hanya akan stabil pada kondisi tekanan dan temperatur tertentu”. Jika terjadi perubahan tekanan dan temperatur, maka mineral pada batuan akan mengalami reaksi kimia hingga mineral tersebut menjadi stabil pada tekanan dan temperatur tertentu. Beberapa contoh batuan metamorf antara lain: marmer, skarn, *hornfel*, *metaquartzit*, *schist* dan *gneiss*.

## 2. Tahanan Jenis Batuan

Tahanan jenis merupakan sifat fisika yang menunjukkan kemampuan material dalam menghambat aliran arus listrik (Marescot. 2009: 7). Berdasarkan kemampuan dalam menghantarkan arus listrik, material dikelompokkan menjadi tiga yaitu konduktor, semikonduktor dan isolator. Konduktor merupakan material yang dapat menghantarkan arus listrik karena banyak memiliki elektron bebas, sebaliknya isolator merupakan material yang tidak dapat menghantarkan arus listrik karena tidak memiliki elektron bebas. Semikonduktor merupakan material dapat menghantarkan arus listrik, namun tidak sebaik konduktor. Menurut Telford *et al* (1976:450),

“Secara umum berdasarkan nilai tahanan listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- a. konduktor baik :  $10^{-8} \Omega\text{m} < \rho < 1 \Omega\text{m}$ ,
- b. konduktor menengah :  $1 \Omega\text{m} < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$ ,

c. isolator :  $\rho > 10^7 \Omega m$ .

Nilai tahanan jenis batuan beku, sedimen dan metamorf ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Tahanan Jenis Batuan Beku dan Batuan Metamorf

Batuan	Tahanan Jenis ( $\Omega m$ )
<i>Granite</i>	$3 \times 10^2 - 10^6$
<i>Granite porphyry</i>	$4,5 \times 10^3$ (basah) – $1,3 \times 10^6$ (kering)
<i>Feldspar porphyry</i>	$4 \times 10^3$ (basah)
<i>Albite</i>	$3 \times 10^2$ (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
<i>Syenite</i>	$10^2 - 10^6$
<i>Diorite</i>	$10^4 - 10^5$
<i>Diorite porphyry</i>	$1,9 \times 10^3$ (basah) – $2,8 \times 10^4$ (kering)
<i>Porphyrite</i>	$10 - 5 \times 10^4$ (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
<i>Carbonatized porphyry</i>	$2,5 \times 10^3$ (basah) – $6 \times 10^4$ (kering)
<i>Quartz porphyry</i>	$3 \times 10^2 - 3 \times 10^5$
<i>Quartz diorite</i>	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (basah) – $1,8 \times 10^5$ (kering)
<i>Porphyry (various)</i>	$60 \times 10^4$
<i>Dacite</i>	$2 \times 10^4$ (basah)
<i>Andesite</i>	$4,5 \times 10^4$ (basah) – $1,7 \times 10^2$ (kering)
<i>Diabase porphyry</i>	$10^3$ (basah) – $1,7 \times 10^5$ (kering)
<i>Diabase (various)</i>	$20 - 5 \times 10^7$
<i>Lavas</i>	$10^2 - 5 \times 10^4$
<i>Gabbro</i>	$10^3 - 10^6$
<i>Basalt</i>	$10 - 1,3 \times 10^7$ (kering)
<i>Olivine norite</i>	$10^3 - 6 \times 10^4$ (basah)
<i>Peridotite</i>	$3 \times 10^3$ (basah) – $6,5 \times 10^3$ (kering)
<i>Hornfels</i>	$8 \times 10^3$ (basah) – $6 \times 10^7$ (kering)
<i>Schists</i>	$20 - 10^4$
<i>Tuffs</i>	$2 \times 10^3$ (basah) – $10^5$ (kering)
<i>Graphite schists</i>	$10 - 10^2$
<i>Slates (various)</i>	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
<i>Gneiss (various)</i>	$6,8 \times 10^4$ (basah) – $3 \times 10^6$ (kering)
<i>Marmer</i>	$10^2 - 2,5 \times 10^8$ (kering)
<i>Skarn</i>	$2,5 \times 10^2$ (basah) – $2,5 \times 10^8$ (kering)
<i>Quartzites (various)</i>	$10 - 2 \times 10^8$

(Sumber : Telford *et al.* 1976:454)

Tabel 3. Tahanan Jenis Batuan Sedimen

Batuan	Tahanan Jenis ( $\Omega\text{m}$ )
<i>Consolidated shales</i>	20 - $2 \times 10^3$
<i>Argillites</i>	10 - $8 \times 10^2$
<i>Conglomerates</i>	$2 \times 10^3$ - $10^4$
<i>Sandstones</i>	1 - $6,4 \times 10^8$
<i>Limestones</i>	50 - $10^7$
<i>Dolomite</i>	$3,5 \times 10^2$ - $5 \times 10^3$
<i>Unconsolidated wet clay</i>	20
<i>Marls</i>	3 - 70
<i>Clays</i>	1 - 100
<i>Alluvium and sands</i>	10 - 800
<i>Oil sands</i>	4 - 800

(Sumber: Telford *et al.* 1976:455)

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 diketahui bahwa batuan beku memiliki nilai tahanan jenis paling tinggi dan batuan metamorf memiliki nilai tahanan jenis yang lebih rendah daripada batuan beku namun lebih tinggi daripada batuan sedimen, sedangkan batuan sedimen memiliki nilai tahanan jenis paling rendah diantara batuan-batuan tersebut.

Hubungan antara rapat arus  $J$  dengan kuat medan listrik  $E$  menurut Hukum Ohm adalah

$$J = \sigma E \quad (1)$$

dimana  $\sigma$  adalah daya hantar listrik. Jika besar kuat medan listrik  $E = \frac{V}{L}$ ,

maka diperoleh  $J = \sigma \frac{V}{L}$  sehingga kuat arus  $I$  dapat ditulis menjadi

Persamaan (2).

$$I = JA = \sigma \frac{A}{L} V \quad (2)$$

Persamaan (2) memperlihatkan bahwa saat  $\sigma$  konstan, arus total  $I$  sebanding dengan beda potensial  $V$ . Perbandingan antara  $V$  dengan  $I$  pada konduktor disebut hambatan.

$$R = \frac{V}{I} \quad (3)$$

Hubungan hambatan  $R$  dengan daya hantar listrik  $\sigma$  pada suatu logam konduktor dinyatakan dengan menggunakan Persamaan (2) dan (3), yaitu:

$$R = \frac{1}{\sigma} \frac{L}{A} \quad (4)$$

Hubungan antara tahanan jenis  $\rho$  dengan daya hantar listrik bahan  $\sigma$  dinyatakan pada Persamaan (5).

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (5)$$

sehingga Persamaan (4) dan (5) menjadi

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

Berdasarkan Persamaan (6) dijelaskan bahwa tahanan jenis dengan kuat arus memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin besar nilai tahanan jenis suatu bahan maka arus listrik semakin sulit mengalir. Sebaliknya, semakin kecil nilai tahanan jenis suatu bahan maka semakin arus listrik semakin mudah mengalir melalui bahan tersebut. Jadi, tahanan jenis juga memiliki hubungan berbanding terbalik dengan daya hantar listrik, seperti dinyatakan pada Persamaan (5) di atas.

### 3. Metoda Geolistrik Tahanan Jenis

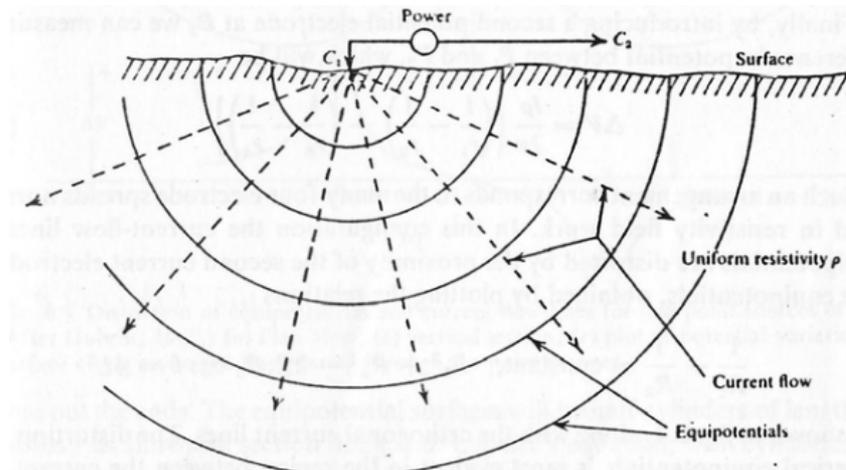
Metoda geolistrik merupakan metoda geofisika yang digunakan untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi di bawah permukaan bumi dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Menurut Santoso (2002: 111), “Beberapa metoda yang termasuk kelompok ini ialah: tahanan jenis, tahanan jenis *Head on*, potensial diri, polarisasi terimbas, EM VLF, magnetotelurik, arus telurik, dan elektromagnetik.”

Metoda geolistrik tahanan jenis mempelajari sifat tahanan jenis listrik pada lapisan batuan di bawah permukaan bumi. Metoda ini menggunakan dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Arus listrik dialirkan ke bawah permukaan bumi melalui dua elektroda arus, kemudian beda potensial listrik yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Tahanan jenis batuan di bawah permukaan bumi dapat dihitung dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik tersebut.

Hasil pengukuran arus listrik dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (Ardi dkk. 2009: 80). Variasi tahanan jenis lapisan batuan dapat diamati dengan mengubah spasi elektroda sesuai dengan konfigurasi yang digunakan saat pengukuran. Jadi besaran yang diukur pada metoda geolistrik adalah arus listrik dan beda potensial listrik, sedangkan besaran yang dihitung adalah tahanan jenis.

Aliran arus listrik di dalam bumi diasumsikan bahwa bumi merupakan medium homogen isotropis. Ketika arus listrik dialirkan ke

dalam bumi, arus listrik akan mengalir ke segala arah dan berbentuk setengah bola, seperti pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Titik Sumber Arus pada Permukaan dari Medium Homogen (Telford *et al.* 1976 : 635)

Jika medium homogen isotropis dengan luas  $A$  dilalui arus listrik  $I$  maka kerapatan arus  $J$  dapat dihitung menggunakan Persamaan (2). Jika Persamaan (5) disubstitusikan pada Persamaan (1), maka diperoleh hubungan kerapatan arus  $J$  dengan tahanan jenis  $\rho$  yaitu:

$$J = \frac{E}{\rho} \quad (7)$$

Medan listrik  $E$  merupakan potensial gradien yaitu perbedaan potensial atau jatuh tegangan antara kedua titik yang diinjeksikan arus listrik sehingga dapat dinyatakan dengan Persamaan (8).

$$E = -\nabla V = -\frac{dV}{dr} \quad (8)$$

Medan listrik  $E$  pada Persamaan (7) disubstitusikan ke Persamaan (8) akan menunjukkan hubungan antara potensial gradien dengan tahanan jenis  $\rho$  dan kerapatan arus  $J$  pada Persamaan (9).

$$\frac{dV}{dr} = -\rho J \quad (9)$$

Jika kerapatan arus  $J$  pada Persamaan (2) disubstitusikan ke Persamaan (9) akan menghasilkan hubungan antara potensial gradien dengan luas permukaan  $A$  dan arus listrik  $I$ .

$$\frac{dV}{dr} = -\rho \frac{I}{A} \quad (10)$$

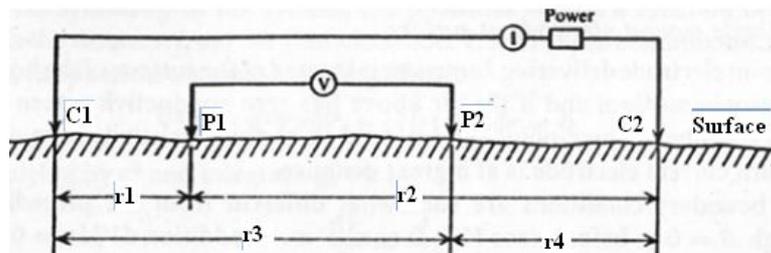
dimana luas permukaan  $A$  adalah luas permukaan distribusi arus yaitu setengah bola  $2\pi r^2$  sehingga perbedaan potensial  $dV$  terhadap distribusi arus  $dr$  yaitu:

$$dV = -\rho \frac{I}{2\pi r^2} dr \quad (11)$$

Persamaan (11) dapat diselesaikan dengan cara melakukan pengintegralan sehingga diperoleh beda potensial  $V$  pada titik  $r$  yaitu:

$$V(r) = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad (12)$$

Menurut Telford *et al.* (1976:635-636), “Ketika jarak diantara dua elektroda arus terbatas (lihat Gambar 3), potensial yang dekat pada titik permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut”.



Gambar 3. Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Potensial di Atas Permukaan Tanah yang Homogen Isotropis dengan Resistivitas  $\rho$  (Telford *et al.* 1976 : 636)

Berdasarkan Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa  $r_1$  adalah jarak antara  $P_1$  dengan  $C_1$ ,  $r_2$  adalah jarak antara  $P_1$  dengan  $C_2$ ,  $r_3$  adalah jarak antara  $P_2$  dengan  $C_1$  dan  $r_4$  adalah jarak antara  $P_2$  dengan  $C_2$ .

Potensial yang disebabkan oleh  $C_1$  pada  $P_1$  adalah

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} = \frac{I\rho}{2\pi r_1} \quad (13)$$

dimana 
$$A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (14)$$

Sama halnya potensial yang disebabkan oleh  $C_2$  pada  $P_1$  adalah

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} = -\frac{I\rho}{2\pi r_2} \quad (15)$$

dimana 
$$A_2 = \frac{I\rho}{2\pi} = -A_1 \quad (16)$$

Kemudian, diperoleh

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (17)$$

Terakhir, dengan mengetahui potensial yang disebabkan oleh kedua elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  pada  $P_2$ , dapat diukur perbedaan potensial antara  $P_1$  dan  $P_2$ , yaitu:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (18)$$

dapat juga ditulis

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (19)$$

dimana

$$K = 2\pi \left\{ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \quad (20)$$

dimana  $K$  adalah faktor geometri dari susunan elektroda, yang nilainya berubah sesuai dengan perubahan jarak spasi antara elektroda-elektroda. Persamaan (20) menunjukkan bahwa  $K$  bergantung pada susunan atau konfigurasi yang digunakan.

Menurut Akmam (2004: 596), “Secara umum tahanan jenis bumi tidak homogen, berarti bahwa yang dihitung dengan Persamaan (19) di atas adalah tahanan jenis semu (*apparent resistivity*,  $\rho_a$ )”. Tahanan jenis semu tidak secara langsung menunjukkan nilai tahanan jenis medium, namun mencerminkan distribusi nilai tahanan jenis medium. Hal ini disebabkan karena bumi merupakan medium non homogen yang terdiri dari banyak lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi potensial listrik yang terukur. Tahanan jenis semu dilambangkan dengan  $\rho_a$  sehingga Persamaan (19) dapat ditulis menjadi:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (21)$$

Berdasarkan Persamaan (21) dapat disimpulkan bahwa jarak spasi elektroda mempengaruhi tahanan jenis semu.

Berdasarkan variasi spasi elektroda, metoda geolistrik memiliki beberapa konfigurasi yaitu *Wenner*, *Schlumberger*, *Pole-dipole*, *Pole-pole*, *Dipole-dipole* dan *Square*. Penelitian ini menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole*.

#### 4. Konfigurasi *Dipole-dipole*

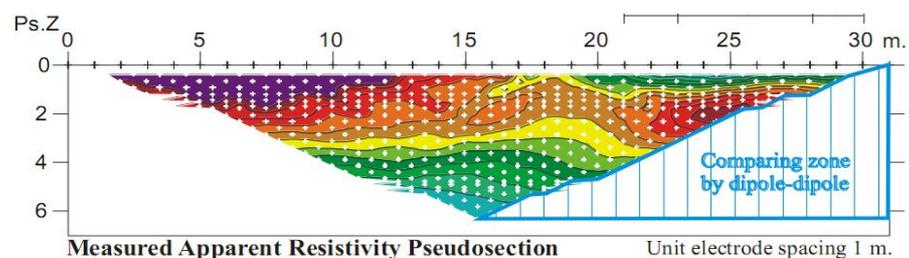
Konfigurasi *Dipole-dipole* merupakan salah satu konfigurasi dalam eksplorasi geolistrik dimana jarak antara elektroda arus dengan jarak antara elektroda potensial sama. Susunan elektroda pada konfigurasi *Dipole-dipole* dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Susunan Elektroda pada Konfigurasi *Dipole-dipole* (Marescot. 2009:44)

Pengukuran secara manual dilakukan dengan cara mengubah jarak antara elektroda arus dengan jarak elektroda potensial atau mengubah jarak **na**.

Konfigurasi *Dipole-dipole* dapat mencapai kedalaman yang lebih dalam dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner*, *Schlumberger* dan *Square*, selain itu konfigurasi ini sangat baik untuk pengukuran CST (*Constant Separation Traversing*) (Reynolds. 1997: 433). Pengukuran CST lebih dikenal sebagai metoda *Profiling Horizontal* yang digunakan untuk menentukan variasi nilai tahanan jenis secara horizontal. Gambar 5 menunjukkan kedalaman yang dapat dicapai oleh konfigurasi *Dipole-dipole*.



Gambar 5. Kedalaman yang Dapat Dicapai Konfigurasi *Dipole-dipole* (Sumber: GF. Instrument)

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa panjang lintasan pengukuran yang digunakan adalah 30 meter dan kedalaman yang dapat dicapai adalah 6 meter. Jadi, kedalaman yang dapat dicapai konfigurasi *Dipole-dipole* adalah seperlima dari panjang lintasan yang digunakan.

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa jarak  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ , dan  $r_4$  sebagai berikut:

$$r_1 = na + a = a(n + 1) \quad (22)$$

$$r_2 = na \quad (23)$$

$$r_3 = 2a + na = a(n + 2) \quad (24)$$

$$r_4 = na + a = a(n + 1) \quad (25)$$

Persamaan (22), (23), (24) dan (25) disubstitusikan ke Persamaan faktor geometri  $K$  pada Persamaan (20) sehingga diperoleh faktor geometri  $K$  untuk konfigurasi *Dipole-dipole* yaitu:

$$K = 2\pi n(n + 1)(n + 2) \quad (26)$$

Persamaan (26) disubstitusikan ke Persamaan (21) sehingga diperoleh nilai tahanan jenis semu untuk konfigurasi *Dipole-dipole* seperti Persamaan (27).

$$\rho_a = \pi n(n + 1)(n + 2)a \frac{\Delta V}{I} \quad (27)$$

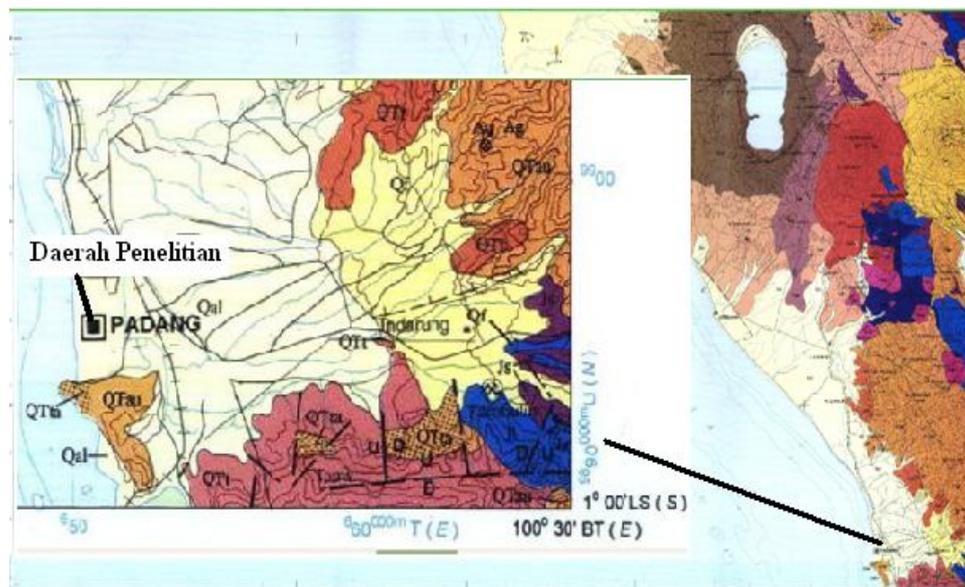
dimana  $a$  merupakan jarak antara dua elektroda arus atau jarak antara dua elektroda potensial, sementara  $na$  merupakan jarak antara spasi elektroda arus dengan spasi elektroda potensial.

## **5. Kondisi Geologi Daerah Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di UNP kampus Air Tawar, Kota Padang. Wilayah ini merupakan wilayah pesisir pantai Samudera Hindia dimana sebelah barat Kota Padang merupakan dataran pantai yang landai. Sebelah timur berbatasan dengan kaki Bukit Barisan. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Pariaman dan sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan.

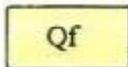
Sungai-sungai besar yang terdapat di Kota Padang antara lain Sungai Anai dan Sungai Bintungan di utara, Sungai Muarapenjalih, Sungai Setarung dan Sungai Batang Arau di Selatan.

Geologi daerah Kota Padang terdiri dari aluvium, batuan gunung api, batuan intrusi, batuan metamorf dan batuan kapur. Batuan yang lebih tua berada di bagian timur wilayah Kota Padang. Penyebaran batuan di wilayah Kota Padang terlihat dari bentuk morfologinya. Morfologi landai atau dataran rendah disusun oleh endapan aluvium. Endapan ini terdiri dari lanau, pasir dan kerikil, selain itu juga terdapat endapan rawa. Kawasan endapan rawa di perkotaan saat ini telah menjadi pemukiman penduduk, termasuk di wilayah UNP kampus Air Tawar. Peta geologi Kota Padang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Peta geologi Kota Padang (Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat, 2012)

Keterangan gambar :

- |   |  |
|---|--|
|  | <b>Alluvium:</b> Lanau, pasir dan kerikil umumnya terdapat di dataran pantai; termasuk endapan rawa di sebelah utara Tiku, sebelah baratdaya Lubuk Alung dan sebelah timur Padang, setempat kadang-kadang terdapat sisa-sisa batu apung tuf (Qhpt atau Qpt).   |
|  | <b>Kipas Alluvium:</b> Kebanyakan terdiri dari hasil rombakan andesit berasal dari gunung api strato, Qtau. Permukaannya ditutupi oleh bongka-bongkah andesit. Kipas Alluvium yang terdapat pada lereng-lereng gunung api Kuartar dipetakan sebagai hasil-hasil dari gunung api tersebut.  |
|  | <b>Aliran Yang Tak Teruraikan:</b> Lahar, fanglomerat dan endapan-endapan koluvium yang lain.  |
|  | <b>Tuf Kristal Yang Telah Mengeras:</b> Terdapat di bagian selatan daerah yang dipetakan, pejal dan tersemen baik. Di dekat Sungai Buluh berwarna muda dan terdiri dari matriks yang banyak mengandung serabut-serabut gelas dengan fragmen-fragmen kuarsa, plagioklas dan fragmen-fragmen batuan gunung api yang berkomposisi menengah hingga asam dengan garis tengah sampai 10cm. Lebih ke selatan lagi warnanya kelabu muda sampai kelabu tua kehijauan dan komposisinya lebih mafik, matriks umumnya kloritik dan tuf mengandung fragmen-fragmen batuan berkomposisi menengah |

sampai mafik di samping kuarsa dan plagioklas, tak terdapat serabut gelas; agaknya terdapat kontak selaras maupun kontak sesar antara tuf dan andesit. Sumber tuf tidak diketahui.



**Andesite dan Tuf:** Berselingan dan / atau *Andesite* sebagai inklusi di dalam tuf.

Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa *Alluvium* tersebar dari utara ke selatan Kota Padang seperti Kecamatan Nanggalo, Kecamatan Padang Utara, Kecamatan Padang Barat, Kecamatan Padang Timur, sebagian Kecamatan Kuranji dan sebagian Kecamatan Lubuk Kilangan.

Batuan gunung api merupakan batuan gunung berapi yang masih aktif bewarna hitam keabu-abuan hingga putih yang terdiri dari *Andesite* dan tufa. Batuan ini merupakan batuan yang paling mendominasi geologi Kota Padang. Batuan ini tersebar dari utara ke selatan terutama di seluruh dataran tinggi Kota Padang seperti Kecamatan Pauh, Kecamatan Koto Tengah, sebagian Kecamatan Kuranji, sebagian Kecamatan Lubuk Kilangan, Kecamatan Padang Selatan dan Kecamatan Lubuk Begalung.

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa *Alluvium* mendominasi daerah Air Tawar. *Alluvium* mempunyai nilai tahanan jenis 10-800  $\Omega$ m (Telford *et al*, 1976:455). *Alluvium* merupakan batuan yang umumnya terdiri dari lanau, lempung, pasir, kerikil, pasir lempungan, lempung pasiran. *Alluvium* berasal dari butiran-butiran batuan lain yang terendapkan oleh air mengalir seperti banjir, arus sungai dan arus laut, selain itu *Alluvium* juga merupakan hasil rombakan atau pelapukan dari batuan *Andesite*. *Alluvium* umumnya bersifat lunak dan tidak kompak.

Wilayah di sekitar UNP kampus Air Tawar juga terdapat air tanah (*Groundwater*). Hal ini ditunjukkan dengan adanya beberapa penduduk yang menggunakan sumur air tanah sebagai sumber air. Tabel 4 menunjukkan kedalaman beberapa sumur air tanah yang terdapat di sekitar UNP kampus Air Tawar.

Tabel 4. Data Kedalaman Sumur Air Tanah di Sekitar UNP Kampus Air Tawar

No	Lokasi	Kedalaman
1.	Jl. Hamka No 20A	8,0 m
2.	Jl. Belibis Blok B No 14	6,0 m
3.	Az Zahra 3, Simpang Patenggangan	7,0 m
4.	LPMP (dekat FT)	9,0 m
5.	Jl. Elang II No. 15 (dekat FE)	9,0 m

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa air tanah di wilayah UNP kampus Air Tawar sudah dapat ditemukan pada kedalaman 6 m hingga kedalaman 9 m.

## 6. Metoda Inversi *Robust Constraint*

Data lapangan yang diperoleh saat pengukuran mengandung informasi mengenai sifat-sifat fisis batuan. Informasi tersebut biasanya dapat diketahui jika persamaan matematika yang menghubungkan antara data lapangan dengan sifat-sifat fisis batuan juga diketahui. Persamaan matematika tersebut mengestimasi sifat fisis batuan yang belum diketahui melalui proses inversi. Menurut Supriyanto (2007:1), "Proses inversi merupakan proses pengolahan data lapangan yang melibatkan tehnik

penyelesaian matematika dan statistik untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai distribusi sifat fisis bawah permukaan bumi.”

Inversi *Robust* merupakan metoda inversi yang digunakan jika *error* dan distribusi data tidak normal serta terdapat titik *point* data yang tajam. Menurut Guitton *et al* (2003: 1310) “Metoda inversi *Robust* kurang sensitif terhadap *error* pengukuran yang besar dibandingkan dengan metoda *Least Squares*”.

Pengolahan dan analisa data menggunakan metoda inversi *Robust* pada *software Res2dinv* terbagi atas 2 yaitu *Robust Constraint* dan *Standart Constraint*. *Constraint* merupakan batasan yang diberikan sebagai informasi tambahan bagi solusi atau model hasil inversi (Grandis.2009:8). Batasan tersebut dapat berupa interval atau nilai minimum dan maksimum dari data geofisika untuk menentukan model awal hasil inversi.

Inversi *Robust Constraint* memiliki 2 jenis nilai faktor *cut-off* yaitu data faktor *cut-off* dan model faktor *cut-off*. Data faktor *cut-off* merupakan nilai yang mengatur efek perbedaan antara data pengukuran dengan data hasil perhitungan, misalnya nilai 0,05, artinya perbedaan antara data pengukuran dengan data hasil perhitungan nilai tahanan jenis semu adalah 5%. Sementara model faktor *cut-off* merupakan nilai yang mengatur tingkat model *Robust Constraint* yang digunakan. Jika nilai model faktor *cut-off* yang digunakan besar, misalnya 1 maka model hasil inversi sama dengan model hasil inversi menggunakan *Least Squares*. Jika nilai model

faktor *cut-off* yang digunakan sangat kecil, misalnya 0,001 maka model hasil inversi akan mendekati nilai inversi *Robust Constraint* yang sebenarnya.

Li *et al* (2009: 5) menyatakan persamaan inversi *Robust* seperti Persamaan (28).

$$\dot{\mathbf{y}} = \widehat{\phi}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) + \Delta_{inv}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \quad (28)$$

dimana  $\mathbf{u} = \widehat{\phi}^{-1}(\mathbf{x}, \boldsymbol{\sigma})$  adalah pengontrol inversi dan  $\mathbf{x}$  merupakan vektor state dan  $\mathbf{y}$  merupakan output yang mengandung dua parameter yaitu kedalaman dan tahanan jenis.  $\boldsymbol{\sigma}$  menyatakan input pengontrol *pseudo* dari sistem inversi. Pengontrol inversi  $\mathbf{u}$  dari persamaan (28) dapat dinyatakan dengan Persamaan (29).

$$\mathbf{u} = \mathbf{B}^{-1}(\mathbf{x})[\ddot{\mathbf{y}}_c - \mathbf{A}_1(\mathbf{x})] \quad (29)$$

dimana  $\mathbf{A}(\mathbf{x})$  dan  $\mathbf{B}(\mathbf{x})$  adalah fungsi nonlinier dari  $\mathbf{x}$ . Kesalahan inversi dari  $\Delta_{inv}$  dapat dinyatakan dengan Persamaan (30).

$$\Delta_{inv}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \phi(\mathbf{x}, \mathbf{u}) - \widehat{\phi}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \quad (30)$$

Inversi *Robust Constraint* dapat membatasi dan meminimalkan perubahan mutlak pada nilai tahanan jenis dan dapat meminimalkan efek *outlier* dalam data pada model inversi. Inversi ini menghasilkan model antar muka yang tajam di antara daerah yang berbeda dengan nilai tahanan jenis yang berbeda.

## B. Penelitian-penelitian yang Relevan

Penelitian yang menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Rasimeng dkk (2007) telah melakukan penelitian yang berjudul “Identifikasi Struktur Batuan *Basement* Menggunakan Metode Resistivitas 2D Sepanjang Jalan Lintas Propinsi di Daerah Potensi Longsor Sumberjaya Lampung Barat”. Penelitian ini menyimpulkan bahwa lapisan batuan di bawah jalan lintas propinsi di daerah Sumberjaya sangat bervariasi. Lapisan batuan paling atas terdiri dari endapan batuan gunung api muda yang bercampur dengan aluvium. Menurut Rasimeng dkk (2007:157) lapisan inilah yang berpotensi longsor jika terinfiltrasi oleh air hujan. Lapisan berikutnya adalah lapisan lempung tufaan pada kedalaman 3 – 20 m yang berselang-seling tidak sempurna dengan pasir tufaan. Lapisan terakhir diperkirakan merupakan batuan dasar jenis *Andesite* yang lebih kompak pada kedalaman lebih dari 20 m dengan nilai tahanan jenis 200  $\Omega$ m.

Margaworo (2009:27) juga melakukan penelitian yang berjudul “Identifikasi Batuan Dasar di Desa Kroyo, Karangmalang Kabupaten Sragen Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi *Dipole-dipole*”. Penelitian ini menyimpulkan bahwa di daerah Kroyo untuk pembangunan pondasi konstruksi ringan sudah dapat dilakukan pada kedalaman 3 m dan untuk batuan dasar di daerah Kroyo sudah dapat ditemukan hingga kedalaman 100,9 m.

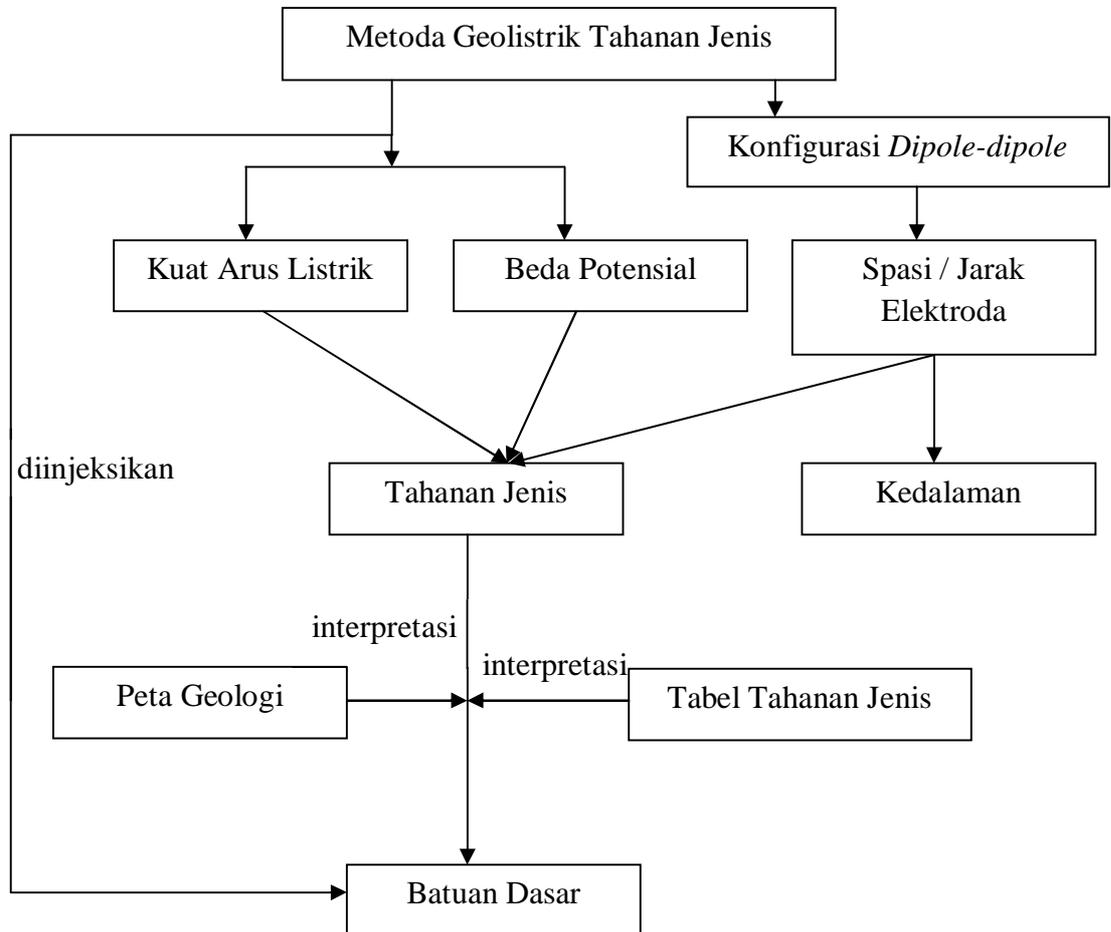
Astuti (2011) juga telah melakukan penelitian yang berjudul “Pengukuran Resistivitas untuk Menentukan Kedalaman Batuan Dasar (*Basement*) (Studi Kasus Desa Pacekelan Kecamatan Purworejo Kabupaten Purworejo Jawa Tengah)”. Penelitian ini menyimpulkan bahwa tiap-tiap penampang lapisan terbagi atas tiga lapisan batuan dan batuan dasar ditemukan pada lapisan ketiga dengan nilai tahanan jenis lebih dari 30  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman lebih dari 50 m. Batuan dasar dapat ditemukan pada tiap-tiap lintasan pada lapisan ketiga, kecuali pada titik 8 Lintasan 4 karena pada kedalaman 96,71 m belum menunjukkan kedalaman batuan dasar.

### C. Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir pada penelitian ini menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis. Metoda ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik ke bawah permukaan bumi melalui elektroda arus dan elektroda potensial. Susunan elektroda tersebut harus sesuai dengan konfigurasi yang digunakan, untuk penelitian ini menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole* seperti pada Gambar 7.

Saat arus listrik dialirkan ke bawah permukaan bumi, beda potensial akan terukur di permukaan bumi. Jadi variabel yang terukur pada metoda ini adalah kuat arus, beda potensial dan jarak spasi elektroda. Variabel-variabel yang terukur ini kemudian diolah dan dianalisa menggunakan *software Res2dinv* dengan inversi *Robust Constraint* sehingga diperoleh tahanan jenis lapisan bawah permukaan bumi. Kedalaman akan diperoleh berdasarkan jarak

spasi elektroda. Semakin panjang jarak spasi elektroda maka semakin dalam kedalaman yang diperoleh.



Gambar 7. Kerangka Berfikir Penelitian

Gambar 7 menjelaskan bahwa data tahanan jenis diinterpretasikan dengan cara membandingkan dengan tabel tahanan jenis dan geologi daerah penelitian sehingga diperoleh suatu kesimpulan yaitu lapisan batuan dasar bawah permukaan bumi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dari empat lintasan pengukuran di UNP kampus Air Tawar, diketahui bahwa terdapat batuan dasar pada Lintasan 1 (FE – FIS) dengan nilai tahanan jenis 513 – 622  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman lebih dari 25,2. Lintasan 2 (Gerbang UNP – FT) dan Lintasan 3 (FIK – Lab. Biologi) juga terdapat batuan dasar dengan masing-masing nilai tahanan jenis 632 – 2150  $\Omega\text{m}$  dan 596,5 – 734  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman lebih dari 25,2 m dan lebih dari 21,85 m. Lintasan 4 (Balai Bahasa – Mesjid Al Azhar) tidak ditemukan adanya batuan dasar. Batuan dasar yang ditemukan penelitian ini diduga merupakan batuan dasar jenis *Andesite* yang menjadi dasar batuan bagi lapisan batuan di atasnya yaitu *Alluvium*, *Sandstones*, *Sands* dan *Clays*.

#### **B. Saran**

1. Panjang lintasan pada penelitian ini adalah 155 m dan 425 m sehingga mencapai kedalaman 29,5 m dan 104 m dengan spasi elektroda 5 m. Penelitian berikutnya disarankan agar menggunakan lintasan yang lebih panjang dan spasi elektroda yang lebih pendek sehingga kedalaman yang diperoleh lebih dalam dan jenis batuan dasarnya juga lebih jelas.
2. Ares *Multielectrode* sangat sensitif terhadap suhu panas sehingga disarankan agar saat pengambilan data sebaiknya alat harus dijaga suhu di sekitarnya.