

**ANALISIS STRUKTUR BATUAN BERDASARKAN DATA GEOLISTRIK
TAHANAN JENIS KONFIGURASI *SCHLUMBERGER* DAN
KONFIGURASI *DIPOLE-DIPOLE* DI KECAMATAN MALALAK
KABUPATEN AGAM**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Pendidikan*



OLEH :

**WINDA PERMATA SARI
NIM/BP. 1301668/ 2013**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**Analisis Struktur Batuan Berdasarkan Data Geolistrik Tahanan Jenis
Konfigurasi *Schlumberger* dan Konfigurasi *Dipole-dipole* di Kecamatan Malalak
Kabupaten Agam**

Nama : Winda Permata Sari
NIM : 1301668
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Agustus 2018

Disetujui oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Dra. Hidayati, M.Si
NIP. 1967111 199203 2 001

Ketua Jurusan

Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Winda Permata Sari
NIM : 1301668
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
dengan judul

**Analisi Struktur Batuan Berdasarkan Data Geolistrik Tahanan Jenis
Konfigurasi *Schlumberger* dan Konfigurasi *Dipole-dipole* di Kecamatan Malalak
Kabupaten Agam**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, 13 Agustus 2018

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Akmam, M.Si	1. _____
2. Sekretaris	: Dra. Hidayati, M.Si	2. _____
3. Anggota	: Dr. Hamdi, M.Si	3. _____
4. Anggota	: Syafriani, M.Si, Ph.D	4. _____

SURAT PERNYATAAN

dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Analisis Struktur Batuan Berdasarkan Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger* Dan Konfigurasi *Dipole-Dipole* Di Kecamatan Malalak Kabupaten Agam” adalah asli karya saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 15 Agustus 2018
Yang membuat pernyataan



Winda Permata Sari
NIM/TM. 1301668/2013

ABSTRAK

Winda Permata Sari : Analisis Struktur Batuan Berdasarkan Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger* dan Konfigurasi *Dipole-Dipole* di Kecamatan Malalak Kabupaten Agam

Batuan dasar yang berada di bawah permukaan bumi dapat diestimasi menggunakan metode geolistrik. Konfigurasi *Schlumberger* mempunyai kelebihan dalam mendeteksi adanya homogenitas lapisan batuan permukaan. konfigurasi *Dipole-dipole* dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan yang dengan penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan metode *sounding* lainnya. Kekurangan dan kelebihan konfigurasi *Schlumberger* dan *Dipole-dipole* saling melengkapi. Oleh karena itu telah dilakukan penelitian yang bertujuan mengetahui struktur batuan dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger* dan konfigurasi *Dipole-dipole* di Daerah Kecamatan Malalak Kabupaten Agam.

Penelitian ini bersifat deskriptif menggunakan data Geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Dipole-dipole* dan konfigurasi *Schlumberger*. Pada penelitian ini diambil data 2 lintasan yang diinterpretasikan menggunakan inversi *Smoothnes Least Square* dengan bantuan *Software Res2dinv*. Hasil interpretasi data berupa nilai tahanan jenis sebenarnya dan kedalaman lapisan material daerah penelitian. Estimasi data dilakukan dengan membandingkan nilai tahanan jenis sebenarnya dengan tabel tahanan jenis dan geologi daerah penelitian, sehingga diperoleh struktur lapisan batuan.

Hasil penelitian didapatkan Tahanan jenis batuan pada lintasan 1 dengan konfigurasi dipole-dipole dan schlumberger didapatkan bahwa jenis batuan yang ada disana *Clay, sandstone, Limestone, Andesit* dan *granit* dengan perbandingan nilai tahanan jenis yang berbeda namun tidak terlalu jauh. Begitupun pada lintasan 2 dengan konfigurasi dipole-dipole dan schlumberger didapatkan jenis batuan *clay, sandstone, limestone, andesit* dan *granit*. Dengan nilai tahanan jenis batuan yang berbeda tapi tidak terlalu jauh dan masih dalam range batuan yang sejenis sehingga kedua konfigurasi ini saling menguatkan untuk hasil penelitian menjadi lebih akurat dengan kelebihan dan kekurangan dari kedua konfigurasi tersebut.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan Hidayah-Nya, Sehingga Penulis Dapat Menyelesaikan Skripsi Yang Berjudul **Analisis Struktur Batuan Berdasarkan Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Dan Konfigurasi Dipole-Dipole Di Kecamatan Malalak Kabupaten Agam.**

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
2. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai pembimbing II dan sebagai penasehat Akademik yang selalu sabar dan mendukung penulis.
3. Bapak Dr. Hamdi, M.Si, dan Bapak Harman Amir, S.Si, M.Si selaku tim penguji.
4. Ibu Dr. Ratna Wulan, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
5. Bapak Yohandri, Ph.D sebagai Sekretaris Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Syariani, Ph.D 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. Bapak Zairul dan Ibu Syultini sebagai Kedua Orang Tua yang selalu memberi semangat dan mendukung penulis. Serta Kak Vivi Marisa dan M.Aldi Zairul saudara yang selalu memberi dukungan dan motivasi.
9. Teman-teman Fisika 2013, Senior dan Junior Jurusan Fisika Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
10. Keluarga besar UK-WP2SOSPOL UNP yang selalu setia memberikan dukungan untuk penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Skripsi ini kemungkinan masih memiliki beberapa kekurangan yang belum penulis sadari karena keterbatasan. Kritik dan saran sangat penulis harapkan dari pembaca semua demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca.

Padang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	5
D. Perumusan Masalah	5
E. Pertanyaan Penelitian	6
F. Tujuan Penelitian	6
G. Manfaat Penelitian	6
H. Defenisi Istilah	6
BAB II KAJIAN TEORITIS	
A. Batuan Dasar	8
B. Sifat Kelistrikan Batuan	12
C. Metode Geolistrik	15
D. Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	21
E. Konfigurasi <i>Dipole-dipole</i>	23

F. Penelitian-penelitian yang Relevan.....	24
G. Deskripsi Geologi Daerah Penelitian.....	26
H. Kerangka Berpikir.....	27

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	30
B. Tempat dan Waktu Penelitian	30
C. Variabel Penelitian	30
D. Teknik Pengumpulan Data	31
E. Teknik Pengolahan Data	32
F. Teknik Analisa Data	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data	35
B. Interpretasi Data	36
C. Pembahasan	45

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	46
B. Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus Batuan	9
2. Skema Titik Sumber Arus Pada Permukaan	16
3. Skema Dua Elektroda Arus dan Dua Elektroda Potensial	19
4. Susunan Elektroda <i>Dipole-dipole</i>	23
5. Peta Geologi Kecamatan Malalak Kabupaten Agam.....	26
6. Bagan Kerangka Berpikir Penelitian.....	28
7. Peta Administrasi Kabupaten Agam Sumatera Barat	31
8. Penampang Model 2D Lintasan 1	37
9. Penampang Model 2D Lintasan 2.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahanan Jenis Material	13
2. Nilai Tahanan Jenis Semu. Arus dan Beda potensial	35
3. Hasil Interpretasi Data Lintasan 1	40
4. Hasil Interpretasi Data Lintasan 2.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Lintasan 1 Konfigurasi <i>Dipole-dipole</i>	50
2. Data Lintasan 1 Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	51
3. Data Lintasan 2 Konfigurasi <i>Dipole-dipole</i>	52
4. Data Lintasan 2 Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	53
5. Dokumentasi Tim Peneliti Geolistrik	54

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batuan dasar memiliki peranan penting dalam perencanaan pembangunan infrastruktur pada suatu daerah. Jenis dan kedalaman batuan dasar di bawah permukaan bumi dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam membangun suatu infrastruktur. Sifat batuan dasar yang memiliki tekstur keras, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam pemberian beban terhadap permukaan bumi akibat pembangunan infrastruktur diatas permukaannya.

Batuan dasar memiliki pondasi kuat bagi lapisan batuan yang ada diatasnya. Batuan dasar adalah batuan yang terdapat di sekitar gunung api dan sebagai alas dari jenis batuan yang dihasilkan oleh gunung api tersebut (Hanang,samodra.2008) batuan dasar sulit ditemukan pada daerah permukaan karena adanya proses pelapukan, sehingga singkapan batuan dasar tertutupi oleh tanah dan banyaknya vegetasi lain (Ernita,Nukdin. 2012). Batuan dasar umumnya menjadi dasar dan landasan batuan yang ada di atasnya.

Batuan dasar yang berada di bawah permukaan bumi dapat diestimasi menggunakan metode geolistrik. Data geolistrik dapat menentukan hasil analisis nilai tahanan jenis lapisan batuan yang ada dibawah permukaan tanah dengan penginjeksian listrik kedalam tanah melalui elektroda arus dan elektroda potensial. Hasil dari estimasi data tersebut didapatkan dalam bentuk

penampang gambaran nilai tahanan jenis batuan pada daerah pengambilan data yang kemudian dibandingkan dengan data geologi daerah penelitian.

Pada data yang didapatkan dalam penelitian yaitu nilai kuat arus, beda potensial dan jarak spasi elektroda. Kedalaman akan diperoleh berdasarkan jarak spasi elektroda. Pengukuran beda potensial di permukaan sebanding dengan aliran arus dipermukaan bumi, agar diperoleh penetrasi yang baik harus digunakan spasi elektroda yang besar (Telford *et al.* 1990:527) semakin panjang spasi elektroda semakin dalam kedalaman yang didapat dan pengaturan untuk susunan elektroda tersebut harus sesuai dengan konfigurasi yang digunakan dalam melakukan penelitian geolistrik.

Konfigurasi dalam metode geolistrik ada beberapa yaitu *wenner*, *schlumberger*, *dipole-dipole*, *pole-pole*, *pole-dipole* dan *square* yang mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Penentuan interpretasi data geolistrik dipengaruhi oleh konfigurasi yang digunakan. Seperti interpretasi data geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger yang mempunyai kelebihan memiliki penetrasi arus cukup dalam yaitu 1/5 dari jarak spasi elektroda arus yang digunakan (GF Instrument, 2011 :1) dan lebih baik dalam mendapatkan ketelitian vertikal. Sedangkan dengan konfigurasi *dipole-dipole* dengan elektroda arus dan elektroda potensial bisa terletak tidak segaris. Konfigurasi *dipole-dipole* dengan hasil akhir dalam bentuk penampang baik secara vertikal maupun horizontal.

Kelebihan konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Schlumberger* dalam interpretasi data geolistrik menentukan struktur batuan dasar dibawah

permukaan bumi. Konfigurasi *schlumberger* mempunyai kelebihan dalam mendeteksi adanya homogenitas lapisan batuan permukaan. konfigurasi *dipole-dipole* dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan yang dengan penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan metode *sounding* lainnya. Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara elektroda arus dan potensial (Loke,1999). Konfigurasi *dipole-dipole* lebih baik secara horizontal maupun vertikal. Konfigurasi *schlumberger* lebih baik secara vertikal.

Susunan elektroda pada konfigurasi Schlumberger yaitu jarak antara dua elektroda arus dibuat lebih besar daripada jarak antara elektroda potensial. Elektroda potensial diletakan antara dua elektroda arus dan mendekati titik sounding. Penetrasi arus kedalam bumi ditentukan oleh jarak elektroda arus. Penetrasi kedalam ditentukan oleh jarak-jarak elektroda arus positif dengan elektroda potensial negatif. Akibatnya hasil konfigurasi schlumberger cocok digunakan untuk *Vertical Electrical Sounding (VES)*. Sedangkan konfigurasi dipol-dipole cocok digunakan untuk *Constrain Separation Transversing (CST)*(Reynold,1997).

Kekurangan konfigurasi *dipole-dipole* dalam menghasilkan data interpretasi data geolistrik kurang tepat, karena pembacaan sinyal yang tidak baik sedangkan konfigurasi Schlumbeger baik daam pembacaan hasil akhirnya. Kekurangan dan kelebihan konfigurasi *Dipole-dipole* dan Schlumberger saling melengkapi. konfigurasi *dipole-dipole* dan *schlumberger* cocok untuk

menentukan struktur batuan dan jika digabungkan kedua konfigurasi dapat menghasikan iterpretasi data dalam kesesuaian struktur batuan pada daerah penelitin bisa lebih baik lagi.

Berdasarkan hal tersebut Peneliti tertarik untuk menggunakan dua konfigurasi tersebut dalam penelitian yang berjudul “Analisis Struktur batuan Berdasarkan Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Konfigurasi *Schlumberger* dan Konfigurasi *Dipole-dipole* di Kecamatan Malalak Kabupaten Agam”. Kecamatan Malalak memiliki tipe gerakan tanah menengah dan tinggi, berdasarkan sumber Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kecamatan Malalak sering mengalami pergerakan tanah ketika hujan turun. Tanah di kecamatan Malalak pada umumnya memiliki jenis batu apung (pasir lepas berlempung) dan sebagian batuan sangat rentan sekali terjadi gerakan tanah akibat beban luar sehingga ketika hujan turun membawa material-material yang menyebabkan terjadinya longsor pada daerah tersebut.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi hasil interpretasi data geolistrik tentang struktur batuan di Kecamatan Malalak Kabupaten Agam. Kelebihan dan kekurangan dari konfigurasi *Schlumberger* dan konfigurasi *Dipole-dipole* menjadikan hasil interpretasi data lebih akurat Informasi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan referensi untuk peneliti selanjutnya dan bahan pertimbangan untuk perencanaan pembangunan infrastruktur di daerah tersebut.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Adanya kekurangan dan kelebihan dari konfigurasi Dipole-dipole dan Schlumberger.
2. Belum diketahuinya struktur batuan di daerah Kecamatan Malalak Kabupaten Agam dengan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole dan schlumberger dengan kelebihan dan kekurangan kedua konfigurasi tersebut.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan pada penelitian dan keterbatasan penulis, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Data lintasan penelitian yang digunakan sebanyak 2 lintasan
2. Interpretasi data material bawah permukaan berdasarkan nilai tahanan jenis.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil interpretasi data geolistrik dengan konfigurasi *schlumberger* dan konfigurasi *Dipole-dipole*.
2. Bagaimana hasil analisis nilai tahanan jenis data geolistrik konfigurasi *dipole-dipole* dan *schlumberger* dalam menentukan struktur batuan.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai tahanan jenis batuan hasil data geolistrik konfigurasi dipole-dipole dan konfigurasi schlumberger.
2. Mengetahui struktur batuan dengan lebih akurat hasil interpretasi data geolistrik konfigurasi dipole-dipole dan konfigurasi schlumberger.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Mendapatkan hasil interpretasi data tentang struktur batuan yang lebih akurat berdasarkan kelebihan dan kekurangan konfigurasi *Dipole-dipole* dan konfigurasi *Schlumberger*.
2. Memberikan informasi lebih detail tentang jenis batuan di daerah Kecamatan Malalak Kabupaten Agam.
3. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan jenis batuan di daerah Kecamatan Malalak Kabupaten Agam
4. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

G. Defenisi Istilah

Berikut ini merupakan daftar istilah yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Struktur batuan adalah gambaran tentang kenampakan atau keadaan batuan yang termasuk kedalamnya bentuk atau kedudukannya.

2. Konfigurasi *schlumberger* merupakan konfigurasi dalam eksplorasi Geolistrik dimana susunan jarak elektroda potensial lebih kecil dari jarak elektroda arus.
3. Konfigurasi *dipole-dipole* merupakan konfigurasi dalam eksplorasi Geolistrik dimana jarak antara elektroda arus dengan jarak elektroda potensial sama.

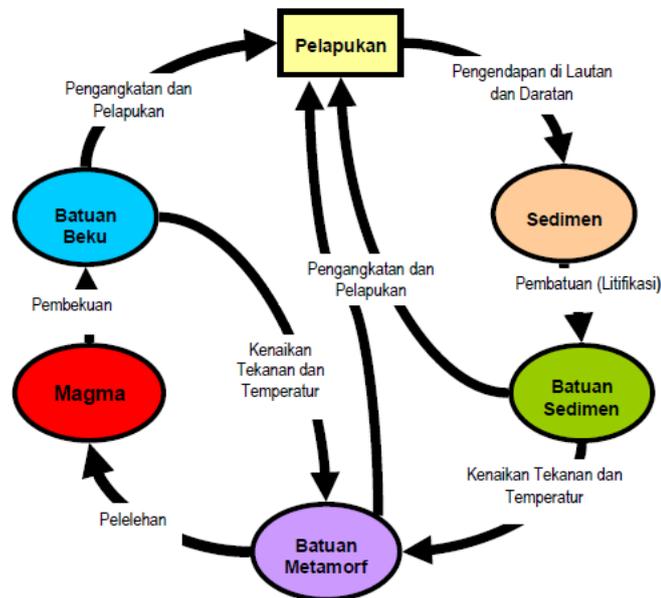
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Batuan Dasar

Batuan merupakan material yang mengandung satu atau beberapa mineral dan berbentuk padatan. Price (2005) mendefinisikan batuan sebagai gabungan dari beberapa zat yang terjadi secara alami, dapat terdiri dari mineral, potongan batu lainnya serta bahan-bahan fosil, seperti kerang atau tanaman. Seluruh batuan yang ada di permukaan bumi berasal dari magma yang meleleh ke arah permukaan. Suhu permukaan bumi yang jauh lebih rendah dari suhu di bawah permukaan bumi mengakibatkan terjadinya pembekuan magma yang membentuk batuan.

Batuan yang terbentuk akibat pendinginan magma di bawah maupun di atas permukaan bumi adalah batuan beku. Menurut Djauhari (2012), “Pada awalnya seluruh bagian luar dari bumi ini terdiri dari batuan beku. Seiring dengan perjalanan waktu serta pengaruh lingkungan, terjadilah perubahan-perubahan pada batuan beku yang membentuk kelompok - kelompok batuan yang lainnya”. Batuan sedimen terbentuk dari proses pengendapan (sedimentasi) material batuan lain yang meliputi proses pelapukan, erosi, dan transportasi. Sedangkan batuan metamorf terbentuk dari hasil transformasi atau perubahan yang terjadi akibat pengaruh tekanan dan temperatur yang cukup tinggi pada batuan beku dan sedimen. Proses perubahan dari satu kelompok batuan ke kelompok batuan lainnya disebut siklus batuan.



Gambar 1. Siklus Batuan (Djauhari, 2012)

Gambar 1 merupakan skema siklus batuan yang memperlihatkan proses pembentukan batuan. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat pada awalnya terbentuk batuan beku akibat pendinginan magma. Batuan beku terbentuk saat magma hasil letusan gunung api membeku di atas permukaan atau di bawah permukaan bumi (Carlson, 2009). Kelompok batuan beku yang terdapat di permukaan bumi akan bersentuhan dengan atmosfer dan hidrosfer yang menyebabkan berlangsungnya proses pelapukan. Pelapukan yang terjadi pada batuan beku akan membentuk jenis batuan baru yang disebut batuan sedimen. Perubahan temperatur dan tekanan pada batuan sedimen sebagai akibat dari penimbunan atau terlibat dalam proses pembentukan pegunungan, maka batuan sedimen tersebut akan mengalami perubahan agar sesuai dengan lingkungan yang baru dan terbentuk batuan metamorf. Apabila batuan metamorf masih mengalami peningkatan tekanan dan suhu, maka batuan metamorf akan

kembali meleleh dan berubah menjadi magma. Berdasarkan kejadian atau cara terbentuknya, batuan dibedakan menjadi tiga kelompok utama, yaitu:

1. Batuan Beku

Batuan beku merupakan batuan yang terbentuk akibat adanya pendinginan dan pembekuan magma yang terjadi di bawah permukaan bumi maupun di permukaan bumi. Bachrul dan Asmita (2012) mengungkapkan bahwa “Batuan beku terbentuk dari hasil pembekuan magma atau hasil kristalisasi dari mineral-mineral dalam bentuk agregasi yang saling *interlocking*”. Batuan beku terbentuk dari magma cair yang terdiri dari cairan, gas, dan kristal (Hamblin, 2003).

Batuan beku adalah jenis batuan yang terbentuk dari magma yang mendingin dan mengeras, dengan atau tanpa proses kristalisasi, baik di bawah permukaan sebagai batuan intrusif (plutonik) maupun di atas permukaan sebagai batuan ekstrusif (vulkanik). Magma ini dapat berasal dari batuan setengah cair ataupun batuan yang sudah ada, baik di mantel ataupun kerak bumi.

Berdasarkan pernyataan di atas dapat diketahui bahwa batuan beku berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Berdasarkan tempat mendingannya magma, secara umum batuan beku dibedakan menjadi dua yaitu batuan beku intrusif dan batuan beku ekstrusif. Batuan beku intrusif merupakan batuan beku yang terbentuk akibat magma yang membeku di bawah permukaan bumi. Magma yang membeku sebelum mencapai permukaan akan membentuk batuan beku instrusif (Hamblin, 2003). Contoh

batuan beku intrusif adalah *granit*, *diorit*, dan *sianit*. Batuan beku ekstrusif merupakan batuan beku yang terbentuk akibat pembekuan magma di permukaan bumi. Magma yang dibawa ke permukaan oleh letusan gunung api, akan menjadi batuan beku ekstrusif (Carlson, 2009).

2. Batuan Sedimen

Batuan sedimen merupakan batuan yang terbentuk dari proses pengendapan (sedimentasi) material batuan lain yang meliputi proses pelapukan, erosi, dan transportasi. Proses pelapukan yang terjadi dapat berupa pelapukan fisik maupun kimia. Proses erosi dan transportasi dilakukan oleh media air dan angin. Batuan sedimen terbentuk dari fragmen yang berasal dari batuan lainnya, berbentuk seperti lapisan dimana antara satu lapisan dengan lapisan yang lain terpisah dan berbeda komposisi (Hamblin, 2003). (Bachrul dan Asmita, 2012) menyatakan

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari hasil akumulasi material hasil perombakan batuan yang sudah ada sebelumnya atau dari hasil aktivitas kimia maupun organisme. Material ini kemudian diendapkan pada suatu cekungan (sungai, rawa dan laut) pada permukaan bumi yang kemudian mengalami proses diagenesis.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas diketahui bahwa batuan sedimen merupakan batuan yang terbentuk dari hasil rombakan batuan beku, batuan metamorf dan batuan sedimen lainnya yang diendapkan pada suatu tempat di permukaan bumi sehingga mengalami proses diagenesis. Menurut Djauhari (2009) istilah diagenesis mengandung arti perubahan pada batuan, hanya saja proses diagenesis terjadi pada temperatur dibawah 200° C dan

tekanan dibawah 300 Mpa atau setara 3000 atm. Contoh dari batuan sedimen adalah lempung, *tufa*, *limestone*, *sandstone*, *clay*, dan lain-lain.

3. Batuan Metamorf

Batuan metamorf merupakan batuan yang terbentuk dari hasil transformasi atau perubahan yang terjadi akibat pengaruh tekanan dan temperatur yang cukup tinggi pada batuan beku dan sedimen, sehingga terjadi perubahan fisik dan komposisi mineralnya. Batuan metamorf terbentuk akibat perubahan suhu dan tekanan. Djauhari (2009) menyatakan bahwa batuan metamorf terbentuk karena adanya perubahan dari kelompok mineral dan tekstur batuan yang terjadi dalam suatu batuan yang mengalami tekanan dan temperatur yang berbeda dengan tekanan dan temperatur saat batuan tersebut pertama kalinya terbentuk. Menurut Bachrul dan Asmita (2012), “batuan metamorf dihasilkan dari proses metamorfisme. Metamorfisme memiliki arti yang sama dengan alterasi (perubahan) batuan, sepanjang batuan tersebut tidak hancur dan tidak berubah menjadi cair”. Batuan metamorf terbentuk dari batuan-batuan sebelumnya yang berubah agar sesuai dengan keadaan lingkungan yang baru.

B. Sifat Kelistrikan Batuan

Sifat kelistrikan batuan adalah karakteristik dari batuan bila dialirkan arus listrik ke dalamnya. Arus listrik dapat berasal dari alam itu sendiri yang disebabkan oleh adanya atom-atom penyusun kerak bumi yang berinteraksi satu sama lain yang mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan muatan, ada arus listrik yang sengaja dimasukkan ke dalamnya sehingga terjadinya

perpindahan ion-ion dalam batuan. Menurut Telford *et al.* (1990), aliran arus listrik dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu konduksi elektronik, konduksi elektrolitik, dan konduksi dielektrik.

Konduksi elektronik adalah konduksi yang terjadi jika batuan mempunyai banyak elektron bebas, sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Konduksi elektrolitik adalah konduksi yang terjadi jika batuan/mineral bersifat porus dan pori-pori tersebut terisi oleh cairan elektrolitik sehingga arus dapat mengalir. Konduksi dielektrik adalah konduksi yang terjadi pada batuan yang bersifat dielektrik yaitu batuan yang tidak mempunyai elektron bebas.

Menurut Telford *et al.* (1990), secara umum berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

1. konduktor baik : $10^{-8} \Omega\text{m} < \rho < 1 \Omega\text{m}$
2. semikonduktor : $1 \Omega\text{m} < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$
3. isolator : $\rho > 10^7 \Omega\text{m}$

Nilai tahanan jenis batuan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Tahanan Jenis Batuan

Batuan Beku dan Batuan Metamorph	
Batuan	Resistivitas (Ωm)
<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>	4×10^3 (basah)
<i>Albite</i>	3×10^2 (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) - 6×10^4 (kering)

Sambungan tabel 1. Tabel Tahanan Jenis Batuan

Batuan Beku dan Batuan Metamorph	
Batuan	Resistivitas (Ωm)
<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>	60×10^4
<i>Dacite</i>	2×10^4 (basah)
<i>Andesite</i>	$4,5 \times 10^4$ (basah) – $1,7 \times 10^5$ (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>	3×10^3 (basah) – $6,5 \times 10^3$ (kering)
<i>Hornfels</i>	8×10^3 (basah) - 6×10^7 (kering)
<i>Schists</i>	$20 - 10^4$
<i>Tuffs</i>	2×10^3 (basah) – 10^5 (kering)
<i>Graphite schists</i>	$10 - 10^2$
<i>Slate (various)</i>	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
<i>Gneiss (various)</i>	$6,8 \times 10^4$ (basah) - 3×10^6 (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>	$10 - 2 \times 10^8$
Batuan Sedimen	
<i>Consolidated shales (serpihan gabungan)</i>	$20 - 2 \times 10^3$
<i>Argillites</i>	$10 - 8 \times 10^2$
Konglomerat	$2 \times 10^3 - 10^4$
Batu pasir (<i>Sandstone</i>)	$1 - 6,4 \times 10^8$

Batuan	Resistivitas (Ωm)
Batu gamping (<i>Limestone</i>)	$50 - 10^7$
<i>Dolomite</i>	$3,5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
<i>Unconsolidated wet clay</i> (lempung basah tidak bergabung)	20
<i>Marls</i>	3 – 70
Lempung (<i>Clay</i>)	1 – 100
<i>Alluvium and Sands</i>	10 – 800
<i>Oil sands</i>	4 – 800

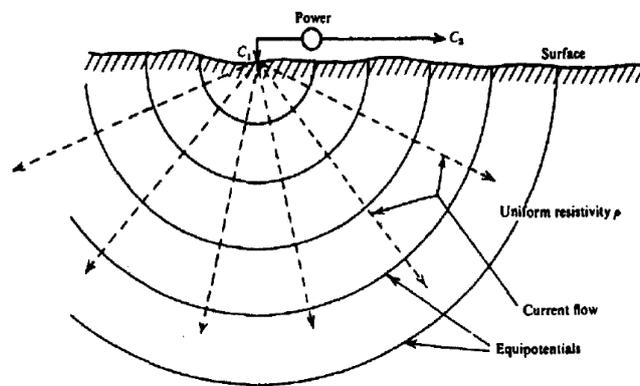
(Sumber : Telford et al. 1990:290)

C. Metode Geolistrik

Metode geolistrik adalah suatu metode eksplorasi dari permukaan tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan atau material berdasarkan pada prinsip bahwa lapisan batuan atau masing-masing material mempunyai nilai resistivitas atau hambatan jenis yang berbeda-beda. Tujuan dari survei geolistrik adalah untuk menentukan distribusi nilai resistivitas dari pengukuran yang dilakukan di permukaan tanah (Telford dkk, 1990). Metode resistivitas merupakan salah satu dari kelompok metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi. Adapun yang dipelajari mencakup pendeteksian besaran medan potensial dan medan elektromagnetik yang diakibatkan oleh aliran arus listrik. Metode ini dilakukan dengan mengalirkan arus listrik searah ke dalam bumi melalui elektroda arus, selanjutnya distribusi medan potensial diukur dengan elektroda potensial. Variasi nilai tahanan jenis dihitung berdasarkan besar arus dan potensial yang terukur (Santoso, 2002).

Metode Geolistrik Tahanan Jenis bersifat tidak merusak lingkungan, biaya relatif murah dan mampu mendeteksi perlapisan tanah sampai kedalaman beberapa meter di bawah permukaan tanah (Sugito, 2010:49). Oleh karena itu metode ini dapat dimanfaatkan untuk survei daerah rawan longsor, khususnya untuk menentukan ketebalan lapisan yang berpotensi longsor serta litologi perlapisan batuan bawah permukaan.

Metode ini menggunakan asumsi bumi sebagai medium homogen isotropis. Ketika arus dialirkan dalam bumi, arus listrik akan mengalir ke segala arah, tetapi arus listrik tidak mengalir ke udara karena udara memiliki nilai tahanan jenis yang sangat besar. Arus mengalir secara radial dipermukaan bumi, sehingga membentuk ruang equipotensial setengah bola. Aliran arus di dalam bumi ditunjukkan pada



Gambar 2. Skema titik sumber arus pada permukaan dari medium homogen isotropis (Telford *et al.* 1990 : 524)

Pada Gambar 2 terlihat bahwa ketika sumber arus dialirkan ke bumi, maka arus akan menyebar kesegala arah ditandai dengan arah panah yang putus-putus. Hubungan antara rapat arus J dengan kuat medan listrik E menurut Hukum Ohm adalah :

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

dimana σ 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:

$$J = \frac{I}{A} \quad (2)$$

$$I = JA = \sigma \frac{A}{L} V \quad (3)$$

Persamaan memperlihatkan bahwa saat σ konstan, arus total I sebanding dengan beda potensial V . Perbandingan antara V dengan I pada konduktor disebut hambatan (tahanan jenis).

$$R = \frac{V}{I} \quad (4)$$

Hubungan hambatan R dengan daya hantar listrik σ pada suatu logam konduktor dinyatakan dengan menggunakan Persamaan (2) dan (4), yaitu:

$$R = \frac{1}{\sigma} \frac{L}{A} \quad (5)$$

Hubungan antara tahanan jenis ρ dengan daya hantar listrik bahan σ dinyatakan pada Persamaan (6).

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (6)$$

sehingga Persamaan (5) dan (6) menjadi

$$\frac{V}{I} = \rho \frac{L}{A} \quad (7)$$

$$\rho = \frac{VA}{LI} \quad (8)$$

Persamaan 8 menjelaskan bahwa semakin besar nilai tahanan jenis suatu bahan maka arus listrik semakin sulit mengalir. Sebaliknya, semakin kecil nilai tahanan jenis suatu bahan maka arus listrik semakin mudah mengalir melalui bahan tersebut. Jika medium homogen isotropis dengan luas A dilalui arus listrik I maka kerapatan arus J dapat dihitung menggunakan Persamaan (2). Jika Persamaan (6) disubstitusikan pada Persamaan (1), maka diperoleh hubungan kerapatan arus J dengan tahanan jenis ρ yaitu:

$$J = \frac{E}{\rho} \quad (9)$$

Medan listrik adalah gaya persatuan muatan yang diberikan muatan uji (Griffiths, 1999: 61). Medan listrik E merupakan gradient potensial, yaitu perbedaan besarnya gaya persatuan muatan yang dialami oleh muatan jika ditempatkan pada suatu titik tinjau yang memiliki jarak sebesar r dengan sumber arus (Reynolds, 1997). Secara matematis medan listrik dapat dirumuskan dalam Persamaan (10).

$$E = -\nabla V = -\frac{dV}{dr} \quad (10)$$

Persamaan (9) disubstitusikan ke Persamaan (10) akan diperoleh hubungan antara gradien potensial dengan tahanan jenis ρ dan kerapatan arus J pada Persamaan (11).

$$\frac{dV}{dr} = -\rho J \quad (11)$$

Jika kerapatan arus J pada Persamaan (1) disubstitusikan ke Persamaan (9) akan menghasilkan hubungan antara gradien potensial dengan luas permukaan A dan arus listrik I .

$$\frac{dV}{dr} = -\rho \frac{I}{A} \quad (12)$$

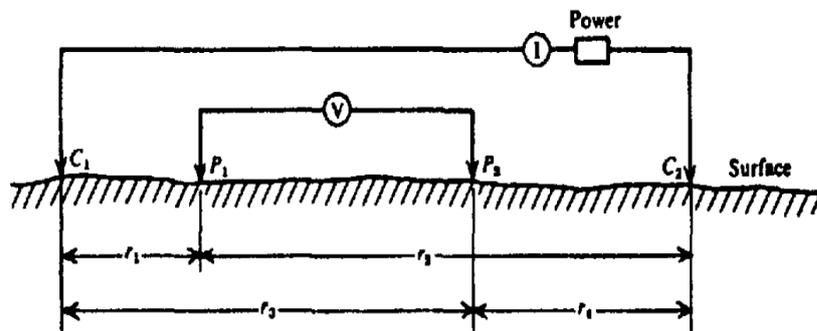
dimana luas permukaan A adalah luas permukaan distribusi arus yaitu setengah bola $2\pi r^2$ sehingga perbedaan potensial dV terhadap distribusi arus dr yaitu:

$$dV = -\rho \frac{1}{2\pi r^2} dr \quad (13)$$

Harga potensial yang berjarak r dari sumber dapat diperoleh dengan mengintegrasikan Persamaan (13), sehingga diperoleh:

$$V(r) = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad (14)$$

Metode Geolistrik pada dasarnya terdiri dari dua elektroda arus dan dua elektroda potensial (Gambar 3). perbedaan potensial dipermukaan bumi akan terjadi apabila arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi. Semakin besar spasi elektroda maka penetrasi pengukuran akan semakin baik.



Gambar 3. Skema dua elektroda arus dan dua elektroda potensial di atas permukaan tanah yang homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ konfigurasi Schlumberger (Telford *et al.* 1990 : 524)

Gambar 3 menunjukkan susunan pemasangan elektroda pada pengukuran dengan metode Geolistrik. Berdasarkan gambar 3 bahwa r_1 adalah jarak antara P₁ dengan C₁, r_2 adalah jarak antara P₁ dengan C₂, r_3 adalah jarak antara P₂ dengan C₁ dan r_4 adalah jarak antara P₂ dengan C₂.

Potensial pada P₁ akibat arus C₁ pada adalah

$$V_1 = \frac{I\rho}{2\pi r_1} \quad (15)$$

Potensial pada P₁ akibat arus C₂ adalah

$$V_2 = -\frac{I\rho}{2\pi r_2} \quad (16)$$

Potensial P₂ akibat arus C₁ adalah

$$V_3 = \frac{I\rho}{2\pi r_3} \quad (17)$$

Potensial P_2 akibat arus C_2 adalah

$$V_4 = -\frac{I\rho}{2\pi r_3} \quad (18)$$

kemudian, diperoleh nilai potensial pada P_1 (VP_1) dan nilai potensial pada P_2 (VP_2)

$$VP_1 = V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (19)$$

$$VP_2 = V_3 + V_4 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (20)$$

maka didapatkan nilai beda potensial antara VP_1 dan VP_2 , yaitu

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (21)$$

Sehingga

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (22)$$

dengan,

$$K = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \quad (23)$$

dimana K adalah faktor geometri dari susunan elektroda, yang nilainya berubah sesuai dengan perubahan jarak spasi antara elektroda-elektroda. Persamaan (23) menunjukkan bahwa K bergantung pada susunan atau konfigurasi yang digunakan.

Menurut Akmam (2004: 596) ”Tahanan jenis yang terukur bukanlah tahanan jenis yang sesungguhnya, melainkan tahanan jenis semu”. 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 ρ_a sehingga Persamaan (24) dapat ditulis menjadi

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (24)$$

Berdasarkan Persamaan (24) 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*.

D. Konfigurasi Schlumberger

Metode Geolistrik Tahanan Jenis memiliki beberapa konfigurasi, diantaranya konfigurasi *schlumberger*, *wenner*, *dipole-dipole*, *pole-dipole* dan *square*. Kedalaman penetrasi arus *schlumberger* lebih besar dari penetrasi arus konfigurasi *wenner*. Konfigurasi *schlumberger* lebih baik untuk mendapatkan ketelitian vertikal dibandingkan konfigurasi *dipole-dipole*, walaupun kemampuan penetrasi arusnya sama.

Konfigurasi *schlumberger* menggunakan empat buah elektroda yang terdiri dari dua elektroda arus dan dua elektroda potensial yang disusun dalam satu garis lurus dengan susunan jarak elektroda potensial lebih kecil dari pada jarak elektroda arus. Susunan elektroda konfigurasi *schlumberger* ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa elektroda P_1 dan P_2 digunakan sebagai elektroda potensial dan elektroda C_1 dan C_2 digunakan sebagai elektroda arus dengan jarak pada masing-masing elektroda, yaitu:

$$r_1 = (L-l)$$

$$r_2 = (L+l)$$

$$r_3 = (L+l)$$

$$r_4 = (L-l)$$

dengan:

$$L = C_1 C_2 / 2 \text{ dan } l = P_1 P_2 / 2$$

Jarak masing-masing elektroda di atas disubsitusikan ke Persamaan (24) sehingga diperoleh harga K untuk konfigurasi *schlumberger* adalah :

$$K = \frac{\pi L^2 - l^2}{2l} \quad (25)$$

berdasarkan harga K yang diperoleh maka harga tahanan jenis semu (*apparent resistivity*) untuk konfigurasi *schlumberger* dapat dihitung dengan mensubsitusikan Persamaan (25) ke Persamaan (23), dengan demikian diperoleh:

$$\rho_a = \frac{\pi(L^2 - l^2) \Delta V}{2l I} \quad (26)$$

dimana:

ρ_a adalah tahanan jenis semu (Ωm)

L adalah jarak elektroda arus $C_1 C_2 // 2$ (m)

l adalah jarak elektroda potensial $P_1 P_2 // 2$ (m)

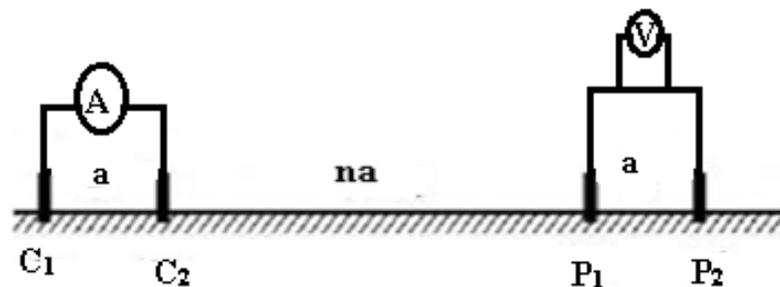
ΔV adalah beda potensial (mV)

I adalah kuat arus listrik (mA)

Penetrasi arus yang dimiliki oleh konfigurasi *Schlumberger* bergantung pada jarak elektroda arus yang digunakan, semakin besar jarak elektroda arus yang digunakan semakin dalam penetrasi arus yang bisa dihitung.

E. 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 3 berikut: C_1



Gambar 4. Susunan elektroda pada konfigurasi *dipole-dipole* (Marescot,2009:44).

Gambar 4 menunjukkan susunan pemasangan elektroda pada pengukuran dengan metode Geolistrik. Berdasarkan Gambar 4 bahwa r_1 adalah jarak P_1 dengan C_1 , r_2 adalah jarak P_1 dengan C_2 , r_3 adalah jarak P_2 dengan C_1 dan r_4 adalah jarak antara P_2 dengan C_2 . Besar jarak r_1 , r_2 , r_3 , dan r_4 dari Gambar 4 adalah:

$$r_1 = na + a = (n + 1) \quad (27)$$

$$r_2 = na \quad (28)$$

$$r_3 = 2a + na = a n + 2 \quad (29)$$

$$r_4 = L - 1 \quad (30)$$

Persamaan (27), (28), (29) dan (30) disubstitusikan ke Persamaan faktor Geometri pada Persamaan (25) sehingga diperoleh faktor Geometri K untuk konfigurasi *Dipole-dipole* yaitu:

$$K = \pi a n (n + 1) (n + 2) \quad (31)$$

Persamaan (31) disubstitusikan ke Persamaan (24) sehingga diperoleh nilai tahanan jenis semu untuk konfigurasi *Dipole-dipole* seperti Persamaan (31):

$$\rho_a = \pi a n (n + 1)(n + 2) \frac{\Delta V}{I} \quad (32)$$

dimana a merupakan jarak antara dua elektroda arus atau jarak antara dua elektroda potensial, sementara na merupakan jarak antara elektroda arus kedua (**C2**) dengan elektroda potensial pertama (**P1**).

F. Penelitian–Penelitian Relevan

Penelitian menggunakan metode Geolistrik Tahanan Jenis *schlumberger* dan *dipole-dipole* telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Siti (2014) telah melakukan penelitian tentang analisis perbandingan konfigurasi elektroda untuk menentukan air tanah dengan metode geolistrik resistivitas. Hasil dari penelitian tersebut hasil penampang resistivitas di laboratorium pada konfigurasi *schlumberger* dapat menampilkan dengan jelas penampang resistivitas pada formasi air secara vertical sehingga konfigurasi *schlumberger* sebaiknya digunakan dalam pencarian yang bersifat *sounding* dan konfigurasi *dipole-dipole* dapat menampilkan dengan jelas formasi air baik secara horizontal, vertical maupun sebaran sehingga konfigurasi *dipole-dipole* sebaiknya digunakan dalam pencarian yang bersifat *sounding* maupun *mapping*.

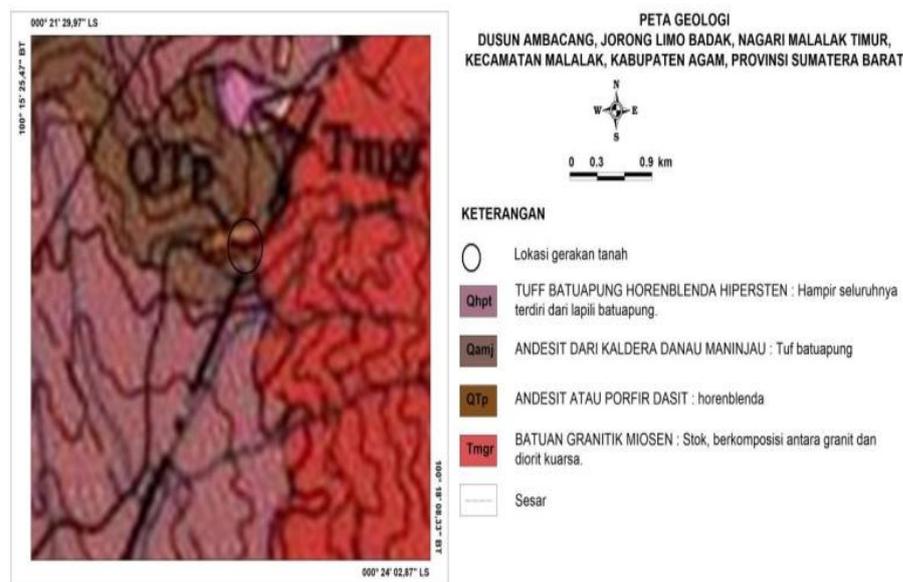
Selanjutnya Akmam dan Nofi (2013) juga telah melakukan penelitian analisis struktur batuan dengan metoda Inversi *smoothness-constrained least-squares* data geolistrik konfigurasi *schlumberger* di Universitas Negeri Padang Kampus air tawar. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan rentangan nilai tahanan jenis batuan di kampus UNP Airtawar Padang adalah antara 0.116-2803 Ωm dengan kedalaman hingga 56,9m, batuan penyusun struktur ini diestimasi terdiri dari *Sandstone*, *Slit* dan *Alluvium*, *Andesite* dan air tanah yang terkontaminasi air laut. Pada kawasan Kampus UNP bagian barat terlihat telah terjadi penyusupan *Sandstone* ke lapisan *silt* sejauh 36 meter di laboratorium Fisika-kimia UNP Padang dan telah terjadi *silt* yang mendesak permukaan. Struktur batuan pada Kampus UNP sebelah Timur struktur batuanya masih selaras.

Bavitra (2015) juga telah melakukan penelitian tentang identifikasi struktur batuan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Dipole-dipole* di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menyimpulkan jenis batuan dasar lapisan bawah permukaan bumi Buki Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi diestimasi sebagai batuan dasar jenis *Andesite*. Batuan dasar pada lintasan pengukuran ditemukan pada pengukuran dengan tahanan jenis berbeda. Lintasan 1 berkisar antara 440,5 Ωm - 7589 Ωm . Lintasan 2 berkisar 352 Ωm - 6809 Ωm . lintasan 3 berkisar 439 Ωm - 4811 Ωm dan Lintasan 4 berkisar 486,5 Ωm - 1585 Ωm .

Nizammullah (2018) telah melakukan penelitian struktur batuan pascalongsor menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi *wenner* di daerah Kecamatan Malalak Kabupaten Agam. Peneliti mendapatkan jenis batuan penyusun geologi daerah penelitian terdiri dari *Clay*, *Phorphyritte*, *Limestone*, *Andesit* dan batuan *Granit*. Nilai tahanan jenis batuan antara lain *Clay* nilai berkisar $9,93 \Omega\text{m} - 77,3 \Omega\text{m}$, *Phorphyritte* $77,4 \Omega\text{m} - 216 \Omega\text{m}$, *Limestone* $216,1 \Omega\text{m} - 1050 \Omega\text{m}$, *Andesit* $1050,1 \Omega\text{m} - 3533 \Omega\text{m}$, *Granite* $3533,1 \Omega\text{m} - 5217 \Omega\text{m}$.

G. Deskripsi Geologi Daerah penelitian

Daerah penelitian ini dilakukan di Kecamatan Malalak, Kabupaten Agam Sumatera Barat. Kecamatan ini sebelumnya termasuk kedalam administrasi wilayah Kecamatan Malalak terbagi atas 4 nagari yang meliputi, Malalak Barat, Malalak Timur, Malalak Selatan dan Malalak Utara.

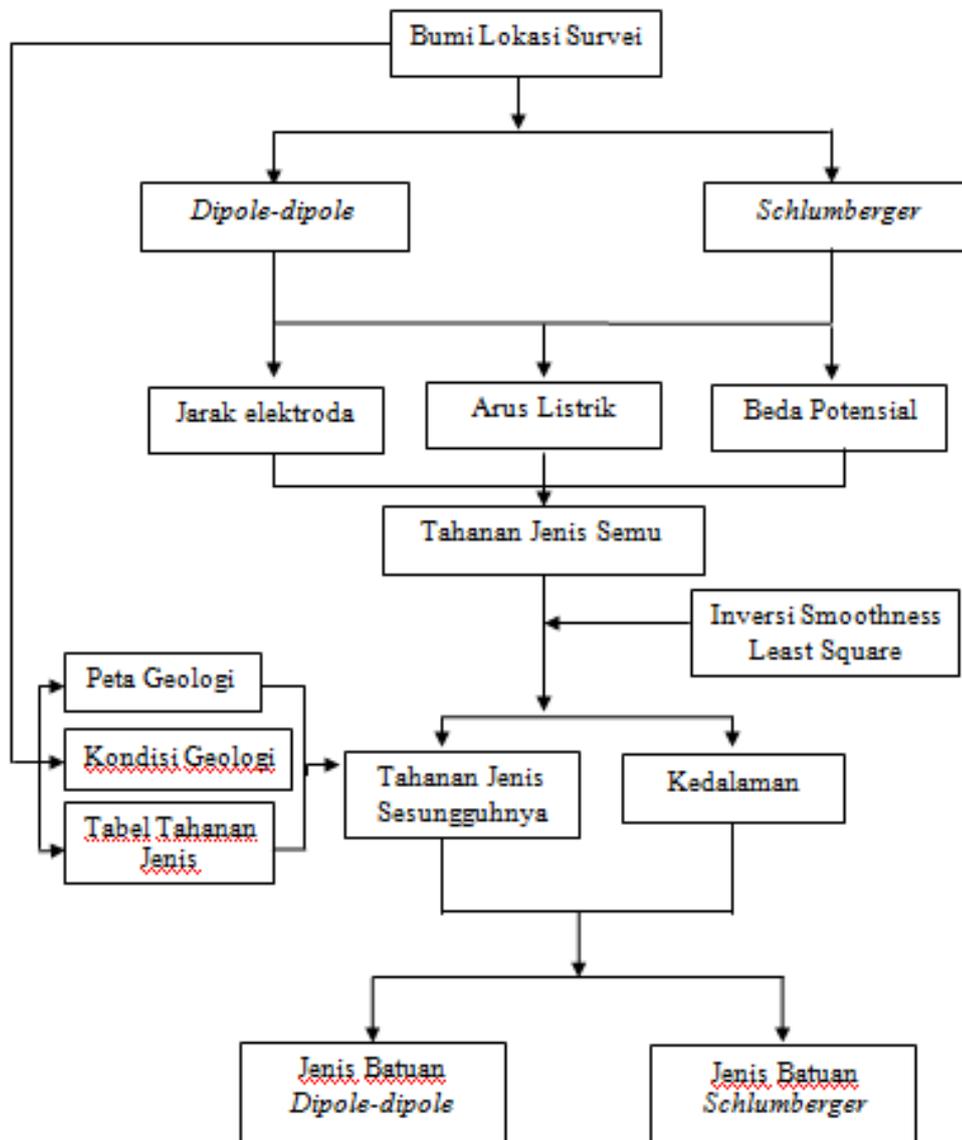


Gambar 5. Peta Geologi Kecamatan Malalak Kabupaten Agam (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2017)

Pada Gambar 5 dapat dilihat daerah Malalak pada umumnya memiliki jenis batu apung (pasir lepas berlempung) dan batuan *andesite* dari kaldera Danau maninjau. Daerah Kecamatan Malalak sering mengalami pergerakan tanah dan berpotensi longsor.

H. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada penelitian ini menggunakan metode Geolistrik tahanan jenis. Metode ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik ke bawah permukaan bumi melalui elektroda arus dan elektroda potensial. Saat arus listrik dialirkan ke bawah permukaan bumi, beda potensial akan terukur di permukaan bumi. Jadi variabel yang terukur pada metode ini adalah kuat arus, beda potensial dan jarak spasi elektroda. Variabel-variabel yang terukur ini kemudian diolah menggunakan inversi *Smoothness-Constraint Least Square* 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. Susunan elektroda tersebut harus sesuai dengan konfigurasi yang digunakan. Untuk penelitian ini menggunakan konfigurasi *Dipole-dipole* dan Konfigurasi *Schlumberger* seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Bagan Kerangka Berfikir Penelitian

Gambar 6 memperlihatkan bahwa bumi sebagai lokasi survei. Apabila ke bawah bumi dialiri arus listrik dengan konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Schlumberger*, maka beda potensial listrik akan terukur di permukaan bumi. Variabel bebas hasil kedua konfigurasi pengukuran yang didapat pada metode ini adalah kuat arus, beda potensial dan spasi/jarak elektroda. Variabel bebas yang didapatkan pada saat pengukuran kemudian dihitung menggunakan

Persamaan (26) untuk data *schlumberger* dan persamaan (32) untuk data *dipole-dipole* sehingga diperoleh nilai tahanan jenis semu dari kedua konfigurasi. Tahanan jenis semu yang diperoleh, kemudian diinterpretasikan menggunakan inversi *Smoothness Constraint Least Square*. Interpretasi data dari kedua konfigurasi akan menghasilkan nilai tahanan jenis sebenarnya dan kedalaman lapisan batuan daerah penelitian, selanjutnya nilai tahanan jenis sebenarnya dibandingkan dengan tabel tahanan jenis yang sudah ada dan geologi daerah penelitian, sehingga didapatkan perbandingan bentuk struktur batuan daerah penelitian berdasarkan kedua konfigurasi yaitu *dipole-dipole* dan *Schlumberger*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan yaitu :

1. Nilai tahanan jenis batuan penyusun lapisan bawah permukaan bumi dengan konfigurasi *dipole-dipole* pada Lintasan 1 yaitu $2 \Omega\text{m} - 60000 \Omega\text{m}$ dan konfigurasi *schlumberger* berkisar $2 \Omega\text{m} - 60000 \Omega\text{m}$ Lintasan 2 konfigurasi *dipole-dipole* yaitu $20 - 38000 \Omega\text{m}$ dan konfigurasi *schlumberger* $20 - 38000 \Omega\text{m}$
2. Tahanan jenis batuan pada lintasan 1 dengan konfigurasi *dipole-dipole* dan *schlumberger* didapatkan bahwa jenis batuan yang ada disana *Clay*, *sandstone*, *Limestone*, *Andesit* dan *granit* dengan perbandingan nilai tahanan jenis yang berbeda namun tidak terlalu jauh. Begitupun pada lintasan 2 dengan konfigurasi *dipole-dipole* dan *schlumberger* didapatkan jenis batuan *clay*, *sandstone*, *limestone*, *andesit* dan *granit*. Dengan nilai tahanan jenis batuan yang berbeda tapi tidak terlalu jauh sehingga kedua konfigurasi ini saling menguatkan untuk hasil penelitian menjadi lebih akurat dengan kelebihan dan kekurangan dari kedua konfigurasi tersebut.

B. **Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan

1. Hasil penelitian dapat direkomendasikan kepada pemerintah Kabupaten Agam sebagai acuan dalam pembangunan infrastruktur di Kecamatan Malalak untuk mengantisipasi pembebanan yang berlebihan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan konfigurasi yang berbeda di Kecamatan Malalak Kabupaten Agam sebagai perbandingan keberadaan datuan dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmam,A., & Sudia,N. Y. (2013). Analisis Struktur Batuan Dengan Metoda Inversi Smoothness-Constrained Least-Squares Data Geolistrik Konfigurasi Schlumbeger Di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar. *Prosiding SEMIRATA 2013.1.1* (2013)
- Bavitra. (2017). “*Identifikasi Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metode Inversi Robust 2-D Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipole-dipole di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Bukittinggi*”. *Jurnal EKSAKTA ISSN :2549-7464*.Vol. 18 No.1 April 2017, Hlm 28-29.
- Bachrul Ibrahim & Asmita Ahmad. 2012. *Agrogeologi Dan Mineralogi Tanah*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Carlson, Diane H. Charles C Plummer & Lisa Hammersley. 2009. *Physical geology: earth revealed, 9th edition*. Penerbit: McGraw-Hill.
- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat.(2016). *Peta Geologi Kecamatan Malalak, Kabupaten Agam*.
- Djauhari Noor. 2012. *Pengantar Geologi*. Fakultas Teknik: Universitas Pakuan.
- Ellis, R.G. and Oldenburg, D.W., 1994a, Applied *geophysical inversion*: Geophysical Journal International, 116, 5-11.
- GF Instrument. (2011). *Short Guide for Resistivity and Induced Polarization Imaging*.GF Instrument, s.r.o. Geophysical Equipment and Services.
- Griffiths, David J, 1999. *Intoduction to Electrodynamics*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hamblin, W. Kenneth. 2003. *Earth's Dynamic System*. Penerbit: Prentice Hall. ISBN/ASIN: 0131420666. ISBN-13: 9780131420663.
- Loke, M. H. 2004. 2-D and 3-D electrical imaging surveys. Geophysiscs. Malaysia
- Marescot.Laurent. (2009). *Electrical Surveying*. Swiss: University of Friouborg.
- Nizammulah (2018), *Struktur Batuan PascaLongsor Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner*”*Jurnal Pillar of physics*, Vol. 11, No 1, Maret 2018 hal 25-32.

- Nukdin, Ernita. 2012. Geologi dan Studi Pengaruh Batuan Dasar Terhadap Deposit Nikel Laterit Daerah Taringgo Kecamatan Pomalaa. Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal, Ilmiah MTG*, Vol.8, No.2, Juli 2012. Hlm. 1-40
- Perrone, Angela. Sabatino Piscitelli & Vincenzo Lapinna. 2012. *Electrical Resistivity Tomographies for Landslide Monitoring. A Review: Berichte Geol. BA*, 93. ISSN 1017-8880.
- Price, Monica Dan Kevin Walsh. 2005. *Pocket Nature Rocks and Minerals*. London: Dorling Kindersley.
- Reynolds, J.M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicsin Hydrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- Samodra, Hanang. 2008. “ Geologi Batuan Dasar Gunung Ciremai Jawa Barat. *Jurnal Geologi Indonesia*4(5). Hlm. 279-287.
- Santoso, Djoko., 2002. *Pengantar Teknik Geofisika* , Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, Istitut Teknologi Bandung.
- Siti, Roikatul J. (2014). ” *Analisis Perbandingan Konfigurasi Elektroda Untuk Identifikasi Keberadaan Air Pada Skala Laboratorium Dengan Metode geolistrik Resistivitas*”.*Jurnal Natur Indonesia* 6 (2). ISSN : 1410-9379. Hlm. 23-26.
- Sugito, Zaroh, I, Indra, P.J. (2010). *Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Daerah Kebarongan Kec. Kemranjen Kab. Banyumas*. Berkala Fisika ISSN: 1410 - 9662 Vol. 13, No. 2, April 2010, hal 49 – 54.
- Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. (1990). *Applied Geophysics*. USA: C