

**IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN ANDESIT MENGGUNAKAN
PEMODELAN INVERSI GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN 3D
PADA DAERAH NEGLASARI, LAMPUNG SELATAN**
(Skripsi)

Oleh

Lintang Prabowo
(1615051043)



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2023**

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF ANDESITE DISTRIBUTION PATTERNS USING 2D AND 3D RESISTIVITY GEOSTRUCTURAL INVERSION MODELING IN THE NEGLASARI AREA, SOUTH LAMPUNG

By

LINTANG PRABOWO

Based on the Tanjung Karang geological map, the stratigraphy of the research area belongs to the Lampung Formation (Qtl), which consists of tuff. The Lampung Formation is part of the Bukit Barisan Range. This formation indicates that the research area is a result of volcanic eruptions. The Way Galih Formation (Pzgs), consisting of green schist and orthogneiss amphibolite diorite, underlies the Tarahan Formation. The research area has the potential for andesite mining, which needs further investigation regarding its potential. Not all andesite deposits are exposed on the surface, so further exploration is necessary to determine the presence of andesite beneath the surface and estimate the potential resources in the research area. Geophysical methods can be employed for andesite exploration, and in this study, the geoelectric method with the *Wenner-Schlumberger* configuration was used. The field data collection procedure involved selecting measurement points. The spacing between electrode lines was determined based on the acquisition design created in Google Earth, following the GPS-marked points. Six survey lines were used, with five lines (Lane 1, 2, 3, 4, and 6) measuring 195 meters in length, and one line (Lane 5) measuring 120 meters. The electrode spacing was set at 5 meters, and the electrode current (C1) and potential (P1) were adjusted from $n=1$ to $n=6$. The distribution of andesite in the location was identified along survey lines 1, 2, 3, 4, and half of survey line 6, with varying depths ranging from 5 to 40 meters. The volume of andesite with resistivity values greater than $140 \Omega\text{m}$, indicating the presence of andesite rock, is estimated to be $1,584,138.89 \text{ m}^3$.

Keywords: Andesite, Geoelectric, Wenner-Schlumberger, 2D inversion.

ABSTRAK

IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN ANDESIT MENGUNAKAN PEMODELAN INVERSI GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN 3D PADA DAERAH NEGLASARI, LAMPUNG SELATAN

Oleh

LINTANG PRABOWO

Berdasarkan peta geologi lembar Tanjung Karang, stratigrafi daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Lampung (Qtl) yaitu berupa tuf. Formasi Lampung termasuk kedalam Lajur Bukit Barisan. Formasi ini menunjukkan bahwa daerah penelitian merupakan produk letusan gunung api. Formasi Way Galih (Pzgs) yang terdiri dari sekis amfibol hijau dan amfibolit ortogenes dioritan berada di bawah formasi Tarahan. Pada daerah penelitian memiliki potensi tambang batu andesit yang perlu untuk diteliti lebih lanjut terkait potensinya. Eksplorasi andesit tidak semuanya tersingkap di permukaan, sehingga perlu dilakukan penyelidikan lebih lanjut mengetahui keberadaan andesit di bawah permukaan untuk memperkirakan potensi sumberdaya andesit di daerah penelitian. Eksplorasi andesit dapat dilakukan menggunakan beberapa metode geofisika, pada penelitian ini metode eksplorasi yang digunakan adalah metode geolistrik konfigurasi *wenner-schlumberger*. Prosedur pengambilan data di lapangan dilakukan dengan menentukan titik pengukuran. Penentuan bentangan arah elektroda didasarkan pada desain akuisisi yang telah dibuat pada Google Earth dan mengikuti titik yang tertera pada GPS. Digunakan 6 lintasan dengan panjang lima lintasan (Lane 1, 2, 3, 4, dan 6) 195 meter dan 1 lintasan lain (Lane 5) yaitu 120 meter. Jarak tiap elektroda 5 meter dan perbesaran jarak a antar elektroda arus (C1) dan elektroda potensial (P1) diperbesar dari $n=1$ hingga $n=6$. Sebaran Andesit di lokasi ditemukan pada lintasan 1, lintasan 2, lintasan 3, lintasan 4, dan setengah lintasan 6 dengan variasi kedalaman 5-40 m. Volume Andesit dengan nilai resistivitas $>140 \Omega\text{m}$ yang diindikasikan merupakan batuan andesit adalah $1.584.138,89 \text{ m}^3$.

Kata kunci: Andesit, Geolistrik, *wenner-schlumberger*, inversi 2D.

**IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN ANDESIT
MENGUNAKAN PEMODELAN INVERSI GEOLISTRIK
RESISTIVITAS 2D DAN 3D PADA DAERAH NEGLASARI,
LAMPUNG SELATAN**

(Skripsi)

Oleh

**LINTANG PRABOWO
1615051043**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN ANDESIT
MENGUNAKAN PEMODELAN INVERSI GEOLISTRIK
RESISTIVITAS 2D DAN 3D PADA DAERAH NEGLASARI,
LAMPUNG SELATAN**

Oleh

Lintang Prabowo

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**

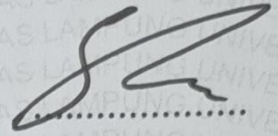


**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2023**

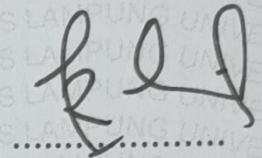
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

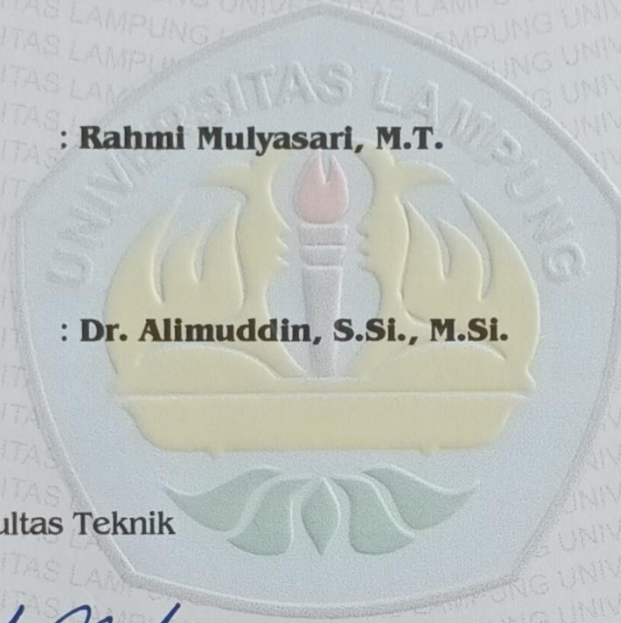
Ketua : Ir. Syamsurijal Rasimeng, M.Si.



Sekretaris : Rahmi Mulyasari, M.T.




Anggota : Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si.



2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Juni 2023

Judul Skripsi

**: IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN
ANDESIT MENGGUNAKAN PEMODELAN
INVERSI GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D
DAN 3D PADA DAERAH NEGLASARI,
LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa

: Lintang Prabowo

Nomor Pokok Mahasiswa : 1615051043

Jurusan

: Teknik Geofisika

Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Syamsurijal Rasimeng, M.Si.

NIP 197307162000121002

Rahmi Mulyasari, M.T.

NIP 19910207 201803 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

Karyanto, S.Si., M.T.

NIP 19691230 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lintang Prabowo

NPM : 1615051043

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah plagiat karya lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 18 Juni 2023

Yang membuat pernyataan



Lintang Prabowo

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lintang Prabowo

NPM : 1615051043

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah plagiat karya lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 18 Juni 2023

Yang membuat pernyataan

Lintang Prabowo

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 7 Februari 1998, sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Slamet Suito dan Ibu Sri Rahayu Sulistyaningsih. Penulis mengawali pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Al-Azhar 2 tahun 2004 dan melanjutkan ke jenjang Sekolah Dasar di SD 3 Perumnas Way Halim pada tahun 2005.

Kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 29 Bandar Lampung pada tahun 2010 dan pada tahun 2013 penulis menyelesaikan pendidikan ke SMA Negeri 1 Bandar Lampung.

Pada tahun 2016 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika Bhuwana pada tahun 2017/2018 sebagai anggota biro danus, dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik pada tahun 2017/2018 sebagai anggota dari dinas danus, kemudian 2019/2020 sebagai anggota biro danus Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika Bhuwana. Pada bulan agustus tahun 2021 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sumur Putri, Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung. Pada tanggal 22 April 2020 hingga 30 Mei 2020 penulis pernah melaksanakan Kerja Praktik di PT. Lampung Geosains Survey Bandar Lampung dengan judul **“IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER BERDASARKAN DATA GEOLISTRIK 1D KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI KABUPATEN KAUR DAN**

BENGKULU KOTAN". Kemudian pada bulan Februari 2023 melakukan penelitian sebagai bahan penyusunan dari Tugas Akhir (TA) di Tarahan dengan judul "**IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN ANDESIT MENGGUNAKAN PEMODELAN INVERSI GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN 3D PADA DAERAH NEGLASARI, LAMPUNG SELATAN**". Hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya pada tanggal 12 Juni 2023.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan berkat rahmat *Allah SWT*. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

Bapak dan Ibu tercinta,

Singgih + Sri Rahayu

Terima kasih atas doa, kasih sayang dan segala bentuk dukungan yang telah diberikan dengan sangat tulus kepada saya. Berkat pengorbanan dan jasa kalian lah yang menghantarkan saya ke titik ini. Semoga kelak saya dapat membahagiakan dan membanggakan keluarga.

Kakak dan Adik tersayang,

Agung Bambang Sadewo dan Sherin Mona

Terima kasih atas do'a dan dukungan yang telah kakak berikan. Terima kasih sudah menjadi panutan dan pelepas penat yang baik untuk penulis. Semoga kelak kita dapat membawa kebahagiaan dan kebanggaan pada orang tua dan keluarga.

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2016

Terimakasih atas do'a dan dukungan kalian selama ini. Terimakasih juga sudah menyambut, menerima, dan menjadi keluarga yang baik untuk saya di tanah rantau ini. Terimakasih untuk semua pengalaman dan pelajaran hidup, serta suka dan duka yang telah kita lalui bersama.

Sukses selalu untuk kita semua.

Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung

Terimakasih atas pengalaman dan bantuannya selama saya menempuh kuliah disini. Semoga abang-abang dan adik-adik sukses selalu dan menjadi pribadi yang terus membantu sesama seperti apa yang telah kalian berikan kepada penulis.

MOTTO

"Dan janganlah kamu berputus asa. "

(QS. Yusuf: 87)

***"I don't want to question, I don't want to be fed emotions, or told what i
am to enjoy. I just want to feel."***

"If You Gaze Long Into an Abyss, the Abyss Also Gazes Into You."

(Friedrich Nietzsche)

"Alon-alon asal kelakon"

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur senantiasa penulis haturkan kepada Allah SWT. atas segala nikmat dan rahmatnya, petunjuk, ilmu, serta kesempatan sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN ANDESIT MENGGUNAKAN PEMODELAN INVERSI GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN 3D PADA DAERAH NEGLASARI, LAMPUNG SELATAN”** dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh Gelar S-1 Teknik Geofisika pada Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Shalawat dan salam semoga selalu untuk nabi yang selalu dinantikan syafaatnya kelak di akhirat yaitu Nabi Muhammad S.A.W.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan bermanfaat guna pembaruan ilmu di masa yang akan datang terutama dalam bidang keilmuan Geofisika. Penulis sadar pada skripsi ini masih terdapat kesalahan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, 18 Juni 2023

Penulis

Lintang Prabowo

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT atas kasih dan cinta-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan s

kripsi dengan judul “**IDENTIFIKASI POLA PERSEBARAN ANDESIT MENGGUNAKAN PEMODELAN INVERSI GEOLISTRIK RESISTIVITAS 2D DAN 3D PADA DAERAH NEGLASARI, LAMPUNG SELATAN**”. Banyak pihak yang terlibat dalam memberikan kontribusi ilmiah, spiritual, materi serta informasi baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Allah SWT.** yang telah melimpahkan rahmat, karunia-Nya lah penulis masih dapat bernafas dan mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. **Ibu dan Bapak tercinta (Ibu Sri Rahayu dan Bapak Singgih)**, yang tak henti-hentinya berkorban, mendidik, berdoa dan mendukung penulis dalam segala hal. Terima kasih banyak atas semua motivasi, kerja keras dan dukungan dalam segala hal selama ini.
3. **Ayah (Selamet Suito)** tercinta yang telah yang tak henti-hentinya berkorban, mendidik, berdoa dan mendukung penulis dalam segala hal. Terima kasih banyak atas semua motivasi, kerja keras dan dukungan dalam segala hal selama ini.
4. Sherin Nova, adik perempuan tersayang dan satu-satunya yang terus memberikan semangat dan motivasi kepada penulis, semoga kita selalu akur dan membuat orang tua bangga.
5. Agung Bambang, kakak yang selalu sempat membantu materi dan menyemangati sehingga penulis dapat melanjutkan secara lancar.
6. Bapak Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu dan membimbing selama perkuliahan ini

7. Bapak Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si. Dan Ibu Rahmi Mulyasari, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah memberikan arahan, masukan serta motivasi bagi penulis.
8. Bapak Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir penulis yang telah memberikan masukan dan saran bagi penulis.
9. Dosen-dosen Teknik Geofisika Universitas Lampung yang saya hormati yang telah memberikan semua ilmu selama ini.
10. **Ikhsan Fadhillah, Puteri Indriyanni AF, Nadya Nur Ningtyas, Ahfasy Kautsar Imam** selaku mentor dan teman berdiskusi yang telah menyampaikan ilmu dan arahan yang baik dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.
11. **MEMIAW SQUAD** (Abroy, Agoy, Aul, Imeh, bagawi, Congwei, Dani, Eki, Jayen, Masna, Miftah, Mamad, Nopal, Ibung) yang telah menemani penulis dan menyemangati penulis dan memberi arahan yang baik dalam membantu menyelesaikan skripsi ini
12. **HENA** (Abror, Ajeng, Bagawi, Eki, Ertika, Gogo, Ipeh, Jayen, Maktiroh, Adrian, Miftah, Pm, Rizka) yang telah menemani penulis dan menyemangati penulis dan memberi arahan yang baik dalam membantu menyelesaikan skripsi ini
13. **Kost Dzaki, Kost PZZ, Kontung Lama, Kontung Baru, Kocil, dan GH** terimakasih telah menjadi tempat persinggahan dan peristirahatan yang nyaman untuk penulis selama ini. Terimakasih juga untuk para penghuni telah menjadi unsur cerita dalam kehidupan penulis.
14. **Alvin, Ahfas, Fikri, Haqqie, Detry, Mufido, dan Yola** selaku Tim SARJANA TEKNIK yang telah saling menyemangati dan mengingatkan satu sama lain tentang tujuan kita menjadi mahasiswa
15. **HIMA TG BHUWANA** selaku tempat yang membentuk penulis menjadi pribadi yang seperti sekarang.
16. **HIMA TG BHUWANA** selaku tempat yang membentuk penulis menjadi pribadi yang seperti sekarang.

17. **kakak dan adik – adik tingkat Teknik Geofisika**, khususnya **Ikhran, Zulfan Efendi dkk (TEAM LAB PPDG SQUAD)** yang telah banyak memberikan pertolongan disaat penulis membutuhkan bantuan.
18. Keluarga besar Teknik Geofisika 2016 yaitu **Tara, Arief, Afifah, Mufido, Nadya, Kristin, Bani, Iis, Clara, Kintani, Pupu, Eko, Puteri, Suci Kurniati, Ahfas, Adli, Alvin, Machrani, Sarah, Haqqie, Gege, Desima, Ramos, Arya, Jaka, Ribka, David, Ripang, Etri, Wahyu, Umam, Ditha, Zahra, Fachrul, Engla, Fristi, Arel, Ikhsan, Fitria, Dini, Puja, Fidel, Alia, Yola, Igo, Bebe, Tri Wahyu, Yovan, Echa, Mirza, Suci Ariska, Fikri, dan Detri** yang telah member dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih atas 7 tahunnya, sudah menjadi cerita dalam perjalanan hidup penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini dan terima kasih sudah ada di saat sedang sedih dan bahagia.
19. Dan berbagai pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan namanya.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fisiografi Daerah Penelitian.....	4
2.2 Stratigrafi Daerah Penelitian	4
2.3 Geologi Lokal.....	6
III. TEORI DASAR	
3.1 Metode Geolistrik.....	9
3.2 Konfigurasi Metode Geolistrik	13
3.2.1 Konfigurasi Wenner-Schlumberger.....	15
3.3 Rumusan Dasar Listrik Dalam Metode Geolistrik.....	16
3.4 Aliran Listrik di Dalam Bumi	20
3.4.1 Titik Arus Tunggal di Permukaan	20

3.4.2 Dua Titik Arus di Permukaan	22
3.5 Sifat Listrik Batuan	25
3.5.1 Konduktivitas	25
3.5.2 Resistivitas Batuan	27
3.6 Mikrofraktur Batuan.....	30

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian	33
4.2 Alat dan Bahan	33
4.3 Jadwal Kegiatan	34
4.4 Diagram Alir	35
4.5 Prosedur Penelitian.....	36

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Prosesing Data Penelitian.....	41
5.2 Pemodelan Penampang 2D Resistivitas	42
5.3 Analisis Persebaran Batuan Andesit di Daerah Penelitian.....	45
5.4 Pemodelan 3D Voxler	50

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	53
6.2 Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Struktur Regional di Pulau Sumatera dan Sekitarnya	4
Gambar 2. Stratigrafi Daerah Penelitian	6
Gambar 3. Geologi Daerah Penelitian	7
Gambar 4. Pola Aliran Arus dan Bidang <i>Equipotential</i> Antara Dua Elektroda Arus Dengan Polaritas Berlawanan.....	11
Gambar 5. Pengaturan Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger	15
Gambar 6. Pola susunan datum dan jarak serta kedalaman pada konfigurasi Wenner-Schlumberger.....	16
Gambar 7. Rangkaian Listrik Sederhana.....	17
Gambar 8. Sumber Area Berupa Titik Pada Permukaan Bumi Homogen (Telford dkk,1990).	20
Gambar 9. Sumber Arus Dua Titik Pada Permukaan Homogen Isotropis .	22
Gambar 10. Perubahan Bentuk Pada <i>equipotential</i> dan Garis Aliran Arus Untuk Dua Titik Sumber Arus Pada Permukaan Tanah Homogen (Telford, dkk, 1990).....	27
Gambar 11. Informasi Perambatan Cetakan Batuan Dari resistivitas dan gelombang ultrasonik variasi. (Jia, 2020)	30
Gambar 12. Perbandingan antara hasil formasi dengan dan tanpa fraktur..	31
Gambar 13. Diagram Alir.....	35

Gambar 14. Susunan Elektroda pada Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	37
Gambar 15. Peta Geologi Titik Pengukuran	41
Gambar 16. Desain Akuisisi Lintasan	43
Gambar 17. Lintasan 1 Pengolahan data 2D (a) pseudosection resistivitas semu, (b) kalkulasi resistivitas semu, (c) hasil inversi resistivitas	43
Gambar 18. Desain Akuisisi Lintasan 1	44
Gambar 19. Penampang 2D dan Topografi Lintasan 1	45
Gambar 20. Desain Akuisisi Lintasan 2	46
Gambar 21. Penampang 2D dan Topografi Lintasan 2	46
Gambar 22. Desain Akuisisi Lintasan 3	46
Gambar 23. Penampang 2D dan Topografi Lintasan 3	47
Gambar 24. Desain Akuisisi Lintasan 4	47
Gambar 25. Penampang 2D dan Topografi Lintasan 4	48
Gambar 26. Desain Akuisisi Lintasan 5	48
Gambar 27. Penampang 2D dan Topografi Lintasan 5	49
Gambar 28. Desain Akuisisi Lintasan 6	50
Gambar 29. Penampang 2D dan Topografi Lintasan 6	50
Gambar 30. Peta lintasan 3D batuan andesit di lokasi penelitian.....	51
Gambar 31. Peta 3D volume batuan andesit di lokasi penelitian.....	52
Gambar 32. Peta 3D volume cadangan total batuan andesit di lokasi penelitian.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan (Telford, 1990).....	24
Tabel 2. Jadwal Kegiatan	34
Tabel 3. Nilai resistivitas batuan dan mineral (Telford, 1990)	40

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur oleh pemerintah Indonesia tentunya berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan bahan galian tambang non logam. Bahan galian tambang non logam dijadikan sebagai bahan baku pembangunan infrastruktur seperti jembatan, dermaga kapal, bendungan, pondasi jalan tol, pondasi jalan kereta api, irigasi, landasan pada pesawat terbang dan konstruksi gedung. Bahan galian tambang non logam yang dapat dimanfaatkan dalam pembangunan infrastruktur tersebut salah satunya adalah batuan andesit. (Patumela, 2015).

Berdasarkan tempat pembentukannya andesit dibagi menjadi dua jenis yaitu andesit yang terbentuk di dalam tanah yang dikenal sebagai andesit intrusif dan yang terbentuk di permukaan bumi sebagai andesit ekstrusif. Batuan andesit sebagai batuan produk hasil gunungapi, umumnya memiliki kristal yang sering kali terjadi secara tidak sempurna, karena disebabkan oleh penurunan suhu lava yang sangat cepat. (Spera, 2000).

Dari peta geologi melihat potensi andesit di daerah penelitian, perlu untuk diteliti lebih lanjut terkait potensinya. Eksplorasi andesit tidak semuanya tersingkap di permukaan, sehingga perlu dilakukan penyelidikan lebih lanjut mengetahui keberadaan andesit di bawah permukaan untuk memperkirakan potensi sumberdaya andesit di daerah penelitian. Eksplorasi andesit dapat dilakukan menggunakan beberapa metode geofisika, pada penelitian ini metode eksplorasi yang digunakan adalah metode geolistrik konfigurasi *wenner-schlumberger*. Metode ini dipilih karena memiliki ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda

potensial lebih baik dengan memunculkan nilai angka yang lebih besar, hal ini dikarenakan posisi antara elektroda arus dan elektroda potensial yang berdekatan dan terstruktur. Selain itu metode tahanan jenis dipilih karena biaya yang dikeluarkan lebih murah, proses pengukuran yang lebih cepat serta proses pengolahan data yang lebih mudah dibandingkan dengan metode geofisika yang lain. (Lestari, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai identifikasi pola persebaran andesit menggunakan pemodelan inversi geolistrik resistivitas 2D dan 3D di daerah Neglasari Lampung Selatan. Hasil dari pengukuran ini selanjutnya dapat dimanfaatkan menjadi bahan rujukan dan informasi pola galian andesit bagi pihak terkait yang membutuhkan.

Hasil dari pengukuran ini berupa persebaran nilai tahanan jenis daerah penelitian yang nantinya akan dilakukan permodelan 2D menggunakan *software* Res2Dinv dan rekonstruksi volumetrik batuan andesit menggunakan *software* Voxler 4. Penelitian dilakukan di Desa Neglasari, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

1.2. Tujuan Penelitian

Berikut adalah beberapa hal yang akan dihasilkan pada penelitian berikut:

1. Memetakan persebaran andesit di daerah penelitian berdasarkan batasan parameter tahanan jenis 2D.
2. Menghitung cadangan batuan andesit di daerah penelitian berdasarkan model 3D resistivitas.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada estimasi volume andesit pada 6 lintasan 2D resistivitas dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.

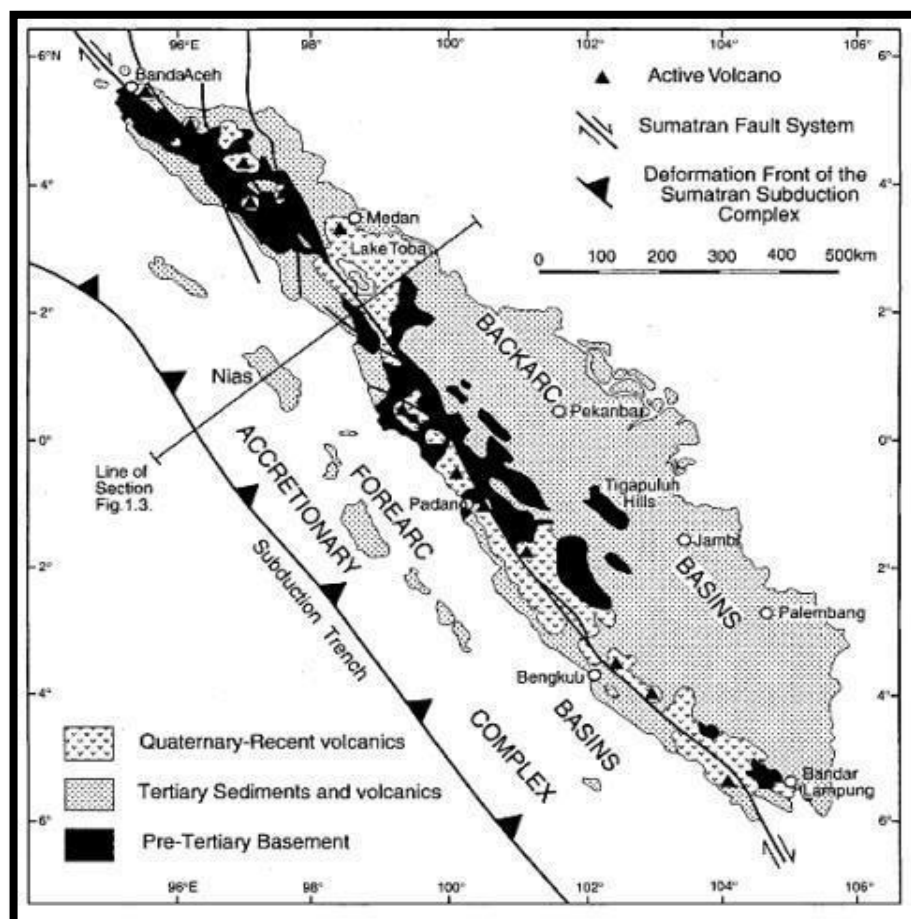
1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan sumbangan ilmu pengetahuan dalam mengidentifikasi pola persebaran andesit dengan pendekatan inversi dengan metode tahanan jenis. Di samping itu hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak terkait dalam melakukan pemanfaatan Sumber Daya Alam.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiografi Daerah Penelitian

Pembagian fisiografi wilayah Bandar Lampung, memiliki morfologi berbukit dengan kelerengan curam dan termasuk ke dalam satuan geomorfologi Perbukitan Struktural Tarahan (Mulyasari dkk., 2018).



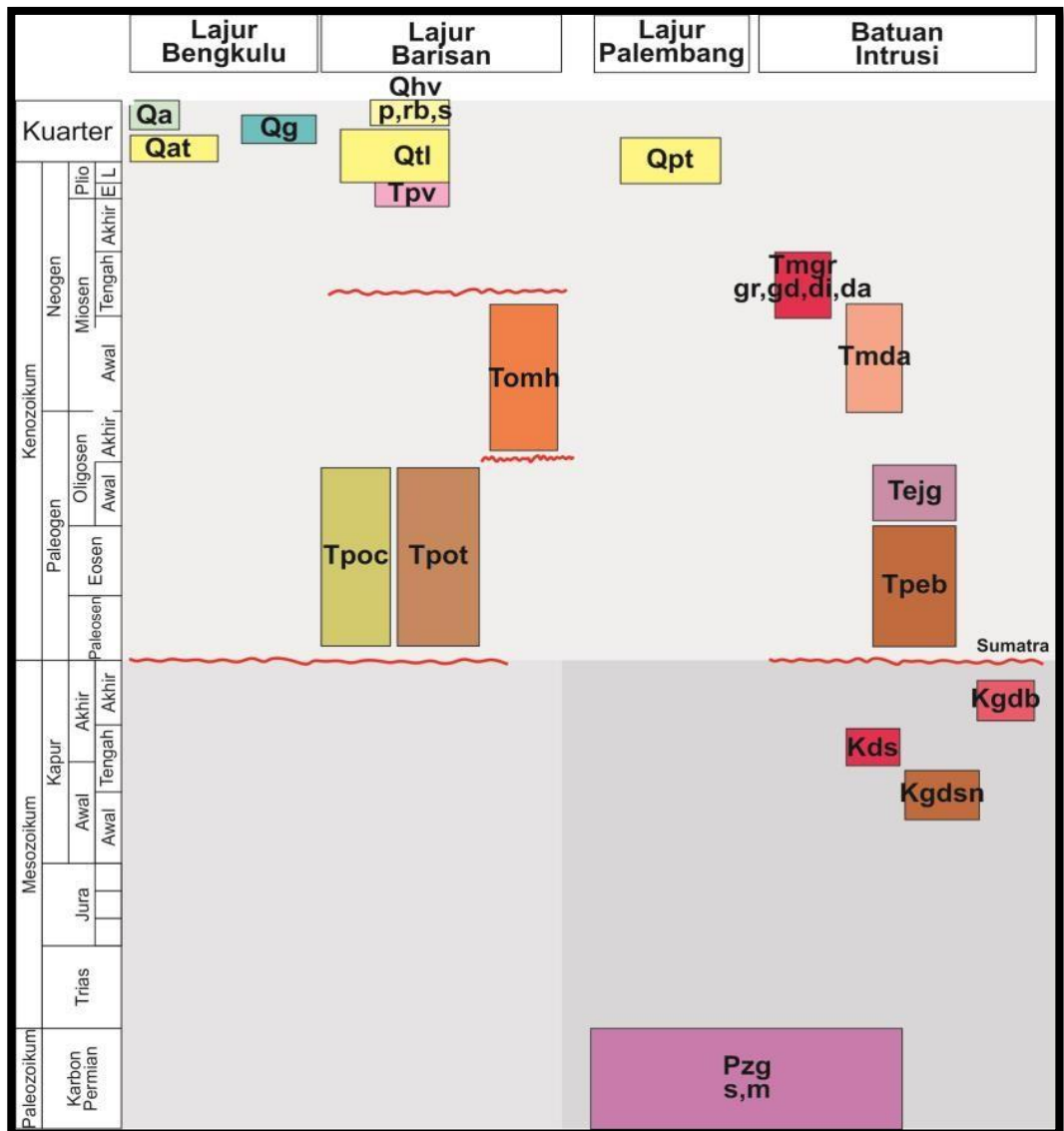
Gambar 1. Peta struktur regional di Pulau Sumatera dan sekitarnya (Barber dkk., 2005).

Berdasarkan **Gambar 1** Fisiografi Sumatra dibagi menjadi tiga blok sesar yaitu Blok Bengkulu, Blok Tengah, dan Blok Sekampung. Daerah penelitian yang terletak pada wilayah Lampung selatan berada pada fisiografi blok sekampung. Blok Bengkulu dan Blok Tengah dipisahkan oleh Sesar Semangko sedangkan Blok Tengah dan Blok Sekampung dipisahkan oleh Sesar Lampung. Diperkirakan Sesar Lampung berlanjut hingga arah selatan memotong kompleks Gunung Rajabasa dan Gunung Belerang (Kusumasari, 2017).

Selain sesar, struktur geologi lain yang berkembang adalah struktur kawah yang diantaranya berupa kawah puncak G. Belerang yang terdapat di puncak Gunung Rajabasa. Pada kawah puncak Rajabasa dan kawah puncak Belerang, gawir-gawir yang terbentuk di sekeliling kawah terjadi karena peristiwa letusan yang dilanjutkan oleh adanya fase penghancuran membentuk morfologi kawah (Suswati dkk., 2001).

2.2. Stratigrafi Daerah Penelitian

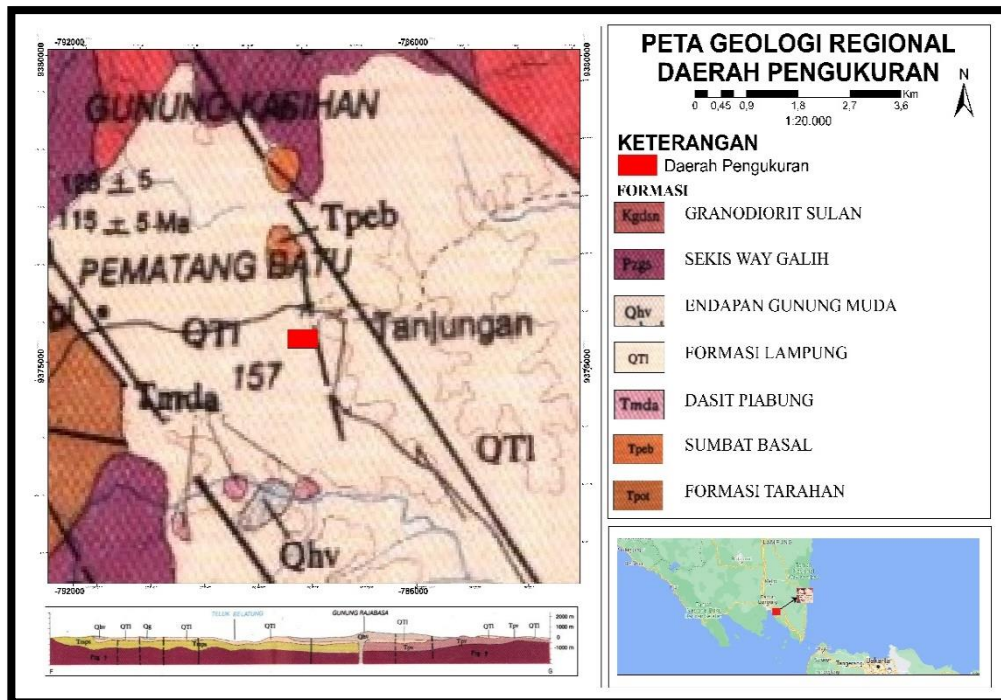
Berdasarkan peta geologi lembar Tanjung Karang, stratigrafi daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Lampung (Qtl) yaitu berupa tuf berbatuapung, tuf riolitik, tuf tufit, batu lempung tufan dan batupasir tufan.



Gambar 2. Stratigrafi daerah penelitian (Mangga, dkk., 1993)

Formasi Lampung termasuk kedalam Lajur Bukit Barisan. Formasi ini menunjukkan bahwa daerah penelitian merupakan produk letusan gunung api. Formasi Way Galih (Pzgs) yang terdiri dari sekis amfibol hijau dan amfibolit ortogenes dioritan berada di bawah formasi Tarahan (Tpot) (Dani, 2020).

2.3 Geologi Lokal



Gambar 3. Geologi lokasi penelitian.

Adapun Penjelasan tentang formasi dari daerah penelitian sebagai berikut:

- Granodiorit Sulan (Kgsn)

Satuan Granodiorit Sulan pada umumnya berupa granodiorit.

- Formasi Kasai (Pzgs)

Satuan berikutnya adalah sekis Way Galih, yang terdiri atas batuan metamorf sekis amfibol dan amfibolit hijau, menyebar di bagian Selatan satuan granodiorit. merupakan sisa-sisa busur magma Paleozoikum serta sisa-sisa runtunan sediment malih parit atau tanah muka yang berhubungan dengan busur tersebut.

- Batuan Gunungapi Kwartir Muda (Qhv)

Batuan Gunung Api Rajabasa (Qhv) termasuk endapan gunung api muda (Kwartir) sebagai produk erupsi Gunung api Rajabasa. Batuan ini tersusun oleh lava andesit basal, breksi dan tuf, yang membentuk tubuh kerucut gunung api komposit Rajabasa.

- Formasi Lampung (QTI)

Satuan Formasi Lampung pada umumnya berupa tuf berbatuapung, tuf riolitik, tuf tufit, batu lempung tufan dan batupasir tufan. Formasi Lampung termasuk kedalam

Lajur Bukit Barisan.

- Formasi Dasit Piabung (Tmda)

Formasi Dasit Piabung (Tmda) merupakan batuan terobosan (intrusi) yang terbentuk pada masa Kenozoikum Miosen Awal sampai dengan Miosen Tengah yang terdiri dari batuan dasit.

- Sumbat Basal (Tpeb)

Satuan Sumbat Basal pada umumnya berupa basal.

- Formasi Tarahan (Tpot)

Satuan Formasi Tarahan pada umumnya berupa tuf dan breksi dengan sisipan rijang. Formasi Tarahan termasuk ke dalam Lajur Bukit Barisan.

III. TEORI DASAR

3.1. Metode Geolistrik

Metode Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara pendekteksian dipermukaan bumi. Diantaranya meliputi pengukuran potensial, pengukuran arus medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alami maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak macam, termasuk di dalamnya yaitu: Metode *Self Potential* (SP), Metode Tahanan Jenis/*Resistivity*, Arus *Telluric*, *Magnetotelluric*, potensial terimbas (Reynold, 1997).

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di dalam bumi. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial, hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran (Reynold,1997).

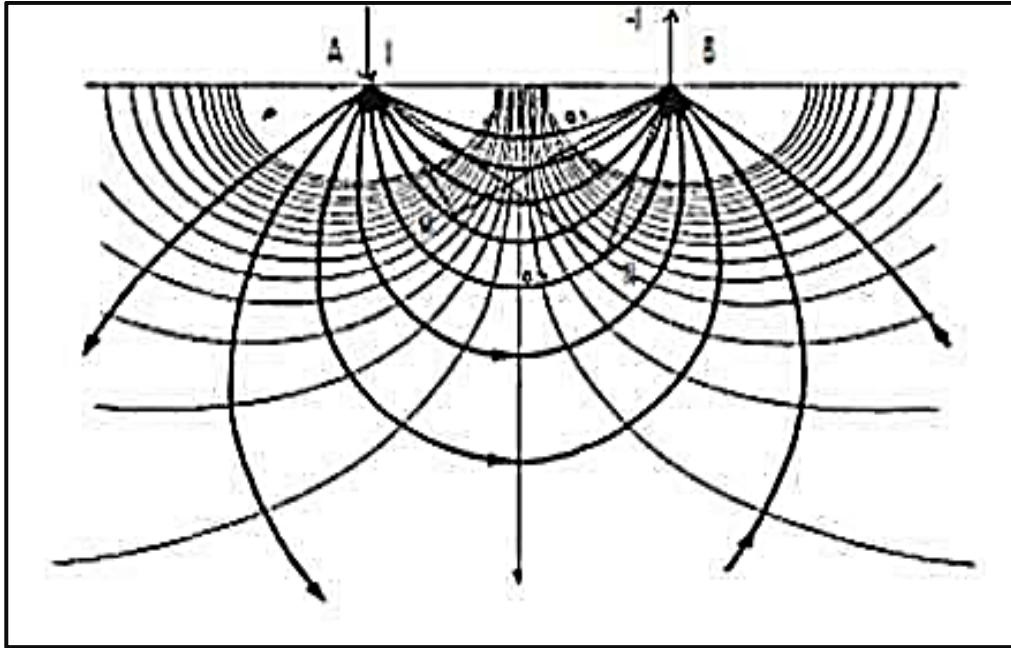
Data yang diperoleh di lapangan merupakan data nilai resistivitas bawah permukaan. Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan inversi sehingga diperoleh variasi resistivitas dari suatu sistem pelapisan tanah yang berasosiasi dengan struktur geologi di bawah permukaan (Djoko, 2002).

Pada metode geolistrik resistivitas terdapat 2 macam metode dalam pengambilan datanya, yaitu: metode geolistrik resistivitas *mapping* dan *sounding*. Metode resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan tanah bawah permukaan secara horizontal, oleh karena itu pada metode ini digunakan jarak spasi elektroda yang tetap untuk semua titik *sounding* di permukaan bumi. Sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan batuan di dalam permukaan bumi secara vertikal. Pada metode ini, pengukuran pada suatu titik *sounding* dilakukan dengan jalan mengubah-ubah jarak elektroda. Perubahan jarak

elektroda dilakukan dari jarak elektroda kecil kemudian membesar secara gradual. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi.

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui dua buah elektroda tegangan M dan N yang jaraknya lebih pendek daripada jarak elektroda AB. Bila posisi jarak elektroda A B diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda M N ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi pada kedalaman yang lebih besar (Smith and Silver, 1991).

Kedalaman lapisan batuan yang biasa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh jarak AB yang biasa disebut $AB/2$ (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan dari injeksi ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari $AB/2$. Umumnya metode geolistrik yang sering digunakan adalah yang menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) dibagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) dibagian dalam. Pada **Gambar 4.** di bawah ini adalah ilustrasi garis *equipotential* yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi.



Gambar 4. Pola Aliran arus dan bidang *Equipotential* antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Bahri, 2005).

Pada **Gambar 4.** yang menyerupai setengah lingkaran terdapat sebaran arus pada permukaan akibat arus listrik yang dikirim kebawah permukaan. Garis tengah menunjukkan arus yang dikirim mengalami respon oleh suatu lapisan yang homogen. Sedangkan arus putus-putus menunjukkan arus normal dengan nilai yang sama. Garis-garis tersebut disebut dengan garis *equipotential*. Dimana medan listrik titik sumber di dalam bumi dianggap memiliki simetri bola (Bahri, 2005).

Metode geolistrik tahanan jenis didasarkan pada anggapan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis yang sebenarnya dan tidak tergantung pada spasi elektroda. Namun pada kenyataannya bumi tersusun atas lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Karenanya, harga resistivitas yang diukur seolah-olah merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja. Resistivitas yang terukur sebenarnya adalah resistivitas semu (ρ_a) (Reynold, 2005). Berdasarkan Persamaan (1) besar resistivitas semu dapat dinyatakan dalam bentuk:

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

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \quad (3)$$

Dimana K adalah faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur ΔV dan I maka dapat ditentukan harga resistivitas (Reynolds, 2005).

Beberapa hal yang mempengaruhi nilai resistivitas semu adalah sebagai berikut (Hurun, 2016):

1. Ukuran butir penyusun batuan, semakin kecil besar butir maka kelulusan arus akan semakin baik, sehingga mereduksi nilai tahanan jenis.
2. Komposisi mineral dari batuan, semakin meningkat kandungan mineral *clay* akan mengakibatkan menurunnya nilai resistivitas.
3. Kandungan air, air tanah atau air permukaan merupakan media yang mereduksi nilai tahanan jenis.
4. Kelarutan garam dalam air di dalam batuan akan mengakibatkan meningkatnya kandungan ion dalam air sehingga berfungsi sebagai konduktor.
5. Kepadatan, semakin padat batuan akan meningkatkan nilai resistivitas.

3.2. Konfigurasi Metode Geolistrik

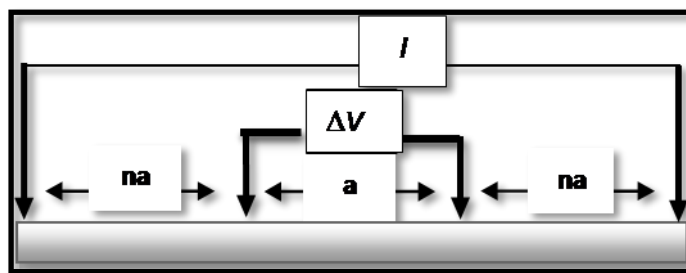
Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada kenyataan bahwa sebagian dari arus listrik yang diberikan pada lapisan tanah, menjalar ke dalam tanah pada kedalaman tertentu dan bertambah besar dengan bertambahnya jarak antar elektroda. Dalam pengukuran geolistrik resistivitas jika sepasang elektroda diperbesar, distribusi potensial pada permukaan bumi akan semakin membesar dengan nilai resistivitas yang bervariasi (Loke, 2000).

Metode ini lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 300 meter. Oleh karena itu, metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi minyak tetapi lebih banyak digunakan dalam bidang teknik geologi seperti penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian air tanah, juga digunakan dalam eksplorasi geothermal. Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda potensial dan elektroda-

elektroda arus, dikenal beberapa jenis konfigurasi resistivitas tahanan jenis, antara lain (Stummer, 2003).

3.2.1 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor perbandingan “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda AM dengan jarak antara MN seperti pada **Gambar 5**. Jika jarak antara elektroda potensial MN adalah a maka jarak antar elektroda arus (A dan B) adalah $2na + a$.

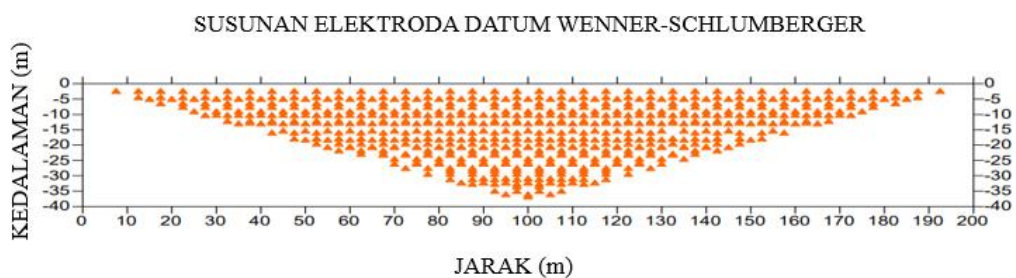


Gambar 5. Pengaturan Elektroda Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Faktor geometri dari konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah:

$$k = n(n+1)\pi a \quad (6)$$

Dengan a adalah jarak antara elektroda M dan N.



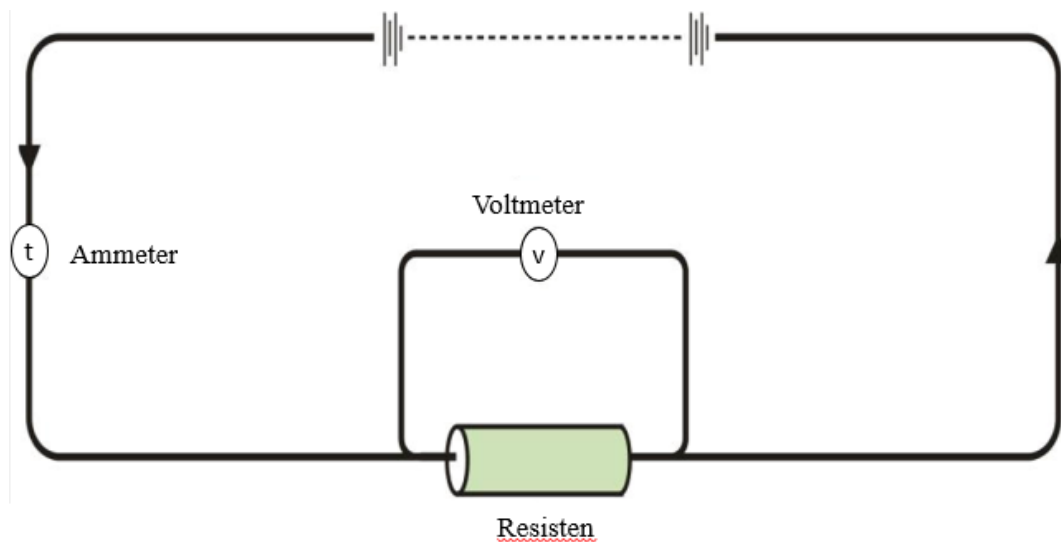
Gambar 6. Pola susunan datum dan jarak serta kedalaman pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Wenner-Schlumberger adalah susunan elektroda yang paling cocok ketika struktur vertikal dan horizontal hadir di bawah permukaan. Ini mendefinisikan kontak vertikal dan horizontal dan mewakili zona rekahan vertikal dan rongga lebih akurat daripada susunan *Wenner* dan *Dipole-dipole*. Selain itu, ia memberikan

kedalaman penyelidikan terbesar daripada array *Dipol-dipol* dan *Wenner*. (Thabit, 2015.)

3.3 Rumusan Dasar Listrik dalam Metode Geolistrik

Metode Geolistrik resistivitas bekerja karena pengukuran beda potensial pada titik-titik di permukaan bumi yang diproduksi dengan langsung mengalirkan arus ke bawah permukaan. Hal ini bermanfaat untuk menentukan distribusi resistivitas di bawah permukaan dan kemudian digunakan untuk interpretasi material-material yang potensial, kita perlu meninjau ulang secara singkat konsep kelistrikan (Burger, 1992).



Gambar 7. Rangkaian listrik sederhana

Pada **Gambar 7.** diatas mengilustrasikan sebuah rangkaian listrik dasar yang di dalamnya terdapat baterai, kabel penghubung dan sebuah resistor. Baterai mengatur beda potensial di antara dua titik (kutub positif dan kutub negatif). Baterai dengan demikian berfungsi sebagai sebuah sumber gaya listrik (GGL) di dalam perpindahan muatan melalui rangkaian, seperti halnya ketika memompa air melewati saluran pipa. Kaidah yang dipakai disini adalah untuk menentukan aliran arus sebagai perpindahan muatan positif. Untuk menyempurnakan aliran air berarti harus memindahkan muatan positif dari sebuah potensial rendah di kutub negatif (-) menuju potensial tinggi di kutub positif (+). Gaya yang bekerja dalam perubahan potensial membutuhkan sebuah gaya yang dinamakan gaya elektromotif atau emf (*electromotive force*) yang satuannya berupa *volt* (V).

Perpindahan dari muatan-muatan yang melewati kabel penghubung per satuan waktu dinamakan arus. Secara matematis (Burger, 1992):

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad (7)$$

atau

$$I = \frac{q}{t} \quad (8)$$

Dimana (I) adalah arus dalam satuan *ampere*, (q) adalah muatan dalam satuan *coulomb* dan (t) adalah waktu dalam detik.

Konsep lain yang sangat penting di dalam survei geolistrik resistivitas adalah rapat arus J . Rapat arus didefinisikan sebagai arus yang melewati suatu penampang lintang per satuan luas, secara matematis ditulis:

$$J = \frac{I}{a} \quad (9)$$

Pada persamaan diatas dijelaskan bahwa kuantitas arus yang sama dan melewati luas penampang lintang yang berbeda akan menghasilkan rapat arus yang berbeda. George Simon Ohm adalah fisikawan Jerman yang pertama kali memperkenalkan hubungan antara kuat arus, tegangan dan hambatan listrik melalui hukumnya yang mengatakan bahwa arus (i) adalah berbanding lurus terhadap tegangan (V) dan berbanding terbalik terhadap hambatan (R).

$$I = \frac{V}{R} \quad (10)$$

Pada dasarnya material penyusun benda bervariasi, sehingga masing masing benda memiliki variasi daya hambat listrik. Variasi hambatan dapat diketahui melalui pengukuran secara langsung terhadap arus dan tegangan.

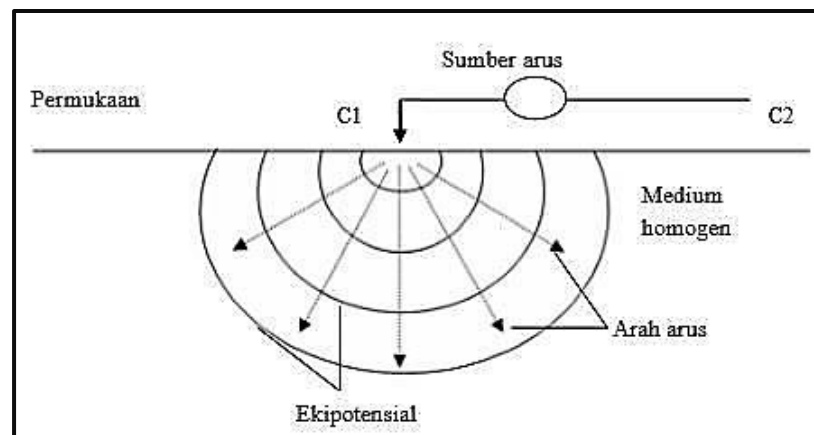
Pendekatan lain bahwa hambatan bukan hanya dipengaruhi oleh jenis materialnya, tetapi juga dipengaruhi oleh dimensinya (Burger, 1992).

3.4 Aliran Listrik di Dalam Bumi

3.4.1 Titik Arus Tunggal di Permukaan

Metode pendekatan yang paling sederhana dalam mempelajari secara teoritis tentang aliran arus listrik di dalam bumi adalah dianggap homogen dan isotropis (Telford, dkk.,1990). Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan

potensial dengan kontur *equipotential* berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan.



Gambar 8. Sumber arus berupa titik pada permukaan bumi homogen isotropis (Telford dkk., 1990).

Pada **Gambar 8.** dalam hal ini arus mengalir melalui permukaan setengah bola maka arus yang mengalir melewati permukaan tersebut adalah (Telford, dkk., 1990). Jika sebuah elektroda tunggal yang dialiri arus listrik diinjeksikan pada permukaan bumi yang homogen isotropis, maka akan terjadi aliran arus menyebar dalam tanah secara radial dan apabila udara di atasnya memiliki konduktivitas nol, maka garis potensialnya akan berbentuk setengah bola.

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur *equipotential* berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan. Dalam hal ini, arus mengalir melalui permukaan setengah bola maka arus yang mengalir melewati permukaan tersebut adalah:

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dv}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (13)$$

dimana:

$$J = -\sigma \frac{dv}{dr} \quad (14)$$

Untuk konstanta integrasi A dalam setengah bola, yaitu:

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

Sehingga diperoleh:

$$V = -\frac{A}{r} \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \quad (16)$$

Dimana :

ΔV = Beda potensial

I = Kuat arus yang dilalui oleh bahan (*Ampere*)

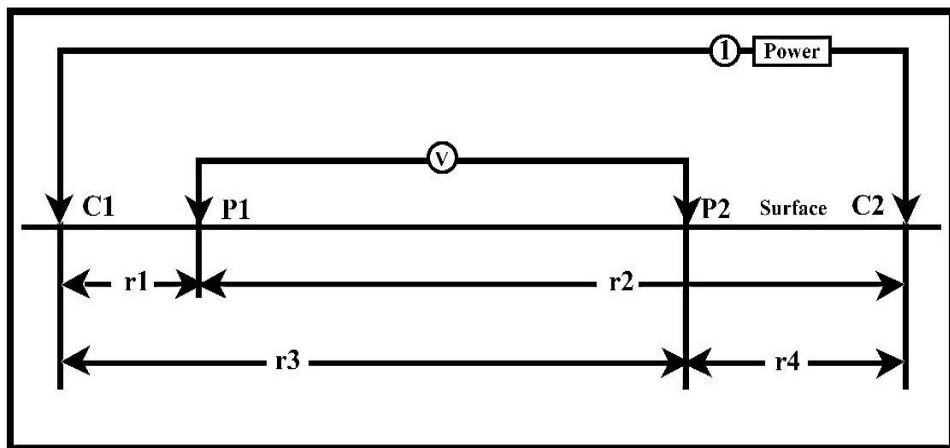
Maka nilai resistivitas listrik yang diberikan oleh medium:

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (17)$$

Persamaan ini merupakan persamaan *equipotential* permukaan setengah bola yang tertanam di bawah permukaan tanah (Telford, 1990).

3.4.2 Dua Titik Arus di Permukaan

Saat memasukkan dua arus pada elektroda seperti pada **Gambar 10**, potensial yang dekat pada titik permukaan akan dipengaruhi oleh kedua arus elektroda tersebut.



Gambar 9. Sumber arus dua titik pada permukaan homogen isotropis (Telford, dkk, 1990).

Pada **Gambar 9**, dapat dijelaskan dengan persamaan potensial yang disebabkan C1 pada P1 adalah sebagai berikut:

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} \quad \text{dimana} \quad A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (18)$$

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} \quad \text{dimana} \quad A_2 = -\frac{I\rho}{2\pi} = -A_1 \quad (19)$$

Karena arus pada dua elektroda sama dan berlawanan arah, sehingga diperoleh:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (20)$$

Setelah diketahui potensial elektroda yang kedua pada P2 sehingga dapat mengukur perbedaan potensial antara P1 dan P2 maka akan terjadi

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

Dimana:

ΔV : beda potensial

I : arus (A)

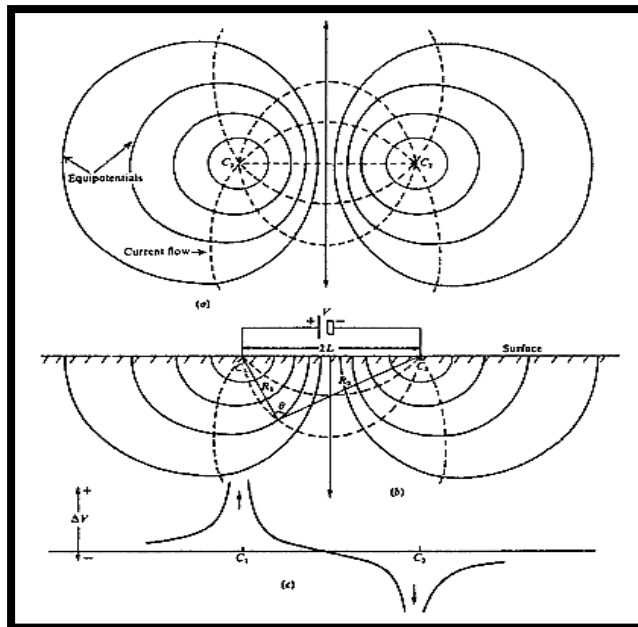
ρ : resistivitas (Ωm)

r_1 : jarak C1 ke P1 (m)

r_2 : jarak C2 ke P1 (m)

r_3 : jarak C1 ke P2 (m)

r_4 : jarak C2 ke P2 (m)



Gambar 10. Perubahan bentuk pada bidang *equipotential* dan garis aliran arus untuk dua titik sumber arus pada permukaan tanah homogen (Telford, dkk, 1990).

Pada **Gambar 10** menunjukkan hubungan yang tersusun pada empat elektroda yang menyebar secara normal digunakan dalam resistivitas medan gaya. Pada konfigurasi ini garis aliran arus dan bidang *equipotential* yang berubah bentuk disebabkan oleh dekatnya elektroda arus yang kedua C2. Ditunjukkan pada gambar di bawah ini dengan garis arus orthogonal. Perubahan bentuk dari *equipotential* terbukti dalam wilayah diantara arus elektroda. Setiap medium (lapisan batuan) mempunyai sifat kelistrikan berbeda-beda, tergantung dari 8 faktor, yaitu kandungan mineral logam, kandungan mineral non logam, kandungan elektrolit

padat, kandungan air garam, perbedaan tekstur batuan, perbedaan porositas batuan, perbedaan permeabilitas batuan, dan perbedaan temperatur (Saputro, 2010). Nilai resistivitas batuan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan (Telford, 1990)

Material	Resistivity (Ohm-meter)
Pirit (<i>Pyrite</i>)	0.01-100
Kwarsa (<i>Quartz</i>)	500-800000
Kalsit (<i>Calcite</i>)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam Batu (<i>Rock Salt</i>)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit (<i>Granite</i>)	200-10000
Andesit (<i>Andesite</i>)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal (<i>Basalt</i>)	200-100.000
Gamping (<i>Limestones</i>)	500-10000
Batu Pasir (<i>Sandstone</i>)	200-8000
Batu Tulis (<i>Shales</i>)	20-2000
Pasir (<i>Sand</i>)	1-1000
Lempung (<i>Clay</i>)	1-100
Air Tanah (<i>Ground Water</i>)	0.5-300
Air Asin (<i>Sea Water</i>)	0.2-0.21
Magnetit (<i>Magnetite</i>)	0.01-1000
Kerikil Kering (<i>Dry gravel</i>)	600-10000
Aluvium (<i>Alluvium</i>)	10-800
Kerikil (<i>Gravel</i>)	100-600
Pasir Lempungan (<i>Consolidated shales</i>)	$20 - 2 \times 10^3$

3.5 Sifat Listrik Batuan

Resistivitas adalah karakteristik batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Aliran arus listrik dalam batuan dan

mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik dan konduksi secara dielektrik (Milsom, 2003).

Sifat konduktivitas listrik tanah dan batuan pada permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air, kadar garam atau salinitas air, serta bagaimana cara air didistribusikan dalam tanah dan batuan tersebut. Konduktivitas listrik batuan yang mengandung air sangat ditentukan terutama oleh sifat air, yakni elektrolit (larutan garam yang terkandung dalam air yang terisi dari anion dan kation yang bergerak bebas dalam air).

Adanya medan listrik eksternal menyebabkan kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negatif sedangkan anion menuju kutub positif. Tentu saja, batuan berpori ataupun tanah yang terisi air, nilai resistivitas listriknya berkurang dan bertambahnya kandungan air. Begitupula sebaliknya, nilai resistivitas listriknya akan bertambah dengan berkurangnya kandungan air (Telford dkk.,1990).

3.5.1 Konduktivitas

Sifat konduktivitas listrik tanah dan batuan pada permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air, kadar garam atau salinitas air, serta bagaimana cara air didistribusikan dalam tanah dan batuan tersebut. Konduktivitas listrik batuan yang mengandung air sangat ditentukan terutama oleh sifat air, yakni elektrolit (larutan garam yang terkandung dalam air yang terisi dari anion dan kation yang bergerak bebas dalam air). Adanya medan listrik eksternal menyebabkan kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negatif sedangkan anion menuju kutub positif. Tentu saja, batuan berpori ataupun tanah yang terisi air, nilai resistivitas listriknya berkurang dan bertambahnya kandungan air. Begitupula sebaliknya, nilai resistivitas listriknya akan bertambah dengan berkurangnya kandungan air (Telford, dkk, 1990).

3.5.1.1 Konduksi Secara Elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan

tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitupula sebaliknya. Resistivitas mempunyai pengertian berbedapula dengan resistansi (hambatan),dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga tergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut. Sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri (Lowrie, 2007).

3.5.1.2 Konduksi Secara Elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang (Lowrie, 2007).

3.5.1.3 Konduksi Secara Dielektrik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak ada sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik di luar, sehingga terjadi polarisasi (Lowrie, 2007).

3.5.2 Resistivitas Batuan

Resistivitas adalah karakteristik batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Aliran arus listrik dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu : konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik dan konduksi secara dielektrik (Milsom, 2003).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besaran resistivitas. Faktor-faktor tersebut adalah jenis batuan, matriks batuan, mineral lempung, porositas dan permeabilitas, salinitas, dan temperatur. Adapun penjelasan lebih lanjut sebagai berikut (Chandra, 2011).

3.5.2.1 Jenis batuan

Tiap batuan memiliki interval besaran resistivitas. Namun, suatu interval resistivitas batuan tertentu terkadang sebagian sama dengan interval batuan yang lainnya. Oleh karena itu, nilai resistivitas batuan harus dikorelasikan dengan data pendukung lainnya. Hal ini dapat berupa data geologi maupun data bor untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat (Chandra, 2011).

3.5.2.2 Matriks batuan

Matriks merupakan butiran yang berukuran lebih kecil dari fragmen dan terletak diantara batuan-batuan asli yang dapat terendapkan bersamaan bersama fragmen. Matriks dapat berupa pecahan batuan, mineral atau fosil (Engler, 2012).

3.5.2.3 Mineral lempung

Iklim tropis seperti di Indonesia merupakan faktor alamiah yang sangat mempengaruhi kondisi batuan, terutama terjadinya proses pelapukan. Dalam suatu proses pelapukan, semua material (batuan, logam, dan sebagainya) akan diubah menjadi lempung (Chandra, 2011).

3.5.2.4 Porositas dan permeabilitas

Porositas merupakan presentase dari volume fluida dalam pori dengan volume total batuan. Hubungan antara resistivitas dengan porositas batuan yang tidak mengandung lempung terdapat pada Persamaan (1) (Telford, dkk, 1990).

Permeabilitas merupakan kemampuan batuan untuk meneruskan fluida dan ion-ion. Bila porositas dan permeabilitas fluida dapat dikaitkan untuk memberikan jenis batuan atau tanah, maka hal tersebut beralasan pula untuk mengharapkan

bahwa adanya hubungan antara permeabilitas batuan dan resistivitas (Telford, dkk, 1990).

3.5.2.5 Salinitas air pada batuan

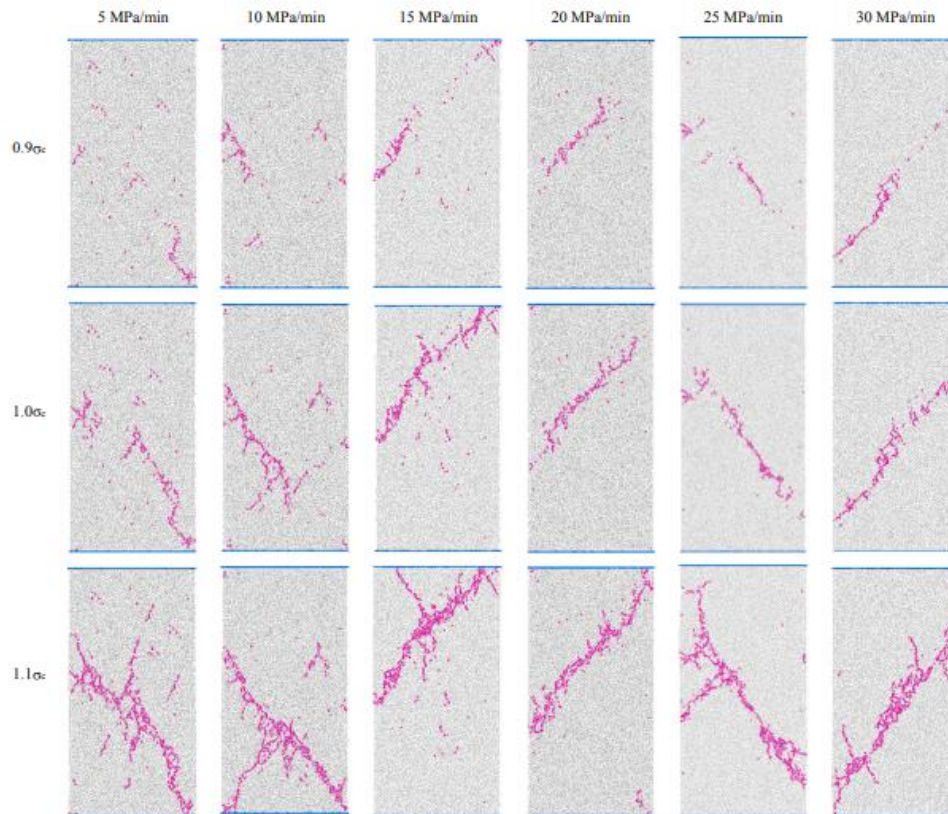
Salinitas air dipengaruhi oleh ion-ion yang terkandung dalam air asin pada batuan. Air asin ini memiliki sifat mudah menghantarkan elektron-elektron bebas melalui media tersebut sehingga air asin memberikan respon yang lebih rendah terhadap nilai resistivitas. Tingginya salinitas pada daerah eksplorasi dapat disebabkan oleh adanya intrusi air laut (Hersir, dkk, 2010).

3.5.2.6 Temperatur

Pengaruh temperatur pada suatu batuan yang meningkat akan menurunkan nilai resistivitas batuan tersebut. Hal ini disebabkan oleh pergerakan ion-ion yang akan semakin menurun jika viskositas menurun. Namun, hal tersebut berlaku untuk temperatur 0-200°C. Sedangkan pada temperatur diatas 300°C akan meningkatkan nilai resistivitas seperti yang terlihat pada **Gambar 12** (Hersir, dan Árnason, 2010).

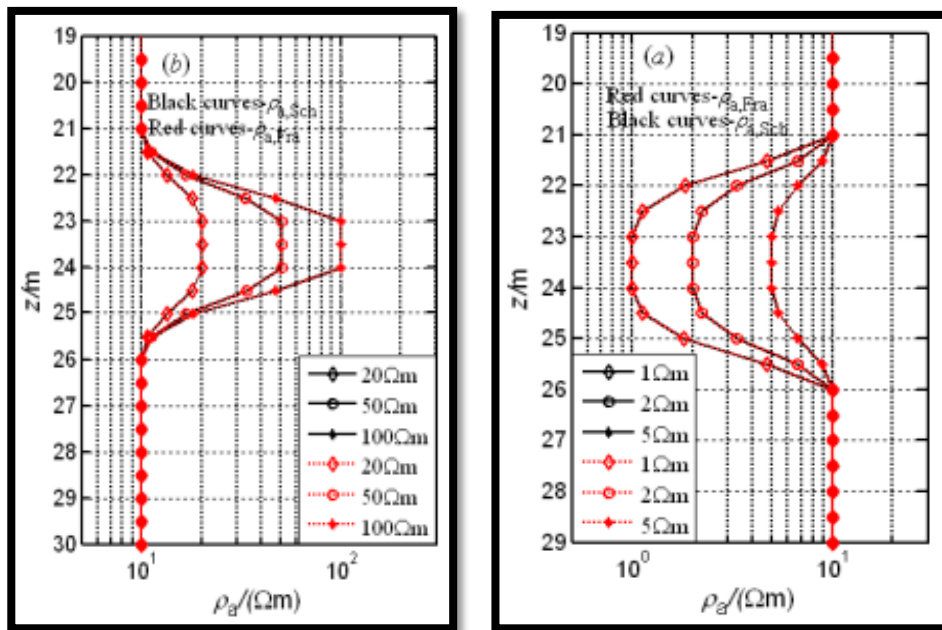
3.6 Mikrofraktur Batuan

Ada hubungan yang signifikan antara perubahan resistivitas dan proses fraktur batuan. Sesuai dengan inisiasi retak, propagasi, dan penggabungan, perubahan resistivitas bisa dibagi menjadi empat tahap yaitu tahap stasioner, tahap menurun, tahap penurunan tiba-tiba dan tahap bergelombang.



Gambar 11. Informasi perambatan retakan batuan dari resistivitas dan gelombang ultrasonik variasi. (Jia, 2020)

Di awal pengukuran muatan, retakan mikro yang ada dipadatkan, dan resistivitasnya hampir tidak berubah; dengan beban yang meningkat, retakan mulai berkembang, menyebabkan resistivitas menurun secara bertahap; dan dengan penggabungan dan penetrasi retakan, resistivitas turun dengan cepat dan kemudian melonjak secara dramatis karena pembukaan celah dan kerusakan batuan.



Gambar 12. Perbandingan antara hasil formasi dengan dan tanpa fraktur (resistivitas fluida dalam fraktur diambil dari resistivitas formasi menengah). (a) RLR (*Resistivity Logging Response*) ketika masing-masing resistivitas formasi adalah 1, 2, dan 5 Ωm , (b) RLR ketika resistivitas masing-masing formasi adalah 20, 50, dan 100 Ωm (Liu, 2018)

1. Ketika fraktur memiliki lebar bukaan yang kecil dan diisi dengan cairan yang sangat resisten, hal itu berdampak signifikan pada RLR.
2. Dengan bertambahnya sudut kemiringan rekahan (θ menurun), RLR fluida pada rekahan menjadi lebih besar. Namun, untuk rekahan dengan lebar bukaan kecil, resistivitas semu formasi rekahan lebih kecil pada posisi perpotongan rekahan dengan casing.
3. Fraktur miring dengan lebar bukaan besar memiliki RLR yang lebih jelas. Oleh karena itu, RLR formasi dengan retakan miring yang diisi dengan fluida yang sangat resisten harus dipertimbangkan sepenuhnya dalam evaluasi formasi, terutama dalam pendataan resistivitas melalui casing. Metode ini juga berlaku bila resistivitas semu fluida di dalam rekahan lebih tinggi daripada resistivitas formasi di sekitar rekahan.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Februari-Juli 2023 di Provinsi Lampung dan dilanjutkan dengan pengolahan data dan analisis data di Laboratorium Eksplorasi Teknik Geofisika Universitas Lampung. Lokasi pengambilan data ini terletak di Desa Neglasari, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

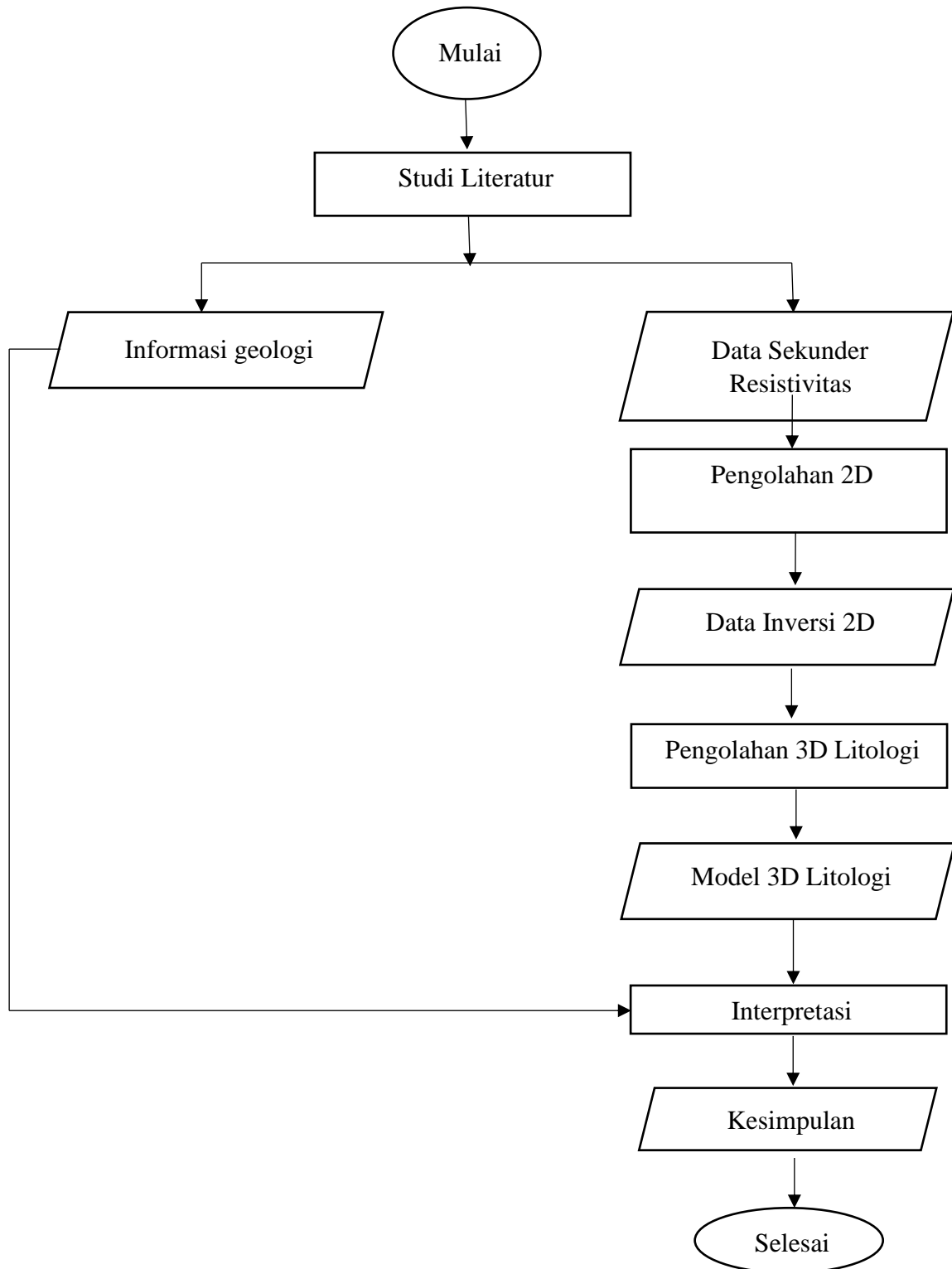
4.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Peta Geologi Regional
2. Laptop serta perangkat lunak, seperti : *Google Earth*, *Res2Dinv* (Pengolahan 2D), *Voxler 4* (Pengolahan 3D), *Microsoft Excel v.2013*, dan *Microsoft Word v. 2013*

4.4 Diagram Alir

Penelitian ini memiliki diagram alir yang terdapat pada **Gambar 15.** berikut ini.



Gambar 13. Diagram Alir

C. Prosedur Penelitian

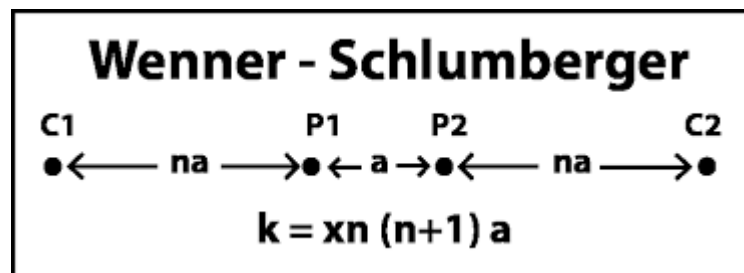
Prosedur ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu pra penelitian, pengambilan data dan interpretasi data.

1. Pra penelitian

Dilakukan studi literatur tentang teori-teori yang berhubungan dengan tanah longsor baik berupa buku maupun jurnal ilmiah sebagai sumber referensi. Kegiatan yang dilakukan selain studi literatur yaitu survei lokasi atau pengamatan langsung kondisi geologi wilayah tersebut agar diketahui gambaran lokasi penelitian dan mengurus surat izin penelitian di daerah tersebut.

2. Pengambilan data

Prosedur pengambilan data di lapangan dilakukan dengan menentukan titik pengukuran. Penentuan bentangan arah elektroda didasarkan pada desain akuisisi yang telah dibuat pada *Google Earth* dan mengikuti titik yang tertera pada *GPS*. Digunakan 6 lintasan dengan panjang lima lintasan (Lane 1, 2, 3, 4, dan 6) 195 meter dan 1 lintasan lain (Lane 5) yaitu 120 meter. Jarak tiap elektroda 5 meter dan perbesaran jarak a antar elektroda arus (C1) dan elektroda potensial (P1) diperbesar dari $n=1$ hingga $n=6$ yang ditunjukkan pada **Gambar 17**.



Gambar 14. Susunan Elektroda pada Metode Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Prosedur pengambilan data lapangan adalah sebagai berikut.

1. Mengukur panjang lintasan dengan meteran sesuai hasil survei.
2. Mengulurkan kabel dan memasang elektroda sesuai dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan spasi awal (a).
3. Menghubungkan kabel-kabel arus dan potensial ke *resistivitymeter*.

4. Mengaktifkan *resistivitymeter*, kemudian melakukan akuisisi data tegangan dan arus.
5. Mencatat hasil nilai akuisisi data tegangan (volt) dan arus (ampere).
6. Untuk pengukuran kedua, ketiga dan seterusnya elektroda tegangan dan arus berpindah sejauh 5 meter dari titik awal menggunakan spasi elektroda sesuai konfigurasi *Wenner-Schlumberger* hingga perbesaran $n=6$. Langkah untuk lintasan selanjutnya sama sesuai panjang lintasan.

3. Pengolahan Data

Data hasil pengukuran berupa nilai beda potensial (ΔV), besarnya kuat arus (I), dan jarak spasi (a). Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai faktor geometri (k) sehingga nilai resistivitas semu (ρ_a) didapatkan dengan persamaan (24) dengan k adalah faktor geometri konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Nilai faktor geometri didapatkan dengan persamaan (22)

Untuk memperoleh nilai resistivitas yang sebenarnya, diperlukan pengolahan data lebih lanjut dengan menggunakan Res2Dinv. Dalam pengolahan data menggunakan *software* Res2Dinv, yang dilakukan pertama adalah membuka program tersebut, setelah itu pilih menu *file* kemudian *read data file* yang fungsinya menginput data dalam format **.dat*. Data ini sebelumnya telah dibuat dengan *software* Notepad. Selanjutnya pilih OK dan pilih menu *inversion* setelah itu *least squares inversion*. Kemudian terdapat pengaturan iterasi yang dapat diubah sesuai keinginan. Iterasi berfungsi untuk mengurangi *error* yang terjadi. Selanjutnya data diolah dengan *software* Voxler untuk memberikan gambaran tiga dimensi lapisan bawah permukaan. Dari data *mapping* tiga dimensi kemudian dilakukan interpretasi dan analisis hasil.

4. Interpretasi Data

Setelah melakukan pengolahan data, selanjutnya melakukan analisis dan interpretasi data. Analisis dan interpretasi diartikan sebagai penerjemahan bahasa fisis berupa nilai tahanan jenis (resistivitas) menjadi bahasa geologi yang lebih umum. Oleh karena itu, dalam melakukan analisis dan interpretasi diperlukan pengetahuan geologi daerah penelitian untuk mengetahui jenis batuan.

Batuan adalah material yang juga mempunyai daya hantar listrik dan nilai tahanan jenis tertentu. Nilai tahanan jenis yang sama bisa dimiliki oleh lebih dari satu batuan. Hal ini terjadi karena nilai resistivitas batuan memiliki rentang nilai yang bisa saling tumpang tindih. Analisa dan interpretasi data geolistrik dilakukan dengan *mapping* dua dimensi dan tiga dimensi. Analisa dan interpretasi *mapping* dua dimensi memberikan gambaran sebaran nilai resistivitas secara merata di area penelitian, sedangkan analisa dan interpretasi *mapping* tiga dimensi memberikan gambaran struktur bawah permukaan. Informasi yang diperoleh adalah struktur dan jenis batuan dasar berdasarkan nilai tiap lapisan tersebut secara horizontal.

Adapun aspek-aspek yang mempengaruhi tahanan jenis batuan antara lain:

1. Batuan beku dan batuan ubahan (batuan metamorf) mempunyai nilai tahanan jenis yang tergolong tinggi,
2. Batuan yang basah dan mengandung air, nilai tahanan jenisnya rendah, dan semakin rendah lagi bila air yang dikandungnya bersifat payau atau asin (Soenarto, 2004).

Mengacu pada tinjauan pustaka tentang fraktur batuan yang terisi fluida, penulis menggunakan nilai resistivitas batuan yang menurun sebagai acuan untuk menginterpretasi lapisan batuan.

Tabel 3. Nilai resistivitas batuan dan mineral (Telford, 1990)

<i>Rocks type</i>	<i>Resistivity range (Ωm)</i>
<i>Pyrite (pirit)</i>	0.01 – 100
<i>Quartz</i>	5×10^2 (wet)- 8×10^5 (dry)
<i>Calcsite</i>	1×10^{12} - 1×10^{13}
<i>Rock salt</i>	30 – 1×10^{13}
<i>Granite</i>	200 – 100.000
<i>Andesite</i>	1.7×10^2 (wet) – 4.5×10^4 (dry)
<i>Basalt</i>	200 – 100.000
<i>Limestone</i>	500 – 10.000
<i>Sandstone</i>	200 – 8.000
<i>Shales</i>	20 – 2.000
<i>Sand</i>	1 - 1.000
<i>Clay</i>	1 - 100
<i>Ground Water</i>	0.5 - 300
<i>Sea Water</i>	0.2
<i>Magnetite</i>	0.01 – 1.000
<i>Dry Gravel</i>	600 – 10.000
<i>Alluvium</i>	10 – 800
<i>Gravel</i>	100 – 600
<i>Conglomerate</i>	2×10^3 - 10^4
<i>Schist</i>	20 - 10^4
<i>Gneiss</i>	6.8×10^4 (wet) – 3×10^6 (dry)
<i>Tuffs</i>	2×10^3 (wet) – 10^5 (dry)

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Sebaran Andesit di lokasi ditemukan pada lintasan 1, lintasan 2, lintasan 3, lintasan 4, dan setengah lintasan 6 dengan variasi kedalaman 5-40 m.
2. Volume Andesit dengan nilai resistivitas $>140 \Omega\text{m}$ yang diindikasikan merupakan batuan andesit adalah $1.584.138,89 \text{ m}^3$.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar melakukan uji sample batuan yang terdapat di lokasi daerah penelitian, serta melakukan pemboran geologi pada beberapa lintasan untuk memperkuat hasil analisis. Diperlukan kehati-hatian dalam mengambil data agar hasil data tidak rusak dan sulit untuk di interpretasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmam. 2011. Subduksi Lempeng Indo-Australia Pada Lempeng Eurasia di Pantai Barat Sumatera Barat. *Jurnal Saintek*. Vol. III No. 1
- Amin, T.C., Kusnama, Rustandi, E., dan Gafoer, S. 1994. Geologi Lembar Kota Agung, Sumatera, Skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Arifin, M.H., Kayode, J.S., Izwan, M.K., Zaid, H.A., and Hussin, H. 2019. *Data for the potential gold mineralization mapping with the applications of Electrical Resistivity Imaging and Induced Polarization geophysical surveys*. *Science direct : Earth and Planetary science Journal*. Malaysia.
- Barber, A. J., Crow, M. J., dan Milsom, J.S. 2005. *Sumatera : Geology, Resource and Tectonic Evolution*.
- Burger, H.R. 1992. *Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface*. Prentice Hall. New Jersey.
- Chandra, R. 2011. Skripsi: Menentukan Daerah Prospek Biji Besi Menggunakan Metode Geolistrik di daerah "C" dengan Data Pendukung Geomagnet. Universitas Indonesia. Depok.
- Corbett, G., 2013, World gold Pacific Rim epithermal Au-Ag, World Gold Conference, Brisbane: Australian Institute of Mining and Metallurgy Publication 9, 5-13.
- Dakir, I., Benamara, A., Aassoumi, H., Ouallali A., and Bahammou, Y.A. 2019. *Application of Induced Polarization and Resistivity to the Determination of the Location of Metalliferous Veins in the Taroucht and Tabesbaste Areas*. *International Journal of Geophysics*. Vol. 2019. Morocco.
- Dani, I., Sinambela, R. Z., dan Yogi, I. B. S., Rekonstruksi Penampang Zona Rawan Longsor di Daerah Pidada, Bandar Lampung, dengan Menggunakan Metode Tomografi Seismik Refraksi.
- Djoko, S. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Departement Teknik Geofisika ITB. Bandung.
- Engler, T.W. 2012. *Lecture Notes: Electrical Properties of Rocks*. PET 370. Spring 2012.
- Hersir, G. P., dan Bjornsson, A., 1991. *Geophysical Exploration for Geothermal Resources: Principles and Application*. UNU Geothermal Training Programme. Reykjavik.

- Hersir, Gylfi, P., dan Árnason, K. 2010. *Resistivity of Rocks. Presented at Short Course V on Exploration for Geothermal Resources*. p.212-216.
- Jia, P., Li, L., Liu, D. Q., Wang, X. S., & Wang, D. C. (2020). Insight into rock crack propagation from resistivity and ultrasonic wave variation. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 109, 102758.
- Jong-Oh, P., Young J.Y. dan Hee, J.K. 2009. *Electrical Resistivity Surveys for Gold-Bearing Veins in the Yongjang mine*. Korea : Nanjing Institute of Geophysical Prospecting.
- Lestari, B. S. (2017). Identifikasi batupasir untuk pengkajian keselamatan disposal limbah radioaktif di kawasan nuklir serpong menggunakan metode geolistrik resistivitas (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Lindgren, W. 1993. *Mineral Deposits*. New York. McGraw-Hill. 930 pp.
- Liu, X., Liu, F., Chen, J., Zhao, Z., Wang, A., & Lu, Z. (2018). Resistivity logging through casing response of inclined fractured formation. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 56(8), 4919-4929.
- Loke, M.H. 2000. *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies*. Malaysia, Penang.
- Loke, M.H. 2004. *Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. Birmingham University. England.
- Lowrie, W. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge University Press, p.293-320.
- Mangga, SA., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. (1993): Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatra, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Milsom, J. 2003. *Field Geophysics: The Geological Field Guide Series*. University College London. England.
- Miswar, D., Sugiyanta, I. G., Yarmaidi. 2020. Geographical Study of Regional Potential Geospatial Based on Pringsewu District. *La Geografia*. Vol. 18
- Mulyasari, R, Haerudin, N., Karyanto, Darmawan, I. G. B., dan Arifianti, Y. 2018. Zonasi Area Potensi Gerakan Massa di Sepanjang Sesar Lampung-Panjang Kota Bandar Lampung. *Seminar SINTA FT UNILA*. Vol. 1.
- Nurisyadzatul, H. 2016. Analisis Data Geolistrik *Resistivitas* untuk Pemodelan. Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur Bangkalan. Skripsi. Malang
- Olandunjoye. 2012. Application of Electrical Resistivity and Ground Penetrating Radar Techniques in Subsurface Imaging around Ajibode, Ibadan, Southwestern Nigeria. Ibadan : Department of Geology University of Ibadan Nigeria

- Patumela, H. 2015. Pertambangan Batu Andesit dan Dampaknya Terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat Salawangi Kabupaten Majalengka Tahun 2000-2014. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Putri, M. K., Suharno, dan Hidayatika, A. 2014. Introduction to Geothermal System of Way Ratai Penelitian Pedahuluan Panasbumi Wai Ratai Pesawaran Lampung Indonesia. Lampung.
- Rasimeng, S., Andius, D., Alimuddin, 2007. Identifikasi Struktur Batuan Basement Menggunakan Metode Resistivitas 2D Sepanjang Jalan-Lintas Propinsi di Daerah Potensi Longsor Sumberjaya Lampung Barat. Jurnal Ilmiah Sigma. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Geophysics in Hydrogeological and Wiley and Sons Ltd. New York.
- Reynolds, J.M. 2005. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Geophysics in Hydrogeological and Wiley and Sons Ltd. p.156-160.
- Santosa, S., 1991. Peta Geologi Lembar Anyer, Jawa, skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sieh, K. and Natawidjaja, D., 2000, Neotectonics of the Sumatran Fault, Indonesia, *Journal of Geophysical Research*, 105 (B12) : 28,295 – 28,326.
- Smith, R.B., dan Silver, A.E. 1991. Geology of a Mioecene collision complex, Buton, Eastern Indonesia. *Geological Society of America Bulletin*, p.52.
- Spera, Frank J. (2000), "Physical Properties of Magma", in Sigurdsson, Haraldur (editor-in-chief), *Encyclopedia of Volcanoes*, Academic Press, pp. 171–190, ISBN 978-0126431407
- Stummer, P. 2003. *New developments in Electrical Resistivity Imaging*. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. Austria.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. Australia.
- Thabit, J. M., & Al-Zubedi, A. S. (2015). Evaluation of three important electrode arrays in defining the vertical and horizontal structures in 2D imaging surveys. *Iraqi Journal of Science*, 56(2B), 1465-1470.
- White, N.C., dan Hedenquist, J.W. 1996. *Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics, and Exploration*. Society of Resource Geology. Tokyo. 16 pp.
- Yang, S., Govindaiah, G., Lee, S., yang, and S., Cox, C.L. 2017. Distinct Kinetics of Inhibitory Currents in Thalamocortical Neurons that Arise from Dendritic or Axonal Origin. *Plos One*. Vol.10.

Zaenudin, A., Aribowo, Y. Kusumastuti, D. I., Martini Y. Pemetaan Geologi Dan Uji Sifat Fisika Batuan Andesit di Bakauheni dan Tanjungan, Lampung Selatan.