

**IDENTIFIKASI PERSEBARAN DAN VOLUME BATUAN ANDESIT
BERDASARKAN PEMODELAN 2D DAN INTERPOLASI 3D DATA 2D
RESISTIVITAS DI DESA WAY LAGA KECAMATAN SUKABUMI KOTA
BANDAR LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

MADI PURNAWAN

1715051055



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

**IDENTIFIKASI PERSEBARAN DAN VOLUME BATUAN ANDESIT
BERDASARKAN PEMODELAN 2D DAN INTERPOLASI 3D DATA 2D
RESISTIVITAS DI DESA WAY LAGA KECAMATAN SUKABUMI KOTA
BANDAR LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

MADI PURNAWAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PERSEBARAN DAN VOLUME BATUAN ANDESIT BERDASARKAN PEMODELAN 2D DAN INTERPOLASI 3D DATA 2D RESISTIVITAS DI DESA WAY LAGA KECAMATAN SUKABUMI KOTA BANDAR LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Madi Purnawan

Provinsi Lampung termasuk wilayah yang memiliki sumberdaya alam beragam salah satunya adalah batuan beku andesit. Batuan andesit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan seperti pondasi jalan, batu belah dan bangunan. Pada penelitian ini, telah dilakukan identifikasi persebaran dan volume batuan andesit dengan metode resistivitas 2D konfigurasi *wenner-wenner* di desa way laga kecamatan sukabumi yang terdiri dari 5 lintasan yaitu A-E dengan spasi antar elektroda 5 meter dengan panjang bentangan sekitar 155 meter. Metode resistivitas digunakan untuk menentukan mengkaji potensi air tanah, prospeksi panas bumi dan eksplorasi mineral berdasarkan sifat tahanan jenis lapisan batuan. Berdasarkan model penampang 2D, nilai resistivitas tinggi berkisar antara 155-315 Ωm diidentifikasi sebagai batuan andesit yang dicitrakan dengan warna merah sampai dengan warna ungu dan volumetrik batuan andesit berdasarkan interpolasi 3D untuk luasan $\pm 65.000\text{m}^2$ adalah 297.529m^3

Kata kunci: resistivitas, konfigurasi *wenner-wenner*, interpolasi, volumetrik batuan andesit.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF DISTRIBUTION AND VOLUME OF ANDESITE ROCK BASED ON 2D MODELING AND 3D INTERPOLATION OF 2D RESISTIVITY DATA IN WAY LAGA VILLAGE, SUKABUMI DISTRICT, BANDAR LAMPUNG CITY, LAMPUNG PROVINCE.

By

Madi Purnawan

The province of Lampung is a region that possesses diverse natural resources, one of which is andesite igneous rock. Andesite rock can be utilized as a construction material such as for road foundations, split stones, and buildings. In this study, the distribution and volume of andesite rock were identified using the 2D resistivity method with the Wenner-Wenner configuration in Way Laga village, Sukabumi district. The study consisted of 5 profiles, labeled A-E, with electrode spacing of 5 meters and a total length of approximately 155 meters. The resistivity method was used to assess the potential of groundwater, geothermal prospects, and mineral exploration based on the resistivity characteristics of rock layers. Based on the 2D cross-sectional model, high resistivity values ranging from 155-315 Ωm were identified as andesite rock, depicted by colors ranging from red to purple. The volumetric estimate of andesite rock, based on 3D interpolation for an area of approximately $\pm 65,000\text{m}^2$, is $297,529\text{m}^3$.

Keywords: Resistivity, Wenner-Wenner configuration, Interpolation, Volumetric estimation of andesite rock.

Judul Skripsi

**: IDENTIFIKASI PERSEBARAN DAN VOLUME
BATUAN ANDESIT BERDASARKAN
PEMODELAN 2D DAN INTERPOLASI 3D
DATA 2D RESISTIVITAS DI DESA WAY LAGA
KECAMATAN SUKABUMI KOTA BANDAR
LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: Madi Purnawan

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715051055

Program Studi

: Teknik Geofisika

Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Rustadi, S.Si., M.T.

NIP 19720511 199703 1 002

Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si.

NIP 19720626 200012 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

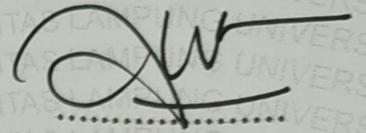
Karyanto, S.Si., M.T.

NIP 19691230 199802 1 001

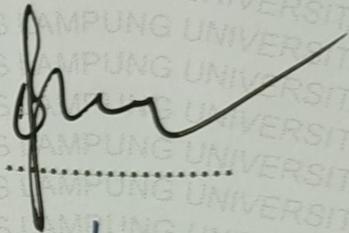
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

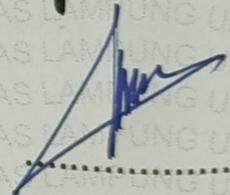
Ketua : **Rustadi, S.Si., M.T.**



Sekretaris : **Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si.**



Anggota : **Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU.**

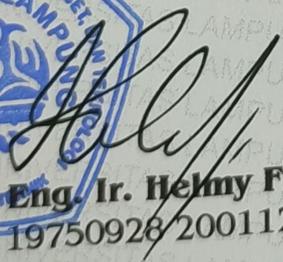


2. Dekan Fakultas Teknik



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

NIP 19750928/200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **7 Juni 2023**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini bukan merupakan karya dari orang lain melainkan berdasarkan pemikiran saya sendiri, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana. Adapun kutipan tertentu dalam penulisan skripsi ini terdapat karya atau pendapat orang lain yang ditulis menurut sumbernya sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan.

Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juni 2023



Madi Purnawan
1715051055

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Lampung, pada tanggal 24 Mei 1999, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, anak dari Bapak Nikman dan Ibu Sulastri. Penulis beralamat di Jalan Turi Raya GG Kelapa Warna, Kecamatan Tanjung senang, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Penulis beragama Islam dan berkebangsaan Indonesia. Pendidikan yang pernah ditempuh oleh penulis yaitu Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Tanjung Senang, Kecamatan Tanjung Senang, Bandar Lampung hingga selesai pada tahun 2011 selanjutnya, penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 20 Bandar Lampung hingga selesai pada tahun 2014, dan dilanjutkan di SMK Negeri 2 Bandar Lampung hingga tahun 2017.

Selanjutnya, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung melalui jalur PMPAP sebagai penerima beasiswa. Pada tahun 2020 penulis bergabung menjadi anggota aktif sebagai ketua bidang Sosial Hubungan Masyarakat Himpunan Mahasiswa (HIMA) TG Bhuwana Universitas Lampung, serta anggota aktif sebagai ketua divisi Fieldtrip American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Universitas Lampung Student Chapter.

Pada bulan Januari-Februari tahun 2019, penulis melakukan Kerja Praktik di Pusat Geologi Bandung (PSG) Kementerian ESDM dalam pengolahan data gaya berat di Bandung, Provinsi Jawa Barat. Selanjutnya, dibulan Juli-Agustus 2020, penulis

melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pematang Wangi, Kecamatan Tanjung Senang, Kota Bandar Lampung.

Pada Maret 2021, Penulis melakukan penelitian Tugas Akhir (TA) di PT. Lampung Geosains Survei (LGS) hingga akhirnya penulis menyelesaikan pendidikan sarjananya teknik pada tanggal 7 Juni 2023 dengan judul skripsi “**IDENTIFIKASI PERSEBARAN DAN VOLUME BATUAN ANDESIT BERDASARKAN PEMODELAN 2D DAN INTERPOLASI 3D DATA 2D RESISTIVITAS DI DESA WAY LAGA KECAMATAN SUKABUMI KOTA BANDAR LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG**”.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, saya persembahkan skripsi ini kepada:

Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Atas berkat rahmat dan hidayah serta karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

***Kedua Orang Tuaku Tercinta
Ayahanda Tercinta Bapak Nikman
Ibunda Tercinta Ibu Sulastri***

Berkat Do'a dan kemurnian cinta kasih sayang. Terimakasih atas segala jerih payah ayah dan ibu hingga kebutuhanku dapat dipehuhi. Semuanya takkan terbalas, namun akan selalu ku ingat sampai kapanpun, hingga tak terbatas sampai nyawa lepas dikandung badan.

***Kakak Tersayang
Taofik Hermawan***

Terima kasih karena telah menjadi penyemangat dalam mengejar impian.

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2017

Terima kasih atas semua yang telah kalian berikan untuk Saya dan atas semua yang telah kalian terima dari Saya.

MOTTO

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras, teruslah berusaha dan berdoa”

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Jadilah apadanya dengan dirimu sendiri”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan Skripsi dengan judul “**IDENTIFIKASI PERSEBARAN DAN VOLUME BATUAN ANDESIT BERDASARKAN PEMODELAN 2D DAN INTERPOLASI 3D DATA 2D RESISTIVITAS DI DESA WAY LAGA KECAMATAN SUKABUMI KOTA BANDAR LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG**” telah selesai dengan sebaik-baiknya. Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini. Penulis pun menyadari mungkin masih terdapat kekurangan di dalam penulisan Skripsi ini, sehingga sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga semua yang tertulis di dalam laporan ini dapat memberikan manfaat kepada siapa pun, baik kalangan umum maupun akademisi untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, Juni 2023

Penulis,

Madi Purnawan

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. yang senantiasa memberikan pertolongan, berkat, dan kemurahan-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini. Skripsi ini berjudul **“IDENTIFIKASI PERSEBARAN DAN VOLUME BATUAN ANDESIT BERDASARKAN PEMODELAN 2D DAN INTERPOLASI 3D DATA 2D RESISTIVITAS DI DESA WAY LAGA KECAMATAN SUKABUMI KOTA BANDAR LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG”**. terselesaikannya penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kerja sama berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Karyanto, S.Si., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
2. Bapak Rustadi, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing pertama.
3. Bapak Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua sekaligus sebagai pembimbing akademik.
4. Bapak Dr. Ir. Muh Sarkowi, M.Si, IPU. selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Dosen-dosen Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang saya hormati, terima kasih untuk semua ilmu yang diberikan.
6. Ayahandaku tercinta dan Ibundaku tersayang yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan dalam bentuk apapun.
7. Kedua orang tua tercinta serta kakak tersayang yang selalu menjadi kebanggaan hidup penulis Bapak Nikman, Ibu Sulastri, dan kakak Taofik.

8. PT. LGS yang telah memberikan tempat dan data untuk melakukan tugas akhir.
9. Ka Aziz yang telah membantu dan membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Ka Dimas Suen yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
11. Saudara Nico dan Fajri yang telah membantu dalam Prosesing Data.
12. Teman-teman Srigala Terakhir, Nico, Faiz, Baho, Fajri, Bagus, Bima, Ito, Tajar, Fathur, Ryas, Gede, Adief, Baco yang selalu menemani dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
13. Teman-teman Teknik Geofisika 2017 yang telah memberikan motivasi dan membantu dalam penyusunan skripsi ini.
14. Serta semua pihak yang terlibat, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Demikian skripsi ini disusun dengan sebaik-baiknya, harapan penulis agar skripsi ini dapat berguna bagi pembaca. Dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar menjadi lebih baik lagi kedepannya.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daerah Peneletian	4
2.2 Geologi Regional	5

2.3	Morfologi Daerah Penelitian.....	7
2.4	Batuan Andesit.....	9
2.5	Pembentukan Andesit Daerah Penelitian.....	13
2.6	Karakteristik Batuan Andesit	13
2.7	Pemanfaatan Batuan Andesit	14
III.	TEORI DASAR.....	16
3.1	Metode Geolistrik	16
3.2	Sifat Listrik Batuan	20
3.3	Tahanan Jenis Semu.....	22
3.4	Konfigurasi Wenner.....	22
3.5	Pemodelan 2 Dimensi	25
3.6	Pemodelan 3 Dimensi	27
3.7	Interpolasi Dan Volumetrik Pada <i>Voxler 4</i>	27
IV.	METODOLOGI PENELITIAN	29
4.1	Waktu dan Tempat Penelitian	29
4.2	Alat dan Bahan.....	29
4.3	<i>Time Schedule</i>	31
4.4	Prosedur Penelitian	32
4.5	Diagram Alir	34
V.	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
5.1	Permodelan dan Interpretasi Data Tahanan Jenis 2D	35
5.1.1	Lintasan A	36
5.1.2	Lintasan B.....	38
5.1.3	Lintasan C.....	39
5.1.4	Lintasan D	40
5.1.5	Lintasan E.....	41

5.2 Singkapan Batuan Lokasi Penelitian	42
5.3 Rekontruksi Volumetrik Dan Interpolasi 3D	44
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	47
6.1 Kesimpulan	47
6.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahanan Jenis Batuan.....	21
2. Tahanan Jenis Batuan.....	21
3. Bahan Penelitian	30
4. Alat Penelitian.....	30
5. <i>Time Schedule</i> Penelitian	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta lokasi daerah penelitian	4
2. Peta geologi daerah penelitian.....	5
3. Analisis citra daerah Tarahan dan sekitarnya	8
4. Kenampakan batuan andesit daerah penelitian.....	9
5. Bagan batuan beku intrusif	11
6. Silinder konduktor.....	17
7. Medium berlapis variasi tahanan jenis.....	22
8. Skema pengukuran geolistrik menggunakan konfigurasi.....	23
9. Pemodelan 2D Resistivity.....	26
10. Model Blok 3 Dimensi.....	28
11. Diagram Alir.....	34
12. Lintasan Pengukuran	35
13. Lintasan Pengukuran A.....	37
14. Lintasan Pengukuran B	38
15. Lintasan Pengukuran C.....	39
16. Lintasan Pengukuran D.....	40
17. Lintasan Pengukuran E.....	41
18. Singkapan pada lintasan pengukuran B dan C	42
19. Singkapan lintasan B	43
20. Sampel batuan Lintasan B.....	43
21. Singkapan lintasan C	44
22. Sampel batuan Lintasan C.....	44
23. Peta 3D volume cadangan batuan andesit, (a) sisi atas, (b) miring, (c) sisi samping.....	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah berupa minyak dan gas bumi serta mineral maupun batuan. Meningkatnya perkembangan pembangunan di Indonesia dalam penambahan fasilitas pendukung antara lain jalan raya, jembatan, perkantoran, sarana dan prasarana lainnya. Dalam pembangunan infrastruktur tersebut memanfaatkan batuan dasar. Kualitas batu ditentukan oleh sifat fisiknya, termasuk kekerasan, kekuatan geser, dan kelengketan, kuat tekan, dan sebagainya diklasifikasikan sebagai bahan baku struktural konstruksi. Sifat fisik dari suatu batuan berkaitan erat dengan kandungan kimia dan mineral batuan serta cara terbentuknya batuan tersebut/petrogenesis. Batuan dasar yang sering dimanfaatkan dalam pembangunan infrastruktur adalah batuan andesit.

Berdasarkan kondisi geologi di sekitar Bandar Lampung sampai Lampung Selatan salah satu jenis batuan yang kualitasnya bagus dan potensi terbesar ada pada gunungapi muda/kwartir dan tua/tersier. Batuan andesit adalah suatu batuan vulkanik yang telah digunakan sebagai bahan galian untuk memenuhi sebagian kebutuhan dalam membangun infrastruktur di kawasan Lampung dan Sumatera Selatan (Zaenudin dkk, 2016)

Pada observasi lapangan yang dilakukan oleh (Prasetya dan Ikrama 2022) didapatkan bukit-bukit di Bandar Lampung dan sekitarnya tersusun oleh batuan piroklastik dengan struktur kekar kolom dengan warna cerah dan lapisan gelas vulkanik dan batu beku intrusi berupa intrusi andesit.

Dari sayatan petrografi dapat dilihat jika batuan piroklastik pada daerah penelitian tersusun oleh mineral plagioklas, potasium feldspar, hornblenda.

Pada intrusi andesit tersusun oleh mineral plagioklas dan piroksen. Bukti di lapangan dan laboratorium membuktikan bahwa bukit-bukit yang berada di tengah Kota Bandar Lampung adalah sisa dari gunung api purba yang sudah mati dan tidak aktif lagi.

Batuan andesit adalah suatu batuan vulkanik yang sering ditemukan pada daerah batas benua maupun busur pulau, terutama pada sabuk yang berada di atas zona Benioff. Tekstur batuan andesit berupa batuan porfiritik dengan fenokris menonjol pada plagioklas dan mineral mafik (Williams dkk., 1954).

Tahapan dalam penambangan batuan andesit salah satunya adalah eksplorasi. Eksplorasi merupakan kegiatan penyelidikan suatu daerah yang diprediksi menyimpan sumber daya mineral, sumber daya energi dan sumber-sumber alam. Eksplorasi dilakukan dengan memanfaatkan banyak bidang keilmuan, survei geofisika dan survei geologi merupakan bidang ilmu yang memiliki peran penting dalam kegiatan eksplorasi sumber daya alam.

Metode geofisika yang digunakan pada penelitian ini adalah metode 2D reisivitas konfigurasi *wenner-wenner*. Metode geolistrik resistivitas telah berhasil terbukti dalam kegiatan eksplorasi menengah, seperti eksplorasi air tanah dangkal maupun dalam (penentuan letak dan kedalaman akuifer), analisa struktur lapisan bawah permukaan untuk tujuan geoteknik, dan pencarian mineral logam (Reynolds, 1998). Penelitian dilakukan di Desa Way Laga Kecamatan Sukabumi Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung. Metode ini dipilih karena memiliki ketelitian dalam pembacaan tegangan elektroda potensial relatif lebih baik dengan memunculkan nilai angka yang lebih besar, hal ini dikarenakan posisi antara elektroda arus maupun elektroda potensial yang berdekatan. 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. 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*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi batuan andesit di lapangan daerah prospek berdasarkan nilai resistivitasnya.
2. Menganalisis kedalaman dan persebaran batuan andesit melalui penampang resistivitas 2D
3. Mencari volumetrik batuan andesit di daerah penelitian berdasarkan interpolasi 3D.

1.3 Batasan Masalah

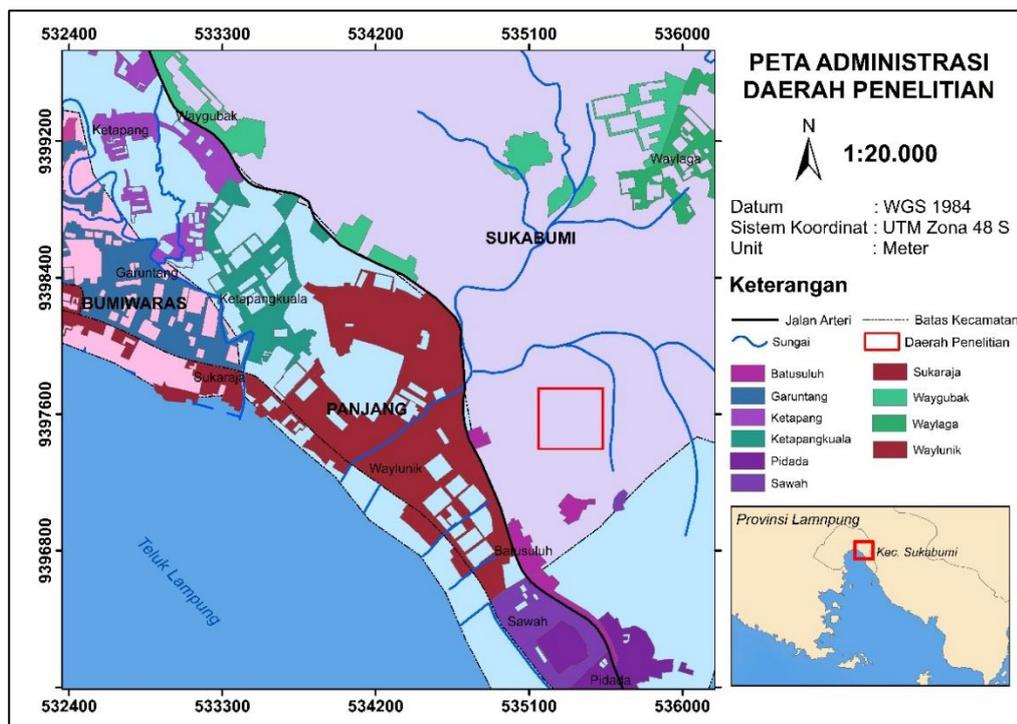
Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu mengidentifikasi persebaran batuan andesit menggunakan metode 2D geolistrik dan interpolasi 3D bawah permukaan di Desa Way Laga Kecamatan Sukabumi Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah untuk mengetahui persebaran dan volumetrik batuan andesit berdasarkan penampang 2D dan interpolasi 3D.

II. TINJAUAN PUSTAKA

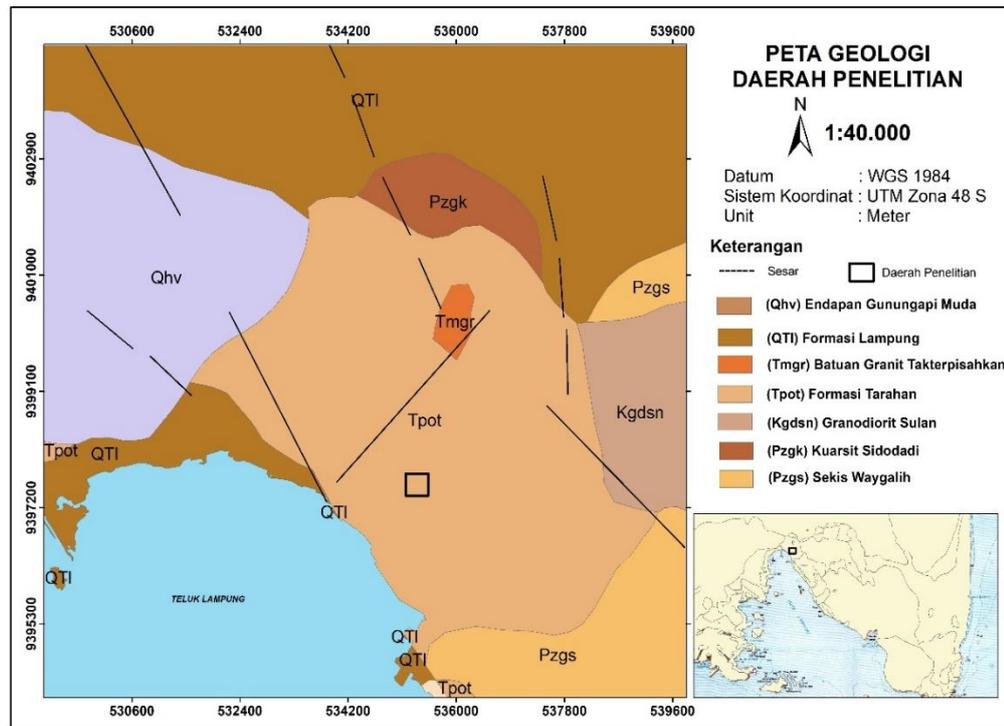
2.1 Daerah Penelitian



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

Lokasi penelitian ditandai dengan kotak warna merah pada **Gambar 1**. Penelitian dilakukan di Desa Way Laga Kecamatan Sukabumi Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung yang secara geografis terletak pada posisi $5^{\circ}26'57''\text{LS}-105^{\circ}19'10''\text{BT}$ dengan luas wilayah area penelitian adalah $\pm 60.688 \text{ m}^2$.

2.2 Geologi Regional



Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian (Mangga dkk, 1993) dengan modifikasi

Secara regional, berdasarkan peta geologi Tanjung Karang pada **Gambar 2** yang ditandai dengan kotak berwarna hitam. Daerah penelitian memiliki dataran bergelombang dan perbukitan. Daerah dataran bergelombang terdiri oleh endapan vulkanoklastik, batuan gunungapi tersier, kuartar, alluvium dan terobosan dengan ketinggian beberapa puluh meter atas muka air laut. (Mangga dkk, 1993).

Daerah penelitian berada pada daerah antara zona Semangko dan sesaran Lampung (Lampung *Fault*). Bagian selatan blok Semangko dibagi menjadi bentang alam seperti pegunungan Semangko dan Depresi Ulubelu Waylima maupun Depresi Teluk Betung. Sedangkan dibagian Utara Blok Semangko (*Central Block*) berbentuk sebuah *dome* (diameter + 40 Km) (Van Bemmelen, 1949).

Geologi Bandar Lampung memiliki tatanan seperti diperlihatkan pada **Gambar 2**. Batuan dasar tersusun atas batuan metamorf Formasi Sekis Way

Galih (Pzgs) dan Kuarsit Sidodadi (Pzgz) dengan umur Pra-Tersier kurun waktu Paleozoikum sebagai batuan dasar, dan di beberapa wilayah naik mendekati permukaan. Formasi Sekis Way Galih (Pzgs) dan Kuarsit Sidodadi (Pzgz) tersusun dengan batuan berupa batuan sekis dan batuan kuarsit.

Pada kurun waktu Kapur Pra-Tersier proses pembentukan magmatis yang menyebabkan Formasi Sekis Way Galih (Pzgs) diterobos oleh batuan granodiorit dan tonalit Formasi Granodiorit Sulan (Kgdsn).

Pada masa Paleosen-Eosen, Formasi Tarahan (Tpot) menerobos batuan granodiorit, sekis dan batuan kuarsit. Formasi ini tersingkap pada daerah penelitian sampai tarahan dekat pesisir pantai. Formasi Tarahan (Tpot) terdiri atas batuan yang utama yaitu tuff dan breksi tuff dengan sedikit lava, ditindih oleh andesit-basalt.

Formasi Tarahan (Tpot), diterobos oleh batuan granit dengan mineral kuarsa dan sedikit andesit berumur miosen awal. Kurun waktu Kuartar menghasilkan pembentukan Formasi Lampung (QTI) yang hampir menutupi keseluruhan bagian permukaan wilayah Bandar Lampung. Produk batuan paling muda ialah Formasi Gunungapi Muda (Qhv) yang berhubungan dengan adanya Gunung Betung dan Gunung Ratai di bagian barat Bandar Lampung.

Daerah penelitian terdiri dari beberapa formasi diantaranya sebagai berikut:

1. Endapan Gunungapi muda (Qhv), endapan ini berumur Plistosen dan Holosen terdiri atas lava andesit-basal, breksi maupun tuff dengan ketebalan mencapai beberapa ratus meter yang tersebar di dekat gunung dan juga menyisip di formasi-formasi lain.
2. Formasi Lampung (QTI), formasi ini tersebar luas diseluruh lembar tanjung karang diendapkan di lingkungan terestrial-fluvial air payau menindih tak selaras batuan-batuan yang lebih tua. Formasi lampung terdiri dari batuan tuf berbatu apung, tuf riolitik, tuf padu tuffit batu lempung tufan dan batu pasir tufan.
3. Batuan Granit Tak Terpisahkan (Tmgr), batuan ini terbentuk karena proses alterasi dari mineral utama dalam membentuk batuan granit yaitu terdiri dari

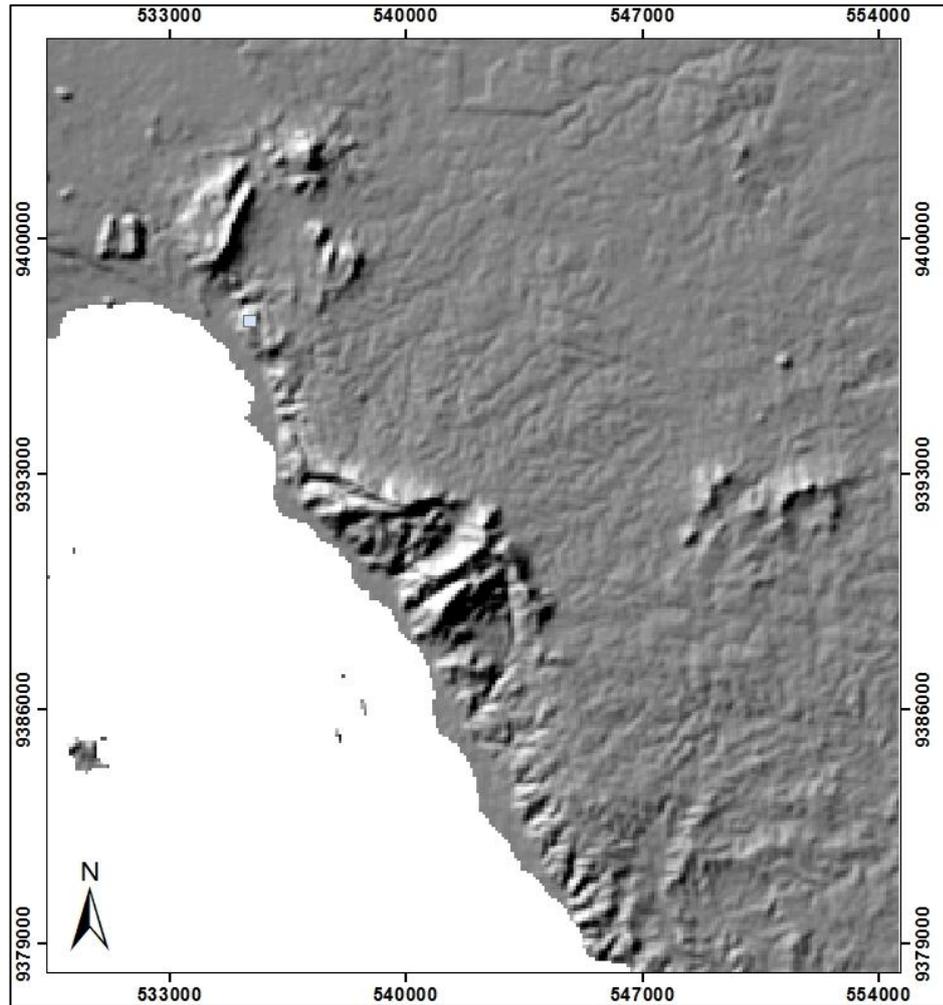
kuarsa, potasium *feldspar* dari jenis ortoklas dan mikroklin, plagioklas dari jenis albit-oligoklas dan sedikit andesit, biotit, *hornblende*.

4. Formasi Tarahan (Tpot), formasi tarahan terdiri dari tuff, breksi ditindih dengan andesit-basalt dan didominasi oleh sisipan rijang dengan ketebalan mencapai 500-1000 meter.
5. Granodiorit Sulan (Kgdsn), formasi ini tersingkap di daerah sungai Sulan, 10 km di sebelah timur kota Bandar Lampung formasi ini terdiri dari granodiorit dan tonalit. intrusi ini memotong formasi batuan metamorfik kompleks.
6. Gunungkasih Kuarsit Sidodadi.(Pzgz) formasi ini terdiri dari batuan kuarsit, sisipan sekis hingga kuarsa serisit.
7. Sekis Way Galih (Pzgs), formasi ini terdiri atas sekis amfibol hijau, amfibolit orthogenesis dioritan.

Berdasarkan peta daerah penelitian pada Gambar 2, lokasi penelitian masuk kedalam wilayah Bandar Lampung. Menurut (Prasetya dan Ikhrama, 2022) bentukan morfologi perbukitan di Kota Bandar Lampung didominasi oleh litologi batuan piroklastik berupa endapan *ignimbrite* yang terelaskan (*welded ignimbrite*) berupa tuff berwarna coklat cerah terdapat juga lapisan gelas vulkanik yang terjadi saat proses aliran pada batuan piroklastik gelas vulkanik. Selain batu piroklastik ditemukan juga intrusi andesit.

2.3 Morfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil analisis citra, morfologi di daerah Tarahan dan sekitarnya, secara umum berupa bukit-bukit yang bergelombang rendah sampai dataran, dan di beberapa bagian terlihat perbukitan bergelombang kuat.



Gambar 3. Analisis citra daerah Tarahan dan sekitarnya

Secara umum daerah penelitian dan sekitarnya pada **Gambar 3**, menunjukkan perbukitan bergelombang kuat di bagian selatan, pegunungan vulkanik di bagian barat, selebihnya berupa dataran-perbukitan bergelombang rendah di bagian utara. Interpretasi geologis menunjukkan bahwa morfologi gunung tersebut berasal dari gunung berapi, sedangkan perbukitan terjal terdiri dari batuan keras, dalam hal ini batuan beku diinterpretasi sebagai litologi yang tersusun atas material vulkanik (campuran breksi-lavatuff). Litologi andesit terjadi di pesisir tenggara Lampung mulai dari Bakauheni hingga daerah Penengahan Lampung Selatan. Sifat-sifat batuan andesit yang ditemukan umumnya hampir sama yaitu segar berwarna abu-abu tua, berwarna abu-abu kecoklatan lapuk, bertekstur apanitik sampai porfiritik, struktur kekar berlembar, sangat keras saat masih segar, mineral utamanya adalah plagioklas

dan hornblende. Dataran utara sekarang diinterpretasikan sebagai dataran banjir dan sedimen lunak (Zaenudin dkk, 2016).



Gambar 4. Kenampakan batuan andesit daerah penelitian

Daerah penelitian terletak pada litologi batuan dasar yaitu tuff dan breksi tuff, dengan sebagian lava dilapis oleh basal andesit. **Gambar 5** memperlihatkan kenampakan batuan andesit yang ditambang. Dari hasil penambangan yang dilakukan dinilai ekonomis maka dilakukannya perluasan dalam mencari keberadaan dan volume andesit.

2.4 Batuan Andesit

Batuan beku merupakan jenis batuan hasil dari magma yang mendingin dan mengeras di bawah permukaan untuk membentuk batuan intrusif (batuan plutonik) atau di permukaan sebagai batuan yang mengembang (batuan vulkanik) dengan atau tanpa kristalisasi dengan atau tanpa kristalisasi. Batuan beku berisi akumulasi agregat mineral silikat yang saling terkait yang terbentuk saat magma mendingin. Magma terbentuk dari suatu batuan yang mengalir ataupun batuan yang sudah ada, baik dimantel ataupun kerak bumi. Umumnya pelelehan terjadi karena salah satu bagian dari proses berikut: penurunan

tekanan, kenaikan suhu, atau perubahan dari komposisinya. Batuan beku lebih dari 700 berhasil dideskripsikan, sebagian besar batuan terbentuk di bawah permukaan kerak bumi.

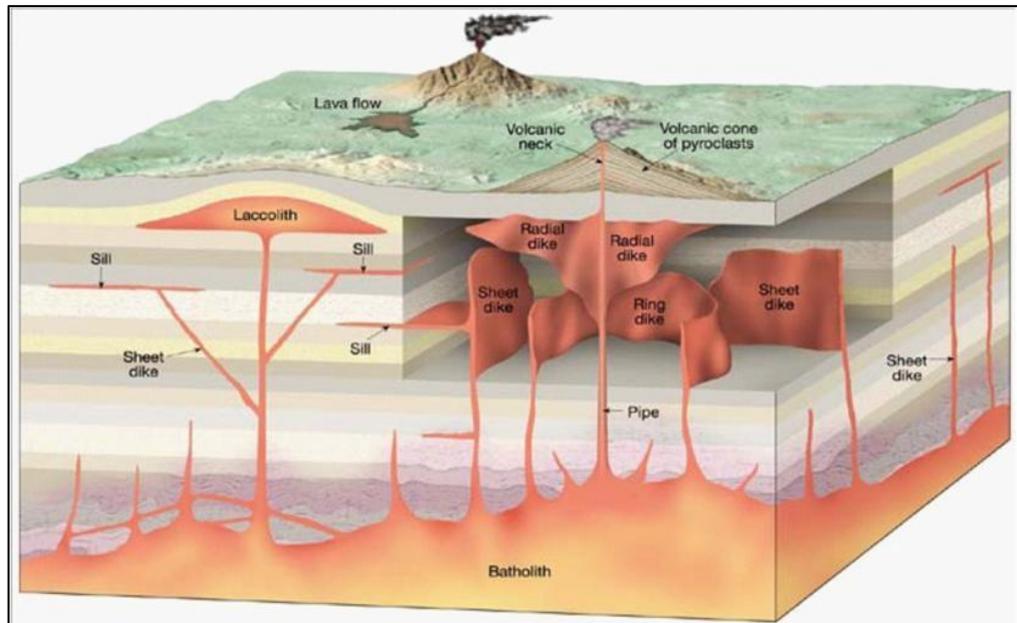
Batuan beku intrusif terbentuk dibawah tanah, sering juga disebut batuan beku dalam atau batuan beku plutonik. Batuan beku intrusif memiliki karakteristik diantaranya, pendinginannya terjadi dengan sangat lambat memungkinkan tumbuhnya kristal yang besar dan bentuknya sempurna, menjadi tubuh batuan beku intrusif. Batuan beku intrusif dapat dibagi lagi menjadi batuan beku intrusif dalam dan batuan beku intrusif superfisial. Karena lokasinya di lapisan yang dilalui rekahan api invasif, badan batuan ini dibagi menjadi dua jenis yaitu konkordan dan diskordan, jenis-jenis dari tubuh batuan ini yaitu:

1. *Sill*, tubuh Batuan berupa lempengan dan sejajar dengan lapisan sekitarnya.
2. *Laccolith*, bentuk tubuh batuan beku berupa kubah (*dome*), dimana lapisan batuan yang semula datar melengkung akibat intrusi tubuh batuan tersebut, sedangkan bagian dasarnya tetap datar. Sambungan serang berdiameter 2 hingga 4 mil dan kedalaman beberapa ribu kaki.
3. *Lapolith*, bentuk tubuh batuan kebalikan dari laccolith, yaitu bentuk tubuh batuan yang berbentuk cembung ke bawah. *Lopolith* memiliki diameter lebih besar dari laccolith, sekitar puluhan sampai ratusan kilometer dengan kedalaman ribuan meter.
4. *Paccolith*, tubuh batuan beku yang menempati antiklin atau sinklin yang telah terbentuk sebelumnya. Ketebalan dari *paccolith* ini berkisar antara ratusan hingga ribuan kilometer.

Tubuh batuan beku intrusif yang memotong (diskordan) perlapisan batuan di sekitarnya, yaitu:

1. *Dyke*, yaitu tubuh dari batuan memotong atas perlapisan di sekitarnya dan mempunyai bentuk tabular atau memanjang. Ketebalannya sekitar beberapa sentimeter hingga puluhan kilometer dengan panjang ratusan meter.
2. *Batolith* adalah tubuh suatu batuan yang memiliki ukuran bentuk yang sangat besar, yaitu $> 100 \text{ km}^2$ dan membeku pada kedalaman yang besar.

3. *Stock* adalah tubuh batuan yang memiliki kesamaan dengan *Batolith* tetapi ukurannya lebih kecil.



Gambar 5. Bagan batuan beku intrusif (Noor, 2009)

Pada **Gambar 5** merupakan proses terbentuknya batuan beku yang dimulai dari magma. Batuan vulkanik atau batuan ekstrusif terbentuk di permukaan bumi. Batuan beku ekstrusif merupakan batuan beku pada proses pembekuannya berada dipermukaan tanah. Batuan beku ekstrusif disebut lava yang mempunyai berbagai struktur mengenai proses pembekuan lava tersebut terjadi. Batuan ekstrusif tersusun dari suatu material-material yang dikeluarkan ke permukaan bumi baik yang berada di darat maupun di bawah permukaan laut. Material ini mendingin dan mengeras dengan cepat, ada yang berbentuk suatu padatan, debu atau larutan kental dan panas, yang disebut dengan istilah lava (Bronto, 2006).

Batuan beku ekstrusif ini berupa lava yang terdiri dari berbagai struktur yang memberikan petunjuk terkait proses-proses yang terjadi ketika pembekuan lava. Struktur ini diantaranya:

1. *Masif*, apabila menunjukkan tidak adanya suatu fragmen batuan lain yang dalam tubuhnya ataupun lubang-lubang gas.

2. *Pillow* lava, adalah suatu struktur yang dinyatakan pada batuan ekstrusi tertentu yang dicirikan dengan masa berbentuk bantal berukuran bentuk ini umumnya adalah 30-60cm dan jaraknya berdekatan, khas pada *Collumnar Joint*, struktur yang ditandai oleh kekar-kekar yang tegak lurus arah aliran.
3. *Vesikuler*, adalah struktur dari batuan beku ekstrusi yang ditandai dengan lubang-lubang yang terjadi akibat akibat pelepasan gas selama mendingin.
4. *Amigdaloidal*, adalah stuktur ketika lubang-lubang tempat keluarnya gas terisi oleh mineral sekunder seperti *zeolit*, karbonat, dan bermacam silica.
5. *Xenolith*, adalah stuktur yang memperlihatkan adanya suatu fragmen batuan yang masuk atau tertanam ke dalam batuan beku. Stuktur ini terbentuk akibat adanya peleburan yang tidak sempurna dari suatu batuan samping di dalam magma yang menerobos.
6. *Autobreccia*, stuktur pada lava yang memperlihatkan fragmen.
7. *Fragmendari* lava itu sendiri.
8. *Jointing*, ketika suatu batuan terlihat seperti memiliki retakan-retakan. Kenapakan seperti ini akan mudah diamati pada singkapan di lapangan.

Batuan vulkanik dapat dikenali melalui tekstur, struktur dan kandungan mineral. Tekstur batuan vulkanik memberikan suatu informasi terkait proses pembekuan magma yang terjadi dan struktur batuan vulkanik juga mencirikan batuan tersebut intrusi atau ekstrusi, sedangkan komposisi mineral pada batuan vulkanik berkaitan dengan warna batuan dan asal magma batuan (Mulyaningsih, 2013). Beberapa batuan yang tergolong dalam batuan beku vulkanik antara lain batuan basal, dasit dan andesit (Sariisik dkk, 2011).

Batuan andesit adalah batuan beku yang terbentuk membeku dibawah tanah, sedangkan batuan andesit kedua proses pembekuannya terjadi dipermukaan yang sering disebut lava. Andesit termasuk kedalam batuan beku vulkanik, sehingga penurunan temperatur pada lava terjadi sangat cepat, oleh karena itu kristal yang terbentuk tidak sempurna. Andesit banyak terdapat sebagai lava dan terjadi akibat intrusi sekunder sebagai dike. Komposisi mineralogi pada batuan andesit serupa dengan batuan diorit, dimana pada andesit mempunyai

lebih banyak kandungan kuarsa dan plagioklas dari jenis andesin. Batuan andesit memiliki tekstur fanerik halus atau afanitik karena ukuran butirnya terlihat secara megaskopis halus atau hampir tidak bisa dilihat dengan mata secara langsung.

2.5 Pembentukan Andesit Daerah Penelitian

Daerah penelitian berada pada Formasi Tarahan (Tpot) terdiri dari atas batuan utama yaitu tuff dan breksi tuff dengan sedikit lava, ditindih dengan andesit-basalt. Pada daerah penelitian juga berdekatan dengan beberapa formasi seperti Formasi Granodiorit Sulan (Kgdsn), formasi ini terdiri dari granodiorit, diorit dan tonalit. Menurut (Kartili dan Marks, 1963) magma diorit adalah komposisi awal pembentuk batuan andesit, nama ini berasal dari pegunungan Andes di negara Amerika bagian Selatan. Karena terbentuk oleh lelehan diorit maka komposisi mineralnya seperti diorit. Banyak gunungapi di Indonesia yang pada umumnya menghasilkan batuan andesit. Batuan andesit banyak terdapat di sekitar gunung berapi dan tempat penemuan yang terkenal berada di Gunung Mesigit di Jawa Barat.

Menurut Indarto (2007), batuan di Lampung dan merupakan daerah penelitian mengalami alterasi hidrotermal membentuk zona propilitik menghasilkan batuan yang terdiri dari basalt porfiri, andesit, andesit basaltik, andesit hornblenda, granit, granit, trakhit, latit, tufa batuan/ tufa breksi, sienit, dasit porfiri, diabas, perlit.

2.6 Karakteristik Batuan Andesit

Batuan andesit adalah batuan vulkanik yang mempunyai unsur mineral yang kaya akan kandungan mineralnya seperti kuarsa dan plagioklas. Batuan andesit adalah batuan intermediet yang terbentuk karena hasil pendinginan magma di permukaan bumi ataupun aktivitas gunungapi. Akibat perbedaan temperatur pada saat pendinginan batuan andesit secara umum terdiri dari batuan padat (Khosama, 2012).

Plagioklas dan piroksen atau hornblende (amfibol) adalah karakteristik mineral utama dalam batuan beku andesit. Teksturnya terdiri atas gelas afirik sampai porfiritik-afanitik holokristalin. Batuan andesit memiliki komposisi plagioklas dari 50-80%, piroksen 10-15%, dan amfibol 5-10%. Kandungan amfibol pada batuan andesit dapat memberi pengaruh pada kualitas batuan karena berdasarkan struktur silikatnya amfibol mempunyai ikatan rangkap sehingga memungkinkan terjadi substitusi untuk mempertahankan kesetimbangannya dan juga bisa menyebabkan terjadinya patahan pada saat pembentukannya serta pemipihan ketika mengalami suatu tekanan. Unsur mayor utama yang dimiliki batuan andesit yaitu silika 52-63%, alumina 15-19%, dan kandungan (SiO_2) bervariasi oleh karena itu dibagi ke dalam high K andesit dan medium K andesit. Perbedaan jenis andesit ini kemungkinan besar karena hasil dari beberapa proses dan perbedaan inilah yang bisa menyebabkan kualitas batuan yang berbeda (Raymond, 2000).

Porfiri andesit berwarna abu terang, bertekstur porfiritik dengan massa dasar inekuigranular, hipidiomorf, afanitik, kemas relatif terbuka, void relatif lebih besar dibandingkan batuan beku basalt antara 12-20%. Komposisi mineral tersusun atas plagioklas andesit, piroksen dengan massa dasar mikrolit plagioklas dan gelas vulkanik (Sophian dkk, 2011).

Kandungan utama andesit adalah silikat (SiO_2) dan alkali felspar biasanya dalam jumlah yang sedikit, sedangkan kuarsa hadir sebagai pembentuk mineral gelas. Batuan andesit yang termasuk jenis aliran lava berbutir kasar dan merupakan batuan yang paling tua di kawasan pegunungan. Batu andesit mempunyai mineral penyusun yaitu plagioklas, kuarsa, dan biotit. Jumlah mineral penyusun yang sedikit inilah sebagai acuan bahwa batu andesit memiliki tingkat homogenitas yang tinggi batu andesit mengandung komposisi kimia Silika (SiO_2) sebesar 62,30% (Sariisik dkk, 2011).

2.7 Pemanfaatan Batuan Andesit

Andesit dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, yang paling sering digunakan salah satunya sebagai bahan bangunan maupun infrastruktur. Penggunaan

batuan andesit sebagai bahan bangunan harus memperhatikan berbagai faktor, seperti, kekutan, masa jenis, ukuran, bentuk, daya tahan dan sebagainya. Oleh karena itu diperlukan studi keteknikan atau kelayakan batuan sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan batuan tersebut sebagai bahan bangunan (Ridwan dkk, 2018). Andesit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, yaitu pondasi jalan, batu belah dan bangunan dengan syarat mutu dari batuan tersebut (Raymond, 2000).

Explorasi awal sangat penting dilakukan untuk mengetahui letak posisi, penyebaran dan volume dari andesit yang berada pada lokasi penelitian Andesit merupakan komoditas batuan atau termasuk mineral industri. Dalam melakukan penyelidikan eksplorasi dan pelaporan sumberdaya andesit menggunakan metode geolistrik. Metode geolistrik ialah salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi geologi bawah tanah berdasarkan sifat kelistrikan batuan. (Sidiq, 2018).

III. TEORI DASAR

3.1 Metode Geolistrik

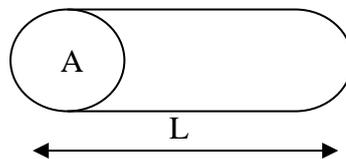
Metode geolistrik adalah salah satu metode dalam studi geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di bawah permukaan tanah dan mendeteksinya di permukaan bumi berdasarkan sifat tahanan jenis lapisan batuan penyusun kerak bumi. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan struktur pondasi bangunan, mengkaji potensi air tanah, prospeksi panas bumi, eksplorasi mineral, intrusi air laut dan pengkajian limbah. Informasi yang didapatkan dari hasil pengukuran di lapangan adalah data akumulasi kondisi bawah permukaan. Metode geolistrik resistivitas sangat sering dimanfaatkan untuk melakukan investigasi bawah permukaan bumi, karena metode geolistrik di dalam bumi dapat menentukan jenis dan struktur batuan. Metode geofisika merupakan metode yang dapat memberikan gambaran bawah permukaan tanpa harus menggali (Susilo dkk, 2018).

Metode ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik searah ke dalam tanah melalui elektroda arus, selanjutnya distribusi medan potensial diukur dengan elektroda potensial. Variasi nilai tahanan jenis dihitung berdasarkan besar arus dan potensial yang terukur (Santoso, 2016).

Pada metode geolistrik ini akan didapat suatu nilai resistivitas batuan (ρ) yang akan menunjukkan jenis batuan yang diamati. Adanya variasi tahanan jenis lapisan, dapat diamati dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi. Dengan mengubah-ubah jarak antar elektroda sesuai konfigurasi tertentu, maka dapat diinterpretasi perubahan dari tahanan jenis secara vertikal maupun horizontal (Rustadi, 2005).

Tujuan dari metode geolistrik ialah untuk menentukan sebaran resistivitas pada setiap lapisan dibawah permukaan bumi. Prinsip dasar hukum fisika yang digunakan pada metode geolistrik resistivitas adalah hukum ohm dimana arus dialirkan kebawah permukaan melalui sebuah elektroda. Adapun prinsip kerja dari metode ini dengan menginjeksi elektroda dua arus (AB) ke dalam permukaan bumi, maka elektroda potensial akan mengukur beda potensial dari arus yang melewati bawah permukaan bumi, kemudian perhitungan resistivitas semu batuan dihitung dengan menggunakan hukum Ohm (Loke, 2007).

Batuan dapat mengalirkan arus listrik karena mempunyai elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan oleh elektron tersebut. Salah satu sifat karakteristik batuan tersebut adalah tahanan jenis yang menunjukkan kemampuan bahan untuk mengalirkan arus listrik (Lowrie, 2007).



Gambar 6. Silinder konduktor

Jika ditinjau pada sebuah silinder dengan panjang L , luas penampang A dan resistansi R seperti pada **Gambar 6**,

Maka dapat dirumuskan:

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

Dimana ρ adalah resistivitas (Ωm), L adalah panjang silinder konduktor (m), A adalah luas penampang bahansilinder (m^2) dan R adalah resistansi Ω).

Menurut hukum ohm, resistansi R dirumuskan:

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

Dimana R adalah resistansi (ohm), V adalah beda potensial (volt), I kuat arus (ampere). Dari kedua rumus tersebut didapatkan nilai resistivitas (ρ) sebesar:

$$R = \frac{VA}{IL} \quad (3)$$

Banyak orang menggunakan sifat konduktivitas (σ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas (ρ) dengan satuan ohm/m

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{VA}{IL} = \left[\frac{I}{A} \right] \left[\frac{L}{V} \right] = \frac{J}{E} \quad (4)$$

Berdasarkan hukum ohm, hubungan antara kerapatan arus listrik J dengan medan listrik E adalah:

$$j = \sigma E \quad (5)$$

Dimana, σ adalah konduktivitas bahan dalam meter/ohm. Medan listrik E dapat dinyatakan sebagai gradien potensial:

$$E = -\nabla V \quad (6)$$

Persamaan diatas dilakukan sibtitusi menjadi:

$$j = \sigma E = -\sigma \nabla V \quad (7)$$

Dimana J adalah kerapatan arus (A/m²), E adalah medan listrik (V/m), adalah konduktivitas, V adalah potensial listrik (V). Aliran arus listrik dalam suatu medium memenuhi hukum kontinuitas untuk arus dan didasarkan pada prinsip kekekalan muatan yang dapat dituliskan pada rumus (8):

$$\nabla \cdot j = -\frac{\partial q}{\partial t} \quad (8)$$

q merupakan rapat muatan dalam satuan C/m³. Jika arusnya stasioner, menjadi:

$$\nabla \cdot j = 0 \quad (9)$$

Persamaan (8) dan (9) dilakukan substitusi maka didapatkan:

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0 \quad (10)$$

Didalam ruang homogen isotropik, potensial adalah konstan maka persamaan memenuhi persamaan *Laplace*:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (11)$$

Pemberlakuan syarat *Laplace* pada persamaan (11), kemudian hasilnya dimasukkan pada koordinat bola didapatkan:

$$\nabla^2 V = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} = 0 \quad (12)$$

Untuk suku pertama pada persamaan (8) kami dapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) &= 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Sehingga konstanta untuk persamaan (9) diatas adalah:

$$\begin{aligned} r^2 \frac{\partial V}{\partial r} &= A \\ V &= -\frac{A}{r} \\ A &= -\frac{I\rho}{2\pi} \end{aligned} \quad (14)$$

Dimana r adalah jari-jari (m), V adalah potensila listrik (volt), I adalah arus listrik (A), adalah nilai resistivitas batuan dalam Ωm . Adapun beda potensial antara P1 dan P2

$$\nabla V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (15)$$

Berdasarkan persamaan (11) tersebut diatas nantinya didapatakan faktor geometri k sebagai berikut:

$$k = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right)} \quad (16)$$

Sehingga didapatkan persamaan resistivitas sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\nabla V}{I} k = Rk \quad (17)$$

Dimana R adalah hambatan Ω , didalam metode resistivitas, memiliki berbagai macam konfigurasi elektroda. Adanya jenis konfigurasi-konfigurasi elektroda tersebut mengakibatkan pengaruh terhadap besarnya resistivitas, hal ini

dikarenakan tiap-tiap konfigurasi memiliki faktor K yang berbeda berdasarkan susunan dari elektrodanya (Hendrajaya dan Arif, 2004). Susunan konfigurasi elektroda terdapat 2 tipe yaitu tipe *sounding* dan *mapping*. Tipe *sounding* biasanya digunakan untuk identifikasi kontras resistivitas secara vertikal, biasanya yang sering digunakan ialah konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*. Sedangkan tipe *mapping* digunakan dalam identifikasi kontras densitas ke arah vertikal dan horisontal, diantaranya konfigurasi *Wenner mapping*, *dipole-dipole*, *pole-pole*.

3.2 Sifat Listrik Batuan

Terdapat tiga golongan aliran arus listrik didalam batuan yaitu konduksi secara elektronik, elektrolitik dan dielektrik (Telford, 1990). Konduksi secara elektronik jika terjadi pada batuan mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan kedalam batuan tersebut oleh elektron-elektron bebas itu. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Konduksi secara elektrolitik terjadi pada suatu batuan yang sifatnya berporos dan memiliki pori-pori yang terisi oleh larutan elektrolit. Dalam hal ini ion-ion yang terdapat pada larutan elektrolit menyebabkan arus listrik dapat mengalir. Susunan pori-pori dan volume mempengaruhi konduktivitas dari batuan. Sedangkan konduksi dielektrik terjadi pada suatu batuan atau mineral yang memiliki sifat fisis dielektrik atau elektron bebas yang sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali.

Resistivitas mempunyai arti yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya tergantung pada suatu bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut. Sedangkan resistivitas tidak bergantung oleh faktor geometri. Salah satu karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis), dimana resistivitas (tahanan jenis) merupakan karakteristik bahan yang mampu menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghantarkan arus listrik.

Menurut (Telford, 1990), "Secara umum berdasarkan nilai tahanan listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Konduktor baik : $10^{-8} < \rho < 1 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan : $1 < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$
3. Isolator : $\rho < 10^7 \Omega\text{m}$

Resistivitas (tahanan jenis) memiliki nilai yang berbeda karena porositas dan permeabilitas pada setiap batuan dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Tahanan jenis batuan (Telford, 1990)

Meterial	Resistivitas (Ωm)
Pirit	0,01 – 100
Kuarsa	500 – 800.000
Kalsit	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam batu	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit	200 – 100.000
Andesit	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal	200 – 100.000
Gamping	500 – 10.000
Batu pasir	200 – 8.000

Tabel 2. Tahanan jenis batuan (Suyono, 1978)

Meterial	Resistivitas (Ωm)
Air pemasukan	80 – 200
Air tanah	30 – 100
Silt-lempung	10 – 200
Pasir	100 – 600
Batupasir	50 – 500
Konglomerat	100 – 50
Tufa	20 – 200
Kelompok andesit	100 – 2.000
Kelompok granit	1.000 – 10.000
Kelompok <i>chert, slate</i>	200 – 2.000

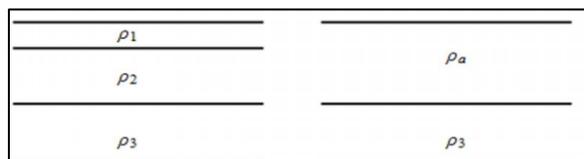
Pengukuran resistivitas suatu batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti homogenitas batuan, kadar air, porositas, permeabilitas dan kandungan mineral. Hasil pengukuran yang telah diolah kemudian dikorelasikan dengan informasi geologi sehingga memberikan informasi yang signifikan mengenai geologi bawah tanah daerah penelitian.

3.3 Tahanan Jenis Semu

Dipercayai bahwa bumi memiliki sifat homogen isotropik. Berdasarkan asumsi ini, resistivitas yang diukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung pada jarak antar elektroda. Pada kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda, sehingga potensial yang diukur adalah efek dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan harga resistivitas satu lapisan saja, terutama untuk spasi elektroda yang lebar. Besarnya resistivitas yang terukur akan bervariasi akibat ketidak homogenan medium. Ketidakhomogenan ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: ukuran butir, penyusun batuan, komposisi mineral batu, kadar air, kelarutan garam, kepadatan, dan porositas.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (18)$$

Dimana ρ_a adalah *resistivity* (ohmmeter), K: factor geometri, ΔV : Beda Potensial (mV), dan I: arus (mA). Dengan ρ_a merupakan resistivitas semu yang bergantung pada spasi elektroda. Pada kasus tidak homogen, tanah diasumsikan berlapis-lapis, dimana setiap lapisan memiliki nilai Resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu adalah resistivitas media imajiner homogen yang sesuai dengan media berlapis yang dipertimbangkan.



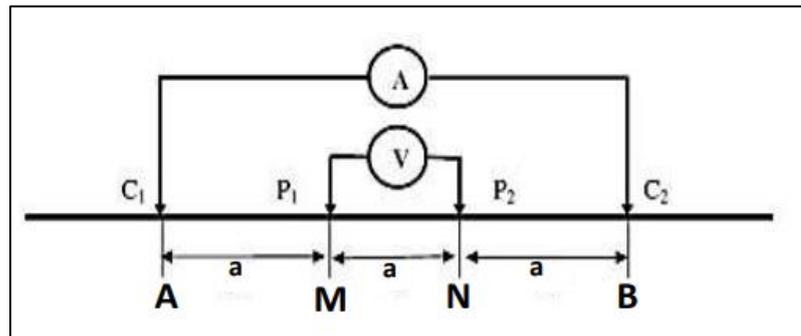
Gambar 7. Medium berlapis variasi tahanan jenis (Rahmawati, 2009).

Pada **Gambar 7**, menunjukkan harga resistivitas yaitu resistivitas semu ρ_a , dengan konduktansi lapisan fiktif sama dengan jumlah konduktansi pada setiap lapisan $\sigma_f = \sigma_1 + \sigma_2$ (Afifah, 2009).

3.4 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi jenis ini diambil dari nama Frank Wenner yang mempelopori penggunaannya di Amerika Serikat. Pada konfigurasi Konfigurasi *wenner* cukup

populer dipergunakan untuk pengambilan data geolistrik, baik 1D atau VES (*Vertical Electrical Sounding*) maupun *mapping* 2D.



Gambar 8. Skema pengukuran geolistrik menggunakan konfigurasi *wenner* (Noor, 2020)

C1 dan C2 adalah pasangan elektroda arus, P1 dan P2 adalah pasangan elektroda potensial dan a adalah jarak antara elektroda dengan jarak yang sama. Keuntungan dari konfigurasi ini adalah informasi yang akurat dapat diperoleh selama pengumpulan data dibandingkan dengan konfigurasi lainnya. konfigurasi ini terdiri dari 2 (dua) elektroda arus dan 2 elektroda potensial. Elektroda potensial ditempatkan di dalam dan elektroda arus di luar (**Gambar 8**) dari celah antara elektroda a . Pengukuran dilakukan dengan menggerakkan semua elektroda secara bersamaan pada jarak konstan n ($C1P1 = P1P2 = C1C2$).

Konfigurasi *wenner* adalah salah satu jenis konfigurasi yang sering dipakai dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan jarak spasi sama panjang ($r_1 = r_4 = a = r_2 = r_3 = 2a$). Jarak antara elektroda arus ialah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik sounding adalah $a/2$. Oleh karena itu, jarak masing elektroda arus dengan titik sounding idalah $3a/2$. Target kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah sebesar $a/2$. Faktor geometri konfigurasi *wenner* bisa dihitung dengan persamaan 19:

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)} \quad (19)$$

$$K = 2\pi a \quad (20)$$

Nilai resistivitasnya bisa dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (21)$$

dengan ρ_s : resistivitas semu (Ohm.m), ΔV : beda potensial (V), I: arus yang diinjeksikan kedalam bumi (A), dan a: spasi antara pasangan elektroda arus dan elektroda potensial (m). Data mentah yang didapatkan dari hasil pengukuran geolistrik masih merupakan nilai resistivitas semu. Untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya, maka harus melakukan pengolahan data menggunakan metode inversi.

Konfigurasi *wenner* memiliki 3 macam yaitu:

Wenner alpha merupakan suatu jenis konfigurasi dengan elektroda potensial berada di antara elektroda arus yang tersusun dari C1– P1 – P2- C2. Jarak elektroda yang satu dengan yang lainnya sama dengan a. Faktor geometri dari konfigurasi ini adalah $k=2\pi a$. Terdapat keuntungan dan kekurangan dari konfigurasi *wenner alpha* (Taib, 2004) yaitu, Konfigurasi elektroda *wenner alpha* ini lebih sensitif terhadap perubahan lateral setempat dan dangkal seperti gawir, lensa-lensa setempat. Hal tersebut terjadi akibat anomali geologi diamati oleh elektroda C1 dan P1 berkali-kali. Namun demikian, untuk jarak C2 – P2 yang lebih baik, daya tembus (penetrasi) yang lebih besar, sehingga berlaku untuk eksplorasi resistivitas dalam. Bidang equipotential untuk beda homogen berupa bola, maka data- data lebih mudah diproses dan dimengerti. Disamping itu, errornya kecil. *Wenner alpha* memiliki sensitif terhadap perubahan-perubahan kearah lateral di permukaan, konfigurasi ini disukai dan banyak digunakan untuk penyelidikan panasbumi. Pengukuran setiap elektroda harus dipindahkan, maka memerlukan personal yang lebih baik.

Pada *wenner beta* elektroda potensialnya berdekatan pada satu sisi dan elektroda arusannya di sisi yang lain, dengan susunan mulai dari C2 – C1 – P1 – P2. Jarak elektroda yang satu dengan elektroda yang lain juga sama dengan a. Faktor geometri konfigurasi ini adalah $k = 6\pi a$. Keunggulan dan kelemahan konfigurasi ini hampir sama dengan *wenner alpha*, hanya berbeda pada

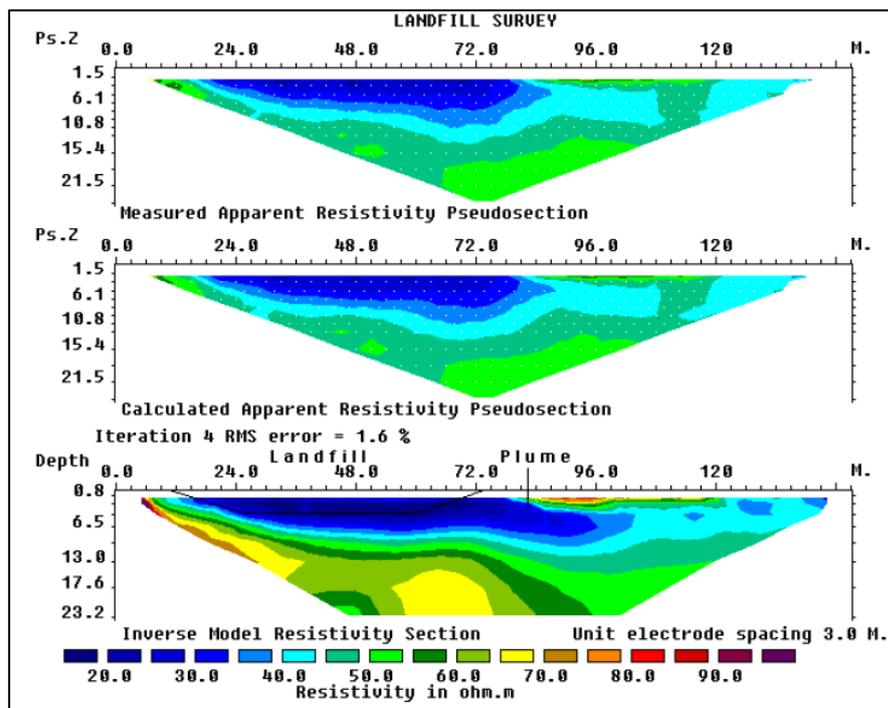
sensitifitas. *wenner beta* ini lebih sensitif ke arah horizontal dibandingkan *wenner alpha*, sementara *alpha* lebih baik sensitif ke arah vertikal atau penetrasi *wenner alpha* lebih dalam dari pada *wenner beta*.

Sedangkan pada *wenner gamma* jarak elektroda konfigurasi ini juga sama dengan a , namun elektrodanya hanya terdiri dari satu elektroda arus dan satu elektroda potensial. Faktor geometri ini adalah $= 3\pi a$. Karena cuma satu elektroda arus dan satu elektroda potensial, maka tidak membutuhkan personal yang banyak. Akan tetapi terlalu banyak potensial yang tidak terukur.

3.5 Pemodelan 2 Dimensi

Sifat konduktivitas listrik batuan dekat permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh kandungan fluida, kemagnetan batuan dan densitas batuan. Daya hantar listrik batuan yang mengandung zat cair sangat ditentukan oleh komposisi airnya yaitu elektrolit. Larutan garam terdiri dari anion dan kation yang bergerak bebas di dalam air. Adanya medan listrik eksternal menyebabkan kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negatif, sedangkan anion dipercepat menuju kutub positif. Tentu saja, pada batuan berpori yang berisi air, nilai hambatan listrik berkurang dengan meningkatnya kadar air (Telford, 1990).

Tampilan 2D yang dihasilkan pada *Software Res2Dinv* terdiri dari 3 kontur iso-resistivitas pada kedalaman semu. Penampang pertama adalah *measure apparent resistivity* yang menunjukkan kontur tahanan jenis semua hasil pengukuran, penampang kedua menunjukkan kontur tahanan jenis semu dari hasil perhitungan (*calculated apparent resistivity*) dan penampang yang ketiga adalah inverse model *resistivitysection* yang menggambarkan kontur dari tahanan jenis sebenarnya,



Gambar 9. Pemodelan 2D Resistivity

Hasil survei memperlihatkan hasil distribusi nilai resistivitas material bawah permukaan bumi yang disebut *resistivity pseudosection* atau *inverse model resistivity section* dapat dilihat pada **Gambar 9**. Model yang diperoleh dari proses inversi selalu memiliki nilai residual error atau RMSE (*Root Mean Squared Error*). Proses ini dilakukan hingga diperoleh respon optimal dari model invers dari nilai root mean square (RMS) yang relatif kecil. (Sapulete dkk, 2019). Iterasi dilakukan dengan proses beberapa kali untuk menurunkan nilai error yang didapatkan. Iterasi adalah sebuah proses perhitungan ulang dari data yang dimasukkan dalam fungsi matematis yang sama secara berulang-ulang untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Iterasi yang dilakukan untuk mendapatkan nilai error yang terkecil agar didapatkan penampang bawah permukaan yang paling mendekati aslinya (Daniswara dkk, 2019).

Nilai RMSE berfungsi untuk memperlihatkan tingkat perbedaan antara pengukuran resistivitas material dan resistivitas material sebenarnya. Besar kecilnya nilai RMSE dipengaruhi oleh bentuk dan struktur tanah tempat elektroda dipasang, misalnya adanya goa pada tanah atau banyaknya akar pepohonan yang berada tepat di bawah bentangan (Loke, 2004).

3.6 Pemodelan 3 Dimensi

Model 3D sering digunakan untuk menemukan tebal overburden rock, volume deposit bahan tambang (*Gross Rock Volume*), serta geometri dan sebaran bahan tambang di suatu area. Terdapat beberapa *software* dalam pembuatan modelan 3D salah satunya yaitu *software Voxler*.

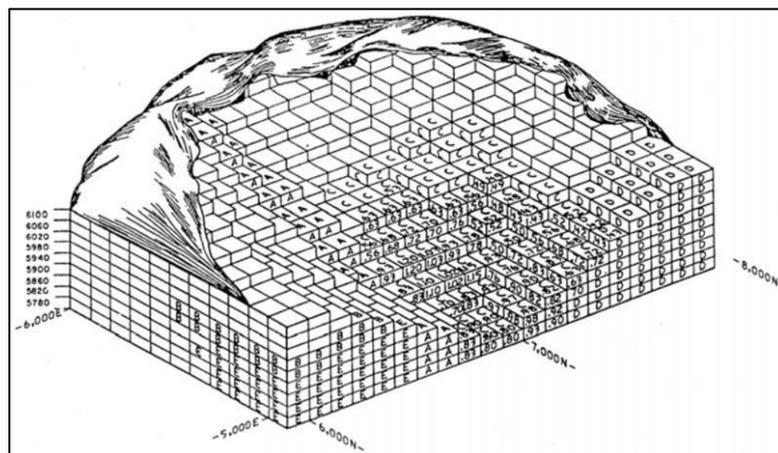
Voxler adalah program visualisasi ilmiah tiga dimensi (3D) yang terutama ditujukan untuk visualisasi volumetrik dan tampilan data 3D. Untuk volume 3D, *voxler* juga dapat memanfaatkan penggunaan grid dua dimensi (2D), termasuk file DEM (*Digital Elevation Model*), gambar, dan data titik jarang (*scatter point data*). *Voxler* dapat menampilkan *streamlines, three-dimensional scatter plots, direct volume rendering, three-dimensional gridding, vector plots, contour maps, isosurfaces, image slices, resampling, numerous lattice operations, dan image processing* (Nurhayati dan Ardi, 2016).

3.7 Interpolasi Dan Volumetrik Pada *Voxler 4*

Rekonstruksi data geolistrik 2D dapat direkonstruksi menggunakan metode serial cutting dan interpolasi untuk menghasilkan model *cross-sectional 3D* yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam interpretasi data geolistrik di wilayah pertambangan. Selain bentuk dan lokasi target penambangan potensial yang terlihat, metode ini memungkinkan untuk menghitung volume target penambangan potensial sehingga dapat diidentifikasi jauh sebelum operasi penambangan dimulai. (Kusnahadi dkk, 2012).

Metode interpolasi yang digunakan dalam pengolahan data menggunakan *software voxler 4* adalah untuk menaksir suatu nilai yang berada di lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data di sekitarnya. Metode ini banyak digunakan dalam kegiatan penelitian, karena proses perhitungannya lebih sederhana dan mudah dipahami. Metode ini merupakan metode deterministik sederhana yang memperhitungkan titik-titik di sekitarnya. Metode ini mengasumsikan bahwa nilai interpolasi lebih mirip pada data sampel yang lebih dekat daripada yang

lebih jauh. Bobot berubah secara linear dengan jarak dari data sampel. Lokasi data sampel tidak mempengaruhi bobot ini. Pemakaian model blok untuk pemodelan suatu deposit telah umum dilakukan dalam industri pertambangan. Hal ini dimulai pada akhir tahun enam puluhan, ketika computer mulai digunakan dalam proses pekerjaan perhitungan cadangan dan perencanaan tambang. Dengan menggunakan model blok, mudah untuk menilai secara lebih rinci kuantitas dan kualitas perkiraan sumber daya yang dijelaskan. *Rule of thumb* yang dipopulerkan oleh David (1977), menyatakan bahwa panjang dan lebar blok minimum adalah $\frac{1}{4}$ rata-rata jarak titik bor.



Gambar 10. Model Blok 3 Dimensi (Notosiswoyo dkk, 2005)

Pada **Gambar 10** memperlihatkan perhitungan volume dengan cara menghitung nilai volume keseluruhan dari blok-blok yang memiliki nilai resistivitas yang diasumsikan sebagai batuan andesit.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun kegiatan penelitian ini akan dilaksanakan pada:

- Pengambilan Data : PT. Lampung Geosains Survei, Jl. Soekarno Hatta,
Perumahan Raffles Residence Blok D No. 16,
Rajabasa, Kota Bandar Lampung, 35144.
- Prosesing Data : 15 Maret 2022 – 15 Mei 2022.
- Tempat : Laboratorium Eksplorasi Teknik Geofiska
Universitas Lampung.

4.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Bahan Penelitian

No	Bahan	Jenis	Sumber
1	Data geolistrik resistivitas	Tabel I dan V	Pengukuran lapangan
2	Data kordinat dan topografi	Tabel X, Y dan Z	Pengukuran lapangan
3	Data Geologi	Peta Geologi	<i>Geologi.esdm.go.id</i>

Tabel 4. Alat Penelitian

No	Alat	Fungsi
1	<i>Software Res2Dinv</i>	Inversi modeling untuk mendapatkan model penampang 2D bawah permukaan.
2	<i>Software Voxler 4</i>	Interpolasi 3D untuk mendapatkan persebaran dan volumetrik batuan andesit.

3	<i>Software Google Earth</i>	Melihat kenampakan lokasi penelitian berdasarkan data kordinat dan topografi
4	<i>Software ArcGis</i>	Membuat Peta Geologi, Topografi dan Lintasan Pengukuran.
5	<i>Software Microsoft Excel v.2013</i>	Preoesing data hasil pengukuran untuk mendapatkan nilai resistivitas semu ρ_a

4.3 Time Schedule

Adapun *time schedule* yang akan digunakan pada kegiatan penelitian ini adalah seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 5. *Time Schedule* Penelitian

No	Kegiatan	Bulan (Minggu Ke-)																			
		Mei	Juni	Juli	Agustus				Sep	Okt	Nov	Des	Januari				Feb	Mar	Apr	Mei	Juni
					1	2	3	4					1	2	3	4					
1	Studi Literatur																				
2	Pengumpulan Data																				
3	Pengolahan dan Interpretasi Data																				
4	Penyusunan Skripsi																				
5	Bimbingan Skripsi																				
6	Seminar Proposal																				
7	Revisi dan Bimbingan Hasil Penelitian																				
8	Seminar Hasil Penelitian																				
9	Sidang Komprehensif																				

4.4 Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap studi literatur ditujukan untuk memahami konsep dasar geologi maupun geofisika dari penelitian yang dilakukan. Studi literatur dilakukan dengan membaca jurnal penelitian sebelumnya dan memahami konsep dasar tatanan geologi daerah penelitian berdasarkan peta geologi regional.

2. Pengolahan data Resistivitas

Hasil pengukuran yang didapat dari lapangan berupa data beda potensial (V) dan arus (I) Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *Microsoft excel* v. 2013 untuk menentukan nilai tahanan jenis (ρ).

3. Pengolahan data geolistrik 2D

Tampilan 2D yang dihasilkan pada *Software Res2Dinv* terdiri dari 3 kontur iso-resistivitas pada kedalaman semu. Penampang pertama adalah *measure apparent resistivity* yang menunjukkan kontur tahanan jenis semua hasil pengukuran, penampang kedua menunjukkan kontur tahanan jenis semu dari hasil perhitungan (*calculated apparent resistivity*) dan penampang yang ketiga adalah inversi model *resistivitysection* yang menggambarkan kontur dari tahanan jenis sebenarnya, setelah melalui pemodelan inversi sehingga didapatkan kontur sebaran nilai tahanan jenis vertikal di sepanjang lintasan akuisisi data.

4. Rekonstruksi volume batuan dalam pemodelan 3D

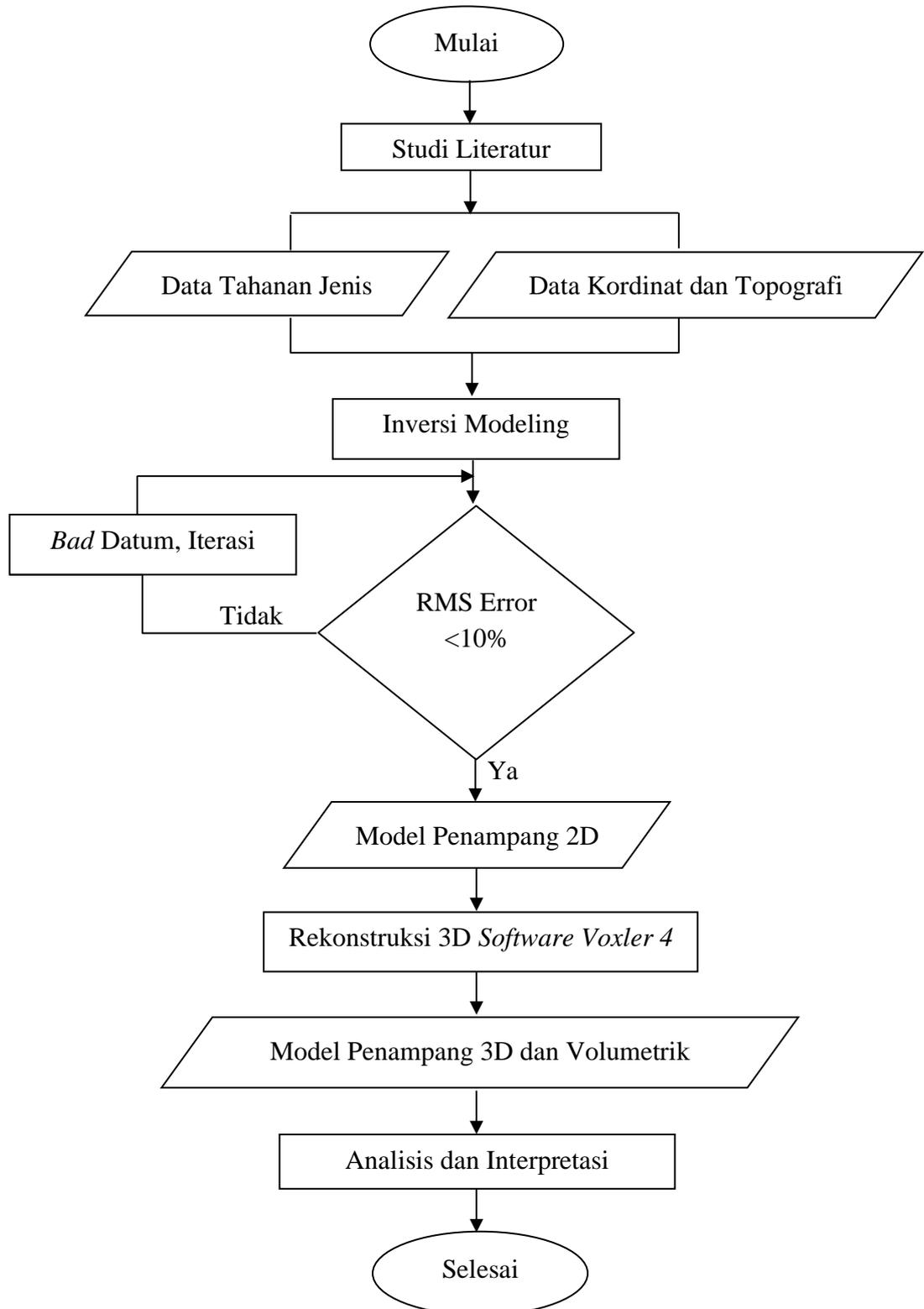
Model 3D Blok model adalah suatu metode yang tersusun dari Blok-blok yang membentuk sebuah kerangka yang disebut dengan blok model dan berfungsi untuk mempresentasikan model endapan andesit secara 3 dimensi (3D). Penentuan batas block model yaitu ditentukan berdasarkan nilai koordinat dari titik geolistrik. Untuk melakukan *constrain* pada block model ditentukan dengan batas lapisan andesit yaitu *floor* andesit dan juga topografi. Interpolasi untuk data resistivitas pada cell yang belum diketahui nilainya dilakukan berdasarkan data log resistivitas.

5. Interpretasi

Interpretasi data dilakukan dengan cara membandingkan dan mencocokkan variasi dari nilai tahanan jenis material batuan hasil pengolahan inversi data 2D. Selain itu dengan pemodelan 3D yang telah diperoleh, maka akan didapatkan volumetrik batuan dengan satuan m³.

4.5 Diagram Alir

Adapun diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut pada Gambar 11:



Gambar 11. Diagram Alir

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lapisan batuan berdasarkan pemodelan penampang 2D Geolistrik tahanan jenis diduga adalah lapisan batuan andesit yang memiliki nilai tahanan jenis antara antara 155-315 Ωm yang dicitrakan dengan warna merah sampai dengan warna ungu.
2. Berdasarkan model 2D geolistrik tahanan jenis lintasan A batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 0-25 meter dengan rata-rata ketebalan 8 meter, lintasan B batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 0-25 meter dengan rata-rata ketebalan 7 meter, lintasan C batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 0-28 meter dengan rata-rata ketebalan 7 meter, lintasan D batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 0-25 meter dengan rata-rata ketebalan 8 meter, lintasan E batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 0-25 meter dengan rata-rata ketebalan 6 meter.
3. Estimasi cadangan volumetrik batuan andesit bawah permukaan yang didapatkan berdasarkan interpolasi model 3D geolistrik tahanan jenis untuk luasan $\pm 65.000\text{m}^2$ adalah 297.529m^3 .

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan penulis memberikan beberapa saran yang dapat membantu penelitian selanjutnya seperti:

1. Perlu dilakukan uji sampel batuan untuk melihat kandungan unsur mineral, berat jenis rata-rata dan nilai kuat tekan batuan andesit untuk mengetahui kualitas batuan andesit di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, R. (2009). Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang, 3(1), 66–76.
- Akmam., Sudiar, Nofi Yendri. (2013). Analisis Struktur Batuan Dengan Metoda Inversi Smoothness-Constrained Least-Squares Data Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. 215-219.
- Almasi, A., Jalalian, A., dan Toomanian, N. (2014). Using OK and IDW Methods for Prediction the Spatial Variability of A Horizon Depth and OM in Soils of Shahrekord, Iran Digital Soil Mapping using soft-computing techniques View project Digital Soil Mapping in Iran View project. *Journal of Environment and Earth Science*, 17–28.
- Daniswara, A., Dahrin, D., dan Setianingsih. (2019). Analisis Dan Pemodelan Data Geolistrik Untuk Identifikasi Akuifer Airtanah Di Daerah Cisarua, Bandung Barat. *Jurnal Geofisika*. Vol. 17, No.02. 22-25.
- Bemmelen, R.W., van, 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. I-A, Gov. Printed Office, The Hague, 732 p Bronto, S. (2006). Fasies gunung api dan aplikasinya. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(2), 59–71.
- Bronto, S. (2006). Fasies gunung api dan aplikasinya. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(2), 59–71.

- Indarto, S., Setiawan, I., Zulkarnain, I., Sudarsono., Fiqih, M. F., dan Fauzi., A. (2007). Alterasi dan Mineralisasi Hidrotermal Pada Batuan Vulkanik Formasi Hulusimpang Daerah Bengkulu dan Lampung di Kawasan Sayap Barat Pegunungan Bukit Barisan, Sumatera. *Prosiding Seminar Geoteknologi Kontribusi Ilmu Kebumihan Dalam Pembangunan Berkelanjutan*, 978-979-799-255-5.
- Isaaks, E.H. dan Srivastava, R.M. (1989), *Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- Kartili, J. A., dan Marks, P. (1963). *Geologi*. Institut Teknologi Bandung Dep. Umum Riset Nasional, Jakarta.
- Khosama, L. K. (2012). Kuat Tekan Beton Beragregat Kasar Batuan Tuft Merah, Batuan Tuft Putih dan Batuan Andesit. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 2(1), 1–10.
- Kusnahadi, S., Dicky, S., Asep, H., dan HK, Kartika. (2012). *Visualisasi 3d Menggunakan Serial Section Dan Interpolasi Pada Data Geolistrik Pendahuluan H*, 231–240.
- Loke, M.H , Copyright (1996-2004), *Tutorial 2-D and 3-D Electrical Imaging Survey*.
- Mulyaningsih. (2013). *Vulkanologi Jurusan Teknik Geologi*. IST AKPRIND.
- Mangga, SA., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. (1993). *Peta Lembar Tanjungkarang, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Noor, D. 2009. *Pengantar Geologi. Bogor: CV. Graha Ilmu*.
- Noor, R.H., Ishaq, Jarwanto dan Priono, D. (2020). Eksplorasi akuifer air bawah tanah menggunakan metode tahanan jenis 2d di desa selaru kabupaten kotabaru kalimantan selatan. *AL ULUM: JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY*. 5(2), 74–82.

- Notosiswoyo, S., Lilah, S., Nur Heriawan, M., dan Widayat, A. H. (2005). *Metode Perhitungan Cadangan*. Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan Dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung , TE-3231(Edisi 1), 41–44.
- Nurhayati, N., dan Ardi, N. D. (2016). Identifikasi Zona Bidang Gelincir Daerah Rawan Longsor Cihideung Kabupaten Bandung Barat dengan Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner. *Prosiding Snips*, 581–589.
- Perdana, Y.P., dan Winardo, E. (2018). Penaksiran Sumber Daya Andesit Metode Cross Section dan Metode Countur di PT. Bumi Kalimasada Pertambangan Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. Maret-Agustus 2018, halaman Vol.4, No. 1.
- Prasetya, Y. A., dan Ikhrama, R. (2022). *Jejak Gunung Api Purba di Kota Bandar Lampung , Berdasarkan Analisis Petrologi dan Geomorfologi*. 208–212.
- Raymond, A. Loren. (2000). *Study of Igneous, Sedimentary, and Metamorphism rocks*. Second Edition. Mc.Graw Hill.
- Ridwan, P., Arfiansyah, K., Kusumah, P. A., Amrullah, F., dan Gani, R. M. G. (2018). Identifikasi Karakteristik dan Kualitas Andesit Sebagai Bahan Bangunan Daerah Batujajar, Kecamatan Batujajar Timur, Kabupaten Bandung Barat. *Padjajaran Geoscience Journal*, 2(3), 193–200.
- Rustadi. (2005). Penerapan metode geolistrik untuk pemetaan akuifer air tanah di Kabupaten Lampung Tengah. *J. Sains Tek*. 11(2), 97–100.
- Santoso, B. (2016). Penerapan Metode Geolistrik 2D untuk Identifikasi Amblasen Tanah Dan Longsoran Di Jalan Tol Semarang – Solo Km 5+400 – Km 5+800. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 1(2), 179–186. 3.
- Sapulete, Sisca M., Souisa, Matheus., dan Jubaedah, Sitti. (2019). Interpretasi Data Resistivitas Untuk Mengidentifikasi Munculnya Longsor Susulan Di Blok V Wayame Ambon. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. Vol. 13 No. 3 Page187–198.
- Sidiq, H. (2018). Penentuan Kriteria Cadangan Batuan Andesit Di Daerah

Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor Jawa Barat. *Kurvatek*, 2(2), 95–100.

Sophian, R. I., Patonah, A., dan Mohamad, F. (2011). *Karakteristik tanah formasi balikpapan*. 9, 152–162.

Susilo, A., Sunaryo, Fitriah, F., dan Sarjiyana. (2018). Fault analysis in Pohgajih Village, Blitar, Indonesia using *resistivity* method for hazard risk reduction. *International Journal of GEOMATE*, 14(41), 111–118.

Suyono, S., 1978, *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheriff, R. E. (1990). Applied geophysics. In *Nature* (Vol. 127, Issue 3212).

Williams, H., F.J. Turner, C.M. Gilbert (1954), *Petrography, An Introduction to The Study of Rock in Thin Sections*, W.H. Freeman and Company, New York, U.S.A.

Wijaya, Carta. (2019). *Pemodelan 2D Dan 3D Geolistrik Untuk Perhitungan Volumetrik Batuan Andesit Di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung*. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.

Zaenudin, A., Ariwibowo, Y., Kusumastuti, D. I., dan Martin, Y. (2016). Pemetaan Geologi Dan Uji Sifat Fisika Batuan Andesit Di Bakauheni Dan Tanjungan, Lampung Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Avoer 8*, 979-587-617-1.