

**IDENTIFIKASI POTENSI SUMBER DAYA BATUAN ANDESIT
BERDASARKAN PENDEKATAN RESISTIVITAS METODE
GEOLISTRIK 2D DAERAH TANJUNG RATU, KATIBUNG, LAMPUNG
SELATAN**

(Skripsi)

Oleh

**IKRAM MAULIA
1855051002**



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFIKA
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

**IDENTIFIKASI POTENSI SUMBER DAYA BATUAN ANDESIT
BERDASARKAN PENDEKATAN RESISTIVITAS METODE
GEOLISTRIK 2D DAERAH TANJUNG RATU, KATIBUNG, LAMPUNG
SELATAN**

Oleh

IKRAM MAULIA

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

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI POTENSI SUMBER DAYA BATUAN ANDESIT BERDASARKAN PENDEKATAN RESISTIVITAS METODE GEOLISTRIK 2D DAERAH TANJUNG RATU, KATIBUNG, LAMPUNG SELATAN

**Oleh
IKRAM MAULIA**

Geofisika merupakan ilmu kebumihan yang mempelajari bumi dan yang terkandung didalamnya dengan menggunakan alat dan ilmu fisika. Karena metoda geofisika ini dapat memetakan bawah permukaan, maka geofisika akan sangat membantu geologi dalam memetakan suatu daerah dan menentukan model geologi bawah permukaan (*subsurface geology model*) yang terdapat di suatu daerah. Kebutuhan akan data dan informasi mengenai potensi bahan galian industri dirasakan cukup besar pada saat ini. Hal tersebut ditandai dengan meningkatnya kegiatan eksplorasi di daerah yang dilakukan pemerintah dan pihak swasta dalam upaya memenuhi kebutuhan bahan baku industri salah satu bahan galian industri yang sangat dibutuhkan adalah batu andesit. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi sumber daya batuan andesit berdasarkan pendekatan resistivitas metode geolistrik 2D, mengidentifikasi litologi dari besar nilai resistivitas bawah permukaan, mengidentifikasi batuan andesit daerah prospek berdasarkan nilai resistivitasnya. Pengukuran dilakukan dalam 6 lintasan dengan jarak elektroda 5m menggunakan konfigurasi *wenner-schlumberger*. variasi sebaran titik batuan andesit dari seluruh lintasan yaitu pada kedalaman 0,5 – 35 meter. Estimasi potensi sumberdaya batuan andesit pada daerah penelitian berdasarkan pendekatan resistivitas dengan rentang nilai 75,8 Ωm sampai dengan 475 Ωm untuk luasan $\pm 17,8$ Ha yaitu sebesar 2.816.723 m^3 dengan tonase 8.140.329,47 ton

Kata kunci : Geolistrik, resistivitas, volumetrik, andesit, pemodelan 2D, pemodelan 3D

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF ANDESITE ROCK RESOURCE POTENTIAL BASED ON THE RESISTIVITY APPROACH OF 2D GEOELECTRIC METHOD IN THE TANJUNG RATU, KATIBUNG, SOUTH LAMPUNG REGION

By
IKRAM MAULIA

Geophysics is an earth science that studies the earth and what is contained therein using physical tools and science. Because this geophysical method can map the subsurface, geophysics will really help geologists in mapping an area and determining the subsurface geology model found in an area. The need for data and information regarding the potential of industrial minerals is felt to be quite large at this time. This is marked by the increase in exploration activities in the region carried out by the government and the private sector in an effort to meet the need for industrial raw materials. One of the industrial minerals that is really needed is andesite. This research aims to identify potential andesite rock resources based on the 2D geoelectric method resistivity approach, identify lithology from large subsurface resistivity values, identify andesite rocks in prospect areas based on their resistivity values. Measurements were carried out in 6 passes with an electrode distance of 5 m using the Wenner-Schlumberger configuration. variations in the distribution of andesite rock points throughout the track, namely at a depth of 0,5 – 35 meters. Estimation of potential andesite rock resources in the research area is based on a resistivity approach with a value range of 75,8 Ωm to 475 Ωm for an area of $\pm 17,8$ Ha, namely 2.816.723 m^3 with a tonnage of 8.140.329,47 tonnes.

Keywords: Geoelectricity, resistivity, volumetrics, andesite, 2D modeling, 3D modeling

Judul Skripsi

**IDENTIFIKASI POTENSI SUMBER DAYA
BATUAN ANDESIT BERDASARKAN
PENDEKATAN RESISTIVITAS METODE
GEOLISTRIK 2D DAERAH TANJUNG
RATU, KATIBUNG, LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa

Ikram Maulia

Nomor Pokok Mahasiswa

1855051002

Program Studi

Teknik Geofisika

Fakultas

Teknik



MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. M. Syamsurrijal Rasimeng, S.Si., M.Si.
NIP. 197307162000121002

Dr. Alimuddin Muchtar, S.Si., M.Si.
NIP. 197206262000121001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

Dr. Karvanto, S.Si., M.T.
NIP. 196912301998021001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.**

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

Anggota : **Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.**

2. Dekan Fakultas Teknik


Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NID. 19750928 200112 1002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **3 November 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, 22 Januari 2024

Penulis



Ikrum Maulia
NPM. 1855051002

RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap penulis adalah Ikram Maulia, lahir di Bandar Lampung pada tanggal 09 Juni 2000. Anak kedua dari empat bersaudara pasangan Bapak Hayamudin dan Ibu Sulisna. Penulis mengawali pendidikan pada Sekolah Dasar Negeri 1 Blambangan Umpu sejak tahun 2006 sampai tahun 2012, kemudian melanjutkan menempuh pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Blabmbangan Umpu yang diselesaikan pada tahun 2015 dan melanjutkan ke SMAN 1 Blambangan Umpu yang diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri, tepatnya di Universitas Lampung dan terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung. Penulis selama menjalani masa perkuliahan tercatat turut aktif mengikuti kegiatan organisasi diantaranya terlibat aktif sebagai anggota maupun pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HIMA TG BHUWANA). Selama terlibat aktif di HIMA TG BHUWANA, penulis dipercaya mengemban amanah sebagai Anggota Bidang Sosial Budaya Masyarakat pada kepengurusan tahun 2020, lalu Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM-FT) sebagai Sekretaris Dinas Kajian Strategis, Himpunan Mahasiswa (HIMA) TG Bhuwana Universitas Lampung mengemban

amanah sebagai Kepala Bidang Sosial Budaya Masyarakat (2021-2022), serta serta sebagai Anggota Divisi Public Relation pada kegiatan nasional Geophysics Whiz Event and Seminar (GWES) (2021-2020), Seksi Mahasiswa Ikatan Ahli Geologi Indonesia (SM-IAGI) Universitas Lampung sebagai anggota Divisi Humas (2021-2022) dan menjadi anggota Divisi Keamanan pada kegiatan Geo Student Competition (GEOSC) (2020), Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia (HMGI) Wilayah 1 sebagai anggota Bidang Eksternal (2021- 2022). Selain aktif dalam kegiatan organisasi, penulis dipercaya menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah seperti Metode Seismik Stratigrafi, Perpetaan, Geolistrik, Metode Geomagnetik, dan Asisten Kuliah Lapangan

Pada tahun 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Jurusan Teknik Geofisika Unila dengan judul **“Identifikasi Litologi Bawah Permukaan Dan Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Studi Kasus SMA 17 Bandar Lampung”**. Pada akhir masa studi penulis melakukan penelitian Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjan Teknik dengan judul **“Identifikasi Potensi Sumber Daya Batuan Andesit Berdasarkan Pendekatan Resistivitas Metode Geolistrik 2D Daerah Tanjung Ratu, Katibung, Lampung Selatan”**

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas terselesaikannya skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

IBU DAN AYAH TERCINTA

HAYAMUDIN

&

SULISNA

Yang selalu mendoakan dan memberi dukungan secara moril dan materil. Terima kasih atas pengertian, perhatian dan kasih sayang tak hingga yang kalian berikan yang selalu mendukung tanpa harus memaksakan kehendaknya. Semoga Ayah dan Ibu selalu sehat dan diberikan kebahagiaan oleh Allah SWT.

SAUDARA TERKASIH

ROBBY ANGGARA, AL KAHFI KAUSAR

&

SYAQUILLA FILZA

Yang selalu mendoakan, mendukung dan menyemangatiku serta selalu memberikan bantuan kepadaku

Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

“All Is Well”

(Three Idiots)

**“When You Do Your Best, So You Will Get Whatever
You Want”**

(By Me)

Everybody is a genius.

(Albert Einstein)

**Maka Sesungguhnya Bersama Kesulitan
Itu ada Kemudahan**

(QS. Al Insyirah: 5)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa , karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Identifikasi Potensi Sumber Daya Batuan Andesit Berdasarkan Pendekatan Resistivitas Metode Geolistrik 2D Daerah Tanjung Ratu, Katibung, Lampung Selatan**”. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama penulisan Skripsi ini banyak sekali terdapat hambatan yang dialami. Namun berkat adanya bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak, hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan didalam Skripsi ini terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 22 Januari 2024

Penulis



Ikram Maulia
NPM. 1855051002

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Identifikasi Potensi Sumber Daya Batuan Andesit Berdasarkan Pendekatan Resistivitas Metode Geolistrik 2D Daerah Tanjung Ratu, Katibung, Lampung Selatan** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam proses penyusunan, penulisan hingga skripsi ini selesai, penulis mendapatkan bimbingan, arah dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penyusunan skripsi dapat berjalan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan karunia dan anugerah-Nya baik berupa kesehatan dan kemudahan dalam setiap langkah serta jalan yang dilalui oleh penulis.
2. Kedua Orangtuaku, Bapak Hayamudin dan Ibu Sulisna. Terima kasih untuk panjatan doa, semangat, dukungan dan nasihat yang diberikan selama ini. Bapak dan Ibu menjadi penguat dan pengingat paling hebat sehingga penulis dapat menyelesaikan studi sampai sarjana. Semoga Bapak dan Ibu senantiasa dilindungi oleh Allah SWT dan dapat menemani proses hidup penulis sampai akhir.
3. Kakakku dan keluarga bahagianya, Robby Anggara dan Aini Maliza, serta adik adik tercintaku. Terima kasih untuk semangat, doa, dukungan serta dengan ikhlas membantu demi kelancaran penulis menyelesaikan studinya.

4. Bapak Dr. Ir. Syamsurijal Rasimeng, S. Si., M. Si selaku pembimbing satu yang telah memberikan arahan, saran dan kesediaan bapak dalam membimbing pengerjaan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Alimuddin Muchtar, S. Si., M. Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak meluangkan waktunya untuk berdiskusi memberikan arahan dengan sabar, koreksi, masukan serta motivasi dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku penguji dan pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan dan saran atas skripsi ini, sehingga menjadikan skripsi ini lebih baik. Serta, membimbing dan membantu penulis selama masa perkuliahan.
7. Segenap Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang penuh dedikasi dalam memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
8. Para Staf dan Karyawan Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah membantu dalam bidang administrasi selama penulis menempuh studi.
9. Untuk seseorang yang selalu menemani penulis di banyak hal serta hari hari nya yang membuat penulis selalu tumbuh dan berkembang menjadi pribadi yang lebih baik dari sebelumnya, yang menjadi teman bertukar pikiran, berkeluh kesah, serta sebagai tempat penulis bisa meluapkan seluruh perasaannya, dan seseorang yang membuat penulis selalu bersemangat dan percaya diri untuk menyelesaikan masa studi S1 nya ini terimakasih banyak untuk Jihan Nafisyah Fitri.
10. Teman-teman kontrakan yang menemani masa perkuliahan, karena selalu mengingatkan tentang kebaikan, menjadi penolong disaat-saat sulit menjalani kuliah dan memberikan dukungan semangat untuk penulis.
11. Keluarga, Angkatan, Teknik Geofisika 2018 (TGasak) yang telah banyak berbagi rasa dari awal perkuliahan hingga saat ini, telah memberikan dukungan dan kebersamaan. Terima kasih banyak untuk keluarga kedua bagi penulis serta terlalu banyak kenangan manis dan pahit yang kita lalui bersama selama masa perkuliahan ini, angkatan ini banyak memberikan pelajaran bagi penulis untuk menjadi seseorang yang lebih baik dalam manata kehidupan

dan terima kasih karena menjadi bagian dari cerita masa kuliah penulis, semoga kita semua menjadi pribadi yang sukses dimasa depan bertanda tangan Ikram Maulia Komti Angkatan 2018 (TGasak).

12. Untuk saudara dan keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih untuk doa dan dukungan, bantuan dan motivasinya selama ini.
13. Keluarga besar HIMA TG BHUWANA, terima kasih atas pengalaman dan pembelajaran yang sudah penulis dapati baik berkenaan dengan dunia geofisika maupun kemampuan berorganisasi.
14. Seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini yang telah memberikan bantuan, kesempatan dan pengalaman. Penulis mengucapkan terima kasih banyak.

Bandar Lampung, 22 Januari 2024

Penulis



Ikram Maulia

NPM. 1855051002

DAFTAR ISI

	halaman
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Daerah Penelitian	5
2.2 Geologi Regional dan Stratigrafi Daerah Penelitian.....	6
2.4 Batuan Beku dan Batuan Andesit	9
2.5 Pemanfaatan Batuan Andesit	12
III. TEORI DASAR	
3.1 Metode Geolistrik.....	14
3.2 Hukum Ohm.....	15
3.3 Sifat Listrik Batuan	17
3.4 Aliran Listrik di Dalam Bumi	20
3.5 Resistivitas Semu	23
3.6 Konfigurasi Geolistrik.....	24

3.7	Pemodelan 2D	27
3.8	Pemodelan 3D	28
3.9	Volumetrik dan Interpolasi 3D Pada <i>VOXLER</i>	29
IV. METODE PENELITIAN		
4.1	Tempat dan Waktu Penelitian	31
4.2	Alat dan Bahan.....	32
4.3	Diagram Alir Penelitian	33
4.4	Prosedur Penelitian.....	34
V. HASIL DAN PEMBAHASAN		
5.1	Data Pengukuran Geolistri	36
5.1.1.	Data Lintasan Pengukuran Geolistrik	36
5.1.2	Processing 2D Geolistrik.....	37
5.1.3	Processing 3D Geolistrik.....	38
5.2	Pembahasan.....	40
5.2.1	Pemodelan dan Interpretasi Penampang 2D Geolistrik	41
5.3	Rekonstruksi Volumetrik 3D	54
VI. KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	61
6.2	Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta administrasi daerah penelitian.....	4
2. Stratigrafi regional daerah penelitian.....	5
3. Peta geologi daerah penelitian	7
4. Silinder konduktor	15
5. Elektroda arus tunggal di permukaan bumi	19
6. Sumber arus dua titik pada permukaan homogen isotropis	20
7. Susunan elektroda arus dan potensial pada konfigurasi Wenner.....	23
8. Susunan elektroda pada konfigurasi Schlumberger.....	24
9. Pengaturan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger.....	25
10. Pemodelan 2D <i>Resistivity</i>	26
11. Model 3D Blok	28
12. Diagram Alir	31
13. Lintasan Pengukuran.....	34
14. <i>File Data Lapangan</i>	37
15. Hasil Penampang 2D Geolistri.....	38
16. Data Inversi 2D (x,y,z).....	39
17. Processing 3D Voxler	40
18. Penampang 2D Lintasan 1	43
19. Penampang 2D Lintasan 2	45
20. Penampang 2D Lintasan 3	47
21. Penampang 2D Lintasan 4	49
22. Penampang 2D Lintasan 5	51
23. Penampang 2D Lintasan 6	53
24. Model 3D volume cadangan andesit.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai resistivitas batuan dan mineral.....	17
2. Nilai resistivitas batuan dan mineral.....	29
3. Perbandingan cadangan batuan andesit interval nilai resistivitas.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Geofisika merupakan ilmu kebumiharian yang mempelajari bumi dan yang terkandung didalamnya dengan menggunakan alat dan ilmu fisika. Karena metoda geofisika ini dapat memetakan bawah permukaan, maka geofisika akan sangat membantu geologi dalam memetakan suatu daerah dan menentukan model geologi bawah permukaan (*subsurface geology model*) yang terdapat di suatu daerah.

Terdapat beberapa metoda geofisika yang digunakan dalam menentukan model geologi bawah permukaan yang disesuaikan dengan tujuan dan kepentingannya. Beberapa metoda fisika yang diterapkan dalam ilmu geofisika diantaranya adalah: arus listrik (*electrics methods*), gaya berat bumi (*gravity prospecting methods*), intensitas magnet bumi (*magnetic prospecting*) dan penjalaran gelombang (*seismics prospecting*). Metoda-metoda tersebut digunakan untuk membantu menentukan model geologi bawah permukaan dengan data yang didapat berupa angka dan diolah secara matematis untuk mendapatkan hasil berupa peta geofisika dan model bawah permukaannya. Ilmu geofisika selain digunakan untuk membantu menentukan model geologi juga membantu menentukan penyebaran, kedalaman dan ketebalan sumberdaya alam yang ada serta dapat menentukan struktur yang berkembang disuatu daerah.

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. Dalam suatu penelitian atau eksplorasi sumberdaya bahan galian (Batu Andesit), ilmu geofisika sangat membantu dan sangat dibutuhkan dalam menentukan model geologi bawah permukaan.

Kebutuhan akan data dan informasi mengenai potensi bahan galian industri dirasakan cukup besar pada saat ini. Hal tersebut ditandai dengan meningkatnya kegiatan eksplorasi di daerah yang dilakukan pemerintah dan pihak swasta dalam upaya memenuhi kebutuhan bahan baku industri. Salah satu bahan galian industri yang sangat dibutuhkan konsumen adalah batu andesit. Potensi batuan beku andesit di Indonesia sangat besar dan tersebar di setiap provinsi. Berdasarkan data yang dimiliki Badan Geologi pada tahun 2010, Indonesia memiliki sumber daya batuan andesit sebesar 75.244,10 juta ton. Berdasarkan data (ESDM 2014), Provinsi Lampung menghasilkan galian industri sebesar 1.980 juta ton andesit.

Batuan andesit merupakan salah satu dari batuan vulkanik yang terbentuk secara ekstrusi. Batuan andesit bersifat massif, keras, dan tahan terhadap hujan. Menurut (Sariisik dkk, 2011), batuan andesit mengandung komposisi kimia Silika (SiO_2) yang tinggi sebesar 62,30%. Oleh karena itu, batu andesit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, batu belah, pondasi jalan, dan bangunan dengan syarat mutu dari batuan tersebut. 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).

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang dapat mengetahui kondisi geologi bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikan

batuannya. Prinsip dasar dari metode ini adalah penginjeksian arus ke bawah permukaan melalui dua buah titik elektroda pada titik yang lain di sekitar aliran arus diukur sebagai respon dari media bawah permukaan (Loke, 1999). Pada dasarnya batuan adalah penghantar listrik yang buruk, akan tetapi batuan memiliki sifat dan komposisi yang berbeda yang mengakibatkan variasi nilai resistivitas.

Pengukuran resistivitas biasanya dilakukan dengan melakukan pengukuran di permukaan kemudian dapat diketahui nilai tahanan jenis di bawah permukaan. Selanjutnya nilai tahanan jenis tersebut dicocokkan dengan daftar nilai resistivitas batuan di seluruh dunia yang telah dipublikasikan secara global. Namun nilai pada daftar resistivitas tersebut memiliki range nilai yang terlalu luas dan saling tumpang tindih, sehingga diperlukan pengukuran langsung terhadap batuan yang kita miliki (Giao dkk., 2003). Nilai resistivitas digunakan untuk membedakan antara satu jenis batuan dengan batuan yang lainnya dan sebagian besar batuan beku memiliki nilai resistivitas yang tinggi termasuk batuan andesit (Prastowo, 2017).

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi litologi dari besar nilai resistivitas bawah permukaan Daerah Penelitian Tanjung Ratu, Katibung, Lampung Selatan.
2. Mengidentifikasi batuan andesit daerah prospek berdasarkan nilai resistivitasnya.
3. Mengidentifikasi persebaran sumberdaya batuan andesit berdasarkan pendekatan resistivitas.
4. Mengestimasi potensi sumberdaya batuan andesit pada daerah penelitian.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pengolahan dan analisis data sekunder geolistrik menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* untuk identifikasi potensi sumber daya batuan andesit berdasarkan pendekatan Resistivitas Metode Geolistrik 2D, Daerah Penelitian Tanjung Ratu, Katibung, Lampung Selatan, Lampung.

1.4. Manfaat Penelitian

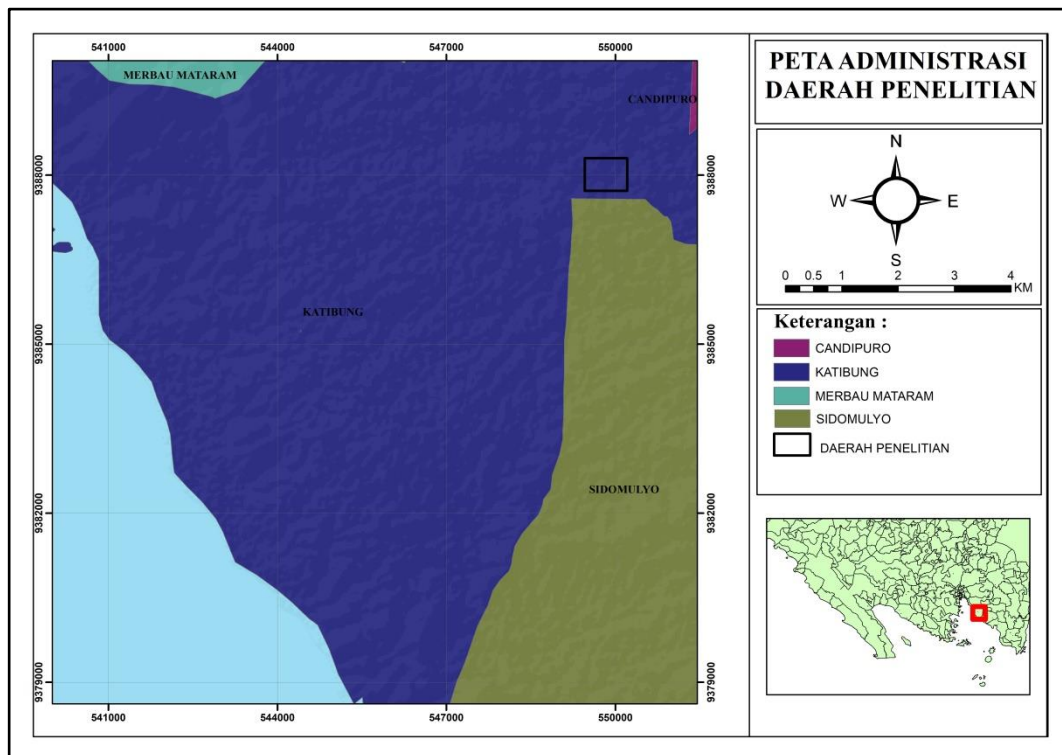
Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai litologi batuan pada Daerah Tanjungan, Lampung Selatan, Lampung berdasarkan data geolistrik.
2. Dapat digunakan sebagai salah satu informasi untuk mempertimbangkan prospek penambangan batuan andesit.
3. Untuk mengetahui persebaran dan volumetrik batuan andesit berdasarkan penampang 2D dan interpolasi 3D.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Penelitian

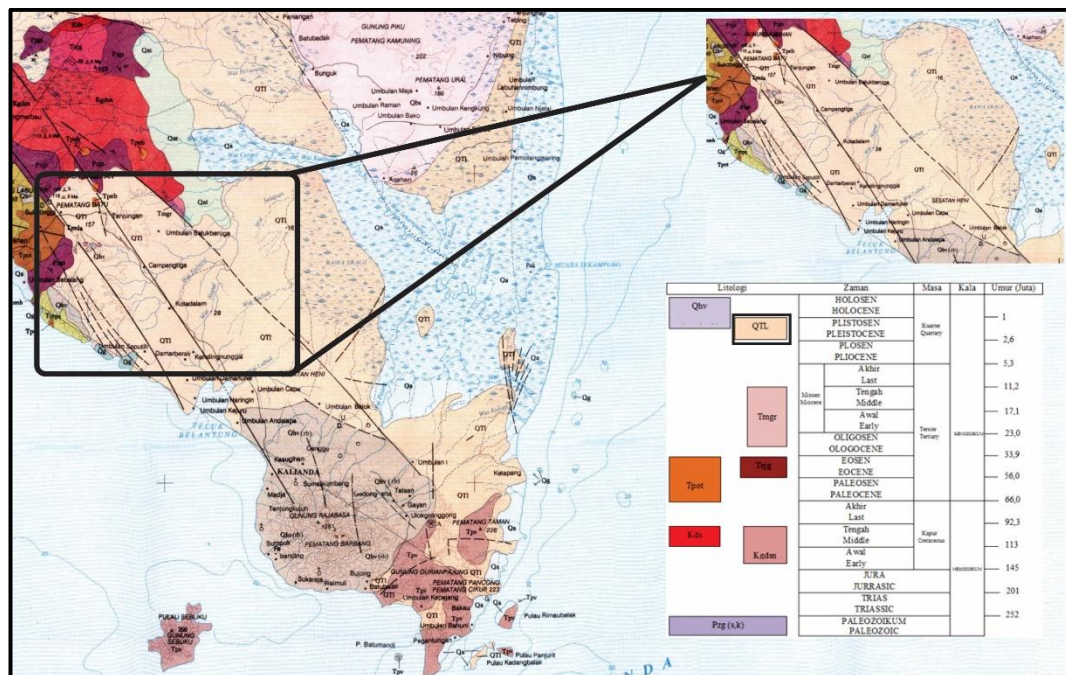
Daerah penelitian terletak di Bakauheni, Lampung Selatan, Provinsi Lampung yang dimana secara geografis terletak pada koordinat $5^{\circ}52'21.15''S$ - $5^{\circ}52'13.05''S$ dan $105^{\circ}44'21.95''E$ - $105^{\circ}44'31.98''E$ secara administratif termasuk kedalam wilayah Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Daerah Tanjung merupakan daerah yang secara regional terdapat banyak batuan andesit bila kita melihat lembar geologi tanjung karang. Daerah penelitian ini berada pada ditandai dengan kotak berwarna merah dengan luas area $178.332 m^2$ Pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta administrasi daerah penelitian (modifikasi RBI, 2021).

2.2. Geologi Regional dan Stratigrafi Daerah Penelitian

Secara umum daerah Tanjungan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung berada pada geologi regional Tanjung Karang. Batuan metamorf pra-Mesozoikum dan runtunan batuan gunungapi serta sedimen Tersier-kuarter tercakup dalam Geologi Lembar Tanjungkarang. Umumnya daerah lembar Tanjung Karang dibagi menjadi tiga satuan morfologi, yaitu: dataran bergelombang di bagian Timur dan Timur Laut, pegunungan kasar di bagian Tengah dan Barat Daya, daerah pantai berbukit sampai datar. Daerah dataran bergelombang terdiri dari endapan vulkaniklastik Tersier dan Kuartar dan alluvium dengan ketinggian beberapa puluh meter di atas muka laut. Pegunungan Bukit Barisan terdiri atas batuan beku dan metamorf dan batuan gunungapi muda. Lereng-lereng umumnya curam dengan ketinggian antara 500-1.680 m di atas permukaan laut. Daerah pantai bertopografi beraneka ragam dan seringkali terdiri dari perbukitan kasar, mencapai ketinggian 500 m di atas permukaan laut dan terdiri dari batuan gunungapi tersier dan kuartar serta batuan terobosan.



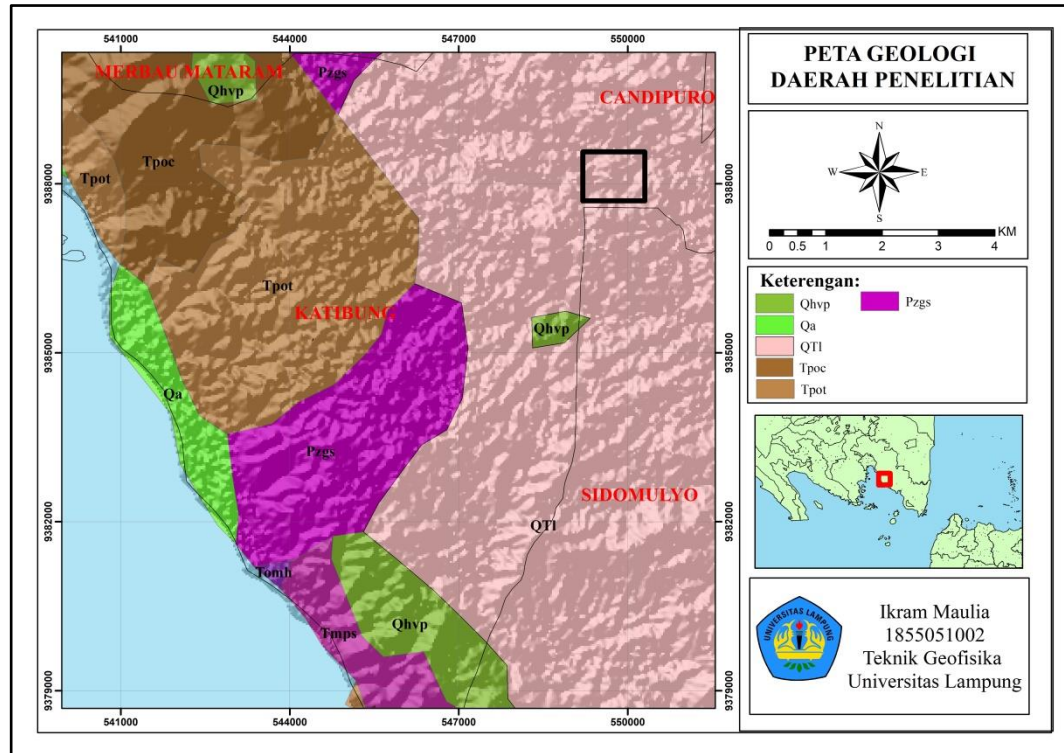
Gambar 2. Stratigrafi regional daerah penelitian modifikasi (Mangga dkk., 1993).

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 di bagian 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. 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 andesite-*basalt*.



Gambar 3 . Peta geologi daerah penelitian (modifikasi dari Amin dkk., 1993)

Secara regional, berdasarkan peta geologi Tanjung Karang pada Gambar 3 yang ditandai dengan kotak berwarna merah. Daerah penelitian memiliki dataran bergelombang dan perbukitan. Daerah dataran bergelombang terdiri oleh endapan vulkaniklastik, batuan gunungapi tersier, kuarter, alluvium dan terobosan dengan ketinggian beberapa puluh meter atas muka air laut. (Mangga dkk, 1993).

Berikut merupakan formasi batuan penyusun daerah penelitian dan sekitarnya pada gambar 3:

1) Formasi Tarahan (Tpot)

Formasi tarahan berumur Paleosen–Eosen awal yang terdiri dari tuf dan breksi didominasi oleh sisipan rijang dengan ketebalan mencapai 500 meter-1000 meter. Tersebar di sekitar Teluk betung, Gunung Balu sampai Tarahan, penampang tipe di Sungai Tarahan 10 kilometer tenggara Tanjung Karang.

2) Formasi Lampung (QTI)

Formasi lampung terdiri dari riolit–dasit dan vulkanoklastika tufan, berumur Plistosen, tersebar luas diseluruh lembar tanjung karang. Diendapkan di

lingkungan terestrial-fluvial air payau. Menindih tak selaras batuan-batuan yang lebih tua.

3) Formasi Campang (Troc)

Formasi campang bagian bawah terdiri dari perselingan batu lempung, serpih dan tuf padu, bagian atas terdiri dari breksi aneka bahan dengan sisipan batu pasir dan batu lanau.

4) Endapan Gunungapi Muda Rajabasa (Qhvr**b**)

Endapan ini berumur Plistosen dan Holosen dengan komposisi lava andesit-basal, breksi dan tuf yang mencapai ketebalan beberapa ratus meter yang tersebar di dekat gunung dan juga menyisip di formasi-formasi lain.

5) Sekis Way Galih (Pzqs)

Terdiri atas sekis amfibol hijau, amfibolit orthogenesis dioritan.

6) Aluvium (Qa)

Aluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung dan gambut yang berasal dari endapan permukaan dengan umur holosen.

2.3. Batuan Beku dan Batuan Andesit

Batuan beku atau batuan igneus (dari Bahasa Latin: ignis, "api") adalah jenis batuan yang terbentuk dari magma yang mendingin dan mengeras, dengan atau tanpa proses kristalisasi, baik di bawah permukaan sebagai batuan intrusif (plutonik) maupun di atas permukaan sebagai batuan ekstrusif (vulkanik). Magma ini dapat berasal dari batuan setengah cair maupun batuan yang sudah ada, baik di mantel ataupun kerak bumi. Umumnya, proses pelelehan terjadi oleh salah satu dari proses-proses berikut: kenaikan temperatur, penurunan tekanan, atau perubahan komposisi. Lebih dari 700 tipe batuan beku telah berhasil dideskripsikan, sebagian besar terbentuk di bawah permukaan kerak bumi.

Batuan beku ekstrusif adalah batuan beku yang proses pembekuannya berlangsung di permukaan bumi. Batuan beku ekstrusif ini yaitu lava yang memiliki struktur yang memberi petunjuk mengenai proses yang terjadi pada saat pembekuan lava tersebut. Struktur ini diantaranya :

- 1) Masif, yaitu struktur yang memperlihatkan suatu masa batuan yang terlihat seragam.
- 2) Sheeting joint, yaitu struktur batuan beku yang terlihat sebagai lapisan
- 3) Columnar joint, yaitu struktur yang memperlihatkan batuan terpisah poligonal seperti batang pensil.
- 4) Pillow lava, yaitu struktur yang menyerupai bantal yang bergumpal- gumpal. Hal ini diakibatkan proses pembekuan terjadi pada lingkungan air.
- 5) Vesikular, yaitu struktur yang memperlihatkan lubang - lubang pada batuan beku. Lubang ini terbentuk akibat pelepasan gas pada saat pembekuan.
- 6) Amigdaloidal, yaitu struktur vesikular yang kemudian terisi oleh mineral lain seperti kalsit, kuarsa atau zeolit.
- 7) Struktur aliran, yaitu struktur yang memperlihatkan adanya kesejajaran mineral pada arah tertentu akibat aliran.

Batuan beku intrusif adalah batuan beku yang proses pembekuannya berlangsung di bawah permukaan bumi. berdasarkan kedudukannya terhadap perlapisan batuan yang diterobosnya struktur tubuh batuan beku intrusif terbagi menjadi dua yaitu konkordan dan diskordan. Tubuh batuan beku intrusif yang sejajar dengan perlapisan di sekitarnya (konkordan), jenis jenis dari tubuh batuan beku andesit yaitu:

- 1) Sill, tubuh batuan yang berupa lembaran dan sejajar dengan perlapisan batuan di sekitarnya.
- 2) Laccolith, tubuh batuan beku yang berbentuk kubah (dome), dimana perlapisan batuan yang asalnya datar menjadi melengkung akibat penerobosan tubuh batuan ini, sedangkan bagian dasarnya tetap datar. Diameter laccolith berkisar dari 2 sampai 4 mil dengan kedalaman ribuan meter.
- 3) Lopolith, bentuk tubuh batuan yang merupakan kebalikan dari laccolith, yaitu bentuk tubuh batuan yang cembung ke bawah. Lopolith memiliki diameter yang lebih besar dari laccolith, yaitu puluhan sampai ratusan kilometer dengan kedalaman ribuan meter.

- 4) Paccolith, tubuh batuan beku yang menempati sinklin atau antiklin yang telah terbentuk sebelumnya. Ketebalan paccolith berkisar antara ratusan sampai ribuan kilometer.

Andesit merupakan batuan vulkanik paling banyak ditemukan pada daerah busur pulau dan batas benua, terutama pada sabuk di atas zona Benioff. Secara regional, andesit diasosiasikan dengan basalt toleitik dan riolit, atau keduanya. Secara tekstur, kebanyakan andesit adalah batuan porfiritik dengan fenokris menonjol pada plagioklas dan mineral mafik (Williams, dkk., 1954). Teksturnya kasar yang memiliki kandungan mineral terdiri dari *olivin*, *piroksen*, *hornblend* dan *plagioclas*. Secara umum, batuan beku andesit berwarna segar abu-abu (Hardiyono, 2013). Kandungan utama andesit adalah kandungan silika yang tinggi atau SiO₂, alkali feldspar hadir dalam jumlah yang kecil, sedangkan kuarsa hadir sebagai pembentuk mineral gelas. Batuan andesit yang merupakan jenis aliran lava berbutir kasar dan merupakan batuan yang tertua di kawasan pegunungan.

Batuan Andesit merupakan salah satu batuan vulkanik yang memiliki unsur mineral yang kaya akan kandungan mineralnya setelah basal. Batuan andesit merupakan batuan intermediet yang terjadi hasil pendinginan magma pada permukaan bumi ataupun aktivitas gunungapi. Akibat perbedaan suhu pada saat pendinginan batuan andesit secara umum terdiri dari batuan padat, pori dan antara (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

andesitis 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).

Kandungan utama andesit adalah silikat (SiO_2) dan alkali feldspar 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).

2.4.Pemanfaatan Andesit

Andesit dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal, salah satu yang paling sering digunakan, yaitu salah satunya sebagai bahan bangunan. Penggunaan andesit sebagai bahan bangunan harus memperhatikan berbagai faktor, yaitu ukuran, bentuk, kekuatan, masa jenis, daya tahan dan sebagainya. Oleh karena itu diperlukan studi kelayakan atau keteknikan batuan sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan batuan tersebut sebagai bahan bangunan. Pemanfaatan andesit tidak hanya diolah oleh perusahaan besar tetapi juga masyarakat ikut menambang secara tradisional (Ridwan, 2018).

Batuan andesit banyak juga digunakan sebagai bahan pokok pembangunan infrastruktur seperti jembatan, jalan raya, irigasi, landasan terbang, pelabuhan serta gedung-gedung, dan lain-lain. Batuan andesit yang umum digunakan untuk keperluan infrastruktur ini sudah berbentuk agregat dari pertambangan. Batuan andesit banyak digunakan karena memiliki daya tahan yang kuat terhadap berbagai cuaca dan tahan lama. Hal ini dikarenakan andesit banyak mengandung Silika (SiO_2).

Pemanfaatan batuan andesit dapat digunakan sebagai bahan baku bangunan. Batuan andesit memiliki peranan yang cukup penting dalam sektor konstruksi, khususnya pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, bahan campuran beton, agregat, makadam dan sebagainya. Banyak dimanfaatkan andesit sebagai bahan konstruksi adalah dikarenakan karakteristik dari batuan andesit itu sendiri. Secara fisik batuan andesit pada umumnya memiliki warna gelap (abu-abu-hitam), tahan terhadap air hujan, dengan berat jenis rata-rata 2,3 - 3 g/cc dan nilai kuat tekan berkisar antara 600 - 2400 g/. Untuk kebutuhan bahan baku bangunan umumnya dibutuhkan batuan andesit dengan sifat keteknikan tertentu yang diuji di laboratorium, serta ditunjang hasil analisa petrografi untuk mengetahui komposisi mineral penyusun batuan, maupun untuk mengetahui komposisi mineral gelas, yang diharapkan persentasenya tidak lebih dari 50% dikarenakan sifat gelas yang mempengaruhi kekompakan batuan (Sukandarrumidi, 1999).

Batuan Saat ini batuan andesit banyak digunakan untuk sektor konstruksi terutama infrastruktur seperti sarana jalan raya, jembatan, gedung-gedung, irigasi, perumahan dan fasilitas umum lainnya. Potensi andesit di Indonesia sangat besar dan tersebar di setiap provinsi. Kandungan mineral yang berada di dalam batuan andesit berupa kalium felspar dengan jumlah <10% dari kandungan felspar total, natrium plagioklas, kuarsa <10%, feldspatoid <10%, dan piroksen (Stepanus, 2014)

Tidak semua batuan andesit lolos uji sebagai bahan dasar konstruksi. Batuan andesit yang bisa digunakan untuk fungsi ini harus melewati serangkaian tes yaitu uji kuat tarik, kuat tekan, kuat geser, densitas. Hasil tes ini akan memperlihatkan elastisitas batuan dan sifat fisika lainnya. Sehingga dapat dipilih batuan mana yang dapat digunakan. Selain itu, fungsi batu andesit dalam skala rumah tangga juga sering digunakan sebagai ornamen hiasan dinding rumah atau batu alam tempel, sebagai lantai pada pinggir kolam, dan sebagai kap/ penutup lampu taman.

III. TEORI DASAR

3.1. Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik itu oleh injeksi arus maupun secara alamiah. Secara umum, pendekatan sederhana pembahasan gejala kelistrikan bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium homogen isotropis. Dengan perlakuan tersebut medan listrik dari sumber titik di dalam bumi merupakan simetri bola. Prinsip metode geolistrik adalah dengan menginjeksi arus melalui elektroda arus yang ditanamkan di dalam bumi. Elektroda ini dihubungkan dengan elektroda arus lainnya yang berada di permukaan tetapi berjarak cukup jauh, sehingga pengaruhnya dapat diabaikan. Elektroda arus C (x, z) dapat dipandang sebagai titik sumber yang memancarkan arus listrik ke segala arah dalam medium bumi dengan tahanan jenis ρ (Rasimeng, 2007). Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan inversi sehingga diperoleh variasi nilai resistivitas dari suatu sistem pelapisan tanah yang berasosiasi dengan struktur geologi di bawah permukaan (Djoko, 2002).

Di dalam metode geolistrik resistivitas ini terdapat 2 macam metode dalam pengambilan datanya, yaitu metode geolistrik resistivitas mapping dan metode geolistrik resistivitas *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 jarak elektroda. Perubahan jarak elektroda dilakukan dari jarak elektroda kecil kemudian membesar secara gradual. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi.

Penggunaan metode geolistrik pertama kali digunakan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. 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. Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. 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 terinfeksi pada kedalaman yang lebih besar (Smith, dan Silver, 1991).

3.2. Hukum Ohm

Hukum Ohm merupakan teori yang mendasari metode geolistrik. Teori ini ditemukan oleh George Simon Ohm pada tahun 1827 (Lowrie, 2007). Hukum Ohm menyatakan bahwa arus listrik pada sebuah kawat konduktor sebanding dengan beda potensial pada kawat tersebut. Secara matematis, hubungan linier arus dan beda potensial memenuhi persamaan berikut:

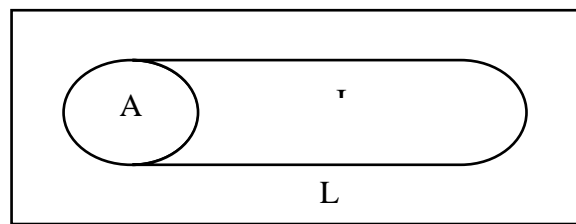
$$I = \frac{V}{R} \tag{1}$$

Keterangan:

I : Arus (ampere)

V : Beda potensial (volt)

R : Resistansi (ohm)



Gambar 4. Silinder konduktor (Lowrie, 2007).

Pada gambar 10, ditunjukkan arus listrik yang mengalir melalui silinder homogen sehingga resistansi akan sebanding dengan panjang L dan berbanding terbalik dengan area penampang A . Dengan demikian, persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

ρ : Resistivitas (ohm.m)

L : Panjang kawat (m)

A : Luas penampang kawat (m)

Resistivitas (ρ) merupakan sifat fisis material yang menunjukkan kemampuan material untuk menahan aliran elektron. Dengan mensubstitusikan resistansi R di persamaan (2) pada persamaan (1) akan didapatkan persamaan berikut:

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

$$\rho = \frac{V}{I} \frac{A}{L} \quad (4)$$

Resistivitas berbanding terbalik dengan konduktivitas (σ) yang merupakan kemampuan suatu material untuk mengalirkan elektron. Perbandingan $\frac{V}{L}$ pada bagian kiri persamaan (3) merupakan medan listrik (\vec{E}) sedangkan perbandingan $\frac{I}{A}$ pada persamaan (3) merupakan rapat arus (\vec{J}). Sehingga persamaan (3) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \vec{E} &= \rho \vec{J} \\ \vec{J} &= \sigma \vec{E} \end{aligned} \quad (5)$$

Keterangan:

\bar{J} : Rapat Arus (A/m^2)

σ : Konduktivitas (S/m)

Medan listrik E dapat didefinisikan sebagai negatif gradien dari beda potensial V seperti persamaan berikut:

$$\bar{E} = -\bar{\nabla}V \quad (6)$$

Dengan mensubstitusikan medan listrik (E) pada persamaan (4) dan persamaan (6) maka didapat persamaan berikut:

$$\bar{J} = -\sigma\bar{\nabla}V \quad (7)$$

Dengan melakukan divergensi pada kedua ruas pada persamaan (7), didapatkan persamaan berikut:

$$\bar{\nabla} \cdot \bar{J} = -(\bar{\nabla}\sigma \cdot \bar{\nabla}V + \sigma\bar{\nabla}^2 V) \quad (8)$$

Divergensi dari rapat arus pada persamaan (7) merupakan persamaan kontinuitas yang sebanding dengan perubahan rapat muatan persatuan luas terhadap waktu seperti persamaan berikut:

$$\bar{\nabla} \cdot \bar{J} = -\frac{\partial q/A}{\partial t} \quad (9)$$

Keterangan:

q/A : Rapat muatan (C/m^2)

3.3. Sifat Kelistrikan Batuan

Sifat kelistrikan batuan merupakan karakteristik batuan saat dialirkan arus listrik ke dalamnya. Batuan di alam dapat diumpamakan sebagai medium listrik seperti pada kawat penghantar listrik, maka memiliki tahanan jenis (resistivitas). Tahanan jenis batuan adalah karakteristik batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghambat arus listrik. Masing-masing lapisan batuan memiliki 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).

3.3.1. Resistivitas Batuan

Resistivitas merupakan suatu parameter yang bergantung pada sifat-sifat material penghantar. Selain itu, *resistivitas* merupakan kemampuan pada suatu bahan untuk menghambat arus listrik. *Resistivitas* batuan adalah daya hambat dari batuan terhadap aliran listrik. (Telford dkk, 1990).

Tabel 2 . Nilai resistivitas batuan dan mineral (Telford dkk., 1990).

Material	Resistivitas (Ωm)
Air laut (<i>Sea water</i>)	0.2
Air tanah (<i>Groundwater</i>)	0.5 – 300
Aluvium (<i>Alluvium</i>)	10 – 800
Andesit (<i>Andesite</i>)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal (<i>Basalt</i>)	200 – 100000
Batupasir (<i>Sandstone</i>)	10 – 8000
Breksi (<i>Breccia</i>)	75 – 200
Gamping (<i>Limestone</i>)	50 – 1000
Granit (<i>Granite</i>)	200 – 100000
Kalsit (<i>Calcite</i>)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^3$
Kerikil (<i>Gravel</i>)	100 – 600
Konglomerat (<i>Conglomerate</i>)	$2 \times 10^3 - 10^4$
Kuarsa (<i>Quartz</i>)	500 – 800000
Lava	$100 - 5 \times 10^4$
Lempung (<i>Clay</i>)	1 – 100
Napal (<i>Marl</i>)	3 – 70
Pasir (<i>Sand</i>)	1 – 1000
Pirit (<i>Pyrite</i>)	0.01 – 100
Serpih (<i>Shale</i>)	20 – 2000
Tufa (<i>Tuff</i>)	20 – 100

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.

3.3.2. Konduktivitas Batuan

Konduktivitas listrik tanah dan batuan pada permukaan bumi dipengaruhi oleh jumlah air, salinitas air, serta permeabilitas pada tanah dan batuan tersebut. Sifat air yang terkandung dalam suatu batuan akan ditentukan oleh elektrolit yang merupakan larutan garam dalam air, terdiri dari anion dan kation yang bergerak bebas dalam air. Karena adanya medan listrik eksternal, kation dalam larutan elektrolit dipercepat ke kutub negatif, dan anion ke kutub positif. Dalam kasus batuan berpori atau tanah berisi air, nilai hambatan listrik secara alami akan berkurang dan kadar air akan meningkat. Sebaliknya, nilai hambatan listrik meningkat dengan penurunan kadar air (Telford, dkk, 1990).

1) Konduksi secara elektronik

Konduksi secara elektronik merupakan konduksi yang terjadi pada suatu batuan atau mineral yang aliran arus listriknya dialirkan melalui elektron- elektron bebas pada suatu batuan atau mineral (Kunetz,1966). Aliran listrik ini dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitupula sebaliknya (Lowrie, 2007).

2) Konduksi secara elektrolitik

Konduksi secara elektrolitik merupakan konduksi yang terjadi pada suatu batuan atau mineral dapat menghantarkan arus listrik yang disebabkan batuan dapat menyimpan dan meloloskan fluida, terutama air. Kebanyakan batuan memiliki konduktivitas yang buruk dan resistensi yang tinggi. Namun di sisi lain, batuan juga dapat menjadi konduktor yang baik bila batuan tersebut mengandung air yang kemudian terurai menjadi ion-ion untuk menghantarkan listrik. Bila suatu batuan memiliki permeabilitas dan porositas yang baik, namun tidak mengandung air di dalamnya, kemungkinan besar hambatannya akan tetap tinggi. Sehingga,

faktanya keberadaan zat cair dalam batuan mempengaruhi penurunan resistivitas batuan (Lowrie, 2007).

3) Konduksi secara dielektrik

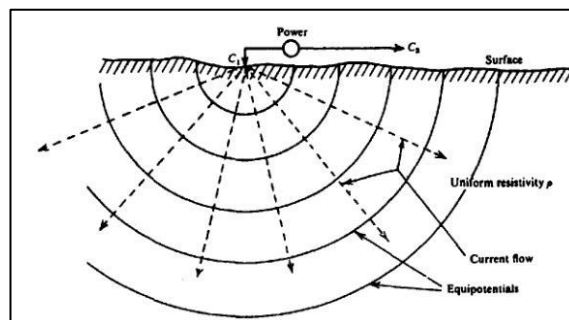
Konduktivitas secara dielektrik merupakan konduksi yang terjadi pada suatu batuan atau mineral yang memiliki elektron bebas dengan jumlah yang sedikit atau tidak memiliki elektron bebas yang dapat memberikan sifat dielektrik pada arus listrik. Elektron dalam suatu batuan atau mineral dapat berpindah dan terakumulasi dalam tubuh batuan karena dipengaruhi oleh medan listrik dari luar. Pengaruh medan listrik eksternal inilah yang menyebabkan terjadinya polarisasi. Namun, fenomena konduksi secara dielektrik ini tergantung pada kemampuan dielektrik batuan (Lowrie, 2007).

3.4. Aliran Listrik di Dalam Bumi

Ketika menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus AB, kemudian beda potensial akan terukur melalui elektroda M dan N. Dari hasil pengukuran arus dan potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat diturunkan variasi nilai hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (*Sounding Point*) (Burger, 1992).

3.4.1. Potensial oleh Arus Tunggal di Permukaan

Elektroda arus tunggal dianggap bumi seolah-olah sebagai bola yang memiliki rongga dan memiliki nilai resistivitas pada setiap bagiannya. Penjalaran arus listrik yang diinjeksikan ke bumi dianggap lurus tanpa ada pembelokan. Pada kondisi ini, bumi memiliki bentuk homogen isotropik dengan resistivitas yang seragam (Telford dkk, 1990).



Gambar 5. Elektroda arus tunggal di permukaan bumi (Telford dkk, 1990).

Sumber arus tunggal pada permukaan medium homogen untuk pola seperti gambar 5, maka berlaku hukum Ohm yaitu (Burger, 1992):

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

Karena luas setengah bola $A = 2\pi r^2$, maka arus I menjadi:

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

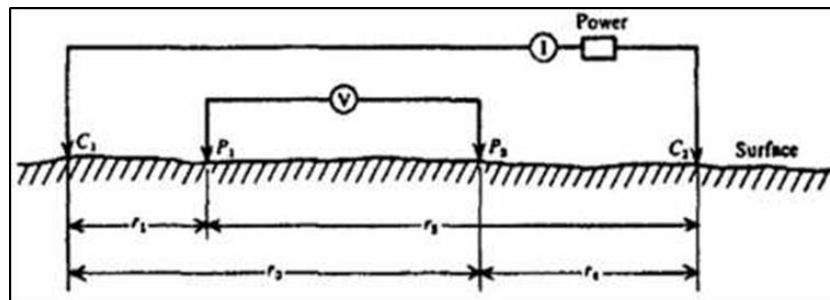
Sehingga potensial disuatu titik sejauh r dari pusat arus adalah:

$$V - dV = \int_0^r -\left(\frac{I\rho}{2\pi}\right)\frac{1}{r} \quad (12)$$

Luasan setengah bola digunakan dalam perhitungan ini karena untuk bumi yang homogen isotropik berarti tidak ada lapisan selain dari bidang batas antara tanah dan udara. Udara mempunyai konduktivitas nol atau resistivitas tak terhingga, sehingga arus hanya akan mengalir ke dalam bumi (Burger, 1992).

3.4.2. Potensial oleh Arus Ganda di Permukaan

Arah arus listrik pada elektroda ganda memiliki batas jangkauan arus listrik. Batas jangkauan arus listrik tergantung pada jarak antar kedua elektroda arus dengan memperhatikan kerapatan arah arus listrik dalam bumi. Nilai resistivitas semu dipengaruhi oleh arus listrik yang diinjeksikan oleh dua buah elektroda arus ke dalam medium tidak terhingga (Kearey, 2002).



Gambar 6. Sumber arus dua titik pada permukaan homogen isotropis (Telford, dkk.,1990).

Nilai resistivitas semu dapat dicari dengan mengetahui nilai potensial yang terukur dan dipengaruhi oleh dua elektroda arus. Elektroda potensial pertama P_1 dipengaruhi oleh elektroda arus pertama C_1 dan kedua C_2 , sedangkan elektroda

potensial kedua P_2 dipengaruhi elektroda arus pertama C_1 dan kedua C_2 , nilai potensial listrik pada P_1 yang dipengaruhi oleh C_1 merupakan kejadian yang mirip dengan kasus elektroda tunggal, sehingga nilai potensial listrik P_1 , yaitu (Telford dkk, 1990):

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1}, \text{ dimana } A_1 = -\frac{Ip}{2\pi} \quad (13)$$

Dengan arah arus listrik C_1 yang berlawanan arah arus listrik C_2 dan memiliki nilai arus listrik yang sama, sehingga potensial listrik pada P_1 dan C_2 , yaitu:

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2}, \text{ dimana } A_2 = -\frac{Ip}{2\pi} \quad (14)$$

Dengan penjumlahan V_1 dan V_2 pada elektroda pertama P_1 dimisalkan adalah V_R , maka:

$$V_R = V_1 + V_2 \quad (15)$$

Maka besarnya potensial listrik yang terukur pada elektroda potensial pertama P_1 dapat dituliskan oleh persamaan:

$$V_R = V_1 + V_2 = \frac{Ip}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right] \quad (16)$$

Dengan V_1 dan V_2 adalah nilai potensial listrik yang diukur pada elektroda pertama, I adalah arus listrik yang diinjeksikan, r_1 dan r_2 adalah jarak antara P_1 dengan C_1 dan C_2 . Nilai potensial listrik yang terukur oleh elektroda potensial kedua P_2 merupakan penyelesaian kasus yang sama dengan elektroda potensial pertama P_1 . Penurunan rumus mencari nilai potensial listrik pada elektroda P_2 yang memiliki bentuk yang sama dengan persamaan (15) maka potensial listrik pada elektroda potensial kedua P_2 dapat dimisalkan, yaitu:

$$V_S = V_3 + V_4 \quad (17)$$

Dengan V_S adalah penjumlahan potensial listrik karena pengaruh jarak dari elektroda arus pertama (V_3) dan pengaruh jarak dari elektroda arus kedua (V_4), maka potensial listrik pada elektroda kedua P_2 , yaitu:

$$V_S = V_3 + V_4 = \frac{Ip}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (18)$$

Dari persamaan 2.15, maka nilai beda potensial yang terukur pada multimeter di dalam instrumen geolistrik, yaitu:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (19)$$

3.5. Resistivitas Semu

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) (Reynolds, 1997).

Besar resistivitas semu dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut:

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (20)$$

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

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]} \quad (22)$$

Dimana K merupakan faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur ΔV dan I maka dapat ditentukan harga resistivitas. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai resistivitas semu adalah sebagai berikut (Hurun, 2016):

- a) Ukuran butir penyusun batuan, semakin kecil besar butir maka kelulusan arus akan semakin baik, sehingga mereduksi nilai tahanan jenis.
- b) Komposisi mineral dari batuan, semakin meningkat kandungan mineral clay akan mengakibatkan menurunnya nilai resistivitas.
- c) Kandungan air, air tanah atau air permukaan merupakan media yang mereduksi nilai tahanan jenis
- d) Kelarutan garam dalam air di dalam batuan akan mengakibatkan meningkatnya kandungan ion dalam air sehingga berfungsi sebagai konduktor

e) Kepadatan, semakin padat batuan akan meningkatkan nilai resistivitas.

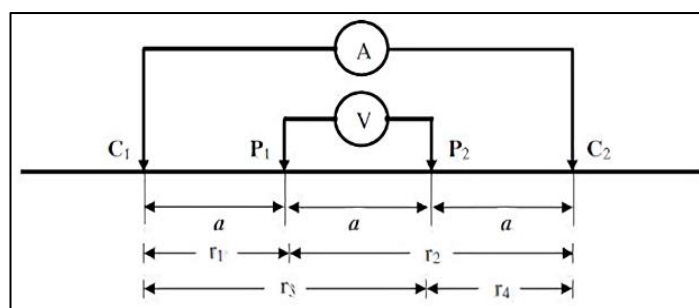
3.6. Konfigurasi Metode Geolistrik

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).

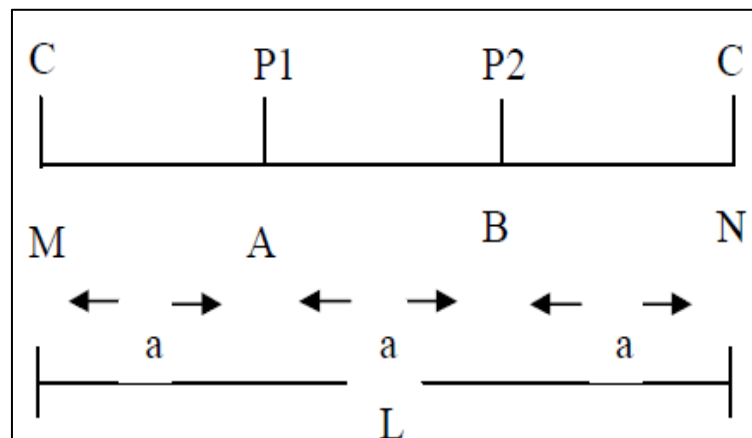
a) Konfigurasi Wenner

Konfigurasi ini merupakan metode yang diperkenalkan oleh Wenner tahun 1915 yang populer digunakan dalam pengambilan data geolistrik, baik VES (*Vertical Electrical Sounding*) maupun ERT (*Electrical Resistivity Tomography*). Nilai tahanan jenis semu diperoleh dengan faktor geometri (K) (Milsom, 2003).



Gambar 7. Sumber arus dua titik pada permukaan homogen isotropis (Telford, dkk.,1990).

Konfigurasi *Wenner* merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan geolistrik dengan susunan jarak spasi sama panjang ($r_1 = r_4 = a$ dan $r_2 = r_3 = 2a$). Jarak antara elektroda arus adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik *sounding* adalah $a/2$, maka jarak masing-masing elektroda arus dengan titik *sounding* adalah $3a/2$. Target kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah $a/2$. Dalam akuisisi data lapangan susunan elektroda arus dan potensial diletakkan simetri dengan titik *sounding*. Pada konfigurasi *Wenner* jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama.



Gambar 8. Susunan elektroda arus dan potensial pada konfigurasi *wenner* (Loke, 2004).

Berdasarkan gambar 8, ditunjukkan bahwa jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$, dengan menggunakan persamaan (22) diperoleh:

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)\right]} \quad (23)$$

$$K = 2\pi a \quad (24)$$

Sehingga, faktor geometri untuk konfigurasi *Wenner* adalah sebagai berikut:

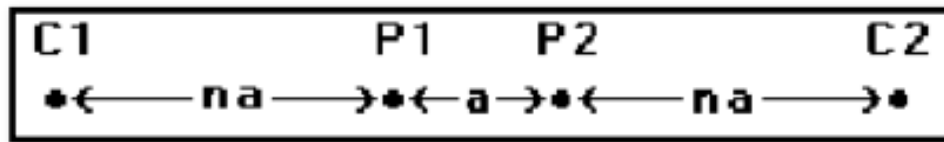
$$K_w = 2\pi a \quad (25)$$

$$\rho = K_w \cdot R \quad (26)$$

Pengambilan data geolistrik yang ideal dilakukan pada permukaan tanah yang memiliki topografi landai, namun pada kenyataan di lapangan topografi bervariasi. Maka dari itu kemiringan permukaan tanah dapat diabaikan jika kemiringan $< 15^\circ$ (Milsom, 2003).

b) Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi Schlumberger merupakan salah satu konfigurasi atau tatanan dari elektroda metode geolistrik, yang di mana jarak elektroda P dengan P cenderung tetap. Sedangkan jarak antara elektroda P dan C diubah sesuai spasi yang telah ditentukan (Stummer, 2003).

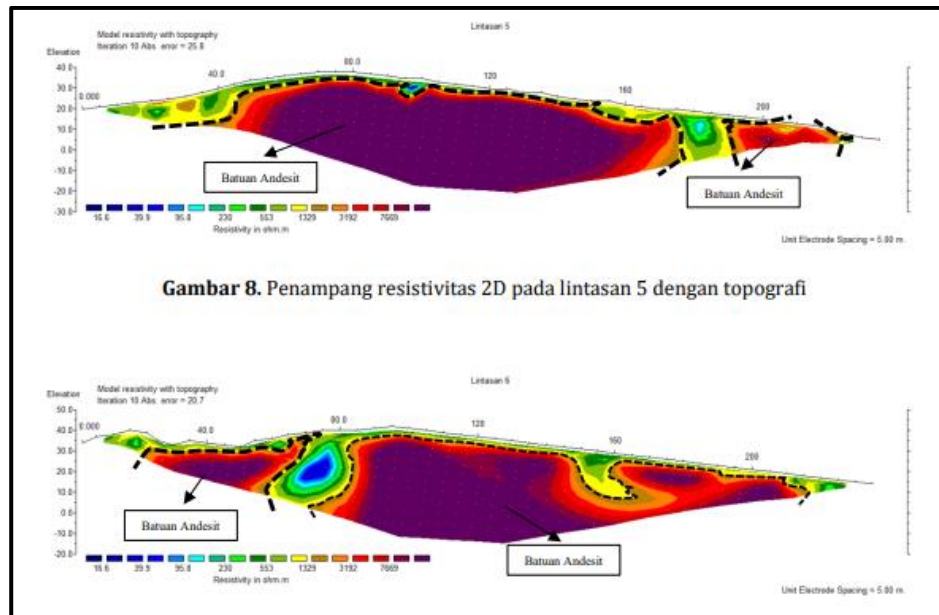


Gambar 8. Susunan elektroda pada konfigurasi schlumberger (Loke, 2000).

3.7. Pemodelan 2D

Penampang 2D merupakan penampang untuk menggambarkan hasil survei secara 2D dengan metode *conturing pseudosection*. *Pseudosection* memberikan gambaran tentang distribusi nilai-nilai hasil pengukuran di lapangan yang dapat berupa resistivitas, *percent frequency effect* ataupun metal faktor di bawah permukaan bumi. Dalam hal ini posisi plotting point adalah titik tengah horizontal ditempatkan di tengah-tengah dalam susunan elektroda pengukuran, sedangkan titik lateral ditempatkan pada jarak yang proporsional di tengah-tengah dalam susunan elektroda pengukuran (antara elektroda C1-PI) pada arah vertikal ke bawah. *Pseudosection* dapat dibuat secara manual pada saat pengambilan data di lapangan dengan cara memplotkan nilai resistivitas semu yang terukur, kemudian dilakukan pengkonturan.

Hal ini berfungsi sebagai gambaran awal hasil pengukuran dan pengontrol kualitas data hasil pengukuran di lapangan yang selanjutnya dapat digunakan sebagai paduan interpretasi kuantitatif lebih lanjut. *Pseudosection* dihasilkan dari proses pemodelan *forward* maupun inversi, sehingga diperoleh nilai resistivitas yang sudah terkoreksi (*topographic effect*). Proses ini merupakan pendekatan terhadap nilai resistivitas yang sebenarnya. Kesalahan yang biasa dilakukan adalah mencoba menggunakan *pseudosection* resistivitas semu maupun sebagai gambaran akhir untuk tahap interpretasi.



Gambar 8. Penampang resistivitas 2D pada lintasan 5 dengan topografi

Gambar 10. Pemodelan 2D Resistivity

Hasil survei merupakan distribusi nilai resistivitas material bawah permukaan bumi yang disebut *resistivity pseudosection* atau inverse model *resistivity section* yang terlihat pada gambar 10. Model yang diperoleh melalui proses inversi akan selalu memiliki nilai *Residual Error* atau *Root Mean Squared Error (RMSE)*. Iterasi dapat dilakukan beberapa kali untuk menurunkan nilai error yang ada. Iterasi merupakan proses perhitungan ulang dari data yang dimasukkan dalam fungsi matematis yang sama secara berulang-ulang untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Nilai RMSE berperan untuk memperlihatkan tingkat perbedaan dari pengukuran nilai resistivitas material terhadap nilai resistivitas material yang sebenarnya. Semakin besar nilai RMSE maka model yang diperoleh dari proses inversi akan semakin halus. Besar kecilnya nilai RMSE dipengaruhi oleh bentuk dan struktur bumi tempat elektroda dibenteng, misalnya adanya keberadaan gua di dalam tanah atau banyak akar pepohonan yang berada tepat di bawah bentangan (Loke, 2004).

3.8 Pemodelan 3D

Proses pemodelan 3D adalah suatu proses pengolahan data lapangan yang melibatkan teknik penyelesaian matematika dan statistik untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai distribusi sifat fisis objek di bawah permukaan (Supriyanto, 2007). Pada metode inversi geofisika, model yang dicari berupa

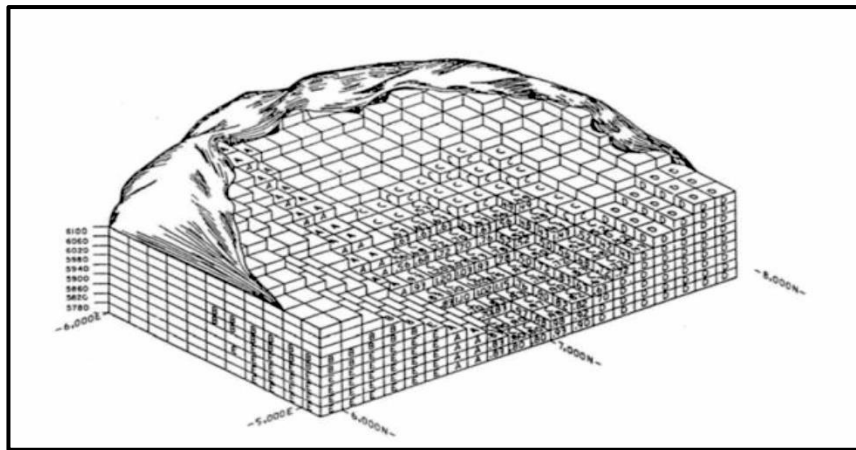
representasi matematika bagian dari bumi yang memberi respons yang sesuai dengan hasil pengukuran yang kemudian model tersebut di diskritisasi. Diskritisasi model dapat dilakukan dengan tiga cara. Pertama, membagi model menjadi blok-blok kecil yang lebarnya sama dengan jarak terkecil antara elektroda. Selanjutnya, membagi model menjadi blok-blok yang pada beberapa lapisan pertamanya dibagi dua secara vertikal maupun horizontal dari cara yang pertama. Dan tahap ketiga, blok-blok yang pada beberapa lapisan pertamanya hanya dibagi dua secara horizontal saja.

Hal ini disebabkan resolusi metode *resistivity* berkurang dengan bertambahnya kedalaman, maka lebih efektif jika blok yang dibagi dua hanya lapisan pertama dan kedua saja (Loke, 1999). Setiap titik pada diskritisasi model tersebut kemudian diberikan suatu parameter berupa nilai *resistivity* yang nilainya sama dengan yang diinginkan oleh penginversi juga hasil pengukuran. Sedangkan respon model merupakan data sintetik yang dihitung dengan hubungan secara matematika berdasarkan pada model yang dengan parameter yang dimilikinya.

3.9 Volumentrik dan Interpolasi 3D Pada VOXLER

Pemodelan 3D geolistrik umumnya banyak dilakukan dalam kegiatan eksplorasi bahan tambang seperti batu bara, emas, perak, andesit dan sebagainya. Model 3D digunakan untuk menemukan tebal overburden rock, volume deposit bahan tambang (*Gross Rock Volume*), serta geometri dan sebaran bahan tambang di suatu area. Untuk membantu dalam mempermudahnya digunakanlah software pemodelan 3D seperti RockWork, dan yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu software *Voxler*. *Voxler* merupakan program visualisasi ilmiah secara tiga dimensi (3D) visualisasi yang berorientasi terutama terhadap *Volumetric Rendering* dan menampilkan data 3D. Selain penekanannya pada volume 3D, *Voxler* juga dapat memanfaatkan kegunaan grid dua dimensi (2D) termasuk *file Digital Elevation Models (DEM)*, *image* (gambar), dan data titik yang tersebar (*scatter point data*). *Voxler* dapat menampilkan *streamlines*, *vector plots*, *contour maps*, *isosurfaces*, *image slices*, *three-dimensional scatter plots*, *direct volume rendering*, *three-dimensional gridding*, *resampling*, *numerous lattice operations*, dan *image processing* (Nurhayati, 2016).

Metode interpolasi yang digunakan dalam pengolahan data menggunakan software *voxler 4* merupakan salah satu metode interpolasi untuk menaksir suatu nilai pada lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data di sekitarnya. Metode ini sering digunakan dalam kegiatan eksplorasi karena dalam proses perhitungannya lebih sederhana dan mudah dipahami. Metode ini merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel (Davis, 1986).



Gambar 11. Rekonstruksi 3D *voxler*

Pada Gambar 11. 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 Jadwal Kegiatan Penelitian

Adapun jadwal kegiatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Pelaksanaan kegiatan penelitian.

Kegiatan	Juli				Agustus				September				Oktober			
	Minggu Ke-				Minggu Ke-				Minggu Ke-				Minggu Ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur																
Pengolahan Data																
Penyusunan Laporan Usul																
Revisi dan Bimbingan Usul																
Seminar Usul																
Penyusunan Laporan Hasil																
Revisi dan Bimbingan Hasil																
Seminar Hasil																
Revisi dan Persiapan Sidang Komprehensif																
Sidang Komprehensif																

4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun penelitian ini dilaksanakan pada :

Waktu : Juni 2023 – Oktober 2023.

Tempat : Laboratorium Pengolahan Dan Pemodelan Data Geofisika Jurusan Teknik Geofisika.

4.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Resistivitas

Yang digunakan sebagai data penelitian yang berlokasi pada daerah Tanjungan, Lampung Selatan.

2. Laptop

Yang digunakan untuk mengolah data penelitian serta keperluan lainnya

3. Peta Geologi Regional Lembar Tanjung Karang.

Sebagai acuan geologi regional daerah penelitain dan digunakan untuk membuat peta geologi regional.

4. *Software* Microsoft Office

Digunakan untuk membuat power point, membuat word dalam penelitian

5. *Software ArcGIS*

Digunakan untuk membuat Peta Geologi, dan Lintasan Pengukuran

6. *Software Res2Dinv.*

Digunakan untuk melakukan Inversi modeling untuk mendapatkan model penampang 2D bawah permukaan.

7. *Software Voxler*

Digunakan untuk interpolasi 3D untuk mendapatkan persebaran dan volumetrik batuan andesit.

8. *Microsoft Excel*

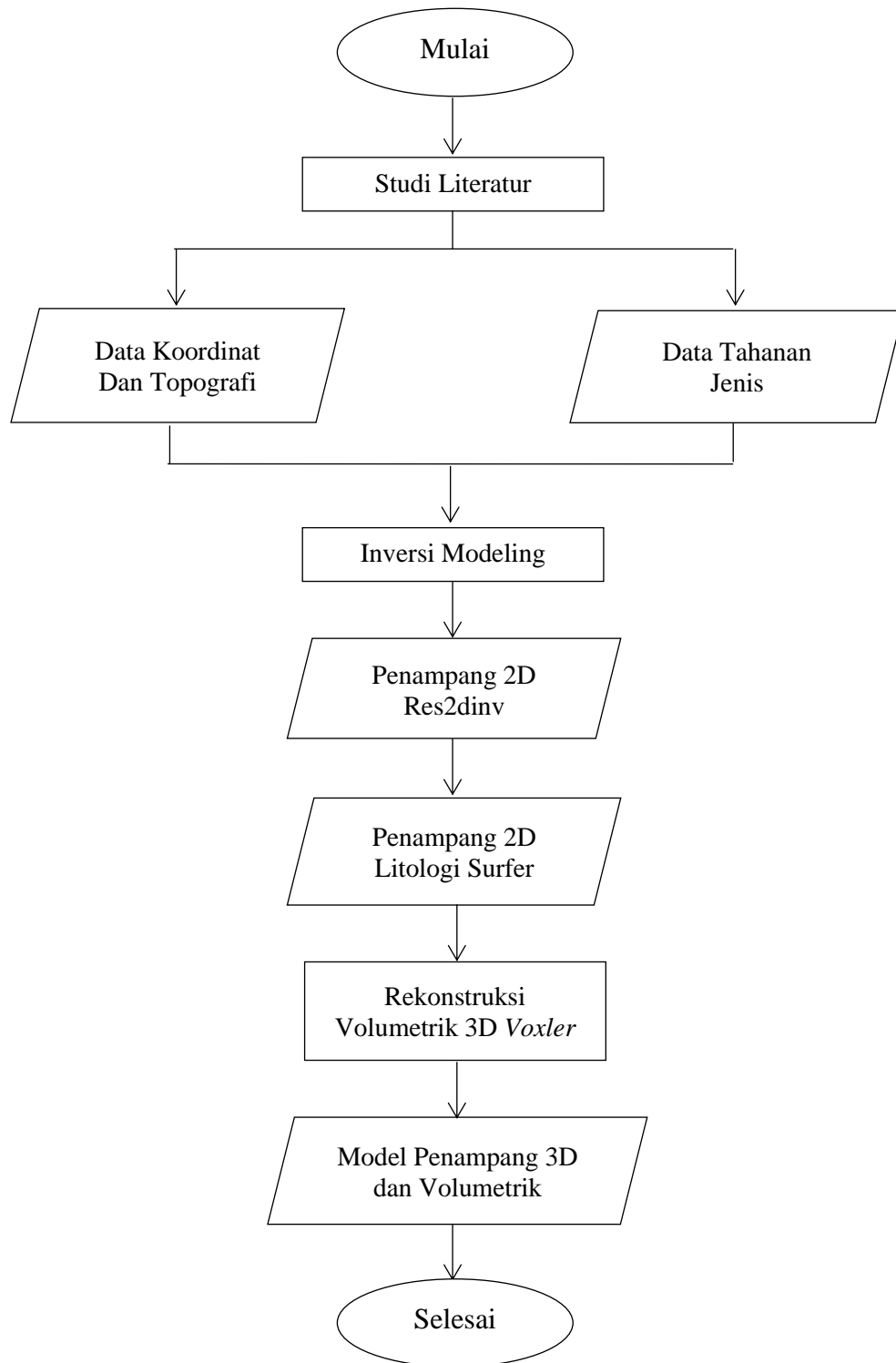
Digunakan untuk processing data hasil pengukuran untuk mendapatkan nilai resistivitas semu ρ_a .

9. *Software Google Earth*

Digunakan untuk melihat kenampakan lokasi penelitian berdasarkan data kordinat dan topografi

4.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 12. Diagram alir penelitian.

4.5 Prosedur Penelitian

1) Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian, studi literatur diperlukan untuk mengumpulkan informasi informasi yang berhubungan dengan geologi daerah setempat, dan juga informasi mengenai lokasi penelitian. Dengan adanya studi literatur kita dapat menggambarkan kondisi daerah tersebut dengan baik, sehingga mempermudah kita dalam melakukan persiapan.

2) Survei Pendahuluan

Setelah mendapatkan informasi geologi yang bersumber dari literatur, maka tahapan selanjutnya untuk melakukan penelitian adalah survei pendahuluan. Survei pendahuluan dilakukan untuk mengetahui secara langsung informasi informasi yang berkaitan dengan kondisi lingkungan dan geologi daerah penelitian, yang meliputi struktur geologi berupa singkapan, ataupun batuan. Berdasarkan informasi yang telah didapat barulah kita dapat membuat Peta Desain Survei Geolistrik daerah penelitian.

3) Pengolahan 2D

Hasil pengukuran yang didapatkan dari lapangan berupa data resistivitas yang tersimpan otomatis pada alat *Ares Resistivity* kemudian dilakukan pemindahan dari alat dalam bentuk *file* "dat" ke laptop setelah itu diolah dengan menggunakan software geofisika untuk melakukan pemodelan 2D.

4) Pengolahan 3D dan Volume Batuan Andesit

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 Data

Setiap material memiliki karakteristik daya hantar listriknya masing masing, batuan adalah material yang juga mempunyai daya hantar listrik dan harga tahanan jenis tertentu. Harga tahanan jenis yang sama bisa dimiliki oleh batuan-batuan berbeda, hal ini terjadi karena nilai resistivitas batu-batuan memiliki rentang nilai yang bisa saling tumpang tindih. Adapun aspek-aspek yang mempengaruhi tahanan jenis batuan antara lain:

1. Batuan sedimen yang bersifat lepas (urai) mempunyai nilai tahanan jenis lebih rendah bila dibandingkan dengan batuan sedimen padu dan kompak.
2. Batuan beku dan batuan ubahan (batuan metamorf) mempunyai nilai tahanan jenis yang tergolong tinggi.
3. Batuan yang basah dan mengandung air, nilai tahanan jenisnya rendah, dan semakin rendah lagi bila air yang dikandungnya bersifat payau atau asin (Soenarto, 2004). Cara menginterpretasi adalah dengan mengkorelasikan hasil pengolahan data *software* yang berupa informasi (nilai resistivitas, kedalaman, ketebalan) dengan pengetahuan dasar aspek-aspek tahanan jenis batuan seperti yang ditulis di atas, informasi geologi, informasi kondisi sumur penduduk (kedalaman dan rasa) sekitar, pengetahuan hidrogeologi, mengacu tabel resistivitas batuan (Telford et al, 1990) dan referensi terkait penelitian panas bumi menggunakan metode geolistrik yang telah dilakukan terdahulu sehingga diperoleh gambaran informasi struktur batuan yang sebenarnya.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengukuran geolistrik 2D pada daerah penelitian dapat diidentifikasi bahwa litologi bawah permukaan dengan rentang nilai resistivitas 1 – 19 Ωm diidentifikasi sebagai lapisan resistivitas rendah lempung tuffan, serta rentang nilai resistivitas 19 – 75,8 Ωm yang diidentifikasi sebagai lapisan pasir tuffan pada terdiri dari batuan tuff, serta rentang nilai resistivitas tinggi 75,8 – 475 Ωm sebagai batuan andesit.
2. Lapisan batuan berdasarkan pemodelan penampang 2D Geolistrik tahanan jenis diduga adalah lapisan batuan andesit yang memiliki nilai tahanan jenis dengan rentang nilai antara 75,8 – 475 Ωm yang dicitrakan dengan warna merah sampai dengan warna ungu pada model 2D *Res2Dinv* dan warna orange pada model 2D litologi *Surfer*.
3. Berdasarkan model 2D geolistrik tahanan jenis lintasan 1 batuan andesit dapat ditemukan pada kedalaman 5 – 15 meter dengan rata-rata ketebalan 20 meter, lintasan 2 batuan andesit dapat ditemukan pada kedalaman 2 – 25 meter dengan rata-rata ketebalan 22 meter, lintasan 3 batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 0 – 39 meter dengan rata-rata ketebalan 22 meter, lintasan 4 batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 0-29 meter dengan rata-rata ketebalan 29 meter, lintasan 5 batuan andesit sudah dapat ditemukan pada kedalaman 7,5 – 15 meter dengan rata-rata ketebalan 15 meter, dan lintasan 6 dapat ditemukan batuan andesit pada kedalaman 1 – 30 meter dengan rata-rata ketebalan 25 meter.

4. Estimasi potensi sumberdaya batuan andesit pada daerah penelitian berdasarkan pendekatan resistivitas dengan rentang nilai $75,8 - 475 \Omega\text{m}$. yaitu sebesar 8.140.329,47 ton.

6.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan uji sampel batuan bawah permukaan dengan cara pengeboran bawah permukaan untuk melihat dengan jelas litologi bawah permukaan, kandungan unsur mineral, untuk mengetahui kualitas batuan andesit di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmam., dan Sudiar, N.Y. 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.
- Amin,T.C., Sidarto., Santosa, S., dan Gunawan, W. 1993. *Peta Geologi Lembar Kotaagung, Sumatra*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Burger, H.R. 1992. *Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface*. Prentice Hall. New Jersey.
- Davis, J.C. 1986. *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Baskara, M.D. 2019. Identifikasi Persebaran Volume Batuan Andesit Dengan Pemodelan 2D Dan 3D Di Daerah Dusun Kawan Ngangkang Lampung Selatan. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Djoko, S. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Departement Teknik Geofisika ITB. Bandung.
- Giao, P., Chung, S., Kim, D., dan Tanaka, H. (2003). Electric imaging and laboratory *resistivity* testing for geotechnical investigation of Pusan clay deposits. *Journal of Applied Geophysics*. 52(4), 157–175.
- Hardiyono, A. 2013. Karakteristik Batuan Beku Andesit dan Breksi Vulkanik, dan Kemungkinan Penggunaan sebagai Bahan Bangunan Daerah Ukir Sari, Kecamatan Brojonegara, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Bulletin of Scientific Contribution*, 11(2): 89-95.
- Hurun, N. 2016. Analisis Data Geolistrik Resistivitas Untuk Pemodelan Struktur Geologi Bawah Permukaan Gunung Lumpur Bangkalan. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang

- Khosama, L. K. 2012. Kuat tekan beton beragregat kasar batuan tuff merah, batuan tuff putih, dan batuan andesit. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. Vol. 2.No. 10. hal. 273-278.
- Loke, M. H. 1999. *Introduction to Resistivity Surveys*. Penang Malaysia.
- 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, S. A., Amirudin T., Suwarti S., Gafoer dan Sidarto. 1993. *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- 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
- Prastowo, R. 2017. Pemodelan 2D Resistivitas Batuan Andesit Daerah Gunung Kukusan, Kulon Progo. *Jurnal Kurvatek*, 2(2), 87-93.
- Raymond, A. Loren. 2000. *Study of Igneous, Sedimentary, and Metamorphism rocks*. Second Edition. Mc.Graw Hill.
- Ridwan, P., Alfiansyah, K., Kusumah, P.A., Amrullah, F., dan Gani, R.M.G. 2018. Identifikasi Karakteristik Dan Kualitas Andesit Sebagai Bahan Bangunan Daerah Batu Jajar, Kecamatan Batu Jajar Timur, Kabupaten Bandung Barat. *Padjadjaran Geoscience journal*, 2.
- Reynolds, J.M. 2005. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd. p.156-160.
- Sariisik, A., Sariisik, G., dan Senturk, A. 2011. Applications of Glaze and Decor on Dimensioned Andesites Used in Construction Sector *Construction and Building Materials*, 25(9), 3694-3702.
- Saputro, H., dan Winingsih, P. H. 2019. Analisa Struktural Batuan Andesit di Desa Laksanamekar Bandung Jawa barat. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 16(2), 112-116. tahun
- Stepanus, R.A., dan Bintang, J. 2014. Pengaruh beberapa kehalusan tepung batuan andesit dan pengestrak terhadap ketersediaan hara ultisol, *Jurnal Online Agroekoteknologi*, Vol.2, No.2: 884-892, Maret 2014.

- Stummer, P. 2003. *New developments in Electrical Resistivity Imaging*. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. Austria.
- Sukandarrumudi. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. 1999.
- Sukandarrumudi. 1999. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Rasimeng, S., Dasaputra, A., Alimuddin. 2007. Identifikasi Struktur Batuan Basement Menggunakan Metode Resistivitas 2D Sepanjang Jalan-Lintas Propinsi Di Daerah Potensi Longsor Sumberjaya Lampung Barat, *Jurnal Sains dan Teknologi SIGMA*, Vol.2, No.10: 151-158, Juli 2007
- Thornbury dan William, D. 1969. *Principles of Geomorphology*. Amerika Serikat. Departement of Geology Indiana University.
- Todd D.K. 1959. *Ground Water Hidrology*. John Willey dan Sons Inc. London, New York.
- Williams, H., Turner, F.J., dan Gilbert, C.M. 1954. *Petrography: An Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections*. W. H. Freeman and Company: New York.
- Telford, W. M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., dan Keys, D.A. 1990. *Applied Geophysics, Edisi 2*. New York : Cambridge University Press.
- 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.