

**PERHITUNGAN VOLUME BATUAN ANDESIT
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
DI DAERAH BAKAUHANI LAMPUNG SELATAN
(SKRIPSI)**

oleh
**JULPAN EPENDY
NPM 1815051030**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**PERHITUNGAN VOLUME BATUAN ANDESIT
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
DI DAERAH BAKAUHENI LAMPUNG SELATAN**

Oleh

JULPAN EPENDY

Skripsi

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

PERHITUNGAN VOLUME BATUAN ANDESIT MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK DI DAERAH BAKAUHENI LAMPUNG SELATAN

Oleh
Julpan Ependy

Provinsi Lampung termasuk wilayah yang memiliki sumber daya alam beragam salah satunya adalah batuan beku andesit. Pertumbuhan ekonomi dan gencarnya pembangunan infrastruktur secara nasional menyebabkan kebutuhan bahan bangunan meningkat, termasuk Batuan Andesit. Batuan Andesit banyak dimanfaatkan untuk pembentukan fondasi bangunan, pembuatan jembatan serta pengaspalan jalan. Pada penelitian ini, telah dilakukan perhitungan volume batuan andesit menggunakan metode geolistrik di daerah Bakauheni Lampung Selatan di Dusun Pegantungan Kecamatan Bakauheni Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung yang terdiri dari 5 lintasan dengan spasi antar elektroda 5 meter dengan panjang bentangan sekitar 315 meter. Data resistivitas semu yang diperoleh diolah menjadi model dua dimensi melalui inversi *linear* menggunakan perangkat lunak RES2DINV. Model dua dimensi selanjutnya diinterpolasi menggunakan perangkat Rockworks15 menjadi model tiga dimensi. Berdasarkan model penampang 2D, nilai resistivitas tinggi yang beragam diidentifikasi sebagai batuan andesit yang dicitrakan dengan warna merah sampai dengan warna ungu dan volumetrik batuan andesit berdasarkan interpolasi 3D untuk luasan $\pm 15,20$ Ha adalah 3.411.066,876 m³.

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

ABSTRACT

ANDESITE ROCK VOLUME CALCULATIONS USING THE GEOELECTRIC METHOD IN THE BAKAUHANI AREA, SOUTH LAMPUNG

By

Julpan Ependy

Lampung is an area that has various natural resources, one of which is andesite igneous rock. National economic growth and incessant infrastructure development have resulted in an increased need for building materials, including Andesite. Andesite rocks are widely used for the formation of building foundations, making bridges, and paving roads. In this study, the calculation of the volume of andesite rocks using the geoelectrical method was carried out in the Bakauheni area of South Lampung in Pegantungan Hamlet, Bakauheni District, South Lampung Regency, Lampung Province. which consists of 5 tracks with a spacing between electrodes of 5 meters with a span length of about 315 meters. The apparent resistivity data obtained is processed into a two-dimensional model through *linear* inversion using RES2DINV *software*. The two-dimensional model was then interpolated using the Rockworks15 tool to become a three-dimensional model. Based on the 2D cross-section model, the high resistivity values varied. identified as andesite rock which is imaged in red to purple color and volumetric andesite rock based on 3D interpolation for an area of ± 15.20 Ha is 3,411,066.876 m³.

Keywords: interpolation, Wenner-Schulumberger configuration, resistivity, volumetric andesite rock.

Judul Skripsi

: **PERHITUNGAN VOLUME BATUAN
ANDESIT MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK DI DAERAH BAKAUHENI
LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa

: **Julpan Ependy**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1815051030**

Program Studi

: **Teknik Geofisika**

Fakultas

: **Teknik**

MENYETUJUI,

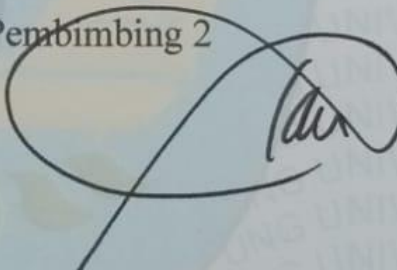
1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing 1

Pembimbing 2

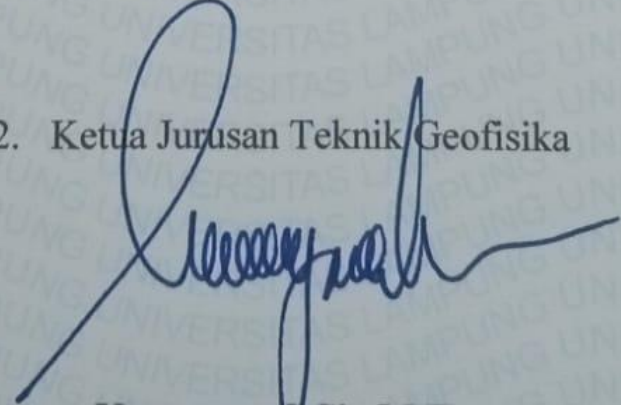

Rustadi, S.Si., M.T.

NIP. 197205111997101002


Ir. Rahmat Catur Wibowo, S.Si., M.Eng., I.P.M.

NIP. 199004122019031009

2. **Ketua Jurusan Teknik Geofisika**

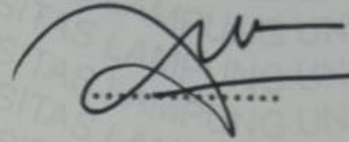

Karyanto, S.Si., M.T.

NIP. 19691230 199802 1 001

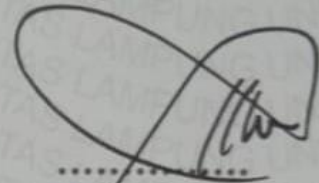
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

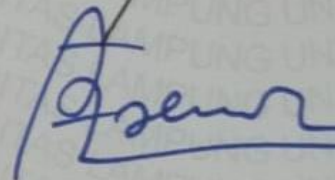
Ketua : **Rustadi, S.Si., M.T.**



Sekretaris : **Ir. Rahmat Catur Wibowo, S.Si., M.Eng., I.P.M.**



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



2. Dekan Fakultas Teknik

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

NIP.19750928 200112 1002



Tanggal Ujian Skripsi : **04 Agustus 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, 26 Agustus 2023

Penulis



Julpan Ependy

NPM. 1815051030

RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap penulis adalah Julpan Ependy, lahir di Haurgeulis pada tanggal 28 Juli 2000. Anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Rasto dan Ibu Rita Herawati. Penulis mengawali pendidikan pada Sekolah Dasar Negeri 1 Kayu Batu sejak tahun 2006 sampai tahun 2012, kemudian melanjutkan menempuh pendidikan menengah pertama di SMPN 01 Bukit Kemuning yang diselesaikan pada tahun 2015 dan melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Bukit Kemuning 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 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). 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) dan beberapa organisasi intra kampus. Selama terlibat aktif di HIMA TG BHUWANA, penulis dipercaya mengemban amanah sebagai Anggota Bidang Sosial Budaya Masyarakat pada kepengurusan tahun 2020, Wakil ketua di Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) pada kepengurusan tahun 2021 dan menjadi Wakil Ketua SM-

IAGI pada kepengurusan tahun 2021. Penulis juga aktif dalam organisasi FOSSI FT sebagai Anggota departemen KSIK tahun 2020/2021. Selain aktif dalam kegiatan organisasi, penulis dipercaya menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah seperti Metode Geolistrik dan Metode ElektroMagnetik.

Pada tahun 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Jurusan Teknik Geofisika Unila dengan judul **“Identifikasi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Drone Dan Geolistrik Di Gang Sakal Kecamatan Panjang, Bandar Lampung”**. Pada akhir masa studi penulis melakukan penelitian Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjan Teknik dengan judul **“Perhitungan Volume Batuan Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Di Daerah Bakauheni Lampung”**.

PERSEMBAHAN

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

IBU DAN AYAH TERCINTA

RASTO

&

RITA

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

SAUDARA TERKASIH

DADAN RUMANSA

&

NYIMAS GANDASARI

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

Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

“Tanpa tindakan, pengetahuan tidak ada gunanya dan pengetahuan tanpa tindakan itu sia-sia.”

(Abu Bakar As-Siddiq)

“Memanusiakan manusia.

You have two hands. One to help yourself, the second to help others”

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 **“Perhitungan Volume Batuan Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Di Daerah Bakauheni 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 di dalam 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, 26 Agustus 2023

Penulis

Julpan Ependy
NPM. 1815051030

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 **“Perhitungan Volume Batuan Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Di Daerah Bakauheni Lampung”** 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. Kedua Orang tuaku, Bapak Rasto dan Ibu Rita. 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.

2. Adik-adikku dan keluarga bahagianya, Dadan Rumansa dan Nyimas Gandasari, yang sampai hal ini. Terima kasih untuk semangat, doa, dukungan serta dengan ikhlas membantu demi kelancaran penulis menyelesaikan studinya.
3. Bapak Rustadi, S.Si., M.T. selaku Pembimbing satu yang telah memberikan arahan, saran dan kesediaan bapak dalam membimbing pengerjaan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Rahmat Catur Wibowo, S.Si., M.Eng.,I.P.M. selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak meluangkan waktunya untuk berdiskusi memberikan arahan dengan sabar, koreksi, masukan serta motivasi dalam pengerjaan skripsi ini.
5. 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.
6. Segenap Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang penuh dedikasi dalam memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
7. Para Staf dan Karyawan Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah membantu dalam bidang administrasi selama penulis menempuh studi.
8. Untuk Saudari Sindi Nabila Anggraini, yang selalu membantu untuk bertumbuh dan dewasa sebaik ini, menjadi teman bertukar pikiran dan berkeluh kesah, menjadi pendukung terdepan, dan meyakinkan penulis di saat tidak yakin pada diri sendiri. Semoga segala kebaikan yang telah dilakukan dikembalikan dengan wujud yang lebih baik dan segala apa yang diusahakan

saat ini dimudahkan jalannya mencapai cita-cita yang diimpikan oleh diri sendiri dan keluarga.

9. Teman-teman yang menemani masa perkuliahan dan membantu saya dalam penyusunan skripsi saya ini, Yanti Hummairah, M.Budzar Algifari, Aldika , dan As'ad Humam karena selalu mengingatkan tentang kebaikan, menjadi penolong di saat-saat sulit menjalani kuliah dan memberikan dukungan semangat untuk penulis.
10. Keluarga, Angkatan, Teknik Geofisika 18 (TGasak) yang telah banyak berbagi rasa dari awal perkuliahan hingga saat ini, telah memberikan dukungan dan kebersamaan. Terima kasih karena menjadi bagian dari cerita masa kuliah penulis, semoga kita semua menjadi pribadi yang sukses dimasa depan.
11. Untuk saudara dan keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih untuk doa dan dukungan, bantuan dan motivasinya selama ini.
12. Keluarga besar HIMA TG BHUWANA, terima kasih atas pengalaman dan pembelajaran yang sudah penulis dapati baik berkenaan dengan dunia geofisika maupun kemampuan berorganisasi.
13. Seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini yang telah memberikan bantuan, kesempatan dan pengalaman. Penulis mengucapkan terima kasih banyak.

Bandar Lampung, 26 Agustus 2023
Penulis

Julpan Ependy
NPM. 1815051030

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	xii
SANWACANA	xiii
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Letak Geografis Daerah Penelitian	4
2.2. Geologi Regional dan Stratigrafi Regional Daerah Penelitian	5
2.3. Definisi Batuan Andesit	5
2.4. Karakteristik Batuan Andesit	6
2.5. Kegunaan Batu Andesit	6
2.6. Penelitian Sebelumnya.....	7
III. TEORI DASAR	
3.1. Hukum Ohm.....	9
3.2. Sifat Kelistrikan Bumi	11
3.2.1. Arus Tunggal pada Permukaan Tanah.....	11
3.2.2. Dua Titik Arus di Permukaan	13
3.2.3. Faktor-faktor Resistivitas Batuan	14
a. Jenis batuan	15
b. Matriks batuan	15
c. Mineral lempung	15

d. Porositas dan permeabilitas	15
e. Salinitas air pada batuan	16
f. Temperatur	16
3.3 Konduktivitas Batuan.....	16
a. Konduksi secara elektronik.....	17
b. Konduksi secara elektrolitik	17
c. Konduksi secara dielektrik	18
3.4 Metode Geolistrik	19
3.4.1. Resistivitas semu.....	21
3.4.2. Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	22
3.4.3. Konfigurasi Wenner - <i>Schlumberger</i>	22
3.5. Pemodelan 2D.....	24
3.6. Pemodelan 3-Dimensi.....	26
3.7. Metode Kontur	27
3.7.1. Menghitung volume.....	28
3.8. Interpolasi Pada <i>Voxler 4</i>	30
IV. METODE PENELITIAN	
4.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
4.2. Alat dan Bahan.....	34
4.3. Prosedur Penelitian	34
4.4. Diagram Alir	37
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Processing data 2D.....	38
5.2. Processing data 3D.....	39
5.3. Pembahasan.....	41
5.3.1. Interpretasi data resistivitas	42
5.3.2. Rekonstruksi pemodelan data 3D Geolistrik Tahanan Jenis	48
KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Peta geologi daerah penelitian	4
2. Tafsiran bawah permukaan daerah Pegunungan.....	5
3. Rangkaian listrik sederhana	9
4. Dua buah resistor dengan perbedaan nilai pada panjang dan luas penampangnya.....	10
5. Sumber arus dengan titik tunggal permukaan homogen	12
6. Sumber arus dengan 2 titik permukaan homogen	13
7. Deformasi bidang potensial dan arus untuk sumber arus dua titik di permukaan tanah	14
8. Hubungan Temperatur-resistivitas	16
9. Pola sebaran arus listrik pada bidang <i>equipotential</i> antara dua elektroda arus dengan polaritas.....	20
10. Susunan elektroda arus (C) dan potensial (P) Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	23
11. Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	23
12. Hasil penampang 3D menggunakan aplikasi <i>Voxler</i>	27
13. Sketsa model perhitungan luas metode kontur.....	28
14. Model perhitungan volume dengan persamaan mean area	29
15. Model perhitungan volume dengan persamaan kerucut terpancung.....	29
16. Model perhitungan volume dengan persamaan prismoida.....	30
17. Perhitungan volume dengan metode blok	31
18. Diagram alir penelitian.....	37
19. <i>Pseudo-section</i>	38
20. <i>Extermine bad datum point</i>	39
21. Penampang 2D dan <i>topography</i>	39

22. Data Inversi 2D	40
23. <i>Database 3D</i>	40
24. Proses gridding database 3D	41
25. Pencitraan bawah permukaan pada <i>line 1</i>	43
26. Pencitraan bawah permukaan pada <i>line 2</i>	44
27. Pencitraan bawah permukaan pada <i>line 3</i>	45
28. Pencitraan bawah permukaan pada <i>line 4</i>	46
29. Pencitraan bawah permukaan pada <i>line 5</i>	47
30. Rekonstruksi 3D geolistrik tahanan jenis.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Penelitian sebelumnya.....	7
2. Rentang nilai resistivitas pada jenis batuan	18
3. Tabel waktu dan kegiatan penelitian.....	33
4. Estimasi cadangan volumetrik bahan galian batuan andesit	48

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batuan andesit merupakan batuan *intermediate* yang terjadi hasil pendinginan magma pada permukaan bumi ataupun aktivitas gunung api (LK Khosama, 2012). Akibat perbedaan suhu pada saat pendinginan batuan andesit secara umum terdiri dari batuan padat, pori. Batuan andesit atau batuan ekstrusi yaitu batuan beku yang terbentuk pada permukaan (Lopresto dkk., 2011). Batuan andesit bersifat masif, keras dan tahan terhadap hujan (Rinawan, 2000).

Survei geofisika adalah survei awal yang bertujuan untuk memetakan geologi bawah permukaan serta merupakan langkah awal untuk mengetahui lapisan batuan di bawah permukaan tanah, salah satu metode dalam survei geofisika adalah geolistrik. Metode geolistrik juga merupakan metode untuk mengetahui sifat arus listrik bumi dengan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Ungkapan ini mencakup pengukuran medan potensial, arus dan elektromagnetik, baik yang dihasilkan oleh injeksi arus atau secara alami. Secara umum, cara sederhana untuk membahas fenomena kelistrikan bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium homogen isotropik, dalam perlakuan ini medan listrik sumber titik di bagian dalam bumi berbentuk *simetris* bola. Prinsip dari metode geolistrik adalah menginjeksikan arus melalui elektroda arus yang tertanam di dalam tanah. Elektroda ini terhubung ke elektroda arus lain yang berada di permukaan tetapi cukup jauh sehingga efeknya dapat diabaikan. Elektroda arus C (x, z) dapat dianggap sebagai sumber titik yang mengirimkan arus listrik ke segala arah di lingkungan tanah dengan resistivitas ρ (Rasimeng, 2007).

Prosedur pengukuran untuk masing-masing konfigurasi bergantung pada variasi resistivitas terhadap kedalaman, yaitu pada arah vertikal (*sounding*) maupun arah horizontal (*mapping*). Keberadaan batuan andesit di Kecamatan Bakauheni, ditemukan di beberapa lokasi pada area perbukitan, singkapan yang terbentuk akibat erosi aliran air dan pola batuan hasil lelehan lava.

Penelitian dilakukan di Dusun Pegantungan Kecamatan Bakauheni Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung. Metode geofisika yang digunakan pada penelitian ini adalah metode tahanan jenis dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, metode ini dipilih karena memiliki ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda jarak antar elektrode arus dan potensial masih memberikan cacahan nilai yang ideal. Hal ini dikarenakan posisi antara elektroda arus dan 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*, dalam penelitian ini untuk mengetahui keberadaan serta penyebaran batuan andesit di daerah tersebut perlu dilakukan pemodelan baik secara 2-Dimensi dan 3-Dimensi menggunakan *software* pendukung seperti *Voxler*, dari pemodelan tersebut akan memvisualisasikan bawah permukaan daerah penelitian sehingga mempermudah dalam proses analisis dan interpretasi.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi batuan andesit di lapangan daerah prospek 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

Interpretasi melalui 5 lintasan ukur yang tersebar *random*, dengan kedalaman data ditafsirkan mencapai 40 m, pengukuran menggunakan konfigurasi *Wenner – Schlumberger*, pemodelan 2D melalui pendekatan inversi menggunakan *res2dinv* dan pemodelan 3D melalui korelasi data di 5 lintasan menggunakan *Voxler*.

1.4. Manfaat Penelitian

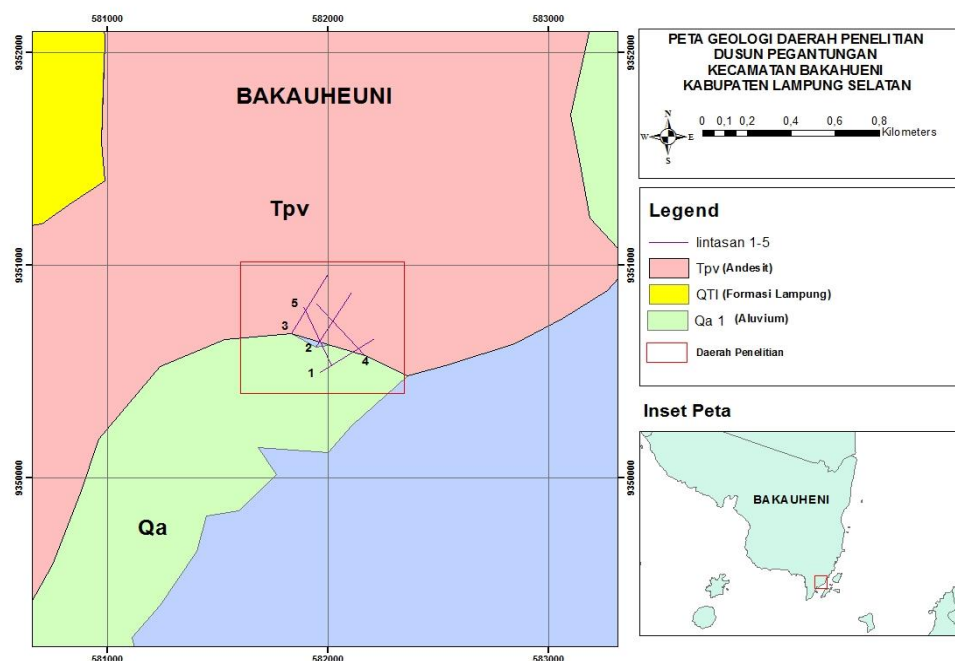
Manfaat dari kerja praktik ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai litologi batuan pada daerah penelitian dengan proyeksi geolistrik resistivitas.
2. Diperolehnya pola persebaran batuan andesit berdasarkan nilai resistivitas bawah permukaan di daerah penelitian.
3. Didapatkannya volume cadangan batuan andesit yang ada di daerah penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Letak Geografis Daerah Penelitian

Lokasi daerah penelitian secara administratif terletak di Dusun Pegantungan Desa Bakahueni Kec. Bakahueni Kab. Lampung Selatan Provinsi Lampung Kawasan pesisir pantai Desa Bakahueni merupakan pesisir pantai dari laut lepas Selat Sunda Desa Bakahueni, terdiri dari 14 Dusun yang meliputi 44 RT. Secara geografis terletak di $5^{\circ}52'58,13''$ Lintang Selatan dan $105^{\circ}44'36,75''$ Bujur Timur dengan batas wilayah sebelah utara Desa Hatta Kec. Bakahueni dan Desa Sidoluhur Kec. Ketapang, sebelah timur Desa Sumur Kec. Ketapang sebelah selatan Selat Sunda dan sebelah barat Desa Kelawi Kec. Bakahueni, diperlihatkan pada Gambar 1 (LSDA Kabupaten Lampung Selatan, 2012).

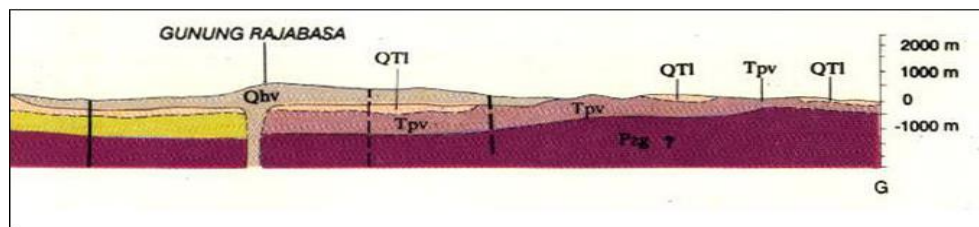


Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian (Mangga dkk., 1993)

2.2. Geologi Regional dan Stratigrafi Regional Daerah Penelitian

Secara geologi, daerah Pegantungan berada pada Formasi Andesit (Tpv) dengan material penyusun lava andesit. Formasi ini berselingan dengan Formasi Lampung (QTi), dengan material penyusun; tufa, tufa riolit, batulempung tufan dan batupasir tufan (Mangga dkk., 1993).

Formasi Andesit (Tpv) ditafsirkan rangkaian proses yang berkaitan dengan pembentukan Gunung Raja Basa. Rentang kurun waktu Tersier, naiknya magmatis menghasilkan lelehan ke arah selatan dan timur dari Gunung Raja Basa. Kurun waktu Kuartar, Formasi Tpv, di beberapa bagian tertutup oleh Formasi Lampung dan Formasi Gunung api Muda (Qhv) dari aktivitas Gunung Raja Basa. Sayatan penampang bawah permukaan melintas Gunung Raja Basa hingga daerah Pegantungan, diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tafsiran bawah permukaan daerah Pegantungan.

2.3 Definisi Batuan Andesit

Andesit adalah 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.

Batuan andesit ini biasanya berwarna kelabu dengan fenokrist-afenokrist hornblend dalam bentuk jarum panjang, andesit yang mengandung hornblenda disebut andesit hornblenda, sedangkan yang banyak mengandung piroksin disebut andesit-piroksin, sementara bebatuan lelehan andesit yang berumur Pra-Tersier biasanya disebut porfirit (Katili dan Marks, 1963).

Batuan andesit terbentuk dari lelehan magma diorit, nama yang berasal dari pegunungan Andes di Amerika Selatan karena terbentuk dari lelehan diorit maka komposisi mineralnya seperti diorit, gunungapi-gunungapi sekarang terutama di Indonesia pada umumnya menghasilkan batuan andesit. Batuan andesit banyak terdapat di sekitar gunungapi-gunungapi dan tempat penemuan yang terkenal ialah Gunung Mesigit di Jawa Barat (Katili dan Marks, 1963). Daerah sekitar Samudra Pasifik, andesit banyak terbesar di gabungan gunungapi Andes, Amerika Tengah, barat laut Amerika Serikat, Jepang, Indonesia, dan barat daya busur pulau Pasifik.

2.4. Karakteristik Batuan Andesit

Andesit merupakan salah satu batuan vulkanik yang memiliki unsur mineral yang kaya akan kandungan mineralnya setelah basalt (Fisher dan Schmincke, 1984). Batuan andesit merupakan batuan *intermediate* yang terjadi hasil pendinginan magma pada permukaan bumi ataupun aktivitas gunung api akibat perbedaan suhu pada saat pendinginan batuan andesit secara umum terdiri dari batuan padat, pori dan antara (Khosama, 2012). Batuan andesit atau batuan ekstrusi yaitu batuan beku yang terbentuk pada permukaan (Lopresto dkk., 2011). Batuan andesit ini bersifat masif, keras dan tahan terhadap hujan (Rinawan, 2000).

Andesit merupakan batuan yang menunjukkan tekstur kasar yang memiliki kandungan mineral terdiri dari *olivin*, *piroksen*, *hornblend* dan *plagioklas*. Secara umum, batuan beku andesit berwarna segar abu-abu (Hardiyono, 2013). Kandungan utama andesit ialah kandungan silikat yang tinggi atau SiO_2 , 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 di kawasan pegunungan.

2.5. Kegunaan Batu Andesit

Batuan andesit banyak digunakan sebagai bahan pokok pembangunan infrastruktur seperti jembatan, jalan raya, irigasi, landasan terbang, pelabuhan

serta gedung dan lain-lain. Batuan andesit yang umum digunakan untuk keperluan infrastruktur ini sudah berbentuk agregat dari pertambangan banyak digunakan karena memiliki daya tahan yang kuat terhadap berbagai cuaca dan tahan lama. Hal ini dikarenakan andesit banyak mengandung Silika (SiO_2), 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 penutup lampu taman.

2.6. Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa referensi dari penelitian sebelumnya sudah melakukan penelitian di daerah ini maupun daerah lain dan memiliki substansi hampir sama. Referensi ini digunakan untuk membantu dalam analisis dan membuktikan teori yang telah ada sebelumnya seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian sebelumnya

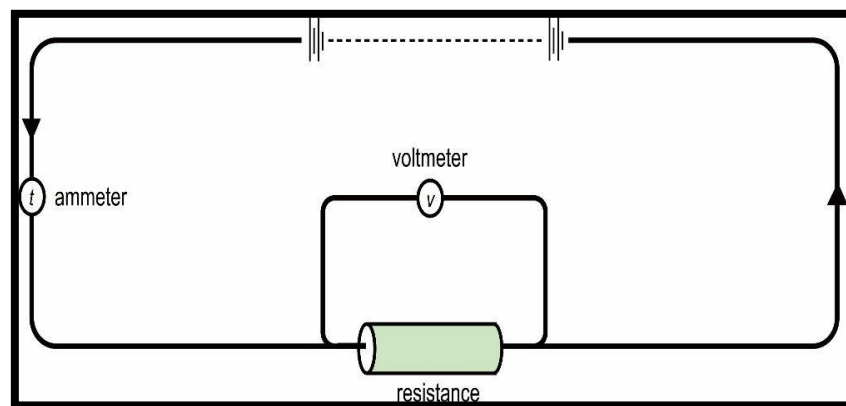
No.	Nama Penulis dan Tahun	Metode	Hasil
1.	Baskara (2019)	Geolistrik	Hasil interpretasi menunjukkan bahwa lapisan batuan andesit memiliki nilai resistivitas tinggi 200 Ωm hingga lebih dari 700 Ωm yang dibuktikan dengan ditemukannya beberapa singkapan batuan andesit pada daerah penelitian. Estimasi cadangan volumetrik bahan galian batuan andesit tiap lintasan yaitu Lintasan E, P, dan Q (Blok 1) 339.961 m^3 , Lintasan B,C, dan D (Blok 2) 11.949 m^3 , Lintasan A, X, Y, dan Z (Blok 3) 23.878 m^3 , dan Lintasan RSTUVW (Blok 4) 76.446 m^3 .

2.	Carta Wijaya (2019)	Geolistrik	<p>Hasil interpretasi menunjukkan bahwa pendugaan lapisan batuan andesit di lokasi penelitian memiliki nilai tahanan jenis sekitar 80 Ωm sampai lebih dari 220 Ωm yang dibuktikan dengan ditemukannya beberapa singkapan batuan andesit pada daerah penelitian (<i>in situ</i>). Estimasi cadangan volumetrik batuan andesit berdasarkan model 3D geolistrik sebesar 1.754.530. Estimasi cadangan volumetrik batuan andesit berdasarkan perhitungan metode <i>cross section</i> sebesar 9.619.461 dan berdasarkan perhitungan metode kontur sebesar 6.303.818.</p>
3.	Zaenudin dkk., (2020)	Geolistrik	<p>Hasil Perhitungan didapatkan luasan dan volumetrik batuan andesit sebesar 129,253,297 m³ di 5 lokasi di sekitar Bakauheni. Dari uji sifat fisika menunjukkan densitas batuan andesit antara 2,59 - 2,86 gram/cm³, dan kuat tekan <i>ultimate</i> 1.200 kg/cm², yang dapat dikategorikan bahan fondasi bangunan sedang.</p>

III. TEORI DASAR

3.1 Hukum Ohm

Metode geolistrik tahanan jenis bekerja karena pengukuran beda potensial pada titik-titik di permukaan bumi dilakukan dengan arus searah yang mengalir di sepanjang permukaan berguna untuk menentukan distribusi resistivitas bawah permukaan (Burger, 1992).



Gambar 3. Rangkaian listrik sederhana (Burger, 1992).

Gambar 3 menunjukkan rangkaian listrik dasar dengan baterai, kabel sambungan, dan resistor. Baterai mengatur beda potensial antara dua titik (kutub positif dan kutub negatif) dengan demikian bertindak sebagai sumber energi listrik (EMF), saat memindahkan kargo melalui sirkuit, seperti halnya saat memompa air melalui pipa. Aturan yang digunakan adalah mendefinisikan aliran arus sebagai perpindahan muatan positif, menyelesaikan aliran air berarti mengubah muatan positif dari potensial rendah di kutub negatif (-) menjadi potensial tinggi di kutub positif (+) Gaya yang bekerja untuk mengubah potensial membutuhkan gaya yang disebut gaya gerak listrik atau GGL (gaya gerak listrik), yang satuannya volt (V) (Burger, 1992).

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

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Atau

$$I = \frac{q}{t} \quad (2)$$

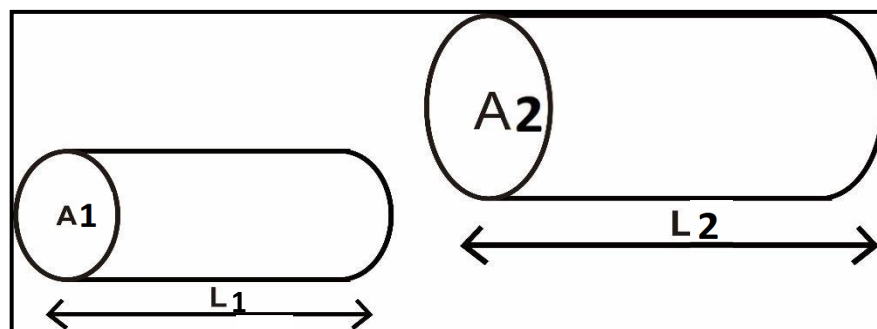
Dimana (I) adalah arus dalam ampere (q) adalah muatan dalam satuan *Coulomb* dan (t) adalah waktu dalam detik. Konsep lain yang sangat penting dalam studi geolistrik resistif adalah kerapatan arus *J*. Kepadatan arus didefinisikan sebagai arus yang mengalir melalui penampang per satuan luas, ditulis secara matematis:

$$J = \frac{i}{a} \quad (3)$$

Jelas bahwa jumlah arus yang sama yang mengalir melalui luas penampang yang berbeda akan menghasilkan kerapatan arus yang berbeda. George Simon Ohm adalah seorang fisikawan Jerman yang pertama kali memperkenalkan hubungan antara arus, tegangan dan hambatan listrik dengan hukumnya bahwa arus (I) berbanding lurus dengan tegangan (V) dan berbanding terbalik dengan hambatan (R).

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

Pada dasarnya bahan pembuat benda berbeda-beda, sehingga setiap benda memiliki hambatan listrik yang berbeda. Variasi resistansi dapat diidentifikasi dengan pengukuran DC dan voltase, pendekatan lain adalah resistansi tidak hanya dipengaruhi oleh jenis material tetapi juga oleh ukurannya (Burger, 1992).



Gambar 4. Dua buah resistor dengan perbedaan nilai pada panjang dan luas penampangnya (Burger, 1992).

Gambar 4 menunjukkan dua resistor dengan panjang berbeda dan luas penampang berbeda dengan membandingkan dua buah resistor yang terbuat dari bahan yang sama ternyata memiliki nilai resistansi yang berbeda pada arus konduksinya, karena arus adalah transfer muatan per-satuan waktu, aliran arus dapat dianalogikan dengan aliran air. Bayangkan tabung terbuka di sisi lain ketika batu diberikan, pompa air menguras tekanan yang berbeda di pipa terbuka dan menyebabkan aliran air yang berbeda. Kerikil mencegah aliran air ke saluran keluar pipa. Jika Anda membuat aliran dalam pipa yang sama tetapi menambah kandungan kerikil pada pipa, resistansi akan meningkat dan laju aliran rata-rata akan berkurang. Saat Anda meningkatkan diameter, resistansi berkurang dan lebih banyak air keluar.

Sifat ini memastikan bahwa nilai resistansi resistor seperti pada Gambar 4 bergantung pada panjang kolom tabung dan juga pada bahan dasar penyusunnya, yang disebut resistif dan ditunjukkan dengan huruf sehingga dapat dituliskan secara matematis.

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

Atau

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

Satuan resistivitas adalah resistansi kali panjang dan dinyatakan dalam satuan ohm meter. Sementara itu perlawanan dari sebuah resistivitas atau tahanan jenis adalah sebuah konduktivitas atau daya hantar listrik.

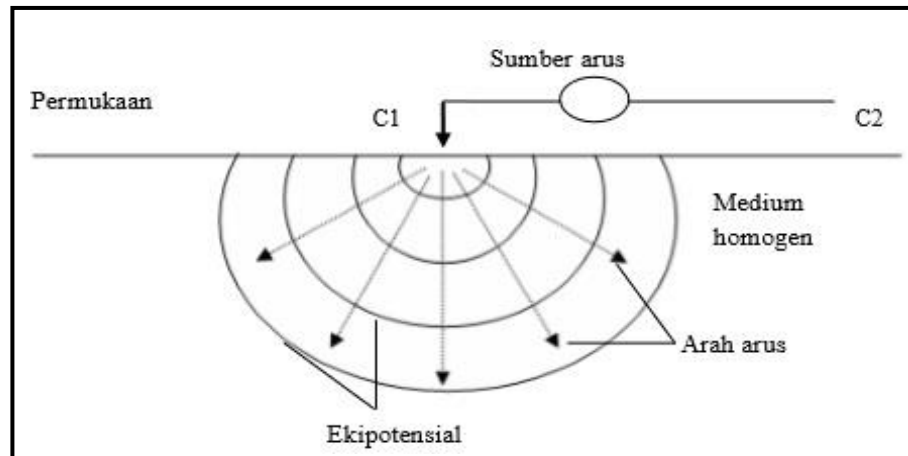
3.2 Sifat Kelistrikan Bumi

Resistensi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut meliputi jenis batuan, matriks batuan, mineral lempung, porositas dan permeabilitas, salinitas dan temperatur. Penjelasan lainnya adalah sebagai berikut (Chandra, 2011)

3.2.1. Arus Tunggal pada Permukaan Tanah

Pendekatan paling sederhana untuk mempelajari secara teoritis aliran arus listrik di bumi dianggap homogen dan isotropik (Telford dkk., 1990). Ketika elektroda arus tunggal disuntikkan pada permukaan bumi yang

isotropik homogen, aliran arus menyebar secara radial di dalam bumi dan ketika konduktivitas udara di atasnya nol, garis potensial berbentuk setengah bola, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sumber arus dengan titik tunggal permukaan homogen (Telford dkk., 1990).

Arus yang mengalir dari sumber titik membentuk medan potensial yang memiliki permukaan *equipotensial* setengah bola di bawah permukaan, dalam hal ini fluks melalui permukaan belahan, fluks melalui permukaan adalah:

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dv}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (7)$$

Dimana :

$$J = -\sigma \frac{dv}{dr} \quad (8)$$

Untuk konstanta integrasi A dalam setengah bola, yaitu:

$$A = \frac{lp}{2\pi} \quad (9)$$

Sehingga diperoleh:

$$V = -\frac{A}{r} \left(\frac{lp}{2\pi} \right) \quad (10)$$

Dimana :

ΔV = Beda potensial

I = Kuat arus yang dilalui oleh bahan (Ampere)

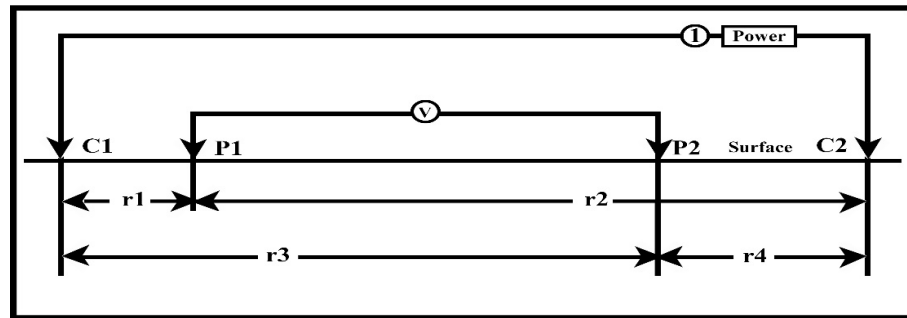
Maka nilai resistivitas listrik yang diberikan oleh medium :

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (11)$$

Persamaan ini menginformasikan persamaan *equipotential* permukaan setengah bola yang tertancap pada lapisan untuk menembus di bawah permukaan tanah (Telford, 1990).

3.2.2. Dua Titik Arus di Permukaan

Ketika dua arus diterapkan ke elektroda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, arus dari dua elektroda mempengaruhi potensial di dekat titik permukaan.



Gambar 6. Sumber arus dengan 2 titik permukaan homogen (Telford dkk., 1990).

Potensial yang disebabkan C1 pada P1:

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} \text{ dimana } A_1 = -\frac{lp}{\pi 2} \quad (12)$$

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} \text{ dimana } A_2 = -\frac{lp}{\pi 2} = -A_1 \quad (13)$$

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

$$V_1 + V_2 = \frac{lp}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (14)$$

Jika potensial elektroda kedua pada P2 diketahui, sehingga beda potensial antara P1 dan P2 dapat diukur, elektroda terjadi

$$\Delta V = \frac{lp}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (15)$$

Dimana :

ΔV : beda potensial (Volt)

I : arus listrik (Ampere)

ρ : Tahanan Jenis (Ohm meter)

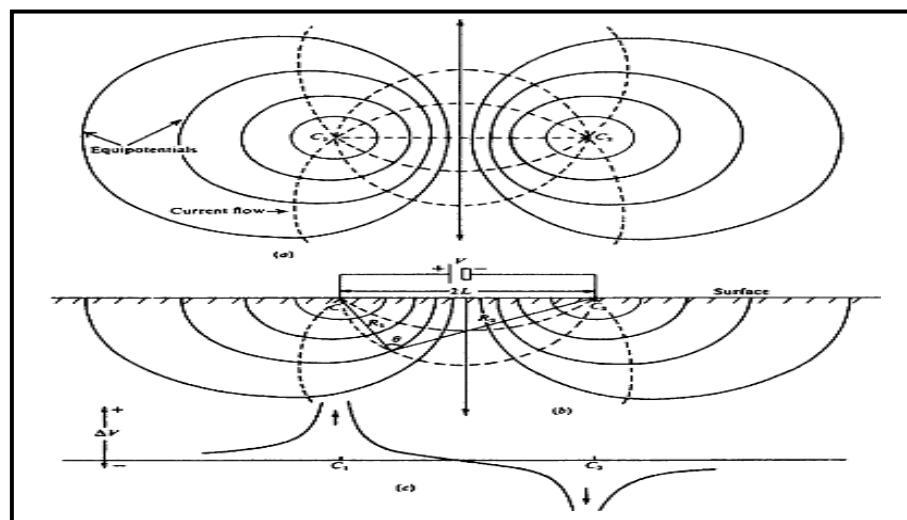
r_1 : rentang jarak C1 menuju P1 (meter)

r_2 : rentang jarak C2 menuju P1 (meter)

r_3 : rentang jarak C1 menuju P2 (meter)

r_4 : rentang jarak C2 menuju P2 (meter)

Medan gaya resistif sambungan yang terdiri dari empat elektroda yang terdistribusi normal digunakan, dalam konfigurasi ini, garis aliran arus dan medan potensial berubah bentuk karena kedekatan elektroda arus kedua C2. Untuk Gambar 7 dengan arus ortogonal. Deformasi potensial terlihat jelas di area antara elektroda arus.



Gambar 7. Deformasi bidang potensial dan arus untuk sumber arus dua titik di permukaan tanah (Telford dkk., 1990)

3.2.3. Faktor-faktor Resistivitas Batuan

Resistensi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut meliputi jenis batuan, matriks batuan, mineral lempung, porositas dan permeabilitas, salinitas dan temperatur. Penjelasan lainnya adalah sebagai berikut (Chandra, 2011).

Tahanan Jenis atau resistivitas adalah sifat batu yang menunjukkan kemampuan batu untuk menghambat arus listrik. Sifat yg mempengaruhi kemampuan mengalirkan arus listrik pada batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu: konduksi elektronik, konduksi elektrolit dan konduksi dielektrik (Milsom, 2003).

Resistensi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut meliputi jenis batuan, matriks batuan, mineral lempung, porositas dan permeabilitas, salinitas dan temperatur. Ada penjelasan lebih lanjut (Milsom, 2003)

a. Jenis batuan

Setiap batu memiliki rentang resistensi. Namun, interval resistivitas batuan tertentu terkadang sebagian sama dengan interval batuan lainnya. Oleh karena itu, nilai resistansi batu tersebut harus dikorelasikan dengan data pendukung lainnya. Ini bisa berupa data geologi dan pengeboran untuk hasil yang lebih akurat (Chandra, 2011).

b. Matriks batuan

Matriks adalah butiran yang lebih kecil dari fragmen yang ditemukan di antara batuan asli dan dapat dihitung bersama dengan fragmen tersebut. Matriks dapat berupa potongan batuan, mineral atau fosil (Engler, 2012).

c. Mineral lempung

Iklim pada Indonesia merupakan faktor alam yang sangat mempengaruhi kondisi batu : semua bahan (batu, logam, dll) menjadi tanah liat dalam proses pelapukan. (Chandra, 2011).

d. Porositas dan permeabilitas

Porositas adalah persentase volume cairan di dalam pori-pori dari total volume batuan. Hubungan antara resistivitas dan porositas untuk batuan yang tidak mengandung lempung dapat dilihat pada persamaan (1) (Telford dkk., 1990).

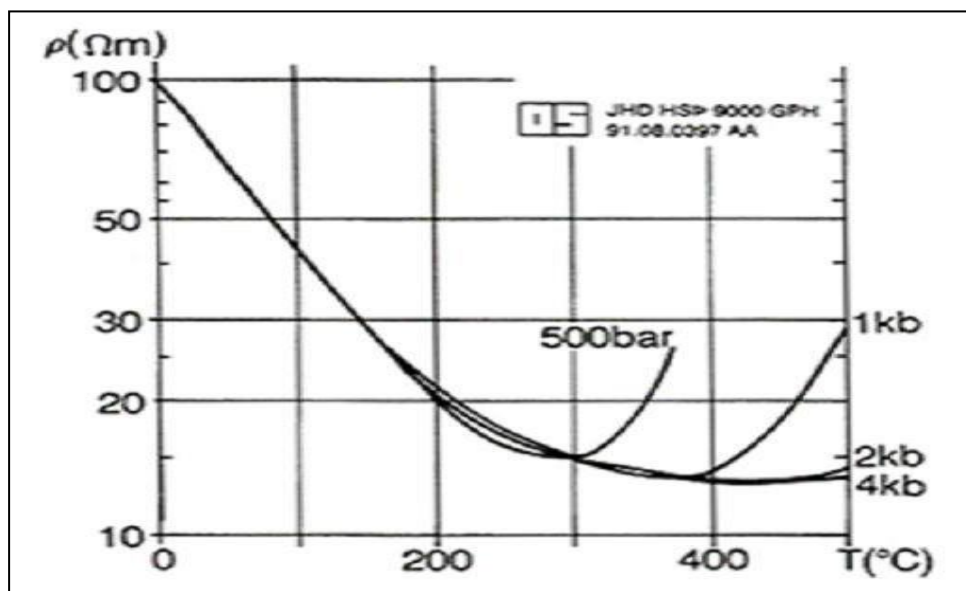
Permeabilitas adalah kemampuan batuan untuk mengalirkan fluida dan ion. Jika porositas dan permeabilitas fluida dapat digabungkan untuk menentukan jenis batuan atau tanah, juga masuk akal untuk mengasumsikan bahwa terdapat hubungan antara permeabilitas batuan dan resistivitas (Telford dkk., 1990).

e. Salinitas air pada batuan

Salinitas air dipengaruhi oleh ion-ion yang terkandung dalam batuan air asin. Air garam ini memiliki sifat mudah menghantarkan elektron bebas melalui lingkungan sehingga air garam memberikan respons nilai resistansi yang lebih kecil. Tingginya layar di wilayah studi kemungkinan disebabkan oleh intrusi air laut (Hersir dan Arnason, 2010).

f. Temperatur

Pengaruh suhu pada batuan yang meningkat menurunkan resistivitas batuan. Hal ini disebabkan pergerakan ion yang menurun dengan penurunan viskositas. Namun ini berlaku untuk suhu antara 0 dan 200 °C. Pada suhu di atas 300°C akan meningkatkan nilai resistansi spesifik seperti terlihat pada Gambar 8 (Hersir dan Arnason, 2010).



Gambar 8. Hubungan temperatur-resistivitas (Hersir dan Arnason, 2010).

3.3 Konduktivitas Batuan

Daya hantar listrik (konduktivitas) tanah dan batuan di permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air, kadar garam atau salinitas dan sebaran air di dalam tanah dan batuan. Daya hantar listrik batuan yang mengandung air sangat ditentukan oleh sifat air tersebut, yaitu elektrolit (larutan garam yang terkandung dalam air yang diisi dengan anion dan kation yang dapat bergerak

bebas di dalam air). Karena adanya medan listrik eksternal, kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negatif, sedangkan anion bergerak menuju kutub positif. Tentu saja pada batuan berpori atau tanah yang tergenang air, hambatan listriknya berkurang dan kadar airnya meningkat. Sebaliknya, nilai hambatan listrik meningkat seiring dengan penurunan kadar air (Telford dkk., 1990).

a. Konduksi secara elektronik

Konduksi ini dapat terjadi apabila terdapat banyak elektron bebas di dalam batuan atau mineral, sehingga elektron bebas tersebut mengalirkan arus listrik ke dalam batuan atau mineral tersebut. Aliran ini juga dipengaruhi oleh jenis atau sifat masing-masing batuan yang melewatinya. Salah satu sifat dari batu tersebut adalah ketahanan (*resistance*) yang menunjukkan kemampuan material tersebut untuk menghantarkan listrik. Semakin tinggi resistivitas material, semakin sulit material menghantarkan listrik dan sebaliknya. Resistansi juga memiliki arti yang berbeda dengan resistansi (resistansi), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada material, tetapi juga bergantung pada faktor geometrik atau pembentuk material. Pada saat yang sama, resistivitas tidak bergantung pada faktor geometris (Lowrie, 2007).

b. Konduksi secara elektrolitik

Kebanyakan batuan adalah konduktor yang buruk dan memiliki resistansi yang sangat tinggi. Kebanyakan batuan berpori dan pori-porinya berisi cairan, contohnya air. Hal ini menjadikan batu-batu tersebut sebagai konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik di dalam air. Konduktivitas dan ketahanan batu berpori tergantung pada volume dan lokasi pori. Konduktivitas meningkat ketika kandungan air batuan meningkat, resistivitas ketika kandungan air batuan berkurang (Lowrie, 2007).

c. **Konduksi secara dielektrik**

Konduksi ini terjadi ketika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut memiliki sedikit atau tidak ada elektron bebas. Elektron dalam batu bergerak dan menumpuk secara terpisah di dalam nukleus di bawah pengaruh medan listrik eksternal sehingga menghasilkan polarisasi (Lowrie, 2007).

Tahanan jenis (resistivitas) adalah parameter yang tergantung pada sifat-sifat bahan konduktif. Selain itu, resistivitas adalah kemampuan material untuk memblokir arus listrik. Nilai beberapa bahan dan batuan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rentang nilai resistivitas pada jenis batuan (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
Serpilh (<i>Shale</i>)	20 – 2000
Tufa (<i>Tuff</i>)	20 – 100

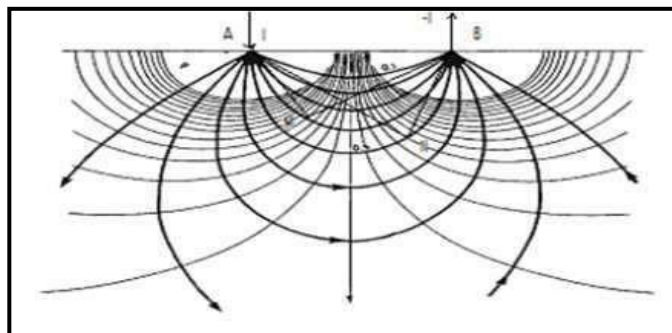
3.4 Metode Geolistrik

Metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) merupakan salah satu metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas lapisan tanah, dalam metode geolistrik resistif, arus listrik diinjeksikan ke permukaan bumi melalui dua elektroda yang berjalan. Beda potensial kemudian diukur menggunakan dua elektroda potensial (Reynolds, 1997).

Metode geolistrik juga merupakan metode untuk mengetahui sifat arus listrik bumi dengan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Ungkapan ini mencakup pengukuran medan potensial, arus dan elektromagnetik, baik yang dihasilkan oleh injeksi arus atau secara alami. Secara umum, cara sederhana untuk membahas fenomena kelistrikan bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai Medium Homogen Isotropik, dalam perlakuan ini medan listrik sumber titik di bagian dalam bumi berbentuk simetris bola. Prinsip dari metode geolistrik adalah menginjeksikan arus melalui elektroda arus yang tertanam di dalam tanah. Elektroda ini terhubung ke elektroda arus lain yang berada di permukaan tetapi cukup jauh sehingga efeknya dapat diabaikan. Elektroda arus C (x, z) dapat dianggap sebagai sumber titik yang mengirimkan arus listrik ke segala arah di lingkungan tanah dengan resistivitas ρ (Rasimeng, 2007). Berdasarkan informasi tersebut kemudian dilakukan perhitungan invers untuk mendapatkan variasi nilai resistivitas sistem penutup lantai dalam hubungannya dengan struktur geologi bawah tanah (Djoko, 2002).

Metode geolistrik resistivitas ini terdapat dua jenis metode pengumpulan data yaitu metode pemetaan resistivitas geolistrik dan metode *probing* resistivitas geolistrik. Metode pemetaan resistivitas merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari perubahan resistivitas lapisan bawah tanah pada arah horizontal, oleh karena itu metode ini menggunakan jarak elektroda yang tetap untuk semua titik *probe* di permukaan tanah. Sementara itu, metode *plumb* resistivitas geolistrik bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas vertikal lapisan batuan di permukaan bumi, dengan metode ini pengukuran

dilakukan pada titik *probe* dengan mengubah jarak antar elektroda. Perubahan celah percikan dilakukan dari celah percikan yang kecil kemudian dinaikkan secara bertahap. Jarak antara elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang diamati. Metode geolistrik pertama kali digunakan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Geolistrik adalah salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan resistansi spesifik lapisan batuan di bawah tanah dengan cara memasukkan arus searah tegangan tinggi (*direct current*) ke dalam tanah. Lantai injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B semakin besar jarak antara elektroda AB semakin banyak arus listrik yang dapat menembus lebih dalam ke lapisan batuan. Bersama dengan arus listrik, menyebabkan tegangan listrik ke bumi. Tegangan listrik di permukaan bumi diukur dengan multimeter yang dihubungkan pada dua elektroda tegangan M dan N, yang lebih pendek dari jarak antara elektroda AB. Jika jarak antar elektroda AB lebih banyak diubah, tegangan yang diberikan ke elektroda MN juga berubah tergantung pada jenis batuan yang disuntikkan pada kedalaman yang lebih besar (Smith dan Silver, 1991). Kedalaman batuan dasar yang normalnya ditembus oleh arus listrik ini sama dengan setengah jarak AB, sering disebut $AB/2$ (bila menggunakan arus searah murni), injeksi ini diperkirakan setengah bola. Bentuk dengan radius $AB/2$, pada umumnya metode geolistrik sering menggunakan 4 buah elektroda yang ditempatkan dalam satu garis lurus dan simetris mengelilingi pusatnya, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) di bagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) di bagian dalam. Gambar 9 adalah contoh garis *equipotensial* yang dihasilkan dari injeksi arus pada dua titik yang berlawanan arus di permukaan bumi.



Gambar 9. Pola sebaran arus listrik pada bidang *Equipotential* antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Bahri, 2005).

Distribusi arus di permukaan arus listrik yang dikirim di bawah permukaan. Garis tengah menunjukkan aliran yang berhubungan dengan lapisan homogen. Meskipun arus terputus-putus menunjukkan arus normal dengan nilai yang sama. Garis-garis ini disebut garis *equipotensial*, dimana titik sumber medan listrik di dalam bumi dianggap simetris bola (Bahri, 2005). Ada beberapa hal yang melatar belakangi konsep metode geolistrik resistif, yaitu:

3.4.1. Resistivitas semu

Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada asumsi bahwa bumi secara isotropik homogen. Berdasarkan asumsi ini, resistansi yang diukur adalah resistansi sebenarnya dan tidak bergantung pada jarak antar elektroda. Namun pada kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang diukur adalah efek dari lapisan-lapisan tersebut. Oleh karena itu, nilai resistansi yang diukur seolah-olah merupakan nilai resistansi satu lapisan saja. Resistivitas yang diukur sebenarnya adalah resistivitas semu (Reynold, 2005).

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (16)$$

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (17)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right]} \quad (18)$$

Persamaan 18 merupakan faktor geometrik, yaitu besarnya koreksi posisi dua elektroda potensial terhadap posisi dua elektroda arus. Nilai resistansi dapat ditentukan dengan mengukur ΔV dan I (Reynolds, 2005). Beberapa hal yang mempengaruhi nilai resistansi semu adalah sebagai berikut (Hurun, 2016).

- a) Ukuran butir penyusun batu, semakin kecil ukuran butir maka semakin baik arus yang mengalir sehingga menurunkan nilai resistivitas.
- b) Komposisi mineral batuan, meningkatnya kandungan mineral pada lempung menyebabkan penurunan nilai resistansi spesifik.
- c) Kandungan air, air bawah tanah atau air permukaan merupakan lingkungan yang menurunkan nilai resistansi.

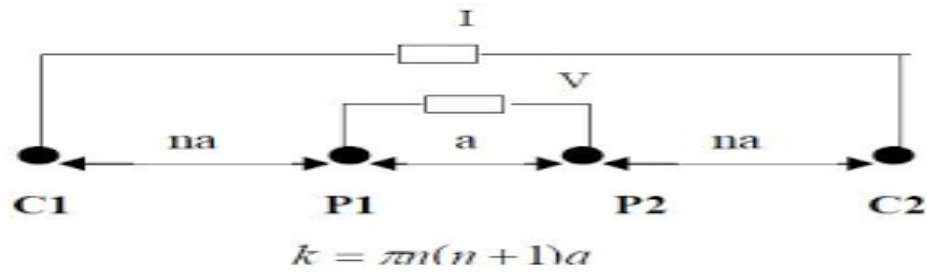
- d) Kelarutan garam dalam air dalam batuan meningkatkan konsentrasi ion dalam air sehingga bertindak sebagai konduktor.
- e) Kepadatan, semakin padat batu, semakin tinggi nilai Resistivitasnya.

3.4.2. Konfigurasi *Schlumberger*

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, 2004). 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 geotermal. Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda potensial dan elektroda-elektroda arus, dikenal beberapa jenis konfigurasi resistivitas tahanan jenis salah satunya adalah konfigurasi Schlumberger (Loke, 2004).

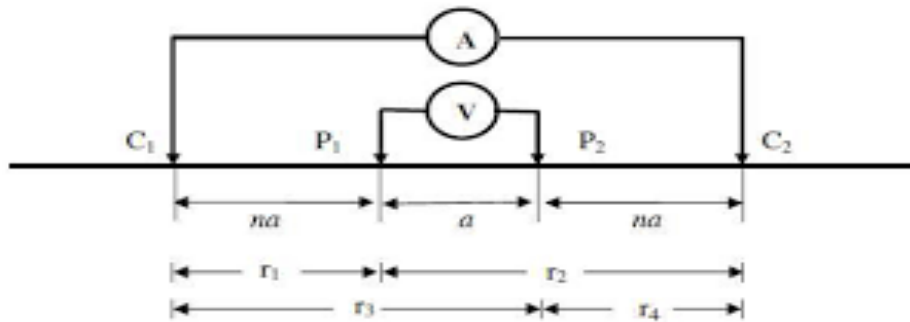
3.4.3. Konfigurasi *Wenner - Schlumberger*

Konfigurasi *Wenner - Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 (atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2 seperti Gambar 3. Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na + a$. Proses penentuan resistivitas) menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus (Sakka, 2002). Dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Susunan elektroda arus (C) dan potensial (P) Konfigurasi Schlumberger (Loke, 2004).

Dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Konfigurasi Schlumberger (Reynolds, 1997).

$$K = \pi n(n + 1)a \quad (19)$$

Pada konfigurasi Schlumberger seperti pada Gambar 10 idealnya pada jarak MN dibuat sekecil-kecilnya. Elektroda M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan elektroda A dan B sebagai elektroda arus. Pada konfigurasi Schlumberger ini, nilai $MN < AB$. Sehingga jarak MN secara teoritis tidak mengalami perubahan, tetapi karena adanya keterbatasan kepekaan alat pengukuran, maka ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN harus diubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari $1/5$ jarak AB. Kelemahan dari konfigurasi Schlumberger ini adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik 'high impedance' dengan akurasi tinggi yaitu yang bisa menampilkan tegangan minimal 4 digit atau 2 digit di belakang koma. Cara lain memerlukan alat pengirim arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Sedangkan keunggulan konfigurasi

Schlumberger ini adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda MN/2 (Kirsch, 2009).

Pengolahan data dilakukan dua tahap yaitu: Tahap pertama dilakukan dengan menggunakan kurva *matching*, yaitu penafsiran pendahuluan untuk mengetahui jumlah lapisan, tahanan jenis dan ketebalan perlapisan. Penafsiran dengan menggunakan kurva baku dua lapisan yang telah dihitung secara teoritis. Tahap kedua dilakukan dengan bantuan komputer untuk mendapatkan hasil yang lebih cepat dan akurat. Penafsiran dilakukan dengan otomatis dan manual. Caranya dengan memasukkan hasil penafsiran pada tahap pertama setelah dipertimbangkan dengan kondisi geologi setempat, dasar yang diambil guna menentukan lapisan yang diduga mempunyai potensi sebagai lapisan pembawa air dalam kondisi batuan sedimen yang normal adalah berdasarkan kepada susunan geologi dari kelompok-kelompok satuan batuan yang ada, ketentuan umum secara teoritis mengenai ciri-ciri dan sifat kelistrikan dari setiap satuan batuan. Dasar lainnya yang dipakai adalah lapisan tersebut mempunyai nilai tahanan jenis semu yang lebih besar dari kelompok batuan yang berbutir halus atau lempung dan mempunyai satuan yang relatif luas, dalam penyelidikan ini dasar yang dipakai untuk menentukan batuan adalah besaran harga tahanan jenis pada kelompok satuan batuan dibandingkan dengan sekitarnya. Pada dasarnya hubungan antara besaran harga tahanan jenis dengan macam batuan dapat digambarkan bahwa batuan sedimen yang lepas akan mempunyai tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan yang kompak pada kelompok sama (Telford dkk., 1990).

3.5. Pemodelan 2D

Penampang 2D merupakan penampang untuk menggambarkan hasil survei secara 2D dengan metode *contouring 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. Hasil survei merupakan distribusi nilai resistivitas material bawah permukaan bumi yang disebut *resistivity pseudosection* atau *inverse model resistivity section*.

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 dibentangi, misal adanya keberadaan gua di dalam tanah atau banyak akar pepohonan yang berada tepat di bawah bentangan (Loke, 2004).

Proses inversi 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 didiskritisasi. 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, 2004).

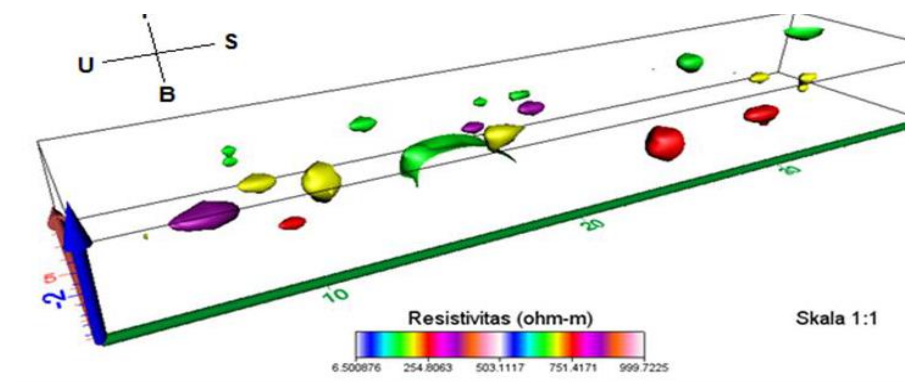
Setiap titik pada diskritisasi model tersebut kemudian diberikan suatu parameter berupa nilai *resistivity* yang nilainya sama dengan yang diinginkan oleh penginversi juga hasil pengukuran. Sedangkan respons model merupakan data sintetik yang dihitung dengan hubungan secara matematika berdasarkan pada model yang dengan parameter yang dimilikinya.

3.6. Pemodelan 3-Dimensi

Proses pemodelan 3-Dimensi tidak jauh berbeda dengan proses pemodelan 2-Dimensi, menggunakan suatu model bawah permukaan yang membentuk blok 3D berupa susunan kotak persegi. Pada analisis dan interpretasi model resistivitas dan *chargeability* 3-Dimensi akan menggunakan suatu model bawah permukaan yang dibagi ke dalam beberapa lapisan dan tiap lapisan tersebut dibagi ke dalam sejumlah blok. Pada setiap susunannya akan terikat oleh distribusi titik datum dan penampang yang membuat lintasan tersebut saling berpotongan. Pendistribusian ukuran kotak secara otomatis dihasilkan melalui program, sehingga jumlah kotak tidak akan melebihi jumlah datum.

Voxler merupakan program visualisasi ilmiah secara tiga dimensi (3D) yang berorientasi *Volumetric Rendering* dan menampilkan data secara 3D. Selain penekanannya pada volume (3D), *Voxler* juga dapat memanfaatkan kegunaan grid dua dimensi (2D) seperti *file Digital Elevation Models (DEM)*, *image* (gambar) dan data titik yang tersebar (*scatter point data*). *Voxler* dapat juga menampilkan *streamlines*, *vector plots*, *contour maps*, *isosurfaces*, *image slices*, *three-dimensional scatter plots*, *direct volume rendering* dan sebagainya. Modul komputasi termasuk *three-dimensional gridding*, *resampling*, *numerous lattice operations*, dan *image Processing*. *Voxler* dirancang untuk menampilkan data XYZC, di mana C adalah variabel pada setiap X, Y, dan Z lokasi.

Misal jika diterapkan dalam bidang geofisika dalam membuat data model geolistrik, X, Y dan Z adalah koordinat (bujur, lintang dan elevasi/kedalaman) dan C adalah *resistivity (Rho)* (Nurfalaq, 2016). Gambar 12 merupakan contoh hasil pengolahan 3D menggunakan *Voxler*.

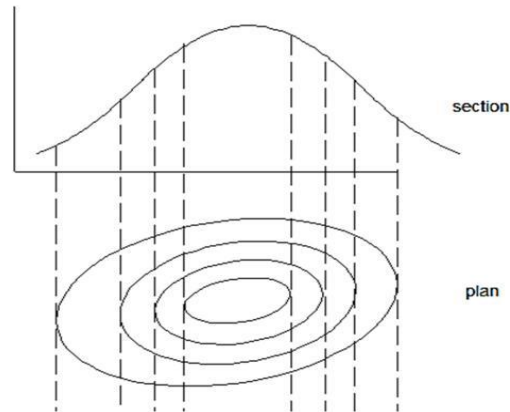


Gambar 12. Hasil penampang 3D menggunakan aplikasi *Voxler* (Abrori Ali Akbar, 2020).

3.7. Metode Kontur

Metode kontur yang menggunakan pedoman *rule of gradual change* dapat dilakukan dengan cara membagi endapan mineral menjadi blok-blok mendatar dengan interval tertentu yang dibatasi oleh dua buah penampang yang mewakili elevasi yang telah ditentukan. Kemudian dihitung luas masing-masing sayatan agar dapat menentukan volume dengan cara

mengalikan luas rata-rata antara dua sayatan dengan jarak antar sayatan seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Sketsa model perhitungan luas metode kontur (Pratama, 2010)

3.7.1. Menghitung volume

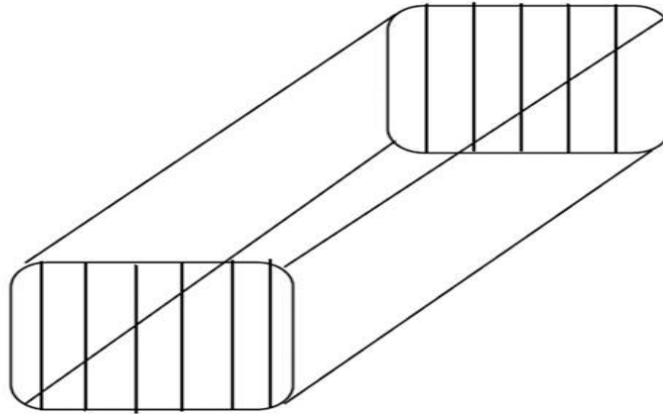
Perhitungan volume untuk metode *cross section* dan metode *contour* dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu dengan menggunakan rumus *mean area* dan rumus *frustum*.

a. Rumus *mean area*

Persamaan *mean area* merupakan salah satu persamaan yang digunakan untuk menghitung volume dari suatu endapan. Persamaan ini digunakan apabila terdapat dua buah penampang dengan luas L_1 dan L_2 dengan jarak t . Dengan nilai $L_1 : L_2$ lebih dari $\geq 0,5$. Adapun persamaan untuk mengestimasi volume batuan dengan menggunakan persamaan, seperti yang terlihat pada Gambar 14.

Di bawah ini merupakan persamaan *mean area*:

$$V = \frac{(S_1+S_2)}{2} \cdot L \quad (20)$$



Gambar 14. Model perhitungan volume dengan persamaan *Mean Area* (Seimahura, 1998).

Keterangan :

S_1 : luas penampang 1 (m^2)

S_2 : luas penampang 2 (m^2)

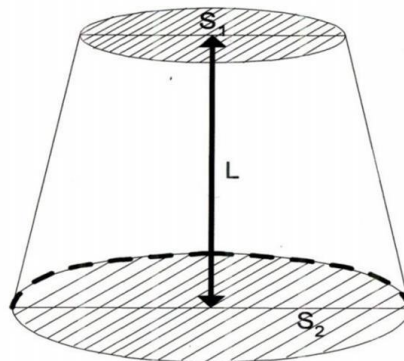
L : jarak antar penampang (m)

V : volume pasir batu (m^3)

b. Rumus *frustum*

Persamaan *frustum* merupakan salah satu persamaan yang digunakan untuk menghitung volume suatu endapan. Persamaan ini digunakan apabila terdapat dua buah penampang dimana luas $L_1 \leq 0,5 L_2$, seperti yang terlihat pada Gambar 15. Adapun persamaan untuk mengestimasi volume batubara dengan menggunakan persamaan *frustum* adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{L}{3} \times (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}) \quad (21)$$



Gambar 15. Model perhitungan volume dengan persamaan kerucut terpancung (Seimahura, 1998).

Keterangan:

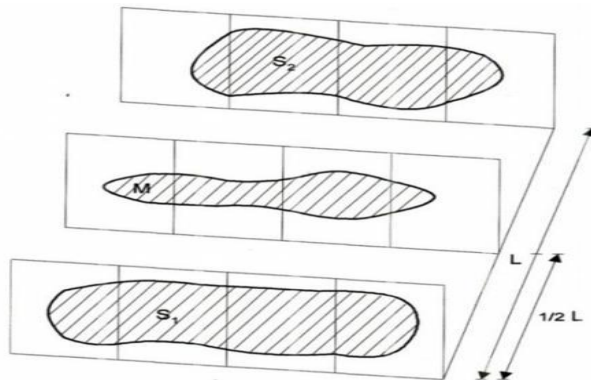
S_1 : luas penampang 1 (m^2)

S_2 : luas penampang 2 (m^2)

L : jarak antar penampang (m)

V : volume pasir batu (m^3)

Seperti yang terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Model perhitungan volume dengan persamaan *prismoida* (Seimahura, 1998).

Persamaan *prismoida* untuk menghitung volume cadangan:

$$V = (S_1 + 4M + S_2) \frac{L}{6} \quad (22)$$

Keterangan:

S_2 : Luas penampang alas (m^2)

L : Jarak antar S_1 dan S_2 (m)

V : Volume

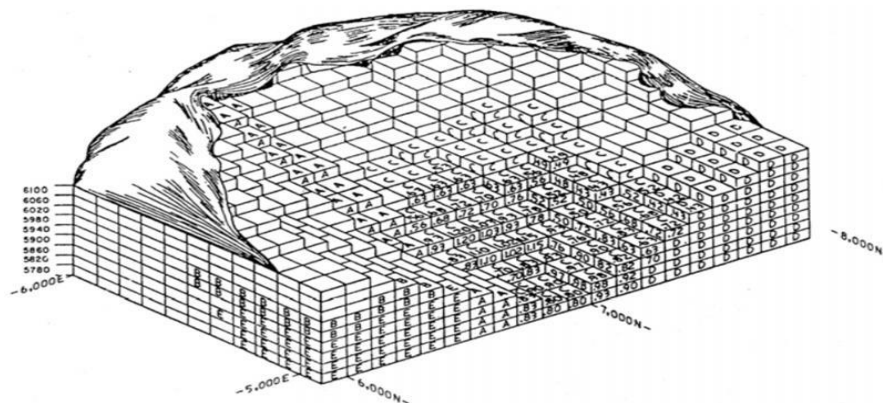
M : Luas penampang tengah

3.8. Interpolasi Pada *Voxler 4*

Pemodelan dengan komputer untuk merepresentasikan endapan bahan galian umumnya dilakukan dengan model blok (*block model*). Dimensi *block model* dibuat sesuai dengan desain penambangannya, yaitu mempunyai ukuran yang sama dengan tinggi jenjang. Semua parameter seperti jenis batuan, kualitas batuan dan topografi dapat dimodelkan dalam bentuk blok yang teratur diperoleh dengan menggunakan metode penaksiran yang umum, yaitu *NNP*, *IDW* atau *Kriging*. Dalam kerangka model blok, dikenal jenis penaksiran poligon dengan jarak titik terdekat (*rule of nearest point*), yaitu nilai hasil penaksiran hanya dipengaruhi oleh nilai contoh yang terdekat atau dengan kata lain titik (blok) terdekat memberikan nilai pembobotan satu untuk titik

yang ditaksir, sedangkan titik (blok) yang lebih jauh memberikan nilai pembobotan nol (tidak mempunyai pengaruh) (Notosiswoyo, 2005).

Metode interpolasi yang digunakan dalam pengolahan data menggunakan *software Voxler 4* adalah interpolasi *Inverse Distance Weighting (IDW)* 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). Seperti yang terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Perhitungan volume dengan metode blok (Notosiswoyo, 2005).

IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Daerah Pengukuran untuk penelitian ini berada pada daerah Dusun Pegantungan, Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan. Pengolahan data pengukuran pada penelitian ini dilakukan pada tempat sebagai berikut:

Tempat : Lab Pengolahan dan Pemodelan Data, Teknik Geofisika
Universitas Lampung.

Alamat : Jl. Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng, Rajabasa, Gedong
Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141

Tabel 3. Tabel waktu dan kegiatan penelitian

No.	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
2	Penyusunan Laporan Usul		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
3	Seminar Usul													■												
4	Pengolahan Data														■	■	■	■	■	■	■	■				
5	Analisis dan Interpretasi														■	■	■	■	■	■	■	■				
6	Penyusunan Laporan Hasil														■	■	■	■	■	■	■	■				
7	Revisi dan Bimbingan Hasil														■	■	■	■	■	■	■	■				
8	Seminar Hasil																					■				
9	Revisi dan Persiapan Sidang Komprehensif																						■	■		
10	Sidang Komprehensif																							■	■	

4.2. Alat dan Bahan

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

1. Data sekunder geolistrik.
2. Laptop digunakan sebagai alat untuk mengakses *software* yang diperlukan untuk melakukan pengolahan data dan penyusunan laporan.
3. Notepad merupakan *software* yang digunakan untuk menyusun data geolistrik sebelum di *input* ke *software* Res2Dinv untuk mendapatkan hasil penampang 2D. Selain itu, notepad juga digunakan untuk menyusun data hasil inversi pada *software* Res2Dinv yang akan di *input* ke *software* Voxler untuk mendapatkan hasil penampang 3D.
4. Res2Dinv merupakan *software* yang digunakan untuk menghasilkan penampang 2D bawah permukaan di daerah penelitian yang kemudian dapat di identifikasikan jenis material yang terdapat di bawah permukaan berdasarkan dengan nilai resistivitas batuan.
5. Voxler merupakan *software* yang digunakan untuk menghasilkan penampang 3D bawah permukaan di daerah penelitian.
6. Microsoft Office merupakan *software* yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dan penyusunan laporan. Microsoft Office yang digunakan merupakan Microsoft Office Excel untuk perhitungan data serta Microsoft Office Word untuk melakukan penyusunan laporan.
7. Google Earth Pro merupakan *software* yang digunakan untuk membuat peta lokasi daerah penelitian.

4.3. Prosedur Penelitian

Berikut merupakan prosedur pada penelitian ini :

1. Pengolahan data resistivitas 2D & 3D

Berdasarkan data resistivitas yang mana telah dikonversi formatnya dalam bentuk “.dat” atau “.txt” maka langkah selanjutnya ialah melakukan *QC* data menggunakan Ms. Excel kembali lalu disesuaikan dengan format *input* data kepada *software* Res2Dinv. Setelahnya dilakukanlah pemodelan inversi menggunakan fitur *least-square inversion* dan data 2D pun muncul, kemudian dilakukan pula *display*

topography guna memproyeksikan ketinggian permukaan pada daerah penelitian. Setelahnya data resistivitas 2D yang telah diinversi selanjutnya dipilih untuk dilakukan inversi 3D, dalam penelitian ini penulis memilih data setiap lintasan pengukuran yang selanjutnya akan diolah menggunakan *software* 3D geofisika.

2. Interpretasi potensi sebaran andesit daerah penelitian

Setelah berhasilnya dilakukan pengolahan data maka tahapan selanjutnya yaitu melakukan interpretasi potensi sebaran andesit pada daerah pengukuran tempat akuisisi data dilakukan, adapun interpretasi ini didasari pada data geologi regional yang tergambar dari proyeksi 2D, Batuan penyusun lapisan bawah permukaan yang bisa didapatkan informasi dari hasil pengolahan geolistrik resistivitas 2D didukung geologi regional, morfologi, dan tabel resistivitas batuan. 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, 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:

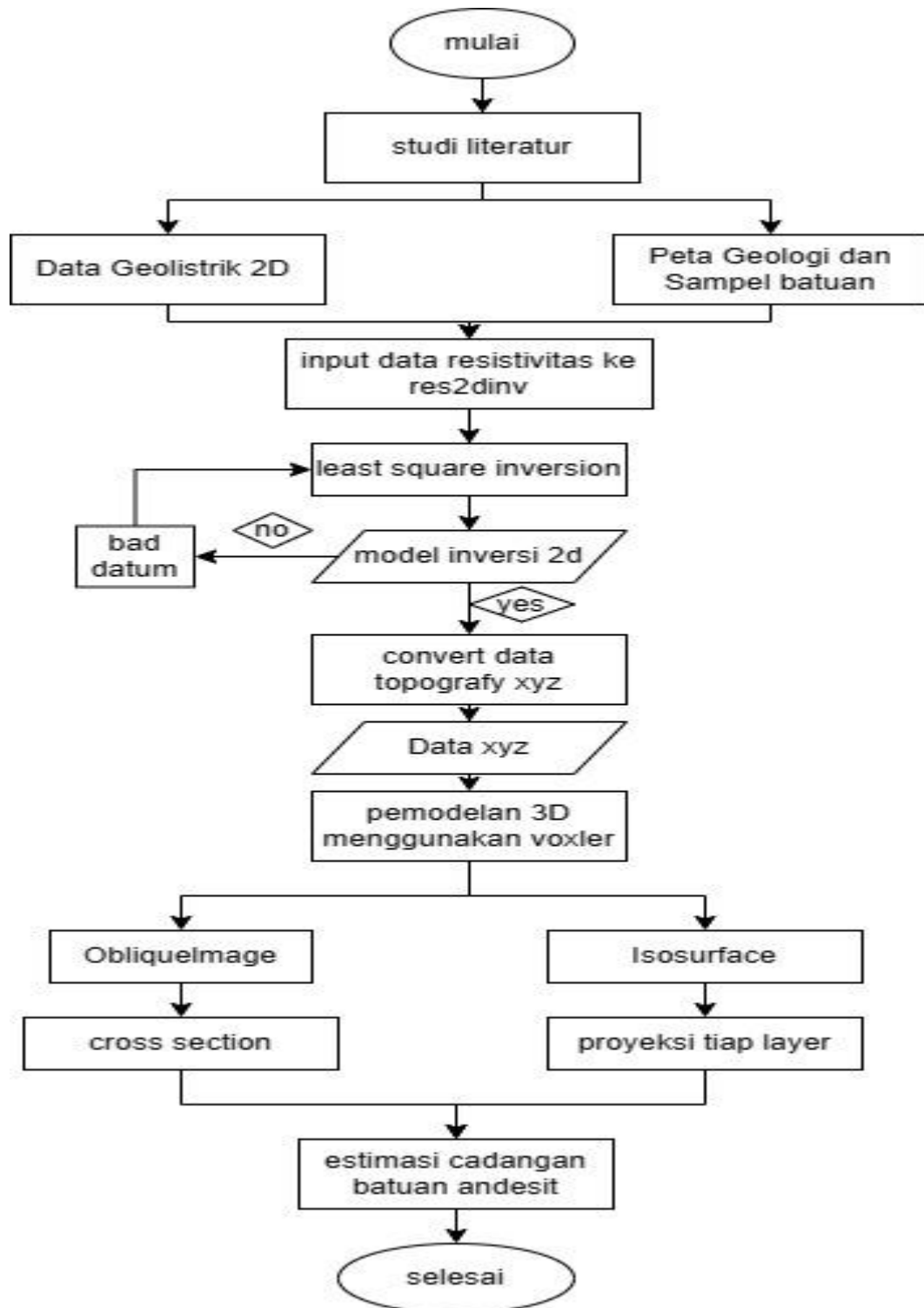
- 1) Batuan sedimen yang bersifat lepas (urai) mempunyai nilai tahanan jenis lebih rendah bila dibandingkan dengan batuan sedimen padu dan kompak,
- 2) Batuan beku dan batuan ubahan (batuan metamorf) mempunyai nilai tahanan jenis yang tergolong tinggi,
- 3) Batuan yang basah dan mengandung air, nilai 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 dkk., 1990) dan referensi terkait penelitian panas bumi menggunakan metode geolistrik yang telah dilakukan terdahulu sehingga diperoleh gambaran informasi struktur batuan yang sebenarnya.

4.4. Diagram Alir

Adapun diagram alir pada penelitian ini, seperti yang terlihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Diagram alir penelitian

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Lapisan batuan berdasarkan pemodelan penampang 2D Geolistrik tahanan jenis diduga adalah lapisan batuan andesit yang memiliki nilai tahanan jenis 155-315 Ωm yang dicitrakan dengan warna merah sampai dengan warna ungu.
2. Berdasarkan model 2D geolistrik tahanan jenis lintasan A batuan andesit ditemukan pada kedalaman 0-25 meter dengan rata-rata ketebalan 8 meter, lintasan B batuan andesit ditemukan pada kedalaman 0-25 dengan rata-rata ketebalan 7 meter, lintasan C batuan andesit ditemukan pada kedalaman 0-28 meter dengan rata-rata ketebalan 7 meter, lintasan D batuan andesit ditemukan pada kedalaman 0-25 meter dengan rata-rata ketebalan 8 meter, lintasan E batuan andesit 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 $\pm 15,20$ Ha adalah 3.411.066,876 m³.

B. Saran

Dari hasil dan kesimpulan yang telah disampaikan penulis, penulis memberikan beberapa saran yang dapat membantu penelitian selanjutnya, sebaiknya para peneliti memperluas daerah pengambilan data, sehingga penyebaran batuan andesit bawah permukaan dapat terlihat baik. Kemudian perlu dilakukan uji sampel batuan untuk melihat kandungan unsur mineral yang ada pada batuan tersebut, sehingga dapat diketahui kualitas dari batuan andesit di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Abrori Ali, 2022. Aplikasi Geolistrik 2D dan Voxler untuk Menentukan Potensi Akuifer di Status Klanceng, Kabupaten Jember. *Skripsi*. Universitas Jember, Jember.
- Baskara, M. Dimastya, 2019. Identifikasi Persebaran Volume Batuan Andesit Dengan Pemodelan 2D dan 3D di Daerah Dusun Kawat Ngangkang Lampung Selatan. *Skripsi*. Universitas Lampung, Lampung.
- Burger, H.R., Sheehan, A.F., dan Jones, C.H. 1992. *Introduction to Applied Geophysics: Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface*. New Jersey: Prentice Hall.
- Chandra, R. 2011. Menentukan Daerah Prospek Bijih Besi Menggunakan Metode Geolistrik di daerah "C" dengan Data Pendukung Geomagnet. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Davis, J.C. 1986. *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- 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*. Vol. 11.No. 2.
- Hersir, Gylfi, P., dan Árnason, K. 2010. *Resistivity of Rocks*. Presented at Short Course V on Exploration for Geothermal Resources.
- 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.
- Kirsch, R. 2009. *Groundwater Geophysics A Tool for Hydrogeology Second Edition*. Berlin: Springer.
- Loke, M. H. 2004. *Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. England: Birmingham University.

- Lopresto, V., Leone, C., and De Iorio, I. 2011. Mechanical characterisation of basalt fibre reinforced plastic. *Composites Part B: Engineering*. Vol.42.No. 4
- Mangga, S.A., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer., dan Sidarto, S. 1993. *Peta Lembar Tanjung Karang, Sumatera*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Milsom, J. 2003. *Field Geophysics: The Geological Field Guide Series*. University College London. England.
- Notosiswoyo,S., Lilah,.S., Heriawan, M.N., dan Widayat, .A.H. 2005. *Metode Perhitungan Cadangan TE-3231*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Purnomo, Hasyim. 2000. *Investigasi Batuan Mineral Silikat Sebagai Penguat beton*. Press Indo.
- Rasimeng, S., Dasaputra, A., dan Alimuddin. 2007. Identifikasi Struktur Batuan Basement Menggunakan Metode Resistivitas 2D Sepanjang Jalan-Lintas Provinsi di Daerah Potensi Longsor Sumberjaya Lampung Barat. *Jurnal Sigma Sains dan Teknologi*. Vol. 10 (2).
- Reynold, J.M. 1997. *An Introduction to applied and environmental geophysics*. John Willey and sonsinc. New York.
- Sakka. 2002. *Metoda Geolistrik Tahanan Jenis*. Makassar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UNHAS.
- Santoso, A.B., dan Hidayatullah, S. 2017. Perhitungan Sumberdaya Batuan Breksi Andesit Berdasarkan Ukuran Fragmen Dengan Menggunakan Metode Geolistrik (Studi Kasus Lahan 52 Ha, Desa Mekarsari, Kecamatan Merak, Kabupaten Cilegon, Provinsi Banten). *KURVATEK*. Vol. 2 . No. 1, April 2017, ISSN: 2477-7870
- Seimahura, J. 1998. *Pengambilan Conto dan Perhitungan Cadangan dengan Metoda Konvensional*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Smith, R.B., dan Silver, A.E. 1991. Geology of a Mioecene Collision Complex, Buton, Eastern Indonesia. *Geological Society of America Bulletin*.
- Tarigan, S.R., dan Singarimbus, A. 2016. Pemodelan Akuifer Air Tanah dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipole-dipole. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS) 21-22 Juli 2016*. (680-687).
- Telford, W. M, Geldard, L.P, Sherrif, R.E., dan Keys, D. A., 1990. *Applied Geophysics*, Cambridge.

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

Zaenudin, Ahmad., Haerudin, Nandi., Aribowo, Yoga., dan Rustadi. 2017. Pemetaan dan Perhitungan Cadangan Batu Andesit di Bakauheni, Lampung Selatan Untuk Pembangunan Infrastruktur di Wilayah Bakauheni dan Sekitarnya. *Seminar Nasional AVoER IX*, ISBN : 978-979-19072-1-7