

**PEMODELAN 2D DAN 3D GEOLISTRIK UNTUK
PERHITUNGAN VOLUMETRIK BATUAN ANDESIT DI DESA
SUKARAME KECAMATAN PUNDUH PIDADA KABUPATEN
PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG**
(Skripsi)

Oleh
Carta Wijaya



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2019**

ABSTRACT

2D AND 3D GEOELECTRICAL MODELING FOR ANDESIT ROCK VOLUMETRICS CALCULATION IN SUKARAME VILLAGE, PUNDUH PIDADA SUB-DISTRICT, PESAWARAN DISTRICT, LAMPUNG PROVINCE

By

CARTA WIJAYA

Research has been carried out on the analysis of geoelectrical resistivity data to identify the distribution of andesite rocks in Sukarame Village, Punduh Pidada Subdistrict, Pesawaran District, Lampung Province, using a Wenner - Wenner configuration of geoelectric resistance method. This study aims to map the distribution of andesite rock layers in the study area based on resistivity data. Analyze and calculate andesite rock reserves in the study area based on the geoelectrical 3D model. Comparing the estimation of andesite rocks based on the calculation by using cross section methods and contour methods to estimates andesite rock reserves based on geoelectrical 3D models. The measurement path in the study area consists of 10 tracks with each 186-meter track length. The results of the interpretation indicate that the estimation of andesite rock layers at the study site has a resistance value of around 80 m to more than 220 m as evidenced by the discovery of several andesite rock outcrops in the study area (*in situ*). Volumes estimation of andesite rocks based on the geoelectric 3D model are $1.754.530 \text{ m}^3$. The estimated volumetric reserves of andesite rocks based on the cross section method are $9.619.461 \text{ m}^3$ and based on the contour method are $6.303.818 \text{ m}^3$. Estimation calculation of subsurface andesite rocks based on 3D geoelectric modeling is more reliable than cross section methods and contour methods.

Keywords: Geoelectric, rock resistivity, Wenner-Wenner, Volumetric, Andesite, Punduh Pidada, Cross Section, contour.

ABSTRAK

PEMODELAN 2D DAN 3D GEOLISTRIK UNTUK PERHITUNGAN VOLUMETRIK BATUAN ANDESIT DI DESA SUKARAME KECAMATAN PUNDUH PIDADA KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG

Oleh

CARTA WIJAYA

Telah dilakukan penelitian mengenai analisa data geolistrik tahanan jenis untuk identifikasi pola sebaran batuan andesit di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *wenner-wenner*. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan persebaran lapisan batuan andesit di daerah penelitian berdasarkan data tahanan jenis. Menganalisis dan menghitung cadangan batuan andesit di daerah penelitian berdasarkan model 3D geolistrik. Membandingkan estimasi cadangan batuan andesit berdasarkan perhitungan metode *cross section* dan metode kontur dengan estimasi cadangan batuan andesit berdasarkan model 3D geolistrik. Lintasan pengukuran di daerah penelitian terdiri dari 10 lintasan dengan masing-masing panjang lintasan 186 meter. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa pendugaan lapisan batuan andesit di lokasi penelitian memiliki nilai tahanan jenis sekitar 80 Ωm sampai lebih dari 220 m yang dibuktikan dengan ditemukannya beberapa singkapan batuan andesit pada daerah penelitian (*in situ*). Estimasi cadangan volumetrik batuan andesit berdasarkan model 3D geolistrik sebesar 1.754.530 m^3 . Estimasi cadangan volumetrik batuan andesit berdasarkan perhitungan metode *cross section* sebesar 9.619.461 m^3 dan berdasarkan perhitungan metode kontur sebesar 6.303.818 m^3 . Perhitungan estimasi cadangan batuan andesit bawah permukaan berdasarkan pemodelan 3D geolistrik lebih *reliable* dibandingkan dengan metode *cross section* dan metode kontur.

Kata kunci: Geolistrik, tahanan jenis batuan, *Wenner-wenner*, Volumetrik, Andesit, Punduh Pidada, *Cross Section*, Kontur.

**PEMODELAN 2D DAN 3D GEOLISTRIK UNTUK PERHITUNGAN
VOLUMETRIK BATUAN ANDESIT DI DESA SUKARAME
KECAMATAN PUNDUH PIDADA KABUPATEN PESAWARAN
PROVINSI LAMPUNG**

**Oleh
CARTA WIJAYA**

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

**Pada
Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFIKA
2019**

Judul Skripsi : **PEMODELAN 2D DAN 3D GEOLISTRIK
UNTUK PERHITUNGAN VOLUMETRIK
BATUAN ANDESIT DI DESA SUKARAME
KECAMATAN PUNDUH PIDADA
KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Carta Wijaya**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1215051014

Program Studi : Teknik Geofisika S-1

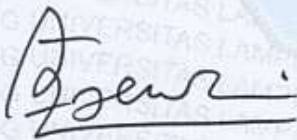
Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

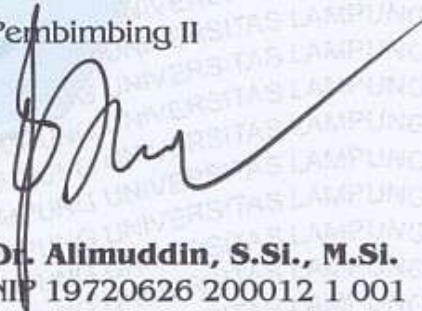
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



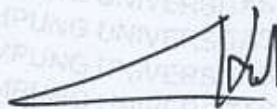
Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.
NIP 19720928 199903 1 001

Pembimbing II



Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si.
NIP 19720626 200012 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

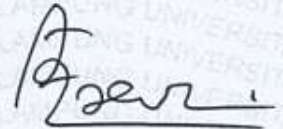


Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.
NIP 19750911 200012 1 002

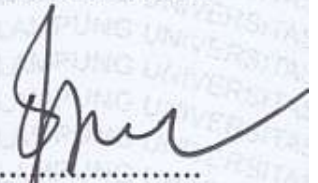
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

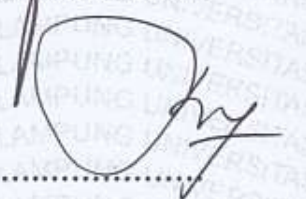
Ketua : Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.



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



**Penguji
Bukan Pembimbing : Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juni 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan juga bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandar Lampung, 26 Juni 2019

Penulis,



Carta Wijaya

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pajar Bulan pada tanggal 15 Agustus 1993. Merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Aning dan Ibu Kursem. Rekam jejak akademis penulis dimulai dari tingkat sekolah dasar di SD Negeri 2 Pajar Bulan Kecamatan Way Tenong Kabupaten Lampung Barat pada tahun 2000 sampai dengan tahun 2006. Lalu penulis melanjutkan ke tingkat sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Way Tenong Kecamatan Way Tenong Kabupaten Lampung Barat mulai tahun 2006 sampai dengan tahun 2009. Kemudian dilanjutkan ke tingkat sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Way Tenong Kecamatan Way Tenong Kabupaten Lampung Barat mulai tahun 2012 sampai dengan tahun 2012. Pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.

Selama menjalankan masa studi di Universitas Lampung, penulis juga aktif di berbagai organisasi kemahasiswaan kampus. Penulis memulai berorganisasi sebagai Anggota Ikatan Mahasiswa dan Alumni SMAN 1 Way Tenong (IKASWAT) pada tahun 2012 - sekarang. Anggota bidang Sains dan Teknologi Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HIMA TG Bhuwana) Universitas Lampung pada masa bakti 2013 - 2014. Anggota Bidang Humas Forum Silaturahmi dan Studi Islam (FOSSI) Fakultas Teknik Universitas Lampung pada

periode 2013 - 2014. Anggota Panitia Khusus Pemilihan Raya Fakultas Teknik (PANSUS PEMIRA FT) pada periode 2013 - 2014. Penulis tercatat sebagai Kepala Biro Dana dan Usaha Humas Forum Silaturahmi dan Studi Islam (FOSSI) Fakultas Teknik Universitas Lampung pada periode 2014 - 2015. Anggota bidang Kaderisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HIMA TG Bhuwana) Universitas Lampung pada masa bakti 2014 - 2015. Kepala Bidang Acara Panitia Khusus Pemilihan Raya Universitas Lampung (PANSUS PEMIRA U) pada periode 2014 - 2015 Anggota Bidang *Course* di *American Association of Petroleum Geologists* (AAPG) pada periode 2014 - 2015. Anggota Divisi Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia (HMGI) Student Chapter Universitas Lampung periode 2014 - 2015. Selanjutnya, diamanahkan menjadi Kepala Bidang Dana dan Usaha Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT) Universitas Lampung periode 2015 - 2016.

Pada tahun 2015 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Adiluhur Kecamatan Panca Jaya Kabupaten Mesuji Provinsi Lampung. Lalu pada Agustus 2015 melaksanakan Kerja Praktek selama satu bulan di Pusat Sumber Daya Mineral Batu Bara dan Panas Bumi Bandung dengan judul laporan "*Forward Modeling 2 Dimensi Data Gaya Berat Pada Lapangan Z*". Selanjutnya pada April 2019 penulis melaksanakan Tugas Akhir di Lampung Geosains Survei sebagai bahan untuk mendukung penulisan Skripsi. Sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang perguruan tinggi dengan menamatkan program sarjana melalui Skripsi dengan judul "Pemodelan 2D dan 3D Geolistrik Untuk Perhitungan Volumetrik Batuan Andesit Di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Provinsi Lampung".

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, kan ku persembahkan skripsi ini kepada :

Allah SWT

Atas segala nikmat dan berkah yang senantiasa
aku rasakan dalam menyelesaikan skripsiku ini

*Kedua Orang Tuaku Tersayang
Ayahanda Tercinta Bapak Aning
Ibunda Tercinta Ibu Kursem*

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

Teteh Sani Tersayang

Terimakasih atas segala bentuk dukungan teteh. Kebersamaan dari kita kecil
hingga sekarang takkan lekang oleh waktu.

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2012

Suka dan duka telah kita lewati bersama, tawa dan kasih kalian tidak akan pernah
aku lupakan. Aku bangga telah memiliki kalian.

*Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung
Almamater Tercinta, Universitas Lampung*

Moto

”...Gugur Untuk Tumbuh, Cocor Bebek”

-El-pibito1527

”...Sedikit Lebih Beda, Lebih Baik Daripada Sedikit Lebih Baik”

-Pandji Pragiwaksono

”...Hidup Pasti Berulah”

-kilabreT adumeP

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah S.W.T yang telah melimpahkan segala rezeki, petunjuk, dan ilmu kepada penulis, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu untuk nabiNya yakni Muhammad S.A.W.

Skripsi yang berjudul "Pemodelan 2D dan 3D Geolistrik Untuk Perhitungan Volumetrik Batuan Andesit Di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung" merupakan hasil dari Tugas Akhir yang penulis laksanakan di Lampung Geosains Survei (LGS) Bandar Lampung, Provinsi Lampung.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan bermanfaat untuk penambahan ilmu dimasa yang akan datang. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulis

Carta Wijaya

SANWACANA

Puji syukur dan terimakasih tertinggi penulis tujukan kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, karunia, dan hidayah-Nya yang tidak dapat dihitung dalam memberikan kesempatan dan kekuatan kepada hamba-Nya untuk belajar dan menyelesaikan masa studi pendidikan tinggi dengan melancarkan dan menguatkan selama proses studi serta dalam penyusunan dan penyelesaian Skripsi dengan judul “Pemodelan 2D dan 3D Geolistrik Untuk Perhitungan Volumetrik Batuan Andesit Di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung”.

Tentu dalam perjalanan memulai, menyusun dan menyelesaikan skripsi ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada banyak pihak yang telah membantu dalam segala hal secara luar biasa, baik bantuan materiel maupun imateriel. Terimakasih saya sampaikan kepada:

1. Allah S.W.T yang senantiasa memberi nikmat dan berkah dalam melancarkan segala proses tugas akhirku hingga akhirnya aku dapat menyelesaikannya.
2. Orangtua yang telah banyak mendidik, mengajari, mendoakan, mencintai dan menyayangi dengan sepenuh hati. Bapakku (Aning) dan Ibuku (Kurseem). Terimakasih atas segalanya.
3. Teteuku (Sani) yang telah dan akan menjadi sahabat dalam berbagi, berpikir dan mengabdikan kepada bapak dan ibu sedari kecil hingga tutup usia nanti.

4. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T selaku Pembimbing I yang telah banyak membimbing, mengarahkan serta mengingatkan dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih banyak atas pembelajaran selama ini, Pak.
5. Bapak Dr. Alimuddin, S.Si., M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan banyak motivasi dan bimbingan yang sangat baik dalam penyusunan skripsi ini dan banyak memberikan motivasi dan nasehat kepada saya dan teman - teman untuk tetap optimis mendapatkan gelar sarjana walaupun dipenghujung waktu studi dan dalam keputusasaan, nama bapak akan selalu terkenang Pak.
6. Bapak Bagus Sapto M, S.Si., M.T. selaku Penguji yang telah memberikan banyak masukan dan koreksi dengan sangat luar biasa dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang senantiasa membimbing dan mengarahkan selama proses studi berlangsung.
8. Bapak Dimas Putra Suendra S.T. selaku Pembimbing Lapangan Tugas Akhir di Lampung Geosains Survei yang telah menerima, membimbing dan mengajarkan banyak hal serta berkorban banyak demi anak bimbingannya. Terimakasih Banyak, Bapak.
9. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah berbagi ilmu dan pengalaman selama perkuliahan.
10. Seluruh Staf Tata Usaha dan Laboran Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung, Pak Marsuno, Mbak Dhea, Mas Pujono dan Pak Legino yang telah

memberi banyak bantuan dalam proses administrasi maupun kenyamanan ruangan belajar.

11. Lampung Geosains Survei sebagai institusi yang telah memberi kesempatan untuk melaksanakan Tugas Akhir. Terimakasih sebanyak - banyak kepada Bapak Halilintar Duta Mega S.T sebagai President Direktor of PT Lampung Geosains Survei. Bapak Dimas Putra Suendra S.T., Bapak Bagus Hardiansyah S.T., dan Bapak Egi Rhamdani S.T. sebagai Kepala Divisi di Lampung Geosains Survei yang telah bersedia menerima, mengajarkan dan membimbing penulis pada saat Tugas Akhir.
12. Angkatan TG12 (Bagas, Made, Beni, Rival, Gata dan Zulhijri, Dimas 'Suen', Shoultan aka Sule, Virgian, Dedi A., Dedi Yul, Ferry, Bari, Agus, Ryan 'Ucok', Anta 'Agan', Hanif, Sigit, Kukuh, Legowo, Andre, Kevin, Gifari, Jordi, Hilman, Esha, Dimas 'Onoy', Dimas 'Koped', Edo, Aldo, Irwan 'Komti', Ari, Andina, Azis, Elen, Gita, Niar, Nana, Vivi, Lita, Resti, Medi, Beta, Bella, Dilla, Vee, Zahidah) yang telah bersama-sama memulai perjalanan ini. Bagaimanapun yang terjadi, saya sangat bersyukur diberikan kesempatan untuk mengenal, berbagi tawa maupun resah bersama kalian tanpa terkecuali. Terimakasih banyak, Sahabat!
13. Keluarga "KENDUR" (entah darimana datangnya entitas ini) yang telah menjadi simbol persahabatan erat dalam berbagi semua hal yang sangat berarti. Terimakasih untuk semua yang telah kalian goreskan di hidup ini meski hanya di sebagian usia tapi tetap berarti lebih. Meng-KENDUR bukan berarti Menjauh! Terimakasih Banyak!

14. Mereka yang menemani selama penyusunan skripsi maupun administrasi menuju wisuda (Rival, Sule, Koped, Agoos, Legow, Jordy, Nana, Andin, Ilham Tri, Rismawati, Edy Pororo, Aziz Fajar, Azri, Norman, Amir, Tiwi, Putu, Helton, haidar, Oza, Yogi, Juli, Dian Sanj) Terimakasih Teman, kalian Goks!.
15. Keluarga kecil para pemuda aseli Negeri Diatas Awan, Setitik Surga Di Indonesia, Para pemuda yang selalu diatas normal, para pemuda santuy akan masa depannya dan para pemuda yang menjadi pembeda dimanapun mereka menclok. Pemuda Terbalik yang sudah memberikan banyak cerita dan saling mendukung sejak doulue hingga kinie (Deston, Badru, Densus, Emen a.k.a figuran dalam novel “Berjuanglah Masa Mudaku”, Nano a.k.a Aguy a.k.a figuran dalam novel “Berjuanglah Masa Mudaku”, Nurbaep a.k.a figuran dalam novel “Berjuanglah Masa Mudaku”, Uje a.k.a Jamban a.k.a figuran dalam novel “Berjuanglah Masa Mudaku” dan Andi a.k.a Oyandie a.k.a figuran dalam novel “Berjuanglah Masa Mudaku”, Rivaldi a.k.a tokoh utama dalam novel “Berjuanglah Masa Mudaku” dan Ocol Abhtal a.k.a Royandie a.k.a dalang dibalik novel “Berjuanglah Masa Mudaku”). Salam Pemuda Terbalik, HIDUP PASTI BERULAH!
16. Teman - teman KKN dan PIMNAS 29 (Pika, Tika, Eka, Umi, Anton, Gata) yang sudah banyak memberikan bekas akan terbentuknya pola pikir dan pencarian jati diri. Terimakasih Friends, Life always go on!
17. Terimakasih banyak penulis haturkan kepada keluarga besar Mbah Mul Mesuji, keluarga besar Ibu Widya, keluarga besar Pak Tarno, keluarga besar Ibu Cacih, keluarga besar Bapak Suharman dan Ibu novi serta ibu - ibu KWT

Desa Adi Luhur Mesuji yang tidak bisa penulis sebutkan satu - persatu. Terimakasih telah memberikan tempat yang nyaman, memberikan naungan, tempat berbagi pengalaman, memberikan pengajaran dan bimbingan selama pelaksanaan KKN dan kegiatan Pimnas 29. Semoga silaturahmi ini tidak akan pernah terputus di terjang waktu.

18. Teman - teman Tahoe Boelat a.k.a warga rusunawa unila (Bung Rio, Bung Rian, Bung Wahyu, Bung Agung 1, Bung Agung 2, Bung Endry, Bung Gilang, Bung Aan dan Bung Ranando). Terimakasih sudah mau direpotkan dan sudi menerima imigran gelap ini untuk kebersamai kalian selama tinggal di Apartemen Termewah pada masanya. Hatur sankyuu!
19. Pimpinan BEM FT Universitas Lampung Periode 2015/2016 (Salam, Yolanda, Lidya, Surya, Bayu, Amel, Sigit, Aji, Winda, Faqqih, Wahyu, Wira, Didi, Rafi, Mustika, Agung, Kiki, Sule, Fahmi, Chandra, Dedi, Lihardi. Terimakasih atas kepercayaan serta pengalaman hidup dan organisasi yang sangat luar biasa dan tak akan pernah terlupakan meski hanya satu periode kepengurusan tapi sangat membekas dalam ingatan. Ingetin ya, “Demisioner hanya menghentikan kerja bersama kita, bukan kebersamaan kita”. Terimakasih para pimpinan tercinta!
20. Terimakasih kepada warga masyarakat seket limo (Lord Tarto, Ramorta, Arief yg anget - yg anget, Viktor Prasetyo, Bobby Sigit si anak senja, rivaldi, Mbah Ferry, Yay Dedi dan mamasnya bobby, SeaGate) yang selalu bermasalah dengan perMCK-an kompleks perumahan elite seket limo.
21. Akhi - akhi soleh (Kadir, Opi, Alandani, Pak Heru, Surya Komti, Yusuf, Yasiien, Hanif, Deddy Komti, FiQQi, Pak Haji Farid, Rival dan Rajiz RF) di

“group WA Opi Kebelet Nikah Coooy!!!” yang di buat sejak tanggal 23 bulan Desember tahun 2017 oleh ka Dirya, sampe Skripsi ini cetak, Opi nya masih kebelet aja belum nikah juga. All hail, semoga soleh selalu.

22. Persepupuan kece-nya Wa Aning yang imut - imut (Neng Lita, Neng Ema, Neng Empoet, Dx Emas, De Andi, Abau, Neng Nita, Melan, Muthia, Ade Irawan) yang selalu nagih kapan wisuda. Semoga cita-cita kita tercapai dan bisa membahagiakan kedua orang tua kita. Aamiin!
23. Kakak-kakak tingkat (TG09, TG10, TG11) serta adik-adik tingkat (TG13, TG14, TG15, TG16) yang telah banyak menemani dan membantu selama ini. Terimakasih Banyak!
24. Serta berbagai pihak yang dalam kesadaran hingga ketidaksadaran penulis telah membantu setitik atau banyak atas segala hal yang berkaitan dengan skripsi ini. Terimakasih Banyak.

Penulis mengharapkan semoga dengan adanya karya yang berupa skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan serta berguna bagi masyarakat di Indonesia.

Tentu, penulis sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun untuk digunakan sebagai sumber motivasi dan evaluasi serta perkembangan ilmu pengetahuan yang lebih baik. Terimakasih.

Bandar Lampung, Juni 2019

Penulis

Carta Wijaya

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	ix
MOTO	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR TABEL	xxiii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Batasan Masalah	4
D. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Lokasi Penelitian.....	5
B. Geologi Regional Penelitian	6
C. Batuan Beku dan Batuan Andesit	8
D. Karakteristik Batuan Andesit	13
E. Pemanfaatan Batuan Andesit	14

III. TEORI DASAR	17
A. Metode Geolistrik	17
B. Sifat Listrik Batuan	19
C. Konsep Tahanan Jenis Semu	22
D. Konfigurasi <i>Wenner</i>	23
E. Pemodelan 2D Bawah Permukaan.....	27
F. Pemodelan 3D Bawah Permukaan.....	29
G. Menghitung Volume dengan Metode <i>Cross Section</i> dan Kontur	29
1. Metode <i>Cross Section</i>	29
2. Metode Kontur	31
3. Menghitung Volume	32
4. Interpolasi pada <i>Voxler 4</i>	35
IV. METODOLOGI PENELITIAN	37
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
B. Alat dan Bahan.....	37
C. Prosedur Penelitian	38
D. Diagram Alir Penelitian	41
V. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN	42
A. Hasil Pengamatan.....	42
B. Pembahasan.....	42
1. Permodelan dan Interpretasi 2D Data Tahanan Jenis.....	44
2. Singkapan Batuan di Lokasi Penelitian.....	70
3. Rekonstruksi volumetrik 3D geolistrik tahanan jenis	77
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	87
A. Kesimpulan	87
B. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	92
Tabel 1 - 12	92
Gambar 1 - 2.....	130

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta lokasi daerah penelitian.....	5
2. Peta geologi lokasi penelitian (Mangga, 1993).....	6
3. Bagan batuan beku intrusif (Noor, 2009).....	11
4. Silinder konduktor (Rahmawati, 2009).....	20
5. Medium berlapis tahanan jenis (Rahmawati, 2009).....	23
6. Konfigurasi <i>Wenner</i> (Milsom, 2003).....	24
7. Susunan elektroda konfigurasi <i>Wenner</i> (Loke, 2004).....	25
8. Sketsa model perhitungan luas metode <i>cross section</i> (Widodo, 2002)	31
9. Sketsa model perhitungan luas metode kontur (Pratama, 2010).....	31
10. Model perhitungan volume <i>mean area</i> (Seimahura, 1998)	32
11. Model perhitungan volume kerucut terpancung (Seimahura, 1998)	33
12. Model perhitungan volume <i>prismoida</i> (Seimahura, 1998)	34
13. Perhitungan volume metode blok (Notosiswoyo, 2005).....	36
14. Peta topografi dan lintasan pengukuran	39

15. Datum konfigurasi <i>Wenner – Wenner</i> (Milsom, 2003).....	40
16. Diagram alir penelitian	41
17. Penampang 2D lintasan B	47
18. Penampang 2D lintasan C	49
19. Penampang 2D lintasan D.....	52
20. Penampang 2D lintasan E	55
21. Penampang 2D lintasan F	57
22. Penampang 2D lintasan G.....	60
23. Penampang 2D lintasan H.....	63
24. Penampang 2D lintasan I	65
25. Penampang 2D lintasan J	68
26. Penampang 2D lintasan K.....	70
27. Singkapan pada lintasan pengukuran B, C dan D.....	71
28. Singkapan B15 pada lintasan B	72
29. Sampel batuan pada singkapan B15	72
30. Singkapan C16 pada lintasan C	73
31. Sampel batuan pada singkapan C16	73
32. Singkapan D13 pada lintasan D	74
33. Sampel batuan pada singkapan D13	74
34. Singkapan G11 pada lintasan G.....	75

35. Sampel batuan pada singkapan G11	75
36. Singkapan H3 pada lintasan H.....	76
37. Sampel batuan pada singkapan H3	76
38. Singkapan pada lintasan pengukuran G dan H	77
39. Peta volume cadangan batuan andesit.....	78
40. Peta 3D volume cadangan total	79
41. Peta 3D volume cadangan pesimis	81
42. Peta 3D volume cadangan semi optimis	81
43. Peta 3D volume cadangan optimis.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahanan jenis batuan (Telford, 1990).....	21
2. <i>Time schedule</i> penelitian.....	37
3. Estimasi berdasarkan interval nilai	82
4. Volume cadangan metode <i>cross section</i>	83
5. Volume cadangan metode kontur	84
6. Perbandingan volume cadangan batuan andesit	85

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Eksplorasi merupakan kegiatan penyelidikan suatu daerah yang diprediksi menyimpan sumber daya mineral, sumber daya energi dan sumber-sumber alam yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Eksplorasi sumber daya alam adalah aktivitas pencarian sumber daya alam dalam bentuk padatan, cairan dan gas. Sumber daya alam dalam bentuk padatan contohnya mineral batuan, batu bara dan logam. Sumber daya alam dalam bentuk cairan contohnya adalah minyak bumi dan akuifer air tanah. Sedangkan gas alam, gas bumi dan gas uap panas bumi merupakan contoh sumber daya alam dalam bentuk gas.

Sumber daya alam yang ditemukan pada daerah eksplorasi nantinya akan diolah sedemikian rupa menjadi sesuatu yang memiliki nilai guna dan dapat membantu memenuhi kebutuhan manusia diberbagai macam bidang seperti bidang transportasi, bidang kelistrikan, bidang sipil dan bangunan, serta bidang teknologi. Eksplorasi sumber daya alam dilakukan dengan memanfaatkan banyak bidang keilmuan, survei geofisika dan survei geologi merupakan bidang ilmu yang memiliki peran penting dalam kegiatan eksplorasi sumber daya alam.

Maraknya pembangunan infrastruktur yang digalakan oleh pemerintah Indonesia tentunya berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan akan bahan

galian tambang non logam. Bahan galian tambang non logam dijadikan bahan baku pembangunan infrastruktur seperti jembatan, dermaga kapal, bendungan, pondasi jalan tol, pondasi jalan kereta api, irigasi, landasan terbang dan konstruksi gedung - gedung pemerintahan. Bahan galian tambang non logam yang dapat dimanfaatkan dalam pembangunan infrastruktur tersebut salah satunya adalah batuan andesit.

Konsumsi andesit pada sektor industri memiliki peran sebagai indikator pemakaian di sub sektor perumahan baik itu yang dibangun oleh sektor perseorangan, investor maupun pemerintah. Pada sektor industri, andesit menjadi primadona pemanfaatannya sebagai bahan baku benda - benda yang terbuat dari semen, genteng dan benda - benda yang dibuat tanpa campuran logam (nonlogam).

Batuan beku merupakan batuan yang dalam proses pembentukannya berasal dari magma yang mengalami pengerasan. Batuan ini dapat terbentuk di bawah permukaan maupun di permukaan bumi. Proses pengerasan magma menjadi batuan beku dapat terjadi karena proses kristalisasi ataupun tanpa proses kristalisasi. Batuan beku memiliki macam jenisnya, salah satu contoh batuan beku adalah batuan andesit. Berdasarkan tempat proses pembentukannya batuan andesit dibagi menjadi dua jenis yaitu batuan andesit yang proses pembentukannya terjadi di dalam tanah sebagai batuan andesit intrusif dan batuan andesit yang proses pembentukannya di permukaan bumi dikenal sebagai batuan andesit ekstrusif. Batuan andesit adalah batuan beku produk hasil dari gunungapi. Proses kristalisasi pada batuan andesit sering kali terjadi secara tidak sempurna, hal ini disebabkan

oleh penurunan suhu yang terjadi pada lava yang begitu sangat cepat yang menjadikan batuan andesit ini tergolong sebagai batuan vulkanik.

Penelitian dilakukan di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Metode geofisika yang digunakan pada penelitian ini adalah metode tahanan jenis dengan konfigurasi *wenner*. Metode ini dipilih karena memiliki ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda potensial lebih baik dengan memunculkan nilai angka yang lebih besar, hal ini dikarenakan posisi antara elektroda arus dan elektroda potensial yang berdekatan. 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*.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memetakan persebaran lapisan batuan andesit di daerah penelitian berdasarkan data tahanan jenis.
2. Menganalisis dan menghitung cadangan batuan andesit di daerah penelitian berdasarkan model 3D geolistrik.
3. Membandingkan cadangan batuan andesit berdasarkan perhitungan metode *Cross Section* dan metode kontur dengan perhitungan berdasarkan model 3D geolistrik.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu memetakan nilai tahanan jenis batu andesit di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung dan memodelkan lapisan bawah permukaan untuk mengidentifikasi persebaran dan menghitung volume cadangan batuan andesit berdasarkan data nilai tahanan jenis daerah penelitian

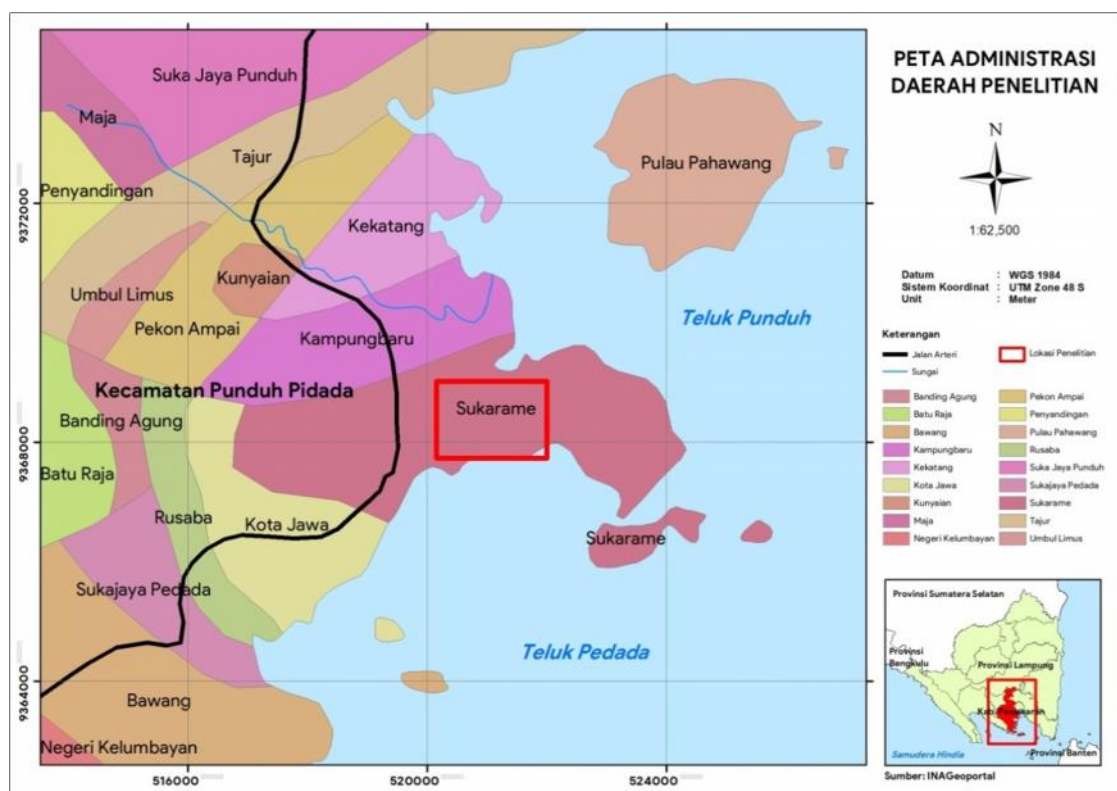
D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai pola persebaran batuan andesit berdasarkan nilai tahanan jenis daerah penelitian.
2. Diperolehnya volume cadangan batuan andesit daerah penelitian.
3. Menjadi sumber informasi sebagai pertimbangan untuk kepentingan pertambangan di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Daerah Penelitian

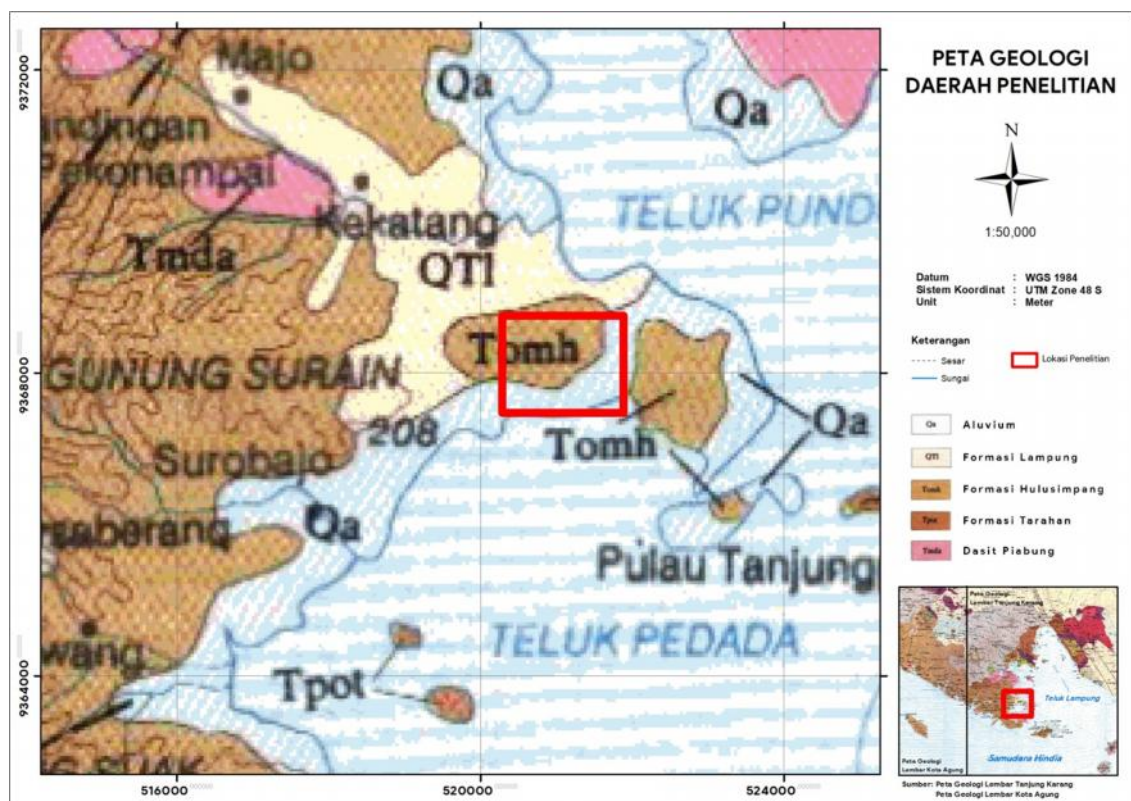


Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

Lokasi penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1** berada di Dusun Pancur Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung yang secara geografis terletak pada posisi $5^{\circ}43'6.283''\text{LS}-105^{\circ}11'36.563''\text{BT}$, dengan luas wilayah area penelitian adalah $\pm 153.525 \text{ m}^2$. Desa sukarame berbatasan dengan:

- a. Sebelah Utara : Desa Kampung Baru
- b. Sebelah Selatan : Teluk Pedada
- c. Sebelah Barat : Desa Kota Jawa
- d. Sebelah Timur : Teluk Punduh

B. Geologi Regional



Gambar 2. Peta Geologi Lokasi Penelitian (Mangga, 1993) dengan Modifikasi.

Desa Sukarame secara geologi berada pada geologi regional lembar Tanjung Karang. **Gambar 2** merupakan peta Geologi daerah penelntihan (Mangga, 1993).

- a. Formasi Lampung (QTI)

Formasi Lampung (QTI) merupakan batuan gunungapi yang terbentuk pada masa Kenozoikum Kuartar Plistosen. Formasi ini terdiri dari batuan

tuf berbatu apung, tuf riolitik, tuf pada tufit, batu lempung tufan dan batu pasir tufan.

b. Formasi Dasit Piabung (Tmda)

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

c. Formasi Hulu Simpang (Tomh)

Formasi Hulu Simpang (Tomh) termasuk batuan gunungapi (vulkanik) yang terbentuk pada masa Kenozoikum Oligosen Akhir yang terdiri dari batuan lava andesit basal, tuf dan breksi gunungapi, terubah secara hidrotermal dan sering dijumpai mengandung mineral.

d. Aluvial (Qa)

Aluvial (Qa) merupakan batuan endapan muda bagian permukaan yang terbentuk pada masa Kenozoikum Holosen Kuartar yang terdiri batuan kerikil, kerakal, pasir, lempung dan gambut.

Berdasarkan fenomena pada *Plio-Pleistocene*, maka *Zone Barisan* dapat diuraikan menjadi tiga, yaitu Zona Barisan Selatan, Zona Barisan Tengah dan Zona Barisan Utara (Van Bemmelen, 1949). Zona Barisan Sumatra Selatan dibagi menjadi tiga unit blok sesaran yaitu:

a. Blok Bengkulu (*The Bengkulu Block*)

Pada Bagian Barat membentuk monoklinal dengan kemiringan 5–100 ke arah. Laut India (*Indian Ocean*) dan tepi Timur Laut berupa bidang patahan. Batas Timur Laut Blok Bengkulu adalah Semangko Graben, Ujung Selatan Semangko Graben berupa Teluk Semangko di Selat

Sunda. Sedangkan panjang Graben Semangko yang membentang dari Danau Ranau - Kota Agung di Teluk Semangko adalah 45 Km dan lebarnya 10 Km.

b. Blok Semangko (*The Semangko Block*)

Terletak di antara *Zone Semangko Sesaran Lampung (Lampung Fault)*. Bagian Selatan dari blok Semangko terbagi menjadi bentang alam menjadi seperti pegunungan Semangko, Depresi Ulubelu dan Waylima, *Horst Ratai* dan Depresi Teluk Betung. Sedangkan bagian Utara Blok Semangko (*Central Block*) berbentuk seperti *Dome* (diameter + 40 Km).

c. Blok Sekampung (*The Sekampung Blok*)

Blok Sekampung merupakan sayap timur laut Bukit Barisan di Sumatra Selatan. Blok ini merupakan Pasang Blok Bengkulu. Kalau dilihat secara keseluruhan maka Zona Barisan bagian Selatan (di daerah Lampung) memperlihatkan sebagai geantiklin yang besar di mana Bengkulu Block sebagai sayap Barat Daya, lebar 30 Km kemudian Sekampung Blok sebagai sayap timur laut, lebar 35 Km dan puncak antiklinnya adalah *central block (Blok Semangko)* dengan lebar 75 Km.

C. 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 ataupun 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:

- a. Masif, yaitu struktur yang memperlihatkan suatu masa batuan yang terlihat seragam.
- b. *Sheeting joint*, yaitu struktur batuan beku yang terlihat sebagai lapisan
- c. *Columnar joint*, yaitu struktur yang memperlihatkan batuan terpisah poligonal seperti batang pensil.
- d. *Pillow lava*, yaitu struktur yang menyerupai bantal yang bergumpal-gumpal. Hal ini diakibatkan proses pembekuan terjadi pada lingkungan air.
- e. Vesikular, yaitu struktur yang memperlihatkan lubang - lubang pada batuan beku. Lubang ini terbentuk akibat pelepasan gas pada saat pembekuan.
- f. Amigdaloidal, yaitu struktur vesikular yang kemudian terisi oleh mineral lain seperti kalsit, kuarsa atau zeolit
- g. 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

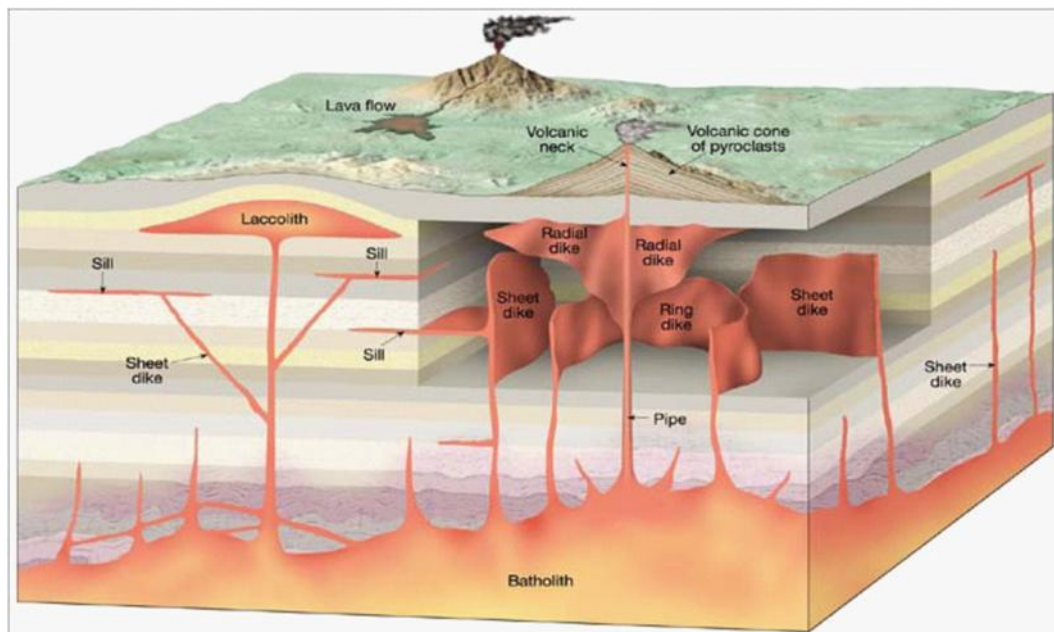
perlapisan batuan yang diterobosnya struktur tubuh batuan beku intrusif terbagi menjadi dua yaitu konkordan dan diskordan. Tubuh batuan beku intrusif yang sejajar dengan perlapisan di sekitarnya (konkordan), jenis jenis dari tubuh batuan ini yaitu:

- a. *Sill*, tubuh batuan yang berupa lembaran dan sejajar dengan perlapisan batuan di sekitarnya.
- b. *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.
- c. *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.
- d. *Paccolith*, tubuh batuan beku yang menempati sinklin atau antiklin yang telah terbentuk sebelumnya. Ketebalan *paccolith* berkisar antara ratusan sampai ribuan kilometer.

Tubuh batuan beku intrusif yang memotong (diskordan) perlapisan batuan di sekitarnya. Jenis-jenis tubuh batuan ini yaitu:

- a. *Dyke*, yaitu tubuh batuan yang memotong perlapisan di sekitarnya dan memiliki bentuk tabular atau memanjang. Ketebalannya dari beberapa sentimeter sampai puluhan kilometer dengan panjang ratusan meter.

- b. *Batolith* adalah tubuh batuan yang memiliki ukuran yang sangat besar, yaitu $> 100 \text{ km}^2$ dan membeku pada kedalaman yang besar.
- c. *Stock* adalah tubuh batuan yang mirip dengan *Batolith* tetapi ukurannya lebih kecil.



Gambar 3. Bagan Batuan Beku Intrusif (Noor, 2009)

Batuan vulkanik atau batuan ekstrusi merupakan batuan yang terbentuk pada permukaan bumi (Lopresto, 2011). Batuan beku vulkanik umumnya terbentuk dari pembekuan magma yang sangat cepat (misalnya akibat letusan gunungapi), sehingga mineral penyusunnya relatif lebih kecil. Batuan vulkanik dapat dikenal melalui tekstur, struktur dan komposisi mineral. Tekstur batuan vulkanik memberikan informasi mengenai proses pembekuan magma dan struktur batuan vulkanik mencirikan batuan tersebut intrusi atau ekstrusi, sedangkan komposisi mineral pada batuan vulkanik berkaitan dengan warna batuan dan asal magma batuan (Mulyaningsih, 2013). Beberapa batuan yang tergolong dalam batuan beku vulkanik antara lain batuan basal, dasit dan andesit (Sariisik, 2011). Batuan

andesit bersifat masif, keras dan tahan terhadap hujan. 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 tahun 2014, Provinsi Lampung menghasilkan galian industri sebesar 1.980 juta ton andesit.

Batuan Andesit pertama adalah batuan beku yang membeku atau terbentuknya didalam tanah, sedangkan batuan andesit kedua pembekuannya terjadi dipermukaan yang sering disebut lava. Andesit termasuk batuan beku vulkanik, sehingga penurunan suhu pada lava yang sangat cepat, oleh sebab itu kristal yang terbentuk tidak sempurna. Andesit banyak terdapat sebagai lava dan terjadi akibat intrusi sekunder sebagai dike. Komposisi mineralogi batuan andesit mirip dengan batuan diorit, dimana pada andesit lebih banyak kuarsa dan plagioklas dari jenis andesin. Batuan andesit teksturnya fanerik halus atau afanitik karena ukuran butirnya terlihat secara megaskopis halus atau hampir tidak bisa dilihat dengan mata telanjang. Penyelidikan secara geologi pada dasarnya belum dapat menentukan secara teliti dan kuantitatif formasi mengenai bahan galian tersebut, akan tetapi sudah dapat dikategorikan adanya sumberdaya (*resource*).

Bila penyelidikan dilakukan secara lebih teliti, yaitu dengan menggunakan berbagai macam metode geofisika, geokimia, pemboran dan lainnya, maka bahan galian tersebut sudah dapat diketahui dengan lebih pasti, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Dengan demikian bahan galian dapat dikategorikan sebagai cadangan (*reserve*). Sumberdaya bahan galian adalah bagian dari endapan bahan galian yang diharapkan dapat dimanfaatkan dan diolah lebih lanjut secara ekonomis. Sumberdaya ini dapat meningkat menjadi cadangan setelah dilakukan

kajian kelayakan dan dinyatakan layak untuk ditambang secara ekonomis dan sesuai dengan teknologi yang ada (Iqbal, 2018).

Batuan Andesit memiliki kandungan silikat (SiO_2) yang cukup tinggi (Purnomo, 2000). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suparno (2009) menunjukkan bahwa batu andesit memiliki karakteristik dengan kandungan senyawa silika (SiO_2) 52% hingga 66%. Sedangkan menurut Sariisik (2014) batu andesit mengandung komposisi kimia Silika (SiO_2) sebesar 62,30%. Andesit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, yaitu pondasi jalan, batu belah dan bangunan dengan syarat mutu dari batuan tersebut (Raymond, 2000).

D. Karakteristik Batuan Andesit

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). Batuan andesit atau batuan ekstrusi merupakan batuan yang terbentuk pada permukaan (Lopresto, 2011).

Batu andesit memiliki mineral penyusun yaitu kuarsa, plagioklas, dan biotit. Jumlah mineral penyusun yang sedikit inilah sebagai acuan bahwa batu andesit memiliki tingkat homogenitas yang tinggi (Perdana, 2018). Batuan andesit ini bersifat masif, keras dan tahan terhadap hujan. Andesit merupakan batuan yang menunjukkan tekstur kasar yang memiliki kandungan mineral terdiri dari olivin, piroksen, hornblenda 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 felspar 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 memiliki kandungan mineral silika yang tinggi (SiO_2), sehingga mampu dijadikan sebagai tambahan dalam infrastuktur material bangunan.

E. Pemanfaatan Batuan 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, kekutan, 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 Saat ini batuan andesit banyak digunakan untuk sektor kontruksi 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%, bornblenda, biotit dan piroksen (Stepanus, 2014).

Sebelum dilakukan bukaan tambang perlu dilakukan kegiatan eksplorasi guna mengetahui letak posisi, penyebaran dan jumlah dari andesit yang ada pada lokasi penelitian. Agar kegiatan eksplorasi dapat berjalan dengan optimal maka perlu dilakukan interpretasi pola penyebaran andesit. Andesit merupakan komoditas batuan atau termasuk mineral industri untuk melakukan penyelidikan eksplorasi dan pelaporan sumberdaya andesit itu dipandang mudah dan sederhana.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang dapat mengetahui kondisi geologi bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikan batuan. Prinsip dasar dari metode Resistivity 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. Metode geolistrik membedakan jenis-jenis batuan di bawah permukaan berdasarkan kontras nilai resistivitasnya. Besarnya nilai resistivitas yang terukur akan bervariasi akibat ketidakhomogenan medium. Ketidakhomogenan ini diakibatkan oleh variasi beberapa faktor, antara lain: ukuran butir penyusun batuan, komposisi mineral batuan, kandungan air, kelarutan garam, kepadatan, dan porositas (Sidiq, 2018).

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 dimanfaatkannya 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/cm^3 dan nilai kuat tekan berkisar antara 600 - 2400 g/cm^2 . 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 presentase kehadirannya tidak lebih dari 50% dikarenakan sifat gelas yang mempengaruhi kekompakan batuan (Sukandarumidi, 1999).

III. TEORI DASAR

A. Metode Geolistrik

Metode geolistrik adalah suatu teknik investigasi dari permukaan tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan atau material berdasarkan pada prinsip bahwa lapisan batuan atau masing - masing material mempunyai nilai resistivitas atau hambatan jenis yang berbeda - beda. Tujuan dari survei geolistrik adalah untuk menentukan distribusi nilai resistivitas dari pengukuran yang dilakukan di permukaan tanah (Telford, 1990).

Metode resistivitas merupakan salah satu dari kelompok metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi. Adapun yang dipelajari mencakup pendeteksian besaran medan potensial dan medan elektromagnetik yang diakibatkan oleh aliran arus listrik. Metode ini dilakukan dengan mengalirkan arus listrik searah ke dalam bumi melalui elektroda arus, selanjutnya distribusi medan potensial diukur dengan elektroda potensial. Variasi nilai tahanan jenis dihitung berdasarkan besar arus dan potensial yang terukur (Santoso, 2002).

Penurunan potensial yang terukur mengikuti asumsi bahwa bumi merupakan medium homogen isotropis. Jika medium tersebut dialiri arus listrik searah I maka

elemen arus I yang melewati elemen permukaan A dengan densitas arus J adalah:

$$I = J \cdot A \quad (1)$$

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

$$J = \sigma E \quad (2)$$

Dimana, E adalah medan listrik dalam volt/meter, σ adalah konduktivitas bahan dalam meter/ohm dan ρ adalah resistivitas dalam ohmmeter. Medan listrik E dapat dinyatakan sebagai gradien potensial (Telford, 1990):

$$E = -\nabla V \quad (3)$$

V dalam satuan volt, maka jika persamaan (3) disubstitusikan ke persamaan (2) menjadi:

$$J = \sigma E = -\sigma \nabla V \quad (4)$$

Aliran arus listrik dalam suatu medium memenuhi hukum kontinuitas untuk arus dan didasarkan pada prinsip kekekalan muatan yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\nabla \cdot J = -\frac{\partial q}{\partial t} \quad (5)$$

Dimana q merupakan rapat muatan dalam satuan C/m^3 . Apabila arusnya stasioner, maka:

$$\nabla \cdot J = 0 \quad (6)$$

Jika persamaan (5) disubstitusikan ke dalam persamaan (6) maka diperoleh:

$$\nabla \cdot (\nabla V) = 0 \quad (7)$$

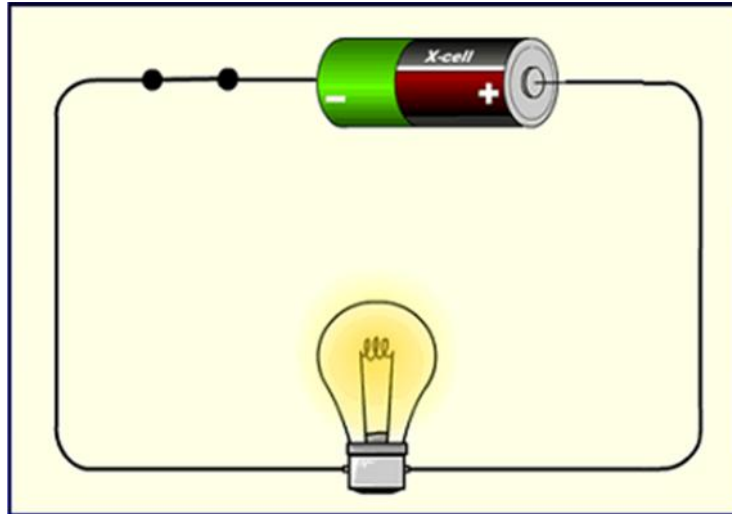
Untuk ruang homogen isotropik, potensial adalah konstan maka persamaan memenuhi persamaan Laplace:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (8)$$

B. Sifat Listrik Batuan

Aliran arus listrik didalam batuan/mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik dan konduksi secara dielektrik (Telford, 1990). Kondisi secara elektronik terjadi jika batuan/mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan/mineral tersebut oleh elektron-elektron bebas itu. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya.

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



Gambar 4. Silinder Konduktor (Rahmawati, 2009).

Jika ditinjau silinder konduktor dengan panjang L , luas penampang A dan resistansi R , maka dapat dirumuskan:

$$R = \frac{L}{A} \quad (9)$$

Dimana ρ merupakan resistivitas ($\Omega \cdot m$), L merupakan panjang silinder konduktor (m), A merupakan luas penampang silinder konduktor (m^2) dan R merupakan resistansi (Ω).

Sedangkan menurut hukum Ohm, resistansi R dirumuskan:

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

Dimana R merupakan resistivitas (Ω), V merupakan beda potensial (volt) dan I merupakan kuat arus (ampere).

Dari kedua rumus tersebut diperoleh nilai resistivitas (Ω) sebesar:

$$= \frac{VA}{IL} \quad (11)$$

Tabel 1. Tahanan Jenis Batuan (Telford, 1990)

NO	Jenis Batuan	Tahanan Jenis Batuan (m)
1	Pyrite (Pirit)	0.01 - 100
2	Quartz (Kwarsa)	500 – 800.000
3	Calcite (Kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
4	Rock Salt (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
5	Granite (Granit)	200 – 100.000
6	Andesite (Andesit)	$1.7 \times 10^2 - 4.5 \times 10^4$
7	Basalt (Basal)	200 – 100.000
8	Limestone (Gamping)	500 – 10.000
9	Sandstone (Batu Pasir)	200 – 8.000
10	Shales (Batu Tulis)	20 – 2.000
11	Sand (Pasir)	1 - 1000
12	Clay (Lempung)	1 – 100
13	Ground Water	0.5 – 300
14	Sea Water (Air Asin)	0.2
15	Magnetite (Magnetit)	0.01 – 1.000
16	Dry Gravel	600 - 10.000
17	Alluvium (Aluvium)	10 – 800
18	Gravel (Kerikil)	100 - 600
19	Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
20	Schists	$20 - 10^4$
21	Gneiss	6.8×10^4 (Basah) – 3×10^6 (kering)
22	Tuffs	2×10^3 (Basah) - 10^5 (Kering)

Konduksi elektrolitik terjadi jika batuan/mineral bersifat pori-pori tersebut terisi oleh cairan-cairan elektrolitik. Pada kondisi ini arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolit. Konduktivitas dan resistivitas batuan porous bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang.

Konduksi dielektrik terjadi jika batuan/mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit bahkan tidak sama sekali. Tetapi karena adanya pengaruh medan listrik dari luar maka elektron dalam bahan berpindah dan berkumpul terpisah dari inti sehingga terjadi polarisasi.

Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan/mineral digolongkan menjadi tiga yaitu:

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

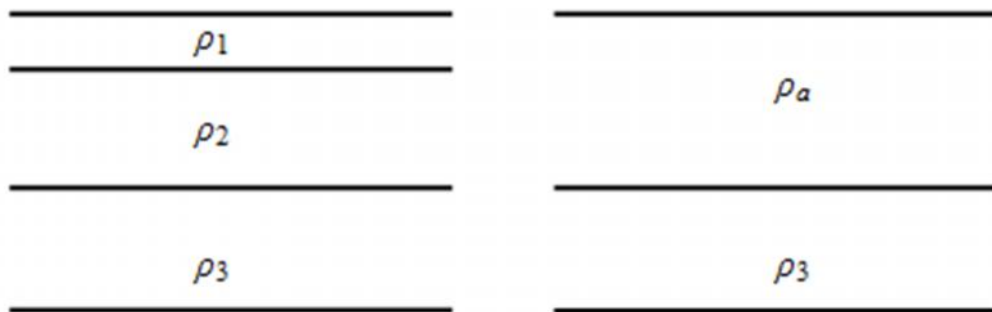
C. Konsep Tahanan Jenis Semu

Metode ini diasumsikan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, tahanan jenis yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak tergantung atas spasi elektroda. Pada kenyataannya, bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar.

$$\rho a = \frac{K \Delta V}{I} \quad (12)$$

Dengan a merupakan resistivitas semu yang bergantung pada spasi elektroda. Untuk kasus tak homogen, bumi diasumsikan berlapis-lapis dengan masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda. Resistivitas

semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau. Sebagai contoh medium berlapis yang ditinjau misalnya terdiri dari dua lapis yang mempunyai resistivitas yang berbeda (ρ_1 dan ρ_2) dianggap sebagai medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas yaitu resistivitas semu ρ_a , dengan konduktansi lapisan fiktif sama dengan jumlah konduktansi masing-masing lapisan $\sigma_f = \sigma_1 + \sigma_2$ (Rahmawati, 2009).



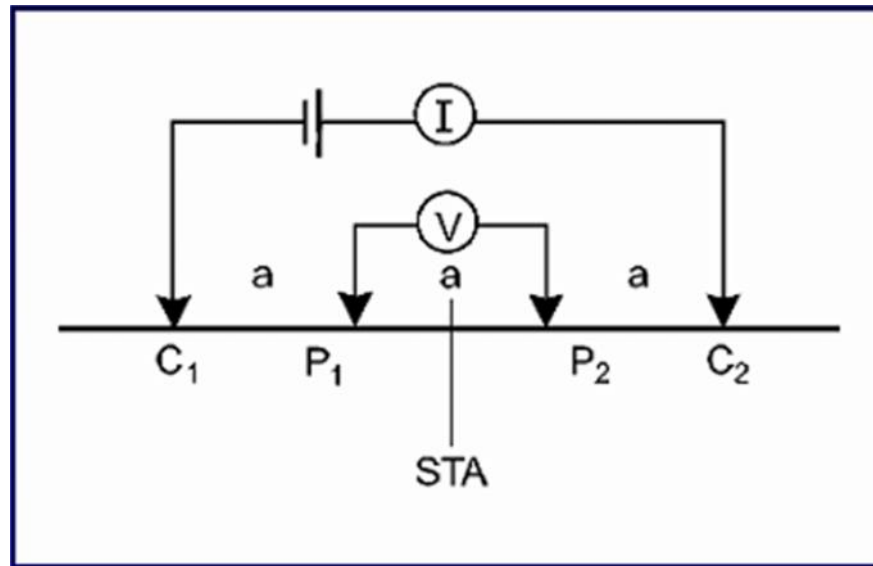
Gambar 5. Medium berlapis dengan variasi tahanan jenis (Rahmawati, 2009).

D. Konfigurasi Wenner

Metode ini diperkenalkan oleh *Wenner* (1915). Konfigurasi *Wenner* cukup populer dipergunakan dalam pengambilan data geolistrik, baik 1D atau VES (*Vertical Electrical Sounding*) maupun mapping 2D atau ERT (*Electrical Resistivity Tomography*). Nilai tahanan jenis semu didapat dengan faktor geometri (K) yaitu (Milsom, 2003):

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (13)$$

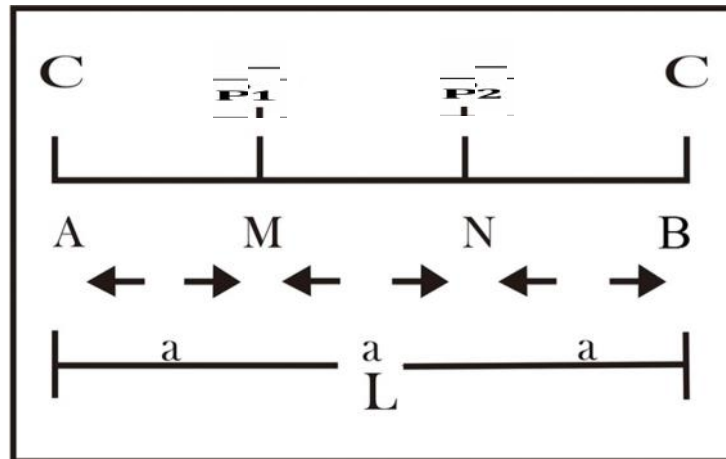
$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (14)$$



Gambar 6. Konfigurasi *Wenner* (Milsom, 2003).

Konfigurasi *Wenner* merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi 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 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. Seperti yang tertera pada gambar berikut ini:



Gambar 7. Susunan Elektroda Arus dan Potensial Pada Konfigurasi *Wenner* (Loke, 2004).

Dari gambar di atas terlihat bahwa jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$ dengan menggunakan persamaan (19) diperoleh:

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)\right]} \quad (15)$$

$$K = 2\pi a \quad (16)$$

Sehingga Faktor geometri untuk konfigurasi *Wenner* adalah:

$$K_w = 2\pi a \quad (17)$$

$$R = \frac{\rho}{K_w} \quad (18)$$

$$\rho = K_w \cdot R \quad (19)$$

Pengambilan data geolistrik yang ideal dilakukan pada permukaan tanah yang memiliki topografi landau, namun pada kenyataan di lapangan topografi bervariasi. Maka dari itu kemiringan permukaan tanah dapat diabaikan jika kemiringan $< 15^\circ$ (Milsom, 2003). Konfigurasi *Wenner* memiliki 3 macam yaitu:

1. *Wenner Alpha*

Wenner Alpha memiliki konfigurasi elektroda potensial berada di antara elektroda arus yang tersusun dari $C_1 - P_1 - P_2 - C_2$. Jarak elektroda yang satu dengan yang lainnya sama dengan a . Faktor geometri dari konfigurasi ini adalah $k=2$. Keuntungan dan keterbatasan konfigurasi *Wenner Alpha* (Taib, 2004) adalah:

- a. Konfigurasi elektroda *Wenner Alpha*, sangat sensitif terhadap perubahan lateral setempat dan dangkal seperti gawir, lensa-lensa setempat. Hal tersebut terjadi karena anomali geologi diamati oleh elektroda C_1 dan P_1 berkali-kali. Namun demikian, untuk jarak $C - P$ yang lebih baik, daya tembus (penetrasi) lebih besar, sehingga berlaku untuk eksplorasi resistivitas dalam.
- b. Bidang *equipotential* untuk beda homogen berupa bola, maka data-data lebih mudah diproses dan dimengerti. Disamping itu, *error*-nya kecil.
- c. Sensitif terhadap perubahan-perubahan kearah lateral di permukaan, konfigurasi ini disukai dan banyak digunakan untuk penyelidikan panasbumi.
- d. Pengukuran setiap elektroda harus dipindahkan, maka memerlukan personal yang lebih baik.

2. *Wenner Beta*

Pada *Wenner Beta* elektroda potensialnya berdekatan pada satu sisi dan elektroda arusnya di sisi yang lain, dengan susunan mulai dari $C_2 - C_1 - P_1 - p_2$. Jarak elektroda yang satu dengan elektroda yang lain juga sama dengan a . Faktor

geometri konfigurasi ini adalah $k = 6\pi a$. Keunggulan dan kelemahan konfigurasi ini hampir sama dengan *Wenner Alpha*, hanya berbeda pada sensitifitas. *Wenner Beta* ini lebih sensitif ke arah horizontal dibandingkan *Wenner Alpha*, sementara *Alpha* lebih baik sensitif ke arah vertikal atau penetrasi *Wenner Alpha* lebih dalam dari pada *Wenner Beta*.

3. *Wenner Gamma*

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

E. Pemodelan Dua Dimensi Bawah Permukaan

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 factor* 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 $C_1 - P_1$) 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 forwad 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 dibentang, misalnya adanya keberadaan gua di dalam tanah atau banyak akar pepohonan yang berada tepat di bawah bentangan (Loke, 2004).

F. Pemodelan Tiga Dimensi Bawah Permukaan

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).

G. Menghitung Volume Daerah Penelitian Dengan Metode Cross Section dan Kontur.

1. Metode Cross Section

Metode *cross section* yang berpedoman pada *rule of gradual change* dapat dilakukan dengan cara membagi endapan mineral menjadi blok-blok dengan interval tertentu. Blok penambangan dibatasi oleh dua buah penampang atau

sayatan. Prinsip dari metode ini adalah dengan membuat sayatan yang memotong tegak lurus garis kontur endapan pasir batu, kemudian dihitung luas masing-masing sayatan agar dapat menentukan volume dengan cara mengalikan luas rata-rata antara dua sayatan dengan jarak antar sayatan.

Untuk menghitung luas penampang digunakan penggabungan metode simpson 1/3 dan simpson 3/8.

$$L_{simp\ 1/3} = h/3 (f_0 + f_n) + h/3 (4f_1 + 4f_3 + 4f_5 + \dots + 4f_{n-1}) + h/3 (2f_2 + 2f_4 + 2f_6 + \dots + 2f_{n-2}) \quad (20)$$

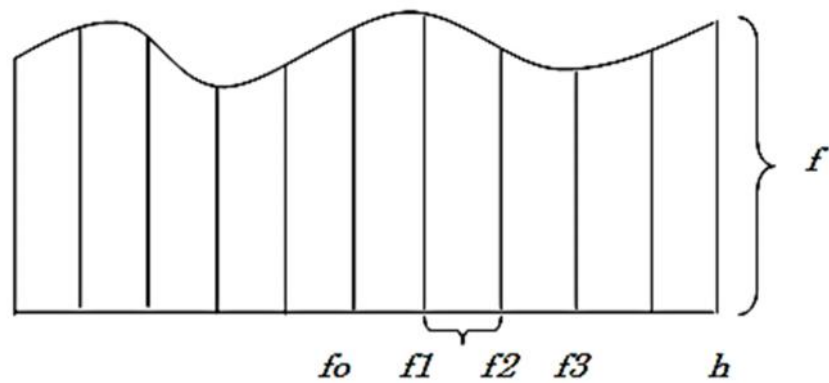
$$L_{simp\ 1/3} = h/3 (f_0 + f_n) + 4h/3 (f_1 + f_3 + f_5 + \dots + f_{n-1}) + 2h/3 (f_2 + f_4 + f_6 + \dots + f_{n-2}) \quad (21)$$

$$L_{simp\ 1/3} = h/3 (f_0 + 4\sum f_{ganjil} + 2\sum f_{genap} + f_n) \quad (22)$$

$$L_{simp\ 3/8} = h/8 (f_0 + f_n) + h/8 (3f_1 + 3f_3 + 3f_5 + \dots + 3f_{n-1}) + h/8 (3f_2 + 3f_4 + 3f_6 + \dots + 3f_{n-2}) \quad (23)$$

$$L_{simp\ 3/8} = h/8 (f_0 + f_n) + 3h/8 (f_1 + f_3 + f_5 + \dots + f_{n-1}) + 3h/8 (f_2 + f_4 + f_6 + \dots + f_{n-2}) \quad (24)$$

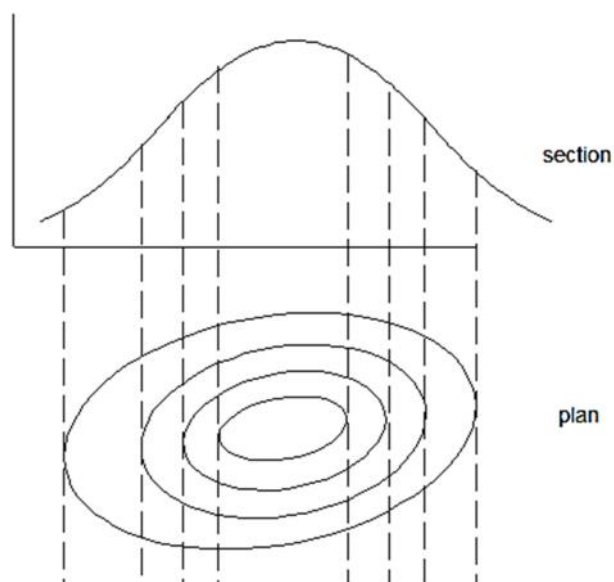
$$L_{simp\ 3/8} = h/8 (f_0 + 3\sum f_{ganjil} + 3\sum f_{genap} + f_n) \quad (25)$$



Gambar 8. Sketsa Model Perhitungan Luas Penampang (Widodo, 2002).

2. Metode Kontur

Metode kontour 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.



Gambar 9. Sketsa Model Perhitungan Luas Metode Kontur (Pratama, 2010).

3. Menghitung Volume

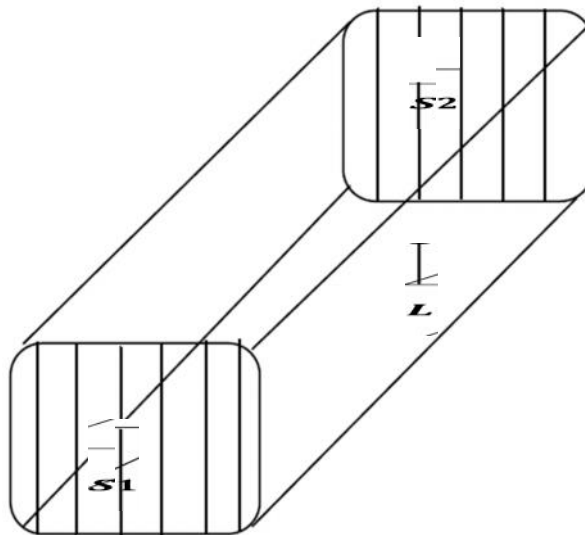
Perhitungan volume untuk metode *cross section* dan metode *contour* dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu dengan menggunakan rumus *mean area* dan rumus *frustum*.

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 0,5. Adapun persamaan untuk mengestimasi volume batuan dengan menggunakan persamaan.

Di bawah ini merupakan persamaan *mean area*:

$$V = \frac{(S_1 + S_2)}{2} \cdot L \quad (26)$$



Gambar 10. Model Perhitungan Volume dengan Persamaan *Mean Area* (Seimahura, 1998).

keterangan:

S_1 : luas penampang 1 (m^2)

S_2 : luas penampang 2 (m^2)

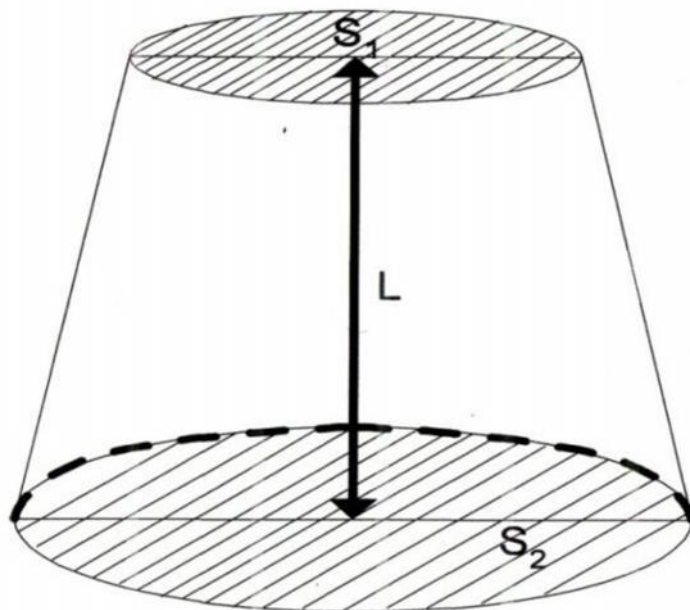
L : jarak antar penampang (m)

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 $L_1 \leq 0,5 L_2$. Adapun persamaan untuk mengestimasi volume batubara dengan menggunakan persamaan frustum adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{L}{3} \times (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}) \quad (27)$$



Gambar 11. Model Perhitungan Volume Dengan Persamaan Kerucut Terpancung (Seimahura, 1998).

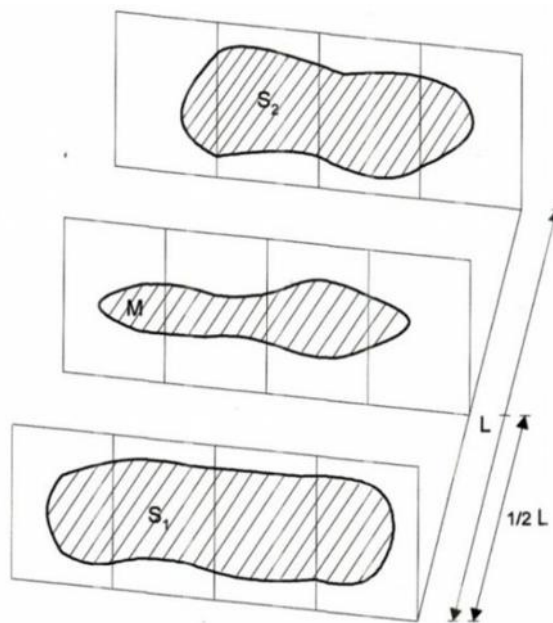
Keterangan:

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)



Gambar 12. Model Perhitungan Volume dengan Persamaan *Prismoida* (Seimahura, 1998).

Persamaan *prismoida* untuk menghitung volume cadangan:

$$V = (S_1 + 4M + S_2) \frac{L}{6} \quad (28)$$

Keterangan:

S_2 : Luas penampang alas (m^2)

L : Jarak antar S_1 dan S_2 (m)

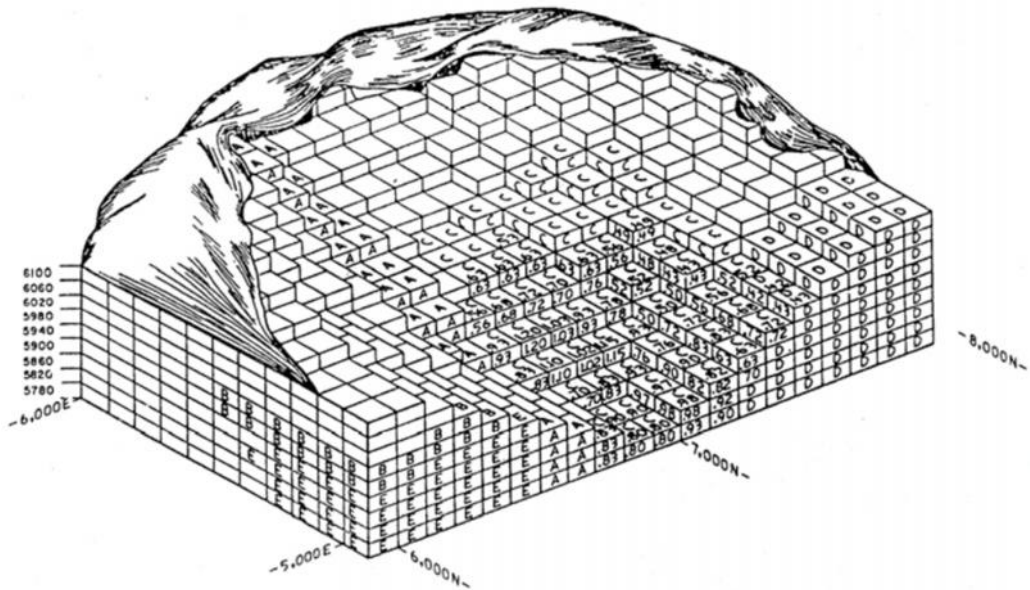
V : Volume

M : Luas penampang tengah

4. 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 conto 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 difahami. 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 13. Perhitungan Volume dengan Metode Blok (Notosiswoyo, 2005).

$$\hat{C}_j = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{h_{g\beta}} \div \sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{g\beta}} \quad (29)$$

$$h_{ij} = \sqrt{d_g^2 + \delta^2} \quad (30)$$

Keterangan:

h_{ij} : Jarak pemisah efektif antara *grid* simpul “j” dan titik terdekat “i”

\hat{C}_j : Nilai yang diinterpolasi untuk *grid* simpul “j”

C_i : Titik terdekat “i”

d_g : Jarak antara *grid* simpul “j” dan titik terdekat “i”

β : Parameter pemberat (*weighting parameter*)

δ : Parameter penghalus (*smooth parameter*) (Franke, 1982).

Persamaan perhitungan volume di *voxler* 4:

Volume : Jumlah blok terhitung \times Volume masing - masing blok

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengolahan data dilakukan di Kantor Lampung Geosain Survei dan Laboratorium Teknik Geofisika Universitas Lampung pada bulan april 2019. Lokasi penelitian di Desa Sukarame Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung dengan menggunakan konfigurasi wenner.

Tabel 2. *Time Schedule* Penelitian

No.	Keterangan	Bulan (minggu ke-)															
		Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■											
2	Pengolahan Data									■	■	■					
3	Interpretasi dan Pembahasan										■	■	■	■			
4	Penyusunan Skripsi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Bimbingan dan Seminar Usul								■	■	■	■					
6	Revisi dan Bimbingan Hasil										■	■	■	■			
7	Seminar Hasil														■	■	
8	Sidang Ujian Skripsi																■

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam Penelitian adalah sebagai berikut:

1. Peta Geologi Regional
2. Alat Tulis
3. Laptop

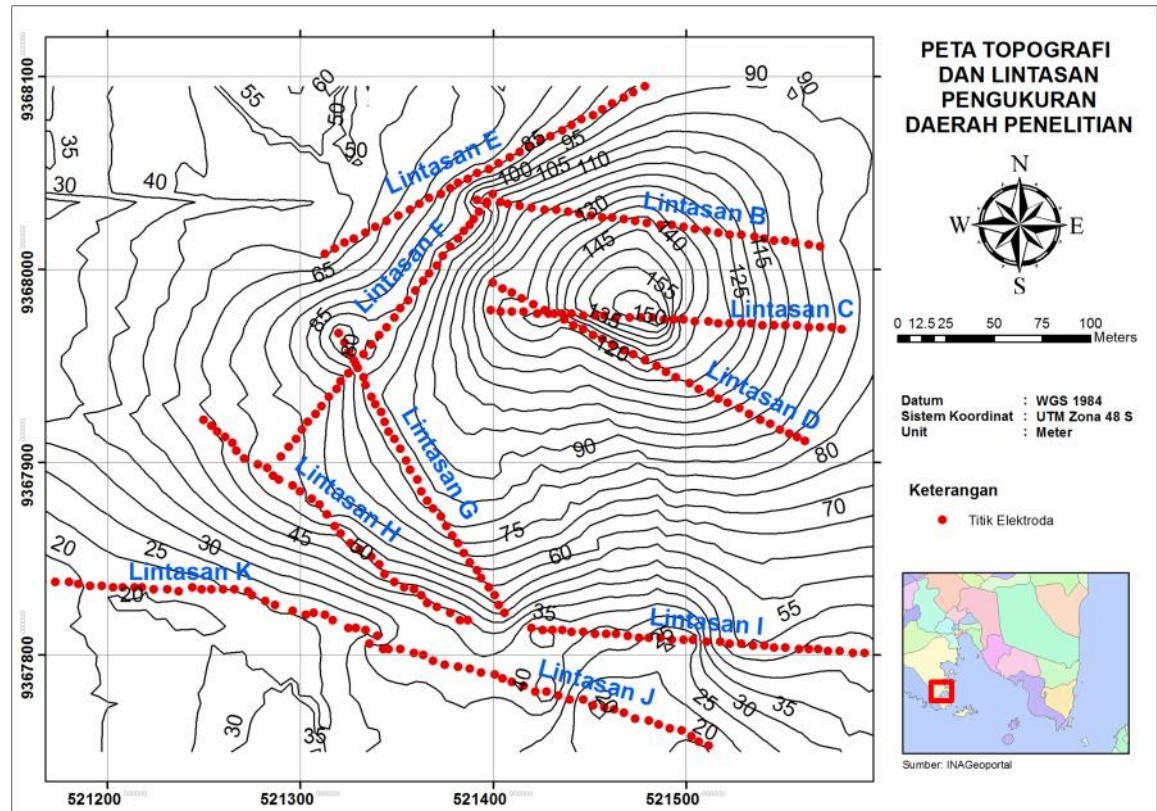
4. *Software Global Mapper v.13*
5. *Software Map Source v.240*
6. *Software Google Earth*
7. *Software Surfer12*
8. *Software Res2Dinv (Pengolahan 2D)*
9. *Software Voxler 4 (Pengolahan 3D)*
10. *Software Microsoft Excel v.2013 dan Microsoft Word v. 2013.*

C. Prosedur Penelitian

1. Pengolahan Data

Hasil pengukuran yang didapat dari lapangan berupa data beda potensial (V) dan arus (I) yang diukur pada alat *Multi-Channel Electrode Resistivitymeter*, Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *microsoft excel v. 2013* untuk menentukan nilai tahanan jenis (ρ), sebelum menentukan nilai tahanan jenis terlebih dahulu menghitung nilai faktor geometri Konfigurasi *Wenner* dengan menggunakan rumus $2\pi a$. Setelah mendapatkan nilai faktor geometri maka dapat ditentukan nilai tahanan jenis dengan menggunakan persamaan:

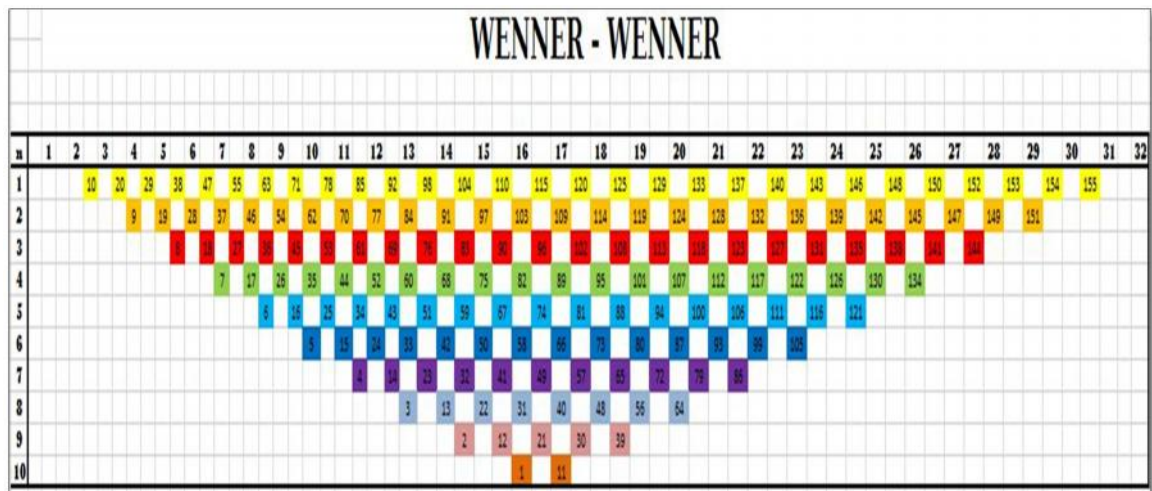
$$\rho = K \frac{V}{I} \quad (31)$$



Gambar 14. Peta topografi dan lintasan pengukuran.

Selanjutnya nilai tahanan jenis semu diolah dengan menggunakan *Software Res2Dinv* untuk mendapatkan tampilan 2D. Tampilan 2D yang dihasilkan pada *Software Res2Dinv* terdiri dari 3 kontur iso-resistivitas pada kedalaman semu. Penampang pertama adalah *measure apparent resistivity* yang menunjukkan kontur tahanan jenis semua hasil pengukuran, penampang kedua menunjukkan kontur tahanan jenis semu dari hasil perhitungan (*calculated apparent resistivity*) dan penampang yang ketiga adalah *inverse model resistivitysection* yang menggambarkan kontur dari tahanan jenis sebenarnya, setelah melalui pemodelan inversi sehingga didapatkan kontur sebaran nilai tahanan jenis vertikal di sepanjang lintasan akuisisi data. Kemudian melakukan rekonstruksi volume batuan dalam pemodelan 3D menggunakan *Software Voxler4*

dengan memasukkan data input yang terdiri, yaitu sumbu X (lokasi X), sumbu Y (lokasi Y), sumbu Z (kedalaman atau elevasi) dan tahanan jenis hasil dari inversi *Res2Dinv*.



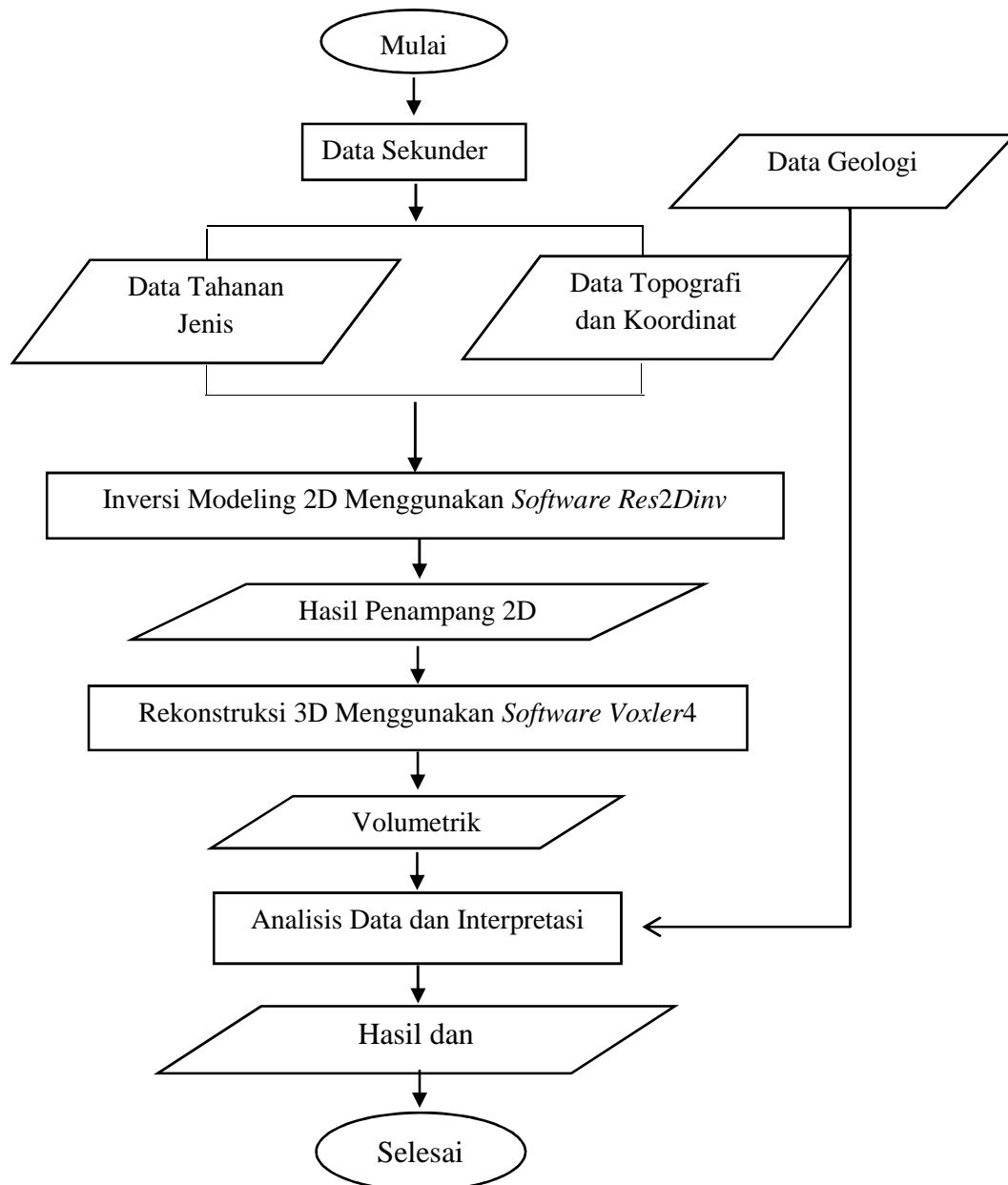
Gambar 15. Datum konfigurasi *wenner-wenner* (Milsom, 2003) dengan modifikasi.

2. Interpretasi Data

Pada tahapan ini, dilakukan analisa terhadap hasil penelitian untuk mengetahui gambaran kondisi lapisan batuan penyusun bawah permukaan pada daerah penelitian. Interpretasi data dilakukan dengan cara membandingkan dan mencocokkan variasi nilai tahanan jenis material batuan hasil inversi pengolahan data 2D dengan nilai tahanan jenis material batuan dari beberapa referensi, sehingga dapat diketahui jenis litologi bawah permukaan dan sebaran batugamping pada daerah penelitian. Selain itu dengan pemodelan 3D yang telah diperoleh, maka akan didapatkan volumetrik batuan dengan satuan m^3 .

D. Diagram Alir Pengolahan Data

Diagram alir yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 16. Diagram alir pengolahan data.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lapisan batuan berdasarkan pemodelan penampang 2D Geolistrik tahanan jenis diduga adalah lapisan batuan andesit yang memiliki nilai tahanan jenis antara 80 m sampai 220 m. Ketebalan rata - rata lapisan batuan andesit bawah permukaan di bagian utara lokasi penelitian yang terdiri dari lintasan B, C, D, E sekitar 13 m, di bagian barat yang terdiri dari lintasan G, H, K sekitar 15 m dan di bagian selatan yang terdiri dari lintasan I, K sekitar 15 m.
2. Estimasi cadangan volumetrik batuan andesit bawah permukaan yang didapatkan berdasarkan pemodelan 3D geolistrik tahanan jenis untuk luasan ± 15 Ha adalah $1.754.530 \text{ m}^3$. Estimasi cadangan volumetrik batuan andesit berdasarkan perhitungan metode *cross section* sebesar $9.619.461 \text{ m}^3$ dan berdasarkan perhitungan metode kontur sebesar $6.303.818 \text{ m}^3$.
3. Perhitungan estimasi cadangan batuan andesit bawah permukaan berdasarkan pemodelan 3D geolistrik lebih *reliable* dibandingkan dengan metode *cross section* dan metode kontur.

B. Saran

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

1. Sebaiknya para peneliti dapat memperluas daerah pengambilan data, sehingga penyebaran batuan andesit bawah permukaan dapat terlihat baik.
2. Perlu dilakukan uji sampel batuan untuk melihat kandungan unsur mineral, berat jenis rata-rata dan nilai kuat tekan batuan andesit untuk mengetahui kualitas batuan andesit di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis, J.C. 1986. *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Franke, R. 1982. *Scattered Data Interpolation: Test of Some Methods*, Mathematics of Computations, V. 33, n. 157, p. 181-200.
- 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. Hal 89-95.
- Iqbal, M.F., dan Ratminah, W.D. 2018. Neraca Serta Potensi Sumberdaya Batu Andesit di Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XIII (ReTII)*.. November 2018, halaman 108-116.
- 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. dan R.D. Barker. 1996. *Rapid Least-square Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by A Quasi-Newton Method*. Geophysical Prospecting, Vol. 44.
- Lopresto, V., Leone, C., and De Iorio, I. 2011. Mechanical characterisation of basalt fibre reinforced plastic. *Composites Part B: Engineering*. Vol.42.No. 4.hal. 717-723.
- Mangga, SA., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. 1993. *Peta Lembar Tanjungkarang, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Shearer, M. 2009. *Introduction to Seismology Second Edition*. Cambridge University press. New York. USA.
- Milsom, J. 2003. *Field Geophysics Third Edition*. John Willey and Sons Ltd, 249 p. England.
- Mulyaningsih. 2013. *Vulkanologi Jurusan Teknik Geologi*. IST AKPRIND.
- Noor, D. 2009. *Pengantar Geologi*. Bogor: CV. Gaha Ilmu.

- Notosiswoyo, S., Lilah, S., Heriawan, M.N., dan Widayat, .A.H. 2005. *Metode Perhitungan Cadangan TE-3231*. Bandung: Institut Teknologi 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*. Juli 2016, halaman 581 – 589.
- Perdana, Y.P., dan Winardo, E. 2018. Penaksiran Sumber Daya Andesit Metode Cross Section dan Metode Countur di PT. Bumi Kalimasada Pertambangan Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. Maret-Agustus 2018, halaman Vol.4, No. 1.
- Pratama, A.E.G., Samanlangi, A.I., dan Tonggiroh, A. 2010. Estimasi Cadangan Batukapur dengan Metode *Cross Section* Dibandingkan dengan Metode Kontur. *Geosains*. Vol. VI , No. 2.
- Purnomo, Hasyim. 2000. *Investigasi Batuan Mineral Silikat Sebagai Penguat beton*. Press Indo.
- Raymond, A. Loren. August 2000. *Study of Igneous, Sedimentary, and Metamorphism rocks*. Second Edition. Mc.Graw Hill.
- Rahmawati, A. 2009. *Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus di Daerah Karangambung dan Sekitarnya, Kabupaten Kebumen)*. Skripsi. Program Sarjana Sains FMIPA. Universitas Negeri Semarang.
- 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*. Juni 2018, Vol.2, No.3.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sariisik, A., Sariisik, G., and Ahmet Senturk. 2011. *Applications of Glaze and Decor on Dimensioned Andesites Used in Construction Sector. Construction and Building Materials*. No. 25. Hal. 3694-3702.
- Seimahura, J. 1998. *Pengambilan Conto dan Perhitungan Cadangan dengan Metoda Konvensional*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sidiq, H., Santoso, A.B., dan Prastowo, R. 2018. Penerapan Metode Kriging Pada Pemodelan Andesit Menggunakan Data Geolistrik Daerah Gunung Kali Songo Kulon Progo Yogyakarta. *Prosiding Nasional Rekayasa*

Teknologi Industri Dan Informasi XIII (ReTII). November 2018, halaman 89-95.

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.

Sukandarrumudi. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. 1999.

Suparno, S. 2009. *Energi Panas Bumi Edisi I*. Depok: Universitas Indonesia.

Taib, M.I.T. 2004. *Eksplorasi Geolistrik*. Bandung: ITB Press.

Telford, W.M., L.P. Geldart., dan R.E. Sheriff. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University.

Van Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia (IA)*. Martinus Nijhoff, The Haque. 732 pp.

Widodo, L.E. 2002. *Analisis Numerik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.