

**IDENTIFIKASI POLA SEBARAN BATUGAMPING DI DESA
GEBANG KECAMATAN PADANG CERMIN KABUPATEN
PESAWARAN LAMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS**
(Skripsi)

Oleh
Edy Haryanto Sirait



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

IDENTIFICATION OF LIMESTONE DISTRIBUTION PATTERN IN GEBANG VILLAGE PADANG CERMIN SUB DISTRICT PESAWARAN REGENCY LAMPUNG USING GEOELECTRIC RESISTIVITY METHOD

By

Edy Haryanto Sirait

ABSTRACT

The resistivity data analysis research for identification of limestone distribution pattern in Gebang Village, Padang Cermin Sub district, Pesawaran Regency, Lampung has been carried out by using the geoelectric resistivity method approachment. This research aims to determine the different of rock layer based on rock resistivity values, mapping the distribution of rock layers based on 2D data also estimating the total volume of limestone reserves in cubic meters (m³). The configuration that used in this research is the Wenner-Wenner configuration which consists of 8 lines with 192 meters for each line length. The interpretation result indicate that the estimation of the limestone has a high resistivity value around 517 ohm.m into more than 10.000 ohm.m as evidenced by several limestone outcrops in research area. The estimated volumetric reserves of limestone in line Q, R, S and N is 241982 m³, line L and M is 210570 m³ then line O and P is 55158 m³.

Keywords: Geoelectric Method, Rock Resistivity, Wenner-Wenner Configuration, Volumetric

IDENTIFIKASI POLA SEBARAN BATUGAMPING DI DESA GEBANG KECAMATAN PADANG CERMIN KABUPATEN PESAWARAN LAMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS

Oleh

Edy Haryanto Sirait

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian analisis data resistivitas untuk mengidentifikasi pola sebaran batugamping di Desa Gebang Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lapisan penyusun batuan berdasarkan nilai resistivitas batuan, memetakan persebaran lapisan batuan berdasarkan data 2D dan mengestimasi volume cadangan dengan satuan meter kubik (m^3). Konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini adalah Konfigurasi Wenner-Wenner yang terdiri dari 8 lintasan dengan panjang lintasan 192 meter. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa lapisan batugamping memiliki nilai resistivitas tinggi sekitar 517 ohm.m sampai lebih dari 10.000 ohm.m yang dibuktikan dengan ditemukannya beberapa singkapan batugamping pada daerah penelitian. Estimasi cadangan volumetrik bahan galian batugamping adalah lintasan Q,R,S,N 241982 m_3 , lintasan L dan M 210570 m_3 dan lintasan O dan P 55158 m_3 .

Kata Kunci: Resistivitas Batuan, Konfigurasi *Wenner-Wenner*, Metode Geolistrik, Volumetrik.

**IDENTIFIKASI POLA SEBARAN BATUGAMPING DI DESA GEBANG
KECAMATAN PADANG CERMIN KABUPATEN PESAWARAN
LAMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
TAHANAN JENIS**

Oleh
EDY HARYANTO SIRAIT

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 GEOFISIKA
2019**

Judul Skripsi

**: IDENTIFIKASI POLA SEBARAN
BATUGAMPING DI DESA GEBANG
KECAMATAN PADANG CERMIN
KABUPATEN PESAWARAN LAMPUNG
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS**

Nama Mahasiswa

: Edy Haryanto Sirait

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315051017

Jurusan

: Teknik Geofisika

Fakultas

: Teknik



Pembimbing I

Karyanto, S.Si., M.T.

NIP 19691230 199802 1 001

Pembimbing II

Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.

NIP 19700120 200003 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

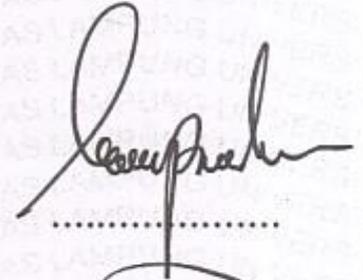
Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.

NIP 19750911 200012 1 002

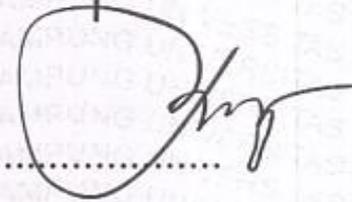
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

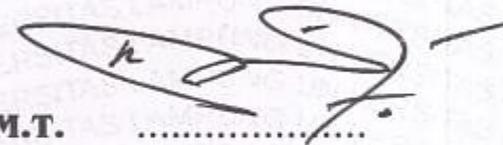
Ketua : **Karyanto, S.Si., M.T.**



Sekretaris : **Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **02 Mei 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 pula 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, Juni 2019



Edy Haryanto Sirait

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 10 Juli 1995. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Nelson Sirait dan Ibu Sumihar adelina Hutapea. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) pada tahun 2000 di TK Xaverius 3 Way Halim kota Bandar Lampung, dilanjutkan ke jenjang Sekolah Dasar di SD Xaverius 3 Way Halim kota Bandar Lampung hingga selesai pada tahun 2007. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Fransiskus Pasir Gintung kota Bandar Lampung hingga tahun 2010 dilanjutkan di SMA Negeri 12 Bandar Lampung hingga tahun 2013.

Selanjutnya, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung melalui jalur undangan SNMPTN. Pada Tahun 2014, penulis bergabung menjadi staff FieldTrip di *Society of Exploration Geophysicist (SEG) SC* Universitas Lampung serta menjadi anggota aktif divisi Hubungan Masyarakat dalam bidang Sosial Budaya Masyarakat Himpunan Mahasiswa (HIMA) TG Bhuwana Universitas Lampung. Pada tahun 2015/2016, penulis mengemban amanah sebagai Kepala Divisi Hubungan Masyarakat dalam

Bidang Sosial Budaya Masyarakat Himpunan Mahasiswa (HIMA) TG Bhuwana Universitas Lampung. Penulis juga menjabat sebagai Kepala Divisi FieldTrip di *Society of Exploration Geophysicist (SEG) SC* Universitas Lampung kepengurusan tahun 2016/2017.

Pada bulan Januari-Maret 2016, penulis melakukan Kuliah Kerja Praktek (KKN) di Desa Sidang Way Puji, Kecamatan Rawa Jitu Utara, Kabupaten Mesuji selama dua bulan. Selanjutnya, di bulan Juli-Agustus 2016, penulis tercatat melakukan Kerja Praktik (KP) di PT. Catur Tunggal Munggaran pada fungsi eksplorasi air tanah dalam dengan mengambil tema penelitian “ Aplikasi Metode Logging Air Tanah Untuk Menentukan Zona Akuifer Dalam Pembuatan Desain Kontruksi Sumur Bor Dalam Di Daerah Teritip, Balikpapan, Kalimantan Timur” di Cisaranten Kulon, Bandung, Provinsi Jawa Barat.

Selama studi, penulis pernah mengikuti beberapa project geofisika maupun geodesi; seperti akusisi data geolistrik untuk eksplorasi tambang batuan di daerah Lampung, akusisi data geolistrik 1D dan logging air tanah untuk survey keberadaan akuifer air tanah dalam program Pamsimas di daerah Lampung, Survey topografi dan luas area untuk pembuatan lokasi tambak udang di Bintuhan, Bengkulu. Penulis juga pernah menjadi Asisten Workshop Geofisika pada bulan Mei 2019 di Ulubelu Tanggamus.

Pada Mei 2018, penulis melakukan penelitian Tugas Akhir (TA) di Laboratorium Teknik Geofisika hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya pada tanggal 02 Mei 2019 dengan mengambil judul “**Identifikasi Pola**

**Sebaran Batugamping Di Desa Gebang Kecamatan Padang Cermin
Kabupaten Pesawaran Lampung Dengan Menggunakan Metode Geolistrik
Tahanan Jenis”.**

PERSEMBAHAN

Segala puji, hormat serta ucapan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus dengan ketulusan hati, kupersembahkan karya ini sebagai cinta kasih dan tanggung jawabku kepada:

*Bapakku terkasih Nelson Sirait
Dan Mamahku tersayang Sumihar Adelina Hutapea*

Motivator terbesar dalam hidupku yang selalu senantiasa mendoakanku, menyanyangiku, dan mendukungku, atas semua pengorbanan dan kesabaran disetiap perjalanan hidupku. Tak pernah cukup ku membalas cinta, keringat, dan air mata bapak dan mama pada ku

Kakak dan adik ku tersayang, Eva Dewi N. Sirait dan Djob A. Grandito Sirait

Dorongan semangat, doa, dan motivasi selalu kalian berikan ke diriku, memberikan keceriaan dalam hidupku. Kebersamaan yang pernah kita ukir takkan pernah berakhir masanya di akhir dunia dan akhirat

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2013 (Joss!!)

Suka dan duka selalu kita lewati bersama, canda dan tawa selalu kalian berikan. Motivasi dan semangat kalian sangat berarti dalam hidupku.

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

MOTTO

Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah Firman Tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan.

(Yeremia 29:11)

Hidup itu bukan seluruhnya tentang materi, suku, kepercayaan, maupun Ras. Tapi hidup itu tentang bagaimana kita dipanggil untuk menjadi berkat ke setiap orang. Karena itulah arti sebuah hidup.

(Penulis)

Dalam berserah ada pengharapan, dengan menyerah hanya ada kematian dan kehancuran

(Penulis)

Janganlah takut sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan

(Yesaya 41:10)

KATA PENGANTAR

Syaloom.....,,

Puji syukur senantiasa penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan dan nikmat sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Identifikasi Pola Sebaran Batugamping di Desa Gebang Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis**”. Adapun dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa selesainya proses ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan ilmu wawasan bagi para pembaca.

Penulis

Edy Haryanto Sirait

SAN WACANA

Segala Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, atas segala kasih, berkat dan karunia-Nya yang melimpah sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang berjudul “Identifikasi Pola Sebaran Batugamping di Desa Gebang Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis”.

Tidak sedikit kendala yang dihadapi penulis dalam pelaksanaan serta dalam proses penulisan skripsi ini, tapi berkat penyertaan Tuhan Yesus Kristus juga bantuan dan semangat melalui orang-orang terkasih yang dipercaya untuk membantu penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak dan mama tercinta yang tak henti-hentinya mendidik, berkorban, berdoa dan mendukung penulis dalam segala hal terutama dalam pendidikan. Terimakasih atas motivasi dan dorongannya selama ini, sehingga penulis, berhasil menyelesaikan pendidikan program sarjana. Semoga selalu dilindungi dan diberkahi oleh Tuhan Yesus Kristus.
2. Kakakku dan adikku yang terus memberikan semangat kepada penulis.

3. Bapak Karyanto, M.T. Selaku dosen pembimbing pertama penelitian atas segala bimbingan kesediaan waktu, motivasi, bantuan, nasihat, dan saran hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Bagus Sapto Mulyatno, M.T. Selaku dosen pembimbing kedua yang selalu memberikan arahan, masukan, nasihat dan motivasi bagi penulis.
5. Bapak Ordas Dewanto, M.Si. Selaku dosen penguji yang selalu memberikan *support* dan motivasi kepada penulis.
6. Bapak Nandi Haerudin, M.Si. Selaku kepala Jurusan Teknik Geofisika yang selalu memberikan arahan kepada penulis.
7. Kak Duta M, S.T. Selaku kakak senior dan direktur utama LGS (Lampung *Geosains Survey*) yang telah membantu memberikan arahan, masukan, dan bimbingan kepada penulis.
8. Kak Dimas, Bang Bagus, Mas keto, Kak Agus, Egi R, Niko P, Martin R, Aziz, Galang G, Azri Pangaribuan. Selaku kakak dan teman terbaik dalam menyelesaikan skripsi penulis. Terimakasih atas arahan, masukan, bimbingan, dan canda tawa dalam mensukseskan skripsi penulis.
9. Puteri Indriyanni A.F. Selaku orang tersayang yang selalu ada menemani, membantu, memotivasi, dan memberikan arahan kepada penulis. **Wo Ai Ni.** Semoga Tuhan memberikan yang terbaik buat dirimu dan keluargamu.
10. Suryadi, Febrina Bunga, Haidar Ali, Putu Sai Krisna, Ivan Aloysius, Eci F, Ryan Donovan, Rafi Maulana, Helton Wopari, Kurnia Bella P, Widia Anggraini, Endah Setia K D, Ulfa, Dody Iskandar, Wuri Andari, Reza S,

Udin, Kholil. Terimakasih teman teman yang selalu ada memberikan support, arahan, curhatan dan bimbingan selama ini.

11. Sahabatku angkatan 13. Terimakasih kebersamaannya selama ini. **Saya sayang kalian dan senang menjadi bagian TG 13.** Jangan Sampe persaudaraan kekeluargaan kita terpecahkan!!!.
12. Keluarga kecil ku Son Of God. Bang Ucok, Bang dedy, Bang leo, Bang Sib, Kak Anita, Bang Ari, Bang Pupu, Kak Elen, Kak Beta, Kak Lita, Abdi, Ryan, Aloy, Helton, Haris, Niko, Briyan, Zelica, Niko, Paulus, Rizky, Ester, Isti, Sirait, Monang, Desima, Eko, Ramos, Igo, Ribka. Tuhan Memberkati kalian!!.
13. Teman dan sahabatku. Andre E, Rima Varadina, Indria Nabilla, Desi Zuliana, Agung Pratama, Rahmat Kariswan, Ogja A, Ilham S, July. (Ex. IPA 3 SMANDALAS).
14. Kakak dan adik tingkat penulis angkatan 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, dan 2017.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara tulus memberikan bantuan moril dan materil kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan, namun penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi rekan-rekan khususnya mahasiswa Teknik Geofisika dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
KATA PENGANTAR	xii
SANWACANA	xiii
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Batasan Masalah	3
D. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Lokasi Penelitian.....	4
B. Geologi daerah penelitian	6
C. Definisi batugamping	10
D. Proses pembentukan batugamping.....	11
1. Pembentukan batugamping pada lingkungan laut.....	11
2. Pembentukan batugamping pada lingkungan evaporasi	11

E. Jenis-jenis batugamping	12
F. Klasifikasi batugamping	13
1. <i>Mudstone</i>	13
2. <i>Wackestone</i>	14
3. <i>Boundstone</i>	14
4. <i>Grainstone</i>	15
5. <i>Packstone</i>	15
6. Kristalin	16
G. Kegunaan batugamping	16

III. TEORI DASAR

A. Metode geolistrik	18
B. Rumus dasar listrik dalam metode geolistrik	21
C. Sifat fisis batuan	25
1. Densitas	25
2. Porositas	25
3. Permeabilitas	28
D. Sifat listrik batuan	30
1. Konduksi secara elektronik	31
2. Konduksi secara elektrolitik	31
3. Konduksi secara dielektrik	32
E. Aliran listrik di dalam bumi	32
1. Titik arus tunggal di permukaan	32
2. Dua titik arus di permukaan	34
F. Resistivitas semu	36
G. Konfigurasi <i>wenner</i>	37
H. Pemodelan 2D	40

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan tempat penelitian	42
B. Alat dan bahan	43
C. Prosedur penelitian	43
1. Akusisi data	43
2. Pengolahan data	45
3. Interpretasi data	48
D. Diagram alir	49

V. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pengamatan	50
B. Pembahasan	50
1. Interpretasi data resistivitas	52
a. Lintasan S (<i>SW to NE</i>)	52
b. Lintasan R (<i>N to E</i>)	53
c. Lintasan N (<i>SW to NE</i>)	55

d. Lintasan Q (<i>S to N</i>).....	57
e. Lintasan L (<i>SW to NE</i>)	58
f. Lintasan M (<i>SW to NE</i>)	59
g. Lintasan O (<i>E to W</i>).....	61
h. Lintasan P (<i>E to W</i>)	62
2. Deskripsi daerah penelitian (singkapan dan batuan).....	64
a. Singkapan pada lintasan Q (sin 15).....	65
b. Singkapan pada lintasan R (sin 14).....	67
c. Singkapan pada lintasan L (sin 11)	69
d. Singkapan pada lintasan M (sin 12).....	71
3. Rekonstruksi pemodelan data 3D geolistrik tahanan jenis	73

KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai porositas berdasarkan kualitas secara umum (Koesoemadinata dalam Nurwidyanto,dkk, 2005).....	28
Tabel 2. <i>Time schedule</i> penelitian	42
Tabel 3. Nilai resistivitas terhadap material penelitian (Telford,dkk,1990).....	48
Tabel 4. Pendugaan litologi batuan berdasarkan nilai resistivitas.....	64
Tabel 5. Estimasi cadangan volumetrik bahan galian batugamping	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian	5
Gambar 2. Peta geologi penelitian (Mangga,dkk,1993).....	9
Gambar 3. Pola aliran arus dan bidang Equipotential antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan.....	21
Gambar 4. Rangkaian listrik sederhana (Burger,1992).....	22
Gambar 5. Dua buah resistor dengan panjang dan area penampang lintang yang berbeda (burger,1992).....	24
Gambar 6. Porositas batuan (Halliburton,2001).....	26
Gambar 7. Porositas total (Peters,2012).....	27
Gambar 8. Permeabilitas dan ukuran butir (Halliburton,2001).....	30
Gambar 9. Sumber arus berupa titik pada permukaan bumi homogen (Telford,dkk,1990)	33
Gambar 10. Sumber arus dua titik pada permukaan homogen isotropis (Telford,dkk,1990)	34
Gambar 11. Perubahan bentuk pada bidang <i>equipotential</i> dan garis aliran arus untuk dua titik sumber arus pada permukaan tanah homogen (Telford,dkk,1990)	35
Gambar 12. Susunan elektroda arus dan potensial pada konfigurasi <i>wenner</i> (Lock, 2004)	38
Gambar 13. Desain pengukuran pada penelitian.....	45
Gambar 14. Datum konfigurasi <i>wenner</i>	47

Gambar 15.	Diagram alir penelitian	49
Gambar 16.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan S	52
Gambar 17.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan R.....	53
Gambar 18.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan N	55
Gambar 19.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan Q	57
Gambar 20.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan L.....	58
Gambar 21.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan M.....	59
Gambar 22.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan O	61
Gambar 23.	Penampang 2D resistivitas batuan lintasan P	62
Gambar 24.	Peta singkapan pada lintasan,Q,R,S,dan N.....	65
Gambar 25.	Singkapan pada lintasan Q	66
Gambar 26.	Sampel batuan pada lintasan Q.....	67
Gambar 27.	Singkapan pada lintasan R.....	68
Gambar 28.	Sampel batuan pada lintasan R.....	68
Gambar 29.	Peta singkapan pada lintasan L dan M	69
Gambar 30.	Singkapan pada lintasan L.....	70
Gambar 31.	Sampel batuan pada lintasan L	71
Gambar 32.	Singkapan pada lintasan M.....	72
Gambar 33.	Sampel batuan pada lintasan M.....	73
Gambar 34.	Rekontruksi 3D geolistrik tahanan jenis Lintasan Q,R,S,N.....	74
Gambar 35.	Rekonstruksi 3D geolistrik tahanan jenis lintasan L dan M.....	75
Gambar 36.	Rekonstruksi 3D geolistrik tahanan jenis lintasan O dan P.....	76
Gambar 37.	Rekonstruksi 3D geolistrik tahanan jenis pada semua lintasan ...	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batu kapur (batugamping) merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri, pertanian, maupun sektor konstruksi, antara lain untuk bahan bangunan, industri bahan baku semen, dan industri bata *silica*. Batugamping (batu kapur) merupakan batuan sedimen yang terdiri dari mineral kalsium karbonat. Proses terbentuknya batugamping dapat terjadi secara insitu yang mengalami proses kimia maupun proses biokimia, dimana organisme turut berperan, dapat terjadi dari butiran rombakan yang telah mengalami proses transportasi secara mekanik dan diendapkan di tempat lain yang tidak jauh dari tempat semula.

Batugamping dapat terjadi dengan beberapa cara yaitu secara organik, secara mekanik, ataupun secara kimia. Sebagian batugamping yang berada di alam terjadi secara organik. Jenis batuan ini berasal dari pengembangan cangkang dan siput. Batugamping mekanik tidak jauh beda dengan batugamping yang terjadi secara organik, yang membedakannya yakni; terjadi perombakan dari batugamping tersebut kemudian terbawa oleh arus dan biasanya diendapkan dari tempat semula. Batugamping secara kimia terjadi pada kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu dalam air laut maupun air tawar (Sunggu, 2017).

Kebutuhan akan data dan informasi mengenai potensi bahan galian industri dirasakan cukup besar pada saat ini. Hal ini ditandai dengan meningkatnya kegiatan eksplorasi di daerah yang dilakukan pemerintah dan pihak swasta dalam upaya memenuhi kebutuhan bahan baku industri. Salah satu bahan galian industri yang sangat dibutuhkan konsumen adalah batugamping.

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 adalah metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi meliputi pengukuran beda potensial dan arus listrik yang terjadi baik secara ilmiah maupun akibat injeksi arus di dalam bumi. Dalam metode geolistrik, terdapat beberapa konfigurasi pengukuran yang digunakan untuk pemetaan lapisan bawah permukaan tanah, antara lain : *Wenner*, *Schlumberger*, *Dipole-dipole* dan lain sebagainya. Prosedur pengukuran untuk masing-masing konfigurasi bergantung pada variasi resistivitas terhadap kedalaman, yaitu pada arah vertikal (*sounding*) maupun arah horizontal (*mapping*). Kelebihan dari metode geolistrik resistivitas ini selain biaya alat lebih murah, waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan data lebih cepat serta pengolahan data yang lebih mudah dibandingkan metode geofisika yang lain.

Penelitian ini dilakukan di daerah Desa Gebang, kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran Lampung. Pengukuran geolistrik tahanan jenis

2D dilakukan menggunakan konfigurasi *Wenner*. Salah Satu kelebihan dari konfigurasi *Wenner* adalah ketelitian pembacaan tegangan elektroda potensial lebih baik dengan angka yang relatif besar karena elektroda potensial relatif dekat dengan elektroda arus. Hasil pengukuran ini berupa data persebaran batugamping yang akan dimodelkan secara dua dimensi (2D) sedangkan rekontruksi volumetrik batuan akan dimodelkan secara tiga dimensi (3D).

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui lapisan penyusun batuan (litologi) berdasarkan nilai resistivitas batuan di daerah penelitian.
2. Memetakan persebaran lapisan batuan berdasarkan data 2D.
3. Memperoleh estimasi cadangan volumetrik bahan galian batugamping berdasarkan data 3D dengan satuan meter kubik (m³).

C. Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini, yaitu mengetahui nilai resistivitas batugamping di Desa Gebang, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran Lampung dan membuat model lapisan bawah permukaan untuk mendapatkan persebaran dan volume batugamping dari pengolahan data geolistrik tahanan jenis yang merupakan hasil pengukuran data di lapangan.

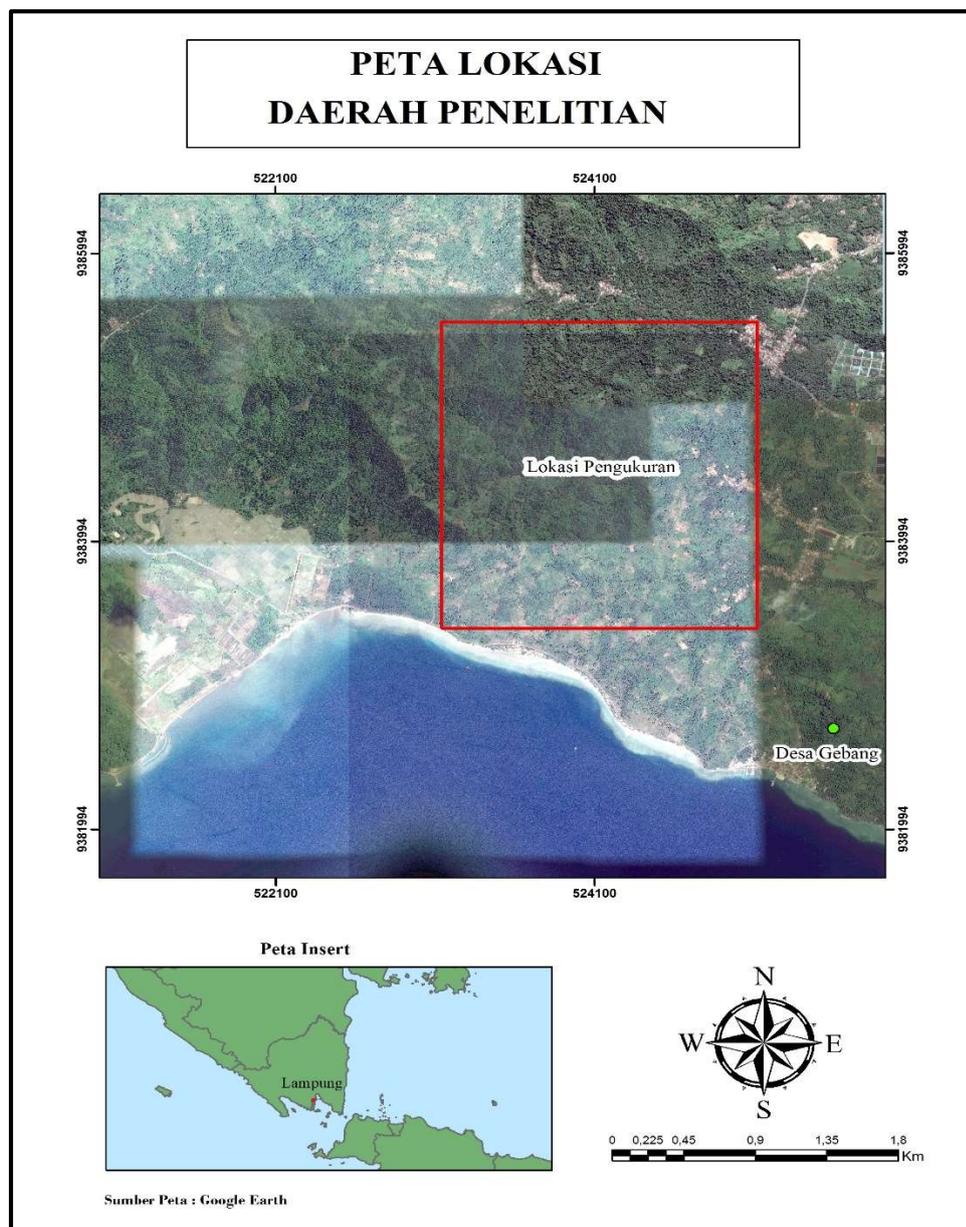
D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Diperolehnya pola persebaran batugamping berdasarkan nilai resistivitas bawah permukaan di daerah penelitian.
2. Didapatkannya volume cadangan batugamping yang ada di daerah penelitian.
3. Sebagai salah satu informasi yang dapat digunakan untuk mempertimbangkan prospek penambangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

Lokasi penelitian yang ditunjukkan pada **gambar 1** terletak di Desa Gebang, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran Lampung. Secara geografis terletak pada posisi $5^{\circ}34'31.72''\text{LS}$ - $105^{\circ}13'31.82''\text{BT}$. Berbatasan dengan :

- a. Sebelah Utara : Desa Sidodadi
- b. Sebelah Selatan : Desa Batu Menyan
- c. Sebelah Barat : Teluk Lampung
- d. Sebelah Timur : Register 19

Lokasi lahan batugamping berada pada area perbukitan yang membentang dari lereng bawah bukit sampai dengan ketinggian kurang lebih 100 meter dpl, berjarak sekitar 1,5 km dari bibir pantai Teluk Rate Padang Cermin. Akses jalan darat menuju lokasi batugamping dapat ditempuh melalui jalan Provinsi Lintas Bandar Lampung-Padang Cermin dengan kondisi jalan cukup bagus dengan jarak tempuh kurang lebih 15 Km.

B. Geologi Daerah Penelitian

Secara umum daerah Desa Gebang, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung berada pada geologi regional Tanjung Karang. Berikut ini akan ditunjukkan pada **Gambar 2** yang merupakan peta geologi regional daerah penelitian: (Mangga, dkk., 1993)

a. Kompleks Gunung Kasih (Pzg)

Terdiri dari batuan malihan (*metamorphic rocks*), ditafsirkan merupakan satuan geologi tertua pada lembar Tanjung Karang. Batuan ini terdiri dari sekis, gneis, sekis gampingan kuarsit dan pualam

yang tersingkap direruntuhan batuan penutup kuartar dan sentuhan tektonik dengan sedimen kapur.

b. Formasi Menanga (Km)

Bersentuhan tektonik dengan sekis Kompleks Gunung Kasih. Formasi ini terdiri dari batu lempung, batupasir tufan dan gampingan, berselingan dengan serpih, dengan sisipan batugamping, rijang dan sedikit basal. Serpih gampingan, coklat tua sampai kelabu kehitaman, padat dan keras, terkekarkan dan berlapis baik dengan jurus Barat laut-Tenggara. Dipotong oleh urat-urat kuarsa dan kalsit yang mencapai tebal 75 cm. Batupasir, coklat kehijauan sampai coklat kekuningan, berbutir halus-kasar, termasuk bahan rombakan gunungapi.

c. Formasi Sabu (Tpos)

Formasi Sabu (Tpos) terdiri dari breksi konglomeratan dan batupasir dibagian bawah, ke alas lembah menjadi batu lempung tufan dan batupasir. Formasi ini terlipat dengan kemiringan beranekaragam dan kearah samping berubah menjadi batuan gunungapi Formasi Tarahan (Tpot).

d. Formasi Hulu Simpang (Tomh)

Terdapat disepanjang Pegunungan Barisan dan ditafsirkan ada hubungannya dengan busur penunjaman tepi benua. Diendapkan dilingkungan peralihan terestrial ke laut dangkal. Terdiri dari lava andesit-basal, tuf dan breksi gunungapi, terubah secara hidrotermal dan sering bermineral.

e. Formasi Tarahan (Tpot)

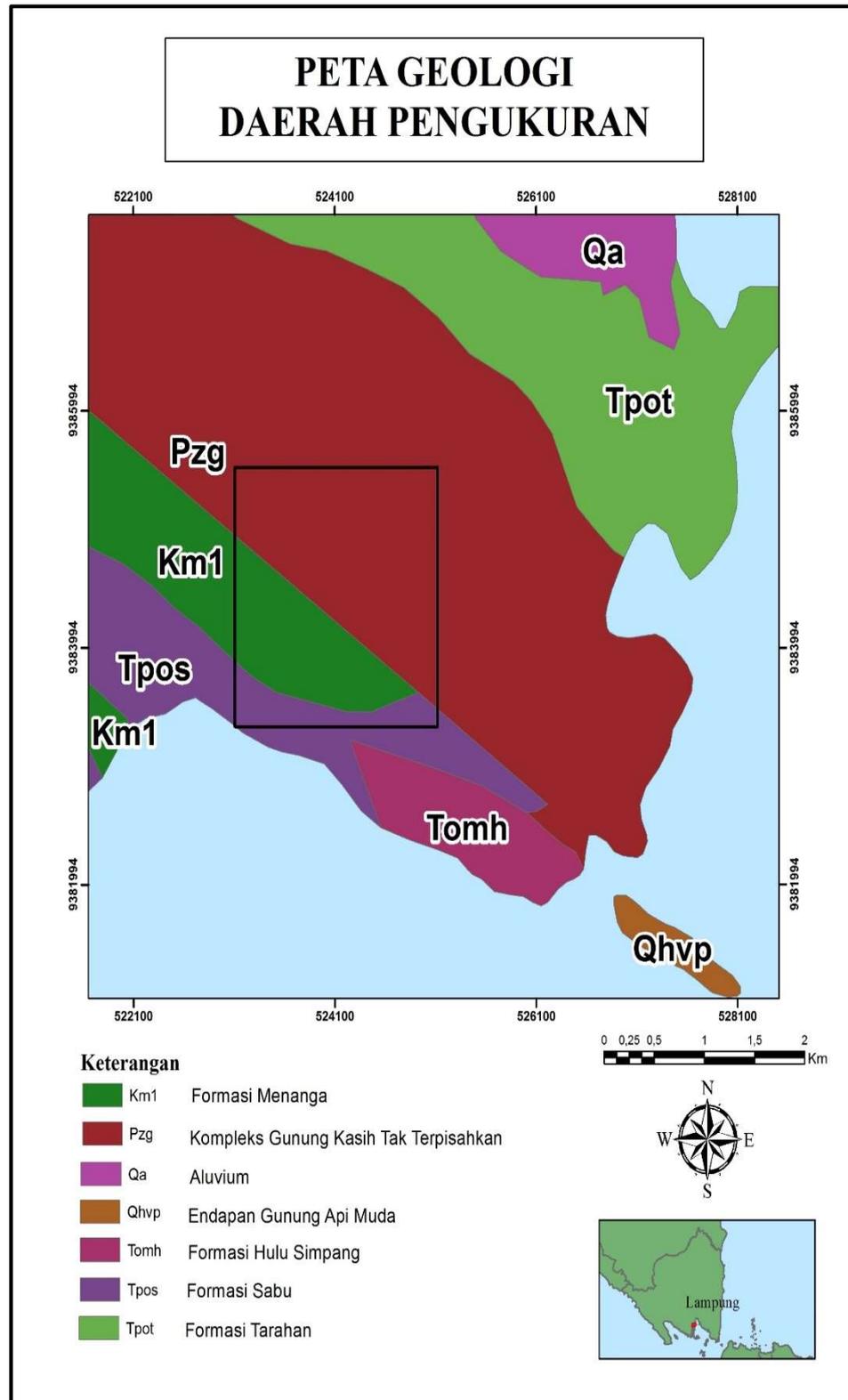
Formasi Tarahan (Tpot) terdiri dari terutama tuf dan breksi tuf dengan sedikit lava, bersusunan andesit-basal. Batuan piroklastik Formasi Tarahan (Tpot) kearah mendatar berubah menjadi turbidit.

f. Aluvium (Qa)

Aluvium (Qa) tersebar di bagian barat dan tengah lembar, sepanjang sungai-sungai utama. Terdiri dari lempung, lanau dan pasir tufan.

g. Endapan Gunungapi Muda (Qhvp)

Tersebar di seluruh daerah Bukit Barisan. Terdiri dari lava andesit-basal, breksi dan tuf. Lava kelabu kehitaman, afanitik dan porfiritik.. Tuf batuan: kelabu kekuningan-kecoklatan, terutama terdiri dan lava, kaca gunungapi.



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

C. Defenisi Batugamping

Batugamping merupakan bagian dari batuan sedimen, yaitu batuan sedimen nonklastik yang terbentuk dari proses biologi atau kimia. Batugamping disebut juga *limestone* atau batu kapur. Kandungan utama batugamping adalah mineral kalsium karbonat (CaCO_3) yang terjadi akibat proses kimia dan organik. Secara umum mineral yang terkandung dalam batugamping (batu kapur) adalah kalsium karbonat kalsit sebesar 95% dolomit sebanyak 3% dan sisanya adalah mineral *clay* (Apriliani, dkk., 2012).

Batugamping merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. Batugamping (batu kapur) adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat. Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah *aragonite*, yang merupakan mineral *metastable* karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO_3) (Jasruddin, dkk., 2015).

Batugamping yang kandungan utamanya CaCO_3 yang pada dasarnya berwarna putih dan umumnya sering dijumpai pada batu kapur, kalsit, marmer atau pualam. Pada umumnya batugamping yang padat dan keras mempunyai berat jenis. Selain yang pejal (masif) dijumpai pula batugamping yang porus. Mengenai warna dapat dikatakan bervariasi dari putih susu, abu-abu tua, coklat, merah, bahkan hitam. Semuanya disebabkan karena jumlah dan jenis pengotor yang ada. Warna kemerahan disebabkan oleh mangan, oksida besi sedang kehitaman karena zat organik. Batugamping yang mengalami metamorfosa berubah menjadi marmer. Selain itu kalsium karbonat juga

banyak dijumpai pada stalaktit dan stalagmit yang terdapat disekitar pegunungan (Margareta, dkk., 2015).

D. Proses Pembentukan Batugamping

1. Pembentukan Batugamping pada Lingkungan Laut

Kebanyakan batugamping terbentuk di laut dangkal, tenang, dan pada perairan yang hangat. Lingkungan ini merupakan lingkungan ideal dimana organisme mampu membentuk cangkang kalsium karbonat dan skeleton sebagai sumber bahan pembentuk batugamping. Ketika organisme tersebut mati, cangkang dan skeleton mereka akan menumpuk membentuk sedimen yang selanjutnya akan terlitifikasi menjadi batugamping. Produk sisa organisme tersebut juga dapat berkontribusi untuk pembentukan sebuah massa sedimen.

Batugamping yang terbentuk dari sedimen sisa organisme dikelompokkan sebagai batuan sedimen biologis. Asal biologis mereka sering terlihat oleh kehadiran fosil. Beberapa batugamping dapat terbentuk oleh pengendapan langsung kalsium karbonat dari air laut. Batugamping yang terbentuk dengan cara ini dikelompokkan sebagai batuan sedimen kimia. Batugamping ini dianggap kurang melimpah dibandingkan batugamping biologis (Apriliani, dkk., 2012).

2. Pembentukan Batugamping pada Lingkungan Evaporasi

Batugamping juga dapat terbentuk melalui penguapan. Stalaktit, stalagmit dan formasi gua lainnya (sering disebut *speleothems*) adalah contoh dari batugamping yang terbentuk melalui penguapan. Di sebuah gua,

tetes air akan merembes dari atas memasuki gua melalui rekahan ataupun ruang pori di langit-langit gua, kemudian akan menguap sebelum jatuh ke lantai gua. Ketika air menguap, setiap kalsium karbonat yang dilarutkan dalam air akan tersimpan di langit-langit gua. Seiring waktu, proses penguapan ini dapat mengakibatkan akumulasi seperti es kalsium karbonat di langit-langit gua, deposit ini dikenal sebagai stalaktit. Jika tetesan jatuh ke lantai dan menguap serta tumbuh atau berkembang ke atas (dari lantai gua) depositnya disebut dengan stalakmit. Batugamping yang membentuk formasi gua ini dikenal sebagai *travertine* dan masuk dalam kelompok batuan sedimen kimia (Apriliani, dkk., 2012).

E. Jenis-jenis Batugamping

Berikut ini beberapa jenis batugamping, yaitu :

a. *Chalk*

Batugamping lembut dengan tekstur yang sangat halus, biasanya berwarna putih atau abu-abu. Batuan ini terbentuk terutama dari cangkang berkapur organisme laut mikroskopis seperti foraminifera atau berbagai jenis ganggang laut.

b. *Coquina*

Batugamping kasar yang tersemenkan, yang tersusun oleh sisa-sisa cangkang organisme. Batuan ini sering terbentuk pada daerah pantai dimana terjadi pemisahan fragmen cangkang dengan ukuran yang sama oleh gelombang laut.

c. *Fossiliferous Limestone*

Batugamping yang mengandung banyak fosil. Batuan ini dominan tersusun atas cangkang dan skeleton fosil suatu organisme.

d. *Lithographic Limestone*

Batugamping padat dengan ukuran butir sangat halus dan sangat seragam, yang terjadi di dalam sebuah lapisan tipis membentuk permukaan sangat halus.

e. *Oolitic Limestone*

Batugamping yang terutama tersusun oleh klasium karbonat *oolites*, berbentuk bulatan kecil yang terbentuk oleh hasil presipitasi konsentris kalsium karbonat pada butir pasir atau cangkang fragmen.

f. *Travertine*

Batugamping yang terbentuk oleh presipitasi evaporasi, sering terbentuk di dalam gua yang menghasilkan deposit seperti stalaktit, stalakmit, dan *flowstone*.

F. Klasifikasi Batugamping

Klasifikasi Batugamping menurut Dunham (1962):

1. *Mud Stone*

Batuan ini termasuk dalam jenis batuan sedimen nonklastik dengan warna segar putih abu-abu dan warna lapuknya adalah putih kecoklatan. Batuan ini bertekstur nonklastik dengan komposisi kimia karbonat dan strukturnya pun tidak berlapis. Salah satu contoh dari batuan karbonat adalah *klasilitit* (Grabau) atau *mudstone*. Batuan ini mempunyai nama

yang berbeda, karena dari klasifikasi yang digunakan dengan interpretasi yang berbeda, batuan ini dinamakan *klasilitit*, karena batuan ini merupakan batuan karbonat dan menurut Dunham nama dari batuan ini adalah *mudstone*, karena batuan ini mempunyai kesan butiran kurang dari 10% dan batuan ini tidak ditemukan adanya fosil. Tekstur dari batuan ini adalah nonkristalin, karena mineral penyusunnya tidak berbentuk kristal, dengan memperhatikan tekstur batuan ini dapat disimpulkan bahwa batuan ini terbentuk dari adanya pelarutan batuan asal yang merupakan material-material penyuplai batuan ini. Adapun batuan asal dari batuan ini adalah seperti pelarutan terumbu karang. Selain itu, proses keterbentukan batuan ini adalah pengerusan gamping yang telah ada, misalnya penghancuran terumbu karang oleh gelombang atau dari pengendapan langsung secara kimia air laut yang kelewat jenuh akan CaCO_3 . Keterdapatannya batuan ini biasanya dapat ditemukan disekitar pinggiran pantai.

2. *Wackestone*

Wackestone adalah matriks yang didukung batuan karbonat yang mengandung lebih dari 10% *allochems* dalam matriks lumpur karbonat. Ini adalah bagian dari klasifikasi Dunham batuan karbonat. *Wackestone* merupakan lumpur didukung batugamping yang mengandung butiran karbonat lebih dari 10% “mengambang” dalam matriks lumpur halus-halus kapur.

3. *Boundstone*

Hubungan antar komponen tertutup yang berhubungan dengan rapat (*oolite*). Karbonat batuan menunjukkan tanda-tanda terikat selama

pengendapan (Dunham, 1962). *Boundstone* ditemukan di daerah sekitar terumbu karang dan daerah yang terumbu karang 2.5-3 juta tahun lalu, tapi mungkin dikelilingi lahan kering. Tergantung pada cara bahan organik telah diatur dalam sedimen ketika batu itu terbentuk dan jenis bahan organik itu.

4. *Grainstone*

Hubungan antar komponen-komponen tanpa lumpur sehingga sering disebut batuan karbonat bebas lumpur yang didukung butir. Klasifikasi Dunham (1962), batuan ini berasal pada kondisi energi yang tinggi, butiran produktif lingkungan, dimana lumpur tidak dapat terakumulasi, terdapat pada arus yang putus butir dan melewati lumpur pada lingkungan. *Grainstone* mempunyai tekstur berpori dan dikenal sebagai karbonat yang terdapat pada sekitar pantai.

5. *Packstone*

Merupakan lumpur, tetapi yang banyak adalah *betolit*. Butir-butirnya didukung batuan karbonat berlumpur. Dunham (1962) dibagi *Packstone* ke dalam lumpur yang didominasi (ruang pori total dipenuhi lumpur) dan yang didominasi (beberapa ruang pori antar butir bebas dari lumpur) *Packstone*. *Packstone* menunjukkan berbagai sifat pengendapan. Lumpur menunjukkan proses energi yang lebih rendah sedangkan kelimpahan butir menunjukkan proses energi yang lebih tinggi. Menurut Dunham (1962) *Packstone* berasal dari:

- a. *Packstone* berasal dari *Wackestone* dipadatkan

- b. *Packstone* berasal dari proses akibat dari infiltrasi lumpur awal atau akhir dari sebelumnya disimpan lumpur bebas sedimen
- c. Terbentuk dalam air yang tenang
- d. Hasil pencampuran dari berbagai lapisan sedimen, dimana butirannya sangat besar.

6. Kristalin

Batugamping kristalin merupakan salah satu jenis batuan sedimen, bahkan juga terbentuk dari kerangka *calcite* yang berasal dari organisme *microscopic* dilaut yang dangkal. Sehingga sebagian per lapisan batugamping hampir murni terdiri dari kalsit, dan pada per lapisan yang lain terdapat sejumlah kandungan *silt* atau *clay* yang membantu ketahanan dari batugamping tersebut terhadap cuaca. Sehingga lapisan yang gelap pada bagian atas batuan ini mengandung sejumlah besar fraksi dari silika yang terbentuk dari kerangka mikrofossil, sehingga dimana lapisan pada bagian ini lebih tahan terhadap cuaca.

G. Kegunaan Batugamping

Batugamping (Batu kapur) merupakan batuan dengan keragaman penggunaan yang sangat besar. Batuan ini menjadi salah satu batuan yang banyak digunakan dibandingkan jenis batuan-batuan lainnya. Beberapa jenis batugamping banyak digunakan karena sifat mereka yang kuat dan padat dengan sejumlah ruang pori. Berikut ini beberapa kegunaan batugamping :

- a. Sebagai bahan bangunan yang digunakan untuk agregat dalam beton atau sebagai bahan baku semen.

- b. Dalam bidang pertanian, kapur memiliki peran sebagai penetralisis unsur tanah yang mengandung asam.
- c. Dalam bidang lingkungan, kapur berfungsi sebagai penetral limbah hasil industri dan digunakan untuk remineralisasi dan meningkatkan alkalinitas air dimurnikan untuk mencegah korosi pipa.

BAB III TEORI DASAR

A. Metode Geolistrik

Metode pengamatan geofisika pada dasarnya yaitu mengamati gejala-gejala gangguan yang terjadi pada keadaan normal. Gangguan ini dapat bersifat statik dapat juga bersifat dinamik, yaitu gangguan yang dipancarkan kebawah permukaan bumi. Gejala gangguan yang terdapat pada keadaan normal disebut dengan anomali. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik didalam bumi dengan cara pendektaksian dipermukaan bumi. Diantaranya meliputi pengukuran potensial, pengukuran arus medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alami maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak macam, termasuk di dalamnya yaitu : Metode *Self* Potensial (SP), Metode Tahanan Jenis/ *Resistivity*, Arus *Telluric*, *Magnetotelluric*, Potensial terimbas (Reynold, 1997).

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan didalam bumi. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial, hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di permukaan. Dari beda potensial yang diukur dapat ditentukan variasi

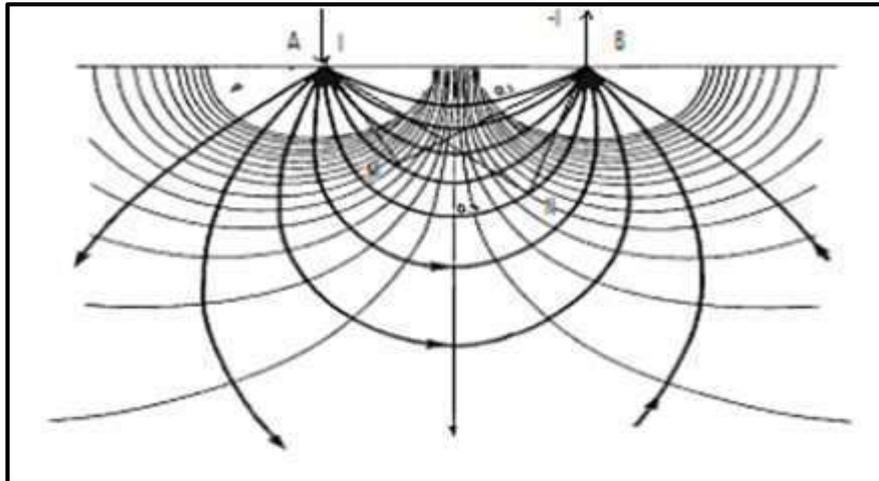
resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran (Reynold,1997). Data yang diperoleh di lapangan merupakan data nilai resistivitas bawah permukaan. Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan inversi sehingga diperoleh variasi resistivitas dari suatu sistem pelapisan tanah yang berasosiasi dengan struktur geologi di bawah permukaan (Djoko, 2002).

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

Penggunaan metode geolistrik pertama kali digunakan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Dirrect Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam

tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui dua buah elektroda tegangan M dan N yang jaraknya lebih pendek daripada jarak elektroda AB. Bila posisi jarak elektroda A B diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda M N ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi pada kedalaman yang lebih besar (Smith and Silver, 1991).

Kedalaman lapisan batuan yang biasa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh jarak AB yang biasa disebut $AB/2$ (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan dari injeksi ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari $AB/2$. Umumnya metode geolistrik yang sering menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) dibagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) dibagian dalam. **Gambar 3** merupakan ilustrasi garis *equipotential* yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi.

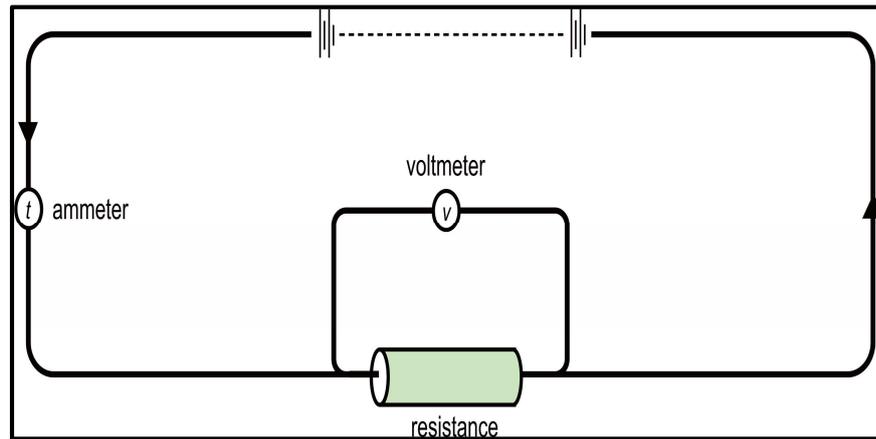


Gambar 3. Pola Aliran arus dan bidang *equipotential* antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Bahri, 2005).

Pada **Gambar 3** yang menyerupai setengah lingkaran dapat dilihat sebaran arus pada permukaan akibat arus listrik yang dikirim ke bawah permukaan. Garis tengah menunjukkan arus yang dikirim mengalami respon oleh suatu lapisan yang homogen. Sedangkan arus putus-putus menunjukkan arus normal dengan nilai yang sama. Garis-garis tersebut disebut dengan garis *equipotential*. Dimana medan listrik titik sumber di dalam bumi dianggap memiliki simetri bola (Bahri, 2005).

B. Rumus Dasar Listrik dalam Metode Geolistrik

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



Gambar 4. Rangkaian listrik sederhana (Burger, 1992).

Gambar 4 mengilustrasikan sebuah rangkaian listrik dasar yang di dalamnya terdapat baterai, kabel penghubung dan sebuah resistor. Baterai mengatur beda potensial di antara dua titik (kutub positif dan kutub negatif). Baterai dengan demikian berfungsi sebagai sebuah sumber gaya listrik (GGL) di dalam perpindahan muatan melalui rangkaian, seperti halnya ketika memompa air melewati saluran pipa. Kaidah yang dipakai disini adalah untuk menentukan aliran arus sebagai perpindahan muatan positif, untuk menyempurnakan aliran air berarti harus memindahkan muatan positif dari sebuah potensial rendah di kutub negatif (-) menuju potensial tinggi di kutub positif (+). Gaya yang bekerja dalam perubahan potensial membutuhkan sebuah gaya yang dinamakan gaya elektromotif atau emf (*electromotive force*) yang satuannya berupa *volt* (V).

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

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

Atau

$$i = \frac{q}{t} \dots\dots\dots(2)$$

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

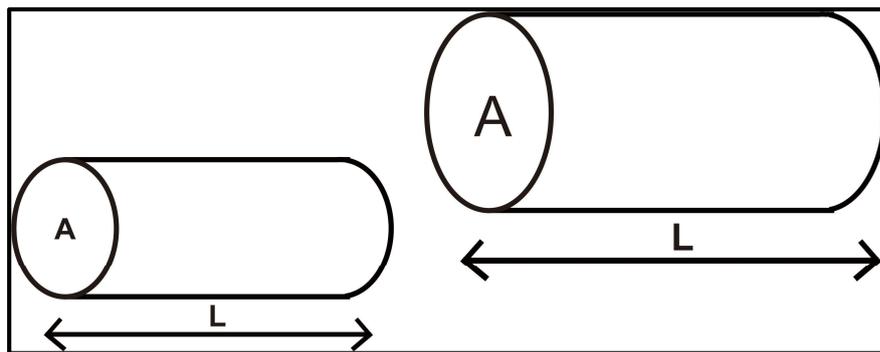
Konsep lain yang sangat penting di dalam survei geolistrik resistivitas adalah rapat arus J . Rapat arus didefinisikan sebagai arus yang melewati suatu penampang lintang per satuan luas, hal tersebut mengikuti,

$$j = \frac{i}{a} \dots\dots\dots(3)$$

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

$$i = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(4)$$

Pada prinsipnya material geologi bervariasi, maka diduga mempunyai beragam pula hambatan untuk mengalirkan arus. Variasi hambatan dapat diketahui melalui pengukuran secara langsung terhadap arus dan tegangan. Pendekatan lain bahwa hambatan bukan hanya dipengaruhi oleh jenis materialnya, tetapi juga dipengaruhi oleh dimensinya (Burger, 1992).



Gambar 5. Dua buah resistor dengan panjang dan area penampang lintang yang berbeda (Burger, 1992).

Gambar 5 menunjukkan dua buah resistor dengan panjang yang berbeda dan penampang lintang area yang berbeda pula. Jika diibaratkan bahwa dua resistor tersebut disusun oleh material yang sama, ternyata dengan tidak sengaja mereka mempunyai nilai hambatan yang berbeda dalam menghantarkan arus. Mengingat bahwa arus adalah perpindahan muatan per satuan waktu, maka aliran arus bias dianalogikan sebagai aliran air. Bayangkan bahwa sebuah pipa terbuka di salah satu bagiannya diberikan kerikil. Pompa air akan membersihkan tekanan yang berbeda di dalam pipa terbuka tersebut, dan menyebabkan aliran air yang berbeda pula. Kerikil menyebabkan sebuah hambatan pada aliran air menuju keluaran pipa. Jika membuat aliran pada pipa yang sama, tetapi memperbanyak isi kerikil pada pipanya, hambatan akan meningkat dan rata-rata aliran airnya akan berkurang. Jika meningkatkan diameter, hambatan akan berkurang dan air akan banyak keluar.

Sifat ini meyakinkan bahwa hambatan dari resistor sebagaimana yang diilustrasikan pada **Gambar 5** bergantung pada panjang kolom pipa dan juga material dasar yang menyusunnya, yang dinamakan resistivitas dan dinotasikan dalam ρ sehingga dapat menyebutkan bahwa (Burger, 1992).

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

Atau

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

Satuan dari resistivitas adalah hambatan dikalikan panjang yang dinotasikan dalam Ohm.meter. Resistivitas merupakan kebalikan dari konduktivitas, begitu juga sebaliknya.

C. Sifat Fisis Batuan

1. Densitas

Densitas adalah massa per satuan volume. Besar kecilnya densitas suatu material dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Harsono, 1997):

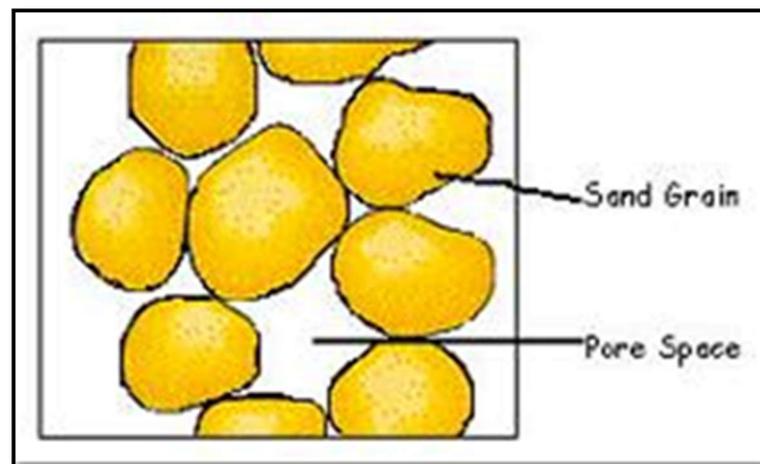
- a. Komposisi mineral dan kimia
- b. Suhu
- c. Tekanan
- d. Porositas
- e. Material yang mengisi ruang pori

2. Porositas

Porositas adalah rasio ruang kosong pada batuan dengan total volume batuan dan mencerminkan kapasitas penyimpanan fluida reservoir. Porositas dinyatakan sebagai presentase di log. Parameter yang menentukan tinggi atau rendahnya nilai porositas, yaitu kompaksi, sementasi, keseragaman butir (sortasi), dan susunan butir.

Porositas yang berasosiasi dengan lempung pada formasi adalah impermeabilitas, sehingga tidak bisa dipertimbangkan sebagai porositas efektif. Porositas efektif hanya yang berasosiasi dengan bagian *clean* dari formasi itu aja.

Porositas berdasarkan proses geologi diklasifikasikan menjadi dua, yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer merupakan porositas yang terjadi bersamaan setelah proses pengendapan batuan. Jenis batuan sedimen yang mempunyai porositas primer adalah batuan konglomerat, batupasir, dan karbonat. Sedangkan porositas sekunder adalah porositas yang terjadi setelah proses pengendapan batuan, antara lain akibat aksi pelarutan air tanah atau akibat dari rekahan (Schlumberger, 1989).

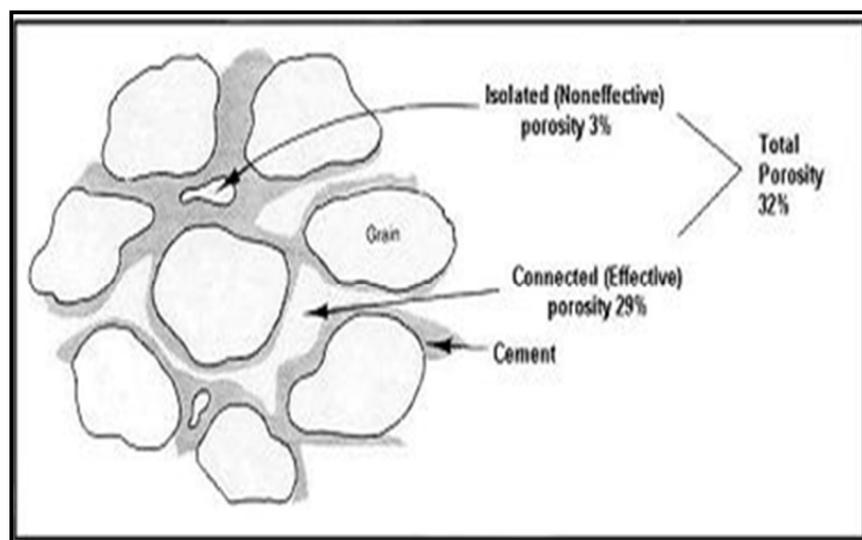


Gambar 6. Porositas batuan (Halliburton, 2001).

$$porosity(\varphi) = \frac{volume\ ruang\ kosong}{volume\ total\ batuan} \dots\dots\dots (7)$$

- a) *Primary Porosity*. Jumlah ruang pori hadir dalam sedimen pada saat pengendapan atau terbentuk selama sedimentasi. Ini biasanya merupakan fungsi dari jumlah ruang antara butir pembentuk batuan.

- b) *Secondary Porosity*. Hasil porositas seperti dari tanah pembubaran, rekristalisasi dan rekahan.
- c) *Effective Porosity vs Total Porosity*. Porositas efektif adalah volume pori yang saling berhubungan yang tersedia bebas untuk fluida. Porositas total semua ruang kosong di batuan dan matriks apakah efektif atau tidak efektif. *Maximum Porosity vs Realistic Porosity*. Porositas bias mendekati sangat baik dalam *sand* yang dipadatkan, maksimum secara teoritis bias mencapai 47,6%. Dalam batuan *pasor*, nilai ini biasanya jauh lebih rendah karena sementasi dan kompaksi atau pematatan. Dalam karbonat, itu adalah mungkin untuk melampaui porositas maksimum teoritis. Hal ini dapat dicapai jika karbonat sangat retak bersama dengan *vuggy*. (Halliburton, 2001)



Gambar 7. Porositas total (Peters, 2012)

- d) *Fracture Porosity*. Hasil dari kehadiran bukan yang dihasilkan oleh pemecahan atau pecahan batuan. Semua jenis batuan dipengaruhi oleh *fracturing* dan komposisi batuan akan menentukan seberapa rapuh batuan dan berapa banyaknya *fracturing* yang akan terjadi. Dua tipe

dasar *fractures* meliputi *fractures* tektonik terkait dengan alam dan *fractures* hidrolik. Hidrolik *fracturing* adalah metode untuk mendorong produksi dengan menginduksi retakan dan rekahan dalam formasi dengan menginjeksi fluida ke dalam batuan resevoir pada tekanan yang melebihi kekuatan batuan. Rekahan hidrolik dapat meningkatkan porositas efektif dan permeabilitas formasi. **Pada Tabel 1.** Dapat dilihat nilai porositas batuan berdasarkan kualitas batuan secara umum yang terdiri dari kualitas yang diabaikan sampai istimewa berdasarkan presentasi nilai porositasnya (0% - >25%).

Tabel 1. Nilai porositas berdasarkan kualitas secara umum (Koesoemadinata dalam Nurwidyanto,dkk.,2005)

Nilai Porositas	Kualitas (umum)
0% - 5%	Diabaikan (<i>Negligible</i>)
5% - 10%	Buruk (<i>Poor</i>)
10% - 15%	Cukup (<i>Fair</i>)
15% - 20%	Baik (<i>Good</i>)
20% - 25%	Sangat Baik (<i>Very Good</i>)
>25%	Istimewa (<i>Excellent</i>)

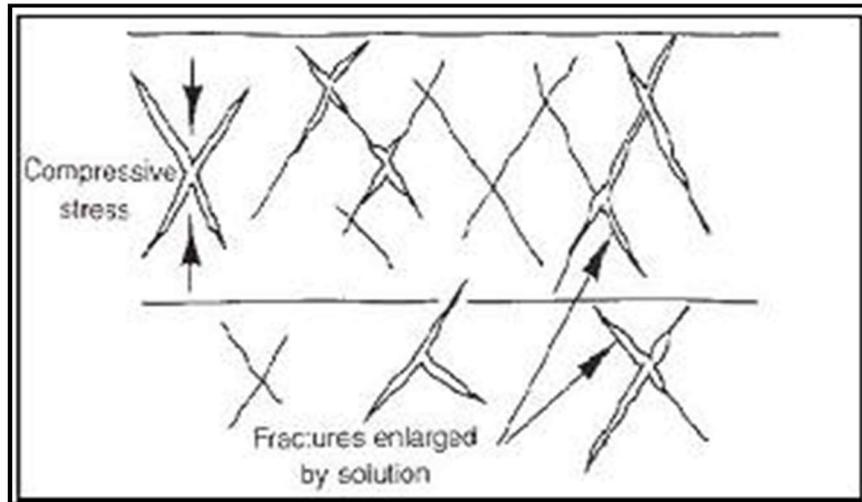
3. Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan batuan yang memungkinkan fluida mengalir melaluinya, dengan satuan *milidarcy* (md). Permeabilitas berkaitan dengan porositas efektif tetapi tidak selalu berbanding lurus terhadapnya. Semakin besar porositas efektif, maka semakin besar juga permeabilitasnya. Permeabilitas disimbolkan dengan K.

Permeabilitas pada suatu batuan tergantung pada beberapa faktor diantaranya porositas batuan, ukuran pori, bentuk pori, morfologi permukaan pori bagian dalam, dan distribusi serta kompaksi dan sementasi

(Asquith dan Krygowski,2004). Untuk menjadi permeabel, formasi harus memiliki porositas yang saling berhubungan. Contohnya beberapa variasi dalam permeabilitas dan porositas (Halliburton, 2001):

- a) Beberapa batupasir halus dapat memiliki sejumlah besar porositas saling berhubungan. Oleh karena itu, Permeabilitas formasi *fine-grained* tersebut mungkin cukup rendah,
- b) Serpih dan *clays* yang mengandung partikel sangat halus yang sering menunjukkan porositas yang sangat tinggi. Namun, karena pori-pori dalam formasi ini sangat kecil, sebagian besar serpih dan *clays* menunjukkan hampir tidak ada permeabilitas.
- c) Beberapa batugamping mungkin berisi sedikit porositas atau terisolasi rongga porositas yang tidak saling berhubungan. Jenis formasi akan menunjukkan sangat sedikit permeabilitas. Namun, jika formasi secara *fractures* alami (atau bahkan hidrolik fraktur), permeabilitas akan lebih tinggi karena pori-pori terisolasi saling berhubungan dengan *fractures*.
- d) Porositas tidak tergantung pada ukuran butir.
- e) Permeabilitas tergantung pada ukuran



Gambar 8. Permeabilitas dan ukuran butir (Halliburton, 2001)

D. Sifat Listrik Batuan

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

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

kandungan air. Begitupula sebaliknya, nilai resistivitas listriknya akan bertambah dengan berkurangnya kandungan air (Telford,dkk.,1990).

1. Konduksi Secara Elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitupula sebaliknya. Resistivitas mempunyai pengertian berbedapula dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga tergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut. Sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri (Lowrie, 2007).

2. Konduksi Secara Elektrolitik

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

dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang (Lowrie, 2007).

3. Konduksi Secara Dielektrik

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

E. Aliran Listrik di Dalam Bumi

1. Titik Arus Tunggal di Permukaan

Metode pendekatan yang paling sederhana dalam mempelajari secara teoritis tentang aliran arus listrik di dalam bumi adalah dianggap homogen dan isotropis (Telford, dkk., 1990). Jika sebuah elektroda tunggal yang dialiri arus listrik diinjeksikan pada permukaan bumi yang homogen isotropis, maka akan terjadi aliran arus menyebar dalam tanah secara radial dan apabila udara di atasnya memiliki konduktivitas nol, maka garis potensialnya akan berbentuk setengah bola, dapat dilihat pada **gambar 9**.

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur *equipotential* berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan. Dalam hal ini, arus mengalir melalui permukaan setengah bola maka arus yang mengalir melewati permukaan tersebut adalah (Telford, dkk., 1990).

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dv}{dr} = -2\pi \sigma A \dots\dots\dots (8)$$

Dimana $J =$ Rapat arus listrik $= -\sigma \frac{dv}{dr}$ (9)

Untuk konstanta integrasi A dalam setengah bola, yaitu:

$$A = \frac{I\rho}{2\pi}$$
(10)

Sehingga diperoleh:

$$V = -\frac{A}{r} \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right)$$
(11)

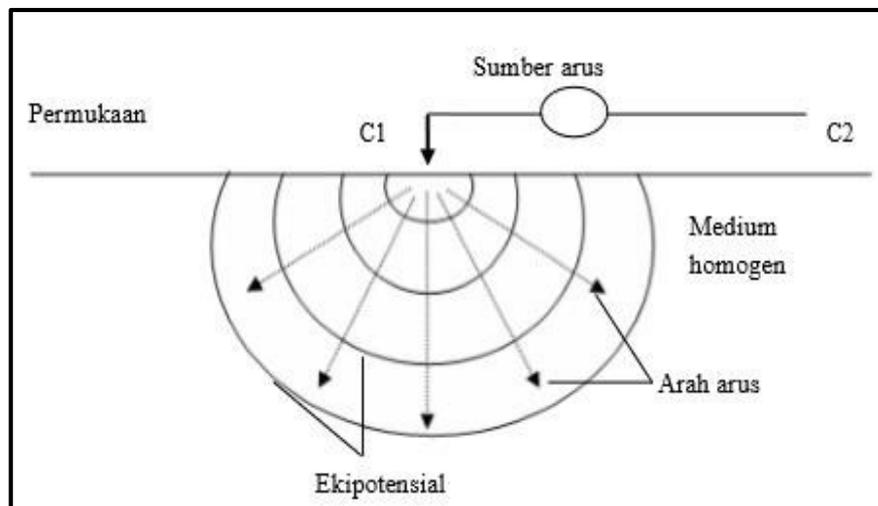
Dimana $\Delta V =$ Beda potensial

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

Maka nilai resistivitas listrik yang diberikan oleh medium:

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I}$$
(12)

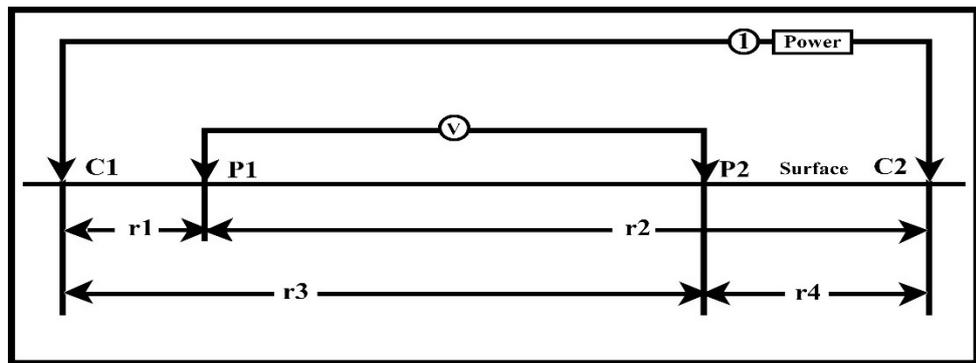
Persamaan ini merupakan persamaan *equipotential* permukaan setengah bola yang tertanam di bawah permukaan tanah (Telford, 1990).



Gambar 9. Sumber arus berupa titik pada permukaan bumi homogen (Telford, dkk., 1990).

2. Dua Titik Arus di Permukaan

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



Gambar 10. Sumber arus dua titik pada permukaan homogen isotropis (Telford, dkk., 1990).

Potensial yang disebabkan C1 pada P1:

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} \text{ dimana } A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \dots\dots\dots(13)$$

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} \text{ dimana } A_2 = -\frac{I\rho}{2\pi} = -A_1 \dots\dots\dots(14)$$

(karena arus pada dua elektroda sama dan berlawanan arah) sehingga diperoleh

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots\dots(15)$$

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

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \dots\dots\dots(16)$$

Dimana:

ΔV : beda potensial

I : arus (A)

ρ : resistivitas (Ωm)

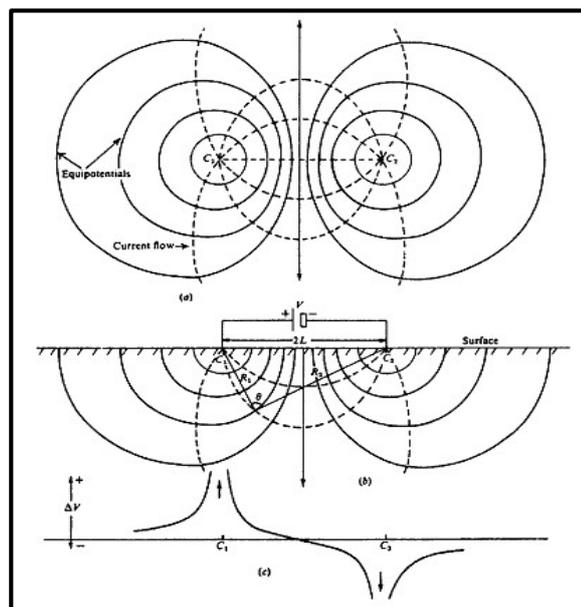
r_1 : jarak A ke M (m)

r_2 : jarak M ke B (m)

r_3 : jarak A ke N (m)

r_4 : jarak N ke B (m)

Hubungan yang tersusun pada empat elektroda yang menyebar secara normal digunakan dalam resistivitas medan gaya. Pada konfigurasi ini garis aliran arus dan bidang *equipotential* yang berubah bentuk disebabkan oleh dekatnya elektroda arus yang kedua C2. Ditunjukkan pada gambar di bawah ini dengan garis arus orthogonal. Perubahan bentuk dari *equipotential* terbukti dalam wilayah diantara arus elektroda.



Gambar 11. Perubahan bentuk pada bidang *equipotential* dan garis aliran arus untuk dua titik sumber arus pada permukaan tanah homogen (Telford, dkk., 1990).

F. Resistivitas Semu

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

Berdasarkan Persamaan (16) besar resistivitas semu dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (17)$$

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

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]} \dots\dots\dots (19)$$

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

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

- a) Ukuran butir penyusun batuan, semakin kecil besar butir maka kelulusan arus akan semakin baik, sehingga mereduksi nilai tahanan jenis

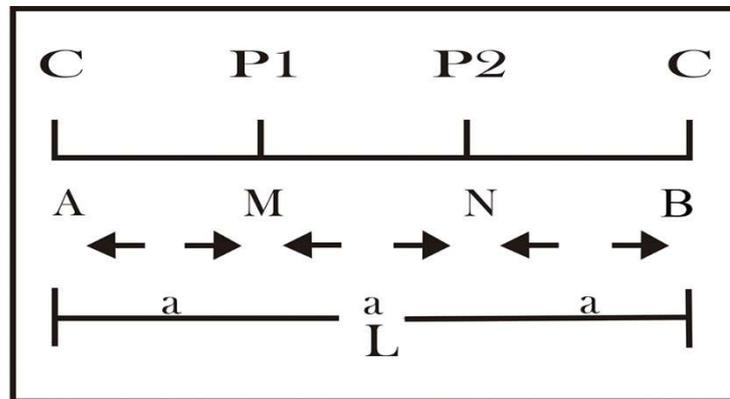
- b) Komposisi mineral dari batuan, semakin meningkat kandungan mineral *clay* akan mengakibatkan menurunnya nilai resistivitas
- c) Kandungan air, air tanah atau air permukaan merupakan media yang mereduksi nilai tahanan jenis
- d) Kelarutan garam dalam air di dalam batuan akan mengakibatkan meningkatnya kandungan ion dalam air sehingga berfungsi sebagai konduktor
- e) Kepadatan, semakin padat batuan akan meningkatkan nilai resistivitas

G. 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) (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 $r_2 = r_3 = 2a$ (Dapat dilihat pada **Gambar 10**). 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 di bawah ini



Gambar 12. Susunan elektroda arus dan potensial pada konfigurasi *Wenner* (Loke, 2004)

Dari gambar diatas terlihat bahwa jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$ dengan menggunakan persamaan (19) diperoleh faktor geometri untuk Konfigurasi Wenner sebagai berikut:

$$K_w = 2\pi a \dots\dots\dots (20)$$

$$\rho = K_w \cdot R \dots\dots\dots (21)$$

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 C1-P1-P2-C2. Jarak elektroda yang satu dengan yang lainnya sama dengan a . Faktor geometri dari konfigurasi ini

adalah $k = 2\pi a$. 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 C1 dan P1 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, errornya kecil.
- c. Sensitif terhadap perubahan-perubahan kearah lateral di permukaan, konfigurasi ini disukai dan banyak digunakan untuk penyelidikan geothermal.
- 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 C2-C1-P1-P2. Jarak elektroda yang satu dengan elektroda yang lain juga sama dengan

- a. Faktor geometri konfigurasi ini adalah $k = 6\pi a$. Keunggulan dan kelemahan konfigurasi ini hampir sama dengan *Wenner Alpha*, hanya berbeda pada sensitifitas. *Wenner Beta* ini lebih sensitif ke arah horizontal

dibandingkan Wenner *Alpha*, sementara *Alpha* lebih baik sensitif ke arah vertikal atau penetrasi Wenner *Alpha* lebih dalam dari pada Wenner *Beta*.

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.

H. 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 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 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 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).

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2017 untuk akusisi data di Desa Gebang, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran Lampung dan dilanjutkan dengan pengolahan data dan analisis data di Laboratorium Eksplorasi Teknik Geofisika Universitas Lampung.

Tabel 2. Time *schedule* penelitian

NO	Kegiatan	Bulan (Minggu ke-)															
		april				mei				juni				juli			
		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 pemahasan																
4	Penyusunan Skripsi																
5	Bimbingan dan Seminar Usul																
6	Revisi dan bimbingan Hasil																
7	Seminar Hasil																
8	Sidang Komprehensif																

B. Alat dan Bahan

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

1. Peta Geologi Regional
2. *Multi-Channel Electrode Resistivitymeter* sebagai alat pengukur nilai resistivitas (main unit)
3. *Geoswitchbox* dan *Global Positioning System (GPS)*
4. Tiga puluh dua elektroda untuk menginjeksikan arus listrik dan mengukur beda potensial
5. *Multi-Channel Electrode Kabel* untuk menghubungkan antar komponen
6. Penjepit antara kabel dan elektroda
7. Lembar data + ATK untuk mencatat data pengamatan
8. Palu yang digunakan untuk membantu menanam elektroda
9. *Handy Talky (HT)* sebagai alat penghubung dalam memberikan informasi saat pengambilan data
10. Laptop serta perangkat lunak, seperti : *Global Mapper v.13*, *Map Source v.240*, *Google Earth*, *Surfer12*, *Res2Dinv* (Pengolahan 2D), *Voxler 4* (Pengolahan 3D), *Microsoft Excel v.2013*, dan *Microsoft Word v. 2013*.

C. Prosedur Penelitian

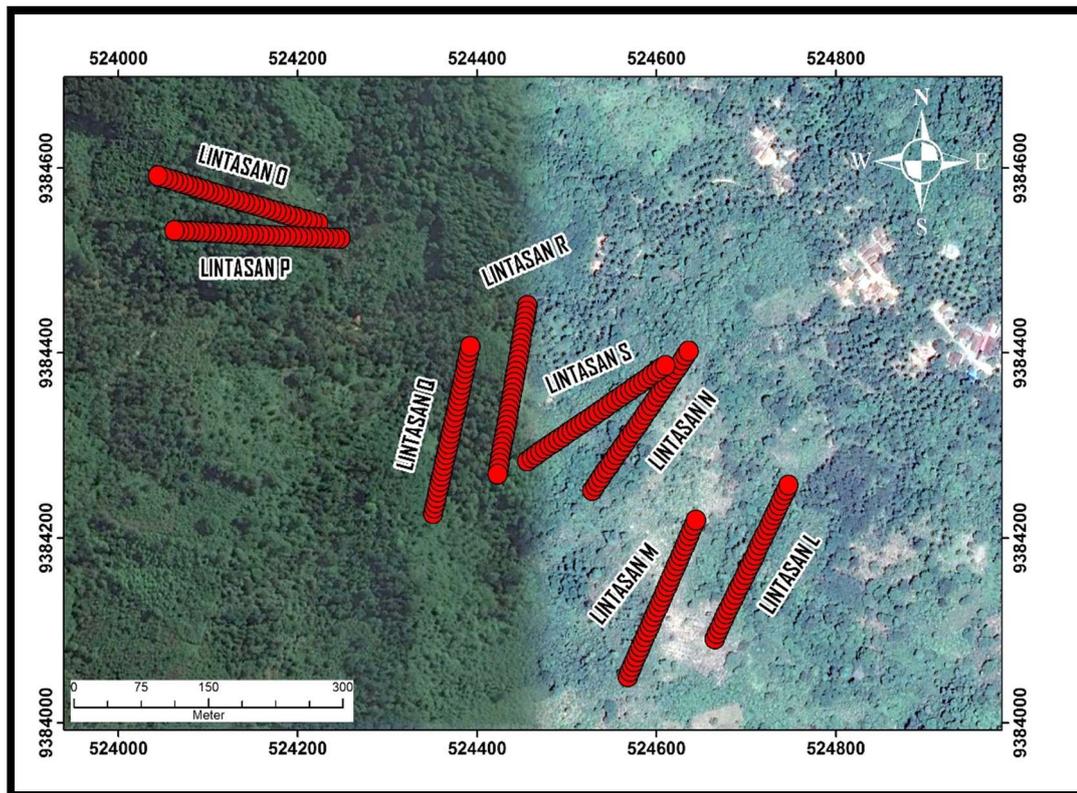
Adapun prosedur percobaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Akuisisi Data

Sebelum melakukan akuisisi data, perlu adanya suatu desain survei penelitian. Desain survei dibuat dengan menggunakan *Software Map*

Source, Google Earth dan Surfer (dapat dilihat pada **Gambar 13**). Pengukuran geolistrik tahanan jenis ini dilakukan dengan menggunakan 32 elektroda, 1 buah *switch box* dan *Multi-Channel Electrode Resistivitymeter*. Dari media tersebut akan dialirkan arus dan akan dilakukan perekaman variasi beda potensial. Data arus dan beda potensial inilah yang nantinya akan diolah untuk mendapatkan lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan.

Akuisisi data dilakukan di Desa Gebang, Kecamatan Padang Cermin. Pengambilan data merupakan tahapan pelaksanaan yang sangat penting sehingga prosedur pengukuran yang dilakukan di lapangan ini sangat perlu diperhatikan dengan baik. Pengukuran ini harus dilakukan dengan teliti dan benar, khususnya terkait dengan lintasan pengukuran yang harus sepanjang dengan lintasannya, ketepatan panjang bentangan atau spasi antar elektroda pada pengukuran serta pencatatan data nilai koordinat dan topografi dari *GPS* pada setiap titik datum point.

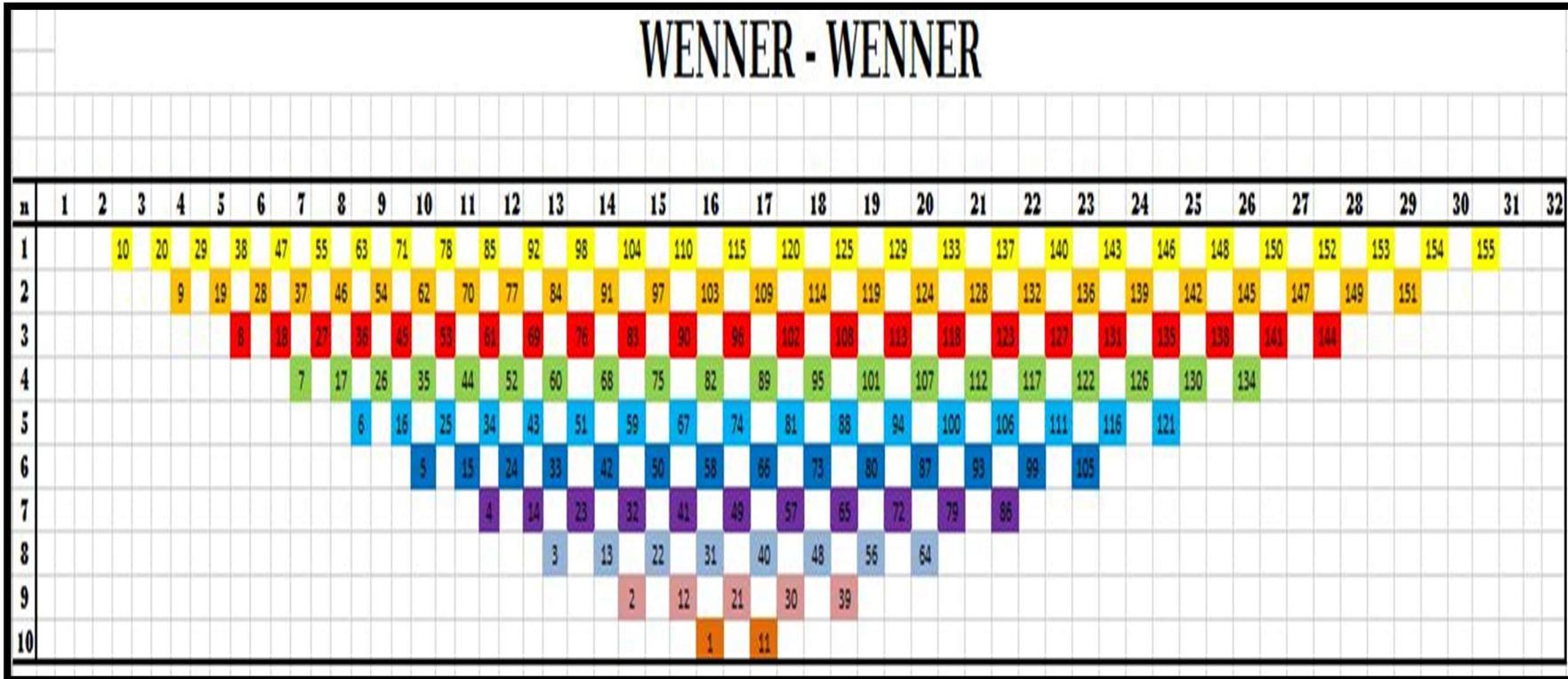


Gambar 13. Desain pengukuran pada penelitian

2. 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 resistivitas (ρ), sebelum menentukan nilai resistivitas terlebih dahulu menghitung nilai faktor geometri Konfigurasi *Wenner* dengan menggunakan rumus $2\pi a$. Setelah mendapatkan nilai faktor geometri maka dapat ditentukan nilai resistivitas dengan menggunakan rumus $\rho = K \frac{V}{I}$. Selanjutnya nilai resistivitas 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 resistivitas semua hasil pengukuran, penampang kedua menunjukkan kontur resistivitas semu dari hasil perhitungan (*calculated apparent resistivity*) dan penampang yang ketiga adalah *inverse model resistivitysection* yang menggambarkan kontur dari resistivitas sebenarnya, setelah melalui pemodelan inversi sehingga didapatkan kontur sebaran nilai resistivitas 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 resistivitas hasil dari inversi *Res2Dinv*.



Gambar 14. Datum konfigurasi *Wenner-Wenner*

3. Interpretasi data

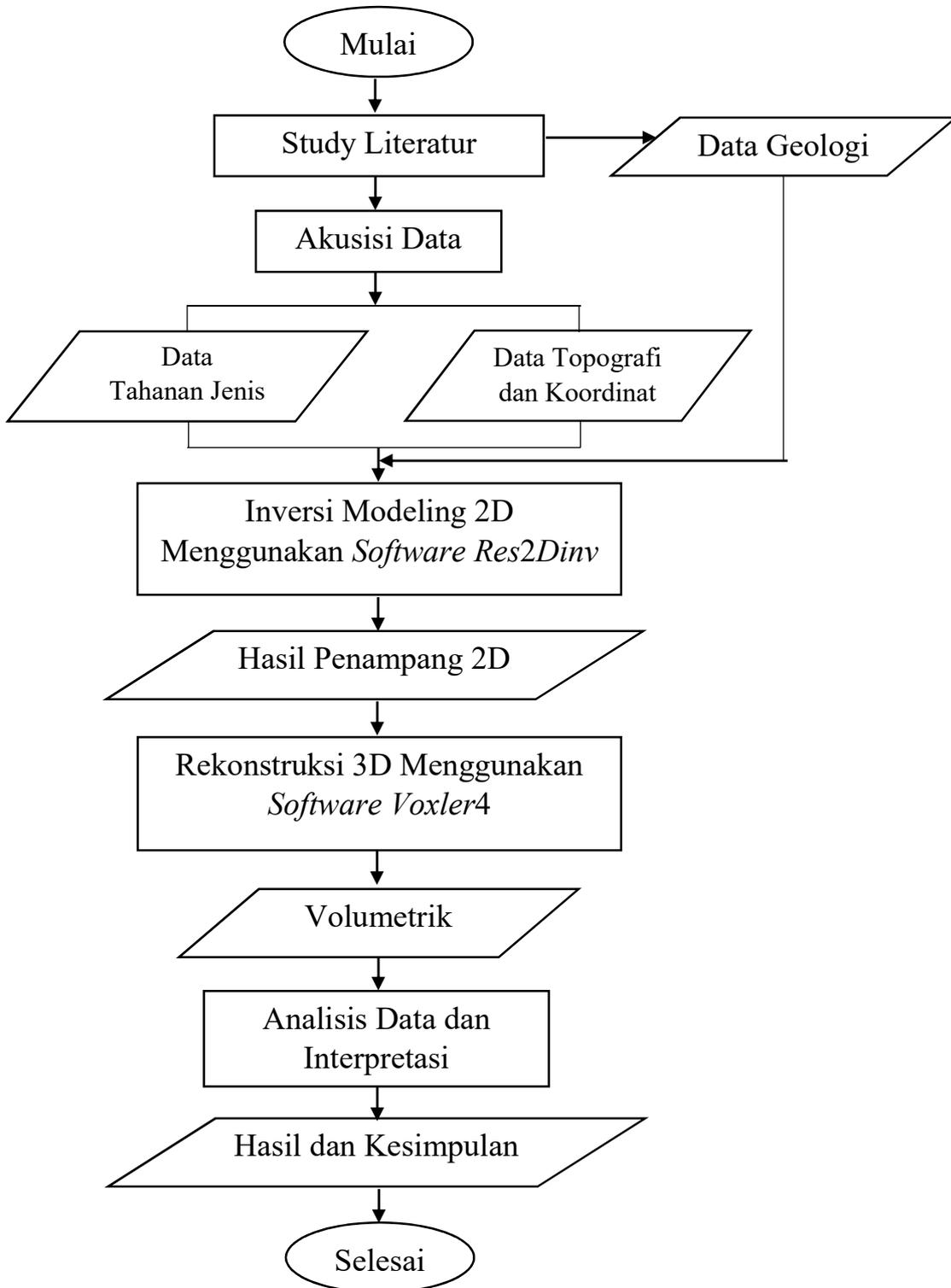
Pada tahapan ini, dilakukan analisa terhadap hasil penelitian untuk mengetahui gambaran kondisi lapisan batuan penyusun bawah permukaan pada daerah penelitian. Interpretasi data dilakukan dengan cara membandingkan dan mencocokkan variasi nilai resistivitas material batuan hasil inversi pengolahan data 2D dengan nilai resistivitas 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 .

Tabel 3. Nilai resistivitas terhadap material batuan (Telford,dkk1990)

NO	MATERIAL BATUAN	RESISTIVITAS BATUAN (OHM.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)

D. Diagram Alir

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 15** berikut :



Gambar 15. Diagram alir penelitian

BABVI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan pemodelan penampang 2D resistivitas, pendugaan lapisan batugamping memiliki nilai resistivitas tinggi sekitar 517 ohm.m sampai lebih dari 10.000 ohm.m (merah hingga ungu). Dibuktikan dengan ditemukannya beberapa singkapan batugamping pada daerah penelitian.
2. Pendugaan Batugamping pada daerah penelitian dapat dibuktikan juga dengan menggunakan reaksi kimia HCl (Asam Klorida). Jika Batuan tersebut bereaksi dengan mengeluarkan buih, maka mineral tersebut adalah Ca (*Calcium*). Dimana unsur senyawa Batugamping adalah CaCO_3 .
3. Pola penyebaran batugamping bawah permukaan pada daerah penelitian rata rata memiliki ketebalan 5-30 meter dengan kedalaman yang bervariasi.
4. Berdasarkan pemodelan geolistrik 3D, didapatkan estimasi cadangan volumetrik bahan galian batugamping untuk luasan ± 185.2 Ha adalah Lintasan Q,R,S, dan N 241982 m³ , Lintasan L dan M 210570 m³ , dan Lintasan O dan P 55158 m³ .

B. Saran

Dari hasil dan kesimpulan yang telah disampaikan penulis, penulis memberikan beberapa saran yang dapat membantu penelitian selanjutnya. Sebaiknya para peneliti dapat lanjut memperluas daerah pengambilan data, sehingga penyebaran batugamping bawah permukaan dapat terlihat baik. Kemudian perlu dilakukan uji sampel batuan untuk melihat kandungan unsur mineral yang ada pada batuan tersebut, terutama melihat kandungan *Calcium* (Ca) pada batugamping tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, N.F., Baqiya, M.A., dan Darminto., 2012. Pengaruh Penambahan Larutan MgCl₂ pada Sintesis Kalsium Karbonat. Presipitat Berbahan Dasar Batu Kapur dengan Metode Karbonasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol.1,no.1.
- Asquith, G dan Krygowski, D. 2004. *Basic Well Log Analysis: Second Edition*.The American Association of Petroleum Geologists (AAPG):Oklahoma.
- Bahri. 2005. *Hand Out Mata Kuliah Geofisika Lingkungan dengan topik Metode Geolistrik Resistivitas*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS: Surabaya.
- Burger, H.R. 1992. *Eksplorasi Geofisika of the Shallow Subsurface*. Prentice Hall: New Jersey.
- Djoko, S. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Departement Teknik Geofisika ITB: Bandung.
- Dunham, R.J. 1962. Classification of Carbonates Rock According to Depositional Texture, in Ham, E.E., ed, Classification of Carbonate Rock, AAPG Memoir.
- Halliburton. 2001. *Basic Petroleum Geology and Log Analysis*: Halliburton.
- Harsono, A. 1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log: Edisi Revisi-8*. Schlumberger Oil Services: Indonesia.
- Hurun, N. 2016. Analisis Data Geolistrik Resistivitas Untuk Pemodelan Struktur Geologi Bawah Permukn Gunung Lumpur Bangkalan. Skripsi Sarjana Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang:Tidak diterbitkan.
- Jasruddin., Noviyanti.,dan Sujiono, E.H., 2015. Karakterisasi Kalsium Karbonat dari Batu Kapur Kelurahan Tellu Limpoe Kecamatan Suppa. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. Jilid 11, no.2.
- Loke, M.H. 2004. *Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. Birmingham University: England.

- Lowrie, W. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge University Press, p. 293-320.
- Margareta, M.A.H., Fuad, A., dan Wonorahardjo, S., 2015. Sintesa Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) Berbasis Batu Kapur. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. Vol.5, no 1.
- Mangga, SA., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer dan Sidarto. 1993. *Peta Lembar Tanjungkarang, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Nurwidyanto, M.I., Noviyanti, I. Dan Widodo, S. 2005. Estimasi Hubungan Porositas dan Permeabilitas pada Batupasir (Study Kasus Formasi Kerek, Ledok, Selorejo). *Jurnal Berkala Fisika*. 8 (3), p. 87-90.
- Milsom, J. 2003. *Field Geophysics: The Geological Field Guide Series*. Unviversty College London: England.
- Peters, E.J. 2012. *Petrophysics*. Departement of Petroleum and Geosystems Engineering The Unviersity of Texas: USA.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd: New York.
- Reynolds, J.M. 2005. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd, p.156-160.
- Schlumberger. 1989. *Log Interpretation Principles/ Applications*. Schlumberger Wireline & Testing : Texas
- Smith, R.B., dan Silver, A.E. 1991. Geology of a Mioecene collision complex, Buton, Eastern Indonesia. *Geological Society of America Bulletin*, p.-.
- Sunggu, S.R.B.O. 2017. Pola Penyebaran Batu Gamping Bawah Permukaan Daerah Kasumpat Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger. Skripsi Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan: Tidak diterbitkan.
- Taib, M.I.T. 2004. *Eksplorasi Geolistrik*. ITB Press: Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press: Australia.