

**IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS DAN *WELL
LOGGING* DI DESA WARINGIN SARI BARAT, WARINGIN
SARI TIMUR DAN SIDODADI, KABUPATEN PRINGSEWU,
LAMPUNG**
(Skripsi)

Oleh

Pratiwi Ayurizky Partika



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

IDENTIFICATION OF SOIL WATER AQUIFER ZONE USING RESISTIVITY AND WELL LOGGING METHODS IN WARINGIN SARI BARAT VILLAGE, WARINGIN SARI TIMUR AND SIDODADI, PRINGSEWU DISTRICT, LAMPUNG

**By
Pratiwi Ayurizky Partika**

ABSTRACT

This research was located in Waringin Sari Barat Village, Waringin Sari Timur, and Sidodadi, Pringsewu District, Lampung. This research uses Resistivity and *Well Logging* methods. The resistivity method aims to determine the presence of a carrier layer of water, while *Well Logging* is used as supporting data. The use of this method is to provide information about the distribution of groundwater aquifers, which are used to confirm groundwater aquifers, lithology and the determination of effective sampling points. The main work of Geoelectric is measuring resistance type (*resistivity*) by flowing electric current into rock or soil through a current electrode, then the current is received by the potential electrode. The method used in geoelectric is Schlumberger with a proceed by Resty, while Well Logging uses *LogPlot*. The results of the resistivity method at WSB at a depth of 25 - 80 m were dominated by sandstone layers, WST at depths of 16.80 - 72.80 m dominated by sandstone and SD layers at depths of 25.80 - 67.90 m dominated by silt sandstones, while the Well Logging method reads the 1D charts, Well Logging at WSB at depths of 35 - 42 m and 45 - 52 m with sand layers, WST at depths of 28 - 39 m and 56 - 70 m with sand layers, SD at depths 31 - 51 m there are sandstone silt layers and 51 - 64 there tuffaceous sandstones. Groundwater aquifers in the reasearch area are dominated by sandstone layers. Geoelectric and well logging methods can show good correlation in determining groundwater aquifers.

Keywords: Geoelectric, *Well Logging*, Groundwater Aquifer.

IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE RESISTIVITAS DAN *WELL LOGGING* DI DESA WARINGIN SARI BARAT, WARINGIN SARI TIMUR DAN SIDODADI, KABUPATEN PRINGSEWU, LAMPUNG

Oleh
Pratiwi Ayurizky Partika

ABSTRAK

Penelitian ini berada pada Desa Waringin Sari Barat, Waringin Sari Timur dan Sidodadi, Kabupaten Pringsewu, Lampung. Penelitian ini menggunakan metode Resistivitas dan *Well Logging*. Metode resistivitas bertujuan untuk mengetahui adanya lapisan pembawa air sedangkan *Well Logging* digunakan sebagai data pendukung. Digunakannya metode ini adalah untuk memberikan informasi mengenai sebaran akuifer air tanah, yang digunakan dalam mengkonfirmasi akuifer air tanah, lithologi dan penentuan titik bor pengambilan sampel yang efektif. Prinsip kerja Geolistrik adalah mengukur tahanan jenis (*resistivity*) dengan mengalirkan arus listrik kedalam batuan atau tanah melalui elektroda arus, kemudian arus diterima oleh elektroda potensial. Metode yang digunakan pada geolistrik yaitu *Schlumberger* dengan pengolahan menggunakan *Resty*, sedangkan pada *Well Logging* menggunakan *LogPlot*. Hasil dari metode resistivitas di WSB pada kedalaman 25 – 80 m didominasi oleh lapisan batupasir, WST pada kedalaman 16.80 – 72.80 m didominasi oleh lapisan batupasir dan SD pada kedalaman 25.80 – 67.90 m didominasi oleh lapisan batupasir lanau sedangkan pada metode *Well Logging* pembacaan grafik 1D *Well Logging* di WSB pada kedalaman 35 – 42 m dan 45 – 52 m dengan lapisan *sand*, WST pada kedalaman 28 – 39 m dan 56 – 70 m dengan lapisan *sand*, SD pada kedalaman 31 – 51 m terdapat lapisan Batupasir lanau dan 51 – 64 terdapat batupasir tufaan. Akuifer air tanah di daerah penelitian tersebut didominasi oleh lapisan batupasir. Metode Geolistrik dan *well logging* dapat menunjukkan korelasi yang baik dalam menentukan akuifer air tanah.

Kata Kunci: Geolistrik, *Well Logging*, Akuifer Air Tanah.

**IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS DAN WELL
LOGGING DI DESA WARINGIN SARI BARAT, WARINGIN
SARI TIMUR DAN SIDODADI, KABUPATEN PRINGSEWU,
LAMPUNG**

Oleh

Pratiwi Ayurizky Partika

Skripsi

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

pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



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

Judul Skripsi

: IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR
TANAH MENGGUNAKAN METODE
RESISTIVITAS DAN *WELL LOGGING* DI
DESA WARINGIN SARI BARAT,
WARINGIN SARI TIMUR DAN SIDODADI,
KABUPATEN PRINGSEWU, LAMPUNG

Nama Mahasiswa

: *Pratiwi Ayurizky Partika*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1415051056

Jurusan

: Teknik Geofisika

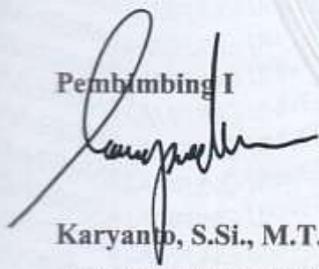
Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

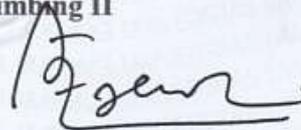
Pembimbing I



Karyanto, S.Si., M.T.

NIP. 19691230 199802 1 001

Pembimbing II



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

NIP. 19720928 199903 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika



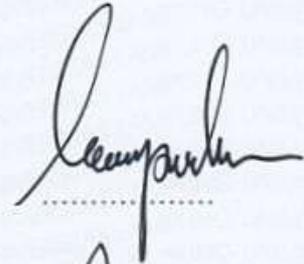
Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.

NIP. 19750911 200012 1 002

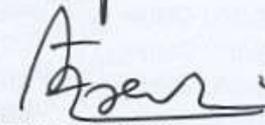
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



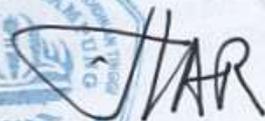
Sekretaris : Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.



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



2. Dekan Fakultas Teknik



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 Juli 2019

PERNYATAAN

ROWAYAT HIDUP

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh 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 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, 20 Juli 2019

Penulis,



Pratiwi Ayurizky Partika

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Muara Bulian, Kota Jambi pada tanggal 10 November 1996 yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Pembina Muara Bulian 2001, SDN 13 Rengas Condong, Kecamatan Muara Bulian, Batanghari, Jambi pada Tahun 2008, SMPN 3 Batanghari, Jambi pada Tahun 2011 dan SMAN 1 Batanghari, Jambi pada Tahun 2014. Selanjutnya, pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswi di Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung angkatan 2014 melalui jalur undangan SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Selama menjadi mahasiswi, penulis aktif di beberapa kegiatan kampus antara lain: Eksekutif Muda BEM-FT Universitas Lampung (2014-2015), Anggota aktif dinas kesekretariatan BEM-FT Universitas Lampung (2015-2016), Anggota aktif bidang kesekretariatan HIMA TG BHUWANA Universitas Lampung (2015-2016), Anggota aktif divisi Humas HMGI REGIONAL Universitas Lampung (2015-2016), Anggota

aktif bidang kesekretariatan HIMA TG BHUWANA Universitas Lampung (2016-2017), Staff ahli kesekretariatan BEM-FT Universitas Lampung (2016-2017), Wakil kepala divisi internal HMGI REGIONAL Universitas Lampung (2016-2017), Anggota aktif divisi *Company Visit* SEG-SC Universitas Lampung (*Society of Exploration Geophysics*) *Student Chapter* Universitas Lampung (2016-2017), Anggota aktif divisi *Education* SEG-SC Universitas Lampung (*Society of Exploration Geophysics*) *Student Chapter* Universitas Lampung (2017-2018), Sekretaris dinas kesekretariatan BEM FT Universitas Lampung (2017).

Selama masa kuliah, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Geolistrik pada tahun 2018-2019.

Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Gedung Eksploitasi Kelompok Evaluasi Formasi, PPPTMGB LEMIGAS, Jakarta Selatan selama satu bulan dengan tema: “**Analisis Routine Core Pada Conventional Core di Laboratorium PPPTMGB LEMIGAS**” pada bulan Februari – Maret 2017. Kemudian, penulis melaksanakan Kerja Kuliah Nyata (KKN) pada bulan Juli – Agustus 2017 di Tanjung Setia, Kecamatan Pesisir Selatan, Kabupaten Lampung Barat. Penulis melakukan penelitian Tugas Akhir di LGS (Lampung Geosains Survey), kelompok Geolistrik dan *Well Logging* hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya pada tanggal 08 Juli 2019 dengan mengambil tema: “**Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas dan Well Logging di Desa Waringin**

**Sari Barat, Waringin Sari Timur dan Sidodadi, Kabupaten Pringsewu,
Lampung”.**

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan lafaz Hamdalah, ku persembahkan skripsi ini kepada :

Ayahanda Dan Ibunda Tercinta

Bapak Eddy Yanuar & Ibu Erma Suryani

Penyemangat ku yang selalu mengirimkan do'a dan mengharapkan kebahagiaan untuk ku. Kalian segala-segalanya bagi ku. Do'a dan ketulusan ku selalu tercurahkan untuk kalian ayah dan ibu.

Adikku Tersayang

Erdyan Zaqy Nugraha dan Witri Surya Jannah

Teman, sahabat, musuh, keluarga ku ketika dirumah. Patner ribut dan meramaikan suasana dirumah, kalian segala-galanya bagiku.

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2014

Menjadi keluarga, suka dan duka dari awal hingga akhir serta kenangan yang telah kita ukir bersama-sama. Tetaplah Solid, angkatan ku.

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

MOTTO

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan
kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah 286)*

*“Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesabaran
yang kau jalani, yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa
betapa pedihnya rasa sakit”
(Ali bin Abi Thalib)*

*“Tak ada yang bisa membuatmu merasa rendah diri tanpa
persetujuanmu”
(Pratiwi Ayurizky Partika)*

*“Bermimpilah seakan kau akan hidup selamanya. Hiduplah seakan
kau akan mati hari ini”
(Pratiwi Ayurizky Partika)*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'aalamiin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas dan Well Logging di Desa Waringin Sari Barat, Waringin Sari Timur dan Sidodadi, Kabupaten Pringsewu, Lampung**”. Skripsi ini merupakan hasil penelitian Tugas Akhir penulis di LGS (Lampung Geosains Survey) pada bulan Agustus – November 2018 dan sebagai syarat dalam meraih gelar S-1 Teknik Geofisika Universitas Lampung.

Penulis berharap hasil dari penelitian ini semoga dapat menambah pengetahuan petrofisika, terutama di bidang Ilmu Geofisika. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca untuk kemajuan kita bersama. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan masa kini maupun mendatang.

Penulis

Pratiwi Ayurizky Partika

SANWACANA

Dalam kegiatan Tugas Akhir sampai penulisan skripsi yang berjudul “**Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas dan *Well Logging* di Desa Waringin Sari Barat, Waringin Sari Timur dan Sidodadi, Kabupaten Pringsewu, Lampung**”, banyak pihak yang telah membantu dan memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi penulis. Semoga Allah membalas semua kebaikan-kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Pada sanwacana ini, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Kedua orangtua terhebat yang sangat penulis cintai dan sayangi Papa dan Mama. Serta adik-adik yang sangat penulis cintai dan sayangi Zaqy dan Witri. Terimakasih untuk doa, kerja keras dan pengorbanan papa dan mama yang selalu menyertai penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini sebagai skripsi. Terimakasih adik-adik yang selalu menyemangati dan mendukung penulis selama perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini.
2. Keluarga Besar Imron dan Salami yang sangat penulis sayangi, yang selalu membantu penulis dan mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Prof. Suharno, M. Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung dan Pembimbing Akademik.

4. Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
5. Bapak Karyanto, S.Si., M.T. sebagai Pembimbing 1 dalam Penelitian Skripsi.
6. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. sebagai Pembimbing 2 dalam Penelitian Skripsi.
7. Bapak Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.Si. sebagai Pembahas dalam Penelitian Skripsi.
8. Semua dosen Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan sampai penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
9. LGS (Lampung Geosains Survey) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir.
10. Kak Duta selaku Pembimbing Tugas Akhir di LGS (LAMPUNG Geosains Survey). Terimakasih atas ilmu dan pengajaran yang diberikan kepada penulis, serta kesabaran bapak dalam membimbing penulis.
11. Kak Dimas, Kak Egi, dan Bang Bagus yang banyak membantu dan memberikan saran kepada penulis selama Tugas Akhir di LGS.
12. Kak Edi, Kak Putu dan Kak Haidar yang telah memberi saran dan bantuan untuk penulisan Tugas Akhir di Teknik Geofisika.
13. Ari Satria (TG UNJA) yang banyak membantu dan mau direpotkan dengan skripsi ini.
14. Puwala temen curhat, main, ketika sendiri dia selalu menemani dalam susah maupun senang walaupun dia sendiri sibuk, mengerti dengan sifat, kelakuan

saya dan udah kayak saudara sendiri.

15. Nadiya temen kosan yang selalu sibuk dengan PUBG dia, temen makan, temen ngegame, temen berantem, pokoknya segalanya deh.
16. Biji Cabe: Puwala, Opi, Nadya, Retno dan Nina. Terimakasih sudah mengukir kenangan bersama, membuat kenangan dan kerecehan bersama. Semoga kita sukses selalu, aamiin!!
17. Delvia dan Galang yang sudah mau sabar untuk ngajarin untuk persiapan sidang ini, walaupun kadang harus kena marah dulu sama dia.
18. Aul dan Ideng yang telah memotivasi sampai saat ini, sabar menghadapi tingkah laku selama ini dan selalu memberi saran, nasehat dan semangat.
19. Martin yang sudah mau direpotkan untuk skripsi ini, walaupun dia sendiri sibuk waktu itu.
20. Kecu : Fitria, Ipeh, Jawir, Desta, Delvia, Aul, Ideng, Sofyan, Alfa, Aldi, Gaffar, Mora, Nana, Fajar,, Ghiat, Iqbal, Farizi, Filza. Terimakasih sudah mengukir kenangan bersama, membuat kenangan, dan sabar dengan tingkah laku dan sifat selama ini.
21. Rani, Ayu dan Maul yang udah mau direpotkan membantu untuk belajar dan persiapan selama ini.
22. Keluarga Besar Teknik Geofisika Angkatan 2014, yang telah menjadi keluarga bagi penulis di tanah rantau ini, terimakasih untuk waktu yang sudah kita habiskan bersama. Suka dan duka yang kita alami dari awal hitam putih sampai akhir hitam putih ini.
23. Gadis Jambi: Ayu, Maul, dan Nopi yang berjuang meraih gelar S.T bersama-sama di rantauan.

24. Dendi, Bora dan Eka kadang ngeselin tapi ketika minta saran, main mereka selalu ada walaupun harus sabar dahulu untuk menghadapinya.
25. Serta semua pihak yang terlibat dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa laporan penelitian tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, namun Penulis berharap laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 18 Juli 2019

Penulis,

Pratiwi Ayurizky Partika

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
KATA PENGANTAR	xii
SANWACANA	xiii
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4

C. Batasan Masalah Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Letak dan Lokasi Penelitian	5
B. Geologi Daerah Penelitian	6
1. Fisiografi	6
C. Tektonika	7
D. Jenis Batuan Sekitar Daerah Penelitian	7
BAB III. TEORI DASAR	
A. Siklus Hidrologi	10
B. Air Tanah	11
1. Pengertian Dasar	11
2. Penampang Bawah Tanah	12
3. Klasifikasi Air Tanah	13
4. Tipe Akuifer	13
C. Prinsip Dasar Kelistrikan Bumi	14
D. Potensial Listrik Pada Bumi	15
E. Prinsip Metode Tahanan Jenis	16
F. Sifat Listrik Batuan	18
G. Aliran Listrik di dalam Bumi	21
H. Resistivitas Semu (<i>Apparent Resistivity</i>)	26
I. Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	27
J. Tahanan Jenis Batuan	29
K. Metode <i>Well Logging</i>	31
L. Tipe – Tipe <i>Log</i>	34
M. Pengolahan Data <i>Well Log</i>	39
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	40
B. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	41
C. Prosedur Penelitian	41
D. Diagram Alir	43
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Pengolahan Data <i>Resty</i> dan <i>Logging</i> pada Daerah Penelitian di Waringin Sari Barat	44

1. Interpretasi Kualitatif Berdasarkan <i>Resty</i>	44
2. Interpretasi Kualitatif Berdasarkan <i>LogPlot</i>	45
B. Pengolahan Data <i>Resty</i> dan <i>Logging</i> pada Daerah Penelitian di Waringin Sari Timur	59
1. Interpretasi Kualitatif Berdasarkan <i>Resty</i>	59
2. Interpretasi Kualitatif Berdasarkan <i>LogPlot</i>	70
C. Pengolahan Data <i>Resty</i> dan <i>Logging</i> pada Daerah Penelitian di Sidodadi	74
3. Interpretasi Kualitatif Berdasarkan <i>Resty</i>	74
4. Interpretasi Kualitatif Berdasarkan <i>LogPlot</i>	85

BAB VI. KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian (Modifikasi dari Amin, dkk., 1993 dan Mangga, dkk., 1993)	5
2. Satuan Morfologi Lembar Kotaagung (Amin, dkk., 1993)	6
3. Siklus Hidrologi (Asmaranto, 2014)	11
4. Penampang Bawah Tanah (Cornelia, 2008)	12
5. Zona Tidak Jenuh dan Zona Jenuh (Cornelia, 2008)	12
6. Tipe Akuifer (Kodoatie, 2012)	14
7. Silinder konduktor (Lowrie, dkk., 2007)	20
8. Sumber arus 2 titik pada permukaan homogen isotropis (Telford, dkk., 1990).....	22
9. Sumber arus berupa titik pada permukaan bumi homogen (Telford, dkk., 1990)	22
10. Dua pasang elektroda arus dan elektroda potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan resistivitas ρ (Telford, dkk., 1990)	24
11. Perubahan bentuk pada bidang equipotensial dan garis aliran arus untuk dua titik sumber arus pada permukaan tanah homogen (Telford, dkk., 1990).....	26
12. Konfigurasi Schlumberger (Telford, dkk., 1990).....	27

13. Pengukuran <i>Well Logging</i> (Darling, 2005)	33
14. Skematik diagram dari pengaturan <i>wireline logging</i> modern (Rider, 2002) .	34
15. Contoh shale baseline dan didefinisikan SSP dalam log SP (Rider, 2002)	36
16. Kontras karakteristik resolusi lapisan dari alat resistivitas (Rider, 2002)	38
17. Diagram Alir	43
18. Peta Geologi dan Plot titik pengukuran di daerah Penelitian	45
19. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik WS-B1 dalam grafik 1D	46
20. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran WS-B1	48
21. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik WS-B2 dalam grafik 1D	49
22. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran WS-B2	51
23. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik WS-B3 dalam grafik 1D.....	52
24. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran WS-B3.....	54
25. Hasil Pengolahan Data <i>Well Logging</i> sumur WSB-01 dalam grafik 1D	56
26. Hasil Korelasi Antara Data Geolistrik dan <i>Well Logging</i>	58
27. Peta Geologi dan Plot titik pengukuran di daerah Penelitian	60
28. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik WS-T1 dalam grafik 1D	61
29. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran WS-T1	63
30. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik WS-T2 dalam grafik 1D	64
31. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran WS-T2.....	66
32. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik WS-T3 dalam grafik 1D	67
33. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran WS-T3.....	69
34. Hasil Pengolahan Data <i>Well Logging</i> sumur WST-03 dalam grafik 1D	71
35. Hasil Korelasi Antara Data Geolistrik dan <i>Well Logging</i>	73

36. Peta Geologi dan Plot titik pengukuran di daerah Penelitian	75
37. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik SD-01 dalam grafik 1D	76
38. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran SD-01	78
39. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik SD-02 dalam grafik 1D.....	79
40. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran SD-02	81
41. Hasil Pengolahan Data <i>Resistivity</i> titik SD-03 dalam grafik 1D.....	82
42. Hasil Interpretasi Litologi pada Titik Pengukuran SD-03	84
43. Hasil Pengolahan Data <i>Well Logging</i> sumur SD-01 dalam grafik 1D	86
44. Hasil Korelasi Antara Data Geolistrik dan <i>Well Logging</i>	88
45. Korelasi Penampang Litologi.....	90

DAFTAR TABEL

Gambar	Halaman
1. Tahanan Jenis Batuan Sedimen (Telford, dkk., 1990)	30
2. Tahanan Jenis Batuan Beku dan Metamorf (Telford, dkk., 1990)	30
3. <i>Time Schedule</i> Penelitian	40
4. Perbandingan Kedalaman Air Tanah dari Geolistrik dan <i>Logging</i> di Waringin Sari Barat	57
5. Perbandingan Kedalaman Air Tanah dari Geolistrik dan <i>Logging</i> di Waringin Sari Timur	72
6. Perbandingan Kedalaman Air Tanah dari Geolistrik dan <i>Logging</i> di Sidodadi	87
7. Perbandingan Untuk Lapisan Akuifer Air Tanah	89

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Air merupakan kebutuhan pokok manusia untuk melangsungkan kehidupan dan meningkatkan kesejahteraannya. Pembangunan di bidang sumber daya air pada dasarnya adalah upaya untuk memberikan akses secara adil kepada seluruh masyarakat untuk mendapatkan air agar hidup dengan cara yang sehat, bersih, dan produktif.

Indonesia yang terletak di daerah tropis merupakan negara yang mempunyai ketersediaan air yang cukup. Namun secara ilmiah Indonesia menghadapi kendala dalam memenuhi kebutuhan air karena distribusi yang tidak merata, sehingga air yang dapat disediakan akan selalu sesuai dengan kebutuhan, baik dalam jumlah maupun mutu.

Air yang kita gunakan sehari-hari telah menjalani siklus hidrologi, yaitu telah melalui proses penguapan (*evaporation*) dari air laut, danau maupun sungai lalu mengalami kondensasi di atmosfer dan kemudian menjadi air hujan yang turun ke permukaan bumi. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tersebut, ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Air yang langsung mengalir di permukaan bumi tersebut, ada yang

mengalir ke sungai, lalu mengalir ke danau dan akhirnya sampai mengalir kembali ke laut. Sementara itu, air yang meresap ke bawah permukaan bumi melalui dua sistem, yaitu sistem air tidak jenuh (*vadous zone*) dan sistem air jenuh. Sistem air jenuh, adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada pada suatu cekungan air tanah. Sistem ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrogeologi, dan gaya tektonik serta struktur bumi yang membentuk cekungan airtanah tersebut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang kita kenal dengan akifer (*aquifer*). Akuifer atau lapisan pembawa air, secara geologi merupakan suatu lapisan batuan yang mengandung air, dimana batuan pada lapisan tersebut mempunyai sifat-sifat yang khas yang memiliki permeabilitas dan porositas air yang cukup baik. Biasanya lapisan pasir (*Sandstone*) atau lapisan lainnya yang mengandung pasir (Bowen, 1986).

Dalam upaya memenuhi kebutuhan akan air bersih bagi masyarakat, pemerintah Indonesia mengadakan suatu program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS). Program Pamsimas bertujuan untuk meningkatkan jumlah fasilitas pada masyarakat kurang terlayani termasuk masyarakat berpendapatan rendah di wilayah perdesaan dan peri-urban. Dengan Pamsimas, diharapkan mereka dapat mengakses pelayanan air minum dan sanitasi yang berkelanjutan serta meningkatkan penerapan perilaku hidup bersih dan sehat. Penerapan program ini dalam rangka mendukung pencapaian target MDGs (sektor air minum dan sanitasi) melalui pengarusutamaan dan perluasan pendekatan pembangunan berbasis masyarakat.

Salah satu provinsi yang mengalami darurat ketersediaan air bersih adalah Provinsi Lampung. Pada penelitian kali ini berada pada Desa Waringin Sari Barat, Waringin

Sari Timur dan Sidodadi Kabupaten Pringsewu, Lampung. Untuk menunjang keberhasilan program ini dibutuhkan pendekatan geofisika yang nantinya akan mampu memberikan rekomendasi keberadaan sumber air bersih atau sumur dalam untuk digunakan atau diproduksi oleh warga setempat.

Adapun pada penelitian kali ini menggunakan metode resistivitas dan *well log* digunakannya metode resistivitas itu sendiri yaitu cara untuk mengetahui adanya lapisan pembawa air. Dengan cara ini lapisan pembawa air dapat diketahui kedalaman, ketebalan, serta penyebarannya. Pada metode resistivitas paling dominan digunakan untuk mencari kandungan air berdasarkan parameter sebaran beda resistivitas. Sedangkan pada *well log* itu sendiri dapat digunakan dalam pemodelan kondisi bawah permukaan bumi berdasarkan sifat kelistrikan. Pada *well log* itu sendiri nantinya digunakan sebagai data pendukung pada penelitian kali ini. Digunakannya metode ini adalah untuk memberikan informasi mengenai sebaran akuifer air tanah, yang digunakan dalam mengkonfirmasi akuifer air tanah, lithologi dan penentuan titik bor pengambilan sampel yang efektif. Sehingga dapat memperkecil resiko kegagalan eksplorasi dalam penentuan nilai cadangan terhitung. Kegiatan eksplorasi air dengan metode resistivitas dan *well log* ini dilakukan di Desa Waringin Sari Barat, Waringin Sari Timur dan Sidodadi, Kabupaten Pringsewu, Lampung.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi litologi bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas batuan pada daerah penelitian
2. Mengidentifikasi kedalaman akuifer air tanah.
3. Mengkorelasi kedalaman dan ketebalan lapisan akuifer air tanah berdasarkan nilai resistivitas dan potensial diri (*SP*) pada daerah penelitian.

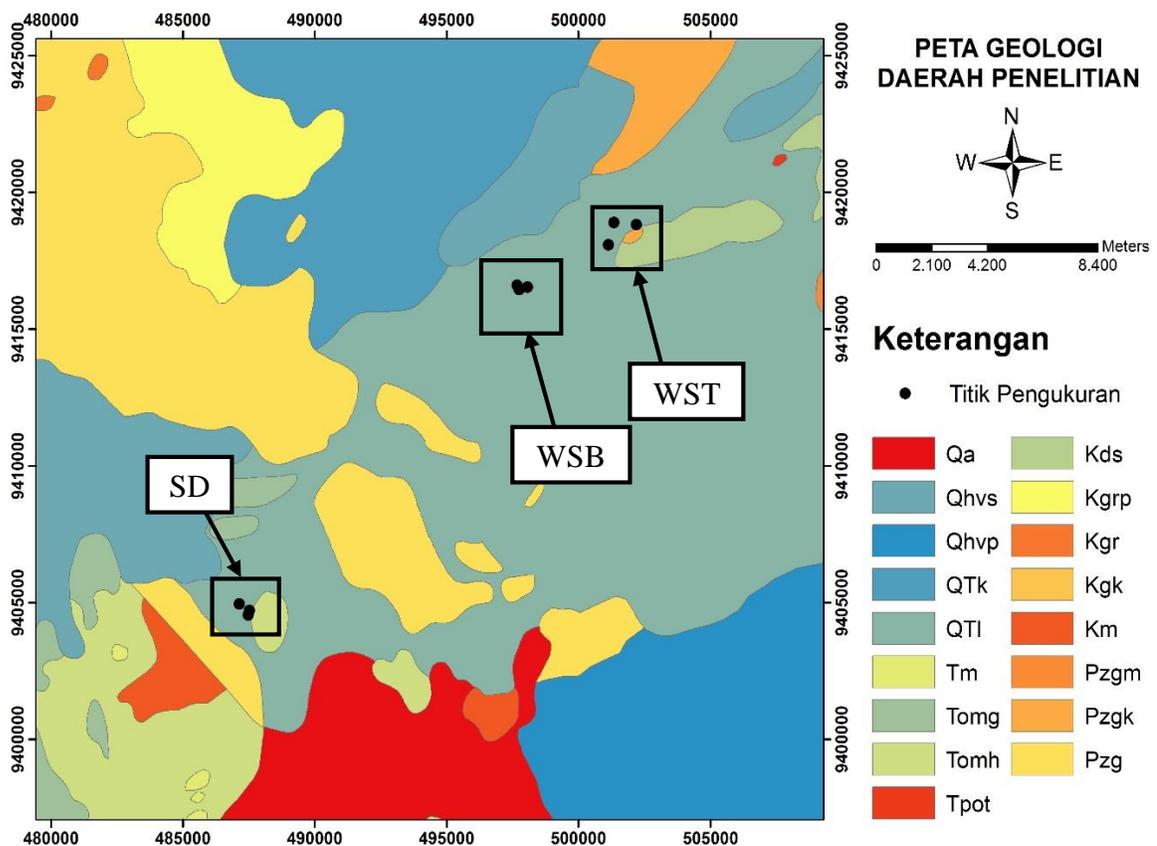
C. Batasan Masalah Penelitian

1. Data geolistrik dan data *log* merupakan data sekunder dari 9 titik geolistrik dan 3 titik data *log* yang berada di Waringin Sari Barat, Waringin Sari Timur dan Sidodadi
2. Tahapan untuk penentuan akuifer air tanah ini berdasarkan korelasi dari data geolistrik dan *Well log*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Letak dan Lokasi Penelitian

Daerah penelitian termasuk dalam lembar Kotaagung dan Tanjung Karang dimana Kotaagung yang terletak di ujung selatan Sumatra, yang mana bagian selatan di batasi oleh Kabupaten Pesawaran dan Kabupaten Tanggamus.



Gambar 1. Peta Geologi Lokasi Penelitian (Modifikasi dari Amin, dkk., 1993 dan Mangga, dkk., 1993)

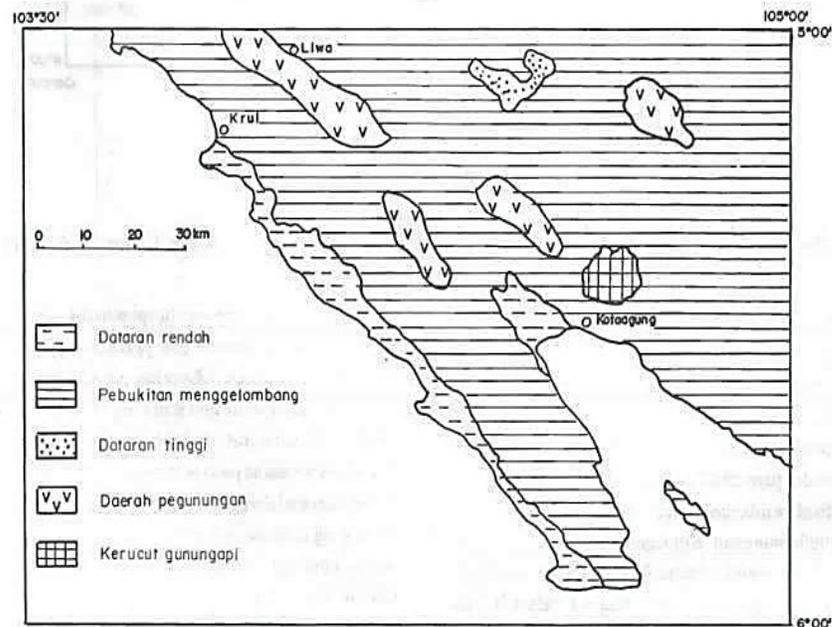
B. Geologi Daerah Penelitian

1. Fisiografi

Daerah penelitian termasuk pada Lembar Kotaagung dan Tanjung Karang, dimana lembar ini dapat dibagi menjadi lima satuan morfologi yang mencerminkan keadaan geologinya.

Dataran rendah sepanjang tepian bagian barat, pegunungan dan perbukitan dibagian barat, tengah dan bagian timur laut, perbukitan bergelombang menempati sebagian besar daerah ini, dataran tinggi dan kerucut gunungapi **Gambar 2**. Daerah perbukitan bergelombang menempati 70% lembar, terdiri dari sedimen tersier, gunungapi kuarter, batuan terobosan dan sedikit batuan malihan dengan ketinggian beberapa puluh sampai 750m diatas muka laut.

Pada daerah penelitian banyak memiliki daerah perbukitan dan dataran rendah, sehingga di daerah tersebut berpotensi memiliki akuifer yang bagus



Gambar 2. Satuan Morfologi (Amin, dkk., 1993)

C. Tektonika

Lembar Kotaagung dan Tanjung Karang terletak ditepi barat daya daratan Sunda, sebagai pengembangan daratan Asia Tenggara dari lempeng Eurasia dan merupakan bagian dari Busur Sunda. Kerak samudra yang mengalasi samudra India dan bagian dari lempeng India – Australia sekarang menunjam miring sepanjang Parit Sunda di lepas pantai barat Surnatera.

D. Jenis Batuan Sekitar Daerah Penelitian

Geologi daerah penelitian secara umum terdiri dari batuan urutan kuarter. Pada daerah penelitian secara geologi tersusun oleh formasi sebagai berikut:

-  Formasi Aluvium (Qa) yang tersusun oleh kerakal, kerikil, pasir, lempung dan gambut.
-  Batuan Gunungapi Kuarter Muda (Qhvs) yang tersusun oleh Breksi, lava dan tuf bersusunan andesit-basal; sumber G. Rindingan (Qhvs).
-  Batuan Gunungapi Kuarter Muda (Qhv) yang tersusun oleh Breksi, lava dan tuf bersusunan andesit-basal
-  Formasi Kasai (Qtk) yang tersusun oleh yang tersusun oleh perselingan batupasir tufan dengan tuf berbatuapung, struktur silangsiur, sisipan tipis lignit dan kayu terkeringkan.

-  Formasi Lampung (Qtl) yang tersusun oleh tuf berbatuapung, batupasir Tuf.
-  Batuan Terobosan (Tm) yang tersusun oleh Granit (gr), granodiorit (gd), diorit (di), dasit (da).
-  Formasi Gading (Tomg) yang tersusun oleh Batupasir, batulanau dan batulempung dengan sisipan batugamping dan lignit.
-  Formasi Hulusimpang (Tomh) yang tersusun oleh Breksi gunungapi, lava, tuf bersusunan andesitik-basal, terubah, berurat kuarsa dan bermineral sulfida.
-  Formasi Tarahan (Tpot) yang tersusun oleh Tuf padu, breksi dengan sisipan rijang.
-  Diorit Sekampung Terdaunkan (Kds) yang tersusun oleh Diorit dan diorit kuarsa.
-  Granit Kapur (Kgrp) yang tersusun oleh ganit, granodiorit dan tonalit terdaunkan p: granut padean, c: granit curug.
-  Formasi Granit Kapur (Kgr) yang tersusun oleh ganit, granodiorit dan tonalit terdaunkan p: granut padean, c: granit curug.

-  Granit Kalimangan (K_{gk}) yang tersusun oleh ganit, granodiorit dan diorite.
-  Formasi Menanga (K_m) yang tersusun oleh Perselingan antara serpih gampingan, batulempung dan batupasir dengan sisipan rijang dan lensa batugamping.
-  Kompleks Gunung Kasih (P_{zgm}) yang tersusun oleh tersusun oleh sekis (s), kuarsit (k), batu pualam (m), dan migmatit (mt).
-  Kompleks Gunung Kasih (P_{zgz}) yang tersusun oleh tersusun oleh sekis (s), kuarsit (k), batu pualam (m), dan migmatit (mt).
-  Formasi Kompleks Gunung Kasih (P_{zg}) yang tersusun oleh sekis, kuarsit, batu pualam, dan migmatit.

III. TEORI DASAR

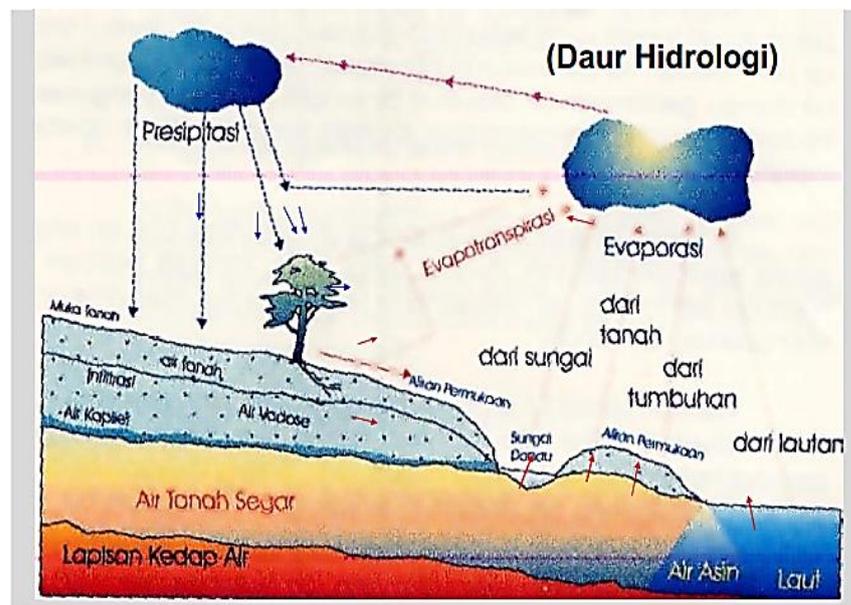
A. Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi atau daur hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah dan akhirnya kembali mengalir ke laut. Air laut menguap karena adanya radiasi matahari menjadi awan, kemudian awan yang terjadi bergerak ke atas daratan karena tertiup angin. Adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin menyebabkan *presipitasi*. *Presipitasi* yang terjadi berupa hujan, salju, hujan es, dan embun.

Setelah jatuh ke permukaan tanah, *presipitasi* akan menimbulkan limpasan permukaan (*surface runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam perjalanan menuju ke laut beberapa bagian masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan bergerak terus ke bawah (*perkolasi*) ke dalam daerah jenuh air (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah. Air di dalam daerah ini bergerak perlahan-lahan melewati akuifer masuk ke sungai kemudian ke laut. Air yang masuk ke dalam tanah memberi hidup kepada tumbuhan dan ada di antaranya naik lewat akuifer diserap akar, batang dan daun sehingga terjadi *transpirasi*. *Transpirasi* adalah penguapan pada tumbuhan melalui bagian bawah daun yaitu stomata.

Permukaan tanah, sungai dan danau juga mengalami penguapan yang disebut *evaporasi*. Jika kedua proses penguapan di atas terjadi bersamaan maka disebut *evapotranspirasi*. Akhirnya air yang tidak menguap ataupun mengalami *infiltrasi* tiba kembali ke laut lewat sungai. Air tanah (*groundwater*) yang bergerak jauh lebih lambat keluar lewat pori-pori masuk ke sungai atau langsung merembes ke pantai. Maka seluruh siklus telah dijalani, kemudian akan berulang kembali (Sosrodarsono, dkk., 2006).

Siklus hidrologi dapat dilihat pada **Gambar 3.** dibawah ini :



Gambar 3. Siklus Hidrologi (Asmaranto, 2014)

B. Air Tanah

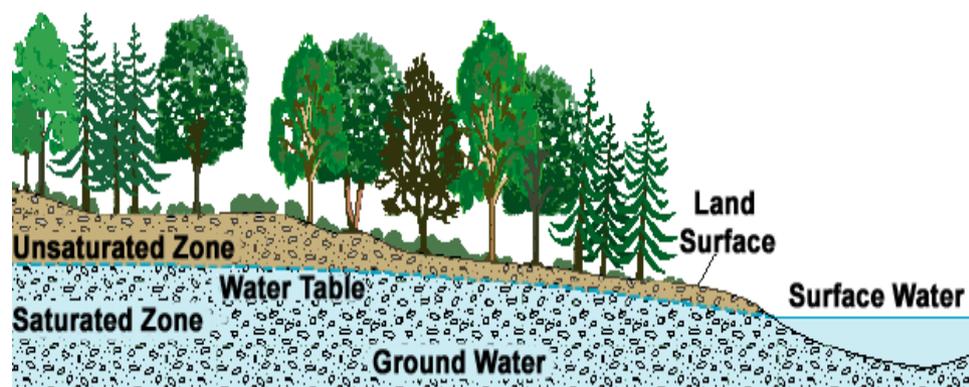
1. Pengertian Dasar

Air tanah merupakan air yang terdapat di bawah permukaan pada zona jenuh atau air yang mengisi rongga-rongga pori tanah atau batuan. Air tanah merupakan salah satu komponen dalam suatu siklus hidrologi yang berlangsung di alam saat ini. Air tanah terbentuk dari air hujan yang meresap ke dalam tanah di daerah

resapan air tanah dan mengalir melalui media lapisan batuan yang bertindak sebagai lapisan pembawa air dalam satu cekungan air tanah yang berada di bawah permukaan tanah menuju ke daerah keluaran.

2. Penampang Bawah Tanah

Penampang bawah tanah (*ground surface*) dapat dibagi menjadi zona jenuh (*saturated zone*) dan zona tidak jenuh (*unsaturated zone*).



Gambar 4. Penampang Bawah Tanah (Cornelia, 2008)

Zona jenuh (*saturated zone*) adalah area batuan yang berada dibawah muka air tanah, dimana pori-pori dalam batuan tersebut sangat penuh dengan air. Sedangkan zona tidak jenuh (*unsaturated zone*) adalah zona diantara permukaan tanah dan muka air tanah (berada di atas muka air tanah), tanah dan batuan pada zona ini terdiri dari udara dan air dalam pori-pori. Gambaran kedua zona tersebut dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Zona Tidak Jenuh dan Zona Jenuh (Cornelia, 2008)

3. Klasifikasi Air Tanah

Air tanah terdapat pada formasi geologi yang dapat menyimpan dan melakukan air dalam jumlah yang besar, ada beberapa klasifikasi air tanah terhadap lapisan batuan sebagai berikut :

- a) Akuifer (lapisan pembawa air) adalah lapisan batuan jenuh air dibawah permukaan tanah yang dapat menyimpan dan meneruskan air dalam jumlah yang cukup, misalnya pasir.
- b) Akuiklud (lapisan batuan kedap air) adalah suatu lapisan batuan jenuh air yang mengandung air tetapi tidak mampu melepaskannya dalam jumlah berarti, misalnya lempung.
- c) Akuitard (lapisan batuan lambat air) adalah suatu lapisan batuan yang sedikit lulus air dan tidak mampu melepaskan air dalam arah medatar, tetapi mampu melepaskan air cukup berarti kearah vertikal, misalnya lempung pasir.
- d) Akuiflug (lapisan kedap air) adalah suatu lapisan batuan kedap air yang tidak mampu mengandung dan meneruskan air, misalnya granit

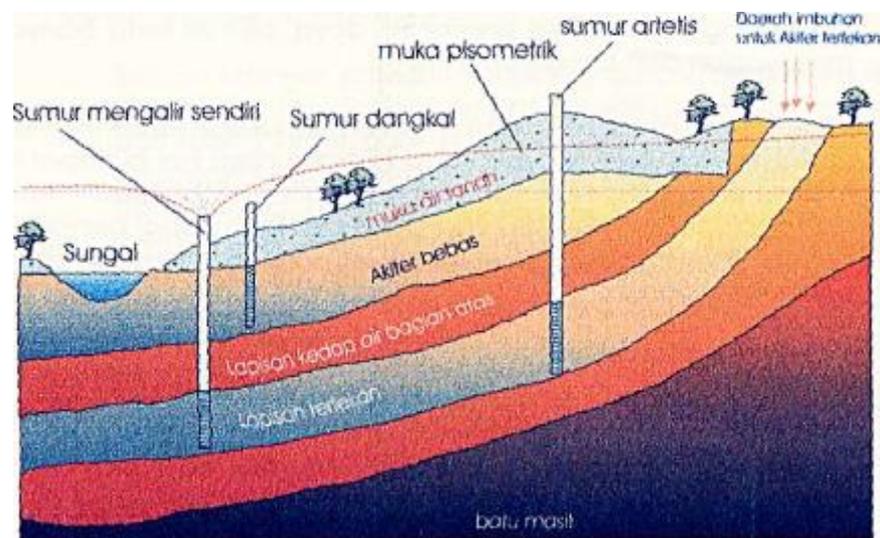
4. Tipe Akuifer

Tipe akuifer digolongkan menjadi tiga (Kodoatie, 2012), yaitu:

- A. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*) merupakan akuifer jenuh air dimana lapisan pembatasnya hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas di lapisan atasnya (batas di lapisan atas berupa muka air tanah).
- B. Akuifer tertekan (*confined aquifer*) merupakan akuifer yang batas lapisan atas dan lapisan bawah adalah formasi tidak tembus air, muka air akan muncul diatas formasi tertekan bawah. Akuifer ini terisi penuh oleh air tanah

sehingga pengeboran yang menembus akuifer ini akan menyebabkan naiknya muka air tanah di dalam sumur bor yang melebihi kedudukan semula.

- C. Akuifer semi tertekan (*leaky aquifer*) merupakan akuifer jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas berupa akuitard dan lapisan bawahnya merupakan akuiklud. Akuifer semi-tertekan adalah akuifer jenuh yang sempurna, pada bagian atas dibatasi oleh lapisan semi-lulus air dan bagian bawahnya merupakan lapisan lulus air ataupun semi-lulus air.



Gambar 6. Tipe Akuifer (Kodoatie, 2012)

C. Prinsip Dasar Kelistrikan Bumi

Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk eksplorasi dangkal. Metode ini memanfaatkan kontras sifat resistivitas (tahanan jenis) dari lapisan batuan di dalam bumi sebagai media/alat untuk mempelajari keadaan geologi bawah permukaan.

Batuan penyusun berbagai mineral, atom-atom terikat secara ionik atau kovalen. Karena adanya ikatan tersebut, maka batuan mempunyai sifat

menghantarkan arus listrik. Aliran arus listrik di dalam batuan/mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam yaitu :

1. Konduksi Elektronik

Konduksi ini adalah tipe normal dari aliran arus listrik dalam batuan/mineral. Hal ini terjadi, jika batuan/mineral tersebut mempunyai banyak elektron bebas. Akibatnya arus listrik mudah mengalir pada batuan tersebut. Sebagai contoh, batuan yang banyak mengandung logam.

2. Konduksi Elektrolitik

Konduksi jenis ini banyak terjadi pada batuan/mineral yang bersifat porus dan pada pori-pori tersebut terisi oleh larutan elektrolit. Dalam hal ini arus listrik mengalir akibat dibawa oleh ion-ion larutan elektrolit. Konduksi seperti ini lebih lambat daripada konduksi elektronik.

3. Konduksi Dielektrik

Konduksi ini terjadi pada batuan yang bersifat dielektrik, artinya batuan tersebut mempunyai elektron bebas sedikit bahkan tidak ada sama sekali. Tetapi karena adanya pengaruh medan listrik dari luar, maka elektron-elektron dalam atom batuan dipaksa berpindah dan berkumpul terpisah dengan intinya, sehingga terjadi polarisasi. Peristiwa ini sangat bergantung pada konstanta dielektrik batuan yang bersangkutan (Hendrajaya, dkk., 1990).

D. Potensial Listrik Pada Bumi

Potensial listrik alam atau potensial diri disebabkan karena terjadinya kegiatan elektrokimia mekanik. Faktor pengontrol dari semua kejadian ini adalah air tanah.

Potensial ini berasosiasi dengan pelapukan mineral pada bodi sulfida, perbedaan sifat batuan (kandungan mineral) pada kontak geologi, kegiatan bioelektrik dari materi organik korosi, *gradien termal* dan *gradien* tekanan. Potensial alam ini dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu :

1. Potensial elektrokinetik

Potensial ini disebabkan bila suatu larutan bergerak melalui suatu pipa kapiler atau medium yang berpori.

2. Potensial difusi

Potensial ini disebabkan bila terjadi perbedaan mobilitas dari ion dalam larutan yang mempunyai konsentrasi berbeda.

3. Potensial Nerust

Potensial ini timbul bila suatu elektroda dimasukkan ke dalam larutan homogen.

4. Potensial Mineralisasi

Potensial ini timbul bila dua elektroda logam dimasukkan kedalam larutan homogen.

E. Prinsip Metode Tahanan Jenis

Metode tahanan jenis pada prinsipnya bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus sehingga menimbulkan beda potensial. Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat digunakan untuk menurunkan variasi harga tahanan jenis lapisan di bawah titik ukur (*sounding point*). Metode ini lebih efektif dan cocok digunakan untuk eksplorasi

yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 kaki atau 1500 kaki. Oleh karena itu metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi minyak tetapi lebih banyak digunakan dalam bidang engineering geology seperti penentuan kedalaman basement (batuan dasar), pencarian reservoir (tandon) air, dan eksplorasi geothermal (panas bumi). Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda arus dan potensialnya, dikenal beberapa konfigurasi metode tahanan jenis, antara lain metode *Schlumberger*, metode *Wenner* dan metode *Dipole Sounding* (Wuryantoro, 2007).

Umumnya, metode ini hanya baik untuk ekplorasi dangkal dengan kedalaman maksimum sekitar 100 meter. Jika kedalaman lapisan lebih dari harga tersebut, maka informasi yang diperoleh kurang akurat, hal ini disebabkan dengan bentangan yang yang besar dengan maksud mendapatkan penetrasi kedalaman di atas 100 m, maka arus yang mengalir akan semakin lemah dan tidak stabil akibat perubahan bentangan yang semakin besar. Karena itu, metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi dalam, sebagai contoh untuk eksplorasi minyak. Metode tahanan jenis inu banyak digunakan di dalam pencarian air tanah, memonitor pencemaran air dan tanah, eksplorasi geotermal, aplikasi geoteknik, pencarian bahan tambang dan untuk penyelidikan dibidang arkeologi (Hendrajaya, dkk., 1990).

Prinsip kerja Geolistrik adalah mengukur tahanan jenis (*resistivity*) dengan mengalirkan arus listrik kedalam batuan atau tanah melalui elektroda arus (*current electrode*), kemudian arus diterima oleh elektroda potensial. Beda potensial antara dua tersebut diukur dengan voltmeter dan dari harga pengukuran tersebut dapat dihitung tahanan jenis semua batuan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho_a = \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \cdot K \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

ρ_a : Tahanan jenis semu

ΔV : Beda potensial

I : Kuat arus

K : Faktor geometri

Ada beberapa macam konfigurasi dalam geolistrik ini, antara lain, *Wenner*, *Schlumberger*, *Dipole – Dipole* dan lain sebagainya. Prosedur pengukuran untuk masing-masing konfigurasi bergantung pada variasi resistivitas terhadap kedalaman yaitu arah *vertical (sounding)* atau arah lateral (*mapping*). Metode resistivitas dengan konfigurasi *Dipole-dipole* dilakukan dengan cara menempatkan elektroda arus dan elektroda potensial bergerak bersama-sama, sehingga diperoleh harga tahanan jenis semu secara lateral. Survey resistivitas akan memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan.

Harga resistivitas batuan, mineral, tanah dan unsur kimia secara umum telah diperoleh melalui berbagai pengukuran dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk proses konversi (Zubaidah, 2008).

F. 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, dkk., 2003).

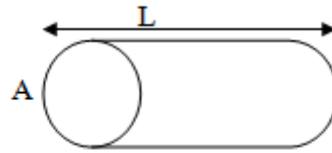
Sifat konduktivitas listrik tanah dan batuan pada permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh jumlah air, kadar garam/salinitas air serta bagaimana cara air

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 terdiri 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 atau pun tanah yang terisi air, nilai resistivitas (ρ) listriknya berkurang dengan bertambahnya kandungan air. Begitu pula 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 electron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh electron-elektron bebas tersebut. 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) yang menunjukkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya. 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 (Lowrie, dkk., 2007). Jika ditinjau sebuah silinder dengan panjang L , luas penampang A dan resistansi R seperti

Gambar 7,



Gambar 7. Silinder konduktor (Lowrie, dkk., 2007).

maka dapat dirumuskan:

$$R = \rho L/A \dots\dots\dots (2)$$

Dimana ρ adalah resistivitas (Ωm), L adalah panjang silinder konduktor (m), A adalah luas penampang silinder konduktor (m^2), dan R adalah resistansi (Ω). Sedangkan menurut hukum Ohm, resistansi R dirumuskan:

$$R = V/I \dots\dots\dots(3)$$

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

$$\rho = \frac{VA}{IL} \dots\dots\dots(4)$$

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

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right) \left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana J adalah rapat arus (ampere/ m^2) dan E adalah medan listrik (volt/m) (Lowrie, dkk., 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 kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang. Menurut rumus Archie:

$$\rho_e = \alpha \phi^{-m} S^{-n} \rho_w \dots\dots\dots(6)$$

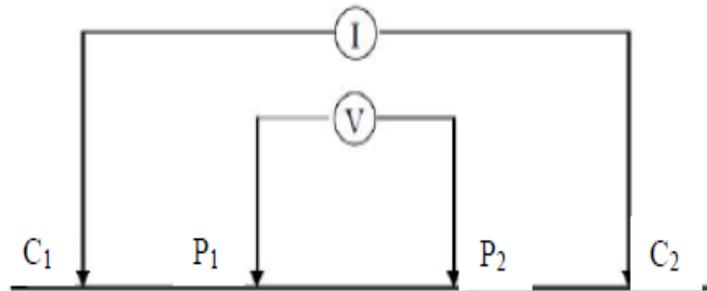
Dimana ρ_e adalah resistivitas batuan, $\alpha \phi$ adalah porositas, S adalah fraksi pori-pori yang berisi air dan ρ_w adalah resistivitas air. Sedangkan a, m dan n adalah konstanta, untuk nilai m disebut faktor sementasi. Untuk nilai n yang sama, Schlumberger menyarankan $n = 2$ (Lowrie, dkk., 2007).

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, dkk., 2007).

G. Aliran Listrik di dalam Bumi

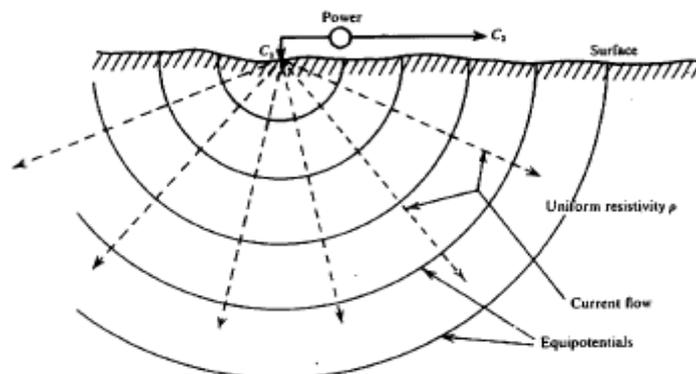
Saat memasukkan dua arus pada elektroda seperti pada gambar di bawah ini, potensial yang dekat pada titik permukaan akan dipengaruhi oleh kedua arus elektroda tersebut. C1 dan C2 merupakan elektroda arus yang akan menginjeksikan arus ke bawah permukaan bumi kemudian perbedaan potensial yang dihasilkan akan ditangkap oleh P1 dan P2 yang merupakan elektroda potensial.



Gambar 8. Sumber arus 2 titik pada permukaan homogen isotropis (Telford, dkk., 1990)

1. Titik Arus Tunggal di Permukaan

Metode pendekatan yang paling sederhana dalam mempelajari secara teoritis tentang aliran arus listrik di dalam bumi adalah bumi dianggap homogen dan isotropis. Jika sebuah elektroda tunggal yang dialiri arus listrik diinjeksikan pada permukaan bumi yang homogen isotropis, maka akan terjadi aliran arus yang 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** (Telford, dkk., 1990).



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

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur ekuipotensial berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan. Dalam hal ini, arus mengalir melalui permukaan setengah bola maka arus yang mengalir melewati permukaan tersebut adalah:

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

Dimana J = rapat arus listrik = $-\sigma \frac{dv}{dr}$

Untuk konstanta integrasi A dalam setengah bola yaitu:

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \dots\dots\dots(8)$$

Sehingga diperoleh:

$$V = -\frac{A}{r} \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \dots\dots\dots(9)$$

Dimana ΔV = beda potensial, I = kuat arus yang dilalui oleh bahan (ampere).

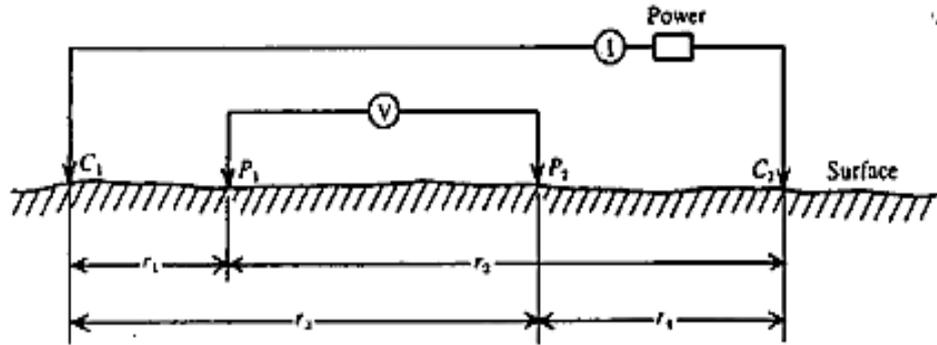
Maka nilai resistivitas listrik yang diberikan oleh medium:

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \dots\dots\dots(10)$$

Persamaan (9) merupakan persamaan ekuipotensial permukaan setengah bola yang tertanam di bawah permukaan tanah (Telford, dkk., 1990).

2. Dua Titik Arus di Permukaan

Apabila terdapat elektroda arus $C1$ yang terletak pada permukaan suatu medium homogen, terangkai dengan elektroda arus $C2$ dan diantaranya ada dua elektroda potensial $P1$ dan $P2$ yang dibuat dengan jarak tertentu seperti pada **Gambar 10**, maka potensial yang berada di dekat titik elektroda tersebut bisa dipengaruhi oleh kedua elektroda arus.



Gambar 10. Dua pasang elektroda arus dan elektroda potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan resistivitas ρ (Telford, dkk., 1990)

Oleh karena itu potensial P_1 yang disebabkan arus di C_1 adalah:

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

$$A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \dots\dots\dots(12)$$

Karena arus pada kedua elektroda adalah sama dan arahnya berlawanan, maka potensial P_1 yang disebabkan arus di C_2 adalah:

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

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

Karena arus pada dua elektroda besarnya sama dan berlawanan arah sehingga diperoleh potensial total di P_1 :

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

Dengan cara yang sama diperoleh potensial total di P_2 yaitu:

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \dots\dots\dots(16)$$

Sehingga dapat diperoleh beda potensial antara titik P₁ dan P₂ yaitu:

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

Dengan :

ΔV : beda potensial antara P₁ dan P₂

I : arus (A)

ρ : resistivitas (Ωm)

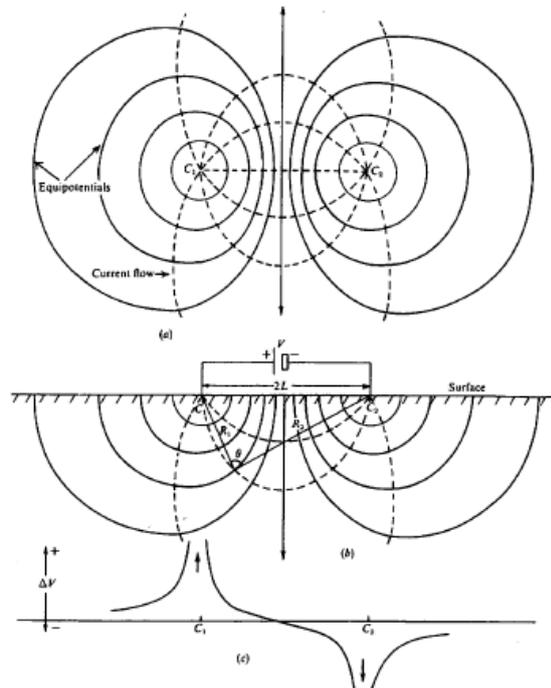
r_1 : jarak C₁ ke P₁ (m)

r_2 : jarak C₂ ke P₁ (m)

r_3 : jarak C₁ ke P₂ (m)

r_4 : jarak C₂ ke P₂ (m)

Susunan keempat elektroda tersebut merupakan susunan elektroda yang biasanya dalam metode geolistrik resistivitas. Pada konfigurasi ini garis-garis aliran arus dan ekuipotensial diubah oleh dekatnya kedua elektroda arus. Perubahan dari garis-garis ekuipotensial yang melingkar lebih jelas pada daerah antara dua elektroda arus sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 11** (Reynolds, 2005).



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

H. Resistivitas Semu (*Apparent Resistivity*)

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 kenyataanya 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 (17) besar resistivitas semu dapat dinyatakan dalam bentuk:

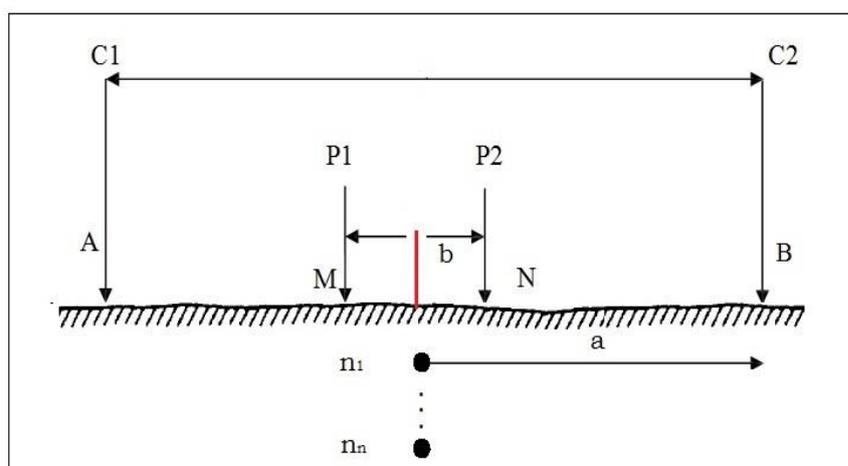
$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_4} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{1} \dots\dots\dots(18)$$

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(19)$$

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).

I. Konfigurasi *Schlumberger*

Konfigurasi metode geolistrik *Schlumberger* seperti ditunjukkan **Gambar 12.** bertujuan untuk mengidentifikasi diskontinuitas lateral (anomali konduktif lokal). Arus diinjeksikan melalui elektroda AB, dan pengukuran beda potensial dilakukan pada elektroda MN, dengan jarak elektroda arus AB jauh lebih besar dari jarak elektroda tegangan MN (Minarto, 2007). Pada konfigurasi ini, nilai MN < nilai AB. sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB sudah relative besar maka jarak MN hendaknya dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB (Telford, dkk., 1990).



Gambar 12. Konfigurasi *Schlumberger* (Telford, dkk., 1990)

Hasil dari konfigurasi schlumberger memiliki resolusi yang baik secara vertikal. Untuk menghitung nilai resistivitas semu dengan menggunakan konfigurasi *schlumberger* adalah (Reynolds, 1997) :

$$\rho_{app} = \frac{\pi a^2}{b} \left(1 - \frac{b^2}{4a^2} \right) R; \quad a \geq 5b \quad \dots\dots\dots (20)$$

dimana

- ρ_{app} : resistivitas semu material (Ω meter)
- R : hambatan terukur (Ω meter)
- a : jarak antara titik tengah ke C1 atau C2 (meter)
- b : jarak antara titik tengah ke P1 atau P2 (meter)

Lapisan tanah suatu daerah tergantung dari kondisi geologi dan iklim. Untuk mengetahui jenis batuan yang dilalui oleh air tanah dengan mencari resistivitas suatu batuan di bawah permukaan tanah dengan menggunakan metode Geolistrik tahanan jenis. Penelitian ini menggunakan metode Geolistrik yang dapat memberikan gambaran mengenai struktur bawah permukaan tanah. Kelebihan dari Metode Geolistrik yaitu tidak merusak lingkungan, biayanya yang relatif murah dan juga mampu mendeteksi sampai kedalaman beberapa meter sesuai dengan panjang lintasan pada pengambilan data di lapangan. Dari beberapa konfigurasi elektroda pada metode Geolistrik, konfigurasi schlumberger menjadi pilihan terbaik dikarenakan jangkauannya paling dalam. Metode Geolistrik dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus, kemudian mengukur nilai tegangan tanggapan dari dalam bumi melalui dua elektroda beda potensial (Byantoro, 2004). Bumi tersusun atas lapisan-lapisan tanah yang nilai resistivitas suatu lapisan tanah atau batuan tertentu berbeda dengan nilai resistivitas lapisan tanah atau batuan lainnya. Nilai resistivitas ini dapat diketahui

dengan menghubungkan battery dengan sebuah Ammeter dan elektroda arus untuk mengukur sejumlah arus yang mengalir ke dalam tanah, selanjutnya ditempatkan dua elektroda potensial dengan jarak a untuk mengukur perbedaan potensial antara dua lokasi (Utama, 2005).

Kelemahan dari konfigurasi *Schlumberger* ini adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik '*high impedance*' dengan akurasi tinggi yaitu yang bisa mendisplay tegangan minimal 4 digit atau 2 digit di belakang koma (.). Atau dengan cara lain diperlukan peralatan pengirim arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Sedangkan keunggulan konfigurasi *Schlumberger* ini adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda MN/2 (Telford, dkk., 1990).

J. Tahanan Jenis Batuan

Tahanan jenis merupakan sifat fisika yang menunjukkan kemampuan material dalam menghambat aliran arus listrik. Berdasarkan kemampuan dalam menghantarkan arus listrik, material dikelompokkan menjadi tiga yaitu konduktor, semikonduktor dan isolator. Konduktor merupakan material yang dapat menghantarkan arus listrik karena banyak memiliki elektron bebas, sebaliknya isolator merupakan material yang tidak dapat menghantarkan arus listrik karena tidak memiliki elektron bebas. Semikonduktor merupakan material dapat menghantarkan arus listrik, namun tidak sebaik konduktor.

Menurut Telford, dkk., 1990 “Secara umum berdasarkan nilai tahanan listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- a. Konduktor Baik : $10^{-8} \Omega\text{m} < \rho < 1 \Omega\text{m}$,
- b. Konduktor Menengah : $1 \Omega\text{m} < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$,
- c. Isolator : $\rho > 10^7 \Omega\text{m}$.

Tabel 1. Tahanan Jenis Batuan Sedimen (Telford , dkk., 1990)

Batuan	Tahanan Jenis (Ωm)
<i>Consolidated shales</i>	$20 - 2 \times 10^3$
<i>Argillites</i>	$10 - 8 \times 10^2$
<i>Conglomerates</i>	$2 \times 10^3 - 10^4$
<i>Sandstones</i>	$1 - 6,4 \times 10^8$
<i>Limestones</i>	$50 - 10^7$
<i>Dolomite</i>	$3,5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
<i>Unconsolidated wet clay</i>	20
<i>Marls</i>	3 - 70
<i>Clays</i>	1 - 100
<i>Alluvium and sands</i>	10 - 800
<i>Oil sands</i>	4 - 800

Tabel 2. Tahanan Jenis Batuan Beku dan Metamorf (Telford , dkk., 1990)

Batuan	Tahanan Jenis (Ωm)
<i>Granite</i>	$3 \times 10^2 - 10^6$
<i>Granite porphyry</i>	$4,5 \times 10^3$ (basah) – $1,3 \times 10^6$ (kering)
<i>Feldspar porphyry</i>	4×10^3 (basah)
<i>Albite</i>	3×10^2 (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
<i>Syenite</i>	$10^2 - 10^6$
<i>Diorite</i>	$10^4 - 10^5$
<i>Diorite porphyry</i>	$1,9 \times 10^3$ (basah) – $2,8 \times 10^4$ (kering)
<i>Porphyrite</i>	$10 - 5 \times 10^4$ (basah) – $3,3 \times 10^3$ (kering)
<i>Carbonatized porphyry</i>	$2,5 \times 10^3$ (basah) – 6×10^4 (kering)
<i>Quartz porphyry</i>	$3 \times 10^2 - 9 \times 10^5$
<i>Quartz diorite</i>	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (basah) – $1,8 \times 10^5$ (kering)
<i>Porphyry (various)</i>	$60 - 10^4$
<i>Dacite</i>	2×10^4 (basah)
<i>Andesite</i>	$4,5 \times 10^4$ (basah) – $1,7 \times 10^5$ (kering)
<i>Diabase porphyry</i>	10^3 (basah) – $1,7 \times 10^5$ (kering)
<i>Diabase (various)</i>	$20 - 5 \times 10^7$
<i>Lavas</i>	$10^2 - 5 \times 10^4$
<i>Gabbro</i>	$10^3 - 10^6$
<i>Basalt</i>	$10 - 1,3 \times 10^7$ (kering)

<i>Olivine norite</i>	$10^3 - 6 \times 10^4$ (basah)
<i>Peridotite</i>	3×10^3 (basah) – $6,5 \times 10^3$ (kering)
<i>Hornfels</i>	8×10^3 (basah) – 6×10^7 (kering)
<i>Schists</i>	$20 - 10^4$
<i>Tuffs</i>	2×10^3 (basah) – 10^5 (kering)
<i>Graphite schists</i>	$10 - 10^2$
<i>Slates (various)</i>	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
<i>Gneiss (various)</i>	$6,8 \times 10^4$ (basah) – 3×10^6 (kering)
<i>Marmor</i>	$10^2 - 2,5 \times 10^8$ (kering)
<i>Skarn</i>	$2,5 \times 10^2$ (basah) - $2,5 \times 10^8$ (kering)
<i>Quartzites (various)</i>	$10 - 2 \times 10^8$

Berdasarkan **Tabel 1 dan 2** diketahui bahwa batuan beku memiliki nilai tahanan jenis paling tinggi dan batuan metamorf memiliki nilai tahanan jenis yang lebih rendah daripada batuan beku namun lebih tinggi daripada batuan sedimen, sedangkan batuan sedimen memiliki nilai tahanan jenis paling rendah diantara batuan-batuan tersebut

K. Metode Well Logging

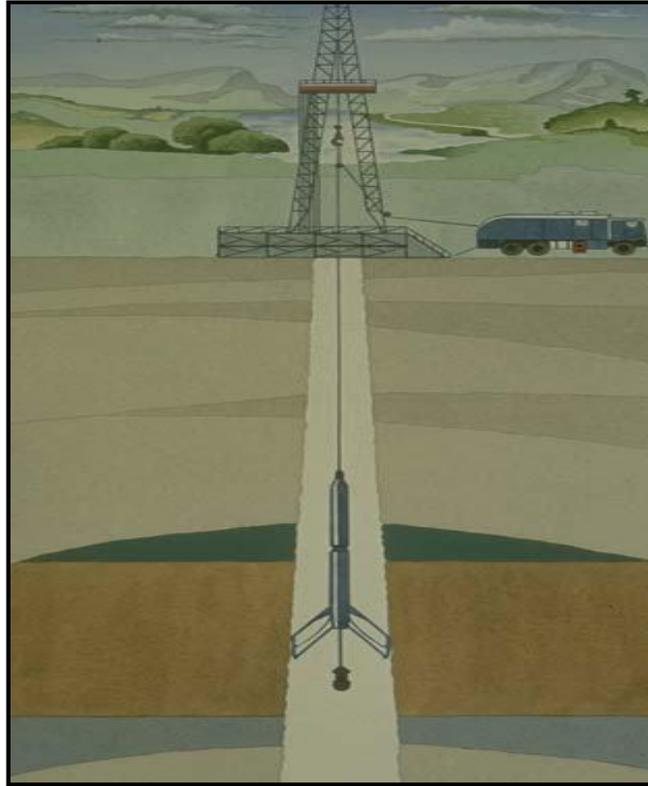
Logging adalah pengukuran satu atau lebih kuantitas fisik di dalam atau di sekitar lubang sumur relatif terhadap kedalaman sumur atau terhadap waktu atau kedua - duanya. Kata *logging* berasal dari kata Bahasa Inggris "log" yang berarti catatan atau rekaman. Data "wireline logs" di ambil di dalam sumur memakai alat yang disebut "logging tool", ditransmisikan lewat kabel konduktor listrik (disebut *wireline*) ke atas permukaan untuk direkam dan diolah (Samperuru, 2005).

Well logging merupakan perekaman karakteristik dari suatu formasi batuan yang diperoleh melalui pengukuran pada sumur bor (Ellis, dkk., 2008). Data yang dihasilkan disebut sebagai *well log*. Berdasarkan proses kerjanya, *logging* dibagi menjadi dua jenis, yaitu *wireline logging* dan *logging while drilling* bor (Ellis,

dkk., 2008). *Wireline logging* dilakukan ketika pemboran telah berhenti dan kabel digunakan sebagai alat untuk mentransmisikan data. Pada *logging while drilling*, *logging* dapat dilakukan bersamaan dengan pemboran. *Logging* jenis ini tidak menggunakan kabel untuk mentransmisikan data. Saat ini *logging while drilling* lebih banyak digunakan karena lebih praktis.

Jenis dan prinsip *Logging*. Dalam rangka melengkapi data geofisika *log* dari lubang bor yang telah selesai diperlukan suatu rangkaian *probe* (juga dikenal sebagai perkakas atau *sondes*). Jenis tanggapan pada *probe* dalam mengukur sinar gamma alami tergantung pada komposisi kimia batumannya. Batuan serpih berisi *potassium-bearing* mineral tanah liat dan sejumlah uranium kecil, *thorium* dan hasil runtuhannya. Akibatnya *probe logging* sinar gamma merespon paling kuat ke batuserpih (*shalestone*) dan batulempung (*claystone*). Respon berkurang ketika isi dari batuan serpih berkurang melalui *siltstone* dan batupasir kotor. Batupasir umumnya memiliki tingkat paling rendah dari radiasi gamma alami. Pemancaran radiasi gamma alami mampu mendeteksi lapisan permeabel dan *impermeabel* (Darling, 2005).

Metode *Well Log* dapat diilustrasikan seperti yang terlihat pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Pengukuran *Well Logging* (Darling, 2005)

Well Logging dapat dilakukan dengan dua cara dan bertahap, yaitu :

a. *Openhole Logging*

Openhole Logging ini merupakan kegiatan *logging* yang dilakukan pada sumur/lubang bor yang belum dilakukan pemasangan *casing*. Pada umumnya pada tahap ini semua jenis *log* dapat dilakukan.

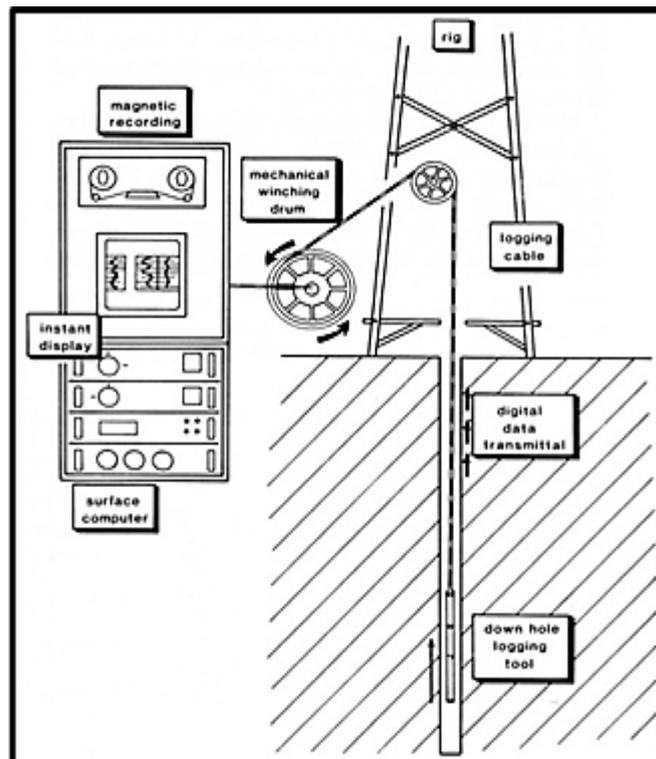
b. *Casedhole Logging*

Casedhole Logging merupakan kegiatan *logging* yang dilakukan pada sumur/lubang bor yang sudah dilakukan pemasangan *casing*. Pada tahapan ini hanya *log* tertentu yang dapat dilakukan antara lain adalah *log Gamma Ray*, *Caliper*, *NMR*, dan *CBL*.

Parameter-parameter sifat batuan utama yang diukur meliputi temperatur, tahanan jenis, densitas, porositas, permeabilitas dan sebagainya yang

tergambar dalam bentuk kurva-kurva *log*. Sifat-sifat dasar batuan yang tergambar dalam kurva *log* diperlukan untuk menghitung (Harsono, 1997):

- Kapasitas/kemampuan batuan untuk menampung fluida
- Jumlah fluida dalam batuan tersebut
- Kemampuan fluida mengalir dari batuan ke lobang sumur bor



Gambar 14. Skematik diagram dari pengaturan *wireline log* modern (Rider, 2002)

L. Tipe-Tipe *Log*

Log adalah suatu grafik kedalaman (dalam waktu) dari suatu set yang menunjukkan parameter fisik, yang diukur secara berkesinambungan dalam sebuah sumur (Harsono, 1997). Ada 4 tipe atau jenis *log* yang biasanya digunakan dalam interpretasi, yaitu :

- *Log* listrik, terdiri dari *log* SP (*Spontaneous Potential*), *log* resistivitas

- *Log* radioaktif terdiri dari *log* GR (*Gamma Ray*), *log* porositas (*log* densitas dan *log neutron*)
- *Log* akustik berupa *log Sonic*
- *Log Caliper*

Pada penelitian kali ini jenis *logging* yang digunakan ialah *log* listrik. *Log* listrik merupakan suatu jenis *log* yang digunakan untuk mengukur sifat kelistrikan batuan, yaitu resistivitas atau tahanan jenis batuan dan potensial diri dari batuan. Adapun jenis *log* listrik yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Log Spontaneous Potential* (SP)

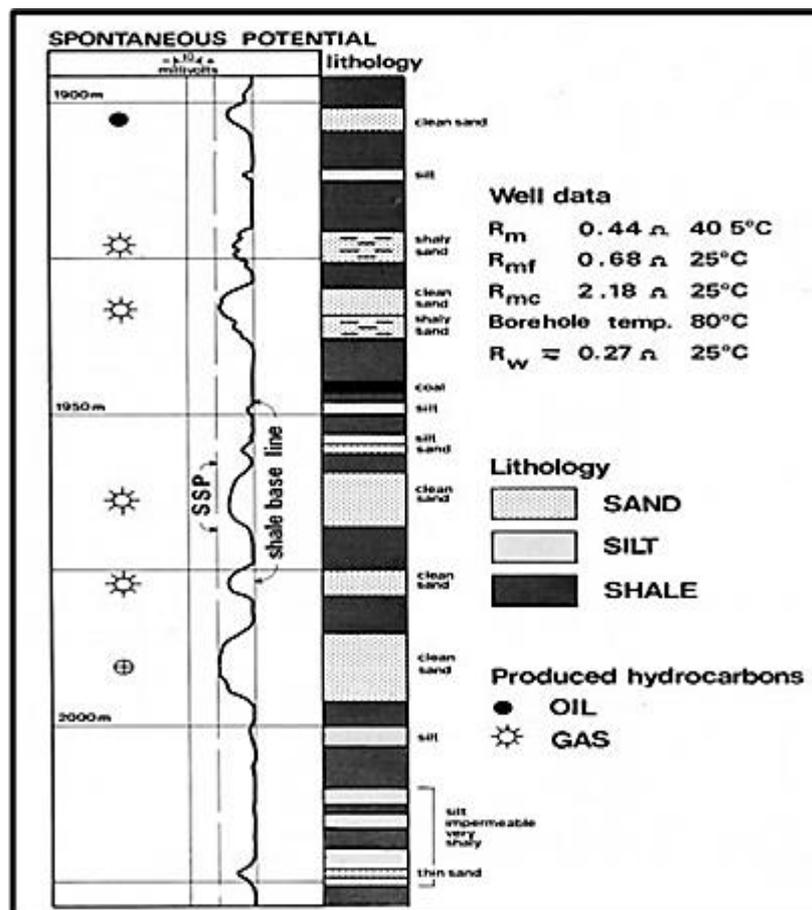
Log SP adalah rekaman perbedaan potensial listrik antara elektroda di permukaan dengan elektroda yang terdapat di lubang bor yang bergerak naik-turun. Supaya SP dapat berfungsi maka lubang harus diisi oleh lumpur konduktif. *Log SP* digunakan untuk:

- Identifikasi lapisan permeable
- Mencari batas-batas lapisan permeabel dan korelasi antar sumur berdasarkan lapisan itu
- Menentukan nilai resistivitas air formasi (R_w)
- Memberikan indikasi kualitatif lapisan serpih

Pada lapisan serpih (shale), kurva SP umumnya berupa garis lurus yang disebut garis dasar serpih, sedangkan pada formasi permeabel kurva SP menyimpang dari garis dasar serpih dan mencapai garis konstan pada lapisan permeabel yang cukup tebal, yaitu garis pasir. Penyimpangan SP

dapat ke kiri atau ke kanan tergantung pada kadar garam air formasi dan filtrasi lumpur (Hilchie, 1978).

Shale baseline menunjukkan defleksi positif maksimum (dalam sampel ini) dan terjadi berlawanan dengan serpih. SSP (*Static SP*) adalah defleksi negatif maksimum dan terjadi berlawanan bersih, *porous* dan batu pasir permeabel yang berkomposisi air (Rider, 2002).



Gambar 15. Contoh shale baseline dan didefinisikan SSP dalam log SP (Rider, 2002)

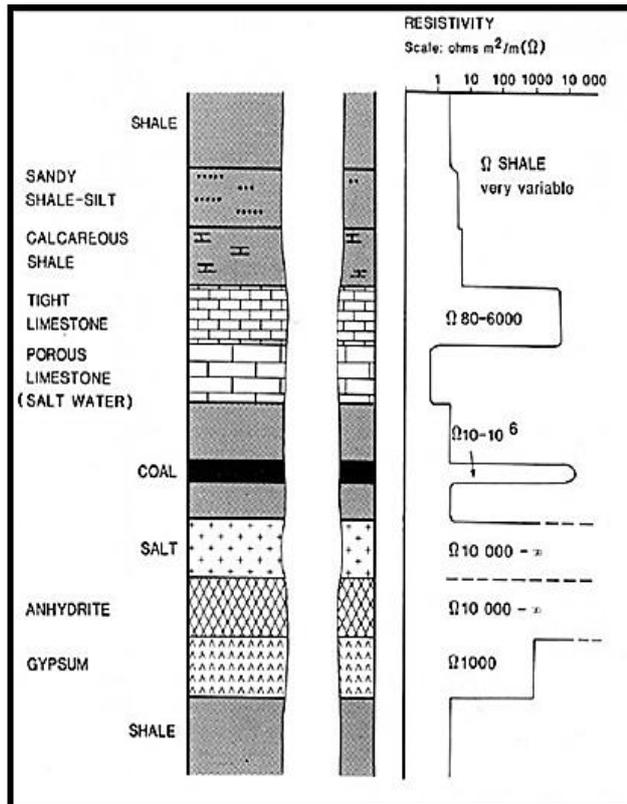
Log SP hanya dapat menunjukkan lapisan permeabel, namun tidak dapat mengukur harga absolut dari permeabilitas maupun porositas dari suatu formasi. Log SP sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti resistivitas formasi, air lumpur pemboran, ketebalan formasi dan salinitas

air formasi. Jika salinitas air formasi dalam lapisan lebih besar dari salinitas lumpur maka kurva SP akan berkembang negatif dan jika salinitas air formasi dalam lapisan lebih kecil dari salinitas lumpur maka kurva SP akan berkembang positif. Dan apabila salinitas air formasi dalam lapisan sama dengan salinitas lumpur maka defleksi kurva SP akan menunjukkan garis lurus sebagaimana pada shale (Doveton, 1986).

2. *Log Resistivitas*

Resistivitas atau tahanan jenis suatu batuan adalah suatu kemampuan batuan untuk menghambat jalannya arus listrik yang mengalir melalui batuan tersebut (Dovento, 1986). Nilai resistivitas rendah apabila batuan mudah untuk mengalirkan arus listrik, sedangkan nilai resistivitas tinggi apabila batuan sulit untuk mengalirkan arus listrik.

Log resistivitas digunakan untuk mendeterminasi zona hidrokarbon dan zona air, mengindikasikan zona permeabel dengan mendeterminasi porositas resistivitas, karena batuan dan matrik tidak konduktif, maka kemampuan batuan untuk menghantarkan arus listrik tergantung pada fluida dan pori.



Gambar 16. Kontras karakteristik resolusi lapisan dari alat resistivitas (Rider, 2002)

Untuk tujuan geologi, *log* resistivitas yang digunakan harus diketahui kemampuan resolusinya. *Log microtool* memberikan resolusi sangat baik untuk identifikasi lapisan geologi. *Laterolog* mampu memberikan gambaran lapisan pada skala yang tepat untuk indikasi batas lapisan, tetapi penggunaannya harus digunakan dan dikorelasikan dengan *log* lainnya. *Log* induksi memberikan resolusi batas lapisan yang sangat buruk, tetapi pada saat yang sama semua efek lapisan dirata-rata sedemikian rupa untuk membuat tren litologi menonjol. Ketika suatu formasi di bor, air lumpur pemboran akan masuk ke dalam formasi, sehingga membentuk zona yang terinvasi.

M. Pengolahan Data *Well Log*

Hasil pengukuran atau pencatatan data *log* disajikan dalam kurva *log* vertikal sebanding dengan kedalamannya dengan menggunakan skala tertentu sesuai keperluan pemakainya. Tampilan data hasil metode *well logging* adalah dalam bentuk grafik kedalaman dari satu set kurva dimana menunjukkan parameter terukur secara berkesinambungan di dalam sebuah sumur (Harsono, 1997). Dari hasil kurva-kurva yang menunjukkan parameter tersebut dapat diinterpretasikan jenis-jenis dan urutan-urutan litologi log serta ada tidaknya komposisi air pada suatu sumur di titik pemboran. Dengan kata lain metode *well logging* merupakan suatu metode yang dapat memberikan data akurat untuk mengevaluasi secara kualitatif dan kuantitatif adanya komposisi air.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul “Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas Dan *Well Logging* Di Desa Waringin Sari Barat, Waringin Sari Timur dan Sidodadi, Kabupaten Pringsewu, Lampung”, dilaksanakan di PT Lampung Geosains Survei. Selanjutnya dilakukan di Teknik Geofisika Universitas Lampung sampai sidang komprehensif. Penelitian ini dimulai dari tanggal 16 Agustus-16 November 2018. Adapun *Time Schedule* pada penelitian kali ini terdapat pada **Tabel 3.**

Tabel 3. *Time Schedule* Penelitian

No	Kegiatan	Bulan Ke-								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2.	Pengumpulan Data		■							
3.	Pengolahan Data Geolistrik				■	■				
4.	Interpretasi dan Pembahasan				■	■				
5.	Seminar Usul			■	■					
8.	Seminar Hasil						■	■		
9.	Sidang Komprehensif						■	■	■	■

B. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian ini adalah sebagai berikut : data *well logging* (*log SP dan log Resistivity*), data geolistrik, laptop dan perangkat lunak yang meliputi *Microsoft Excel, Resty, dan Logplot*

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Seperangkat Komputer
- Printer
- Laptop
- *Mouse*

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- *OS. Windows*
- *Microsoft Office*, digunakan dalam penulisan laporan dan presentasi.
- *Resty* untuk mengolah data geolistrik.
- *Logplot* digunakan untuk mengolah data *logging*.

C. Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap studi literatur ditunjukkan untuk memahami konsep dasar geologi maupun geofisika dari penelitian yang dilakukan. Melakukan analisis terhadap data eksplorasi geofisika.

2. Pengolahan data log

Tahap pengolahan data log ini adalah melakukan pemodelan 1D data log sebagai peta kedalaman, lalu melakukan zonasi litologi dan melakukan analisis ketebalan litologi daerah prospek akuifer dengan di bantu oleh data cutting.

3. Pengolahan data geolistrik

Melakukan pengolahan data geolistrik 1D dengan Konfigurasi *Scumberger* agar diketahui posisi prospek akuifer, kedalaman akuifer hingga ketebalan akuifer.

4. Korelasi data *log* dan data geolistrik

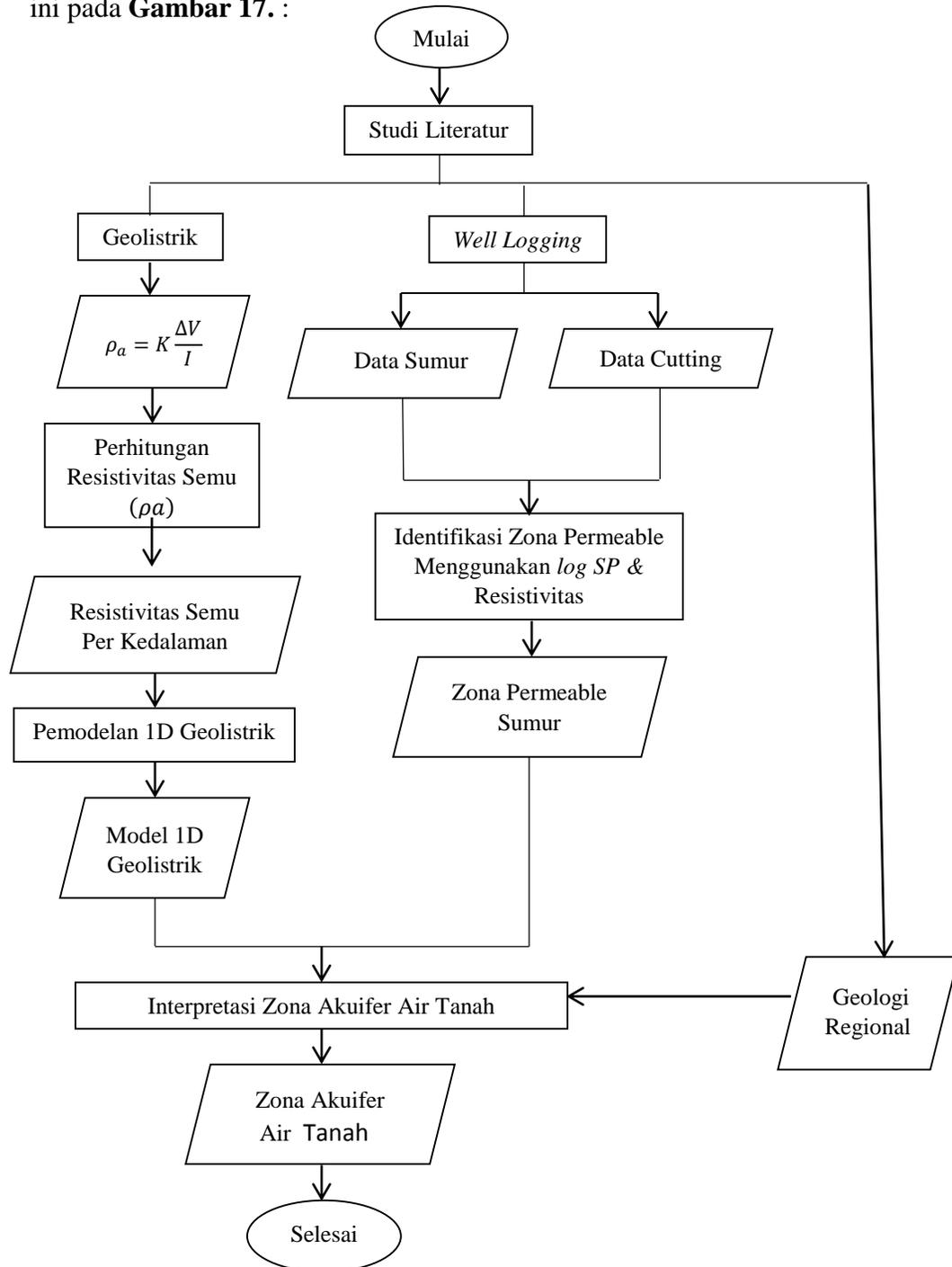
Melakukan validasi dari hasil pengolahan data log 1D dan geolistrik 1D, menentukan zona akuifer yang akurat.

5. Interpretasi dengan korelasi data *logging* dan geolistrik pada geologi regional daerah penelitian.

6. Melakukan validasi dari data *logging* dan geolistrik pada Geologi Regional.

D. Diagram Alir

Proses berjalannya penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian di bawah ini pada **Gambar 17.** :



Gambar 17. Diagram Alir Penelitian

VI. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang penulis dapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Litologi akuifer dari geolistrik dibandingkan dengan *well logging* berada pada rentang yang hampir sama. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan litologi pada lokasi WSB didominasi oleh lapisan batupasir yang berselingan dengan kuarsit keras dengan nilai resistivitas berkisar 32 – 62 Ωm (dari metode geolistrik) dan 30 – 100 Ωm (dari metode *well logging*). Lokasi WST didominasi oleh batupasir yang tersisipkan diorit kuarsa dengan nilai resistivitas berkisar 15 – 116 Ωm (dari metode geolistrik) dan 10 – 25 Ωm (dari metode *well logging*). Lokasi SD didominasi oleh lapisan batupasir dan batupasir lanau dengan nilai resistivitas 8 – 51 Ωm (dari metode geolistrik) dan 46 – 200 Ωm (dari metode *well logging*).
2. Kedalaman akuifer dari geolistrik dibandingkan dengan *well logging* berada pada rentang yang hampir sama. Kedalaman akuifer air tanah pada lokasi WSB berada di kedalaman 25 – 80 m (dari metode geolistrik) dan 35 – 52 m (dari metode *well logging*). Untuk lokasi WST berada di kedalaman 16 – 72 m (dari metode geolistrik) dan 28 – 70 m (dari metode *well logging*). Lokasi SD berada

dikedalaman 25 – 80 m (dari metode geolistrik) dan 31 – 64 m (dari metode *well logging*).

3. Metode Geolistrik dan *well logging* dapat menunjukkan korelasi yang baik dalam menentukan akuifer air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C, Sidarto., Santosa, S. dan Gunawan, W., 1993. *Peta Geologi Lembar Kota Agung, Sumatera* skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Indonesia.
- Asmaranto, R. 2014. Identifikasi Potensi Akuifer Menggunakan Uji *Resistivity VES (Vertical Electrical Sounding)* (Studi Kasus : Desa Pohijo, Sampung-Ponorogo). *Jurnal Teknik Pengairan*. Volume 5, Nomor 2.
- Bowen, R. 1986. *Groundwater*. Elsevier Applied science Publishers. London and New York.
- Byantoro, A. 2004. Pemetaan Akuifer Air Tanah Dengan Metode Resistivitas Sounding Desa Petapa. Pelawa dan Binangga kecamatan Parigi Kab. Parigi Moutong. Sulawesi Tengah. *Jurnal Riset Daerah* Vol:2. Edisi.1. Hal. 582-589.
- Cornelia, S. B. 2008. Pemodelan Dan Analisa Kimia Air Tanah Dengan Menggunakan Software Modflow Di Daerah Bekas TPA Pasir Impun Bandung, Jawa Barat.
- Darling, T., 2005, *Well Logging and Formation Evaluation*, Oxford: Elsevier Publishing Company.
- Doveton, J. H., 1986, *Log Analysis of Subsurface Geology*, John Wiley and Sons Inc, USA.
- Ellis, D.V., dan Singer, J.M., 2008, *Well Logging for Earth Scientist 2nd Edition*, Springer: Netherlands.
- Harsono, A., 1997, *Pengantar Evaluasi Log, Schlumberger Data Services*, Jakarta: Schlumberger Oilfield Service.
- Hilchie, D.W., 1978, *Applied Openhole Log Interpretation*, Colorado, USA.

- Hendrajaya, L. dan Arif, I. 1990, *Geolistrik Tahanan Jenis*, Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika FMIPA ITB, Bandung.
- Hilchie, D.W., 1978, *Applied Openhole Log Interpretation*, Colorado, USA.
- Kodoatie, R. J. 2012. *Tata Ruang Air Tanah*. Yogyakarta.
- Lowrie and William. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. USA: Cambridge University Press, p293-320.
- Mangga, S.A, Amirudin., Suwarti, T, Gafoer, S. dan Sidarto., 1993. *Peta Geologi Lembar Tanjung Karang, Sumatera* skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Indonesia.
- Minarto, E. 2007. Pemodelan Inversi Data Geolistrik untuk Menentukan Struktur Perlapisan Bawah Permukaan Daerah Panasbumi Mataloko. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. Hal 02, Volume 3, Nomor 2
- Rider, M., 2002, *The Geological Interpretation of Well Logs. Second Edition*, Sutherland, Skotlandia.
- Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- Reynolds J. M. 2005. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. USA: JhonWiley & Sons, p 156-160.
- Samperuru, D. *Prinsip Mendasar Wirelene*. Yahoo! Group. December 11, 2005. April 29, 2015.
http://tech.groups.yahoo.com/group/Migas_Indonesia/message/33766
- Sosrodarsono S. dan Takeda K. 2006. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Telford, M. W., Gerdart, L. P., Sheriff, R. E, Keys, D. A. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. USA: Cambrige University Press.
- Utama, W. 2005. *Experimental Module Mataram Geophysical Workshop*. Lab. Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS. Surabaya.
- Wuryantoro. 2007. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis untuk Menentukan Letak dan Kedalaman Aquifer Air Tanah*. Skripsi pada Program Studi Fisika. UNNES: Semarang.

Zubaidah., T. 2008. *Aplikasi Metode Geolistrik . Jurnal Teknologi Elektro* 86 Vol. 7
No. 2 Juli – Desember 2008.