

**IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL
SOUNDING (VES)* PADA DAERAH BANYUMAS KABUPATEN
PRINGSEWU
(SKRIPSI)**

Oleh

**GALANG GERINDA WARDANA
1415051030**



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF LAND WATER ACUIFER ZONE USING VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING (VES) METHOD IN BANYUMAS REGION, PRINGSEWU REGENCY

By

GALANG GERINDA WARDANA

Groundwater aquifer layers can be identified by a combination of geophysical methods, namely Vertical Electrical Sounding (VES), Well logging, and DEM. This method is able to identify rock resistivity values, aquifer depths, and model aquifers. In this study 9 measurements were taken, namely BM2 with aquifer results at a depth of 5.9-87.2 meters with sand lithology and the actual resistivity value of 30 Ohm-m. BM3 with aquifer results is at a depth of 4.99-64.1 meters with sand lithology and the actual resistivity value is 24.5 Ohm-m. BU1 with aquifer depth of 7.36-51.6 meters with sand lithology and actual resistivity value of 46.8 Ohm-m. BU2 with aquifer results is at a depth of 11.6-47.6 meters with sand lithology and the actual resistivity value is 46.4 Ohm-m. BW3 with aquifer results is at a depth of 5.96-53.7 meters with sand lithology and the actual resistivity value is 25.1 Ohm-m. NW2 with aquifer results is at a depth of 28.5-106 meters with sand lithology and the actual resistivity value is 70.2 Ohm-m. SM1 with aquifer results is at a depth of 8.04-47.6 meters with sand lithology and the actual resistivity value is 42.1 Ohm-m. SM2 with aquifer results is at a depth of 21.4-70.7 meters with sand lithology and the actual resistivity value is 90 Ohm-m. SW1 with aquifer results is at a depth of 10.5-57.7 meters with sand lithology and the actual resistivity value is 23 Ohm-m. In PD-1 well logging data for Resistivity Logs and SP Aquifer Logs, they are 37-48 meters deep. The DEM hydrological data for the recharge zone is in the western area of the study.

Keywords: *VES, Well Logging, DEM, Resistivity,*

ABSTRAK

IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING (VES)* PADA DAERAH BANYUMAS KABUPATEN PRINGSEWU

Oleh

GALANG GERINDA WARDANA

Lapisan akuifer air tanah dapat diidentifikasi dengan kombinasi metode geofisika yaitu *Vertical Electrical Sounding (VES)*, *Well logging*, dan *DEM*. Metode ini mampu mengidentifikasi nilai resistivitas batuan, kedalaman akuifer, dan memodelkan akuifer. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran sebanyak 9 titik, yaitu BM2 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 5.9-87.2 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 30 Ohm-m. BM3 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 4.99-64.1 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 24.5 Ohm-m. BU1 dengan kedalaman akuifer 7.36-51.6 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 46.8 Ohm-m. BU2 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 11.6-47.6 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 46.4 Ohm-m. BW3 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 5.96-53.7 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 25.1 Ohm-m. NW2 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 28.5-106 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 70.2 Ohm-m. SM1 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 8.04-47.6 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 42.1 Ohm-m. SM2 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 21.4-70.7 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 90 Ohm-m. SW1 dengan hasil akuifer berada pada kedalaman 10.5-57.7 meter dengan litologi pasir dan nilai resistivitas sebenarnya 23 Ohm-m. Pada data *well logging* PD-1 untuk Log Resistivitas dan Log SP akuifer berada pada kedalaman 37-48 meter. Pada data *DEM* hidrologi untuk zona *recharge* berada pada daerah barat penelitian.

Kata Kunci : *VES*, *Well Logging*, *DEM*, Resistivitas,

**IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR TANAH MENGGUNAKAN
METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING (VES)* PADA DAERAH
BANYUMAS KABUPATEN PRINGSEWU**

**Oleh
GALANG GERINDA WARDANA**

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE *VERTICAL
ELECTRICAL SOUNDING (VES)* PADA
DAERAH BANYUMAS KABUPATEN
PRINGSEWU**

Nama Mahasiswa : **Galang Gerinda Wardana**

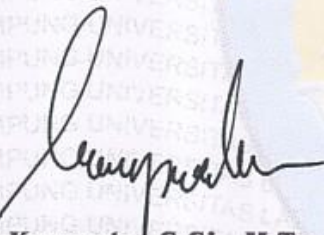
Nomor Pokok Mahasiswa : 1415051030

Jurusan : Teknik Geofisika

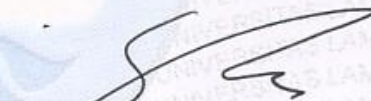
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

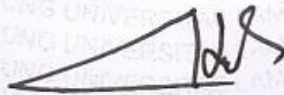


Karyanto, S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001



Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.
NIP 19730716 200012 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika



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

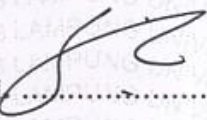
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

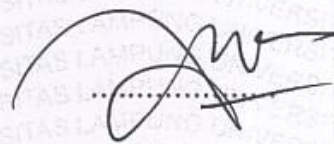
Ketua : **Karyanto, S.Si., M.T.**



Sekretaris : **Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Rustadi, S.Si., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **7 Agustus 2019**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang tertulis atau diterbitkan orang lain, kecuali tertulis dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandar Lampung, Agustus 2019



Galang Gerinda Wardana
NPM.1415051030

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sungai Langka, Kecamatan Gedaong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung pada tanggal 14 Juli 1996. Penulis merupakan anak pertama sekaligus terakhir dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Tri Sambodo dan Ibu Lamisah. Penulis menyelesaikan

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Sungai Langka pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri Gedong Tataan pada tahun 2011 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Xaverius Pringsewu pada tahun 2014.

Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Elektronika Dasar, Geolistrik, dan Kuliah Lapangan Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung periode 2017/2018. Penulis juga aktif di kegiatan Organisasi Mahasiswa seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HIMATG Bhuwana) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai anggota Bidang Kaderisasi periode 2016-2017. Pengurus HMGI Wilayah 1 Bidang Kesekretariatan 2015-2016. Organisasi SM-IAGI sebagai Koordinator HRD Universitas Lampung Tahun 2017-2018. Pada 1 juli- 30juli 2018, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PSDMBP.

PERSEMBAHAN



Dengan Mengharapkan Ridho Alloh dan Syafa'at Nabi

Muhammad SAW

Kupersembahkan Karyaku Ini untuk

Bapak dan Ibuiku tercinta

Tri Sambodo dan Lamisah

Kakak-kakak tersayang

Agsutina, Sugeng Riyadi, dan Novilia

Para Sahabat dan Teman-Teman Seperjuangan

Teknik Geofisika Angkatan 2014

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

Terima Kasih atas Pelajaran Hidup yang Kalian Berikan

MOTTO

*Ambilah Sifat Terbaik Dari Alam Sebagai Prinsip
Menjalani Hidup*

(GGW)

*Hidupmu Kemarin, Hari Ini, dan Esok Semangat
Menjalaninya Hanya Karena ALLAH SWT Satu-SatuNya*

(GGW)



SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Sholawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW karena dengan perantara beliau kita semua dapat merasakan nikmatnya ibadah, nikmatnya bersyukur, dan insya Allah nikmatnya surga.

Selama pengerjaan Tugas Akhir ini banyak pihak yang terlibat dan memberikan kontribusi ilmiah, spritual dan informasi baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Tri Sambodo dan Ibu Lamisah yang telah membesarkan penulis dan memberikan semangat, motivasi serta do'a yang tak ternilai harganya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriyadi, M.S. Selaku Rektor Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Suharno, B.Sc., M.sc., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

4. Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Bapak Karyanto, S.Si., M.T., selaku Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, waktu dan tenaganya untuk membimbing tugas akhir saya.
6. Bapak Syamsurijal Rasimeng, S. Si., M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, waktu dan tenaganya selama bimbingan tugas akhir saya.
7. Bapak Rustadi, S.Si., M.T., selaku Penguji yang telah memberi masukan dan perbaikan sehingga tugas akhir saya menjadi lebih baik.
8. Bapak Syamsurijal Rasimeng, S. Si., M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memeberikan motivasi selama perkuliahan.
9. Semua Dosen Jurusan Teknik Geofisika, terima kasih atas didikannya, arahan dan bimbingan yang telah diberikan.
10. Bapak Halilintar Duta Mega S.T., dari Lampung Geosains Survey yang telah memeberikan ilmu, arahan dan bimbingan mengenai tugas akhir saya.
11. Kakak-kakak saya Agustina, Sugeng Riyadi, dan Novilia serta seluruh keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
12. Serta teman-teman seperjuangan Teknik Geofisika 14 Unila yang tersayang yang sedikit banyaknya telah memberikan warna dalam kebersamaan dan kekeluargaan kita selama kurang lebih 4 tahun ini. Terimakasih atas nilai kehidupannya. Kalian luar biasa biasa di luar BEHH..!!
13. Terimakasih Kepada Ahmad Asamara Kandi yang ugrik, berisik, ngeyel, ngotot, dan selalu baik kepada saya berteman dengan hati yang tulus. Terimakasih atas semua dukungan dan doa semoga kita bisa sukses bersama-sama. AMIN.

14. Terimakasih Kepada Aziz, Amir, Sidharta, Dimas, Arif, Norman, Aul, Romi, dan Martin selalu baik kepada saya membantu memecahkan segala persoalan di masa kuliah. Terimakasih atas semua dukungan dan doa semoga kita bisa sukses bersama-sama. AMIN.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya tugas akhir ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini

Bandar Lampung, Agustus 2019
Penulis,

Galang Gerinda Wardana

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah S.W.T yang telah melimpahkan segala rezeki, petunjuk, dan ilmu kepada penulis, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu untuk nabiNya yakni Muhammad S.A.W. Skripsi yang berjudul “Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode *Vertical Electrical Sounding (VES)* Pada Daerah Banyumas Kabupaten Pringsewu” merupakan hasil dari Tugas Akhir yang penulis laksanakan di PT. Lampung Geosains Survey, Bandar Lampung. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan bermanfaat untuk penambahan ilmu dimasa yang akan datang. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulis

Galang Gerinda Wardana

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|--------------|
| HALAMAN JUDUL | |
| ABSTRACT | i |
| ABSTRAK | ii |
| HALAMAN JUDUL | iii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iv |
| LEMBAR PENGESAHAN | v |
| LEMBAR PERNYATAAN | vi |
| RIWAYAT HIDUP | vii |
| PERSEMBAHAN | viii |
| MOTTO | ix |
| SANWACANA | x |
| KATA PENGANTAR | xiii |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| | |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Daerah Penelitian | 4 |
| 2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian | 5 |
| 2.3 Fisiografi | 6 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 2.4 Tektonika | 7 |
| 2.5 Air Tanah | 7 |
| 2.6 Sumber Air Tanah | 9 |
| 2.7 Akuifer | 10 |
| 2.8 Hidrologi | 12 |

III. TEORI DASAR

| | |
|--|----|
| 3.1 Air Tanah | 15 |
| 3.1.1 Pengertian Air Tanah..... | 15 |
| 3.1.2 Penampang Bawa Tanah | 15 |
| 3.1.3 Klasifikasi Air Tanah..... | 16 |
| 3.1.4 Tipe Akuifer | 17 |
| 3.2 Metode Geolistrik | 18 |
| 3.2.1 Tahanan Jenis Batuan | 23 |
| 3.2.2 Konfigurasi Schlumberger..... | 25 |
| 3.3 Metode <i>Well Logging</i> | 28 |
| 3.3.1 Tipe-Tipe Log..... | 31 |
| 3.3.2 Pengolahan Data <i>Well Logging</i> | 35 |
| 3.4 DAS (Daerah Aliran Sungai) | 36 |
| 3.4.1 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i> | 37 |
| 3.4.2 Filtering <i>DEM</i> | 39 |
| 3.4.3 Karakteristik Hidrologi dan Morfometri DAS | 40 |

IV. METODOLOGI KERJA PRAKTEK

| | |
|---|----|
| 4.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 43 |
| 4.2 Perangkat Keras an Perangkat Lunak..... | 43 |
| 4.3 Prosedur Penelitian | 44 |
| 4.4 Diagram Alir | 46 |

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 5.1 Interpretasi Kualitatif Data <i>VES</i> Daerah Penelitian..... | 47 |
| 5.2 Interpretasi Kualitatif Data Welogging | 57 |
| 5.3 Analisis Perlapisan Litologi Berdasarkan Data <i>VES</i> | 61 |
| 5.4 Analisis Akuifer Berdasarkan 3D-Section Dan Peta Watershed..... | 67 |

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|---------------------|----|
| 6.1 Kesimpulan..... | 78 |
| 6.2 Saran | 79 |

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 1. Peta Daerah Penelitian..... | 5 |
| Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian..... | 6 |
| Gambar 3. Model Penampang Air Bawah Permukaan..... | 8 |
| Gambar 4. Peta Cekungan Air Tanah..... | 9 |
| Gambar 5. Akuifer-akuifer (<i>Confine</i>) dan (<i>Unconfined</i>) Sistem Artesis dan Permukaan <i>Piezometrik</i> | 12 |
| Gambar 6. Proses Silus Hidrologi Di Permukaan Bumi | 14 |
| Gambar 7. Penampang Bawah Tanah | 16 |
| Gambar 8. Zona Tidak Jenuh Dan Zona Jenuh | 16 |
| Gambar 9. Tipe Akuifer..... | 18 |
| Gambar 10. Pola Aliran Arus dan Bidang Equipotential Antara Dua Elektuda Arus Dengan Polaritas Berlawanan..... | 20 |
| Gambar 11. Bentuk Perubahan Elektroda | 22 |
| Gambar 12. Garis Aliran Arus dan Equipotential dalam Tanah..... | 23 |
| Gambar 13. Konfigurasi Schlumberber | 26 |
| Gambar 14. Pengukuran <i>Well logging</i> | 29 |
| Gambar 15. Skematik diagram dari pengaturan <i>wireline logging</i> modern..... | 31 |
| Gambar 16. Contoh Shale Baseline dan didefinisikan SSP dalam log SP | 33 |
| Gambar 17. Kontras Karakteristik resolusi lapisan dari alat resistivitas..... | 35 |
| Gambar 18. Contoh Visualisasi data DEM | 38 |
| Gambar 19. Klasifikasi Angka Indeks Sungai | 40 |
| Gambar 20. Ilustrasi pola pengaliran (drainase) DAS..... | 42 |
| Gambar 21. Diagram Alir..... | 46 |
| Gambar 22. Titik Pengukuran BM2 | 48 |
| Gambar 23. Titik Pengukuran BM3 | 49 |

| | |
|--|----|
| Gambar 24. Titik Pengukuran BU1 | 50 |
| Gambar 25. Titik Pengukuran BU2..... | 51 |
| Gambar 26. Titik Pengukuran BW3 | 52 |
| Gambar 27. Titik Pengukuran NW2..... | 53 |
| Gambar 28. Titik Pengukuran SM1..... | 54 |
| Gambar 29. Titik Pengukuran SM2..... | 55 |
| Gambar 30. Titik Pengukuran SW1 | 56 |
| Gambar 31. Data Wellogging PD-1 | 60 |
| Gambar 32. Peta Kontur Topografi Titik Pengukuran | 62 |
| Gambar 33. Peta Kontur Batas Atas Sand..... | 63 |
| Gambar 34. Peta Kontur Batas Atas Akuifer | 64 |
| Gambar 35. Peta Kontur Batas Atas Akuiflug | 65 |
| Gambar 36. Penampang Litologi <i>slice</i> A-A' | 66 |
| Gambar 37. Penampang Litologi <i>slice</i> B-B' | 66 |
| Gambar 38. Peta Watershed Daerah Penelitian..... | 68 |
| Gambar 39. 3D-Section Tampak Depan | 69 |
| Gambar 40. 3D-Section Tampak Depan Kanan..... | 69 |
| Gambar 41. 3D-Section Tampak Depan Kiri | 70 |
| Gambar 42. 3D-Section Tampak Atas..... | 70 |
| Gambar 43. 3D-Section korelasi 5 meter | 71 |
| Gambar 44. 3D-Section korelasi 8.6 meter | 71 |
| Gambar 45. 3D-Section korelasi 10.3 meter | 72 |
| Gambar 46. 3D-Section korelasi 12.4 meter | 72 |
| Gambar 47. 3D-Section korelasi 14.9 meter | 73 |
| Gambar 48. 3D-Section korelasi 17.9 meter | 73 |
| Gambar 49. 3D-Section korelasi 21.5 meter | 74 |
| Gambar 50. 3D-Section korelasi 25.8 meter | 74 |
| Gambar 51. 3D-Section korelasi 31 meter | 75 |
| Gambar 52. 3D-Section korelasi 33.2 meter | 75 |
| Gambar 53. 3D-Section korelasi 35.2 meter | 76 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 1. Tahanan Jenis Batuan Sedimen | 24 |
| Tabel 2. Tahanan Jenias Batuan Beku dan Metamorf..... | 24 |
| Tabel 3. Klasifikasi kerapatan alur sungai | 41 |
| Tabel 4. Klasifikasi indeks kebetulan bentuk DAS | 42 |
| Tabel 5. <i>Time Schedule</i> Penelitian | 43 |
| Tabel 6. Litologi BM2 | 48 |
| Tabel 7. Litologi BM3 | 49 |
| Tabel 8. Litologi BU1 | 50 |
| Tabel 9. Litologi BU2 | 51 |
| Tabel 10. Litologi BW3 | 52 |
| Tabel 11. Litologi NW2..... | 53 |
| Tabel 12. Litologi SM1 | 54 |
| Tabel 13. Litologi SM2..... | 56 |
| Tabel 14. Litologi SW1 | 57 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang ada di bumi sampai saat ini. Air juga merupakan kebutuhan pokok yang penting bagi 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 tidak selalu sesuai dengan kebutuhan, baik dalam jumlah maupun mutu.

Dalam membantu keberhasilan program penyediaan air bersih ini dibutuhkan pendekatan geofisika yang nantinya akan mampu memberikan rekomendasi keberadaan sumber air bersih untuk digunakan atau diproduksi dengan membuat sumur sebagai sumber air bersih oleh warga setempat. Provinsi Lampung adalah salah satu provinsi yang mengalami kekurangan ketersediaan

air bersih. Pada penelitian kali ini berada pada Kecamatan Banyumas, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung.

Adapun pada penelitian kali ini menggunakan metode resistivitas, *well logging* dan melakukan pengamatan dengan data DEM melalui analisis Hidrologi, 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. Pada *well logging* itu sendiri dapat digunakan dalam pemodelan kondisi bawah permukaan bumi berdasarkan sifat kelistrikan. Pada *well logging* dan data DEM 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 serta laju arah aliran akuifer bawah permukaan. Sehingga dapat memperkecil resiko kegagalan eksplorasi dalam penentuan nilai cadangan terhitung.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi litologi bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas batuan pada daerah penelitian.
2. Mengidentifikasi kedalaman akuifer air tanah berdasarkan data *well logging* dan data resistivitas.

3. Mengkorelasi kedalaman dan ketebalan lapisan akuifer air tanah berdasarkan nilai resistivitas dan data *well logging* pada daerah penelitian.
4. Dapat menentukan model akuifer bawah permukaan dengan analisis pemodelan 3D geolistrik dan analisis permukaan tanah menggunakan data DEM.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kedalaman rata-rata zona akuifer air agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar dalam menentukan kedalaman pengeboran.
2. Mengetahui arah aliran akuifer air tanah bawah permukaan pada daerah penelitian sehingga dapat menjaga zona peresapan air sehingga terjadi keberlangsungan siklus air tanah bawah permukaan.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

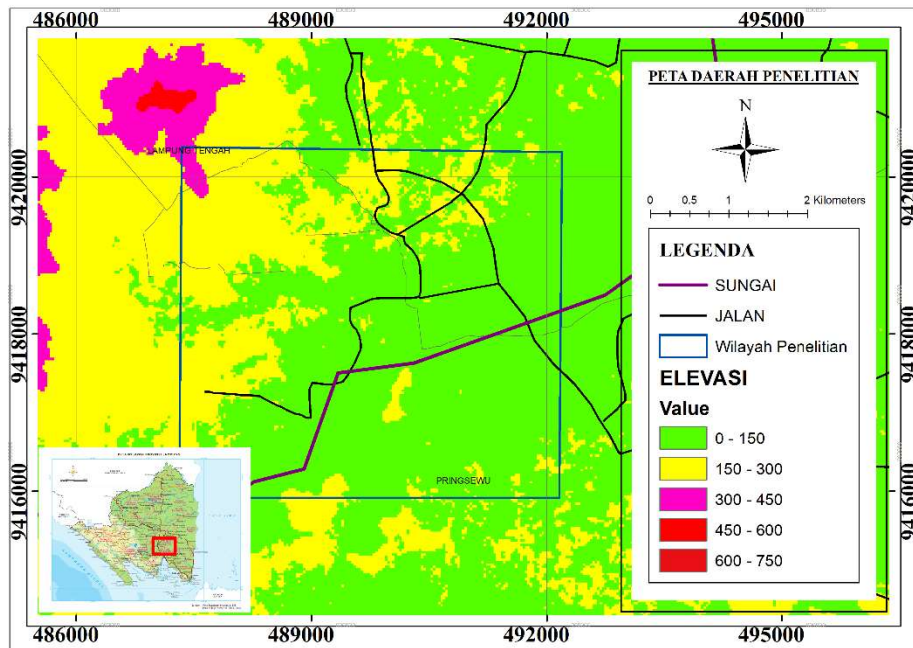
Batasan masalah pada penelitian ini adalah dimulai dari pengolahan data *VES*, pengolahan data *Well Logging* resistivitas dan *Spontaneous Potential* (SP), dan pengolahan data DEM sehingga mendapatkan penampang permukaan bumi dengan analisis hidrologi, dilanjutkan dengan interpretasi sehingga dapat menentukan arah aliran akuifer air tanah bawah permukaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Penelitian

Penelitian dilakukan pada daerah Kecamatan Banyumas, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Gambar peta daerah penelitian dan sebaran data Geolistrik Resistivitas ditunjukkan oleh **Gambar 1**. Secara geografis Kabupaten Pringsewu terletak pada $104^{\circ} 54' 35.16''$ Bujur Timur (BT) dan $5^{\circ} 17' 22.34''$ Lintang Selatan (LS), terdiri dari 11 kelurahan dengan luas wilayah dimiliki sekitar $39,85 \text{ km}^2$. Batas administrasi wilayah Kecamatan Banyumas adalah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Sendang Agung, Kabupaten Lampung Tengah.
2. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Pringsewu.
3. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Pagelaran Utara, Kabupaten Pringsewu.
4. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Adiluwih, Kabupaten Pringsewu.



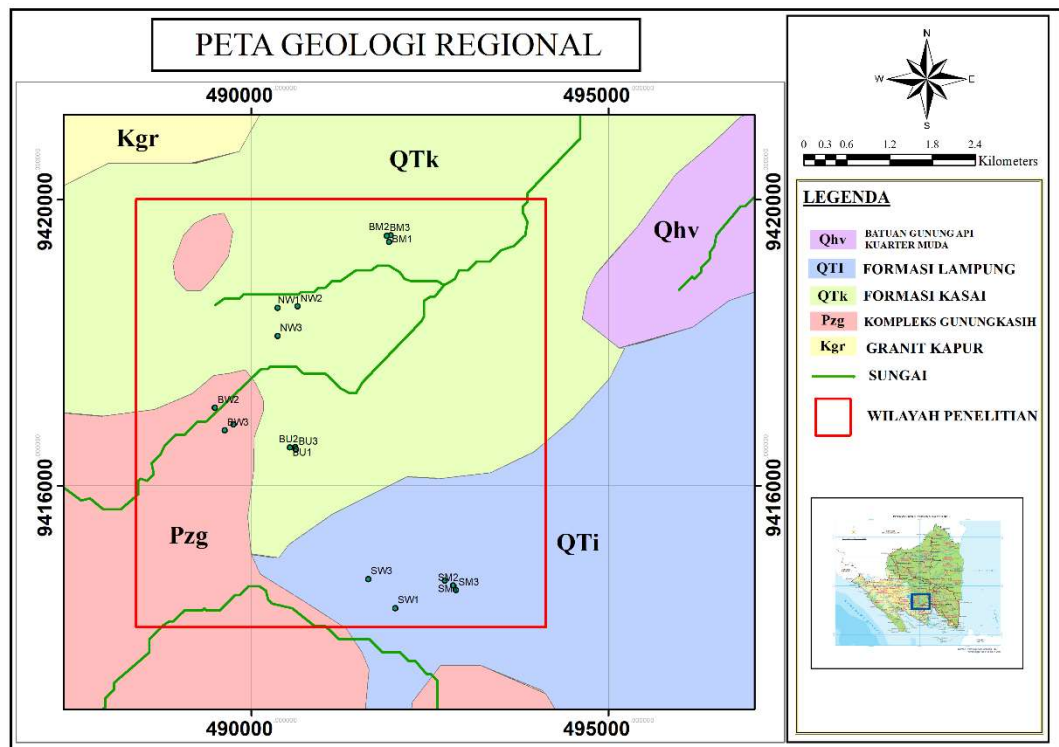
Gambar 1. Peta Daerah Penelitian (DEM SRTM 90m dan Peta Rupa Bumi Indonesia)

2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian

Secara umum daerah Kecamatan Banyumas, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung berada pada geologi regional Tanjung Karang. Berikut ini akan ditunjukkan pada **Gambar 2.** yang merupakan peta geologi regional daerah Penelitian, Provinsi Lampung. Geologi daerah penelitian secara umum terdiri dari batuan urutan kuarter. Jenis- jenis satuan batuan yang ada di daerah penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Formasi Gunung Api Quarter (Qhv) yang terdiri dari breksi, lava, dan tuf bersusunan andesit-basal.
- b. Formasi Lampung (Qtl) yang terdiri dari tuf berbatuapung, batupasir Tuf.
- c. Formasi Kasai (Qtk) yang terdiri dari perselingan batupasir tufan dengan tuf berbatuapung, struktur silangsiur, sisipan tipis lignit dan kayu terkersikkan.

- d. Kompleks Gunung Kasih (Pzg) yang terdiri dari sekis, kuarsit, batu pualam, dan migmatit.
- e. Granit Kapur (Kgr) yang terdiri dari granit, granodiorit dan tonalit terdaunkan p: granut padean, c: granit curug.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi)

2.3 Fisiografi

Daerah penelitian terletak pada lembar peta geologi Kota Agung dimana lembar ini dibagi sebanyak lima wilayah morfologi yang mencerminkan keadaan geologinya. Dataran rendah sepanjang daerah tepian bagian barat, perbukitan dan pegunungan dibagian barat, bagian tengah, serta bagian timur laut, daerah perbukitan bergelombang menempati sebagian besar wilayah ini, dataran tinggi dan kerucut gunungapi. 70% Wilayah perbukitan bergelombang menempati lembar geologi, 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, gunungapi kuarter, terdapat sedimen tersier, sehingga di daerah tersebut berpotensi memiliki akuifer yang bagus (Amin, dkk., 1994).

2.4 Tektonika

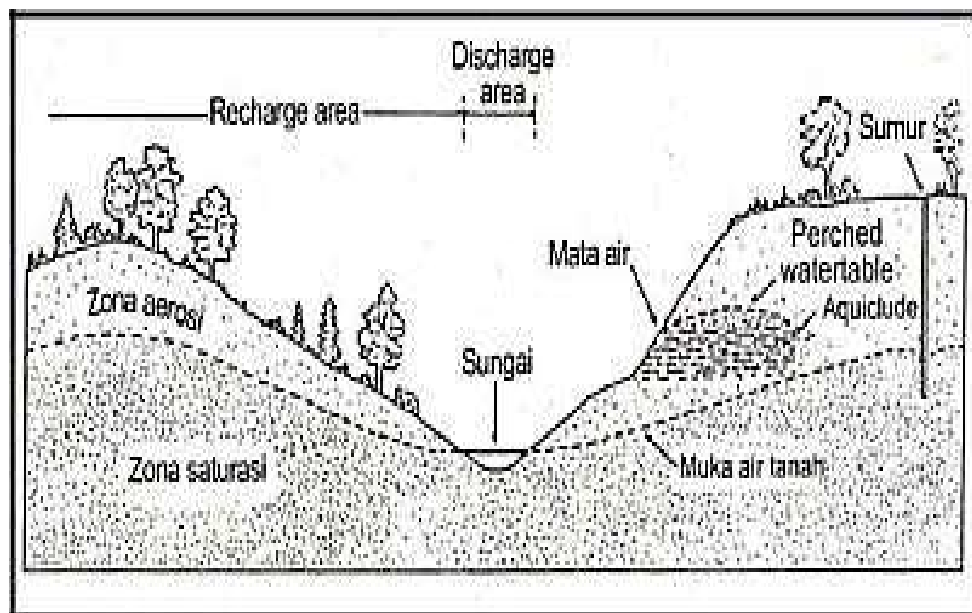
Lembar geologi Kota Agung berada ditepi barat daya daratan Sunda, sebagai lanjutan daratan Asia Tenggara dari lempeng Eurasia dan merupakan bagian dari Busur Sunda. Samudera India menjadi dasar kerak samudera dan bagian dari lempeng India-Australia sekarang menunjam miring sepanjang Parit Sunda di lepas pantai barat Sumatera.

2.5 Air Tanah

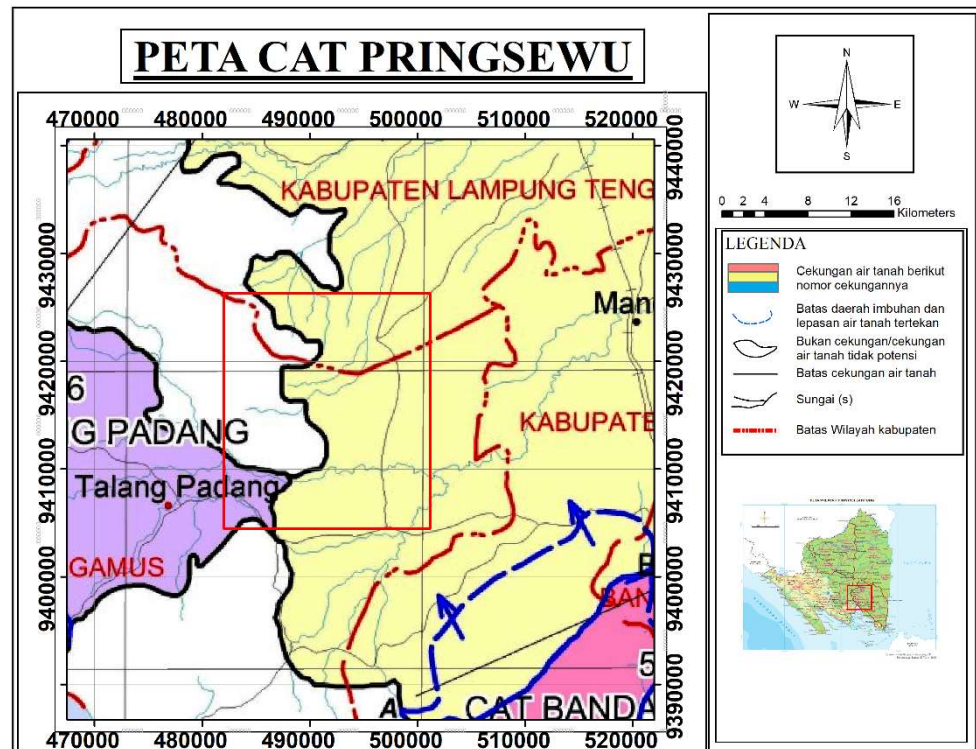
Semua air yang berada pada lapisan yang mengandung air (*akuifer*) di bawah permukaan tanah adalah air bawah tanah, termasuk mata air yang muncul di permukaan tanah. Air tanah tersimpan dalam suatu wadah (*akuifer*), dalam suatu formasi geologi yang jenuh air yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah cukup dan ekonomis. Sumber air tanah berasal dari air yang ada di permukaan tanah (air hujan, air danau) yang meresap ke dalam tanah di daerah zona *recharge* yang selanjutnya mengalir menuju daerah *discharge*.

Daya tarik molekuler sebagai lapisan pada butiran-butiran tanah menahan air yang meresap sehingga tidak bergerak jauh. Sebagian air yang muncul di permukaan menguap lagi ke atmosfer dan sisanya yang meresap di bawah tanah merupakan cadangan bagi tumbuhan selama hujan belum turun.

Dinamakan air tanah (*ground water*) karena berada dalam zona saturasi (*zone of saturation*). Batas atas zona ini disebut muka air tanah (*water table*). Zona aerasi (*zona of aeration*) adalah lapisan berupa tanah, sedimen atau batuan di atasnya yang tidak jenuh air. Muka air tanah umumnya tidak horisontal, tetapi lebih kurang mengikuti permukaan topografi di atasnya. Daerah dimana air hujan meresap kebawah (*precipitation*) sampai zona saturasi dinamakan daerah rembesan (*recharge area*), dan daerah tempat air tanah keluar dinamakan *discharge area*. Pada daerah penelitian potensi air tanah cukup memungkinkan, dikarenakan di daerah tersebut memiliki banyak sekali perbukitan, yang mana daerah tersebut terdapat daerah rembesan yang cukup tinggi.



Gambar 3. Model penampang air bawah permukaan (Wuryantoro, 2007).



Gambar 4. Peta Cekungan Air Tanah (Iqbal, 2017).

2.6 Sumber Air Tanah

Air tanah berasal dari bermacam sumber. Air tanah yang berasal dari peresapan air permukaan disebut air meteoric (*meteoric water*). Selain berasal dari air permukaan, air tanah dapat juga berasal dari air yang terjebak pada waktu pembentukan batuan sedimen. Air tanah jenis ini disebut air konat (*connate water*).

Pada daerah penelitian, Air tanah di temukan pada kedalaman rata-rata 40-90 meter. Sehingga masyarakat sekitar dapat memanfaatkan air tanah tersebut dengan mudah, terutama di daerah Banyumas Kabupaten Pringsewu. Daerah penelitian ini memiliki keadaan yang berbukit-bukit, material penyusunnya merupakan material-material yang memiliki *permeabilitas* yang cukup tinggi Berdasarkan material penyusunnya, maka air tanah dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

- (1) material lepas (*unconsolidated materials*).
- (2) material kompak (*consolidated materials*). Kira-kira 90 % air tanah terdapat pada material lepas misalnya pasir, kerikil, campuran pasir dan kerikil, dan sebagainya.

2.7 Akuifer

Berdasarkan litologinya, akuifer dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu:

- akuifer tidak tertekan atau akuifer bebas (*Unconfined Aquifer*)

Akuifer tak tertekan atau akuifer bebas adalah air tanah dalam akuifer tertutup lapisan *impermeable* dan mempunyai muka air tanah. *Unconfined Aquifer* adalah akuifer jenuh air (*saturated*). Lapisan pembatasnya yang merupakan *aquitard*, hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas *aquitard* di lapisan atasnya, batas di lapisan atas berupa muka air tanah. Permukaan air tanah di sumur dan air tanah bebas adalah permukaan air bebas, jadi permukaan air tanah bebas adalah batas antara zona yang jenuh dengan air tanah dan zona yang aerasi (tak jenuh) di atas zona yang jenuh. Akuifer jenuh disebut juga sebagai *phriatic aquifer*, *non artesian aquifer* atau *free aquifer*.

- Akuifer tertekan (*Confined Aquifer*)

Akuifer tertekan adalah akuifer dimana air tanah berada di bawah lapisan yang kedap air (*impermeable*) sehingga mempunyai tekanan lebih besar daripada tekanan atmosfer. Air yang mengalir berada pada lapisan

pembatasnya, karena *confined aquifer* merupakan akuifer jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas dan bawahnya.

- Akuifer bocor (*Leakage Aquife*)

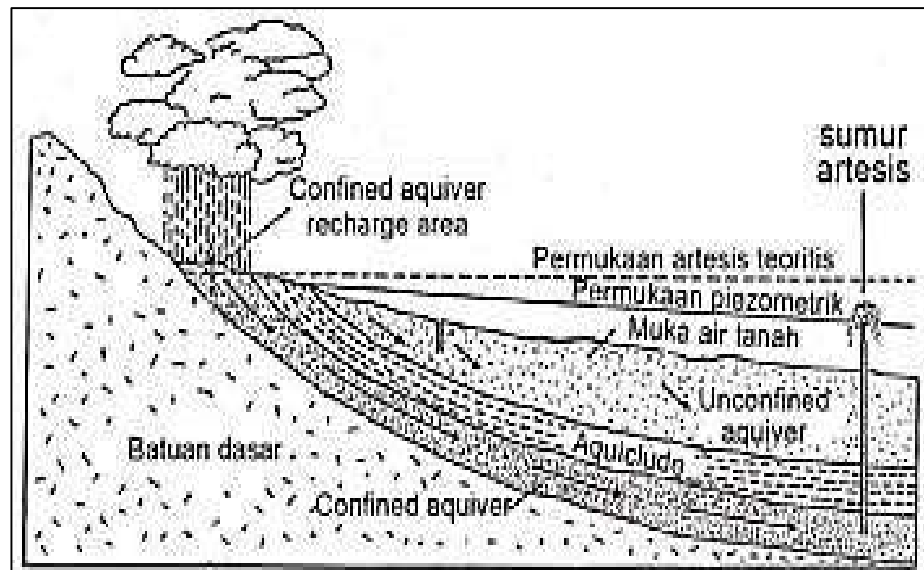
Akuifer bocor didefinisikan suatu akuifer dimana air tanah terkekang di bawah lapisan yang setengah kedap air sehingga akuifer di sini terletak antara akuifer bebas dan akuifer terkekang.

- Akuifer melayang (*Perched Aquifer*)

Akuifer melayang jika berada di dalam zona aerasi terbentuk sebuah akuifer yang terbentuk di atas lapisan *impermeable*. Akuifer melayang ini tidak dapat dijadikan sebagai suatu usaha pengembangan air tanah, karena mempunyai variasi permukaan air dan volumenya yang besar. Stratigrafi yang tersusun atas beberapa lapisan batuan akan berpengaruh terhadap ketebalan akuifer, kedalaman akuifer, serta kedudukan air tanah. Jenis dan umur batuan juga berpengaruh terhadap daya hantar listrik, dan dapat menentukan kualitas air tanah.

Pada mulanya air memasuki akuifer melewati daerah tangkapan (*recharge area*) yang berada lebih tinggi daripada daerah buangan (*discharge area*). Daerah tangkapan biasanya terletak di pegunungan dan daerah buangan terletak di daerah pantai. Air tersebut kemudian mengalir kebawah karena pengaruh gaya gravitasi melalui pori-pori akuifer. Air yang berada dibagian bawah akuifer mendapat tekanan yang besar oleh berat air diatasnya, tekanan ini tidak dapat hilang atau berpindah karena akuifer terisolasi oleh akuiklud di atas dan di bawahnya, yaitu lapisan yang impermeabel dengan konduktivitas hidrolik yang sangat kecil sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Jika

sumur dibor hingga *confined aquifer*, maka air akan memancar ke atas melawan gaya gravitasi bahkan hingga mencapai permukaan tanah. Sumur yang airnya memancar keatas karena tekanannya sendiri disebut sumur *artesis* (Gambar 5).



Gambar 5. Akuifer-Akuifer (*Confine*) dan (*Unconfined*) Sistem Artesis dan Permukaan *Piezometrik* (Wuryantoro, 2007).

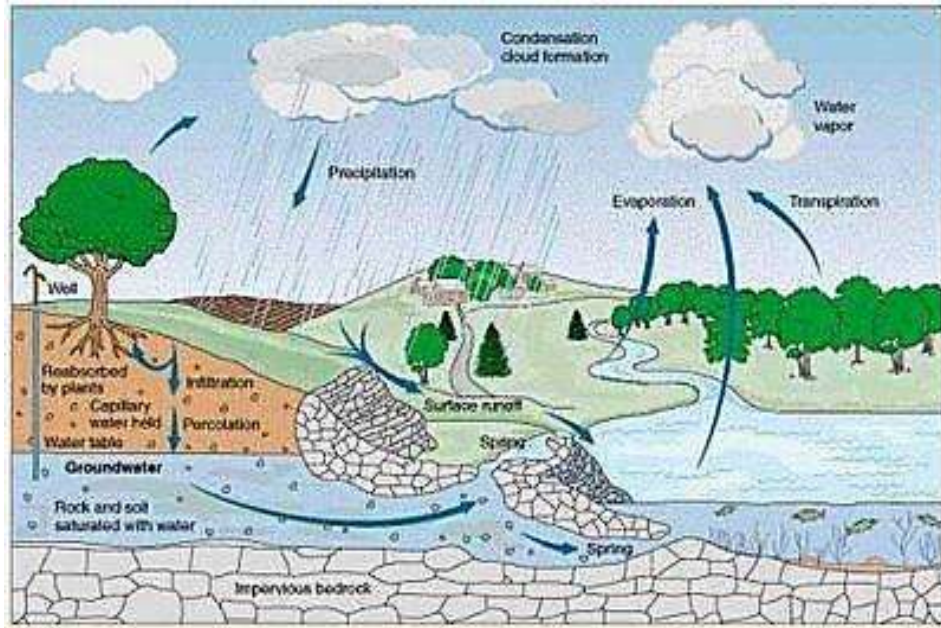
2.8 Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang membahas tentang keberadaan air dan gerakan air di alam. Studi hidrologi meliputi berbagai bentuk air serta menyangkut perubahan-perubahannya, antara lain dalam keadaan cair, padat, gas, dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah, distribusinya, penyebarannya, gerakannya dan lain sebagainya. Siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda:

1. Evaporasi/transpirasi - Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. Kemudian air akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan

kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (precipitation) dalam bentuk hujan, salju, dan es. Ketika air dipanaskan oleh sinar matahari, permukaan molekul-molekul air memiliki cukup energi untuk melepaskan ikatan molekul air tersebut dan kemudian terlepas dan mengembang sebagai uap air yang tidak terlihat di atmosfer.

2. Infiltrasi/Perkolasi ke dalam tanah - Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
3. Air Permukaan - Air bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sisten Daerah Aliran Sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya.



Gambar 6. Proses Siklus Hidrologi Di Permukaan Bumi (Asdak, 1995).

III. TEORI DASAR

3.1 Air Tanah

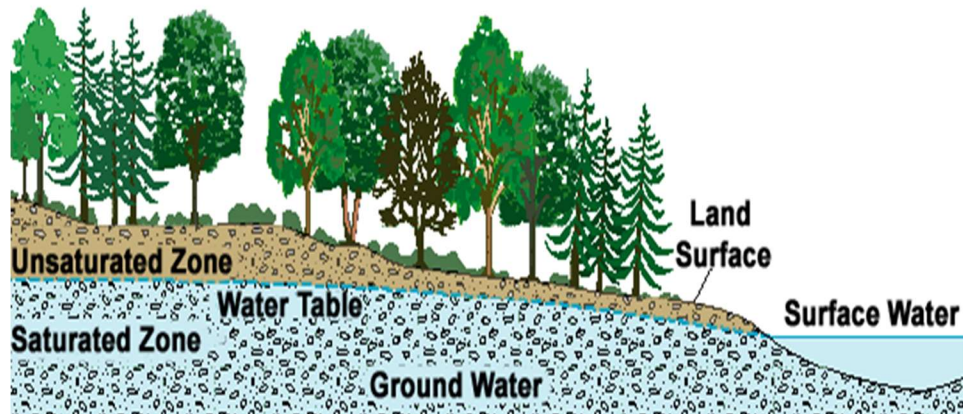
3.1.1 Pengertian Dasar

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 (Reinhard, 2006).

3.1.2 Penampang Bawah Tanah

Penampang bawah tanah (*ground surface*) dapat dibagi menjadi zona jenuh (*saturated zone*) dan zona tidak jenuh (*unsaturated zone*). 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 8**.



Gambar 7. Penampang Bawah Tanah (Cornelia, 2008)



Gambar 8. Zona Tidak Jenuh dan Zona Jenuh (Cornelia, 2008)

3.1.3 Klasifikasi Air Tanah

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

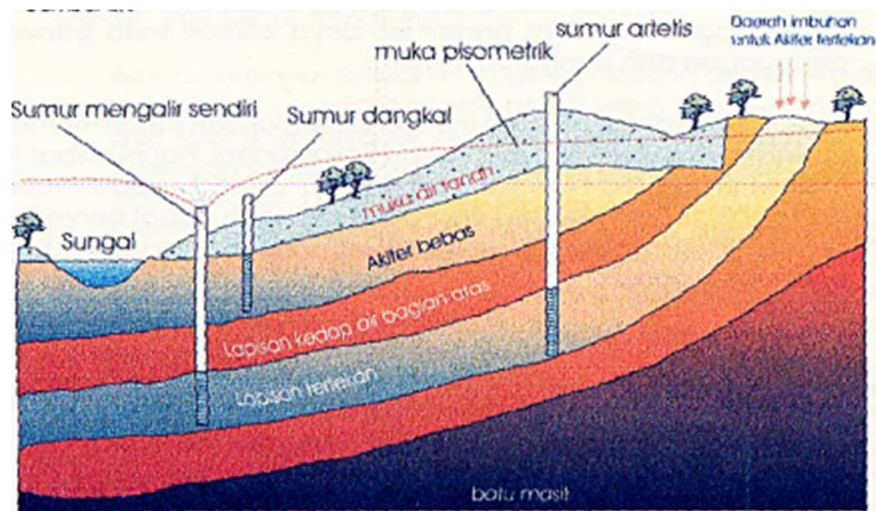
- a) Akuifer (lapisan pembawa air) adalah lapisan batuan jenuh air dibawah permukaan tanah yang dapat menyimpan dan meneruskan air dalam jumlah yang cukup, misalnya pasir.
- b) Akuiklud (lapisan batuan kedap air) adalah suatu lapisan batuan jenuh air yang mengandung air tetapi tidak mampu melepaskannya 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 pasiran.
- d) Akuiflug (lapisan kedap air) adalah suatu lapisan batuan kedap air yang tidak mampu mengandung dan meneruskan air, misalnya granit.

3.1.4 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 9. Tipe Akuifer (Kodoatie, 2012)

3.2 Metode geolistrik

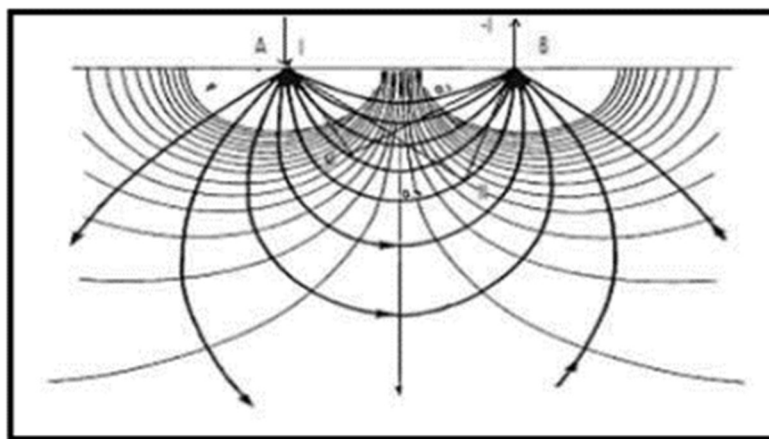
Metode geolistrik diterapkan untuk memetakan struktur resistivitas bawah tanah. Resistivitas batuan menjadi perhatian khusus untuk hidrogeologi yang memungkinkan untuk membedakan antara air tawar dan air asin, antara akuifer berpasir batuan lunak dan material lempung, antara batuan keras akuifer berpori / pecahan batuan dan batu lempung yang memiliki permeabel rendah dan batu napal antara rekahan yang menahan air dan batuan induk padatnya. Tahanan dari tanah diukur dengan arus yang disuntikkan dan menghasilkan perbedaan potensial pada permukaan. Dibutuhkan dua pasang elektroda yaitu pasangan elektroda pertama A dan B digunakan untuk menginjeksi Arus,

sedangkan pasangan elektroda kedua elektroda M dan N adalah untuk menghitung besar beda potensial pengukuran. Didalam metode geolistrik resistivitas terdapat 2 metode dalam pengambilan data, yaitu: metode geolistrik resistivitas *mapping* dan metode geolistrik resistivitas *sounding*. Metode resistivitas *mapping* adalah metode resistivitas bertujuan untuk memberikan gambaran penampang variasi resistivitas lapisan tanah bawah permukaan secara horizontal. Sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* bertujuan untuk memberikan gambaran lapisan variasi resistivitas satuan di dalam permukaan bumi secara vertikal (Reinhard, 2006).

Penggunaan metode geolistrik pertama kali digunakan oleh Conrad Schlumberger tahun 1912. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang memberikan gambaran perubahan resistivitas lapisan batuan dibawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Dengan menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu selanjutnya diinjeksikan arus listrik. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan arus listrik bisa menembus lapisan batuan yang lebih dalam. Dengan dialirkannya arus listrik maka didalam tanah akan menimbulkan tegangan listrik. Tegangan listrik yang terjadi dipermukaan 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 dan 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. Kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh dari 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 digunakan adalah yang menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) di bagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) dibagian dalam. Gambar dibawah ini adalah ilustrasi garis *equipotential* yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan dipermukaan bumi.



Gambar 10. Pola Aliran Arus Dan Bidang *Equipotential* Antara Dua Elektroda Arus Dengan Polaritas Berlawanan (Smith and silver,1991).

Pada **Gambar 10** yang menyerupai setengah lingkaran dapat dilihat bahwa sebaran arus pada permukaan akibat arus listrik yang dikirim kebawah permukaan. Garis tegas 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 didalam bumi dianggap memiliki simetri bola (Smith and silver,1991).

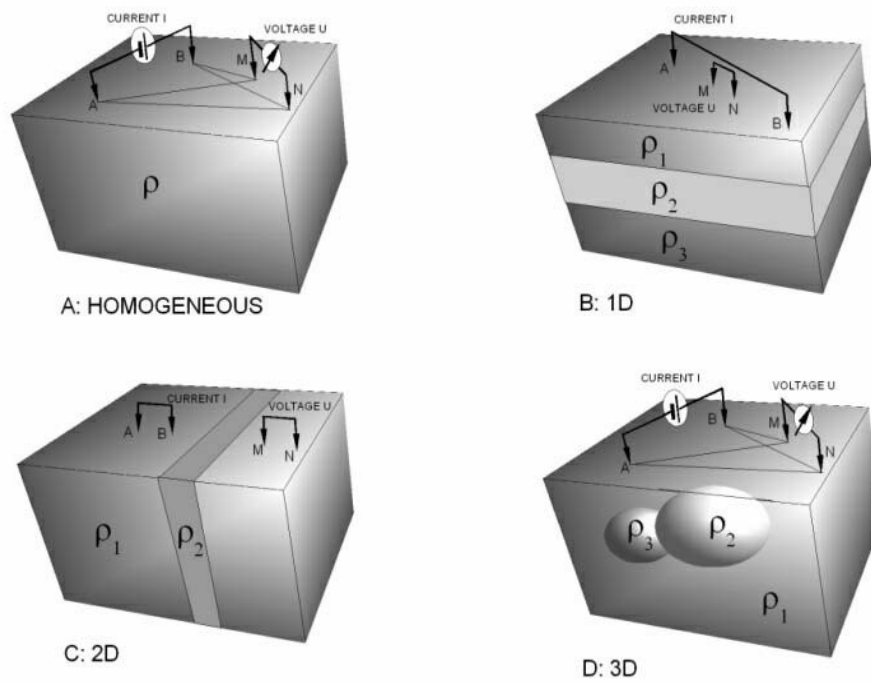
Metode geolistrik lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang digunakan untuk memberikan informasi lapisan dikedalaman lebih dari 2 km atau 4 km. Metode geolistrik ini umumnya digunakan untuk mengetahui lapisan dibawah permukaan sampai kedalaman 300-500 m, sangat berguna untuk mengetahui kemungkinan kedalaman adanya lapisan *aquifer*. Umumnya yang dicari adalah *confined aquifer* yaitu lapisan *aquifer* yang diapit oleh lapisan batuan kedap air pada bagian bawah dan bagian atas. *Confined aquifer* ini mempunyai *recharge* yang relatif jauh, sehingga ketersediaan air tanah dibawah titik bor tidak terpengaruh oleh perubahan cuaca setempat. Geolistrik ini dapat mendeteksi adanya lapisan tambang yang mempunyai kontras resistivitas dengan lapisan batuan pada bagian atas dan bawahnya. Bisa juga untuk mengetahui perkiraan kedalaman *bedrock* untuk fondasi bangunan. Metode geolistrik juga dapat untuk menduga adanya panas bumi di bawah permukaan. Berdasarkan konfigurasi elektroda-elektroda arus, dikenal beberapa jenis metode geolistrik resistivitas (Reinhard, 2006).

Untuk lapisan tanah yang homogen dan konfigurasi elektroda yang berubah-ubah dengan nilai resistivitas ρ dengan satuan pengukuran Ohm-meter yang relevan sebagai parameter petrophysic sehingga dapat dihitung dari arus I dan beda potensi V dengan persamaan :

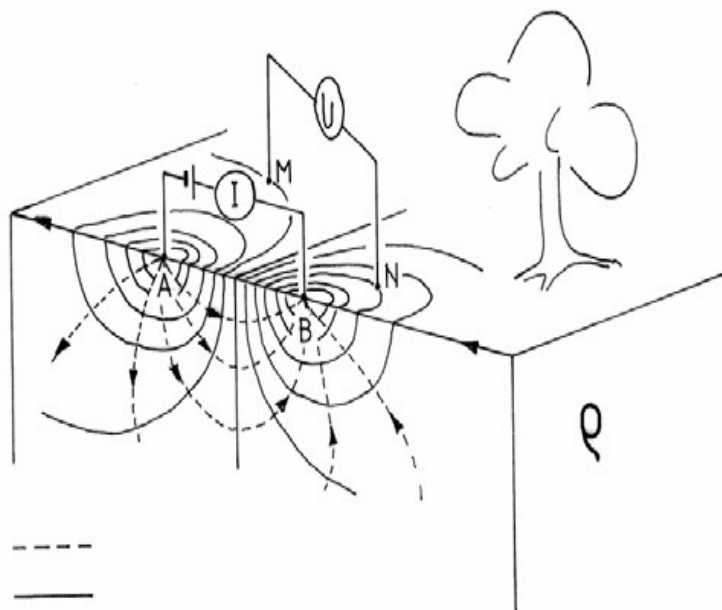
$$\rho_A = K \frac{V}{I} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan K disebut sebagai faktor geometris yang dapat dihitung dari jarak elektroda dengan persamaan :

$$K = \frac{1}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{MN} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \dots\dots\dots(2)$$



Gambar 11. Bentuk perubahan elektroda untuk pengukuran resistivitas semu A: homo geneous tanah, B: tanah berlapis, C: distribusi resistivitas 2D di tanah, D: distribusi resistivitas 3D di tanah (Reinhard, 2006).



Gambar 12. Garis aliran Arus dan Equipotensial dalam tanah homogen

3.2.1 Tahanan Jenis Batuan

Tahanan jenis merupakan sifat fisika yang menunjukkan kemampuan material dalam menghambat aliran arus listrik (Marescot, 2009). Berdasarkan kemampuan dalam menghantarkan arus listrik terdapat beberapa jenis material yang 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 “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 , 1990)

| Batuan | Tahanan Jenis (Ohm-meter) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Consolidated shales</i> | $20 - 2 \times 10^3$ |
| <i>Argilities</i> | $10 - 8 \times 10^2$ |
| <i>Conglomerat</i> | $2 \times 10^3 - 10^4$ |
| <i>Sandstones</i> | $1 - 6.4 \times 10^3$ |
| <i>Limestones</i> | $50 - 10^7$ |
| <i>Dolomite</i> | $3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$ |
| <i>Uncosolidated wet clay</i> | 20 |
| <i>Marls</i> | 3 - 70 |
| <i>Clays</i> | 1 - 100 |
| <i>Aluvium and sands</i> | 10 - 800 |
| <i>Oil Sands</i> | 4 - 800 |

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

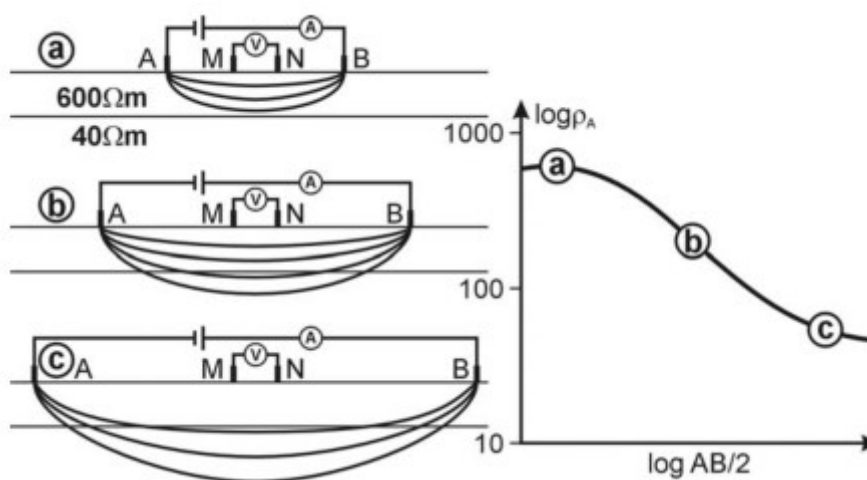
| Batuan | Tahanan Jenis (Ohm-meter) |
|------------------------------|--|
| <i>Granite</i> | $3 \times 10^2 - 10^6$ |
| <i>Grabite Porphyry</i> | 4.5×10^3 (basah) - 1.3×10^4 (kering) |
| <i>Feldspar porphyry</i> | 4×10^3 (basah) |
| <i>Albite</i> | 3×10^2 (basah) - 3.3×10^3 (kering) |
| <i>Syenite</i> | $10^2 - 10^6$ |
| <i>Diorite</i> | $10^4 - 10^5$ |
| <i>Diorite Porphyry</i> | 1.9×10^3 (basah) - 2.8×10^4 (kering) |
| <i>Porphyrite</i> | $10 - 5 \times 10^4$ (Basah) - 3.3×10^3 (kering) |
| <i>Carbonatized porphyry</i> | 2.5×10^3 (basah) - 6×10^6 (kering) |
| <i>Quartz porphyry</i> | $3 \times 10^2 - 3 \times 10^5$ |
| <i>Quartz diorite</i> | $2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$ (basah) - 1.8×10^5 (kering) |
| <i>Porphyry (various)</i> | 60×10^4 |
| <i>Dacaite</i> | 2×10^4 (basah) |
| <i>Andesite</i> | 4.5×10^4 (basah) - 1.7×10^2 (kering) |
| <i>Diabase porphyry</i> | 10^3 (basah) - 1.7×10^5 (kering) |
| <i>Diabase (various)</i> | $20 - 5 \times 10^7$ |
| <i>Lavas</i> | $10 - 5 \times 10^4$ |
| <i>Gabro</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) – 6.5×10^3 (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> | 6.8×10^4 (basah) – 3×10^6 (kering) |
| <i>Marmer</i> | $102 - 2.5 \times 10^8$ (kering) |
| <i>Skarn</i> | 2.5×10^2 (basah) – 2.5×10^8 (kering) |
| <i>Quartzites (various)</i> | $10 - 2 \times 10^8$ |

Berdasarkan **Tabel 1** dan **Tabel 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.

3.2.2 Konfigurasi Schlumberger

Pada konfigurasi Schlumberger seperti pada **gambar 13** idealnya pada jarak MN dibuat sekecil-kecilnya. Elektroda M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan elektroda A dan B sebagai elektroda arus. Pada konfigurasi Schlumberger ini, nilai $MN < AB$. Sehingga jarak MN secara teoritis tidak mengalami perubahan, tetapi karena adanya keterbatasan kepekaan peralatan pengukuran, maka ketika jarak AB sudah relative besar maka jarak MN harus dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari $1/5$ jarak AB.



Gambar 13. Konfigurasi Schlumberger (Reinhard, 2006).

Kelemahan dari konfigurasi Schlumberger ini adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relative jauh, sehingga diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik ‘high impedance’ dengan akurasi tinggi yaitu yang bias 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 $MN/2$ (Reinhard, 2006).

Metode geolistrik yang umumnya sering digunakan adalah untuk menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) di bagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) di bagian dalam. Dengan asumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama

dengan separuh dari jarak elektroda arus (yang dimisalkan dengan elektroda arus A dan elektroda arus B) dapat bernilai $AB/2$ (apabila digunakan arus listrik DC murni). Sehingga dapat diperkirakan pengaruh dari injeksi aliran arus listrik ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari $AB/2$ (Reinhard, 2006).

Pengolahan data dilakukan dua tahap yaitu: Tahap pertama dilakukan dengan menggunakan kurva matching, yaitu penafsiran pendahuluan untuk mengetahui jumlah lapisan, tahanan jenis dan ketebalan per lapisan. Penafsiran dengan menggunakan kurva baku dua lapisan yang telah dihitung secara teoritis. Tahap kedua dilakukan dengan bantuan komputer untuk mendapatkan hasil yang lebih cepat dan akurat. Penafsiran dilakukan dengan otomatis dan manual. Caranya dengan memasukkan hasil penafsiran pada tahap pertama setelah dipertimbangkan dengan kondisi geologi setempat. Untuk dapat menafsirkan data lapangan guna mengetahui jumlah lapisan secara akurat dilakukan dengan cara sehingga dapat diketahui jumlah lapisan secara umum. Dasar yang diambil untuk menentukan lapisan yang diduga mempunyai potensi sebagai lapisan pembawa air dalam kondisi batuan sedimen yang normal adalah berdasarkan kepada susunan geologi dari kelompok-kelompok satuan batuan yang ada, dan ketentuan umum secara teoritis mengenai ciri-ciri dan sifat kelistrikan dari setiap satuan batuan. Dasar lainnya yang dipakai adalah lapisan tersebut mempunyai nilai tahanan jenis semu yang lebih besar dari kelompok batuan yang berbutir halus atau lempung dan mempunyai satuan yang relatif luas.

Dalam penyelidikan ini dasar yang dipakai dalam menentukan batuan adalah besaran harga tahanan jenis pada kelompok satuan batuan dibandingkan dengan sekitarnya. Pada dasarnya hubungan antara besaran harga tahanan jenis dengan macam batuan dapat digambarkan sebagai berikut, bahwa batuan sedimen yang lepas akan mempunyai tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan yang kompak pada kelompok sama (Telford, 1990).

3.3 Metode *Well Logging*

Well 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 runtuhnya. 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 Logging* dapat diilustrasikan seperti yang terlihat pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Pengukuran *Well Logging* (Darling, 2005)

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

a. *Openhole Logging*

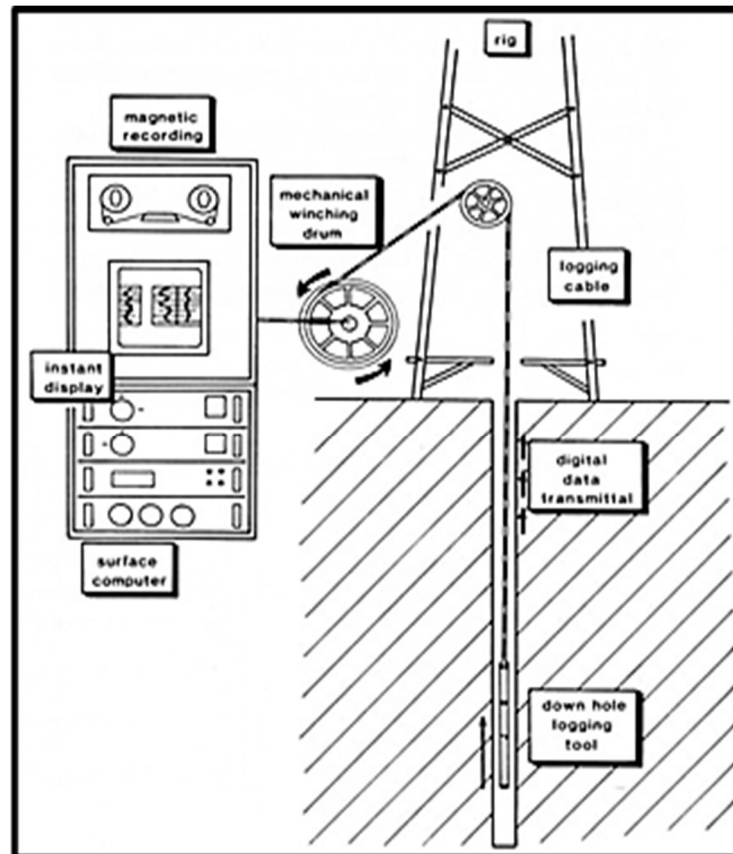
Openhole Logging ini merupakan kegiatan *logging* yang dilakukan pada sumur/lubang bor yang belum dilakukan pemasangan *casing*. Pada umumnya pada tahap ini semua jenis *log* dapat dilakukan.

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 15. Skematik diagram dari pengaturan *wireline logging* modern (Rider, 2002)

3.3.1 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 Potensial (SP)*

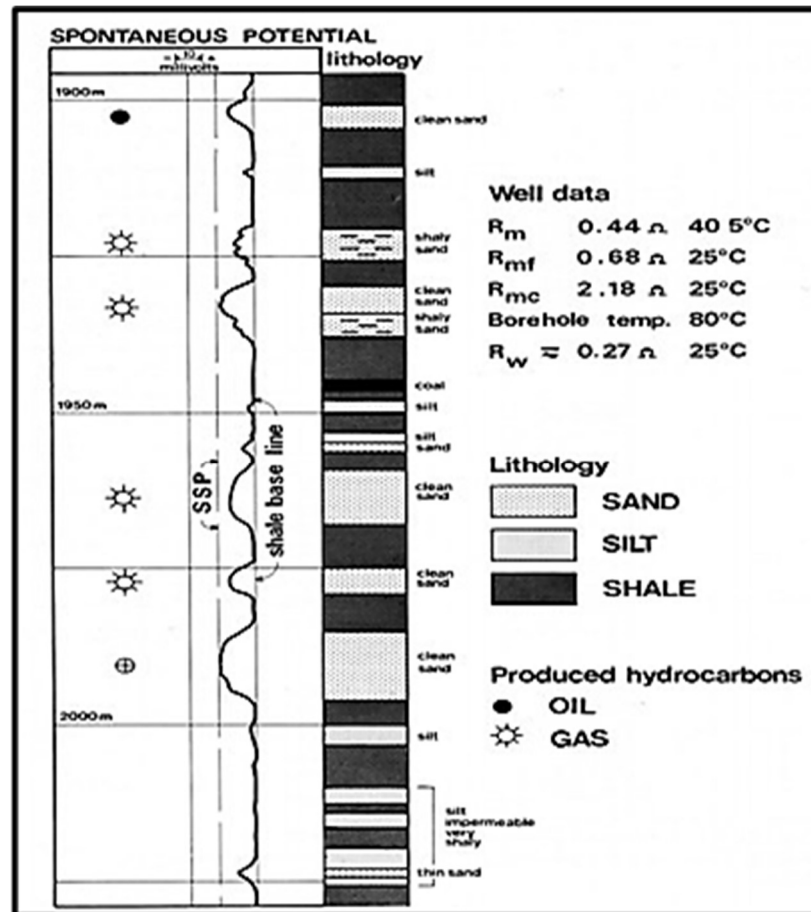
Log SP adalah rekaman perbedaan potensial listrik antara elektroda di permukaan dengan elektroda yang terdapat di lubang bor yang bergerak naik-turun. Supaya *SP* dapat berfungsi maka lubang harus diisi oleh lumpur konduktif. *Log SP* digunakan untuk:

- 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 ko 40 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 16. 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).

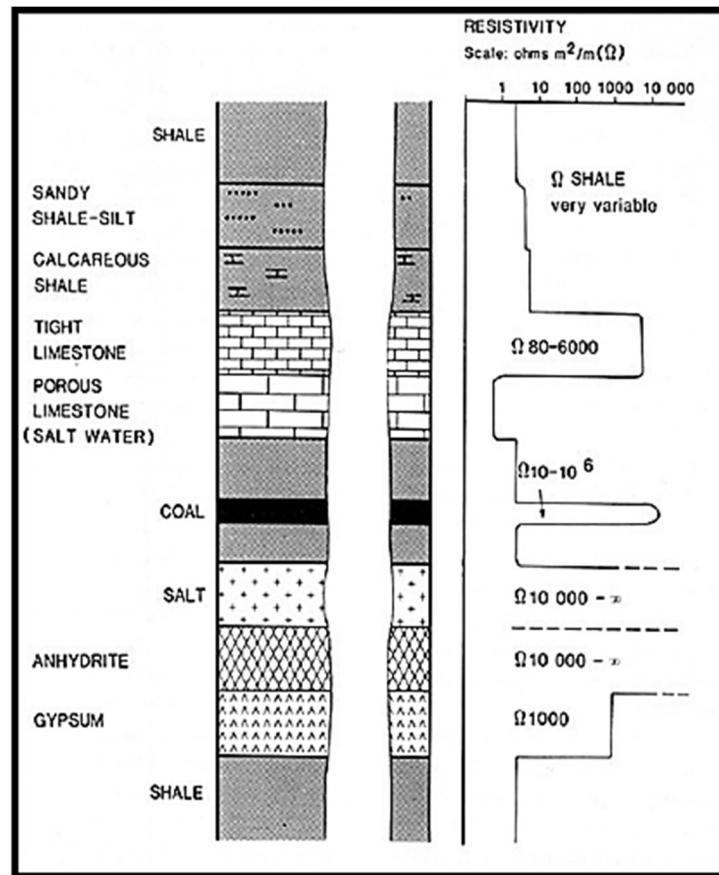
2. *Log Resistivitas*

Resistivitas atau tahanan jenis suatu batuan adalah suatu kemampuan batuan untuk menghambat jalannya arus listrik yang mengalir melalui batuan tersebut (Doveton, 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.

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.



Gambar 17. Kontras karakteristik resolusi lapisan dari alat resistivitas (Rider, 2002)

3.3.2 Pengolahan Data *Well Logging*

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.

3.4 DAS (Daerah Aliran Sungai)

Pemodelan hidrologi adalah proses penyederhanaan sistem hidrologi suatu wilayah kedalam sistem komputasi dalam upaya memahami proses serta melakukan analisis terhadap system hidrologi pada wilayah kajian. Proses pemodelan tersebut memerlukan informasi khususnya informasi terkait dengan karakter daerah aliran sungai (DAS) seperti luas DAS serta jaringan sungai. Informasi tersebut dapat diperoleh melalui survey lapang namun memerlukan sumberdaya yang cukup tinggi serta waktu yang cukup lama. Pendekatan lain yang digunakan untuk mendapatkan informasi tersebut adalah dengan menggunakan pendekatan pemodelan hidrologi. Pemodelan adalah penyederhanaan dari suatu sistem dengan berbagai masukan berupa asumsi dengan tujuan mampu menjelaskan proses-proses serta keterkaitan antar parameter/komponen didalam sistem tersebut.

Dalam pemodelan hidrologi, DEM merupakan komponen data yang sangat penting. Berbagai informasi terkait dengan pemodelan dan juga karakteristik dari suatu DAS dapat diperoleh dari informasi DEM wilayah tersebut. Dengan menggunakan informasi DEM, data terkait dengan luas DAS, panjang sungai, kemiringan dan informasi lain yang terkait akan mudah diperoleh. Walaupun

sebenarnya informasi tersebut dapat diperoleh secara manual dengan menggunakan peta kontur, namun pendekatan tersebut tidak dapat dilakukan mengingat pemodelan hidrologi yang dilakukan mensyaratkan data dalam bentuk digital. Selain itu, informasi yang diperoleh menggunakan pendekatan data kontur tersebut memiliki tingkat akurasi yang rendah. Penentuan batas wilayah DAS hanya didasarkan pada “visual” dari kontur akan sangat rawan terhadap bias yang mempengaruhi proses perhitungan pada tahapan selanjutnya. Hal ini tidak disarankan dalam pemodelan hidrologi.

ArcHydro - salah satu extension dari ArcGIS, mampu memberikan solusi terhadap permasalahan-permasalahan terkait dengan pemodelan hidrologi. Archydro merupakan aplikasi yang disediakan secara gratis pada laman www.esri.com, sehingga dapat diunduh oleh siapa saja pengguna yang memiliki ketertarikan pada hidrologi khususnya hydroGIS. ArcHydro mampu memfasilitasi analisis-analisis dengan menggunakan data DEM. Archydro juga menyediakan prosedur (*algorithm*) dalam format GIS yang sudah terkompilasi dan mampu mengekstraksi informasi tersebut secara otomatis.

3.4.1 Digital Elevation Model (DEM)

DEM atau digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Moore, Grayson and Ladson, 1991). DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, processing, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-

nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, distribusi spasial diwakili oleh nilai sistem koordinat X, Y dan karakteristik ketinggian medan diwakili dalam sistem koordinat Z (Zhang and Montgomery, 1994).



Gambar 18. Contoh visualisasi data *DEM* (Buakhao and Kangrang, 2016).

Dalam proses analisis bentang lahan, data DEM perlu divisualisasikan agar memudahkan proses interpretasi. Visualisasi DEM memungkinkan pengguna untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi topografi di lokasi yang dimaksud. Sementara untuk analisis hidrologi, data turunan DEM yang digunakan yaitu data *digital surface model* (DSM). Data DSM atau dapat diartikan sebagai model permukaan digital merupakan model elevasi yang menampilkan ketinggian permukaan di atas tanah (*ground*), jika data terrain hanya menampilkan ground maka DSM menampilkan bentuk permukaan apapun seperti ketinggian pohon, bangunan dan objek apapun yang ada di atas tanah (Zhang and Montgomery, 1994).

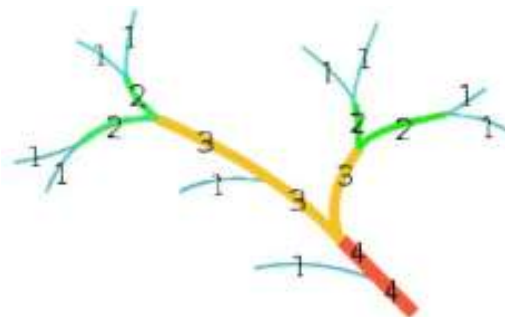
3.4.2 Filtering DEM

Teknik filtering DEM adalah proses manipulasi khusus terhadap data DEM agar diperoleh turunan data sesuai dengan tujuan penggunaan (Zhang and Montgomery, 1994). Filtering DEM juga digunakan untuk melakukan koreksi nilai elevasi dari suatu data DEM. Prinsip filtering DEM menghitung nilai-z baru untuk piksel dalam DEM dengan menggunakan perhitungan terhadap rata-rata nilai dari piksel di sekitarnya. Filtering merupakan proses perubahan nilai piksel dalam dataset sesuai dengan nilai piksel disekelilingnya. Filtering merupakan operasi lokal dalam pengolahan citra yang dilakukan guna memudahkan interpretasi visual. Secara konsep pengolahan data raster, teknik filtering yang umumnyadigunakan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu (Gonzalez and Woods, 2002) :

- Filter lolos rendah (*low pass filter*) adalah filter yang digunakan untuk memperhalus kenampakan (*smoothing and averaging*) dengan meratakan noise dan menghilangkan spike pada data raster.
- Filter lolos tinggi (*high pass filter*) adalah filter yang digunakan untuk menajamkan kenampakan obyek pada data raster dengan menekan frekuensi tinggi tanpa mempengaruhi bagian dari frekuensi rendah pada nilai raster.
- Filter deteksi sisi (*edge detection filter*) adalah filter yang digunakan untuk menampakkan sisi di sekitar (*edge*) suatu obyek untuk memudahkan interpretasi dan analisis.

3.4.3 Karakteristik Hidrologi dan Morfometri DAS

Karakteristik topografis suatu DAS sangat erat kaitannya terhadap morfometri. Morfometri DAS adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan keadaan serta ukuran atau parameter fisik suatu permukaan DAS, khususnya terkait jaringan atau alur sungai secara kuantitatif. Sementara itu morfometri DAS merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan keadaan jaringan alur sungai secara kuantitatif. Morfometri suatu DAS meliputi beberapa komponen, antar lain : panjang, lebar, dan luas DAS; kemiringan atau gradien sungai; orde dan tingkat percabangan sungai; kerapatan dan pola pengaliran sungai; serta bentuk DAS itu sendiri. Orde sungai adalah posisi percabangan alur sungai di dalam urutannya terhadap induk sungai pada suatu DAS. Ada beberapa metode penentuan orde sungai diantaranya yaitu Horton, Strahler, Shreve, dan Scheidegger. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu Strahler (Strahler, 1957). Berdasarkan metode Strahler, alur sungai paling hulu yang tidak mempunyai cabang disebut dengan orde pertama (orde 1), pertemuan antara orde pertama disebut orde kedua (orde 2), demikian seterusnya sampai pada sungai utama ditandai dengan nomor orde yang paling besar sebagaimana ditunjukkan pada diagram berikut :



Gambar 19. Kalsifikasi Angka Indeks Sungai (Seyhan, 1977).

Jumlah alur sungai suatu orde dapat ditentukan dari angka indeks percabangan sungai atau *bifurcation ratio* (Rb). Perhitungan Rb biasanya dilakukan dalam unit Sub DAS atau Sub DAS. Untuk memperoleh nilai Rb dari keseluruhan DAS, maka digunakan tingkat percabangan sungai rerata tertimbang atau *weighted mean bifurcation* (WRb). Kerapatan sungai adalah suatu angka indeks yang menunjukkan banyaknya anak sungai di dalam suatu DAS. Kerapatan alur mencerminkan panjang sungai rerata dalam satu satuan luas tertentu. Kerapatan alur dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Seyhan, 1977).

Tabel 3. Klasifikasi kerapatan alur sungai (Seyhan, 1977).

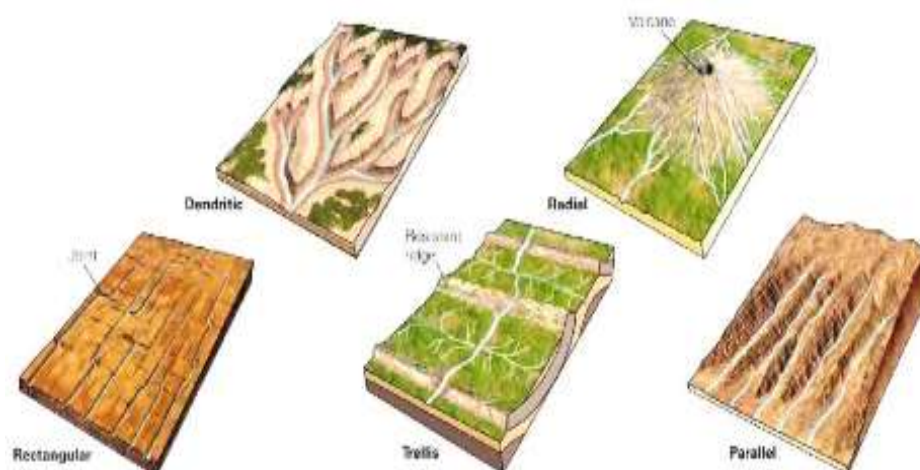
| Dd (km/km²) | Kelas Kerapatan | Keterangan |
|-------------------------------|------------------------|--|
| <0.25 | Rendah | Alur sungai melewati batuan dengan resistansi keras, maka angkutan sedimen yang tersangkut aliran sungai lebih kecil |
| 0.25 - 10 | Sedang | Alur sungai melewati batuan dengan resistansi yang lebih lunak sehingga angkutan sedimen yang tersangkut akan lebih besar |
| 10 - 25 | Tinggi | Alur sungai melewati batuan dengan resistansi yang lunak, sehingga angkutan sedimen terangkut aliran akan lebih besar |
| <25 | Sangat Tinggi | Alur sungai melewati batuan yang kedap air. Keadaan ini akan menunjukkan bahwa air hujan yang menjadi aliran akan lebih besar. |

Pola sungai menentukan bentuk suatu DAS. Bentuk DAS mempunyai arti penting dalam hubungannya dengan aliran sungai, yaitu berpengaruh terhadap kecepatan terpusat aliran. Bentuk DAS sulit untuk dinyatakan dalam bentuk kuantitatif. Bentuk DAS dapat didekati dengan indeks kebulatan atau *circularity ratio* (Rc) yang diklasifikasikan sebagai berikut.

Tabel 4. Klasifikasi indeks kebetulan bentuk DAS (Seyhan, 1977).

| Rc | Keterangan |
|-----------|---|
| >0.5 | Bentuk daerah aliran sungai membulat, debit puncak datanya lama, begitu juga penurunannya |
| <0.5 | Bentuk daerah aliran sungai memanjang, debit puncak datangnya cepat, begitu juga penurunannya |

Semua sungai di dalam DAS mengikuti suatu aturan yaitu bahwa aliran sungai dihubungkan oleh suatu jaringan satu arah, dimana cabang dan anak sungai mengalir ke dalam sungai induk yang lebih besar dan membentuk suatu pola tertentu. Pola ini disebut pola pengaliran atau pola drainase. Pola itu tergantung dari pada kondisi topografi, geologi, iklim, vegetasi yang terdapat di dalam DAS bersangkutan. Sebagai contoh dari pola-pola pengaliran antara lain pola dendritik, pola rectangular, pola trellis, pola radial, dan pola paralel.

**Gambar 20.** Ilustrasi pola pengaliran (drainase) DAS (Howard, 1967).

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul “ Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Bawah Permukaan Menggunakan Metode *Vertical Electrical Sounding (VES)* Pada Daerah Banyumas Kabupaten Pringsewu”, dilaksanakan di PT Lampung Geosains Survei. Selanjutnya dilakukan di Teknik Geofisika Universitas Lampung sampai sidang komprehensif. Penelitian ini dimulai dari tanggal 21 November 2018 – 21 April 2019. Adapun *Time Schedule* pada penelitian kali ini terdapat pada Tabel 1.

Tabel 5. *Time Schedule* Penelitian

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

4.2 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 *VES*,

Data DEM, Peta Geologi Regional komputer, dan perangkat lunak yang meliputi *Microsoft Excel*, *ZondIP1D*, *IP2WIN*, dan *Logplot*

A. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Seperangkat Komputer/laptop dan printer

B. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- *Microsoft Office*, digunakan dalam penulisan laporan dan presentasi.
- *ZondIP1D* dan *IP2WIN* untuk mengolah data geolistrik.
- *ArcMap* untuk mengolah data DEM.
- *Logplot* digunakan untuk mengolah data logging.
- *Surfer* digunakan untuk membuat peta kontur.

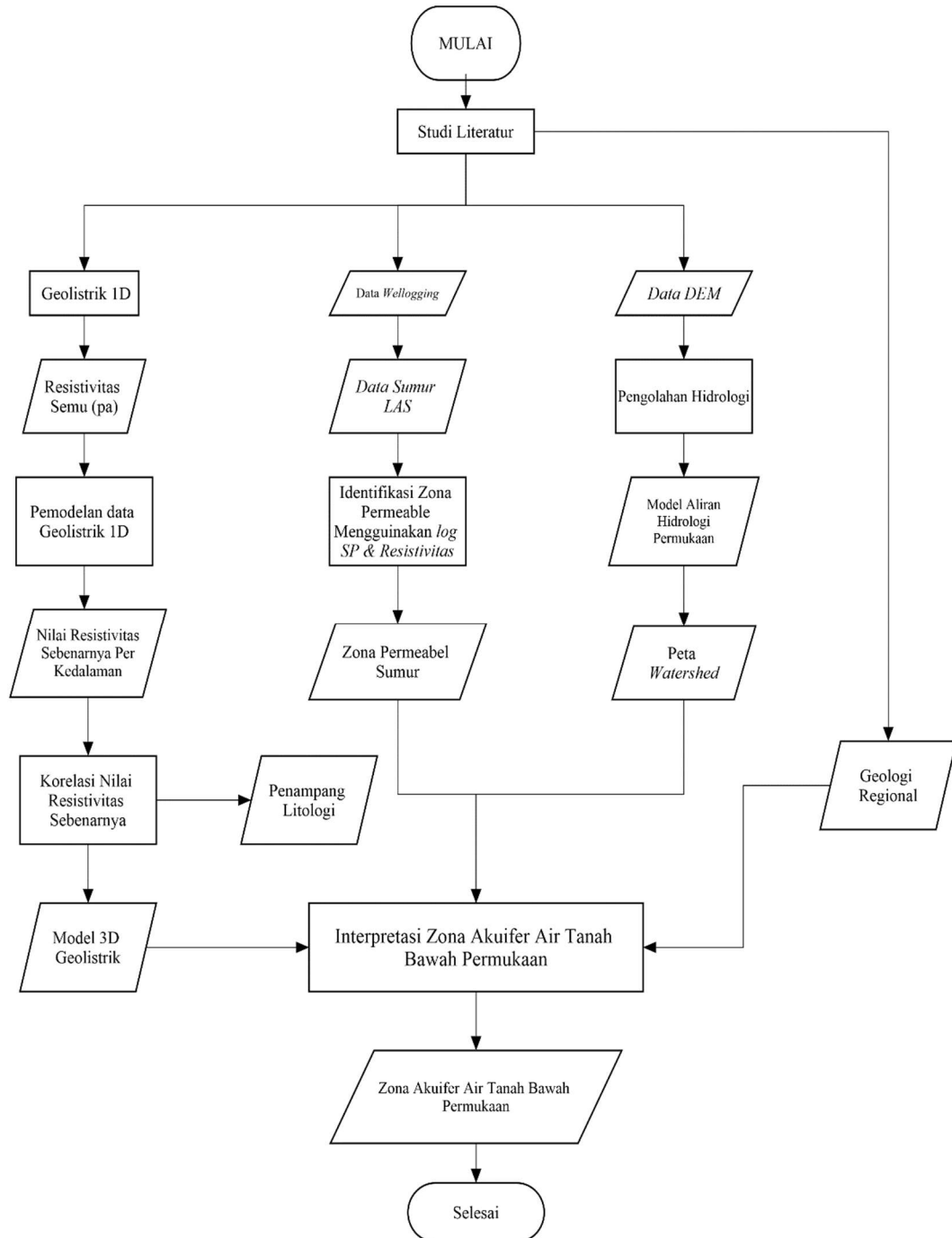
4.3 Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur adalah tahap yang 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 adalah melakukan pengolahan data *VES* dengan Konfigurasi Schlumberger agar diketahui posisi prospek akuifer, kedalaman akuifer hingga ketebalan akuifer.

4. Pengolahan data DEM adalah dengan melakukan pengolahan data DEM agar supaya kita dapat mengetahui pola aliran hidrologi di permukaan tanah.
5. Korelasi data *log* dan data geolistrik adalah dengan melakukan validasi dari hasil pengolahan data log 1D dan *VES*, menentukan zona akuifer yang akurat.
6. Interpretasi dengan korelasi data *logging* dan *VES* pada Data DEM dan geologi regional daerah penelitian, sehingga didapatkan zona akuifer air tanah bawah permukaan dan arah aliran air tanah bawah permukaan.

4.4 Diagram Alir

Proses berjalannya penelitian dapat dilihat pada diagram alir penelitian di bawah ini pada **Gambar 21** :



Gambar 21. Diagram Alir

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari identifikasi zona akuifer air tanah menggunakan metode geolistrik *Vertical Electrical Sounding* pada daerah banyumas kabupaten pringsewu pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data geolistrik *vertical electrical sounding* bahwa zona akuifer berada pada nilai resistivitas sebenarnya pada 10-40 ohm-meter.
2. Akuifer-akuifer pada titik pengukuran berada pada litologi pasir yang jenuh air.
3. Hasil analisis interpretasi kualitatif data logging PD-1 akuifer berada pada kedalaman 37-48 meter. Sedangkan hasil analisis interpretasi kualitatif data *VES* BW3 akuifer berada pada kedalaman 5.96-53.7 meter. Dimana data logging PD-1 dan geolistrik BW3 berada pada koordinat yang sama.
4. Berdasarkan Peta *Watershed* arah aliran air di permukaan cukup kecil pada daerah barat, dan semakin besar menuju kearah timur laut.
5. Berdasarkan interpretasi 3D-Section dan peta *watershed* akuifer cenderung mengalir menuju timur laut. Zona resapan berada pada wilayah barat penelitian.

6.2 SARAN

Dalam penelitian ini, diperlukannya kelanjutan penelitian dengan menambahkan data *Vertical Electrical Sounding (VES)* dan *logging* serta adanya *sampling coring* sumur. Dengan penambahan-penambahan data tersebut diharapkan akan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai akuifer pada daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C., Sidarto, Santosa, S., dan Gunawan, W. 1993. *Peta Geologi Lembar Kotaagung, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Amin, T. C., Sidarto, Santosa, S. and Gunawan, W. 1994. *Geological Report of the Kota Agung Quadrangle, Sumatra: Bandung*, Department of Mines and Energy Directorate General of Geology and Mineral Resources, p. 113.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM Press
- 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.
- BPBD. 2009. *Peta Administrasi Kabupaten Pringsewu*. bpbd.pringsewukab.go.id. Diakses tanggal 10 September 2018.
- Buakhao, W. and Kangrang, A. 2016. DEM Resolution Impact on the Estimation of the Physical Characteristics of Watersheds by Using SWAT ,*Advances in Civil Engineering*. doi: 10.1155/2016/8180158.
- 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. Program Sarajana Institut Teknologi Bandung.
- 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.
- Gonzalez, R. and Woods, R. 2002. *Digital image processing*. Prentice Hall. doi: 10.1016/0734-189X(90)90171-Q.
- 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.
- Howard, A. D.1967. Drainage Analysis in Geologic Interpretation: A Summation, *AAPGBulletin*. doi: 10.1306/5D25C26D-16C1-11D7-8645000102C1865D.
- Iqbal, F.A. *Download Gratis Peta CAT*. Geochem Survey. 1 Juni 2017. <https://geochemsurvey.com/download-peta-cat-cekungan-air-tanah-indonesia/>. Diakses tanggal 12 September 2018.
- Kanata, Bulkis dan Zubaidah. 2008. Pemodelan Fisika Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Investigasi Keberadaan Air Tanah. *Jurnal Teknologi Elektro* Vol.7 No. 1 Januari –Juni 2008.Mataram.
- Reinhard, K. 2006. *Groundwater Geophysics*. German : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kodoatie, R. J. 2012. *Tata Ruang Air Tanah*. Yogyakarta.
- Lowrie and William. 2007. *Fundamentals of Geophysics*. USA: Cambridge University Press, p293-320.
- Milsomn, J. 2003. *Field Geophysics, 3rd Edition*. England: John Willey & Sons Ltd.
- Rider, M. 2002. *The Geological Interpretation of Well Logs. Second Edition*. Sutherland. Skotlandia.
- Reynolds, J. M. 2005. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. USA: JhonWiley & Sons, p 156-160.
- Samperuru, D. *Prinsip Mendasar Wirelene*. Yahoo! Group. 1 1 Desember 2005. http://tech.groups.yahoo.com/group/Migas_Indonesia/message/33766
- Seyhan, E. 1977. *Dasar-dasar hidrologi, Ersin Seyhan : penerjemah Sentot Subagyo : editor Soenardi Prawirohatmodjo*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press Tahun 1990.

- Sosrodarsono, S. dan Takeda K. 2006. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology, *Eos, Transactions American Geophysical Union*. doi: 10.1029/TR038i006p00913.
- Surono, Simanjuntak, T.O., Situmorang R.L., Sukido. 1993. *Peta Geologi Lembar Tanggamus*. Pusat Penelitian dan Pengembangan. Bandung.
- Telford, M. W., Gerdart, L. P., and Sheriff, R. E, Keys, D. A. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. USA: Cambridge 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 (Studi Kasus Di Desa Tempera Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang Jawa Tengah). Skripsi tidak diterbitkan. Semarang. Program Sarjana Universitas Negeri Semarang.
- Zhang, J. 2010. Hydrologic information extraction based on ARC hydro tool and DEM, in *International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering, CESCE 2010*. doi: 10.1109/CESCE.2010.169.
- Zhang, W. and Montgomery, D. R. 1994. Digital elevation model grid size landscape representation, and hydrologic simulations', *Water Resources research*. doi:10.1029/93WR03553.