

Skripsi Geofisika

**IDENTIFIKASI POTENSI AIR TANAH DENGAN METODE
GEOLISTRIK KONFIGURASI *WENNER-SCHLUMBERGER*
DI DAERAH PUCAK KECAMATAN TOMPOBULU
KABUPATEN MAROS**



OLEH:

ARUM WAHYUNI

H221 15 512

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019



**IDENTIFIKASI POTENSI AIR TANAH DENGAN METODE
GEOLISTRIK KONFIGURASI *WENNER-SCHLUMBERGER* DI DAERAH
PUCAK KECAMATAN TOMPOBULU KABUPATEN MAROS**

Skripsi untuk melengkapi tugas – tugas dan memenuhi
syarat untuk mencapai gelar sarjana



ARUM WAHYUNI

H221 15 512

**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2019



LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI POTENSI AIR TANAH DENGAN METODE
GEOLISTRIK KONFIGURASI *WENNER-SCHLUMBERGER*
DI DAERAH PUCAK KECAMATAN TOMPOBULU
KABUPATEN MAROS**

Oleh:

Arum Wahyuni

H221 15 512

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Pendidikan Sarjana, Departemen Geofisika ini

Telah disetujui oleh Tim Pembimbing pada tanggal

Seperti tertera di bawah ini

Makassar, 15 Mei 2019

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,



Dr. Erfan, M.Si
NIP. 196709032001121001



Syarifuddin, S.Si, MT
NIP. 497401152002121001



PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan karya orisinal saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan lainnya dimanapun, kecuali bagian yang dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dibantu oleh pihak pembimbing.

Makassar, 15 Mei 2019

Penulis



Arum Wahyuni



ABSTRAK

Air merupakan sumber daya alam yang melimpah, air dapat ditemukan di setiap tempat di permukaan bumi. Air tanah adalah salah satu sumber air yang dapat mengatasi permasalahan kekurangan air bersih dalam kehidupan makhluk hidup sehari-hari. Seiring berjalannya waktu dan bertambahnya jumlah kebutuhan air maka dilakukanlah berbagai penelitian untuk mencari dan mengeksplorasi potensi air tanah yang ada di bawah permukaan bumi. Pada Desa Pucak Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros ketika musim kemarau biasanya terjadi kekeringan di beberapa sumur warga sekitar yang menyebabkan terjadinya kekurangan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi per lapisan bawah permukaan daerah penelitian dan mengetahui potensi air tanah di daerah penelitian dengan menggunakan metode geolistrik. Potensi air tanah diketahui dengan melakukan pengukuran dilapangan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa per lapisan yang terdapat di lokasi penelitian dapat dikelompokkan ke dalam 3 bagian berdasarkan nilai resistivitas. Per lapisan *low resistivity* ($< 6.13 \Omega\text{m}$) diduga terdiri dari lapisan batuan yang konduktif, *medium resistivity* ($6.13 \Omega\text{m} - 59.4 \Omega\text{m}$) untuk lapisan batuan diduga terdiri atas satuan batulempung yang kedap air (impermeabel), batupasir yang bersifat lolos air (permeabel), serta lapisan *high resistivity* ($> 59.4 \Omega\text{m}$) untuk lapisan dengan nilai resistivitas tinggi diduga sebagai satuan batuan yang kompak seperti batugamping pasiran dan basalt dan memiliki potensi yang cukup banyak terhadap keberadaan air tanah di bawah permukaan tanahnya baik berupa air tanah dalam yang berupa akuifer tertekan maupun akuifer semi tertekan yang merupakan air tanah dangkal yang terlihat pada penampang resistivitas yang telah diperoleh dari proses pengukuran terutama pada lapisan bawah permukaan pada lintasan 1.

Kata Kunci : Air tanah, Geolistrik, *Wenner-Schlumberger*, resistivitas, akuifer.



ABSTRACT

Water is an abundant natural resource, water can be found anywhere in the surface of the earth. Groundwater is one source of water that can overcome the problem of lack of clean water in the lives of everyday living things. Over time and the increasing number of water needs, various studies have been conducted to find and explore the potential of groundwater that is beneath the surface of the earth. In Pucak Village, Tompobulu Subdistrict, Maros Regency, during the dry season, droughts usually occur in several wells of local residents which cause water shortages. This study aims to identify the subsurface coating of the research area and to know the potential of groundwater in the study area using the geoelectric method. Groundwater potential is known by making measurements in the field using the Wenner-Schlumberger configuration geoelectric method. The results of this study indicate that the coatings found in the research location can be grouped into 3 parts based on resistivity values. Low resistivity coating ($< 6.13 \Omega\text{m}$) is thought to consist of conductive rock layers, medium resistivity ($6.13 \Omega\text{m} - 59.4 \Omega\text{m}$) for rock layers thought to consist of impermeable claystones, permeable sandstones and the high resistivity layer ($> 59.4 \Omega\text{m}$) for layers with high resistivity values is thought to be a compact rock unit such as sandstone and basalt limestones and has considerable potential for the presence of sub-groundwater both in the form of deep ground water and aquifers semi-depressed which is shallow groundwater which is seen in the cross section of resistivity that has been obtained from the measurement process especially in the bottom layer of the surface on track 1.

Keywords : Groundwater, geoelectric, Wenner-Schlumberger, resistivity, aquifer



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* karena berkat rahmat dan limpahan karunia-Nya, yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas junjungan Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wa sallam*.

Hanya dengan taufiq dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Identifikasi Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Di Daerah Pucak Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros**”. Dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan, kemampuan dan pengetahuan dapat melewati segala hambatan serta masalah berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan saya haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua saya **Drs. Usman** dan **Dra. Salbia** yang selalu memberikan segala cinta, kasih sayang, dan pengorbanan serta doa terbaik untuk penulis. Semoga Allah SWT memberi balasan yang terbaik. Aamiin. Kakakku **Miftahul Fikri** dan istrinya tetch **Sana Hanifah** serta Adikku **Maulidya Wulan Cahya, Nur Fatmia Azrah** dan **Miftahul Falah** dan seluruh keluarga yang membantu dalam segala bentuk apapun.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Dr. Erfan, M.Si** selaku pembimbing utama dan bapak **Syamsuddin, S.Si, MT** selaku pembimbing pertama yang selalu bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Terutama kepada bapak pembimbing utama yang selalu mewadahi saya dalam mencetak proposal sampai skripsi yang saya buat.



2. Bapak **Sabrianto Aswad, S.Si, M.Si** dan Bapak Muhammad Fawzy Ismullah, S.Si, M.Si selaku penguji yang bersedia meluangkan waktunya kepada penulis untuk memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Muh. Altin Massinai, MT.Surv** selaku ketua program studi Geofisika pada masanya di FMIPA Unhas dan bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku bapak ketua Departemen Geofisika FMIPA Unhas.
4. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku penasehat akademik dan seluruh Dosen Geofisika UNHAS terima kasih atas motivasi dan ilmu pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis selama penulis mengenyam pendidikan di kampus ini.
5. **Bapak Camat dan Dusun** desa Pucak yang telah memberikan izin kepada saya untuk melakukan penelitian tugas akhir ini, serta **PT. Semen Tonasa Pangkep** sebagai tempat pelaksanaan Kerja Praktekku terkhusus kepada bapak **Syahrul dan Hariyono Gunawan** sebagai pembimbing lapangan pada saat Kerja Praktek.
6. Saudara tak sedaraku **“F15IKA”** : Irma, Anti, Purna, Widy, Hapis, Ittah, Yadin, Ashadi, Edi, Diky, Nasri, Jr, Willy, Al, Amming, Fadil, Aksa, Rian, Lina, Halima, Nermi, Isna, dll. Terima kasih untuk semua momen-momen luar biasa yang terukir dan takkan terlupakan di masa kuliah.
7. Teman-teman **Geofisika 2015** : Ari cewe, Ari cowo, April, Ical, Ida, Soim, Sakinah, Rahayu, Abet, Mita, Ammi, Uni, Deay, Riatna, Tika, Dina, Fatma, Nunu, dll.
8. Sister seperjuangan tugas akhir **Mute, Anas, Ani, Icha, Ari, Yuli dan Defa, Dina, Tika** terima kasih selalu bersedia direpotkan demi membantu penyelesaian skripsi ini.
9. Sahabat seperjuangan Kerja Praktek **Ani, Dina, Tika**, *thankyou* untuk waktu sebulannya yang dilalui untuk susah maupun senangnya.

engsku (Dins, Tiks, Firms, AniCu) Penghuni grup **“Gengs”** pertemanan yang tanpa sengaja dan entah kapan terbentuk karena suka jalan-jalan bareng terutama pergi karaoke.



11. **Tim Sukses** pengambilan data “Tarik Gulung Kabel Squad” Ani, Anas, Diky, Ica, Bang Yan, Ittah, Edi, Kak Asnur (013) dan Kak Dayat (009). Big Thanks untuk bantuannya.
12. Teman-teman **KKN Reguler Gel. 99 Kecamatan Tompobulu Kab. Maros** Kak Taufiq, Nia, Hakim, Ahmad, Bekhi, Ani, Kak Amira, Novi, Baish, Mua, Ali, Della, Ade, Juju, Kak Salam, Kak Alan, Kak Dadang, Kak Salmon, Kak Jerry, Hengky, Nursilatus, Kak Reza, Yunus. Terkhusus teman-teman KKN Posko Desa Benteng Gajah.
13. *Special thanks to My Lovely Yusril Arbi* yang telah menjadi **MoodBooster** selama proses penulisan skripsi yang selalu sabar, perhatian dan tidak henti-hentinya memberi semangat.
14. **Teman-teman sekampung Irma, Ahmad, Kak Widya, Kak icong** yang tiada henti-hentinya mengingatkan dan memberi semangat.
15. Serta terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu penulis dan tidak sempat penulis sebutkan satu persatu, semoga segala kebaikan-kebaikan saudara(i)-ku diterima sebagai ibadah disisi-Nya.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Penulis telah mengerahkan segala kemampuan dalam menyelesaikan skripsi ini, tapi sebagai manusia yang tak luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan karena sesungguhnya kesempurnaan hanyalah milik-Nya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari Anda sangat penulis harapkan.

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 15 Mei 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.4 Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Geologi Regional	5
II.1.1 Geomorfologi	5
II.1.2 Stratigrafi Regional	7
II.2. Air Tanah	15
II.2.1 Pengertian Air Tanah	15
II.2.2 Jenis Jenis Air Tanah	15
II.3 Akuifer.....	17
II.3.1 Pengertian Akuifer	17
II.3.2 Jenis Jenis Akuifer	18
II.4 Metode Geolistrik	19
II.4.1 Konsep Dasar	19
II.4.2 Metode Geolistrik Tahanan Jenis (Resistivity Methode).....	20
II.4.3 Prinsip Dasar Metode Tahanan Jenis	20
II.4.4 Resistivitas Semu	24



II.5 Konfigurasi Elektroda.....	24
II.5.1 Konfigurasi Wenner-Schlumberger	25
II.6 Resistivitas Pada Batuan.....	26
II.7 Teori Dasar Inversi	28
II.8 Res2Dinv	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
III.1 Lokasi Penelitian	34
III.2 Peralatan yang Digunakan.....	35
III.3 Survei Lokasi Penelitian.....	35
III.4 Pengambilan Data.....	36
III.4.1 Pengambilan Data Resistivitas.....	36
III.4.2 Pengambilan data Kedalaman Sumur.....	37
III.5 Pengolahan Data.....	37
III.6 Interpretasi Data	37
III.7 Bagan Alir Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
IV.1 Peta Lintasan Akuisisi Data	39
IV.2 Peta Kontur Lintasan Akuisisi Data.....	40
IV.4 Tabel Data Kedalaman Sumur	42
IV.5 Penampang Hasil Pada Res2Dinv	43
IV.5.1 Penampang Hasil Inversi	44
IV.5.2 Interpretasi Penampang Hasil Inversi.....	46
BAB V PENUTUP.....	56
V.1 Kesimpulan.....	56
V.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi daerah penelitian	6
Gambar 2.2 Korelasi Stratigrafi pada daerah Benteng dan Sinjai.....	9
Gambar 2.3 Jenis – jenis akuifer	19
Gambar 2.4 Parameter yang digunakan untuk mendefinisikan resistivitas.....	23
Gambar 2.5 Konfigurasi elektroda dalam eksplorasi geolistrik	25
Gambar 2.6 Susunan elektroda konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	26
Gambar 2.7 Alur Pemodelan Inversi	29
Gambar 3.1 Peta Lokasi.....	34
Gambar 4.1 Peta Lintasan akuisisi data.....	39
Gambar 4.2 Peta kontur lintasan akuisisi data.....	40
Gambar 4.3 Peta lokasi sumur.....	41
Gambar 4.4 Penampang resistivitas hasil inversi lintasan 1.....	44
Gambar 4.5 Penampang resistivitas hasil inversi lintasan 2.....	45
Gambar 4.6 Penampang resistivitas hasil inversi lintasan 3.....	46
Gambar 4.7 Penampang Resistivitas Lintasan 1	47
Gambar 4.8 Penampang Resistivitas Lintasan 2	50
Gambar 4.9 Penampang Resistivitas Lintasan 3	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai resistivitas batuan	27
Tabel 2.2 Nilai resistivitas material.....	28
Tabel 4.1 Data kedalaman sumur	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Peta Geologi daerah penelitian.....	60
Lampiran II	Peta lokasi daerah penelitian	60
Lampiran III	Peta lintasan akuisisi data	61
Lampiran IV	Peta kontur lintasan akuisisi data	61
Lampiran V	Peta sebaran sumur	62
Lampiran VI	Tabel sebaran sumur.....	62
Lampiran VII	Penampang hasil inversi <i>Res2Dinv</i>	63
Lampiran VIII	Contoh data geolistrik	64
Lampiran IX	Dokumentasi kegiatan pengambilan data.....	87
Lampiran X	Dokumentasi jenis batuan	89
Lampiran XI	Turunan rumus-rumus	90



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang melimpah, air dapat ditemukan di setiap tempat di permukaan bumi. Air juga merupakan sumber daya alam yang sangat penting dan dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup. Air tanah merupakan salah satu air yang dibutuhkan bagi kehidupan makhluk di muka bumi. Untuk memperoleh dan memanfaatkan air tanah berbagai cara dilakukan oleh manusia dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup. Air tanah adalah salah satu sumber air yang dapat mengatasi permasalahan kekurangan air bersih dalam kehidupan makhluk hidup sehari-hari. Air tanah tersimpan dalam lapisan pembawa air yang disebut akuifer. Air yang berada pada akuifer dapat menjadi salah satu sumber air terpenting yang dapat mengatasi kebutuhan air di muka bumi. Seiring berjalannya waktu dan bertambahnya jumlah kebutuhan air maka dilakukanlah berbagai penelitian untuk mencari dan mengeksplorasi potensi air tanah yang ada di bawah permukaan bumi. Salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui letak akuifer dan potensi air tanah di bawah permukaan bumi adalah dengan menggunakan metode geolistrik .

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di dalam bumi serta bagaimana

ndeteksinya di permukaan bumi. Metode geolistrik sudah banyak
n untuk mengeksplorasi berbagai hasil tambang, mineral maupun berbagai



material di bawah permukaan bumi termasuk mendeteksi potensi adanya air tanah di bawah permukaan bumi dari letak akuifernya. Dalam perkembangannya metode geolistrik terdiri dari beberapa konfigurasi untuk mengetahui potensi air tanah konfigurasi yang sering digunakan adalah jenis konfigurasi gabungan yaitu konfigurasi *wenner-schlumberger*. Konfigurasi inilah yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan karena sifatnya yang sangat sensitif terhadap perubahan lateral setempat.

Berdasarkan hal diatas metode geolistrik dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger dapat digunakan untuk mendeteksi lapisan pembawa air tanah (akuifer), hal ini ditunjukkan oleh beberapa penelitian sebelumnya. Halik (2008) melakukan penelitian pendugaan potensi air tanah di kampus Tegal Boto Universitas Jember dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan berhasil mendapatkan informasi bahwa adanya akuifer yang bersifat sedang dan penyebaran luas. Andriyani (2010) mendeteksi sistem sungai bawah tanah menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole pada kawasan karst di Pacitan Jawa Timur dan berhasil menduga bahwa terdapat sistem sungai bawah tanah. As'ari (2011) melakukan pemetaan air tanah di Kabupaten Jenepono dengan Metode geolistrik konfigurasi *Wenner Schlumberger*.

Pada lokasi penelitian tepatnya di Desa Pucak Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros ketika musim kemarau biasanya terjadi kekeringan di beberapa sumur warga

yang menyebabkan terjadinya kekurangan air. Namun hal tersebut hanya beberapa sumur di sana karena ada beberapa sumur warga yang masih air musim kemarau.



Berdasarkan hal tersebut maka dilakukanlah penelitian dengan judul “*Identifikasi Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Di Daerah Pucak Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros*”. Penelitian ini akan dilakukan di salah satu wilayah di Desa Pucak Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dari penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimanakah cara mengidentifikasi perlapisan bawah permukaan di daerah penelitian ?
2. Bagaimanakah potensi air tanah di daerah penelitian ?

I.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada pengukuran dilapangan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* yang berlokasi di Desa Pucak, Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Perhitungan resistivitas semu dan membuat penampang profil 2D lapisan bawah permukaan. Kemudian dianalisis dan interpretasi berdasarkan hasil dengan bantuan data pendukung lainnya berupa informasi geologi daerah penelitian serta data hasil observasi kedalaman sumur yang ada di lokasi penelitian. Kedalaman sumur menjadi gambaran awal untuk mengetahui kondisi di bawah permukaan bumi dan mengetahui potensi air tanah di daerah tersebut.



I.4 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengidentifikasi perlapisan bawah permukaan daerah penelitian.
2. Untuk mengetahui potensi air tanah di daerah penelitian dengan menggunakan metode geolistrik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Geologi Regional

II.1.1 Geomorfologi

Tatanan geologi pulau Sulawesi yang berada di tengah tiga lempeng besar tersebut mempunyai keunikan tersendiri, mengingat kawasan ini merupakan pusat pertemuan tiga lempeng besar yang saling mengalami pertumbukan. Sejak pemekaran yang terjadi pada Tersier Awal membawa bagian timur dari Kalimantan ke wilayah Pulau Sulawesi sekarang serta rifting dan pemekaran lantai Samudra di Selat Makassar pada masa Paleogen, menciptakan ruang untuk pengendapan material klastik yang berasal dari Kalimantan. Geologi daerah bagian timur dan barat Sulawesi Selatan pada dasarnya berbeda karena kedua daerah ini dipisahkan oleh Sesar Walanae (Massinai, 2015).

Secara umum , Kabupaten Maros terbagi dalam 4 (empat) satuan morfologi, sebagai berikut (Sukamto & Supriatna, 1982) :

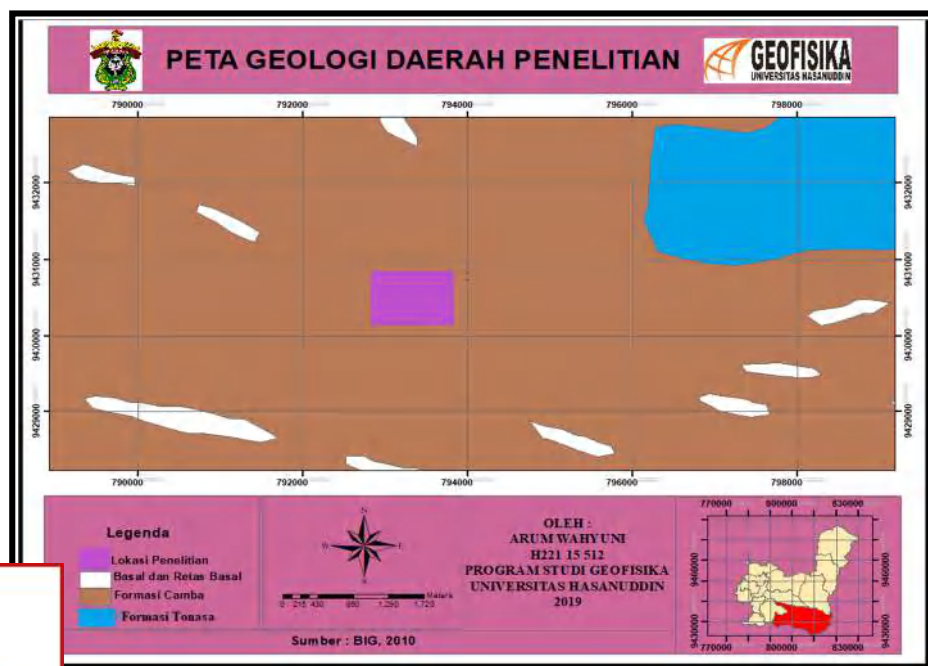
1. Satuan Pengunungan Vulkanik : menempati bagian utara, tengah dan timur puncak tertinggi Bulu Lekke (1.361 mdpl) menempati luas 30 % dari luas daerah kabupaten maros, di nampakkan dalam relief topografi yang tinggi.

2. Satuan Perbukitan Vulkanik : Intrusi dan Sedimen menempati daerah perbukitan yang menyebar secara setempat-setempat sekitar 15 % dari luas



kabupaten Maros, diperlihatkan dengan kenampakan topografi berbukit dengan batuan penyusun ; batuan vulkanik, batuan intrusi (batuan beku), dan batuan sedimen

3. Satuan Perbukitan Karst : Satuan perbukitan ini tersebar cukup luas pada bagian tengah, timurlaut daerah kabupaten Maros yang meliputi kecamatan Bontoa, Bantimurung, Simbang, Tanralili, Mallawa dan Camba, ciri khas pada satuan morfologi ini adalah kenampakan topografi berbukit-bukit karst dengan tekstur sangat kasar dengan batu gamping sebagai batuan penyusunnya.
4. Satuan Pedataran Alluvium : terletak dibagian barat yang tersebar dengan arah utara-selatan, menempati sekitar 25% dari luas daerah kabupaten Maros. Tercirikan dengan bentuk morfologi topografi datar, relief rendah, tekstur halus dengan batuan dasar endapan alluvium.



Gambar 2.1 Peta Geologi Daerah Penelitian



Bentuk morfologi yang menonjol di daerah lembar ini adalah kerucut gunungapi Lompobatang. yang menjulang mencapai ketinggian 2876 m di atas muka laut. Bentuk morfologi ini disusun oleh batuan klastika gunungapi berumur Miosen. Bukit-bukit memanjang yang tersebar di daerah ini mengarah ke G. Cindako dan G. Baturape berupa retas-retas basal. Pesisir barat merupakan daratan rendah yang sebagian besar daerah rawa dan daerah pasangsurut. Pesisir baratdaya sebagian besar terdiri dari morfologi berbukit rendah yang memanjang dengan arahnya kibaratlaut-tenggara. Pantainya berliku - liku membentuk beberapa teluk, yang mudah dibedakan dari pantai di daerah lain pada lembar ini. Pada daerah ini dominan disusun oleh batuan karbonat dari Formasi Tonasa (Sukanto & Supriatna, 1982).

II.1.2 Stratigrafi Regional

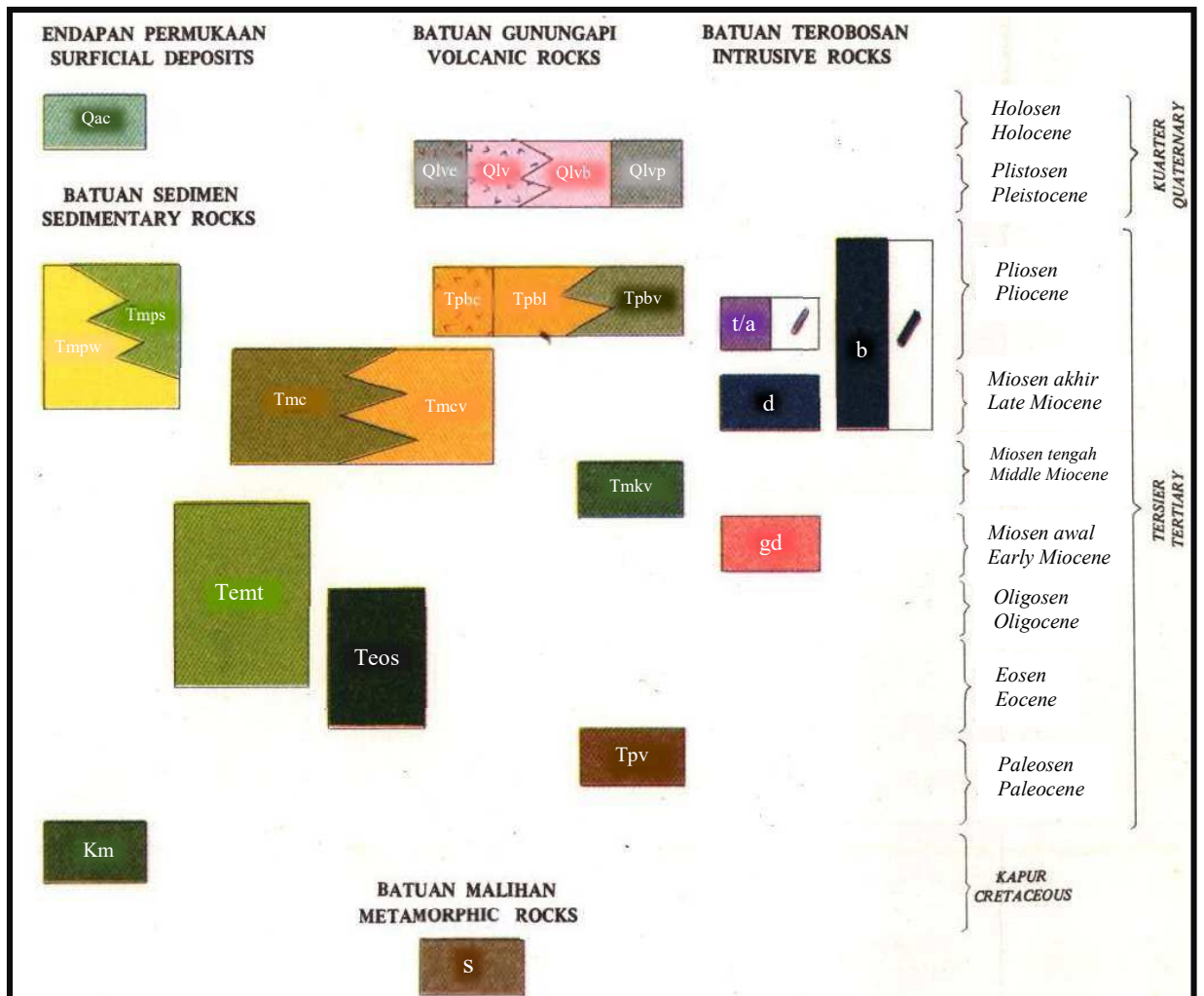
Menurut Sukanto dan supriatna (1982) Secara umum satuan batuan yang tertua diketahui umurnya adalah batuan sedimen Kapur Atas yang dikelompokkan sebagai Formasi Marada (Km). Batuan malihan (S) yang belum diketahui umurnya, apakah lebih tua atau lebih muda dari pada Formasi Marada; yang jelas diterobos oleh granodiorit yang diduga berumur Miosen (19 ± 2 juta tahun). Hubungan Formasi Marada dengan satuan batuan yang lebih muda diantaranya Formasi Salo Kalupang dan Batuan Gunungapi Terpropilitkan yang tidak jelas dan kemungkinan tak selaras. Formasi Salo Kalupang (Teos) yang diperkirakan berumur Eosen Awal-Oligosen Akhir berselingan dengan sedimen laut, dan diperkirakan memiliki umur

a dengan bagian bawah dari Formasi Tonasa (Temt). Untuk Formasi Salo
g terbentuk di sebelah timur Lembah Walanae dan Formasi Tonasa



terbentuk di sebelah barat dari Lembah Walanae serta adanya satuan batuan berumur Eosen Akhir sampai Miosen Tengah menindih tak selaras batuan yang lebih tua. Berdasarkan sebaran daerah singkapannya, diperkirakan batuan karbonat yang merupakan bagian dari Formasi Tonasa (Temt) terjadi pada daerah yang luas di lembar ini yang diendapkan sejak Eosen Akhir berlangsung hingga Miosen Tengah, serta menghasilkan endapan karbonat yang tebalnya tidak kurang dari 1750 m. Pada kala Miosen Awal rupanya terjadi endapan batuan gunungapi di daerah timur yang menyusun Batuan Gunungapi Kalamiseng (Tmkv). Satuan batuan berumur Miosen Tengah sampai Pliosen menyusun Formasi Camba (Tmc) yang tebalnya mencapai 4250 m dan menindih tak selaras batuan-batuan yang lebih tua. Formasi ini disusun oleh batuan sedimen laut berselingan dengan klastika gunungapi, yang berselingan dominan dengan batuan gunungapi (Tmcv). Batuan sedimen laut berasosiasi dengan karbonat mulai diendapkan sejak Miosen Akhir sampai Pliosen di cekungan Walanae (Tmpw) dan Anggota Selayar (Tmps). Batuan gunungapi berumur Pliosen terbentuk dan menyusun Batuan Gunungapi Baturape-Cindako (Tpbv). Satuan batuan gunungapi berumur paling muda merupakan penyusun Batuan Gunungapi Lompobatang (Qlv) berumur Plistosen. Sedimen termuda lainnya adalah endapan aluvium dan pantai (Qac) dapat dilihat pada gambar (2.2).





Gambar 2.2 Korelasi Stratigrafi pada daerah Benteng dan Sinjai (Sukamto, 1982).

Berdasarkan hasil korelasi stratigrafi di atas (Gambar 2.2) litologi batuan secara regional di daerah tersebut terdiri atas :

- a. **Endapan Aluvium, Rawa Dan Pantai (Qac)** : kerikil, pasir, lempung, lumpur dan batugamping koral; terbentuk dalam lingkungan sungai, rawa, pantai dan delta. Di sekitar Bantaeng, Bulukumba dan Sungai Berang endapan aluviumnya terutama terdiri dari rombakan batuan gunungapi gunung Lompobatang; di dataran pantai barat terdapat endapan rawa yang sangat luas.



- b. **Formasi Marada (Km)** : terdiri atas batuan sedimen bersifat flysch yang perselingan dengan batupasir, batu lanau, arkose, gres, serpih dan konglomerat yang bersisipan batupasir dan batulanau gampingan, tufa, lava dan breksi yang bersusunan basal, andesit dan trakit. Batupasir dan batulanau berwarna kelabu muda sampai kehitaman; serpih berwarna kelabu tua sampai coklat tua; konglomerat tersusun oleh andesit dan basal serta lava dan breksi terpropiltkan kuat dengan mineral sekunder berupa karbonat, silikat, serisit, klorit dan epidot.
- c. **Formasi Salo Kalupang (Teos)** : batupasir, serpih dan batulempung berselingan dengan konglomerat gunungapi, breksi dan tufa, bersisipan lava, batugamping dan napal; batulempung, serpih dan batupasirnya di beberapa tempat dicirikan oleh warna merah, coklat, kelabu dan hitam; setempat mengandung fosil moluska dan foraminifera di dalam sisipan batugamping dan napal; pada umumnya gampingan, padat, dan sebagian dengan urat kalsit, sebagian dari serpihnya sabakan; kebanyakan lapisannya terlipat kuat dengan kemiringan antara 20°-75°.Formasi ini tebalnya tidak kurang dari 1500 m.
- d. **Formasi Tonasa (Temt)** : batugamping, sebagian berlapis dan sebagian pejal; koral, bioklastika, dan kalkarenit, dengan sisipan napal globigerina, batugamping kaya forum besar, batugamping pasir, setempat dengan moluska; kebanyakan putih dan kelabu muda, sebagian kelabu tua dan coklat. Perlapisan baik setebal antara 10 cm dan 30 cm, terlipat lemah dengan miringan lapisan rata-rata kurang dari 25°; di daerah Jeneponto



batugamping berlapis berselingan dengan napal globigerina. Formasi ini tebalnya tidak kurang dari 1750 m.

- e. **Formasi Camba (Tmc)** : terdiri atas batuan sedimen laut yang berselingan dengan batuan gunungapi, batupasir tufaan berselingan dengan tufa, batupasir dan batulempung bersisipan napal, batugamping, konglomerat dan breksi gunungapi dan batubara dengan warna yang beraneka dari putih, coklat, merah, kelabu muda sampai kehitaman, umumnya mengeras kuat dan berlapis-lapis dengan tebal antara 4 cm dan 100 cm. Kemudian terdapat pula Tufa berbutir halus hingga lapili, tufa lempungan berwarna merah mengandung banyak mineral biotit, konglomerat dan breksi yang dominan berkomponen andesit dan basal dengan ukuran antara 2 cm dan 30 cm, batugamping pasiran mengandung koral dan moluska, batulempung kelabu tua dan napal mengandung fosil koram kecil, sisipan batubara setebal 40 cm ditemukan di Sungai Maros.
- f. **Batuan Gunungapi Formasi Camba (Tmcv)** : breksi gunungapi, lava, konglomerat dan tufa berbutir halus hingga lapili, bersisipan batuan sedimen laut berupa batupasir tufaan, batupasir gampingan dan batulempung yang mengandung sisa tumbuhan. Bagian bawahnya lebih banyak mengandung breksi gunungapi dan lava yang berkomposisi andesit dan basal; konglomerat juga berkomponen andesit dan basal dengan ukuran 3-50 cm; tufa berlapis baik, terdiri tufa litik, tufa kristal dan tufa vitrik.



Formasi Walanae (Tmpw): perselingan batupasir, konglomerat, dan tufa, dengan sisipan batulanau, batulempung, batugamping, napal dan lignit;

batupasir berbutir sedang sampai kasar, umumnya gampingan dan agak kompak, berkomposisi sebagian andesit dan sebagian lainnya banyak mengandung kuarsa; tufanya berkisar dari tufa breksi, tufa lapili dan tufa kristal yang banyak mengandung biotit; konglomerat berkomponen andesit, trakit dan basal, dengan ukuran ½-70 cm, rata-rata 10 cm.

- h. **Anggota Selayar Formasi Walanae (Tmps)** :terdiri atas batugamping pejal, batugamping koral dan kalkarenit dengan sisipan napal dan batupasir gampingan yang umumnya berwarna putih, sebagian coklat dan merah yang mengandung moluska. Di sebelah timur Bulukumba dan di Pulau Selayar dapat ditemukan batugamping yang relatif lebih muda dari pada batupasir Formasi Walanae yang diperkirakan sekitar 2000 m.
- i. **Batuan Gunungapi Terpropilitkan (Tpv)** : terdiri atas breksi, lava dan tufa, mengandung lebih banyak tufa kebanyakan bersifat andesit dan sebagian trakit; bersisipan serpih dan batugamping di bagian atasnya; komponen breksi beraneka ukuran dari beberapa cm sampai lebih dari 50 cm, tersemem oleh tufa yang kurang dari 50%; lava dan breksi berwarna kelabu tua sampai kelabu kehijauan, sangat terbreksikan dan terpropilitkan, mengandung karbonat dan silikat. Satuan ini tebalnya sekitar 400 m.
- j. **Batuan Gunungapi Kalimiseng (Tmkv)** : lava dan breksi, dengan sisipan tufa, batupasir, batulempung dan napal; kebanyakan bersusunan basal dan sebagian andesit, kelabu tua hingga kelabu kehijauan, umumnya kasat mata,

anyakan berubah, amigdaloidal dengan mineral sekunder karbonat dan kat; sebagian lavanya menunjukkan struktur bantal.



- k. **Batuan Gunungapi Baturapecindako (Tpbv)** : lava dan breksi, dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat, bersusunan basal, sebagian besar porfiri dengan fenokris piroksen besar-besar sampai 1 cm dan sebagian kecil kasatmata, kelabu tua kehijauan hingga hitam warnanya; lava sebagian berkekar maniang dan sebagian berkekar lapis, pada umumnya breksi berkomponen kasar, dari 15 cm sampai 60 cm, terutama basal dan sedikit andesit, dengan semen tufa berbutir kasar sampai lapili, banyak mengandung pecahan piroksen.
- l. **Batuan Gunungapi Lompobatang (Qlv)** : aglomerat, lava, breksi, endapan lahar dan tufa, membentuk kerucut gunungapi strato dengan puncak tertinggi 2950 m di atas muka laut; batuanya sebagian besar berkomposisi andesit dan sebagian basal, lavanya ada yang berlubang-lubang seperti yang disebelah barat Sinjai dan ada yang berlapis; lava yang terdapat kira-kira 2 ½ km sebelah utara Bantaeng berstruktur bantal; setempat breksi dan tufanya mengandung banyak biotit.
- m. **Granodiorit (gd)** : merupakan terobosan granodiorit, jenis batuanya berwarna kelabu muda. Diamati dengan mikroskop terlihat adanya feldspar, kuarsa, biotit, sedikit piroksen dan hornblende, dengan mineral pengiring zirkon, apatit dan magnetit yang mengandung senolit bersifat diorite.
- n. **Diorit (d)** : terobosan diorite, kebanyakan berupa stok dan sebagian retas atau sil; singkapannya ditemukan di sebelah ditemukan di sebelah timur Maros, terobos batugamping Formasi Tonasa (Temt); umumnya berwarna



kelabu, bertekstur porfir, dengan fenokris amfibol dan biotit, sebagian berkekar meniang.

- o. **Trakit Dan Andesit (t/a)** : terobosan trakit dan andesit berupa retas dan stok; trakit berwarna putih, bertekstur porfir dengan fenokris sampai sepanjang 1 cm; andesit berwarna kelabu tua, bertekstur porfir dengan fenokris amfibol dan biotit. Batuan ini tersingkap di daerah sebelah baratdaya Sinjai, dan menerobos batuan gunungapi Formasi Camba (Tmcv).
- p. **Basal** : terobosan basal berupa retas, sil dan stok, bertekstur porfir dengan fenokris piroksen kasar mencapai ukuran lebih dari 1 cm, berwarna kelabu tua kehitaman dan kehijauan; sebagian dicirikan oleh struktur kekar meniang, beberapa di antaranya mempunyai tekstur gabro.
- q. **Batuan Malihan Kontak (v)** : batu tanduk yang berkomposisi mineral-mineral antofilit, kordiorit, epidotit, garnet, kuarsa, feldspar, muscovite dan karbonat; berwarna kelabu kehijauan sampai hijau tua, tersingkap di daerah yang sempit ($\pm 2 \text{ km}^2$), pada kontak dengan granodiorit (*gd*) dan dibatasi oleh sesar dari batuan gunungapi Tmcv. Batu tanduk ini mengandung banyak lensa magnetit (Sukanto, 1982).

Berdasarkan litologi regional dan peta geologi, daerah penelitian sebagian besar terdiri dari Formasi Camba (*Tmc*) dan pada lokasi penelitian ditemukan berbagai jenis batuan yang terdapat dalam formasi camba diantaranya sedimen berupa batulempung dan batupasir, gamping pasiran maupun basal. Kemudian di

ada terdapat Formasi Tonasa (*Tmt*) dan retas basalt (*b*).



II.2. Air Tanah

II.2.1 Pengertian Air Tanah

Air tanah adalah salah satu bentuk air yang berada di bumi dan terdapat di dalam tanah. Air tanah pada umumnya terdapat dalam lapisan tanah baik dari yang dekat dengan permukaan tanah sampai dengan yang jauh dari permukaan tanah. Air tanah ini merupakan salah satu sumber air, ada saatnya air tanah ini bersih tetapi terkadang keruh sampai kotor, tetapi pada umumnya terlihat jernih. Air tanah yang jernih ini umumnya terdapat di daerah pegunungan dan jauh dari daerah industri, sehingga biasanya penduduk dapat langsung mengkonsumsi air ini, sedangkan air tanah yang terdapat di daerah industri sering kali tercemar, jika pihak industri kurang peduli akan lingkungan, dan air tanah yang terdapat di daerah perkotaan pada umumnya masih baik, tetapi tidak dapat langsung dikonsumsi (Sutandi, 2012).

Secara umum air tanah diartikan sebagai air yang berada dan berasal dari lapisan tanah, baik air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh maupun air yang berada pada lapisan tanah jenuh. Air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh (*soil water*), akan menunjang kehidupan vegetasi di permukaan. Sedangkan air yang berada pada lapisan tanah jenuh (*groundwater*), menjadi deposit air di dalam lapisan tanah, yang bisa keluar melalui mata air (*artesis*), atau tinggal dalam lapisan tanah sebagai air fosil (*fossil water*) (Darwis, 2018).

II.2.2 Jenis Jenis Air Tanah



merupakan salah satu sumber daya air yang volume dan eksistensinya serta kerusakannya dapat mengakibatkan dampak yang luas, dan upaya nnya sulit dan mahal untuk dilakukan. Untuk itu maka sebelum dilakukan

eksploitasi terhadap cadangan air tanah, harus dipahami terlebih dahulu jenis dan karakteristik dari pada air tanah yang akan dieksploitasi (Darwis, 2018).

Menurut Herlambang ada beberapa jenis air tanah, yang pengklasifikasiannya berdasarkan letak dan kondisinya di dalam lapisan tanah. Jenis-jenis air tanah dapat dibedakan atas (Darwis, 2018) :

1. Air Tanah *Freatis*, merupakan air tanah dangkal, yang terletak di antara air permukaan dan lapisan kedap air (*impermeable layer*).
2. Air Tanah *Artesis*, merupakan air tanah dalam, yang terletak di antara lapisan akuifer dengan lapisan batuan kedap air (akuifer terkekang).
3. Air Tanah Meteorit, merupakan air tanah yang berasal dari proses presipitasi (hujan) dari awan, yang mengalami kondensasi bercampur debu meteorit.
4. Air Tanah Baru (*Juvenil*), merupakan air tanah yang terbentuk dari dalam bumi karena intrusi magma. Air tanah juvenil biasanya ditemukan dalam bentuk air panas (*geyser*).
5. Air Konat, merupakan air tanah yang terjebak pada lapisan batuan purba sehingga sering disebut *fossil water*.

Sedangkan penggolongan air tanah berdasarkan asal mulanya dapat dibagi menjadi empat tipe yaitu (Darwis, 2018):

1. Air Meteorik, yakni air yang berasal dari atmosfer dan mencapai zona kejenuhan, baik secara langsung (infiltrasi permukaan tanah & kondensasi uap maupun tidak langsung (perembesan).



2. Air *Juvenil*, merupakan air baru yang ditambahkan pada zona kejenuhan dari kerak bumi yang dalam, seperti ; air magmatik, air gunung api dan air kosmik).
3. Air Diremajakan (*rejuvenated*), yaitu air yang untuk sementara waktu telah dikeluarkan dari daur hidrologi oleh pelapukan, dan sebab-sebab lain, kembali ke daur lagi dengan proses-proses *meta-morfisisme*, pemadatan atau proses-proses yang serupa.
4. Air Konat, adalah air yang dijebak pada beberapa batuan sedimen atau gunung pada saat asal mulanya. Air tersebut biasanya sangat termineralisasi dan mempunyai salinitas yang lebih tinggi daripada air laut.

II.3 Akuifer

II.3.1 Pengertian Akuifer

Lapisan yang mudah dilalui oleh aliran air tanah disebut lapisan *permeable*, seperti lapisan pasir ataupun kerikil. Sedangkan lapisan yang sulit dilalui aliran air tanah disebut dengan lapisan *impermeable*, seperti lapisan lempung atau batuan padat. Lapisan batuan yang dapat menangkap, menyimpan dan meloloskan air disebut akuifer (Darwis, 2018) .

Akuifer berasal dari Bahasa Latin yaitu *aqui* dari *aqua* yang berarti air dan *ferre* yang berarti membawa, jadi termonologi dari akuifer adalah lapisan pembawa air. Akuifer adalah lapisan batuan di bawah permukaan tanah yang mengandung air dan dapat dirembesi air. Akuifer adalah formasi geologi atau grup formasi yang mengandung air dan secara signifikan mampu mengalirkan air melalui kondisi

. Pengertian lain yang digunakan untuk akuifer adalah sebagai *reservoir* atau sebagai lapisan pembawa air. Suatu akuifer mempunyai dua fungsi



penting yaitu sebagai penyimpan laksana sebuah waduk dan sebagai penyalur air seperti jaringan pipa. Kedua fungsi itu diemban oleh pori-pori atau rongga di dalam batuan akuifer itu. Dua sifat yang berhubungan dengan fungsinya sebagai penyimpan adalah porositas (*porosity*), dan massa jenis (*specific yield*) (Darwis, 2018).

II.3.2 Jenis Jenis Akuifer

Secara umum tipe akuifer ada dua macam, yakni akuifer tertekan (*confined aquifer*) dan akuifer tidak tertekan atau bebas (*unconfined aquifer*). Namun oleh para ahli, kedua tipe akuifer tersebut masih dapat diklasifikasikan atas beberapa jenis (Darwis, 2018).

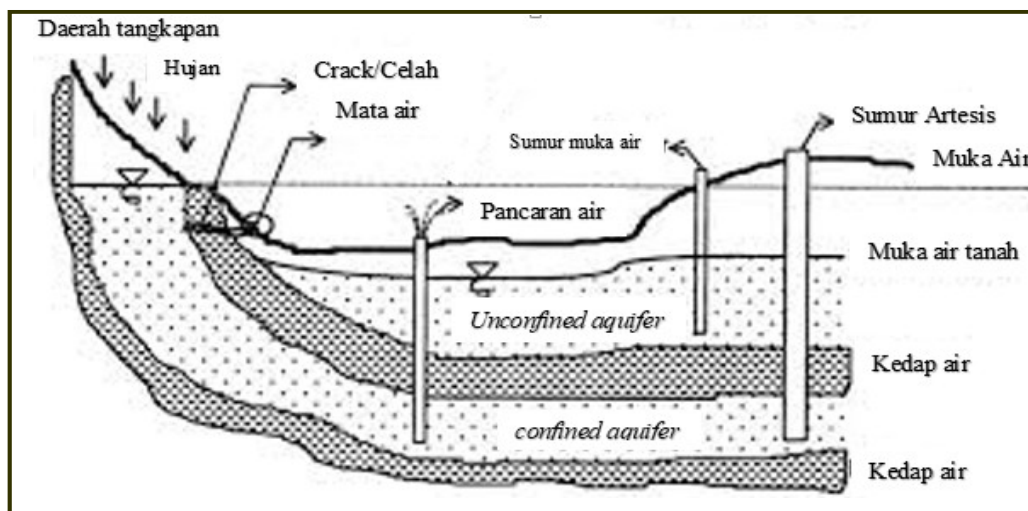
Macam-macam akuifer sebagai berikut (Darwis, 2018) :

1. Akuifer Bebas (*Unconfined Aquifer*) yaitu lapisan lolos air yang hanya sebagian terisi oleh air dan berada di atas lapisan kedap air. Permukaan tanah pada akuifer ini disebut dengan *water table* (preatik level), yaitu permukaan air yang mempunyai tekanan hidrostatik sama dengan atmosfer.
2. Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*); yaitu aquifer yang seluruh jumlahnya air yang dibatasi oleh lapisan kedap air, baik yang di atas maupun di bawah, serta mempunyai tekanan jenuh lebih besar dari pada tekanan atmosfer.
3. Akuifer Semi tertekan (*Semi Confined Aquifer*); yaitu aquifer yang seluruhnya jenuh air, dimana bagian atasnya dibatasi oleh lapisan semi lolos dibagian bawahnya merupakan lapisan kedap air.



4. Akuifer Semi Bebas (*Semi Unconfined Aquifer*); yaitu akuifer yang bagian bawahnya yang merupakan lapisan kedap air, sedangkan bagian atasnya merupakan material berbutir halus, sehingga pada lapisan penutupnya masih memungkinkan adanya gerakan air. Dengan demikian akuifer ini merupakan peralihan antara akuifer bebas dengan akuifer semi tertekan.

Jenis – jenis akuifer di atas seperti pada gambar (2.3).



Gambar 2.3 Jenis – jenis Akuifer (Darwis, 2018).

II.4 Metode Geolistrik

II.4.1 Konsep Dasar

Metode pengamatan geofisika pada dasarnya adalah mengamati gejala-gejala gangguan yang terjadi pada keadaan normal. Gangguan ini dapat bersifat statik dapat juga bersifat dinamik, yaitu gangguan yang dipancarkan ke bawah permukaan bumi. Gejala gangguan yang terdapat pada keadaan normal disebut dengan

Metode Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara pendeteksian di



permukaan bumi. Metode geolistrik mempunyai banyak macam, termasuk di dalamnya yaitu : Metode Potensial Diri / *Self Potential (SP)*, Metode Resistivitas / Tahanan Jenis, Potensial terimbas (Reynolds, 1997).

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di dalam bumi. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial, hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di permukaan. Dari beda potensial yang diukur dapat ditentukan variasi resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran (Reynolds, 1997).

II.4.2 Metode Geolistrik Tahanan Jenis (Resistivity Methode)

Metode geolistrik merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik itu oleh injeksi arus maupun secara alamiah. Metode geolistrik merupakan metode yang banyak sekali digunakan dan hasilnya cukup baik yaitu untuk memperoleh gambaran mengenai lapisan tanah di bawah permukaan dan kemungkinan terdapatnya air tanah. Pendugaan geolistrik ini didasarkan pada kenyataan bahwa material yang berbeda akan mempunyai tahanan jenis yang berbeda apabila dialiri arus listrik (Wijaya, 2015).



Prinsip Dasar Metode Tahanan Jenis

Prinsip dasar dalam metode ini yaitu arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, sedangkan beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektrode

potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik dapat diperoleh variasi harga resistivitas listrik pada lapisan di bawah titik ukur (Broto, 2008).

Metode kelistrikan resistivitas dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik dengan frekuensi rendah ke permukaan bumi yang kemudian diukur beda potensial diantara dua buah elektrode potensial. Pada keadaan tertentu, pengukuran bawah permukaan dengan arus yang tetap akan diperoleh suatu variasi beda tegangan yang berakibat akan terdapat variasi resistansi yang akan membawa suatu informasi tentang struktur dan material yang dilewatinya (Broto, 2008).

Metode geolistrik resistivitas (tahanan jenis) dilakukan dengan cara injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan potensialnya diukur melalui dua elektroda potensial. Permukaan ekipotensial akan terbentuk di bawah elektroda arus tersebut, Pengasumsian bahwa bumi sebagai medium homogen isotropis dilakukan guna mengetahui bagaimana bentuk perjalanan arus pada permukaan ekipotensialnya (Hendrajaya & Idam, 1990).

Berdasarkan tujuan penyeledikannya, metode geolistrik resistivitas dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu: (Syamsuddin & Lantu, 2009):

1. Metode resistivitas *sounding* atau metode resistivitas drilling. Tujuan dari metode ini adalah mempelajari variasi resistivitas bawah permukaan secara vertikal. Pada metode ini pengukuran potensial dilakukan dengan cara mengubah-ubah jarak elektrode. Pengubahan jarak elektrode ini tidak dilakukan secara sembarangan tapi dari jarak terkecil kemudian diperbesar secara gradual. Jarak ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang akan dideteksi. Pembesaran elektrode dapat dilakukan bila dimiliki peralatan



geolistrik yang memadai yakni alat geolistrik tersebut harus menghasilkan arus listrik yang besar atau memiliki sensitivitas yang tinggi artinya dapat membaca perbedaan beda potensial yang kecil.

2. Metode resistivitas *mapping* atau metode resistivitas *profiling* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas bawah permukaan secara horizontal. Oleh karena itu pada metode ini digunakan konfigurasi elektroda yang sama untuk semua titik pengamatan di permukaan bumi, kemudian dibuat kontur resistivitasnya.

Menurut Hukum Ohm, hubungan antara arus listrik yang mengalir di sebuah kawat berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan. Secara matematis dituliskan sebagai:

$$\Delta V = IR \quad (2.1)$$

dimana :

ΔV = Beda potensial (Volt),

I = Arus listrik (Ampere)

R = Resistansi (Ohm).

Aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dapat terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik di alirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga di pengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang di lewatinya.

Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas. Resistivitas

di sebut juga hambatan jenis merupakan parameter yang menunjukkan resistansi per satuan panjang terhadap suatu medium dalam mengalirkan arus listrik (Telford dkk., 1990).



Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistivitas tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistansi tidak bergantung pada faktor geometri. Jika ditinjau sebuah penampang berbentuk silinder seperti pada Gambar 2.4 dengan panjang L , luas penampang A dan resistansi R , maka hubungan antara resistansi dan resistivitas diberikan oleh (Kearey, 2002):

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.2)$$

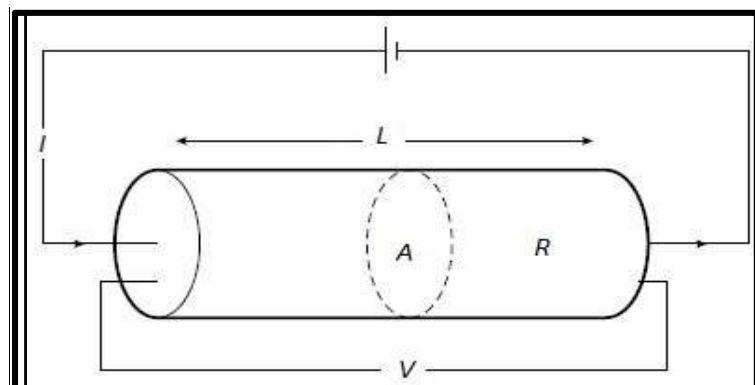
Keterangan:

R = Resistansi (Ohm)

ρ = Resistivitas (Ohm.m)

L = Perubahan panjang penampang (m)

A = Luas permukaan penampang (m^2)



Gambar 2.4 Parameter yang digunakan untuk mendefinisikan resistivitas (Kearey, 2002)

Dari persamaan (2.1) dan (2.2) maka diperoleh :

$$= \frac{A \Delta V}{L I} \quad (2.3)$$



II.4.4 Resistivitas Semu

Persamaan (2.3) dipergunakan untuk material yang homogen, sehingga hasil yang didapat adalah resistivitas sesungguhnya. Tapi pada kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan–lapisan dengan nilai resistivitas (ρ) berbeda-beda, sehingga resistivitas terukur bukan merupakan resistivitas sebenarnya. Oleh sebab itu, nilai resistivitas yang diukur seolah-olah merupakan nilai resistivitas untuk satu lapisan saja terutama untuk spasi yang lebar, maka resistivitas yang terukur adalah resistivitas semu (ρ_a). Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau (Wijaya, 2009).

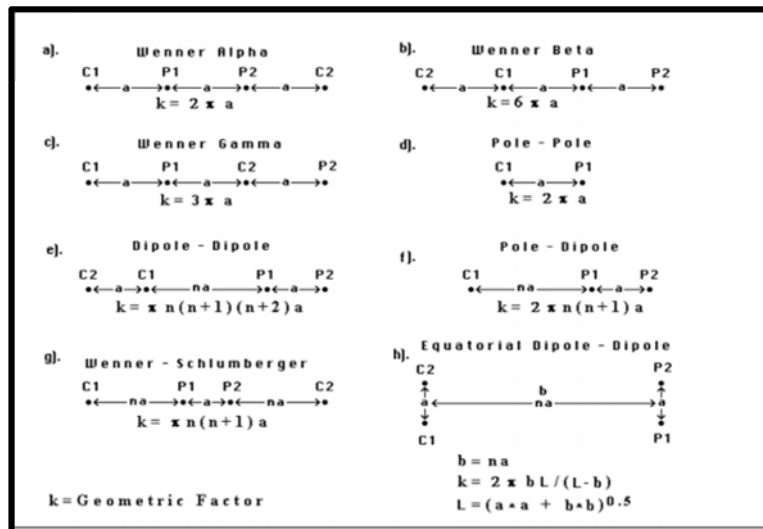
Resistivitas semu (*apparent resistivity* ρ_a) dirumuskan dengan :

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I} \quad (2.4)$$

II.5 Konfigurasi Elektroda

Dalam metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi elektroda (potensial dan arus) terdiri atas beberapa jenis sesuai dengan faktor geometrinya , yaitu: *Wenner Alpha*, *Wenner Beta*, *Wenner Gamma*, *Pole-Pole*, *Dipole-Dipole*, *Pole-Dipole*, *Wenner–Schlumberger*, dan *Equatorial Dipole-Dipole*. Setiap konfigurasi memiliki kelebihan dan kekurangan, baik ditinjau dari efektivitas dan efisiensinya maupun dari sensitifitasnya. Gambar 2.5 menunjukkan berbagai bentuk susunan (konfigurasi) elektroda.





Gambar 2.5 Konfigurasi elektroda dalam eksplorasi geolistrik (Loke, 2004)

Setiap konfigurasi memiliki target kedalaman yang berbeda-beda meskipun jarak antar elaktrodanya sama. Prediksi jangkauan kedalaman ini penting karena untuk menyesuaikan meode yang akan digunakan pada saat survei.

II.5.1 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Metode geolistrik resistivitas memiliki beberapa konfigurasi salah satunya adalah konfigurasi *Wenner-Schlumberger* yang merupakan gabungan antara konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*. Konfigurasi ini digunakan dalam eksplorasi yang sifatnya relatif dangkal. *Wenner-Schlumberger* adalah salah satu konfigurasi paling umum digunakan untuk survei resistivitas 2D. Kedalaman rata rata pada konfigurasi ini 10% lebih besar dari konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* juga memiliki cakupan horizontal sedikit lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner*. Cakupan data horizontal sedikit lebih lebar dari konfigurasi

tapi lebih sempit dari data yang diperoleh konfigurasi *dipole-dipole*.



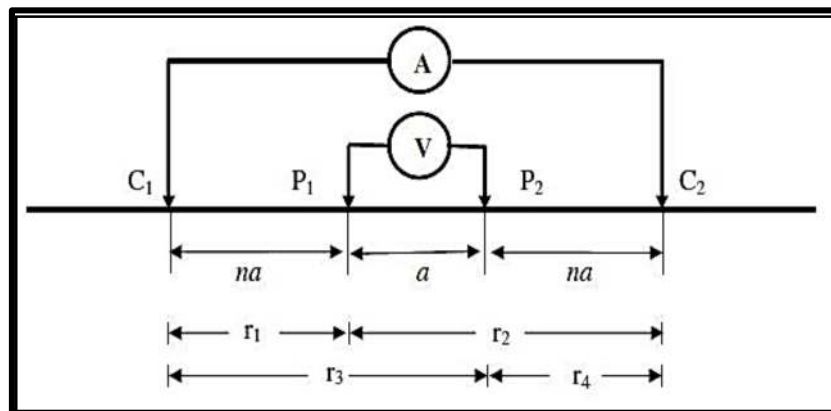
Dengan demikian konfigurasi *Wenner-Schlumberger* saling menutupi kelemahan masing-masing konfigurasi (Telford dkk., 1990).

Ketika konfigurasi *Wenner Schlumberger* yang digunakan ketika melakukan pengukuran di lapangan, dimana C_1 dan C_2 adalah elektroda-elektroda arus, P_1 dan P_2 adalah elektroda-elektroda potensial, a adalah spasi elektroda, n adalah perbandingan jarak antara elektroda C_1 dan P_1 dengan spasi a seperti diilustrasikan pada gambar (2.6) Sehingga untuk konfigurasi *Wenner Schlumberger*, rumus untuk menghitung faktor geometrinya menjadi (Loke, 2004):

$$k = \pi n(n + 1)a \tag{2.5}$$

Dengan k merupakan faktor geometri yang nilainya bervariasi bergantung pada jarak dari “ a ”. Jika disubstitusi nilai k pada persamaan (2.5) $\rho_a = k \frac{\Delta V}{I}$ maka dapat dihitung nilai resistivitas semu untuk tiap kedalaman (Loke, 2004):

$$\rho_a = \pi n (n + 1)a \frac{\Delta V}{I} \tag{2.6}$$



Gambar 2.6 Susunan elektroda konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Loke, 2004)

II.6 Resistivitas Pada Batuan

Jenis dengan kuat arus memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin tinggi tahanan jenis suatu bahan maka arus listrik semakin sulit mengalir.



Sebaliknya, semakin kecil nilai tahanan jenis suatu bahan maka semakin arus listrik semakin mudah mengalir melalui bahan tersebut.

Tabel 2.1 Nilai resistivitas batuan (Telford dkk., 1990)

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara (<i>Air</i>)	~
Pirit (<i>Pyrite</i>)	0.01-100
Kwarsa (<i>Quartz</i>)	500-800000
Kalsit (<i>Calcite</i>)	1×10^{12} - 1×10^{13}
Garam Batu (<i>Rock salt</i>)	$30-1 \times 10^{13}$
Granit (<i>Granite</i>)	200-10000
Andesit (<i>Andesite</i>)	1.7×10^2 - 45×10^4
Basal (<i>Basalt</i>)	200-100000
Gamping (<i>Limestone</i>)	500-10000
Batu pasir (<i>Sandstone</i>)	200-8000
Batu tulis (<i>Shales</i>)	20-2000
Pasir (<i>Sand</i>)	1-1000
Lempung (<i>Clay</i>)	1-100
Air tanah (<i>Ground water</i>)	0.5-300
Air asin (<i>Sea water</i>)	0.2
Magnetit (<i>Magnetite</i>)	0.01-1000
Kerikil kering (<i>Dry gravel</i>)	600-10000



Aluvium (<i>Alluvium</i>)	10-800
Kerikil (<i>Gravel</i>)	100-600

Tabel 2.2 Nilai Resistivitas Material (Suyono, 1978)

Material	Harga Resistivitas (Ωm)
Air permukaan	80-200
Air tanah	30-100
Silt-lempung	10-200
Pasir	100-600
Pasir dan kerikil	100-1.000
Batu Lumpur	20-200
Batupasir	50-500
Konglomerat	100-500
Tufa	20-200
Kelompok Andesit	100-2.000
Kelompok Granit	1.000-10.000
Kelompok chert, slate	200-2.000

II.7 Teori Dasar Inversi

Dalam geofisika, kegiatan pengukuran lapangan selalu dilakukan berdasarkan prosedur yang sudah ditentukan. Kemudian, hasil pengukuran dicatat dan disajikan dalam bentuk tabel angka-angka pengukuran. Hasil pengukuran tersebut sudah barang tentu sangat tergantung pada kondisi dan sifat fisis batuan bawah permukaan. Tabel angka-angka itu selanjutnya disebut data observasi atau juga biasa disebut data lapangan (Supriyanto, 2007).

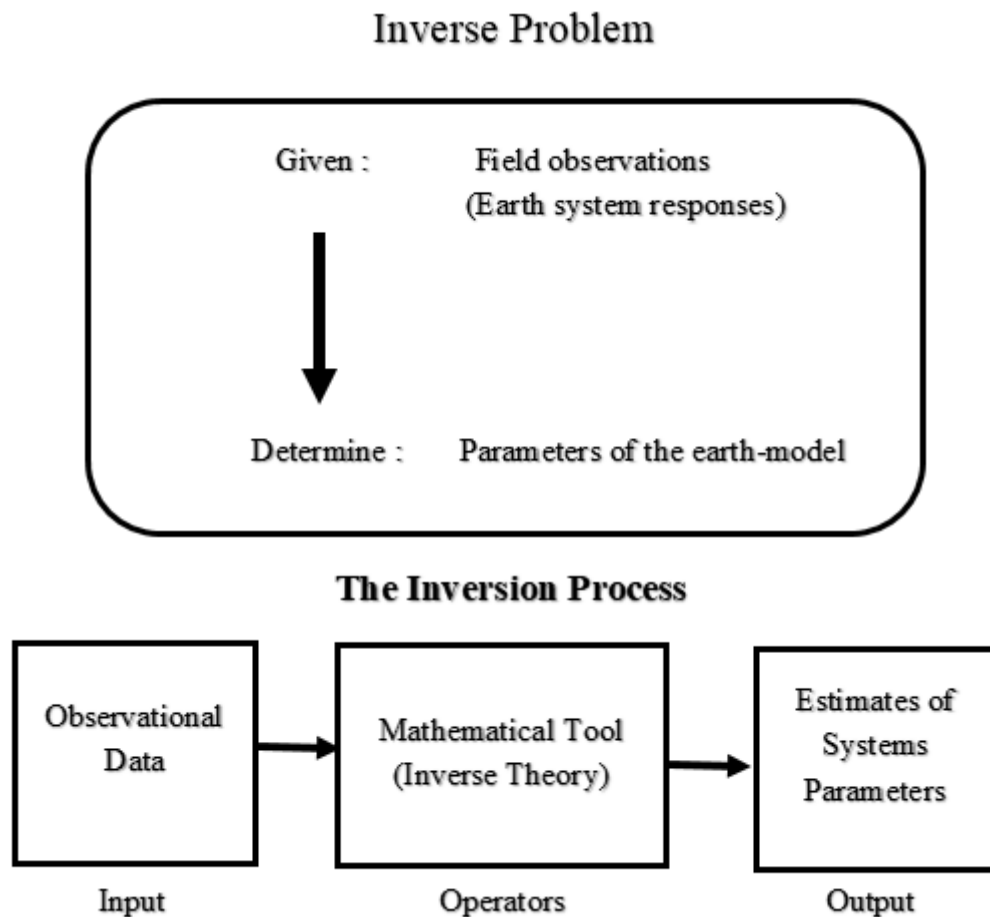
Dalam penelitian di harapkan data eksperimen dapat memberi informasi sebanyak-banyaknya, tidak sekedar mengenai sifat fisis batuan saja, melainkan juga kondisi geometri batuan bawah permukaan dan posisi kedalaman batuan tersebut. Informasi

bisa kita dapat bila kita mengetahui hubungan antara sifat fisis batuan dan data observasinya. Penghubung dari keduanya hampir selalu berupa persamaan matematika atau kita menyebutnya sebagai model matematika. Maka



dengan berdasarkan model matematika itulah, kita bisa mengekstrak parameter fisis batuan dari data observasi. Proses ini disebut proses inversi atau istilah asingnya disebut *inverse modelling* (Supriyanto, 2007).

Proses inversi adalah suatu proses pengolahan data lapangan yang melibatkan teknik penyelesaian matematika dan statistik untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai distribusi sifat fisis objek di bawah permukaan (Supriyanto, 2007).



Gambar 2.7 Alur Pemodelan Inversi (Supriyanto, 2007).



...a proses kebalikannya dimana kita ingin memperoleh data prediksi hasil ...an berdasarkan parameter fisis yang sudah diketahui, maka proses ini

disebut proses *forward* atau *forward modelling*. Proses inversi adalah suatu proses pengolahan data lapangan yang melibatkan teknik penyelesaian matematika dan statistik untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai distribusi sifat fisis bawah permukaan. Di dalam proses inversi, kita melakukan analisis terhadap data lapangan dengan cara melakukan *curve fitting* (pencocokan kurva) antara model matematika dan data lapangan. Tujuan dari proses inversi adalah untuk mengestimasi parameter fisis batuan yang tidak diketahui sebelumnya (*unknown parameter*). Proses inversi terbagi dalam level-level tertentu mulai dari yang paling sederhana seperti fitting garis untuk data seismik refraksi sampai kepada level yang rumit seperti tomografi akustik dan matching (pencocokan) kurva *resistivity* yang multidimensi (Supriyanto, 2007).

Pada metode inversi geofisika, model yang dicari berupa representasi matematika bagian dari bumi yang memberi respons yang sesuai dengan hasil pengukuran yang kemudian model tersebut didiskritisasi. Diskritisasi model dapat dilakukan dengan tiga cara, pertama membagi model menjadi blok-blok kecil yang lebarnya sama dengan jarak terkecil antara elektroda. Selanjutnya, membagi model menjadi blok-blok yang pada beberapa lapisan pertamanya dibagi dua secara vertikal maupun horisontal dari cara yang pertama. Dan tahap ketiga, blok-blok yang pada beberapa lapisan pertamanya hanya dibagi dua secara horisontal saja. Hal ini disebabkan resolusi metode resistivitas berkurang dengan bertambahnya kedalaman, maka lebih efektif jika blok yang dibagi dua hanya lapisan pertama dan kedua saja (Loke,



Setiap titik pada diskritasi model tersebut kemudian diberikan suatu parameter berupa nilai resistivitas yang nilainya sama dengan yang diinginkan oleh penginversi juga hasil pengukuran. Sedangkan respon model merupakan data sintetik yang dihitung dengan hubungan secara matematika berdasarkan pada model yang dengan parameter yang dimilikinya (Loke, 2004).

II.8 Res2Dinv

Menurut Griffiths dan Barker (1993) *res2Dinv* merupakan suatu program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas dua dimensi (2-D) untuk bawah permukaan dari data yang diperoleh pada survei geolistrik. Model 2-D yang digunakan oleh program inversi yang berupa sejumlah blok persegi panjang. Susunan blok biasanya terkait dengan distribusi titik data dalam *pseudosection*. Jumlah dan ukuran blok secara langsung dihasilkan oleh *software* menggunakan distribusi jumlah titik data sebagai panduan awal. Kedalaman dari baris bawah blok ditetapkan kira-kira sama dengan kedalaman dari lokasi penyelidikan dari titik data dengan jarak elektroda terbesar. Survei biasanya dilakukan dengan proses di mana elektroda disusun sepanjang garis dengan jarak yang konstan antara elektroda yang berdekatan. Namun, program ini juga dapat menangani beberapa data dengan jarak elektroda yang tidak sama (Loke, 2004).

Pemodelan maju digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu, dan teknik optimisasi kuadrat-non-linear digunakan untuk proses inversi. Program ini mendukung teknik pemodelan *forward-difference* dan *finite-element forward*.

ini dapat digunakan untuk survei menggunakan *Wenner*, *pol-pol*, *dipol-l-dipol*, *Wenner-Schlumberger* dan *array dipol-dipol* (persegi panjang)



ekuatorial. Kapasitas data pada program akan diperpanjang di masa mendatang saat data lapangan yang lebih besar ditemukan. Selain survei yang dilakukan dengan elektroda dipermukaan tanah, program ini juga mendukung survei bawah laut dan lubang bor (Loke, 2004).

Inversi yang digunakan pada program ini adalah metode *least-squared*. Metode *least-squared* didasarkan pada persamaan berikut:

$$(\mathbf{J}^T \mathbf{J} + \mathbf{uF})\mathbf{d} = \mathbf{J}^T \mathbf{g} \quad (2.7)$$

Dimana:

$$\mathbf{F} = \mathbf{f}_x \mathbf{f}_x^T + \mathbf{f}_z \mathbf{f}_z^T$$

\mathbf{f}_x = horizontal flatness filter

\mathbf{f}_z = vertical flatness filter

\mathbf{J} = matrix of partial derivatives

u = damping factor

\mathbf{d} = model perturbation vector

\mathbf{g} = discrepancy vector

Model 2-D yang digunakan oleh program ini mengelompokkan permukaan bawah menjadi sejumlah blok persegi panjang. Tujuan dari program ini adalah untuk menentukan resistivitas dari blok persegi panjang yang akan menghasilkan *pseudosection* resistivitas yang sesuai dengan pengukuran awal. Untuk array *Wenner* dan *Schlumberger*, ketebalan lapisan pertama dari blok ditetapkan

dari jarak elektroda. Untuk susunan *pol-pol*, *dipol-dipol* dan *pol-dipol*, ketebalan lapisan pertama masing-masing sekitar 0.9, 0.6 dan 0.3 kali jarak elektroda. Ketebalan



setiap lapisan lebih dalam berikutnya biasanya meningkat 10% (atau 25%). Kedalaman lapisan juga dapat diubah secara manual oleh pengguna (Loke, 2004).

Metode ini digunakan untuk mencoba mengurangi perbedaan antara nilai resistivitas semu yang dihitung dan yang diukur dengan menyesuaikan resistivitas blok model. Ukuran perbedaan ini dihasilkan oleh kesalahan *root-mean squared* (RMS). Namun model dengan kesalahan RMS serendah mungkin kadang-kadang dapat menunjukkan variasi besar dan tidak realistis dalam nilai-nilai resistivitas model dan mungkin tidak selalu menjadi model yang sesuai dengan kondisi geologi. Secara umum pendekatan yang sesuai adalah memilih model pada iterasi setelah itu kesalahan RMS tidak berubah secara signifikan. Ini biasanya terjadi antara iterasi ke-3 dan ke-5 (Loke, 2004).

Pada inversi geofisika, suatu model yang coba ditemukan dapat memberikan respons yang mirip dengan nilai yang terukur aktual. Model ini adalah representasi matematis ideal dari bagian bumi. Model memiliki seperangkat parameter model yang merupakan jumlah fisik yang ingin diperkirakan dari data yang diamati. Respons model adalah data sintetik yang dapat dihitung dari hubungan matematika yang mendefinisikan model untuk serangkaian parameter model tertentu. Semua metode inversi pada dasarnya mencoba menentukan model untuk permukaan bawah yang responsnya sesuai dengan data yang diukur dengan tunduk pada batasan tertentu (Loke, 2004).

