

Skripsi Geofisika

**IDENTIFIKASI REMBESAN AIR LAUT DI PANTAI PANRANG LUHU,
DESA BIRA, KECAMATAN BONTOLAHARI, KABUPATEN
BULUKUMBA MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN
JENIS**



Disusun dan Diajukan oleh:

FATIMAH

H22115014

**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

HALAMAN JUDUL

**IDENTIFIKASI REMBESAN AIR LAUT DI PANTAI PANRANG LUHU,
DESA BIRA, KECAMATAN BONTOBAHARI, KABUPATEN
BULUKUMBA MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN
JENIS**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Departemen Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

OLEH:

FATIMAH

H22115014

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**Identifikasi Rembesan Air Laut Di Pantai Panrang Luhu, Desa Bira,
Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba Menggunakan Metode
Geolistrik Tahanan Jenis**

Disusun dan Diajukan Oleh:

**FATIMAH
H221150014**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Program Sarjana Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada 8 Desember 2022

Dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
Menyetujui,

Pembimbing Utama


Syamsuddin, S.Si. MT
NIP. 197401152002121001

Pembimbing Pertama


Ir. Bambang Harime, M.Si
NIP.196105011991031003

**Ketua Departemen Geofisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin Makassar**


Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng
NIP.196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fatimah
NIM : H22115014
Departemen : Geofisika
Judul Skripsi : Identifikasi Rembesan Air Laut Di Pantai Panrang
Luhu, Desa Bira, Kecamatan Bontobahari,
Kabupaten Bulukumba Menggunakan Metode
Geolistrik Tahanan Jeniss

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Hasanuddin atau Lembaga Penelitian lain kecuali kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang sudah lazim digunakan, karya tulis ini merupakan murni dari gagasan penelitian saya sendiri, kecuali arahan dari Tim Pembimbing dan masukan Tim Penguji.

Makassar, 8 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Fatimah

SARI BACAAN

Rembesan atau intrusi air laut adalah proses masuk atau menyusupnya air laut kedalam pori-pori batuan dan mencemari air tanah yang terkandung di dalamnya, sehingga perlu dilakukan pengidentifikasian rembesan air laut menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Pada penelitian ini dilakukan akuisisi sebanyak 3 lintasan dengan panjang masing-masing lintasan 43,5 meter, spasi 1,5 meter dengan menggunakan konfigurasi wenner schlumberger. Hasil penelitian didapatkan 2 lapisan litologi yang menyusun struktur bawah permukaan pada daerah penelitian. Lapisan pertama batugamping pasiran dengan rentang nilai resistivitas $926 \Omega\text{m} - 3203 \Omega\text{m}$ dengan ketebalan sekitar 2 meter. Lapisan kedua didominasi lempung pasiran dengan rentang nilai resistivitas $0,540 \Omega\text{m} - 268 \Omega\text{m}$ dengan ketebalan sekitar 6 meter. Pada lapisan kedua terdapat indikasi adanya intrusi atau rembesan air laut pada kedalaman lebih besar dari 3 meter dibawah permukaan yang ditandai dengan rentang nilai resistivitas $0,540 \Omega\text{m} - 6,46 \Omega\text{m}$.

Kata kunci: Intrusi air laut, Geolistrik, Resistivitas, Wenner Schlumberger

ABSTRACT

Seawater seepage or intrusion is the process of entering or infiltrating seawater into the pores of the rock and contaminate the groundwater contained therein, so that need conducted identification seepage water sea use resistivity geoelectric method. In this study, 3 acquisitions were carried out track with long each track 43.5 meters, space 1.5 meters using the Wenner Schlumberger configuration. The research results obtained 2 layers of lithology that make up the subsurface structure in the study area. The first layer is sandy limestone with a resistivity value range of 926 Ωm – 3203 Ωm with a thickness of about 2 meters. The second layer is dominated by sandy clay with a resistivity value range of 0.540 Ωm - 268 Ωm with a thickness of about 6 meters. In the second layer there are indications of sea water intrusion or seepage at depths greater than 3 meters below the surface which is characterized by a resistivity value range of 0.540 Ωm – 6.46 Ωm .

Keywords : Intrusion water sea, Geoelectric, Resistivity, Wenner Schlumberger

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillahirobbil 'alamin, tiada kata yang pantas penulis ucapkan selain kata syukur kepada ALLAH SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarganya, sahabatnya, serta para pengikutnya yang senantiasa istiqomah menjalankan sunnahnya.

Atas izin Allah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Identifikasi Rembesan Air Laut di Pantai Panrang Luhu, Desa Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis” dibuat sebagai syarat untuk bisa mendapatkan gelar Sarjana Sains. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari keterbatasan penulis, akan tetapi berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Berbagai bentuk saran dan kritik yang bersifat membangun tentu sangat diharapkan penulis dalam peningkatan kualitas untuk selanjutnya.

Dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati ucapan terimakasih yang tak terhingga penulis haturkan kepada Keluarga besar, khususnya kepada kedua orang tua tercinta dan terkasih, Bapak **Nasir** dan Ibu **Supriani**, serta saudara penulis **Rahman Nasir** sebagai orang yang berada pada posisi terdepan yang senantiasa mendoakan, memberi restu, membimbing, dan memberi semangat dan

motivasi yang sangat besar. Terima atas segala pengorbanan, jerih payah, perhatian, kasih sayang, nasehat, dan doa yang senantiasa di berikan kepada penulis selama menuntut ilmu.

Melalui kesempatan ini pula, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak **Syamsuddin, S.Si, MT** selaku pembimbing utama dan Bapak **Ir. Bambang Harimei, M.Si** selaku pembimbing pertama yang selalu bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Erfan Syamsuddin, M.Si** dan Bapak **Dr. Muhammad Hamzah S, S.Si, MT** sebagai tim penguji yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Eng Amiruddin, S.Si, M.Si** selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Dr. Muhammad Hamzah, S.Si, MT** selaku Penasehat Akademik
6. Seluruh **Dosen Departemen Geofisika** yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama proses pendidikan di S1 Geofisika.
7. Seluruh Staf Departemen Geofisika, **Pak Putra, Pak Anto,** dan **Pak Fadli** terima kasih telah membantu administrasi penulis selama pengerjaan skripsi.
8. Saudara tak sedaraku **F15IKA** “Satu Dalam Dekapan” : Jr, Amming,

Hafis, Nasri, Edi, Aksa, Rian, Willy, AL, Ittah, Firman, Diky, Ashadi, Fadil, Yadin, Cans, Imah, Ike, Ria, Ika, Mimi, Widy, Aisyah, Sakinah, Anti, Ainul, Defa, Kiki, Isna, Mita, Nunu, Ammi, Nermi, Abet, Acan, Lina, Ani, Eni, Riatna, Mute, Fatma, April, Ica, Yuli, Inem, Abi, Devi, Uni, Ari, Aya, Anas, Purna, Ani, Arum, Anti, Deay, Dina.

9. Teman-teman Geofisika 2015
10. Kakak-kakak dan Adik-adik **KPA OMEGA**
11. Kepada kakak-kakak pengurus himpunan pada masanya yang telah membagikan ilmunya
12. Adik-adik **HMGF** dan **HIMAFI** FMIPA UNHAS terimakasih atas doa dan dukungannya.
13. Teman-teman **KKN Reguler Gel.99 Desa Mattirowalie, Kecamatan Tanete Riaja , Kabupaten Barru**: Kak Fikar, Kak Rian, yefan, Ika, Indra, Lulu, Sita, Emi.
14. **Polton fams**: Satti, Fitrah, Muti, Salsa, Amel, Titin yang tiada henti-hentinya memberi semangat.
15. Serta terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu penulis dan tidak sempat penulis sebutkan satu persatu. Semoga segala kebaikan saudara(i)-ku diterima sebagai ibadah disisi-Nya.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. 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 Allah Subhaanahu Wa Ta'ala. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 8 Desember 2022

Fatimah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
SARI BACAAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Ruang Lingkup.....	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Geologi Regional	4
II.2 Intrusi Air Laut	5
II.3 Metode Geolistrik Tahanan Jenis	7
II.3.1 Potensial Arus Ganda di Permukaan.....	9
II.3.2 Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger	11
II.3.3 Resistivitas Semu	12

II.4 Resistivitas Batuan.....	12
II.5 Hubungan antara Geologi dan Resistivitas	14
II.6 Proses Inversi.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
III.1 Lokasi Penelitian	18
III.2 Alat dan Bahan	18
III.2.1 Alat.....	18
III.2.2 Bahan	19
III.3 Metode Penelitian.....	19
III.3.1 Tahap Kajian Pustaka	19
III.3.2 Tahap Akusisi Data.....	19
III.3.3 Pengolahan Data	20
III.3.4 Tahap Interpretasi	21
III.4 Bagan Alir	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
IV.1 Hasil.....	23
IV.2 Pembahasan.....	27
BAB V PENUTUP	32
V.1 Kesimpulan	32
V.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial di permukaan ..	9
Gambar 2.2 Konfigurasi <i>Wenner Schlumberger</i>	11
Gambar 2.3 Jangkauan harga resistivitas batuan	15
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian.....	18
Gambar 4.1 Penampang resistivitas hasil inversi lintasan 1	24
Gambar 4.2 Penampang resistivitas hasil inversi lintasan 2.....	25
Gambar 4.3 Penampang resistivitas hasil inversi lintasan 3.....	26
Gambar 4.4 Interpretasi hasil inversi resistivitas lintasan 1	28
Gambar 4.5 Interpretasi hasil inversi resistivitas lintasan 2	29
Gambar 4.6 Interpretasi hasil inversi resistivitas lintasan 3	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai resistivitas beberapa batuan	13
Tabel 2.2 Perbandingan kadar garam dengan resistivitas	16

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang melimpah, dapat ditemukan di setiap tempat di permukaan bumi. Air juga merupakan sumber daya alam yang sangat penting dan dibutuhkan oleh disetiap makhluk hidup. Air yang kita gunakan sehari-hari telah menjalani siklus hidrologi, yaitu telah melalui proses penguapan (*evaporation*) dari air laut, danau maupun sungai lalu mengalami kondensasi di atmosfer dan kemudian menjadi air hujan yang turun ke permukaan bumi. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tersebut, ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Air yang meresap ke bawah permukaan bumi akan tersimpan pada lapisan batuan yang biasa disebut dengan akuifer (*aquifer*). Akuifer atau lapisan pembawa air, secara geologi merupakan suatu lapisan batuan yang mengandung air yang memiliki permeabilitas serta porositas yang cukup baik. Biasanya, akuifer merupakan lapisan pasir (*sandstone*) atau lapisan lainnya yang mengandung pasir (Bowen, 1986).

Akuifer pada daerah pesisir dapat menjadi media merembesnya air laut menggantikan posisi air tanah. Proses merembesnya air laut tersebut dikenal dengan istilah intrusi air laut. Air laut atau air asin yang menggantikan air tanah terletak di bawah air tawar karena adanya perbedaan densitas antara air tawar dan air asin. Air asin memiliki densitas yang lebih tinggi dibanding air tawar. Hal itu

dikarenakan air asin memiliki kandungan mineral yang lebih banyak dibandingkan air tawar (Salam, 2011).

Pada penelitian ini dilaksanakan di Pantai Panrang Luh, Desa Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan, dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Wenner Schlumberger* untuk mengetahui struktur bawah permukaan dan mengetahui lapisan tanah yang diduga terkena intrusi air laut.

Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk penyelidikan bawah permukaan dengan memanfaatkan sifat aliran listrik di dalam permukaan bumi termasuk air tanah dan intrusi air laut. Seperti yang telah dilakukan oleh (Simanjuntak dkk, 2021) tentang “Aplikasi Geolistrik Resistivitas dengan Konfigurasi Schlumberger untuk Identifikasi Air Laut di Kecamatan Jayapura Utara Kota Jayapura” kemudian (Hutabarat dkk, 2016) tentang Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner Schlumberger di Pantai Tanjung Gondol Kabupaten Bengkayang”

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian tentang **“Identifikasi Rembesan Air Laut di Pantai Panrang Luh, Desa Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis”**

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana struktur lapisan bawah permukaan di daerah penelitian?
2. Dimana jangkauan rembesan air laut di daerah penelitian?

I.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada pengukuran dilapangan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Wenner-Schlumberger* yang berlokasi di Pantai Panrang Luhu, Desa Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software Res2Dinv untuk mendapatkan penampang resistivitas 2D hasil inversi dan diinterpretasi dengan bantuan data pendukung lainnya berupa informasi geologi regional daerah penelitian.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui struktur lapisan bawah permukaan di daerah penelitian.
2. Mengetahui jangkauan rembesan air laut di daerah penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Geologi Regional

Kabupaten Bulukumba terletak di ujung bagian selatan pulau Sulawesi dengan luas wilayah sekitar 1.154,67 Km² atau sekitar 2,5 persen dari luas wilayah Sulawesi Selatan, Kabupaten Bulukumba terletak antara 05°20' - 05°40' lintang selatan dan 119°58' - 120°28' bujur timur. Berbatasan dengan Kabupaten Sinjai di sebelah utara, sebelah timur dengan Teluk Bone, sebelah selatan dengan Laut Flores, dan sebelah barat dengan Kabupaten Bantaeng.

Statigrafi regional daerah penelitian yang berada di ujung lengan selatan Sulawesi merupakan bagian dari Formasi Walanae dengan anggota Selayar berupa batu gamping. Formasi Walanae tersusun oleh perselingan batu pasir, konglomerat dan tufa dengan sisipan yaitu batulanau, batulempung, batugamping, napal dan lignit. Batupasir berbutir sedang sampai kasar, umumnya bersifat gampingan dan agak kompak, berkomposisi sebagai andesit dan sebagian lainnya banyak mengandung biotit.

Geologi daerah bira dicirikan dengan batu gamping halimeda dan batu karang dengan fesiesnya dapat dikenali oleh adanya teras-teras batugamping. Terdapat tiga jenis teras yang menyusun daerah bira yakni teras bawah, teras tengah dan teras atas. Teras bawah terdapat pada bagian selatan yang terbentuk pada masa pleistosen yang tersusun atas batu karang dengan ketinggian maksimal 15 meter. Teras tengah terbentuk pada pliosen dan tersusun atas batu karang dengan berlimpah halimeda dengan ketinggian maksimal 150 meter. Teras tengah terbelah dengan

baik membentuk tebing setinggi 65 m. Profil ini terutama terdiri dari terumbu karang dengan lempeng halimeda yang melimpah. Profil paling atas 5 m terdiri dari terumbu karang yang bercabang dan fasies wackestone sementara bagian bawah terdiri dari batu peloidal. Teras atas terletak pada bagian timur laut dan terdiri atas terumbu karang. Bagian bawah dari teras ini terdiri dari karang soliter kecil dan secara bertahap semakin ke atas berubah menjadi fasies terumbu karang (Imran dan Koch, 2006).

II.2 Intrusi Air Laut

Intrusi air laut adalah masuk atau menyusupnya air laut kedalam pori-pori batuan dan mencemari air tanah yang terkandung didalamnya sehingga menyebabkan air tanah berubah menjadi air payau atau bahkan air asin. Kawasan pantai sebagai daerah pertemuan air laut dan air tawar merupakan proses terjadinya intrusi air laut tergantung batuan penyusun akuifernya yang berbeda pada suatu tempat dengan yang lainnya. Apabila penyusun batuan berupa pasir, akan menyebabkan air laut lebih mudah masuk kedalam air tawar. Pada pantai berbatu memiliki pori-pori antar batuan yang lebih besar dan bervariasi sehingga lebih mudah air laut masuk kedalam air tanah. Pantai bergisik/berpasir memiliki tekstur yang sifatnya lebih porus, pengendalian air laut lebih mudah. Pantai berterumbu karang/mangrove akan sulit mengalami intrusi air laut sebab mangrove dapat mengurangi intrusi air laut. Intrusi air laut terjadi bila keseimbangan terganggu. Aktivitas yang menyebabkan intrusi air laut diantaranya pemompaan yang berlebihan, karakteristik pantai dan batuan penyusun, kekuatan air tanah kelaut, serta fluktuasi air tanah di daerah pantai. Proses intrusi makin panjang bisa

dilakukan pengambilan air tanah dalam jumlah berlebihan. Intrusi air laut menimbulkan dampak yang sangat luas terhadap aspek kehidupan, seperti gangguan kesehatan dan penurunan kesuburan tanah (Putranto dan Kusuma, 2009).

Umumnya intrusi air laut terjadi di daerah perkotaan, ini disebabkan oleh terlalu banyaknya manusia mengambil air bawah tanah tanpa adanya *feedback* yang setimpal untuk regenerasi air tanah itu sendiri. Intrusi air laut mengakibatkan berkurangnya mutu air bawah tanah. Air tanah yang sebelumnya layak untuk digunakan sebagai air minum menjadi tidak layak lagi untuk digunakan. (Hendrayana, 2002).

Dalam keadaan statis, air tawar akan mengapung diatas air asin daerah pantai karena air asin mempunyai densitas lebih tinggi dari air tawar, hal ini memenuhi persamaan hidrostatis fluida dengan persamaan:

$$\rho_f g z = \rho_s g (z + h) \quad (2.1)$$

Dimana:

ρ_f = densitas air tawar (gr/cm³)

ρ_s = densitas air asin (gr/cm³)

h = ketinggian muka air tanah dari *mean sea level*.

z = Kedalaman interface air tawar – air asin dari *mean sea level*

g = percepatan gravitasi (cm/s²)

Kedalaman batas (*interface*) air tawar dan air asin adalah sekitar 40 kali ketinggian muka air tanah dari muka air laut. Kedalaman-kedalaman bidang temu

ini tergantung pada kedudukan paras air tanah tawar yang dihitung dari muka laut. (Salam, 2011).

Pada kondisi normal air laut tidak dapat masuk jauh ke daratan sebab air tanah memiliki *piezometric* yang menekan lebih kuat dari pada air laut, sehingga terbentuklah *interface* sebagai batas antara air tanah dengan air laut. Keadaan tersebut merupakan keadaan kesetimbangan antara air laut dan air tanah. Namun ketika air laut memiliki berat jenis yang lebih besar dari pada air tawar, hal ini akan mengakibatkan air laut terus mendesak air tanah semakin masuk ke hulu sehingga terjadi intrusi air laut. Untuk mengetahui keberadaan air tanah maupun adanya intrusi air laut dibawah permukaan tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode *resistivity*.

II.3 Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik resistivitas atau tahanan jenis merupakan salah satu metode geolistrik yang digunakan untuk penyelidikan bawah permukaan dengan memanfaatkan sifat aliran listrik di dalam permukaan bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Metode ini meliputi pengukuran beda potensial dan arus listrik yang terjadi akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui sepasang elektroda arus. Perbedaan potensial diukur melalui sepasang elektroda potensial (Nisa dkk, 2012).

Metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) dilakukan dengan cara injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan potensialnya diukur melalui dua elektroda potensial.

Metode geolistrik resistivitas dapat dibagi menjadi dua berdasarkan tujuan pengukuran di lapangan yaitu:

1. Metode resistivitas sounding

Metode ini bertujuan untuk mengetahui variasi nilai resistivitas batuan dibawah permukaan bumi secara vertikal. Pada metode ini pengukuran pada suatu titik sounding di lakukan dengan cara mengubah-ubah jarak elektroda. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan objek yang di cari.

2. Metode resistivitas mapping

Metode ini bertujuan untuk mengetahui variasi nilai resistivitas batuan di bawah permukaan bumi secara horizontal. Metode ini menggambarkan keadaan dibawah permukaan bumi secara mendatar karena pengukuran dilakukan dengan jarak elektroda yang sama (Nadiroh dkk, 2012).

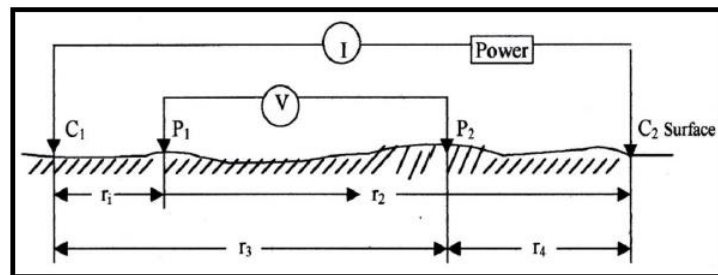
Konsep dasar dari metode resistivitas adalah Hukum Ohm yang pertama kali dicetuskan oleh ilmuan Jerman bernama George Simon Ohm (1787-1854). Dia menyatakan bahwa beda potensial (V) timbul di ujung-ujung suatu medium berbanding lurus dengan arus listrik (I) yang mengalir pada medium tersebut. Selain itu, dia juga menyatakan bahwa tahanan listrik (R) berbanding lurus dengan panjang medium (L) dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya (A). Formulasi dari kedua pernyataan Ohm ini dapat dinyatakan sebagai berikut (Syukri, 2020):

$$V \propto I \text{ atau } V = I.R \quad (2.2)$$

$$R \propto \frac{L}{A} \text{ atau } R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.3)$$

II.3.1 Potensial Arus Ganda di Permukaan

Pada pengukuran geofisika resistivitas umumnya menggunakan dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.1. Namun ada juga metode geolistrik yang menggunakan kurang dari dua pasang elektroda, baik itu hanya elektroda arus atau hanya sepasang elektroda (satu elektroda arus dan satu elektroda potensial) (Telford dkk., 1990)



Gambar 2.1 Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial di permukaan (Telford dkk, 1990)

Ketika jarak antara dua elektroda arus dibatasi di permukaan, maka besarnya nilai potensial di permukaan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut. Potensial di titik P₁ yang ditimbulkan arus C₁ dan C₂ adalah (Telford dkk., 1990)

$$V_{P1} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.4)$$

dan potensial di titik P₂

$$V_{P2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (2.5)$$

Maka beda potensial di dua titik adalah:

$$\Delta V = V_{P_1} - V_{P_2} \quad (2.6)$$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (2.7)$$

Maka resistivitas dapat ditulis sebagai:

$$\rho = \frac{2\pi\Delta V}{I} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (2.8)$$

Atau dapat dituliskan :

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \quad (2.9)$$

Dimana

$$k = \frac{2\pi}{\left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}} \quad (2.10)$$

Dengan:

ΔV = Beda Potensial (Volt)

I = Kuat Arus Listrik (Ampere)

ρ = Resistivitas (Ohm.m)

r_1 = Jarak Antara C_1 dan P_1 (m)

r_2 = Jarak Antara C_2 dan P_1 (m)

r_3 = Jarak Antara C_1 dan P_2 (m)

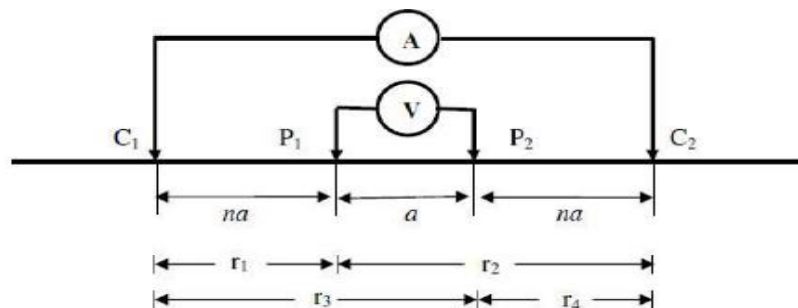
r_4 = Jarak Antara C_2 dan P_2 (m)

K = Faktor Geometri Elektroda

II.3.2 Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger

Salah satu konfigurasi yang digunakan dalam metode geolistrik yaitu konfigurasi Wenner-Schlumberger. Dalam konfigurasi Wenner-Schlumberger menggunakan spasi yang konstan dengan perbandingan jarak antara $C_1 - P_1 - P_2 - C_2$ dimana jarak C_1 ke P_1 maupun P_2 ke C_2 sama dengan na , sedangkan jarak antara P_1 ke P_2 adalah a .

Pada saat jumlah n bertambah maka nilai sensitifitas positif yang tinggi berada diantara $P_1 - P_2$ menyebar mendekati $C_1 - C_2$. Konfigurasi ini memiliki sensitifitas yang baik untuk melihat penampang bawah permukaan secara vertikal maupun horizontal. Terlihat pada Gambar 2.2 pengaturan elektroda yang digunakan pada konfigurasi Wenner-Schlumberger.



Gambar 2.2 Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Telford dkk., 1990)

Faktor geometri k dari konfigurasi Wenner-Schlumberger berdasarkan persamaan yaitu:

$$k = \pi an (n + 1) \tag{2.11}$$

II.3.3 Resistivitas Semu

Nilai resistivitas semu ρ_a merupakan fungsi jarak antar elektroda arus, yang sekaligus menentukan resolusi kedalaman bawah permukaan yang dapat diukur. Untuk jarak antar elektroda yang besar, ρ_a yang diperoleh akan mewakili nilai ρ batuan yang lebih dalam, begitu pula sebaliknya.

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

$$\rho_a = k \frac{\Delta v}{I} \quad (2.12)$$

Dimana k adalah faktor geometri yaitu: besaran koreksiletak kedua elektroda potensial terhadap letak elektroda arus.

II.4 Resistivitas Batuan

Resistivitas listrik adalah salah satu parameter fisis yang dapat digunakan untuk menyelidiki struktur bawah permukaan dengan menggunakan metode/teknik *resistivity logging*. Resistivitas juga berfungsi untuk mengukur sifat batuan dan fluida pori disepanjang lubang bor dengan mengukur sifat tahanan kelistrikannya.

Besaran resistivitas batuan dideskripsikan dengan Ohm meter.

Setiap batuan memiliki karakteristik tersendiri dalam hal sifat kelistrikan. Pada dasarnya batuan memiliki sifat dalam bentuk resistivitas yang menunjukkan kemampuan untuk menghantarkan arus listrik, yang berasal dari alam maupun arus yang diinjeksikan dari instrumen. Semakin besar nilai resistivitas pada batuan maka batuan tersebut sulit untuk menghantarkan arus listrik

Batuan dan mineral yang ada di dalam bumi memiliki nilai tahanan jenis yang berbeda-beda karena beberapa faktor yaitu porositas, permeabilitas, kepadatan batuan, umur batuan, jumlah mineral yang dikandung, kandungan elektrolit, sehingga nilai dari tahanan jenis suatu batuan tidak ada yang pasti. Nilai resistivitas suatu material yang ada di dalam bumi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

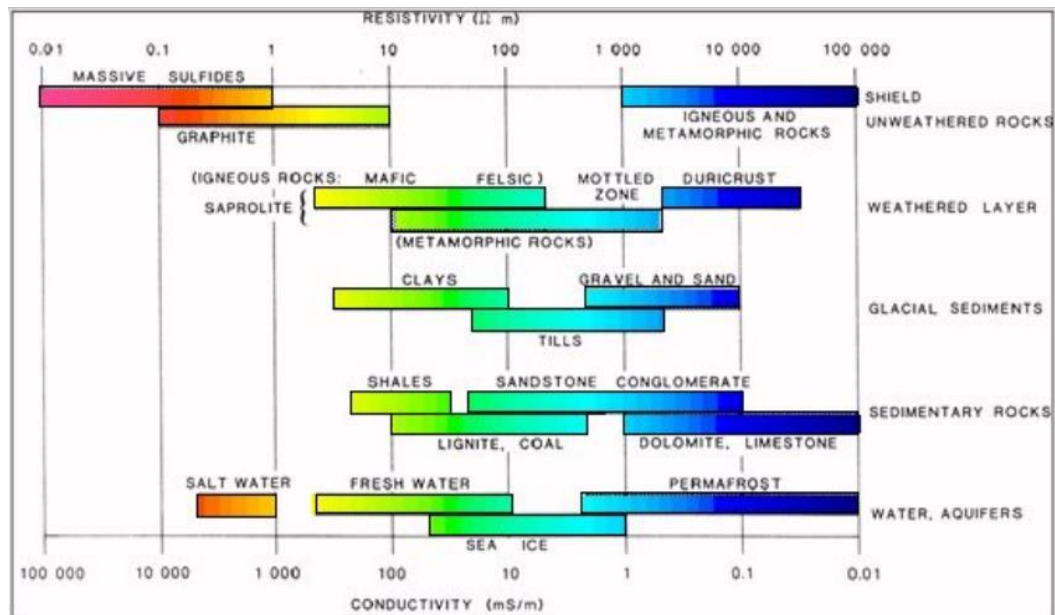
Tabel 2.1 Nilai resistivitas beberapa batuan (Telford, 1990).

Material	Resistivitas (Ωm)
Galena	$3 \times 10^{-5} - 3 \times 10^2$
Hematit	$3.5 \times 10^{-3} - 10^7$
Limonit	$10^3 - 10^7$
Kalsit	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Kwarsa	500 – 800000
Garam Batu	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit	200 – 10000
Andesit	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal	200 – 100000
Batu Gamping	500 – 10000
Batu Pasir	200 – 8000
Batu Sabak	20 – 2000
Pasir	1 – 1000

Lempung	1 – 100
Air Tanah	0.5 - 300
Air Laut	0.2
Kerikil Kering	600 - 10000
Alluvium	10 - 800
Tanah (40% lempung)	8
Tanah (20% lempung)	33
Tanah Permukaan	250 - 1700
Pasir-Lempung	30 - 215

II.5 Hubungan antara Geologi dan Resistivitas

Gambaran distribusi bawah permukaan untuk memperkirakan berbagai jenis batuan di bawah permukaan dan geologi daerah dengan nilai resistivitas. Terdapat jangkauan nilai kelistrikan dari setiap batuan yang ada dan hal ini akan membantu dalam penentuan jenis batuan berdasarkan harga resistivitasnya atau sebaliknya. Gambar 2.3 menunjukkan nilai jangkauan tersebut berdasarkan setiap jenis batuan. Sebagai contohnya, untuk clays memiliki nilai 5 – 100 Ω m. Nilai ini Tidak hanya bergantung pada jenis batuan saja tetapi bergantung pula pada pori yang ada pada batuan tersebut dan kandungan fluida pada pori tersebut (Prameswari dkk, 2012)



Gambar 2.3 Jangkauan harga resistivitas batuan (Prameswari dkk, 2012)

Batuan sedimen biasanya lebih berpori dan memiliki kandungan air lebih tinggi, biasanya nilai resistivitasnya lebih rendah. Tanah basah dan air tanah yang segar bahkan memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah. Tanah liat biasanya memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah daripada tanah berpasir. Namun jika diperhatikan terjadi tumpang tindih antara nilai resistivitas dari berbagai kelas batuan dan tanah. Hal ini karena resistivitas batuan atau tanah bergantung pada sejumlah faktor lain seperti porositas, derajat saturasi air dan konsentrasi garam terlarut.

Faktor konsentrasi garam terlarut (salinitas) dalam penelitian Han (2010), memiliki beda nilai resistivitas berdasarkan konsentrasinya seperti pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Perbandingan kadar garam dengan resistivitas (Han, 2010).

No.	Kadar garam (g/l)	Resistivitas (Ωm)
1.	20,00	0,385
2.	8,00	0,825
3.	6,00	1,079
4.	4,00	1,497
5.	2,00	2,922
6.	1,00	5,515

II.6 Proses Inversi

Inversi merupakan suatu proses pengolahan data lapangan yang melibatkan teknik penyelesaian matematika dan statistik untuk mendapatkan informasi mengenai distribusi sifat fisis batuan yang tidak diketahui sebelumnya (*unknown parameter*) (Loke, 2004).

Dalam geofisika diperlukan metode inversi untuk memperoleh sebuah model dengan respon yang sama seperti nilai pengukuran. Model tersebut merupakan representasi secara matematis dari suatu bagian bumi yang memiliki seperangkat parameter untuk memperkirakan data yang diamati. Respon model yang diberikan adalah data sintetik yang dapat dihitung dari hubungan matematika yang mendefinisikan model seperangkat parameter yang diberikan. Keseluruhan metode inversi digunakan untuk menentukan sebuah model bawah permukaan yang memiliki respon sesuai dengan data terukur yang dikenai batasan-batasan tertentu. Di dalam metode berbasis sel yang digunakan program *Res2Dinv* dan *software*

Res3Dinv, parameter model adalah nilai resistivitas dari model sel, sementara data adalah nilai resistivitas semu terukur. Dalam pemodelan resistivitas baik berupa 2-D maupun 3-D, metode matematika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara parameter dan respon model adalah metode *finite-difference* atau *finite-element* (Loke, 2004).

Hubungan antara model dan respon model baik pada model dua dimensi maupun tiga dimensi dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *finite difference* atau *finite element* yakni metode yang digunakan untuk menghitung resistivitas semu (Loke, 1999).

Penyelesaian dengan metode *finite difference* melibatkan persamaan diferensial geolistrik untuk memperoleh solusi berupa nilai konduktivitas pada masing-masing *grid*.

$$-\nabla \cdot (\sigma(x, z) \nabla V(x, z)) = I(x, z) \quad (2.13)$$

Persamaan 2.14 merupakan persamaan potensial listrik untuk kasus 2D yang merupakan persamaan diferensial poisson pada kasus homogen yang tidak mengalami perubahan potensial dengan asumsi bahwa potensial ke arah y adalah konstan. Dimana σ merupakan konduktivitas, $V(x, z)$ adalah potensial dan I merupakan arus listrik. Sehingga untuk kasus 2D diberikan batas (δ) maka persamaan 2.14 berubah menjadi

$$\sigma \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial \sigma}{\partial x} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial \sigma}{\partial z} \frac{\partial V}{\partial z} = I \delta(x - x_s)(z - z_s) \quad (2.14)$$