

SKRIPSI

**EKSPLORASI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE
TAHANAN JENIS DI DAERAH RAMMANG – RAMMANG DESA
SALENRANG KECAMATAN BONTOA KABUPATEN MAROS
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

NURDIN ARDIANSYAH

D611 14 312



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurdin Ardiansyah
NIM : D611 14 312
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**Eksplorasi Air Tanah Menggunakan Metode
Tahanan Jenis Di Daerah Rammang – Rammang Desa Salenrang
Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros
Provinsi Sulawesi Selatan**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Maret 2021

Yang Menyatakan



Nurdin Ardiansyah

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

EKSPLORASI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE
TAHANAN JENIS DI DAERAH RAMMANG – RAMMANG DESA
SALENRANG KECAMATAN BONTOA KABUPATEN MAROS
PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh

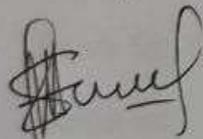
NURDIN ARDIANSYAH

D611 14 312

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi
Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
pada tanggal 8 Maret 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

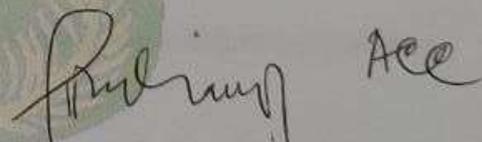
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Sultan, ST, MT.
NIP. 19700705199702 1 002

Pembimbing Pendamping,



Dr. -Eng. Meutia Farida, S.T., M.T
NIP. 19731003200012 2 001

Ketua Departemen,



Dr. Eng. Asri Jaya HS, S.T., M.T
NIP. 19690924199802 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur patut dipanjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah-NYA lah, sehingga penyusunan skripsi dengan judul **“Eksplorasi Air Tanah Menggunakan Metode Tahanan Jenis di Daerah Rammang-Rammang Desa Salenrang Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan”** ini dapat terselesaikan. Tidak lupa pula Shalawat dan salam atas Nabi Muhammad SAW yang merupakan rasul Allah yang membawa dan memberikan petunjuk kepada umat manusia dalam berkehidupan di dunia yang sementara ini menuju akhirat yang kekal abadi

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis baik berupa bantuan moril maupun materil dalam penyusunan skripsi ini, kepada :

1. Bapak Dr. Sultan,ST, MT. Sebagai dosen pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. -Eng, Meutia Farida, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. Asri Jaya, ST., MT. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Bapak IR. Jamal Rauf Husain, M.T selaku dosen penguji atas seminar skripsi.

5. Bapak IR. Agustinus Tupenalay, M.Si selaku dosen penguji atas seminar skripsi.
6. Bapak dan Ibu dosen Pada Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin atas segala bimbingan dan nasehatnya.
7. Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.
8. Ayahanda dan ibunda tercinta, serta adik tersayang yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan baik moril maupun materil.
9. Saudara-saudaraku seluruh Teknik Geologi angkatan 2014 yang senantiasa berbagi suka duka, dan selalu membantu dan menjadi guru saya.
10. Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dorongan yang diberikan selama ini.
11. Spesial teruntuk Nanda Dewi D.G yang selalu menjadi moodbooster paling ampuh sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan, sehingga segala saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diperlukan dalam perbaikan proposal ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca, khususnya bagi penulis. Aamiin.

Gowa, 23 Februari 2021

Penulis

SARI

Secara administratif daerah penelitian terletak pada Daerah Rammang – Rammang Desa Salenrang Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. Secara astronomis terletak pada kordinat $4^{\circ}55'45''$ - $4^{\circ}55'10''$ LS dan $119^{\circ}36'12''$ – $119^{\circ}37'10''$ BT. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan interpretasi geolistrik airtanah guna mengidentifikasi lapisan akuifer dan menentukan lokasi-lokasi yang mempunyai potensi airtanah. Berdasarkan hasil pengolahan data pengukuran dengan metode Wenner-Schlumberger menggunakan software Res2dinv diketahui bahwa keberadaan airtanah pada lokasi penelitian terletak pada perlapisan batugamping yang memiliki tahanan jenis atau nilai resistivity 30-100 Ω m. Dimana pada lintasan 1 terdapat pada meteran 120-380 dengan kedalaman 8,75-64,8 meter, pada lintasan 2 terdapat pada meteran 60-125 dengan kedalaman 8,75-26,3 meter, pada kedalaman 8,75-112 pada meteran 240-315, kemudian terdapat pada meteran 315-455 dengan kedalaman 8,75-64,8 meter, pada lintasan 3 ini terdapat pada meteran 110-128 dengan kedalaman 2,50-18,5 meter. Hasil penelitian diharapkan menjadi acuan dalam upaya merencanakan pengembangan dan pemanfaatan airtanah untuk memenuhi kebutuhan akan air baku di Daerah Rammang-Rammang Desa Salenrang Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan.

Kata Kunci : Geolistrik, Tahanan Jenis, Lapisan Akuifer, Wenner-Schlumberger

ABSTRACT

Administratively, the research area is located in the Rammang - Rammang area, Salenrang Village, Bontoa District, Maros Regency, South Sulawesi Province. Astronomically it is located on the coordinates 4°55'45" - 4°55'10" LS and 119°36'12" - 119°37'10" BT. This study aims to conduct a geoelectric interpretation of groundwater in order to identify aquifer layers and determine locations that have the potential for groundwater. Based on the results of processing measurement data using the Wenner-Schlumberger method using Res2dinv software, it is known that the presence of groundwater at the research location is located in a limestone layer which has a resistivity value or a resistivity value of 30-100 Ω m. Where on track 1 there is a 120-380 meter with a depth of 8.75-64.8 meters, on track 2 it is on the 60-125 meter with a depth of 8.75-26.3 meters, at a depth of 8.75-112 on the meter 240-315, then it is found on the 315-455 meter with a depth of 8.75-64.8 meters, on track 3 it is on the 110-128 meter with a depth of 2.50-18.5 meters. The results of the research are expected to become a reference in an effort to plan the development and utilization of groundwater to meet the demand for raw water in the Rammang-Rammang area, Salenrang Village, Bontoa District, Maros Regency, South Sulawesi Province.

Keywords: Geoelectricity, Resistivity, Aquifer Layer, Wenner-Schlumberger

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
SARI	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi Penelitian dan Kesempaan Daerah	3
1.6 Alat dan Bahan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Geologi Regional	12
2.1.1 Geomorfologi Regional	12
2.1.2 Stratigrafi Regional	13
2.1.3 Struktur Geologi Regional	14
2.2 Teori Ringkas	14
2.2.1 Geolistrik	14
2.2.2 Potensial Arus di Permukaan	15
2.2.3 Sifat Listrik dalam Batuan	19
2.2.4 Resistivitas Batuan	22

2.2.5	Permeabilitas dan Porositas.....	24
2.2.6	Kelistrikan	26
2.2.7	Konsep Resistivitas Semu	28
2.2.8	Geolistrik Tahanan Jenis	29
2.2.9	Geolistrik Multichanel.....	30
BAB III	METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN	42
3.1	Metode Penelitian	42
3.2	Tahapan Penelitian	43
3.2.1	Tahap Persiapan	43
3.2.2	Tahap Pengambilan Data	44
3.2.3	Tahap Pengolahan Data	44
3.2.4	Tahap Analisis dan Interpretasi Data	45
3.2.5	Tahap Penyusunan dan Presentasi Laporan	45
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1	Geologi Daerah Penelitian.....	47
4.1.1	Geomorfologi Daerah Penelitian	47
4.1.2	Stratigrafi Daerah Penelitian.....	52
4.2	Analisis Geolistrik Tahanan Jenis	56
4.2.1	Lintasan 1	57
4.2.2	Lintasan 2	58
4.2.3	Lintasan 3	59
4.2.4	Pembahasan	61
BAB V	PENUTUP	64
5.1	kesimpulan	64
5.2	Saran.....	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN	
	• Peta geologi	
	• Peta Lintasan	
	• Tabel Data Lapangan	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1.1	Peta tunjuk lokasi daerah penelitian5
Gambar 1.2	Resistivitymeter S-Field Multichannel dan laptop6
Gambar 1.3	Elektroda.....7
Gambar 1.4	Kabel gulungan.....8
Gambar 1.5	kabel penghubung.....8
Gambar 1.6	Aki kering9
Gambar 1.7	Palu Geologi9
Gambar 1.8	Palu Elektroda10
Gambar 1.9	GPS Garmin.....10
Gambar 1.10	Kompas Geologi11
Gambar 1.11	Buku lapangan11
Gambar 2.1	Dua pasang elektroda arus dan potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ16
Gambar 2.2	Pola aliran arus dan bidang ekipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan17
Gambar 2.3	Bentuk susunan elektroda pada survey geolistrik tahanan jenis18
Gambar 2.4	Bentuk konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini19
Gambar 2.5	Silinder Konduktor20
Gambar 2.6	Konsep resistivitas semu pada medium berlapis29
Gambar 2.7	Kurva pembebanan current transmitter32
Gambar 2.8	Skema dasar proses injection.....35
Gambar 2.9	Skema susunan switch control.....36
Gambar 2.10	Bagan sederhana sistem control37
Gambar 2.11	Panel depan Main Module.....38
Gambar 2.12	Setup susunan elektroda39
Gambar 3.1	Diagram alur Penelitian.....46
Gambar 4.1	Peta Geologi Daerah Rammang-Rammang.....47

Gambar 4.2	Kenampakan satuan bentangalam perbukitan karst pada daerah Rammang – Rammang.	49
Gambar 4.3	Kenampakan satuan bentangalam perbukitan karst(A) pada daerah Rammang – Ramang di Lintasan 1(B)	50
Gambar 4.4	Kenampakan satuan bentangalam perbukitan karst (A) pada daerah Rammang – Ramang di Lintasan 2 (B)	50
Gambar 4.5	Kenampakan satuan bentangalam perbukitan karst(B) di sekitar Lintasan 3(A).....	51
Gambar 4.6	Kenampakan sungai bawah tanah di sekitar perbukitan karst.....	51
Gambar 4.7	Kenampakan singkapan batugamping pada sekitar lintasan 1 pada daerah Rammang – Ramang.....	53
Gambar 4.8	Kenampakan fotomikrograf sayatan batugamping Grainstone yang material penyusunnya adalah skeletal grain dan mud (Fauzan, 2015).....	53
Gambar 4.9	Kenampakan singkapan batugamping kalkarenit pada sekitar lintasan 2 pada daerah Rammang – Rammang.....	54
Gambar 4.10	Kenampakan fotomikrograf sayatan batugamping Wackestone yang material penyusunnya adalah skeletal grain dan mud (Fauzan, 2015).....	55
Gambar 4.11	Kenampakan singkapan batugamping pada sekitar lintasan 3 pada daerah Rammang – Ramang.	55
Gambar 4.12	Lokasi Daerah Penelitian dan Jalur Lintasan	56
Gambar 4.13	Penampang hasil inversi Geolistrik lintasan 1	57
Gambar 4.14	Penampang hasil inversi Geolistrik lintasan 2.....	58
Gambar 4.15	Penampang hasil inversi Geolistrik lintasan 3.....	59
Gambar 4.16	Proses Pengambilan Data Di Jalur Lintasan 3	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Variasi Material Bumi (Batuan) (Telford, 1990)	23

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumberdaya alam yang mutlak dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup. Keberadaannya baik kualitas maupun kuantitasnya perlu dikelola dengan baik agar dapat di manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia demi mencapai kesejahteraan hidupnya. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, kebutuhan akan air untuk berbagai keperluan akan semakin meningkat. Sejalan dengan hal tersebut, peranan airtanah juga dirasakan semakin penting sebagai sumber pasokan air untuk memenuhi berbagai keperluan dan menunjang kelangsungan pembangunan (Suyono, 1980).

Airtanah berasal dari siklus air (daur hidrologi) secara alami. Meskipun demikian untuk mendapatkan air tawar yang sangat dibutuhkan manusia tidaklah mudah. Pemakaian air semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, sehingga perlu dilakukan penafsiran yang tepat, mengembangkan kearah yang benar, hemat dalam pemakaian air dan melindungi sumber-sumber yang ada demi kelestarian sumberdaya alam tersebut (Suyono, 1980).

Kondisi dan keberadaan airtanah dikontrol oleh beberapa faktor antara lain adalah ; jenis batuan atau litologi, kondisi bentangalam atau morfologi dan struktur geologi, iklim dan curah hujan. Dari sekian banyak sumber daya alam (SDA) yang terkandung di dalam bumi ini, salah satunya adalah airtanah yang tersedia melimpah pada setiap daerah di seluruh Indonesia. Airtanah yang

terakumulasi di dalam bumi melalui siklus hidrologi terbentuk sejak berjuta-juta tahun silam dan berlangsung hingga saat ini, sebagai karunia Tuhan Yang Maha Esa untuk keperluan hidup manusia di atas bumi.

Sesuai kebijakan penyediaan air bersih dan mencermati kondisi saat ini di Daerah Rammang-Rammang yang identik dengan tempat pariwisatanya yang terletak di Desa Salenrang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan mengalami kendala dalam penyediaan air baku untuk air minum dan kebutuhan sehari-hari. Kendala yang dialami adalah terbatasnya sumber air permukaan yang dapat di manfaatkan. Beberapa sawah tadah hujan yang belum terjangkau irigasi juga mengalami kesulitan air untuk mengoptimalkan usaha pertanian, sehingga untuk memenuhi kesulitan air baku maka salah satu sumber air yang dapat digunakan adalah sumber air yang berasal dari airtanah.

Pemanfaatan potensi airtanah ini perlu dilakukan penyelidikan berupa survey geolistrik yang digunakan dalam menafsirkan daerah-daerah yang mempunyai potensi airtanah yang layak dikembangkan. Kegiatan pengukuran geolistrik ditindaklanjuti dengan pengeboran eksplorasi airtanah untuk mendapatkan informasi keterdapatannya di bawah permukaan lebih akurat.

Metode geolistrik tahanan jenis adalah salah satu metode pengukuran geofisika yang dapat menentukan zona basah (aquifer) bawah permukaan secara akurat dan murah yaitu dengan menggunakan metode "Schlumberger". Variasi batuan bawah permukaan dapat diinterpretasikan berdasarkan perbedaan tahanan jenis tiap lapisan. (Reynold, 1997).

1.2 Maksud Penelitian

Maksud dari diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui lapisan aquifer dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan litologi dan nilai tahanan jenis variasi lapisan bawah permukaan di Daerah Rammang-Rammang Desa Salenrang Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan dengan perhitungan dan pengolahan data hasil pengukuran.
2. Memprediksi keberadaan airtanah daerah penelitian dari hasil pengukuran, pengolahan dan interpretasi data dengan geolistrik multi channel.

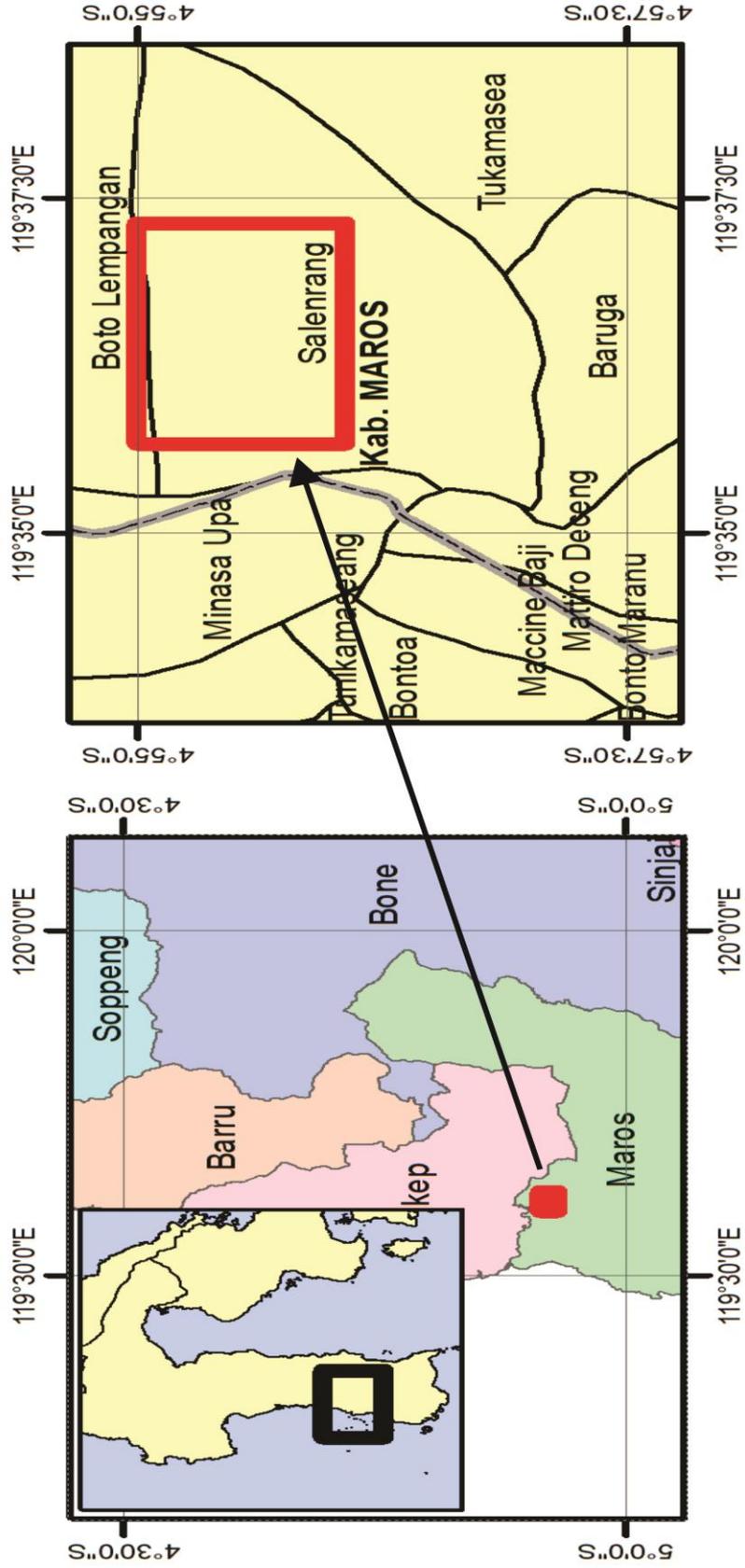
1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini bertujuan khusus pada interpretasi geolistrik airtanah guna mengidentifikasi lapisan aquifer dan menentukan lokasi-lokasi yang mempunyai potensi airtanah daerah penelitian. Hasil penelitian nantinya diharapkan akan menjadi acuan dalam upaya merencanakan pengembangan dan pemanfaatan airtanah guna memenuhi kebutuhan akan air baku.

1.5 Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian berada di Daerah Rammang-Rammang Desa Salenrang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis berada pada $04^{\circ} 55' 15.712''$ LS dan $119^{\circ} 37'$

0.408" BT, dengan ketinggian 15 mdpl. Jarak dari Makassar sekitar 40 km arah utara dan bisa ditempuh melalui jalur darat. Daerah ini terpetakan dalam Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 50.000 Lembar Maros 2010 – 63 Edisi 1 tahun 1991, terbitan Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal). Daerah penelitian memiliki luas sekitar $\pm 2 \text{ km}^2$.



Gambar 1.1 Peta tunjuk lokasi daerah penelitian

1.6 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama dilakukan penelitian antara lain,

- Resistivitymeter *S-Field Multichannel* dan laptop



Gambar 1.2 Resistivitymeter S-Field Multichannel dan laptop

- 16 buah elektroda



Gambar 1.3 Elektroda

- Kabel gulungan dan kabel penghubung



Gambar 1.4 Kabel gulungan



Gambar 1.5 Kabel penghubung

- Aki kering 2 buah dan kamera



Gambar 1.6 Aki kering

- Palu Geologi dan Palu Elektroda



Gambar 1.7 Palu Geologi



Gambar 1.8 Palu Elektroda

- GPS Garmin dan Kompas Geologi

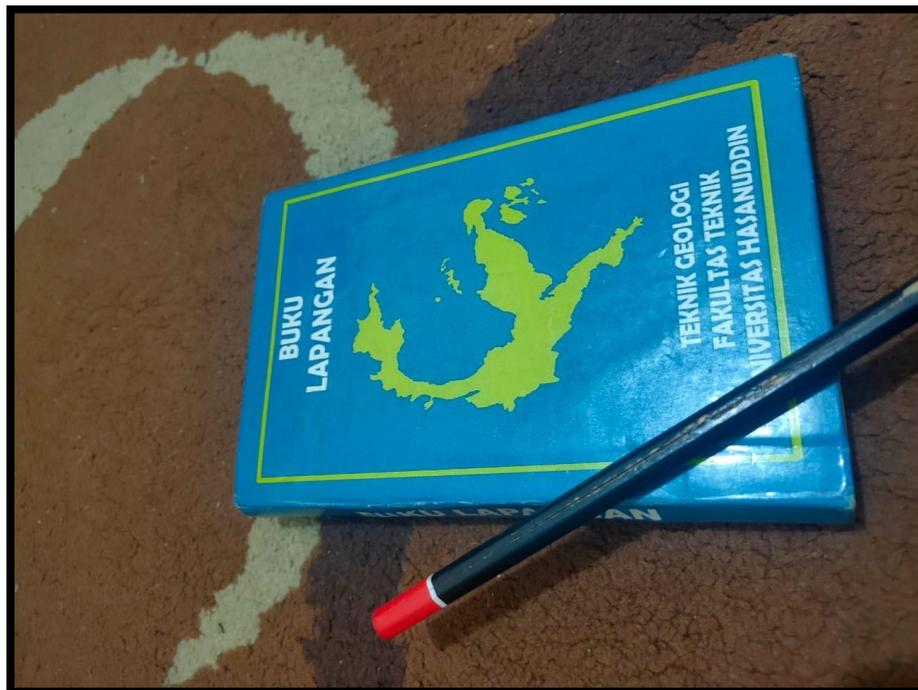


Gambar 1.9 GPS Garmin



Gambar 1.10 Kompas Geologi

- Buku lapangan dan alat tulis menulis



Gambar 1.11 Buku Lapangan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

2.1.1 Geomorfologi Regional

Pada Lembar Pangkajene dan Watampone bagian Barat (Sukamto,1982) pegunungan bagian barat menempati hampir setengah luas daerah, yang melebar di bagian selatan (50 kilometer) dan menyempit di bagian utara (22 kilometer) dengan puncak tertingginya 1694 m dan ketinggian rata-ratanya 1500 meter dari permukaan laut. Pembentuknya sebagian besar batuan gunungapi. Di lereng barat dan di beberapa tempat di lereng timur terdapat topografi karst yang mencerminkan adanya batugamping. Di antara topografi karst pada lereng barat terdapat perbukitan yang dibentuk oleh batuan pada zaman Pra-Tersier. Pegunungan ini dibatasi oleh dataran Pangkajene – Maros yang luas, dan sebagian merupakan lanjutan di dataran sekitarnya.

Paparan Laut dangkal Eosen meluas hampir ke seluruh lembar peta, yang buktinya ditunjukkan oleh sebaran Formasi Tonasa di sebelah barat Barru, sebelah Timur Maros dan sekitar Takalar.

Sejak Kala Pliosen pesisir barat ujung Lengan Sulawesi Selatan ini merupakan dataran stabil, yang pada Kala Holosen hanya terjadi endapan alluvium dan rawa-rawa.

2.1.2 Stratigrafi Regional

Pulau Sulawesi dibagi menjadi tiga Mandala geologi, yang didasarkan pada perbedaan litologi stratigrafi, struktur dan sejarahnya. Ketiga mandala tersebut adalah Mandala Sulawesi Bagian Barat, Mandala Sulawesi Bagian Timur, dan Mandala Banggai Sula. Dari ketiga mandala tersebut secara orogen yang paling tua adalah Mandala Sulawesi Bagian Timur dan yang termuda adalah Mandala Sulawesi Bagian Barat (Sukanto, 1975)

Formasi Mallawa beranggotakan batupasir, konglomerat, batulanau, batulempung, dan napal, dengan sisipan lapisan atau lensa batubara dan batulempung, batupasirnya sebagian besar batupasir kuarsa, ada pula yang arkosa, grewake, dan tufaan, umumnya berwarna kelabu muda dan coklat muda, bersifat rapuh, dan kurang padat. Batulempung dan batugamping umumnya mengandung moluska. Dan batubara berupa lensa setebal beberapa sentimeter dan lapisan sampai 1,5 meter. Tebal formasi ini tidak kurang dari 400 meter, tertindih selaras oleh batugamping Temt, dan menindih tak selaras batuan sedimen Kb, dan batuan Gunungapi Tpv.

Formasi Tonasa beranggotakan batugamping koral pejal sebagian terhablurkan, berwarna putih dan kelabu muda, batugamping bioklastika dan kalkarenit, berwarna putih, coklat muda dan kelabu muda, sebagian berlapis baik, berselingan dengan napal globigerina tufaan, bagian bawahnya mengandung batugamping berbitumen, setempat bersisipan breksi batugamping dan batugamping pasiran; di dekat Malawa daerah Camba terdapat batugamping yang mengandung glaukonit dan di beberapa tempat di daerah Ralla ditemukan

batugamping yang mengandung banyak sisipan sekis dan batuan ultramafik, batugamping berlapis sebagian mengandung banyak foraminifera kecil dan beberapa lapisan napal pasiran mengandung banyak kerang (Pelecypoda) dan siput (Gastropoda).

2.1.3 Struktur Geologi Regional

Perkembangan struktur lengan selatan bagian utara pulau Sulawesi di mulai pada zaman Kapur, yaitu terjadinya perlipatan geosinklin disertai dengan kegiatan vulkanik bawah laut dan intrusi Gabro. Bukti adanya intrusi ini terlihat pada singkapan disepanjang pantai Utara–Selatan Teluk Bone.

Sejak Miosen Tengah terjadi sesar utama yang berarah utara – baratlaut dan tumbuh setelah Pliosen. Perlipatan besar yang berarah hampir sejajar dengan sesar utama diperkirakan terbentuk sehubungan adanya tekanan mendatar yang kira-kira berarah timur-barat sebelum akhir Pliosen. Tekanan ini mengakibatkan pula adanya sesar lokal yang mengsesarkan batuan Pra Kapur Akhir di Lembah Walanae dan di bagian barat pegunungan barat, yang berarah baratlaut-menenggara dan merencong, kemungkinan besar terjadi oleh gerakan mendatar ke kanan sepanjang sesar besar.

2.2 Teori Ringkas

2.2.1 Geolistrik

Geolistrik ialah suatu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran beda potensial, arus, dan elektromagnetik

yang terjadi secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi (Kanata dan Zubaidah, 2008).

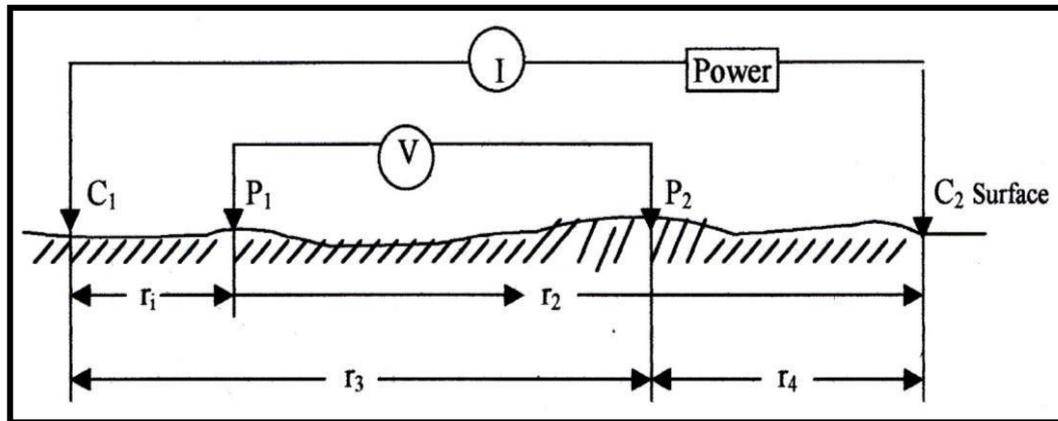
Azhar dan Handayani (2004) telah melakukan pemodelan berskala laboratorium untuk mengukur tahanan jenis beberapa sampel batubara dari Tambang Air Laya menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, dengan dasar pemikiran metode tahanan jenis telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan eksplorasi lapisan dangkal. Metode tahanan jenis merupakan metode geofisika yang dipakai untuk pengukuran tahanan jenis semu suatu medium. Pengukuran dengan konfigurasi *schlumberger* ini menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (titik *sounding*).

Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda, dikenal beberapa jenis konfigurasi resistivitas yaitu: (1) Konfigurasi Wenner, (2) Konfigurasi Schlumberger, (3) Konfigurasi dipole-dipole, dan lain-lain. Masing-masing konfigurasi elektroda di atas memiliki kelebihan dan kekurangan. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pengukuran harus terlebih dahulu diketahui dengan jelas tujuannya sehingga kita dapat memilih jenis konfigurasi yang cocok dan efisien untuk digunakan.

2.2.2 Potensial Arus di permukaan

Apabila terdapat dua Elektroda arus yang dibuat dengan jarak tertentu seperti gambar 11, potensial pada titik-titik dekat permukaan akan dipengaruhi

oleh kedua elektroda arus tersebut.



Gambar 2.1. Dua pasang elektroda arus dan potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ (Bahri, 2005)

Potensial pada titik P1 akibat elektroda arus C1 adalah (Reynolds, 1997 dalam Bahri, 2005) :

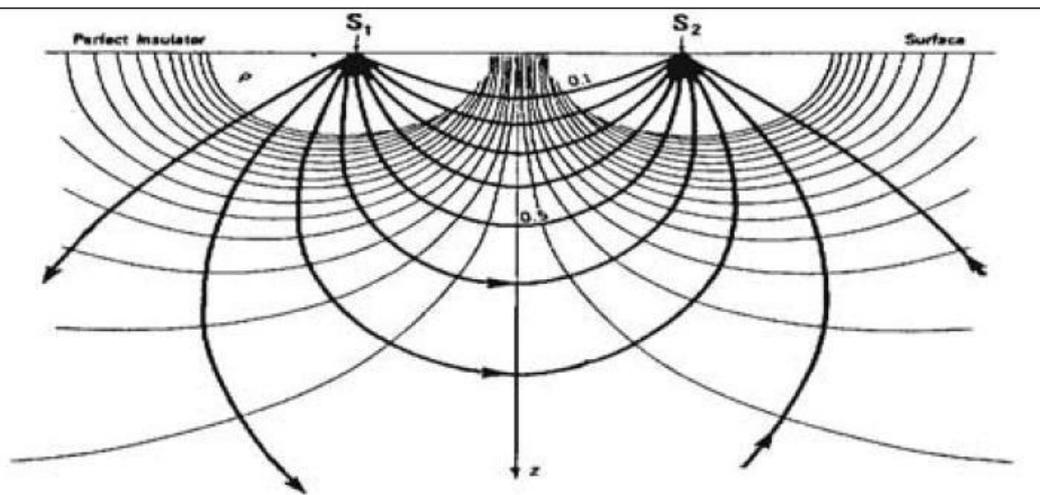
$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_1} \quad (1)$$

Karena arus pada kedua elektroda sama dan berlawanan arah, maka potensial pada titik P2 akibat elektroda arus C2 dapat ditulis,

$$V_{12} = - \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_2} \quad (2)$$

Sehingga potensial pada titik P1 akibat elektroda arus C1 dan C2 adalah,

$$V_{11} + V_{12} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (3)$$



Gambar 2.2 Pola aliran arus dan bidang ekuipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Bahri, 2005)

Dengan cara yang sama, potensial pada P2 akibat elektroda arus C1 dan C2 adalah,

$$V_{21} + V_{22} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (4)$$

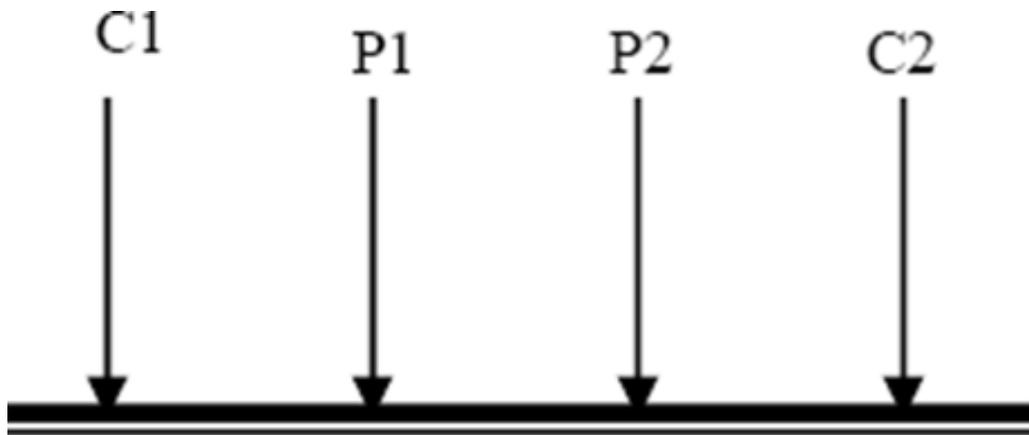
Akhirnya, beda potensial antara P1 dan P2 dapat ditulis sebagai,

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (5)$$

Dari besarnya arus dan beda potensial yang terukur maka nilai resistivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\rho = k \frac{V}{I} \quad (6)$$

Dengan k adalah faktor geometri yang tergantung penempatan elektroda di permukaan.



Gambar 2.3 Bentuk susunan elektroda pada survey geolistrik tahanan jenis (Bahri, 2005)

memperlihatkan elektroda yang digunakan pada gambar ini dengan faktor geometri dengan

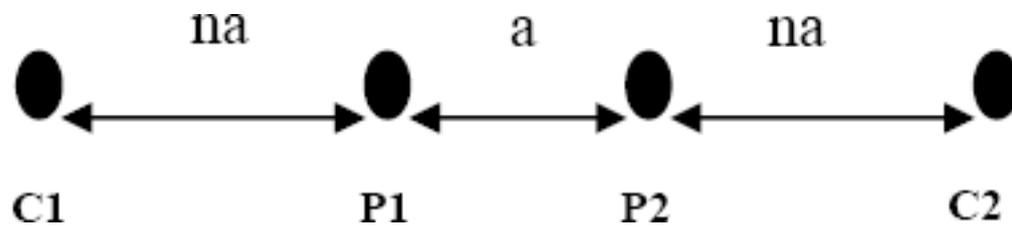
$$K = \frac{2\pi}{\left\{ \frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right\}} = \frac{2\pi}{\left\{ \frac{1}{(y-x)} - \frac{1}{(y+x)} - \frac{1}{(y+x)} + \frac{1}{(y-x)} \right\}}$$

dimana $AB/2 = y$ dan $MN/2 = x$, karena $y \gg x$, maka $K = \frac{\pi}{2x} (y^2 - x^2)$, sehingga,

$$K = \pi \left\{ \frac{(AB/2)^2}{MN} - \frac{MN}{4} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{sehingga, } \rho = \pi \left\{ \frac{(AB/2)^2}{MN} - \frac{MN}{4} \right\} \frac{\Delta V}{I} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{AB^2 - MN^2}{MN} \right) \frac{\Delta V}{I} \dots \dots \dots (8)$$

Resistivitymeter biasanya memberikan nilai *resistansi* $R = V/I$ sehingga nilai resistivitas dapat dihitung dengan persamaan (6).



Gambar 2.4 Bentuk konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini (Bahri, 2005)

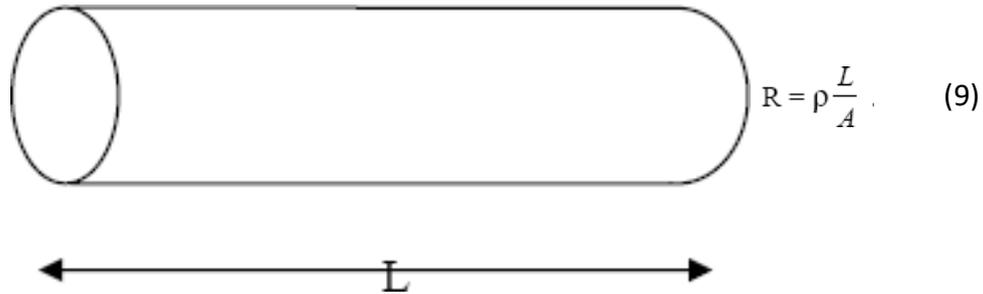
2.2.3 Sifat Listrik dalam Batuan

Aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dapat di golongan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik.

2.2.3.1 Konduksi secara Elektronik

Konduksi ini 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 (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya. Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi (hambatan), dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri.

Jika di tinjau suatu silinder dengan panjang L , luas penampang A , dan resistansi R , maka dapat di rumuskan:



Gambar 2.5. Silinder konduktor

Di mana secara fisis rumus tersebut dapat di artikan jika panjang silinder konduktor (L) dinaikkan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor diturunkan yang berarti luas penampang (A) berkurang maka resistansi juga meningkat. Di mana ρ adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam Ωm . Sedangkan menurut hukum Ohm, resistivitas R dirumuskan :

$$R = \frac{V}{I} \quad (10)$$

Sehingga didapatkan nilai resistivitas (ρ)

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (11)$$

Namun banyak orang menggunakan sifat konduktifitas (σ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas (ρ) dengan satuan mhos/m

$$\sigma = 1/\rho = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right) \left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \quad (12)$$

Di mana J adalah rapat arus (ampere/m²) dan E adalah medan listrik (volt/m).

2.2.3.2 Konduksi secara elektrolitik

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

Menurut rumus *Archie* :

$$\rho_e = a \phi^{-m} S^{-n} \rho_w \quad (13)$$

di mana ρ_e adalah resistivitas batuan, ϕ adalah porositas, S adalah fraksi pori-pori yang berisi air, dan ρ_w adalah resistivitas air. Sedangkan a , m , dan n adalah konstanta. M disebut juga faktor sementasi. Untuk nilai n yang sama, schlumberger menyarankan $n = 2$.

2.2.3.3 Konduksi secara Dielektrik

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

2.2.4 Resistivitas Batuan

Dari semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak. Pada mineral-mineral logam, harganya berkisar pada $10^{-8} \Omega m$ hingga $10^7 \Omega m$. Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan range resistivitas yang bervariasi pula. Sehingga range resistivitas maksimum yang mungkin adalah dari $1,6 \times 10^{-8}$ (perak asli) hingga $10^{16} \Omega m$ (belerang murni).

Konduktor biasanya didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari $10^{-8} \Omega m$, sedangkan isolator memiliki resistivitas lebih dari $10^7 \Omega m$. Dan diantara keduanya adalah bahan semikonduktor.

Secara umum berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- Konduktor baik : $10^{-8} < \rho < 1 \Omega m$
- Konduktor pertengahan : $1 < \rho < 10^7 \Omega m$
- Isolator : $\rho > 10^7 \Omega m$

Air tanah secara umum berisi campuran terlarut yang dapat menambah kemampuannya untuk menghantar listrik, meskipun air tanah bukan konduktor yang baik Variasi resistivitas material bumi ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Variasi Material Bumi (Batuan) (Telford, 1990).

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Udara	~
Pirit	3×10^{-1}
Galena	2×10^{-3}
Kwarsa	4×10^{10} s.d. 2×10^{-14}
Kalsit	1×10^{12} s.d. 1×10^{13}
Batuan Garam	30 s.d. 1×10^{13}
Mika	9×10^{12} s.d. 1×10^{14}
Basalt	10 s.d. 1×10^7
Batuan Gamping	50 s.d. 1×10^7
Batuan Pasir	1 s.d. 1×10^8
Batuan Serpih	20 s.d. 1×10^3
Dolomit	102 s.d. 104
Pasir	1 s.d. 103
Lempung	1 s.d. 102
Air Tanah	0,5 s.d. 3×10^2
Air Laut	0,2

2.2.5 Permeabilitas dan Porositas

Keadaan material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang dapat disimpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah sangat bergantung pada permeabilitas. Permeabilitas merupakan kemampuan batuan atau tanah untuk melewatkan atau meloloskan air. Air tanah mengalir melewati rongga-rongga yang kecil, semakin kecil rongganya semakin lambat alirannya. Jika rongganya sangat kecil, akan mengakibatkan molekul air akan tetap tinggal. Kejadian semacam ini terjadi pada lempung. Secara kuantitatif permeabilitas diberi batasan dengan koefisien permeabilitas. Banyak peneliti telah mengkaji problema permeabilitas dan mengembangkan beberapa rumus. Rumus Fair dan Hatch (1993) dapat dipandang sebagai sumbangan yang khas.

$$x = \frac{1}{\left[\frac{(1-n)^2}{n^3} \left[\frac{\theta}{100} \sum \frac{P}{d_m} \right]^2 \right] m} \quad (14)$$

Dimana x adalah permeabilitas spesifik, m adalah faktor pemadatan $\cong 5$, θ adalah faktor bentuk pasir (6 untuk butiran berbentuk bola dan 7,7 untuk butiran bersudut), n adalah porositas, P adalah persentase pasir yang ditahan antara dua ayakan yang berdekatan (%), dan d_m adalah rata-rata geometrik ukuran dua ayakan yang berdekatan (m).

Porositas juga sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Porositas adalah jumlah atau persentase pori atau rongga dalam total volume batuan atau sedimen. Porositas dapat di bagi menjadi dua yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer adalah porositas yang ada sewaktu bahan tersebut terbentuk sedangkan porositas sekunder dihasilkan oleh retakan-retakan dan alur yang terurai. Pori-pori merupakan ciri batuan sedimen klastik dan bahan butiran lainnya. Pori berukuran kapiler dan membawa air yang disebut air pori. Aliran melalui pori adalah laminar. Kapasitas penyimpanan atau cadangan air suatu bahan ditunjukkan dengan porositas yang merupakan perbandingan volume rongga (V_v) dengan volume total batuan (V), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (15)$$

dimana n adalah porositas (%), V_v adalah volume rongga (cm^3), dan V adalah volume total batuan (gas, cair, dan padat (cm^3)).

Porositas merupakan angka tak berdimensi biasanya diwujudkan dalam bentuk %. Umumnya untuk tanah normal mempunyai porositas berkisar antara 25% sampai 75% sedangkan untuk batuan yang terkonsolidasi (*consolidated rock*) berkisar antara 0 sampai 10%. Material dengan diameter kecil mempunyai porositas besar, hal ini dapat dilihat dari diameter butiran material. Porositas pada material seragam lebih besar dibandingkan material beragam (*well graded material*).

Lempung mempunyai kerapatan porositas yang tinggi sehingga tidak dapat meloloskan air, batuan yang mempunyai porositas antara 5 – 20 % adalah batuan yang dapat meloloskan air dan air yang melewatinya dapat ditampung.

2.2.6 Kelistrikan

Dalam mempelajari metode geolistrik, sebaiknya disinggung terlebih dahulu hukum-hukum kelistrikan yang berlaku. Oleh karena itu, akan dijelaskan dasar-dasar kelistrikan yang berlaku secara umum. Salah satu sifat muatan listrik adalah adanya dua jenis muatan yang menurut perjanjiannya diberi nama muatan positif dan muatan negatif. Interaksi antara kedua muatan adalah sebagai berikut: dua muatan yang sejenis (kedua-duanya positif atau negatif) saling tolak-menolak, sedangkan dua muatan yang tidak sejenis akan saling tarik-menarik.

2.2.6.1 Hukum Coulomb

Dalam mempelajari metode tahanan jenis, sebaiknya disinggung terlebih dahulu hukum-hukum kelistrikan yang berlaku. Salah satu sifat yang terjadi antara dua buah muatan listrik adalah interaksi muatan tersebut. Besarnya gaya interaksi antara dua muatan listrik telah diselidiki oleh Charles Augustin de Coulomb menghasilkan:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \hat{r} \quad (16)$$

Dengan \vec{F} adalah vektor gaya Coulomb, Q adalah muatan sumber, q adalah muatan uji, r adalah Jarak antara kedua muatan, dan ϵ_0 adalah konstanta permitivitas ruang hampa.

2.2.6.2 Medan Listrik

Tinjau suatu ruang tertentu yang mula-mula tidak ada muatan di dalamnya, kemudian ke dalam ruangan tersebut dimasukkan muatan q , yang dinamakan muatan uji dan muatan tersebut tidak mengalami gaya apa-apa. Sekarang percobaan diulangi, tetapi di dalam ruangan tersebut diletakkan muatan Q , yang dinamakan muatan sumber. Sekarang muatan uji q dimasukkan kembali ke dalam ruangan tersebut, maka padanya akan bekerja suatu gaya yang disebut gaya Coulomb, dan keadaan ini dikatakan bahwa ruangan tersebut mempunyai medan listrik. Medan listrik q yang ditimbulkan oleh muatan sumber Q adalah

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r} \quad (17)$$

Medan listrik merupakan besaran vektor yang besarnya dapat dihitung dari persamaan tersebut, sedangkan arahnya jika muatan Q positif maka arah medan listrik meninggalkan sumber, kebalikannya bila muatan sumber Q negatif maka arah medan listriknya menuju sumber.

2.2.6.3 Potensial Listrik

Energi potensial listrik suatu muatan didefinisikan sebagai usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan tersebut dari titik tak berhingga ke titik muatan tersebut berada.

$$U = \int_{\infty}^r \vec{F} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r} \quad (18)$$

Sedangkan potensial listrik (V) sendiri didefinisikan sebagai energi potensial persatuan muatan uji.

$$V = \int_{\infty}^r \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} \quad (19)$$

2.2.7 Konsep Resistivitas Semu

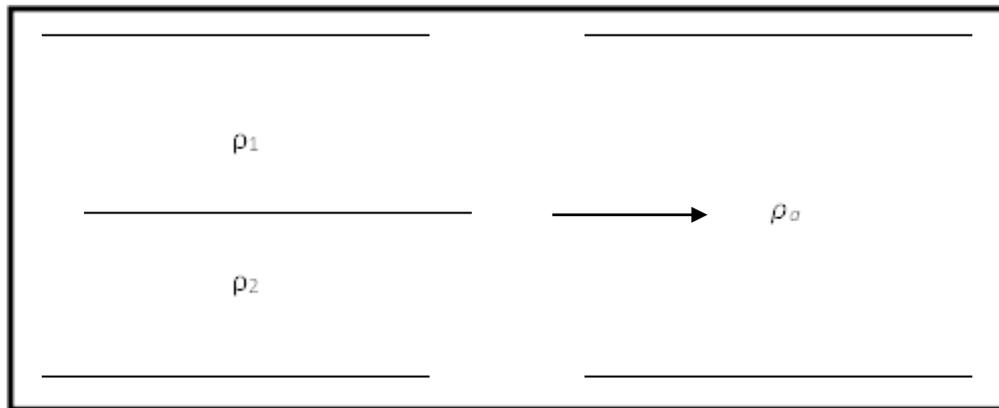
Pada metode resistivitas ini diasumsikan bahwa bumi bersifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung pada ekektroda. Pada kenyataannya, bumi ini terdiri dari lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar. Resistivitas semu ini dirumuskan dengan persamaan,

$$\rho = K \frac{\Delta V}{a I} \quad (20)$$

dimana ρ_a adalah resisitivitas semu (Ohm meter), K adalah faktor eometri, ΔV adalah beda potensial (Volt), dan I adalah kuat arus (Ampere).

Pada kenyataannya, bumi merupakan medium berlapis dengan masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau. Medium berlapis yang ditinjau terdiri dari dua

lapisan dengan resistivitas berbeda (ρ_1 dan ρ_2) dianggap medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas, yaitu resistivitas semu ρ_a dengan konduktansi masing-masing lapisan, $\sigma_a = \sigma_1 + \sigma_2$



Gambar 2.6. Konsep resistivitas semu pada medium berlapis (Telford, 1990).

2.2.8 Geolistrik Tahanan Jenis

Geolistrik merupakan alat yang dapat diterapkan untuk beberapa metode geofisika, prinsip kerja metode ini adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi (Wuryantoro, 2007).

Dari sekian banyak metode geofisika yang diterapkan dalam geolistrik, metode tahanan jenis adalah metode yang paling sering digunakan. Metode ini pada prinsipnya bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus sehingga menimbulkan beda potensial. Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial (Reynold, 1997).

Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat digunakan untuk menurunkan variasi harga tahanan jenis lapisan dibawah titik ukur (*sounding point*).

Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda arus dan potensialnya, dikenal beberapa jenis metode geolistrik tahanan jenis, antara lain metode Schlumberger, metode Wenner dan metode *Dipole Sounding*. Metode ini lebih efektif dan cocok digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, karena jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 kaki atau 1500 kaki. Pada metode tahanan jenis konfigurasi Schlumberger, bumi diasumsikan sebagai bola padat yang mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, maka seharusnya resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung atas spasi elektroda, namun pada kenyataannya bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, tetapi beberapa lapisan. Hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar. (Nainggolan, 2013)

2.2.9 Geolistrik Multichanel

Geolistrik multichanel adalah salah satu jenis resistivity meter yang pengoperasiannya sudah secara otomatis. Salah satu alat dari jenis multi chanel adalah Automatic Resistivity System atau biasa yang disebut ARES, ARES merupakan salah satu tipe resistivitymeter multichannel, Alat ukur resistivity dengan sistem pengukuran elektroda banyak channel (multichannel). Alat ini

memberikan hasil dengan tingkat akurasi tinggi dan bising yang rendah. Dengan teknologi current source (pembangkit arus) yang terdapat pada alat ini menjadikannya handal, berpengaman sistem anti short circuit, sehingga aman digunakan pada saat jarak elektroda arus terlalu rapat atau impedansi sangat rendah.

2.2.9.1 software Geores

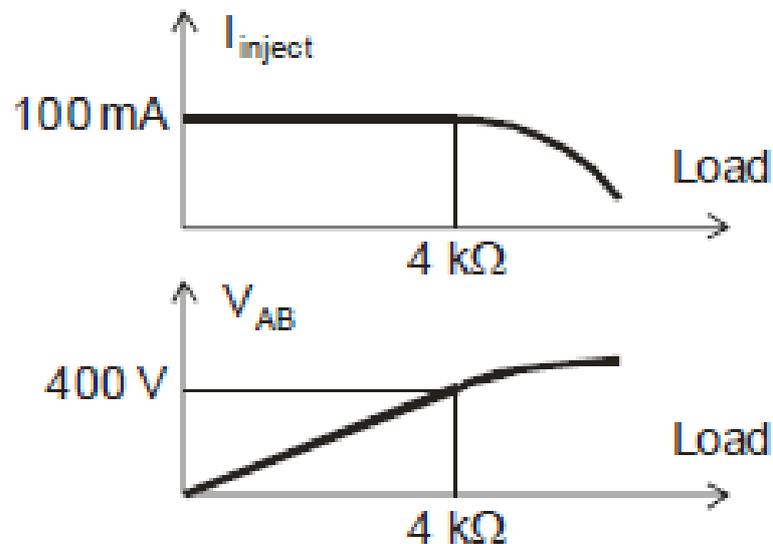
Geores merupakan software yang digunakan untuk mengambil data resistivitas tanah sehingga kita dapat menentukan struktur model permukaan tanah pada software ini kita dapat memakai beberapa metode resistivity yaitu Wenner, Pole-Dipole, Schlumberger, dan Pole-Pole. Software ini hanya digunakan untuk pengambilan data apabila teman-teman ingin melakukan pemodelan maka dapat menggunakan software Res2dinv.

Geores IP Multichannel Resistivity Meter terdiri dari beberapa bagian antara lain :

- Current transmitter
- Analog to digital converter
- Volt meter
- Ampere meter
- Connection test
- Switch control
- Multichannel terminal cable
- Module Controller

Current transmitter (pembangkit arus listrik) memiliki tegangan output

terkendali oleh beban yang diberikan. Untuk mengantisipasi adanya SP, arus injeksi yang diberikan harus cukup memadai. Tidak perlu terlalu besar, tetapi harus jauh lebih besar dari arus yang dibangkitkan oleh SP. Current transmitter dapat memberikan arus listrik sekitar ≈ 100 mA untuk beban 0 sampai $4\text{ k}\Omega$, sehingga alat ini direkomendasikan untuk bentangan AB dengan $R_{AB} \approx 4\text{ k}\Omega$. Jika beban yang diberikan lebih dari $4\text{ k}\Omega$ maka arus yang diberikan turun (tidak terkendali) seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.7 Kurva pembebanan current transmitter (Sumadi, 2019)

Volt meter dan ampere meter yang digunakan memiliki kemampuan untuk mencuplik data (data hold) serta dapat menentukan range pengukuran secara otomatis (autorange). Batas maksimum pengukuran volt meter hingga 1000 V sedangkan ampere meter hingga 400 mA. Untuk lebih lengkap dianjurkan untuk membaca user manual volt dan ampere meter sebelum melakukan pengoprasian.

Connection test digunakan untuk memastikan masing-masing elektroda (A,B,M,N) terkoneksi dengan baik dengan tanah. Koneksi elektroda dengan tanah dapat diperbaiki menggunakan porous pot dengan cairan terusi (elektrolit). Jika koneksi elektroda dengan tanah sudah cukup baik namun connection test gagal, hal ini disebabkan oleh resistansi antar elektroda (RAB atau RMN) memiliki nilai lebih dari 4 k Ω . Keadaan seperti ini tidak direkomendasikan karena keterbatasan dari spesifikasi current transmitter.

Analog to digital converter (ADC) digunakan untuk membaca peluruhan tegangan secara kontinu pada pengukuran IP. Untuk mengoptimalkan bidang dinamika pada sistem pengukuran, maka range VMN yang direkomendasikan adalah 1 - 10 V. Pengukuran dilakukan beberapa detik sesaat sebelum injektor dimatikan, dengan sampling rate sebesar 10 ms.

Swiath control adalah pengaturan posisi A,B,M dan N pada pada seluruh elektroda menurut konfigurasi yang digunakan. Masing-masing elektroda dihubungkan satu persatu oleh Multichannel terminal cabel atau induktor dari module. Semakin banyak elektroda yang digunakan maka semakin cepat proses pengambilan data resistivity dilakukan. Jumlah elektroda dapat ditambah terus sebanyak kelipatan 16 dengan menggunakan Extension Module.

Module Controller mengatur seluruh fungsi dari Geores IP melalui PC, antara lain : battery test, pengaturan posisi elektrode, connection test, pengukuran self potential, injection, pengukuran arus AB, pengukuran tegangan MN hingga fasilitas interupsi jika terjadi kecelakaan pada saat injection berlangsung (Sumadi, 2019)

a) Spesifikasi Alat :

- Controlled AB voltage : 0 - 500 V
- AB current max : 100 mA ($R_{AB} < 4 \text{ kohm}$), 200mA ($R_{AB} < 2$
Kohm)
- Power : 50 -75 W
- Injection time : 1 - 4 s
- Volt meter range : 0 - 1000 V
- Ampere meter range : 0 - 400 mA
- ADC : 10 bit, 0 - 10 V, 0,1 ms,
- Electode number : 16 ch / module
- Controller : Windows XP, Vista, 7 32-bit
- Communication : USB
- External Battery : 2 X 12V (7Ah recommended)
- Internal Battery : 2 X 9V (NEDA 1604, 6F22 or 006P)
- Dimension : 30 X 37 X 14 cm
- Weight : 6 kg

Content :

- Main Module
- External battery cable
- USB communication cable
- Multichannel expansion box cable

- Manual book

Optional :

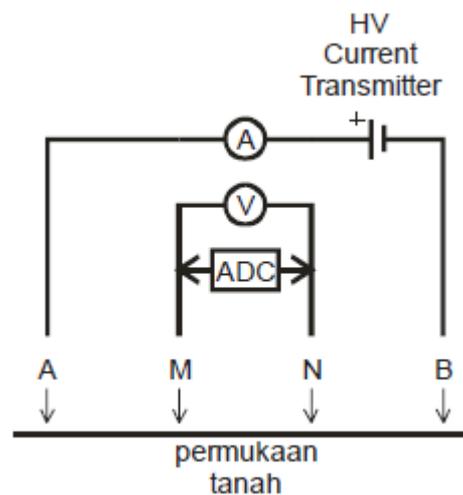
- 2 X 12V 7Ah Lead Acid Battery

- Screwdriver as electrode

- Copper wire 0.5 cable as sample

b) Bagan Kerja Alat

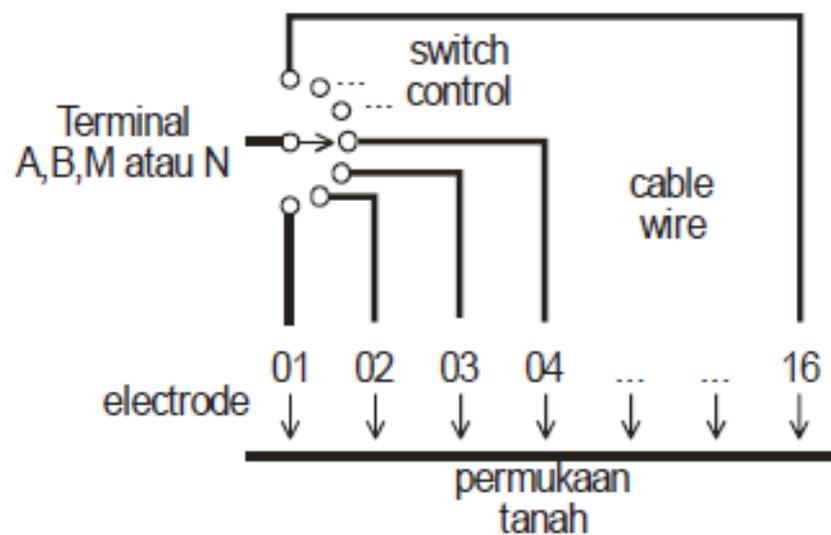
Current transmitter dihubungkan seri dengan ampere meter, sedangkan volt meter atau ADC bergantian mengukur tegangan VMN. Skematik sederhana sistem pengukuran resistivity meter ini dapat digambarkan melalui bagan berikut ini :



Gambar 2.8 Skema dasar proses injection (Sumadi, 2019)

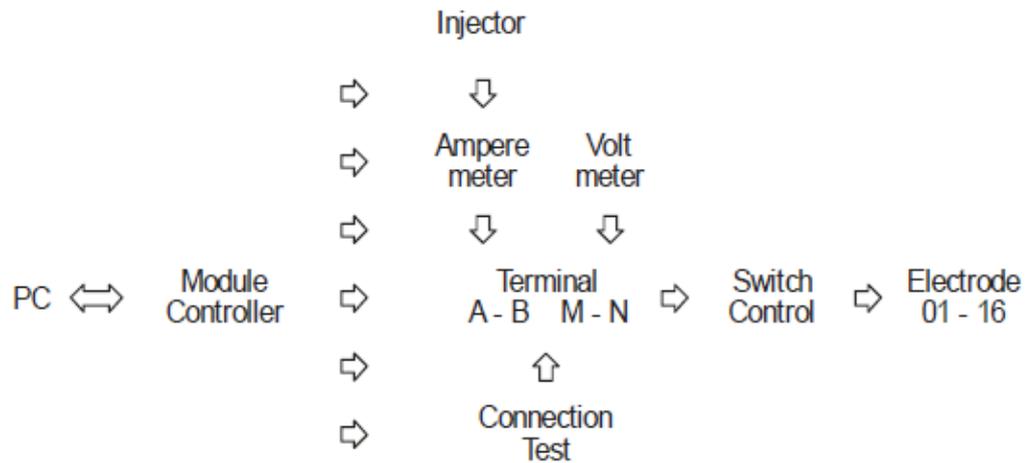
Setiap terminal A, B, M dan N ditempatkan pada posisi tertentu sesuai dengan konfigurasi sistem pengukuran. Dengan menggunakan switch control, masing-masing terminal di atas dapat diposisikan pada elektroda manapun. Perlu

diperhatikan untuk tidak menggunakan posisi elektroda yang sama. A dan B pada posisi elektroda yang sama digunakan untuk melihat arus maksimum yang dihasilkan injektor, sedangkan posisi M dan N pada posisi elektroda yang sama digunakan untuk menyatukan kutub pada volt meter. Dua metoda ini dapat digunakan pula untuk menguji fungsi dari connection test.



Gambar 2.9 Skema susunan switch control (Sumadi, 2019)

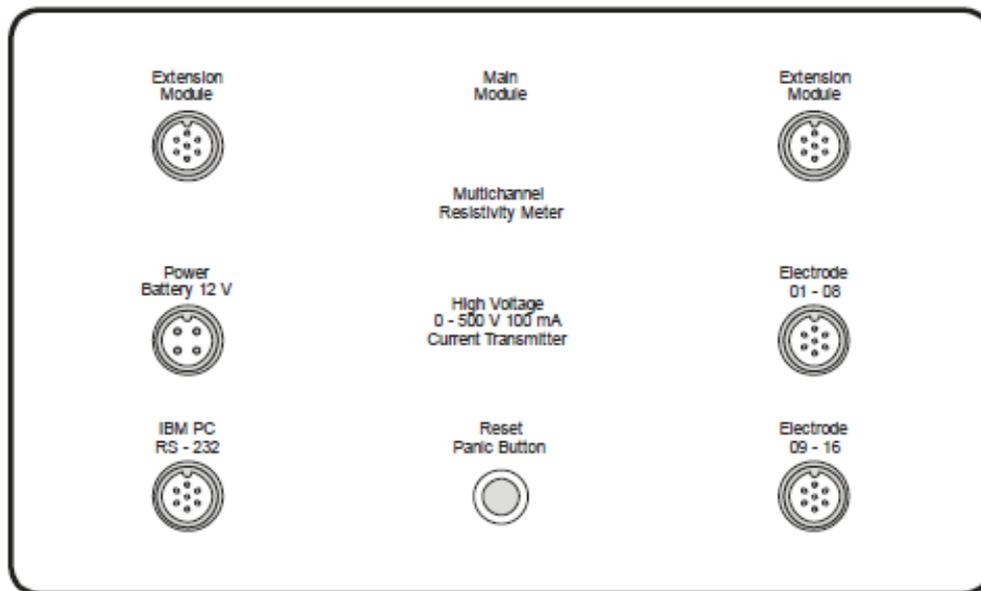
PC dan Module controller berkomunikasi melalui USB, digunakan untuk antara lain : menhidupkan injektor, mengambil data ampere dan volt meter, membaca status connection test dan mengatur posisi terminal pada elektrode.



Gambar 2.10 Bagan sederhana sistem control (Sumadi, 2019)

c) Persiapan dan Pengoperasian

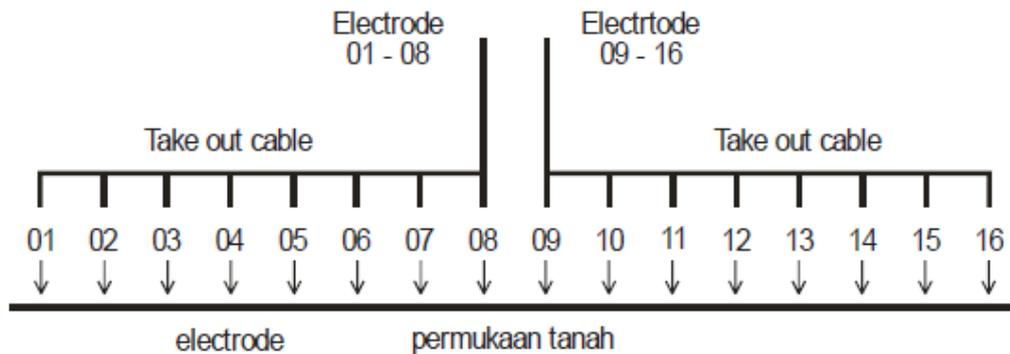
- Extension Module. Digunakan untuk menggabungkan Main Module dengan Extension Modul sehingga menambah jumlah elektroda sebanyak kelipatan 16.
- Power Battery 12V. Ketika plug battery dipasang, maka secara otomatis Modul ini berada pada kondisi menyala.
- USB. Komunikasi dan kontrol digunakan sepenuhnya oleh PC dengan operation system Windows XP, Vista, 7 32-bit.
- Reset / Panic Button. Digunakan untuk menghentikan seluruh proses injeksi jika terjadi kecelakaan, misalnya sengatan injeksi pada operator.
- Plug Electrode / 16-ch. Dihubungkan langsung dengan setiap elektroda melalui single wire cable atau take out cable, menurut konfigurasi sistem pengukuran.



Gambar 2.11 Panel depan Main Module (Sumadi, 2019)

Single wire cabel biasanya berupa kabel serabut tunggal yang cukup kuat untuk dibentang sepanjang jarak dari Main Modul hingga elektrode pada posisi tertentu. Setiap untai kabel masing-masing digulung menggunakan roller kabel. Cara seperti ini fleksible digunakan pada seluruh konfigurasi sistem pengukuran.

Take out cabel adalah kabel multiwire yang diberi tapping untuk setiap electrode pada suatu jarak tertentu. Jarak setiap elektrode sudah ditentukan panjangnya tergantung jarak setiap tapping. Kabel seperti ini dibuat untuk memudahkan mobilisasi kerja di lapangan, tetapi hanya konfigurasi tertentu yang bisa dilakukan oleh cara seperti ini.



Gambar 2.12 Setup susunan elektroda (Sumadi, 2019)

d) Aplikasi pada PC

Pastikan kedua external battery dalam kondisi baik dan terpasang. Setiap elektrode dihubungkan langsung masing-masing oleh setiap kabel, baik dengan single wire cable atau take out cable menuju Main Module. Selanjutnya adalah menjalankan proses pengukuran melalui PC / Laptop / Notebook dengan OS Windows XP, Vista, 7 32-bit dan komunikasi USB.

Ketika aplikasi ini dijalankan, secara otomatis aplikasi ini mendeteksi keberadaan Geores IP pada communication port yang digunakan, jika Geores IP sudah dalam kondisi on. Jika Geores IP masih off setelah aplikasi dijalankan, maka aktifkan Geores IP dengan memasang kedua external battery, lalu click button Battery sampai secara otomatis Geores IP dapat ditemukan pada communication port yang digunakan.

Output File. Berupa file teks yang sudah bisa diakuisisi oleh aplikasi spread sheet semacam excel dan sejenisnya. File dibuat pada directory dengan File Name yang ditentukan sebelum proses injeksi dilakukan. Disetiap akuisisi datum, dicatat pula waktu pengambilan data sesuai waktu pada PC. Data terdiri dari : Self Potential, Arus AB, Tegangan MN, posisi keempat probe pada

elektroda, dan terakhir waktu pengambilan data.

Aplikasi lanjut untuk keperluan profiling seperti misalnya untuk konfigurasi Wenner, Schlumberger, Dipole-dipole, dan Custom.

e) Kompartemen Dalam

Di bagian dalam Main module terdapat beberapa bagian sistem elektronik, antara lain :

- Injector
- Connection Test
- Anti-stupid battery
- Digital volt meter
- Digital ampere meter
- Switch control
- Module controller
- Module analog to digital

Beberapa bagian seperti ampere meter, current transmitter dan connection test dilengkapi dengan pengaman berupa sekering (internal fuse) yang diletakan di bagian dalam. Terdapat 6 buah sekering, 2 sekering pada masing-masing meter dan 2 sekering pada kontrol injektor. Periksa masing-masing sekering jika sistem alat tidak berfungsi.

Seluruh sistem elektronik pada alat ini langsung aktif ketika dihubungkan dengan dua buah external battery. Battery yang digunakan sebaiknya accu kering dengan kapasitas masing-masing 12V 7Ah. Patuhi pula aturan pengisian battery menggunakan battery charger yang sesuai.

2.2.9.2 Software Res2dinv

Perangkat lunak Res2dinv dirancang untuk menginterpolasi dan menginterpretasikan data lapangan dari prospek geofisika listrik (2D sounding) dari resistivitas listrik (konduktivitas) dan polarisasi terinduksi. Inversi resistivitas dan data IP dilakukan dengan metode kuadrat terkecil yang melibatkan metode elemen hingga dan perbedaan hingga. Perangkat lunak ini dapat menangani data dari array elektroda apa pun, termasuk Wenner (a, b, g), dipole-dipole, inline pole-dipole, pole-pole, Wenner-Schlumberger, equatorial pole-dipole dan non-konvensional array. Menginterpolasi data dari survei darat, bawah air, dan lubang bor. Konversi data yang mudah dari instrumen geofisika terpopuler termasuk ABEM Lund, Syskal, AGI, PASI, IRIS, SCITREX, dll.

Res2dinv secara otomatis akan memilih parameter inversi yang optimal untuk kumpulan data. Namun, parameter inversi dapat dimodifikasi oleh pengguna. Filter penghalus dapat disetel untuk menekankan variasi resistivitas dalam arah vertikal, horizontal, atau diagonal. Ini juga dapat dioptimalkan untuk menghasilkan model dengan batas halus (misalnya bulu kimiawi), atau dengan batas tajam (misalnya zona retakan). Informasi resistivitas dari lubang bor dan sumber lain juga dapat dimasukkan untuk membatasi proses inversi. Batas-batas yang diketahui di mana perubahan tiba-tiba dalam resistivitas terjadi juga dapat digabungkan dalam model inversi (Suroyo, 2019)