

SKRIPSI

**ANALISIS DAN PEMODELAN POTENSI REMBESAN BERDASARKAN
NILAI *RESISTIVITY* BATUAN HASIL PENGUKURAN GEOLISTRIK
PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNGAN PAMUKKULU
DESA KALE' KOMARA KECAMATAN POLENGBANGKENG UTARA
KABUPATEN TAKALAR**

Di Susun Dan Diajukan Oleh:

DICKY ANDRIANTO

D061 17 1011



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

2022

SKRIPSI

**ANALISIS DAN PEMODELAN POTENSI REMBESAN BERDASARKAN
NILAI *RESISTIVITY* BATUAN HASIL PENGUKURAN GEOLISTRIK
PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNGAN PAMUKKULU
DESA KALE' KOMARA KECAMATAN POLENGBANGKENG UTARA
KABUPATEN TAKALAR**

Di Susun Dan Diajukan Oleh:

DICKY ANDRIANTO

D061 17 1011



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

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS DAN PEMODELAN POTENSI REMBESAN BERDASARKAN
NILAI *RESISTIVITY* BATUAN HASIL PENGUKURAN GEOLISTRIK
PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNGAN PAMUKKULU
DESA KALE' KOMARA KECAMATAN POLENGBANGKENG UTARA
KABUPATEN TAKALAR**

Disusun dan diajukan oleh

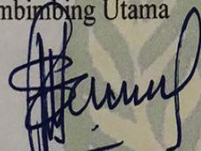
DICKY ANDRIANTO

D061 17 1011

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 Juli 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

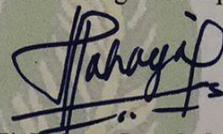
Menyetujui

Pembimbing Utama





Dr. Ir. Sultan, ST., MT.
NIP. 197007051997021002

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Hj. Rohaya Langkoke, M.T.
NIP. 195812101986012001

Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T, M.Eng
NIP. 19771214 200501 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dicky Andrianto

NIM : D061171011

Program Studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul :

**ANALISIS DAN PEMODELAN POTENSI REMBESAN BERDASARKAN
NILAI *RESISTIVITY* BATUAN HASIL PENGUKURAN GEOLISTRIK
PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNGAN PAMUKKULU
DESA KALE' KOMARA KECAMATAN POLENGBANGKENG UTARA
KABUPATEN TAKALAR**

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

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

Gowa, 24 Agustus 2022

Yang menyatakan


Dicky Andrianto

SARI

Secara administratif daerah Penelitian adalah wilayah kuasa proyek pembangunan bendungan pamukkulu PT. Wijaya Karya di Desa Kale Komara Kecamatan Polongbengkeng Utara Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Secara astronomis, daerah penelitian terletak pada posisi 119°22'00"BT - 119°39'00"BT dan 5°03'00"LS - 5°28'00"LS. Penelitian dengan judul "Analisa Dan Pemodelan Potensi Rembesan Berdasarkan Nilai *Resistivity* Batuan Hasil Pengukuran Geolistrik Pada Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Pamukkulu Desa Kale' Komara Kecamatan Polongbengkeng Utara Kabupaten Takalar" dimaksudkan untuk mengetahui kondisi batuan bawah permukaan dan pola serta arah rembesan pada pembangunan bendungan pamukkulu. Metode yang digunakan dalam pola serta arah rembesan pembangunan bendungan pamukkulu yaitu Metode Geofisika dengan Pengukuran Geolistrik konfigurasi dipole pole dan juga menggunakan software Res2Ndiv dan voxler.

Dari hasil analisis penelitian ini adalah Kondisi batuan yang berada di bawah permukaan pada daerah penelitian, dapat diinterpretasikan berdasarkan hasil pengamatan dan uji resistivitas di mana jenis batuan breksi dan juga basal berada pada skala resistivitas ≥ 100 ohm.m. Adapun nilai dibawah 100 ohm.m dikategorikan sebagai lapisan soil atau lapukan, Hasil interpretasi pemodelan rembesan adalah dijumpai pola – pola rembesan yang menyerupai lipatan yang dimana di perlihatkan warna biru, dan juga dari pola – pola tersebut memperlihatkan arah rembesannya, dan Dari hasil pemodelan dengan aplikasi voxler, Arah rembesan pada daerah penelitian bermula dari arah Timur (T) dan Timurlaut (TL) dan mengarah dominan ke Baratlaut (BL) dan Baratdaya (BD)

Kata Kunci : Bendungan, Metode Geofisika, Geolistrik, Resistivitas

ABSTRACT

Administratively, the area of authority for the pamukkulu dam construction project is PT. Wijaya Karya in Kale Komara Village, North Polongbangkeng District, Takalar Regency, South Sulawesi Province. Astronomically, the research area is located at a position of 119°22'00"-119°39'00" East Longitude and 5°03'00" - 5°28'00" South Latitude. The research entitled "Analysis and Modeling of Seepage Potential Based on the Resistivity Value of Geoelectrical Measurement Results in the Implementation of Pamukkulu Dam Construction, Kale' Komara Village, Polengbangkeng Utara District, Takalar Regency" is intended to determine the condition of subsurface rocks and the pattern and direction of seepage in the construction of the Pamukkulu dam. The method used in the pattern and direction of seepage in the construction of the Pamukkulu dam is the Geophysical Method with Geoelectrical Measurement.

From the results of the analysis of this study, the condition of the rock that is below the surface in the study area, can be interpreted based on the results of observations and resistivity tests where the types of breccia and basalt rocks are on a resistivity scale ≥ 100 ohm.m. The value below 100 ohm.m is categorized as a layer of soil or weathered, the results of the interpretation of seepage modeling are found seepage patterns that resemble folds which are shown in blue, and also from these patterns show the direction of seepage, and From the modeling results with voxler application, the direction of seepage in the research area starts from the East (E) and Northeast (NE) and leads predominantly to the Northwest (NW) and Southwest (SW)

Keywords : *Dam, Geophysical Method, Geoelectrical, Rasistivity*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Alhamdulillah rabbi'alam, penulis panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas izin, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulisan makalah ini dapat diselesaikan. Penulisan makalah ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasaduddin.

Dalam penyajian penelitian ini, penulis menyadari masih belum mendekati kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan koreksi dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan masukan yang bermanfaat demi perbaikan dan peningkatan diri dalam bidang ilmu pengetahuan. Penulis menyadari, berhasilnya penyusunan makalah ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan do'a kepada penulis dalam menghadapi setiap tantangan, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Sultan, ST., MT., selaku pembimbing utama dan sekaligus Penasehat Akademik yang telah meluangkan waktunya serta memberikan bimbingan.
2. Dr. Ir. Hj. Rohaya Langkoke, M.T., selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktunya serta memberikan bimbingan.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T. M.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan sekaligus menjadi penguji.

4. Bapak Dr. Ir. Safri Burhanuddin, D.E.A selaku penguji yang telah meluangkan waktunya.
5. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama ini.
6. Bapak Muhammad Ichwanto, S.T selaku pembimbing magang di proyek PT. Wijaya Karya yang telah meluangkan waktunya.
7. Bapak dan Ibu staf Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu.
8. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan baik secara materil maupun moril.
9. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Geologi UNHAS, terkhusus pada angkatan 2017 RAPTORZ yang telah banyak memberikan dukungan kepada penulis

Akhir kata semoga makalah ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan ilmu pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan lainnya.

Wallahu Waliyut Taufiq

Gowa, 18 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Maksud Dan Tujuan	2
1.5 Waktu Dan Lokasi Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Geologi Regional	5
2.1.1 Geomorfologi Regional	5
2.1.2 Stratigrafi Regional	7
2.1.3 Struktur Geologi Regional	8
2.2 Geologi Derah Penelitian	9

2.3	Bendungan	11
2.3.1	Pengertian Bendungan	11
2.3.2	Bagian Bendungan	12
2.4	Metode Resistivitas Batuan	13
2.4.1	Pengertian Metode Resistivitas	13
2.4.2	Metode Resistivitas Konfigurasi Dipole – Dipole	16
2.5	Pemodelan Resistivitas Batuan	18
2.5.1	Pemodelan 2D Resistivitas	18
2.5.2	Pemodelan 3D Resistivitas	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	21
3.2	Tahapan Penelitian	21
3.2.1	Tahap Persiapan	21
3.2.2	Tahapan Observasi Lapangan	23
3.2.2.1	Survey Lapangan Dan Pemasangan alat	23
3.2.2.2	Pengambilan Data Resistivitas	25
3.2.3	Pengolahan Data	26
3.2.3.1	Data Resistivitas Batuan	26
3.2.3.2	Data Res2ndiv Dan Vokler	26
3.2.4	Penyusunan Laporan	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Zona Retas Dan Rembesan Permukaan	28
4.2	Hasil Data Pengukuran Geolistrik	31
4.3	Interpretasi Pengolahan Data Res2ndiv	32
4.3.1	Interpretasi Data Res2ndiv Pada AS Antara <i>Plinth</i> Dan Maindam	34
4.3.2	Interpretasi Data Res2ndiv Pada AS <i>Plinth</i>	36
4.3.3	Interpretasi Data Res2ndiv Pada AS <i>Tunnel</i>	37

4.3.4	Interpretasi Data Res2ndiv Pada AS <i>Intake</i>	38
4.3.5	Interpretasi Data Res2ndiv Pada AS <i>Spillway</i>	39
4.4	Korelasi Antar Lintasan Geolistrik	40
4.5	Pemodelan 3D Dan Arah Potensi Rembesan	41

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- 1 Koordinat Lintasan *Plinth*
- 2 Koordinat Lintasan As Antara *Plinth* Dan Maindam
- 3 Koordinat Lintasan As *Spillway*
- 4 Koordinat Lintasan As *Tunnel*
- 5 Koordinat Lintasan As *Intake*
- 6 Peta Retas Daerah Penelitian
- 7 Penampang Geologi Zona *Weak Zone*
- 8 Hasil Pengolahan Data Res2ndiv Penampang 2D
- 9 Hasil Interpretasi Litologi
- 10 Pemodelan 3D Dengan Voxler 4.0

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1	Peta Lokasi Daerah Penelitian3
2.1	Peta geologi lembar Ujung pandang Benteng dan Sinjai (Rab. Sukamto dan Supriatna S. Tahun 1982)5
2.2	Ilustrasi Pengukuran Geolistrik 14
2.3	Hukum OHM 15
2.4	Aturan umum elektroda 16
2.5	Ploting Point Konfigurasi Dipole-dipole 17
2.6	pemodelan 2D Resistivitas 19
2.7	Skala Resistivitas Batuan 20
2.8	Pemodelan 3D 20
3.1	penentuan titik lintasan geolistrik 22
3.2	Ilustrasi pemasangan alat geolistrik 24
3.3	lintasan geolistrik 24
3.4	<i>Set – up</i> di lokasi 25
3.5	rangkaian <i>set – up</i> 25
3.6	Diagram Alir Metode Dan Tahapan Penelitian 27
4.1	Retas pada daerah penelitian 27
4.2	Peta retas daerah penelitian 28
4.3	Rembesan pada as plith di PL1 29
4.4	Rembesan pada retas 3 di as maindam 29
4.5	Raw data hasil pengukuran geolistrik 32
4.6	Skala Resistivitas 33
4.7	interpretasi litologi bawah permukaan 34
4.8	Penampang geolistrik antara AS plith dengan AS Maindam 34
4.9	Interpretasi litologi 35

4.10	Penampang geolistrik AS <i>plinth</i>	36
4.11	Interpretasi litologi	37
4.12	Penampang geolistrik AS <i>Tunnel</i>	37
4.13	Interpretasi litologi	38
4.14	Penampang geolistrik AS <i>Intake</i>	38
4.15	Interpretasi litologi	39
4.16	Penampang geolistrik AS <i>Spillway</i>	40
4.17	Interpretasi litologi	40
4.18	Korelasi antar lintasan geolistrik	41
4.19	Data bor bagian As bendungan	41
4.20	Data bor bagian As <i>plinth</i>	42
4.21	Data bor bagian <i>Weak zone</i>	42
4.22	Pemodelan 3D dengan aplikasi Voxler 4.0	43
4.23	Pola – pola rembesan daerah penelitian	44
4.24	Pemodelan 3D potensi dan arah rembesan	45

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Nilai Resistifitas Batuan dan Mineral (Telford, 1976)	18
4.1	Titik Zona Rembesan Antara AS <i>Maindam</i> dengan <i>Plinth</i>	34
4.2	Titik Zona Rembesan Antara AS <i>Plinth</i>	35
4.3	Titik Zona Rembesan Antara AS <i>Tunnel</i>	37
4.4	Titik Zona Rembesan Antara AS <i>Intake</i>	38
4.5	Titik Zona Rembesan Antara AS <i>Spillway</i>	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Takalar merupakan salah satu kabupaten di provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki keberagaman morfologi yang dibentuknya. Dengan bentuk permukaan lahan relatif datar, bergelombang hingga perbukitan. Sebagian besar wilayah Kabupaten Takalar merupakan daerah dataran dan wilayah pesisir. Belum tersedianya air baku pada beberapa kawasan disebabkan oleh topografi yang bergelombang serta pengendalian air yang belum optimal sehingga memunculkan permasalahan yang harus ditangani secara tepat. Salah satu solusi dalam menjamin ketersediaannya air baku sekaligus pemerataan saluran irigasi adalah pembangunan bendungan. Dalam rangka menunjang perencanaan pembangunan bendungan diperlukan penyelidikan geologi teknik.

Membendung sungai berarti merubah sifat-sifat alami sungai, sehingga ada dampak teknik baik positif maupun negatif, serta pengaruh, masalah dan kendala baik terhadap bangunan bendungan tersebut maupun lingkungan sekitarnya. Penyelidikan geologi teknik perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi dan sifat keteknikan dari daerah rencana pembangunan bendungan.

Pondasi suatu bendungan harus bertumpu pada batuan yang mempunyai daya dukung baik sehingga bangunan bendungan tidak akan mengalami deformasi (perubahan posisi) karena faktor teknis, sehingga umur bendungan akan lama. Berdasarkan atas berbagai pertimbangan yang telah dikemukakan diatas, maka penulis melakukan Kerja Praktik yang berjudul **“Analisis Dan Pemodelan**

Potensi Rembesan Berdasarkan Nilai *Resistivity* Batuan Hasil Pengukuran Geolistrik Pada Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Pamukkulu Desa Kale' Komara Kecamatan Polengbangkeng Utara Kabupaten Takalar”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian. sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi batuan bawah permukaan pada daerah penelitian
2. Bagaimana hasil interpretasi pemodelan rembesan pada daerah penelitian
3. Bagaimana arah rembesan pada daerah penelitian

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian yang dilakukan, penulis membatasi masalah yang akan diangkat yaitu dapat mengetahui potensi rembesan serta arah rembesan menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-pole pada proyek pembangunan bendungan Pamukkulu Kabupaten Takalar.

1.4 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui potensi rembesan pada daerah penelitian, sedangkan tujuan dari penelitian ini yaitu :

- 1) Mengetahui kondisi batuan bawah permukaan pada daerah penelitian.
- 2) Membuat pemodelan rembesan pada daerah penelitian.
- 3) Menentukan arah rembesan pada daerah penelitian.

1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama waktu kerja praktik berlangsung yang berjalan kurang lebih 3 bulan. Wilayah proyek Bendungan Pamukkulu PT. Wijaya Karya, secara administratif berlokasi di Dusun Buttadidia, Desa Kale' Komara, Kecamatan Polongbangkeng Utara, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara astronomis, daerah penelitian terletak pada posisi $119^{\circ}22'00''\text{BT}$ - $119^{\circ}39'00''\text{BT}$ dan $5^{\circ}03'00''\text{LS}$ - $5^{\circ}28'00''\text{LS}$. Lokasi kerja praktik dapat ditempuh dengan melalui jalur darat, udara, dan laut. namun pada penelitian saat ini menggunakan jalur darat, dimana Perjalanan dari Makassar ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua dengan waktu tempuh ± 3 jam sedangkan dari Gowa dengan waktu tempuh ± 2 jam menuju ke proyek Bendungan Pamukkulu PT. Wijaya Karya. Peta tunjuk lokasi dapat dilihat pada gambar berikut:



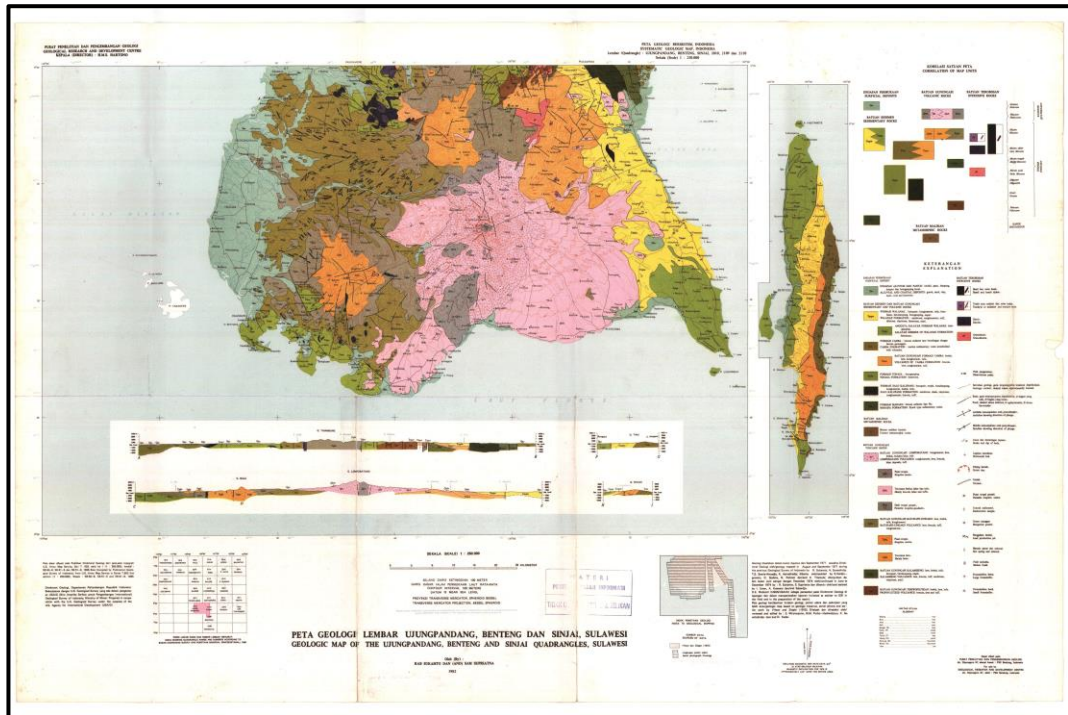
Gambar 1.1 Peta Lokasi Daerah Penelitian

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini secara umum sebagai acuan dalam melakukan tahapan pembangunan yang efektif serta kestabilan suatu bangunan bendungan lainnya dan mengaplikasikan teori yang dijumpai di bangku perkuliahan dengan dunia kerja.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi regional



Gambar 2.1 Peta geologi lembar Ujung pandang Benteng dan Sinjai (Rab. Sukanto dan Supriatna S. Tahun 1982).

2.1.1 Geomorfologi Regional

Bentuk morfologi yang menonjol di daerah ini adalah kerucut gunungapi Lompobattang yang menjulang mencapai ketinggian 2876 meter di atas permukaan Laut. Kerucut gunungapi Lompobattang ini dari kejauhan masih memperlihatkan bentuka aslinya dan tersusun oleh batuan gunungapi berumur Pliosen.

Dua bentuk kerucut tererosi lebih sempit sebarannya terdapat disebelah Barat dan disebelah Utara gunung Lompobattang. Disebelah Barat

terdapat gunung Baturape mencapai ketinggian 1124 meter, dan disebelah Utara terdapat gunung Cindako, mencapai ketinggian 1500 meter. Kedua bentuk kerucut tererosi ini disusun oleh batuan gunungapi berumur Pliosen.

Dibagian Utara terdapat dua daerah yang dicirikan oleh topografi karst yang dibentuk oleh batugamping formasi Tonasa. Kedua daerah bertopografi Karst ini dipisahkan oleh pegunungan yang tersusun oleh batuan gunungapi berumur Miosen Bawah sampai Pliosen

Disebelah Barat gunung Cindako dan sebelah Utara gunung Baturape merupakan daerah berbukit halus di bagian Barat. Bagian Barat mencapai ketinggian kira-kira 500 meter diatas permukaan laut dan hampir merupakan suatu dataran. Bentuk morfologi ini tersusun oleh batuan klastik gunungapi berumur Miosen. Bukit-bukit yang memanjang yang tersebar di daerah ini mengarah ke gunung Cindako dan gunung Baturape berupa retas-retas Basalt.

Pesisir Barat merupakan datraan rendah yang sebagian besar terdiri dari daerah rawa dan daerah pasang surut, beberapa sungai besar membentuk daerah banjir di dataran ini. Di bagian Timurnya terdapat bukit-bukit terisolir yang tersusun oleh batuan klastik gunungapi Miosen Pliosen.

Pesisir Barat ditempati oleh morfologi berbukit memanjang rendah dengan arah umum Baratlaut Tenggara. Pantainya berliku-liku membentuk beberapa teluk. Daerah ini tersusun oleh batuan Karbonat dari Formasi Tonasa.

Batuan tua yang tersingkap di daerah ini adalah sedimen flysch Formasi Marada, berumur Kapur Atas. Asosiasi batumannya memberikan petunjuk suatu endapan lereng bawah laut, ketika kegiatan magma sudah mulai pada waktu itu.

Kegiatan magma berkembang menjadi suatu gunung api pada waktu kira-kira 63 juta tahun, dan menghasilkan Batuan gunung api terpropilitkan.

Menurunnya cekungan Walanae dibarengi oleh kegiatan gunungapi yang terjadi secara luas disebelah Baratnya dan mungkin secara lokal di sebelah timurnya. Peristiwa ini terjadi selama Miosen Tengah sampai Pliosen. Semula gunungapinya terjadi dibawah muka laut, dan kemungkinan sebagian muncul dipermukaan pada kala Pliosen. Kegiatan gunung api selama Miosen menghasilkan Formasi Camba, dan selama Pliosen menghasilkan Batuan gunungapi Baturape-Cindako kelompok retas basal berbentuk radier memusat ke gunung Cindako dan gunung Baturape, terjadinya mungkin berhubungan gerakan mengkubah pada Kala Pliosen.

Kegiatan gunungapi di daerah ini masih berlangsung sampai dengan Kala Plistosen, menghasilkan batuan gunungapi Lompobattang. Berhentinya kegiatan magma pada akhir Plistosen, diikuti oleh suatu tektonik yang menghasilkan sesar-sesar *enechelon* (merencong) yang melalui gunung Lompobattang berarah Utara – Selatan. Sesar-sesar *enechelon* mungkin akibat dari suatu gerakan mendatar dekstral daripada batuan alas di bawah Lembar Walanae. 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

Satuan batuan tertua yang telah di ketahui umurnya adalah batuan sedimen *flysch* Kapur Atas yang dipetakan sebagai Formasi Marada (Km). Batuan Malihan (S) belum di ketahui umurnya, apakah lebih tua atau lebih muda dari pada

Formasi Marada yang jelas diterobos oleh Granodiorit yang diduga berumur Miosen (19-2 juta tahun yang lalu). Hubungan Formasi Marada dengan satuan batuan yang lebih muda, yaitu formasi Salo Kalupang dan batuan Gunungapi terpropilitkan tidak begitu jelas, kemungkinan tak selaras.

Satuan batuan yang berumur Miosen Tengan sampai Pliosen menyusun Formasi Camba (Tmc) yang tebalnya 4250 meter dan menindih tidak selaras batuan-batuan yang lebih tua. Formasi ini disusun oleh batuan sedimen laut berselingan dengan klastika gunungapi, yang menyamping beralih menjadi dominan batuan gunungapi (Tmcv). Batuan sedimen laut berasosiasi dengan karbonat mulai diendapkan sejak Miosen Akhir sampai Pliosen di cekungan Walanae, daerah Timur, dan menyusun Formasi Walanae (Tmpw) dan anggota Selayar (Tmps).

Batuan gunungapi berumur Pliosen terjadi secara setempat, dan menyusun Batuan Gunungapi Baturape-Cindako (Tpbv). Satuan batuan gunungapi yang termuda adalah yang menyusun satuan gunungapi Lompobattang (Olv), berumur Plistosen. Sedimen termuda lainnya adalah endapan aluvium dan pantai (Qac).

2.1.3 Struktur Geologi Regional

Menurut Sukanto (1982), struktur geologi di daerah pegunungan Lompobattang dan sekitarnya berupa struktur lipatan dan struktur sesar.

1. Struktur Lipatan

Struktur ini mempunyai arah jurus dan kemiringan perlapisan batuan yang tidak teratur, sehingga sulit untuk menentukan jenisnya. Adanya pelipatan dicirikan oleh kemiringan lapisan batuan, baik batuan Tersier maupun batuan

Kuarter (Plistosen), telah mengalami perlipatan, sehingga umur lipatan ini ditafsirkan setelah Plistosen.

2. Struktur Sesar

Struktur sesar ini mempunyai arah yang bervariasi, seperti pada daerah Lompobattang ditemukan sesar dengan arah Utara-Selatan, Timur-Barat, Baratdaya-Timurlaut, sedangkan pada bagian Utara mengarah Baratdaya-Timurlaut dan Baratlaut-Tenggara, dimana jenis sesar ini sulit untuk ditentukan.

Terjadinya pelipatan dan pensesaran berhubungan dengan proses tektonik daerah setempat, dimana akhir dari pada kegiatan gunungapi Miosen Bawah, di ikuti oleh tektonik yang menyebabkan terjadinya pemulaan terbentuknya Walanae. Peristiwa ini kemungkinan besar berlangsung sejak awal Miosen Tengah dan menurun perlahan secara sedimentasi berlangsung sampai kala Pliosen, hal ini di ikuti oleh kegiatan gunung api pada daerah sebelah Barat daya. Peristiwa ini terjadi selama Miosen Tengah sampai Pliosen dengan Gunungapi bawah laut, dan muncul pada kala Pliosen sebagai gunungapi kontingen yang kemungkinan besar pada kala ini mulai terjadi perlipatan, di mana kegiatan-kegiatan magma pada kala Plistosen Atas di dikuti oleh kegiatan tektonik yang menyebabkan terjadinya sesar di daerah ini.

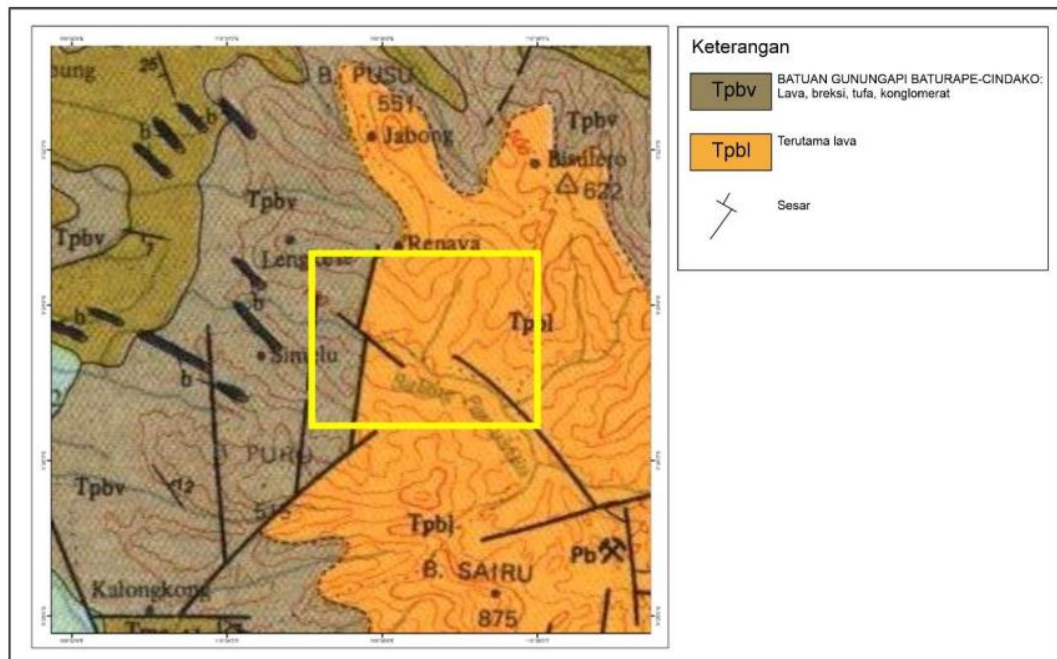
2.2 Geologi Derah Penelitian

Morfologi daerah penelitian secara umum berdasarkan ciri fisik dan hasil pengamatan lapangan terdiri dari 3 (tiga) satuan morfologi yaitu satuan morfologi perbukitan terjal, perbukitan sedang dan pedataran. Adapun daerah penelitian mencakup morfologi perbukitan.

Batuan yang terdapat di daerah penelitian terdiri dari 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 tidak kasat mata, 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 (Rab. Sukamto dkk, 1982), dan kira-kira berumur Pliosen Akhir.

Komplek terobosan diorit berupa stok dan retas di Baturape dan Cindako diperkirakan merupakan bekas pusat erupsi (Tpbc); batuan di sekitarnya terubah kuat, amigdaloidal dengan mineral sekunder zeolit dan kalsit: mineral galena di Baturape kemungkinan berhubungan dengan terobosan diorit ini, daerah sekitar Baturape dan Cindako batuanannya di dominasi oleh lava (Tpbl). Satuan ini tidak kurang dari 1250 m tebalnya (Rab. Sukamto dkk, 1982).

Struktur geologi yang ditemukan di daerah penelitian berupa kekar - kekar memanjang dan retas - retas yang berarah Barat Daya – Timur Laut tersingkap di sepanjang daerah *plinth* dan tapak bendungan. Secara umum sesar yang berkembang di daerah penelitian mempunyai arah Timur Laut – Barat Daya. Akibat adanya struktur geologi pada daerah penelitian yang mengakibatkan adanya zona lemah dan rembesan.



Gambar 2.2 Geologi daerah penelitian

2.3 Bendungan

2.3.1 Pengertian Bendungan

Menurut Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 mengenai Bendungan, Bendungan ialah suatu bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu yang di bina di samping untuk menyangga dan menampung air, bisa pula di bina untuk menyangga dan menampung limbah tambang (tailing), atau menampung lumpur sampai-sampai terbentuk waduk

2.3.2 Bagian Bendungan

Bendungan terdiri dari beberapa komponen, di mana setiap komponen – komponen bendungan tersebut memiliki fungsinya tersendiri. Berikut merupakan beberapa komponen bendungan menurut PT. Indra Karya, 2004, yaitu :

- a) Badan Bendungan (*Body of Dams*)

Tubuh Bendungan yang berfungsi sebagai penghalang air. Waduk umumnya memiliki tujuan untuk menahan air, sedangkan struktur lain seperti pintu air atau tanggul digunakan untuk mengelola atau mencegah aliran air ke dalam daerah tanah yang spesifik.

b) Pondasi (*foundation*)

Pondasi adalah bagian dari waduk yang berfungsi untuk menjaga kokohnya bendungan, bagian ini bisa juga disebut inti waduk.

c) Pintu Air (*gates*)

Digunakan untuk mengatur, membuka dan menutup aliran air di saluran baik yang terbuka maupun tertutup.

d) Bangunan pelimpah (*spillway*)

Adalah bangunan beserta intalasinya untuk mengalirkan air banjir yang masuk ke dalam bendungan agar tidak membahayakan keamanan.

e) Saluran Pengelak Air

Adalah saluran yang di bangun untuk mengalihkan sementara aliran air sungai agar bisa dilakukan pengerjaan bendungan utama. Jenis saluran pengelak ada 2 macam, yaitu :

1) Saluran pengelak air dengan tipe saluran terbuka.

Jenis saluran pengelak air tersebut di bangun di sisi waduk utama. Jenis saluran tersebut hanya bisa di bangun apabila lahan pengerjaan waduk memungkinkan. Saluran pengelak air dengan tipe terbuka di sebut juga *diversion channel*.

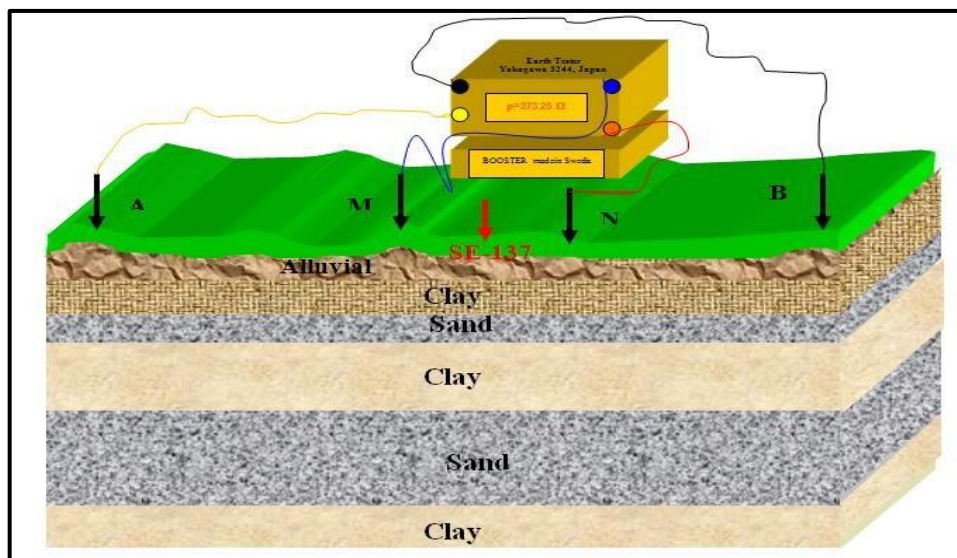
2) Saluran pengelak air dengan tipe saluran tertutup/terowong.

Jenis saluran tersebut digunakan apabila lahan pengerjaan waduk tidak memadai untuk di bangun saluran pengelak air dengan tipe terbuka. Saluran tersebut dibangun dengan cara melakukan penggalian pada bukit tanah/batuan sehingga terbentuklah terowong atau di sebut juga *diversion tunnel*.

2.4 Metode Resistivitas Batuan

2.4.1 Pengertian Metode Resistivitas

Geolistrik adalah suatu metoda eksplorasi geofisika untuk menyelidiki keadaan bawah permukaan dengan menggunakan sifat-sifat kelistrikan batuan. Sifat- sifat kelistrikan tersebut adalah, antara lain. tahanan jenis (*specific resistivity*, *conductivity*, *dielectrical constant*, kemampuan menimbulkan *self potential* dan medan induksi serta sifat menyimpan potensial dan lain-lain (Sulfian, 2019).

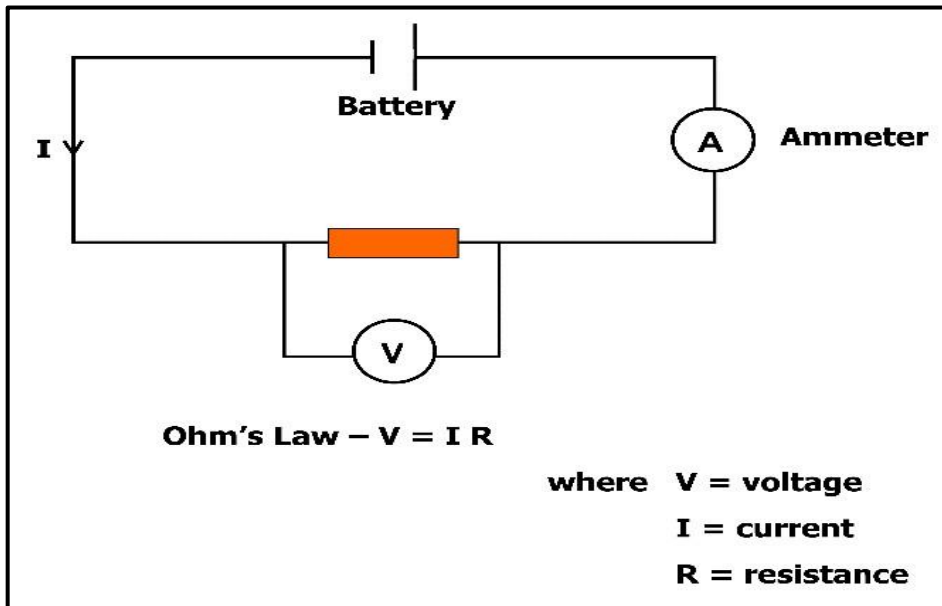


Gambar 2.3 Ilustrasi Pengukuran Geolistrik

Dalam survei geolistrik, informasi tentang distribusi konduktivitas listrik bawah permukaan di peroleh dengan memeriksa cara arus mengalir di bumi. Metode resistivitas DC (arus searah) menginjeksikan arus listrik konstan ke dalam tanah dan mengamati distribusi potensial (*voltase*) yang dihasilkan di permukaan yang merupakan respon dari bawah permukaan, sebagai akibat dari injeksi arus listrik.

Metoda geolistrik (DC Geolistrik) mengukur resistivitas bumi dengan menginjeksikan arus (DC) ke dalam tanah dan mengukur respons beda potensial dipermukaan bumi, Sehingga sifat fisis dari bumi dapat di ketahui. Kemudian dihubungkan dengan sifat-sifat geologis daerah yang di ukur tersebut. Bila arus listrik diinjeksikan ke dalam suatu medium dan di ukur beda potensialnya (tegangan), maka nilai hambatan dari medium tersebut dapat diperkirakan.

Resistansi adalah sifat dari konduktor yang menghambat aliran arus listrik ketika tegangan diterapkan di kedua ujungnya. Satuan ukurannya adalah Ohm (Ω) dan simbol yang umum digunakan adalah R. *Resistance* adalah rasio tegangan yang diterapkan (V) terhadap arus yang dihasilkan (I) sebagaimana didefinisikan oleh persamaan linear terkenal dari Hukum Ohm:



Gambar 2.4 Hukum OHM

Metode geolistrik tahanan jenis didasarkan pada anggapan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis yang sebenarnya dan tidak tergantung pada spesi 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:

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

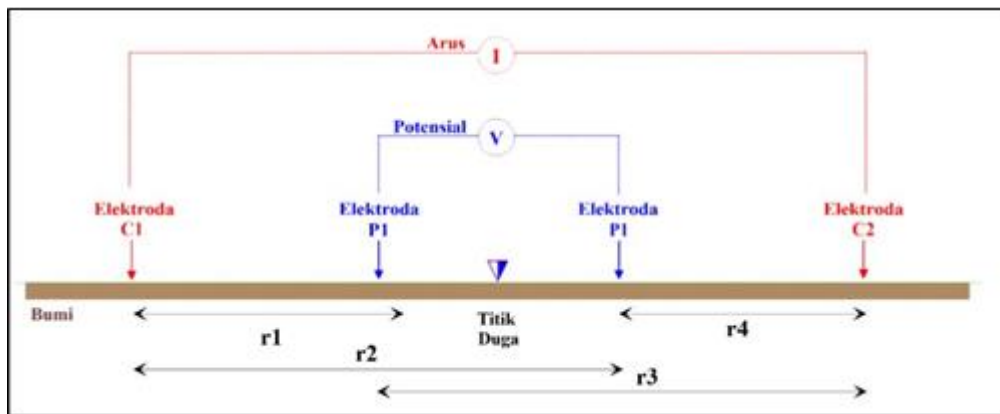
Atau

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots 2$$

Dengan

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]} \dots\dots\dots 3$$

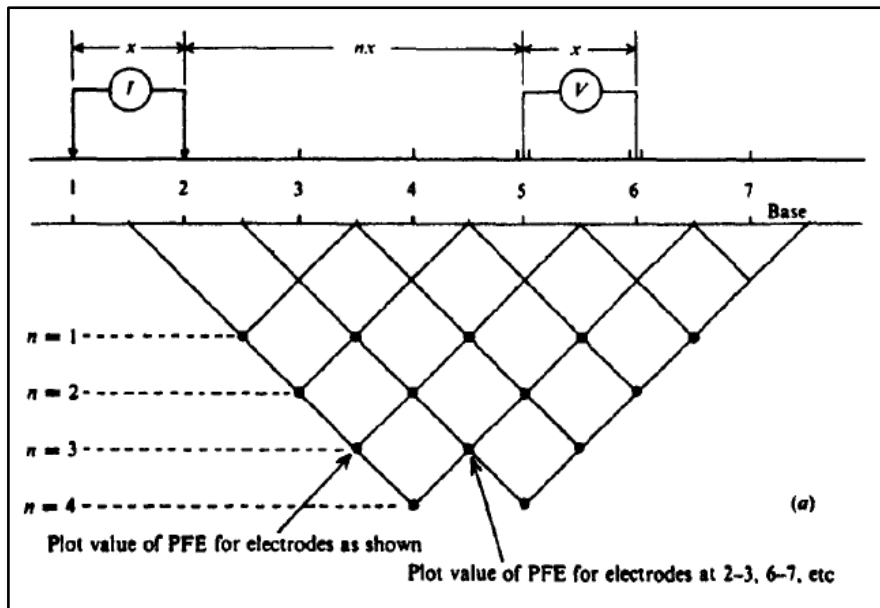
Dimana K adalah faktor geometri yaitu: besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak elektroda arus



Gambar 2.5 Aturan umum elektroda

2.4.2 Metode Resistivitas Konfigurasi Dipole – Dipole

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada objek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode sounding lainnya seperti konfigurasi *wenner* dan konfigurasi *schlumberger*. Metode ini sering digunakan dalam survey- survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Sulfian,2019)



Gambar 2.6 *Ploting Point* Konfigurasi Dipole-dipole

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

- 1) Konduksi elektronik terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan tersebut oleh elektron-elektron bebas.
- 2) Konduksi elektrolitik terjadi jika batuan atau mineral bersifat porous
- 3) dan pori-pori tersebut terisi oleh cairan-cairan elektrolitik. Konduksi dielektrik terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik yaitu terjadi polarisasi saat bahan dialiri arus listrik

Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan atau mineral digolongkan menjadi tiga macam, yaitu: konduktor baik ($10^{-8} < \rho < 1$) m, konduktor

pertengahan ($1 < \rho < 10^7$) m, dan isolator ($\rho > 10^7$) m. Harga resistivitas mineral dan batuan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Nilai Resistifitas Batuan dan Mineral (Telford, 1976)

Material	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	Conductivity (Siemen/m)
Igneous and Metamorphic Rocks		
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
Basalt	$10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 10^{-3}$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2.5 \times 10^{-8} - 1.7 \times 10^{-3}$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Sedimentary Rocks		
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-4} - 0.125$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-4} - 0.05$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$	$2.5 \times 10^{-3} - 0.02$
Soils and waters		
Clay	1 - 100	0.01 - 1
Alluvium	10 - 800	$1.25 \times 10^{-3} - 0.1$
Groundwater (fresh)	10 - 100	0.01 - 0.1
Sea water	0.2	5
Chemicals		
Iron	9.074×10^{-8}	1.102×10^7
0.01 M Potassium chloride	0.708	1.413
0.01 M Sodium chloride	0.843	1.185
0.01 M acetic acid	6.13	0.163
Xylene	6.998×10^{16}	1.429×10^{-17}

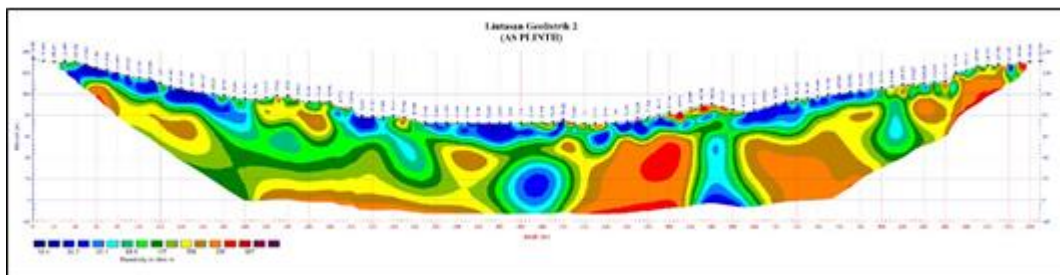
2.5 Pemodelan Resistivitas Batuan

2.5.1 Pemodelan 2D Resistivitas

Tahanan jenis yang terukur sewaktu pengukuran adalah tahanan semu di mana untuk mengestimasi distribusi tahanan jenis sesungguhnya dari tahanan jenis semu terhadap kedalaman dapat dilakukan dengan metoda inversi. Metoda inversi umumnya tidak menghasilkan solusi yang unik, tetapi hasil inversi sangat terpengaruh harga estimasi awal, dimana perubahan sedikit dalam data menyebabkan perubahan besar pada model. Salah satu penyebab tidak unik solusi inversi adalah tidak linearnya hubungan tahanan semu dengan parameter model (tahanan jenis sesungguhnya dan ketebalan lapisan)..

Secara umum, estimasi awal diharapkan membantu pemodelan inversi sehingga diperoleh hasil yang di anggap paling tepat dengan kondisi bawah permukaan. Cara yang paling efektif untuk menginversi data adalah dengan melakukan *constraint* . Hasil dengan melakukan *constraint* lebih akurat di banding hasil yang tidak melakukan *constraint*. Proses *constraint* dilakukan secara otomatis pada software Res2DInv. Pemilihan metoda *Smoothness-Constrained LeastSquares inversion* akan meminimalkan perbedaan antara data lapangan dan model yang di prediksi melalui pemodelan 2D.

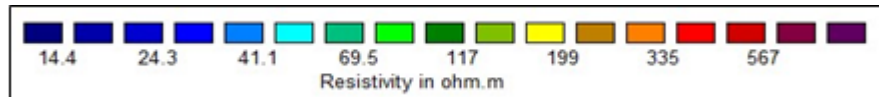
Salah satu keuntungan metoda ini adalah faktor damping dan filter dapat disesuaikan bermacam-macam tipe data. Nilai estimasi awal dapat ditambahkan kepada parameter model dalam proses inversi dengan faktor koreksi.



Gamabar 2.7 pemodelan 2D Resistivitas

Nilai resistivitas dari masing masing penampang di atas di tunjukkan pada skala resistivitas yang mana setiap warna mewakili nilai resistivitas tertentu, nilai ini mewakili kondisi bawah permukaan dari setiap lintasan berdasarkan parameter fisis yang sesuai. Parameter fisis yang ditinjau pada survey ini adalah sifat kelistrikan pada batuan, di mana nilai ini bergantung pada sifat konduktifitas dari objek material dibawah, sedangkan konduktifitas dari objek tersebut di pengaruhi oleh faktor jenis batuan dan kandungan air. Kandungan air pada jenis batuan ditentukan oleh sifat porositas pada batuan yang terbentuk akibat adanya suatu

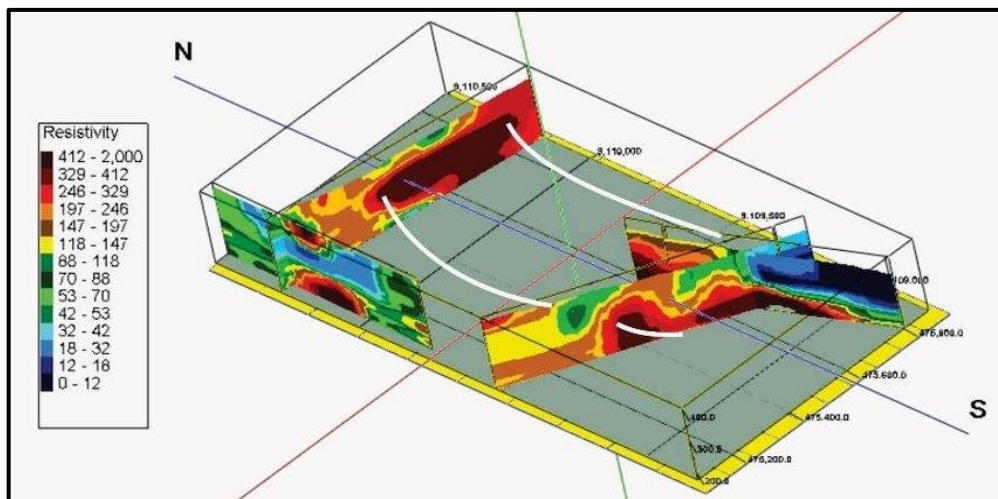
rekahan atau pori - pori pada batu tersebut, namun untuk batuan yang *solid* akan memiliki nilai resistivitas yang lebih besar dibandingkan dengan batuan yang memiliki kandungan air lebih banyak. Kontras nilai resistivitas ini sangat baik untuk zonasi lapisan batuan.



Gambar 2.8 Skala Resistivitas Batuan

2.5.2 Pemodelan 3D Resistivitas

Pemodelan 3D adalah kegiatan merepresentasikan kondisi lapangan berdasarkan data hasil pengukuran dan pengujian, dengan menggunakan prosedur dan metode tertentu agar mendekati kondisi yang sebenarnya. Dalam studi ini akan dimodelkan bentuk 3D dari hasil pemodelan 2D serta dapat menginterpretasikan volume dan juga kondisi bawah permukaan secara 3D. Pada penelitian ini menggunakan *software* *Voxler 4.0* untuk pemodelan 3D.



Gambar 2.9 Pemodelan 3D