

**PENDUGAAN AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER SCHLUMBERGER DI PERUMAHAN POLRI
DESA HAJIMENA KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

(SKRIPSI)

Oleh

**NURUL RIZKI ORDAS
NPM 2015011102**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENDUGAAN AIR TANAH MENGGUNAKAN GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER SCHLUMBERGER DI PERUMAHAN POLRI DESA HAJIMENA KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

Oleh:

NURUL RIZKI ORDAS

Pada tahun 2022 sampai awal tahun 2023 di Perum Polri Desa Hajimena Kecamatan Natar mengalami musim kemarau panjang yang mengakibatkan masyarakat mengalami masalah tentang air, sehingga beberapa masyarakat desa membuat sumur bor untuk mendapatkan air. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui sebaran akuifer air tanah dan kedalamannya. Penelitian ini menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Schlumberger (2D) dengan panjang lintasan ± 135 meter dan spasi antar elektroda 5 meter. Berdasarkan hasil penelitian, maka didapatkan pada lintasan satu terdapat zona yang diidentifikasi sebagai zona akuifer air tanah dengan resistivitas $10,79 - 75,05 \Omega m$, dengan litologi batupasir tuffan. Sedangkan pada lintasan dua terdapat zona yang diidentifikasi sebagai zona akuifer air tanah dengan resistivitas $24,08 - 73,5 \Omega m$, dengan litologi batupasir tuffan. Potensi air tanah pada lintasan satu terdapat akuifer dengan kedalaman 6,76 meter – 31,3 meter. Sedangkan potensi air tanah pada lintasan dua terdapat akuifer dengan kedalaman 9,94 meter – 31,3 meter. Secara umum untuk akuifer air tanah rata – rata dapat ditemukan di kedalaman 22,95 meter dengan kualitas air tanah yang layak digunakan dalam keperluan sehari-hari.

Kata kunci: akuifer air tanah, metode geolistrik, resistivitas.

ABSTRACT

GROUNDWATER ESTIMATION USING WENNER SCHLUMBERGER GEOELECTRIC CONFIGURATION IN POLICE HOUSING HAJIMENA VILLAGE SOUTH LAMPUNG DISTRICT

Oleh:

NURUL RIZKI ORDAS

In 2022 until the beginning of 2023 in Perum Polri Hajimena Village, Natar Subdistrict experienced a long dry season which resulted in the community having problems with water, so some villagers made boreholes to get water. Therefore, research was conducted with the aim of knowing the distribution of groundwater aquifers and their depth. This research uses the Wenner Schlumberger Configuration Resistivity Geoelectrical Method (2D) with a track length of ± 135 meters and a spacing of 5 meters between electrodes. Based on the research results, it was found that in track one there was a zone identified as a groundwater aquifer zone with a resistivity of 10.79 - 75.05 Ωm , with tuffan sandstone lithology. While on track two there is a zone identified as a groundwater aquifer zone with a resistivity of 24.08 - 73.5 Ωm , with tuffan sandstone lithology. Groundwater potential in track one is an aquifer with a depth of 6.76 meters - 31.3 meters. While the potential of groundwater in the second track there is an aquifer with a depth of 9.94 meters - 31.3 meters. In general, the average groundwater aquifer can be found at a depth of 22.95 meters with groundwater quality that is suitable for daily use.

Key words : groundwater aquifer, geoelectric method, resistivity.

**PENDUGAAN AIR TANAH MENGGUNAKAN GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER SCHLUMBERGER DI PERUMAHAN POLRI
DESA HAJIMENA KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

Oleh:

NURUL RIZKI ORDAS

Skripsi

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

Pada

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENDUGAAN AIR TANAH MENGGUNAKAN
GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER
SCHLUMBERGER DI PERUMAHAN POLRI
DESA HAJIMENA KABUPATEN LAMPUNG
SELATAN**

Nama Mahasiswa : **Nurul Rizki Ordas**

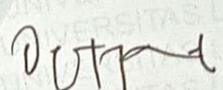
Nomor Pokok Mahasiswa : 2015011102

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

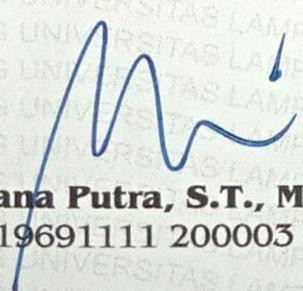


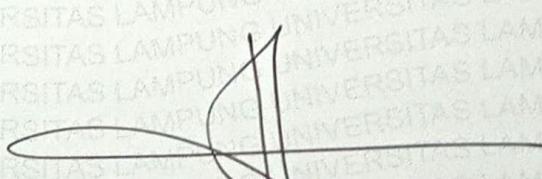

Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc.
NIP 19700129 199512 1 001


Prof. Dr. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc.
NIP 19691219 199512 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

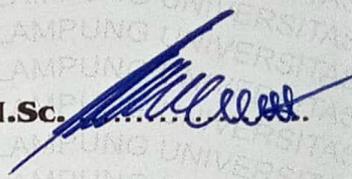
3. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

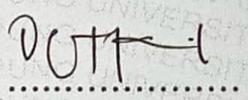

Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP 19691111 200003 1 002

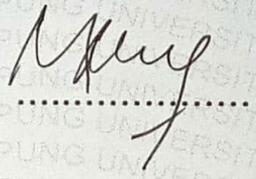

Dr. Suyadi, S.T., M.T.
NIP 19741225 200501 1 003

MENGESAHKAN

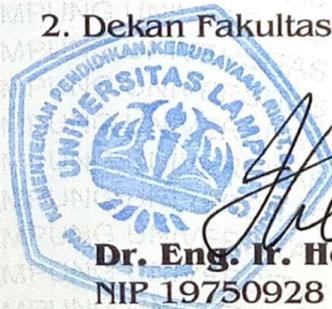
1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc. 

Sekretaris : Prof. Dr. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc. 

Penguji Bukan Pembimbing : Ir. Mariyanto, M.T. 

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 2 Juli 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini bukan merupakan karya dari orang lain melainkan berdasarkan pemikiran saya sendiri, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana. Adapun kutipan tertentu dalam penulisan skripsi ini terdapat karya atau pendapat orang lain yang ditulis menurut sumbernya sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan.

Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 Juli 2024

Pemb



Nurul Rizki Ordas

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 13 Mei 2002. Penulis merupakan anak kedua dari Bapak Ordas Dewanto dan Ibu Dwi Mukti Asri. Penulis merupakan 2 bersaudara dengan memiliki 1 (satu) orang kakak bernama Perdana Rizki Ordas.

Penulis memulai pendidikan di TK Al Hanif dan melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Al Kautsar Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Bandar Lampung dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Al Kautsar Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung pada tahun 2020.

Pada Juni 2023, penulis mengikuti Kerja Praktik pada Proyek Pembangunan Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Canti dan Pantai Banding) Kabupaten Lampung Selatan. Sedangkan pada Januari – Februari 2023, penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Desa Gunung Ratu, Bandar Negeri Suoh, Kabupaten Lampung Barat. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir penelitian dengan judul Pendugaan Air Tanah Menggunakan Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger di Perumahan Polri Desa Hajimena Kabupaten Lampung Selatan. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam beberapa organisasi kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung periode kepengurusan tahun 2022/2023. Penulis juga aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Teknik Universitas Lampung periode pengurusan 2020/2021, 2021/2022, dan 2022/2023.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahhirabbilalamin, Kuucapkan Syukur atas Karunia-Mu. Akhirnya saya dapat menyelesaikan karya yang semoga menjadikanku insan yang berguna, bermanfaat, dan bermartabat.

Aku Persembahkan karya sederhana ini Untuk Kedua orang tuaku yang sangat aku cintai. Untuk bapak dan ibuku yang telah merawat dan memberikan dukungan materi serta moril dan spiritual. Terimakasih untuk kesabarannya dalam membimbing dan memberikan arahan serta nasihat yang berguna.

Untuk kakak perempuanku yang selalu mensupport dan bersabar selama masa kuliah aku. Untuk sahabat-sahabatku yang telah mendukungku dan telah menjadi tempat untuk berbagi cerita dan tempat berkeluh kesah. Terima kasih untuk abang, mbak, dan adik-adik lingkungan Teknik Sipil Unila yang selalu ada di tiap harinya menemani waktu kuliah. Untuk para dosen yang tak hentinya memberikan ilmu pengetahuan, arahan serta bimbingannya. Terima kasih untuk teman-teman keluarga besar serta sahabatku angkatan 2020 atas dukungannya dalam proses yang sangat panjang ini. Menemani perjalanan kuliah dari awal hingga akhir studi. Banyak kenangan yang telah kita lalui bersama. Dan untuk mahasiswa lainnya khususnya Jurusan Teknik Sipil yang sedang mengalami proses ini untuk tetap optimis dan semangat dalam mengerjakan skripsi agar dapat membangun nusa bangsa dan menjadi generasi muda yang berpendidikan.

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”

(Q.S. Al – Baqarah: 216)

“Adapun kewajiban kami hanyalah menyampaikan (perintah Allah) yang jelas.”

(Q.S. Yasin: 17)

**“People throw rocks at things that shine”
(Orang-orang melemparkan batu pada hal-hal yang bersinar.)”**

(Taylor Swift)

SANWACANA

Atas berkat rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puja – puji syukur Alhamdulillah, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pendugaan Air Tanah Menggunakan Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger di Perumahan Polri Desa Hajimena Kabupaten Lampung Selatan” sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung. Diharapkan dengan terselesainya skripsi ini, penulis mampu memberikan hasil mengenai kedalaman gerusan lokal pada hilir bendung sebagai referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang hidroteknik. Pada penyusunan laporan, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung sekaligus Dosen Teknik Sipil.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Dr. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Prof. Dr. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Ir. Mariyanto, M.T., selaku Dosen Penguji atas kesediaan waktunya dalam memberikan kritik, saran, dan masukan yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Ir. Iswan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.

9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
10. Kedua orang tuaku tercinta, Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.Si dan Dwi yang sudah memberikan dorongan materil dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi.
11. Kakakku tercinta, Perdana Rizki Ordas, S.T., M.T. yang selalu memberikan dukungan dan mendengarkan cerita saya selama proses menyelesaikan skripsi.
12. Wakanda yang selalu ada di lingkunganku dalam memberikan semangat dan membantu selama proses perkuliahan serta pembuatan skripsi berlangsung.
13. Asep Irawan, Dwi Septian Nanda Prayoga, Syifa Aurellia Putri Swadharna dan Aqmarina Mazaya yang telah membantu dan memberikan semangat dalam proses menyelesaikan skripsi.
14. Keluarga besar angkatan 2020 yang menemani, memberikan semangat, dan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa laporan masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan membangun diperlukan oleh penulis agar laporan sempurna di kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geologi Daerah Penelitian.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Metode Geolistrik.....	6
2.3.1 Metode Resistivitas	8
2.3.2 Resistivitas Semu	10
2.3.3 Geolistrik Tahanan Jenis	10
2.4 Konfigurasi Wenner Schlumberger.....	11
2.5 Sifat Listrik Batuan	13
2.5.1 Konduksi Elektronik	14
2.5.2 Konduksi Elektrolitik.....	14
2.5.3 Konduksi Dielektrik.....	15
2.6 Resistivitas Batuan	15
2.7 Porositas dan Permeabilitas.....	18
2.8 Air Tanah.....	19
2.8.1 Pengertian Air Tanah	19
2.8.2 Klasifikasi Air Tanah	20
2.8.3 Tipe Akuifer.....	20
2.9 Res2Dinv	22

III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Gambaran Umum	24
3.2 Data Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.4 Tahapan Penelitian	27
3.5 Pengelolaan Data	30
3.5.1 <i>Software</i> Ares v5.5	31
3.5.2 Pemodelan Inversi 2D	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Data Penelitian	33
4.2 Pemodelan 1D	35
4.2.1 Pemodelan 1D Lintasan 1	36
4.2.2 Pemodelan 1D Lintasan 2	38
4.3 Pemodelan 2D	39
4.3.1 Pemodelan 2D Lintasan 1	41
4.3.2 Pemodelan 2D Lintasan 2	44
4.4 Sebaran Akuifer Air Tanah Daerah Penelitian	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (FOTO PENGAMBILAN DATA)

LAMPIRAN B (DATA PENGUKURAN)

LAMPIRAN C (LEMBAR ASISTENSI LAPORAN)

DAFTAR TABEL

Table 1. nilai resistensi mineral	16
Table 2. nilai resistensi batuan.....	16
Table 3. resistivitas batuan.....	17
Table 4. resistivitas batuan.....	18
Table 5. porositas dan permeabilitas beberapa tipe batuan.....	19
Table 6. data primer dan skunder	25
Table 7. alat dan bahan penelitian.....	26
Table 8. tahapan penelitian	27
Table 9. hasil interpretasi 1 D titik satu	37
Table 10. hasil interpretasi 1 D titik dua.....	39
Table 11. interpretasi data hasil olah Res2Dinv lintasan satu.....	42
Table 12. interpretasi data hasil olah Res2Dinv lintasan dua	45
Table 13. data kedalaman sumur warga.....	56
Table 14. hasil uji kualitas air tanah.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Geologi Kecamatan Natar.	4
Gambar 2. rangkaian listrik sederhana resistansi.	8
Gambar 3. kawat dengan panjang L , luas penampang A yang dialiri arus I	9
Gambar 4. konsep resistivitas semu pada medium berlapis.	10
Gambar 5. pengaturan elektroda konfigurasi wenner schlumberger.	12
Gambar 6. jenis-jenis akuifer (Shiddiqy, 2014).	21
Gambar 7. tampilan <i>software</i> Res2Dinv.	23
Gambar 8. lisensi Res2Dinv.	23
Gambar 9. lintasan penelitian.	24
Gambar 10. diagram penelitian dan pengolahan.	28
Gambar 11. diagram akuisisi data.	29
Gambar 12. tampilan <i>software</i> ARES v5.5.	30
Gambar 13. tampilan awal <i>software</i> Res2Dinv.	30
Gambar 14. lintasan pengukuran berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Tanjung Karang.	34
Gambar 15. inversi 1D titik satu	36
Gambar 16. hasil pemodelan inversi dengan menggunakan IPI2WIN untuk titik dua.	38
Gambar 17. penampang resistivitas lapisan permukaan bawah tanah yang diteliti pada lintasan satu	43
Gambar 18. kontur penampang resistivitas lapisan permukaan bawah tanah yang diteliti pada lintasan dua.	46
Gambar 19. sebaran akuifer air tanah pada lintasan satu	49
Gambar 20. sebaran akuifer air tanah pada lintasan dua.	52
Gambar 21. peta kontur kedalaman sumur warga dari permukaan tanah	53
Gambar 22. overlay peta kontur ke peta lokasi lintasan penelitian	54
Gambar 23. korelasi kedalaman sumur warga	59

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desa hajimena, Kecamatan Natar tepatnya di Perumahan Polri Hajimena sejak tahun 2022 sampai awal tahun 2023 mengalami musim kemarau yang panjang, dan ada beberapa masyarakat yang mengalami masalah tentang air. Mereka mengalami kekeringan untuk mendapatkan air yang digunakan memenuhi kebutuhan setiap harinya, sehingga ada beberapa masyarakat desa membuat sumur bor untuk mendapatkan air. Penentuan kedalaman sumur bor untuk mendapatkan air menggunakan dasar dengan sudah keluarnya air di masing-masing tempat yang dibuat sumur bor, yaitu berkisar antara 10-40 meter, sehingga belum berdasarkan secara teori ilmu pengetahuan. Hal ini bisa menyebabkan air yang sudah keluar di kemudian hari akan kembali tidak keluar lagi karena belum sampai pada akuifer air tanah yang dituju.

Air yang memenuhi kriteria kualitas air bersih menjadi standar kualitas hidup masyarakat banyak (Balqis dkk., 2023), contohnya air tanah yang bersih. Kualitas yang baik merupakan salah satu faktor tingginya minat masyarakat menjadikan air tanah sebagai salah satu sumber air bersih (Ramdani dkk., 2019). Air tanah disediakan untuk konsumsi manusia, pertanian, industri dan banyak ekosistem yang bergantung pada air tanah, terutama selama musim kemarau (Permana, 2019). Air tanah sekarang ini sudah menjadi komoditas ekonomis bahkan di beberapa wilayah sudah menjadi komoditas strategis. Diperkirakan, 70% kebutuhan air bersih untuk penduduk dan 90% kebutuhan air untuk kepentingan industri dipenuhi dari air tanah (Bregasnia dkk., 2020). Berkurangnya air tanah pada daerah resapan mengakibatkan penurunan muka air tanah hingga dua sampai empat meter/tahun sementara daerah industri hingga enam meter/tahun (Irawan, 2009).

Air tanah berdasarkan letak kedalamannya dibagi menjadi dua, yaitu air tanah dangkal (*phreatic*) dan air tanah dalam. Air tanah dangkal (*phreatic*), umumnya berada pada lapisan akuifer tak tertekan, yakni yang tersimpan dalam akuifer dekat permukaan dengan kedalaman 15 sampai 40 m. Pada lapisan akuifer ini sangat mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat (Nurhakim, 2022). Sedangkan air tanah dalam berada pada akuifer yang kedalamannya antara 40-150 m dan di bawah 150 m. Akuifer ini bersifat tertekan dan tidak dipengaruhi oleh kondisi air permukaan setempat karena antara air tanah pada akuifer dan air yang ada di permukaan tanah dipisahkan oleh lapisan batuan yang kedap. Air tanah ini mengalir dari daerah resapannya di daerah yang bertopografi tinggi (Rejekiningrum, 2009).

Penelitian terkait potensi air tanah telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya yakni Sener dkk. (2005), Srivastava dan Bhattacharya (2006), Thomas dkk. (2009), Jha dkk. (2010), Madan dkk. (2010), Talabi dan Tijani (2011), Hammouri dkk. (2012), Kumar dkk. (2016), Adeyeye dkk. (2019), menurut Putranto dkk. (2020). Air tanah tidak dapat secara langsung diamati melalui permukaan bumi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyelidikan untuk mengetahui lapisan pembawa air atau akuifer yang berada di bawah permukaan tanah. Salah satu metode penyelidikan untuk mengetahui lapisan di bawah tanah yaitu menggunakan metode geolistrik. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang bertujuan mengetahui sifat-sifat kelistrikan lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah.

Melihat keadaan tersebut Peneliti berniat melakukan survei dan penelitian keberadaan kedalaman akuifer sehingga air tanah di Perum Polri Desa Hajimena dapat dimanfaatkan sesuai dengan kedalamannya sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik. Metode yang digunakan adalah Metode Geolistrik yaitu dengan melihat perbedaan nilai resistivitas dan litologi batuan di bawah permukaan tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sebaran lapisan akuifer di Perumahan Polri Desa Hajimena?
2. Bagaimana potensi air tanah di Perumahan Polri Desa Hajimena?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sebaran lapisan akuifer air tanah di Perumahan Polri Desa Hajimena menggunakan metode geolistrik.
2. Menganalisis sebaran lapisan akuifer air tanah di Perumahan Polri Desa Hajimena.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian menggunakan metode geolistrik mapping dengan konfigurasi Wenner Schumberger.
2. *Software* yang digunakan untuk pengolahan data adalah *Software Res2Dinv*.
3. Tidak menganalisis potensi debit pengambilan air.

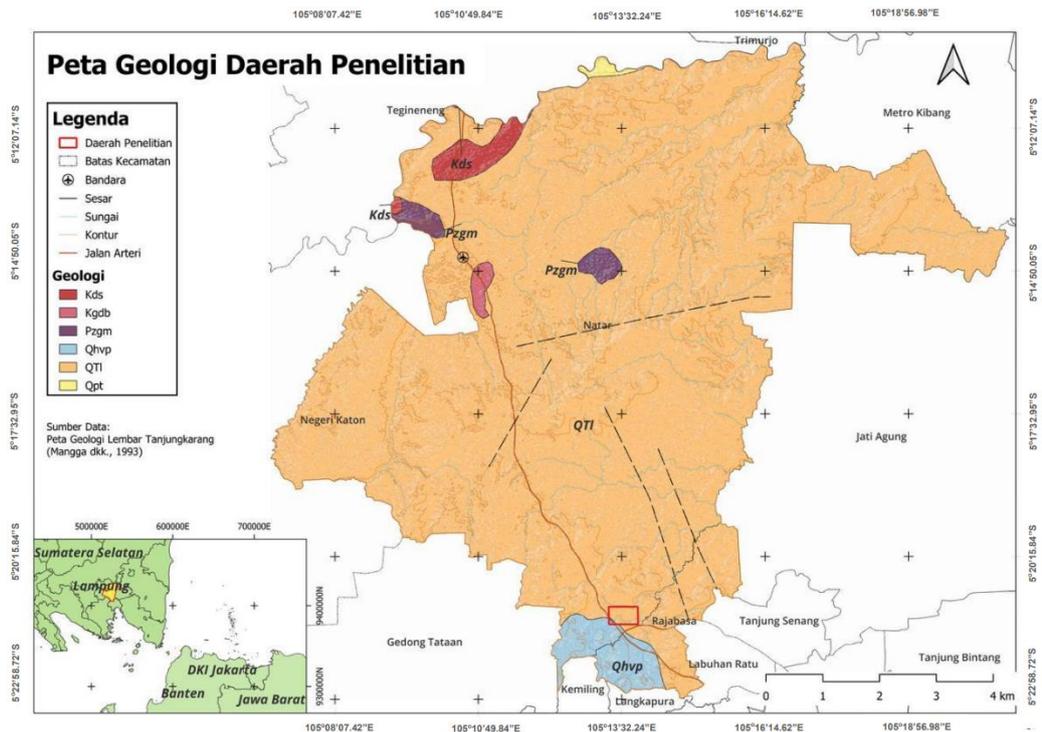
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai sebaran lapisan akuifer di Perumahan Polri Desa Hajimena menggunakan geolistrik.
2. Memberikan informasi mengenai potensi lapisan akuifer air tanah yang dapat dijadikan pertimbangan untuk melakukan pengeboran sumur air tanah di Perumahan Polri Desa Hajimena.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Daerah Penelitian



Gambar 1. Peta Geologi Kecamatan Natar.

Gambar 1 diatas merupakan gambar Peta Geologi Kecamatan Natar, dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa daerah penelitian dan sekitarnya terletak pada beberapa formasi batuan, yang diantaranya adalah Formasi Terbanggi (Qpt) yang terdiri dari batu pasir dengan sisipan batu lempung. Formasi Lampung (QTI) terdiri dari tuf berbatuapung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batu lempung tufan. Formasi Batupualam Trimulyo (Pzgm) terdiri dari batupualam dan seksis. Formasi Diorit Sekampung Terdaunkan (Kds) terdiri dari diorite dan diorite kuarsa. Formasi Endapan Gunung Api Muda (Qhvp) terdiri dari lava (andesit-basal) serta breksi dan tuf. Untuk Formasi Endapan Gunung Api Muda dibedakan menjadi menjadi empat jenis berdasarkan gunung api sumber

erupsinya yaitu Gunung Ratai (r), Gunung Pesawaran (p), Gunung Betung (b), dan Gunung Rajabasa (rb). Berdasarkan kondisi geologi regional daerah Natar yang didominasi oleh Formasi Lampung (QTl) dengan salah satu batumannya adalah batupasir tufan, maka diperkirakan bahwa lapisan akuifer air tanah tersimpan pada lapisan batuan ini.

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Pendugaan Air Tanah Menggunakan Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Desa Jambe Arum Kabupaten Jember

Pada tahun 2023 telah dilakukan penelitian yang berjudul “Pendugaan Air Tanah Menggunakan Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Desa Jambe Arum Kabupaten Jember” (Prayoga, 2023). Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran lapisan akuifer dan mengetahui kedalaman potensi air tanah dengan cara pendekatan sifat dan karakteristik batuan yang dipengaruhi oleh ragam penyusun pori, derajat fluida pengisi pori dan serta variasi umum pengendapan. Keberagaman faktor tersebut membuat batuan memiliki sifat yang khas, salah satunya adalah nilai resistivitas batuan. Selain itu juga penelitian tersebut melakukan kajian pada sifat kelistrikan batuan, pendekatan kajian geologi batuan permukaan juga penting dilakukan. Perpaduan keduanya digunakan untuk menafsirkan kemampuan batuan permukaan dalam meneruskan air permukaan ke dalam batuan menjadi air tanah dan memetakan keberadaan air tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Geolistrik *mapping* dengan konfigurasi Schumberger.

Hasil dari penelitian tersebut adalah lapisan yang diduga sebagai lapisan pembawa air (*aquifer*) adalah lapisan Batupasir Tufan dengan nilai resistivitas 21,2 Ωm – 45,1 Ωm , lapisan Batupasir Tufan tersebar disepanjang lintasan penelitian dan potensi air tanah pada lokasi penelitian terdapat akuifer dangkal dengan kedalaman 37,3 meter – 47,3 meter. Akuifer tersebut termasuk dalam jenis setempat akuifer produktif dengan keterusan yang sangat beragam,

sehingga dapat dijadikan alternatif sumber mata air guna mencukupi kebutuhan akan air bersih warga setempat.

2.2.2 Pendugaan Kedalaman Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Studi Kasus Bandar Lampung dan Sekitarnya

Telah dilakukan pengukuran menggunakan metode geolistrik VES (Vertical Electrical Sounding) konfigurasi Schlumberger dan muka airtanah (MAT) di Bandar Lampung, tepatnya pada desa Karang Anyar, desa Krawang Sari, dan desa Sidosari (Yuliadi dkk., 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menduga kedalaman akuifer serta mengidentifikasi litologi bawah permukaan. Daerah penelitian ini termasuk ke dalam formasi Lampung yang terdiri dari tuf berbatuapung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batulempung tufaan dan batupasir tufan. Berdasarkan rentang nilai resistivitas, daerah penelitian ini terdapat empat satuan litologi yaitu lempung tufaan dengan nilai resistivitas $0 - 19 \Omega\text{m}$, pasir tufaan dengan nilai resistivitas $20 - 78 \Omega\text{m}$, tuff berbutir kasar dengan nilai resistivitas $84 - 120 \Omega\text{m}$, dan tuff berbutir halus dengan nilai resistivitas $165 - 917 \Omega\text{m}$. Hasil interpretasi dan pendugaan akuifer berdasarkan data geolistrik dikorelasikan dengan data muka airtanah (MAT) dan sumur bor. Adapun hasil korelasi tiap titik pengukuran menunjukkan bahwa data geolistrik dengan data MAT dan sumur bor berkorelasi dengan baik.

2.3 Metode Geolistrik

Metode geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912 (Halik dan Widodo, 2008). Salah satu metode geolistrik yaitu metode resistivitas atau tahanan jenis, metode ini mempelajari struktur bawah permukaan yang berdasarkan beda nilai resistivitas pada batuan terhadap kedalaman.

Dalam geofisika, geolistrik adalah 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). Prinsip operasi dari metode geolistrik sendiri dicapai dengan cara mengalirkan listrik melalui sepasang elektroda yang sudah ditancapkan kedalam tanah dan mengukur perbedaan yang dapat terjadi dengan pasangan elektroda yang lain di permukaan bumi. Nilai resistensi media bisa diperkirakan ketika arus listrik dialirkan pada suatu media dan diukur perbedaannya (Nurfalaq dkk., 2022).

Metode geolistrik secara garis besar dibagi menjadi dua jenis, yaitu geolistrik yang memiliki sifat pasif dan geolistrik yang bersifat aktif. Pada geolistrik yang bersifat pasif atau jenis ini biasanya disebut *Self Potensial* (SP), energi yang dibutuhkan telah ada terlebih dahulu sehingga tidak diperlukan adanya injeksi atau pemasukan arus terlebih dahulu. Sedangkan pada geolistrik yang bersifat aktif, energi yang dibutuhkan ada karena penginjeksian arus kedalam bumi terlebih dahulu. Geolistrik jenis ini dibagi menjadi dua metode, yaitu metode Resistivitas (tahanan jenis) dan Polarisasi terimbas (*induced polarization*).

Tiap media mempunyai sifat yang berbeda terhadap aliran listrik yang melaluinya, hal ini tergantung pada tahanan jenisnya. Pada metode geolistrik, arus listrik diinjeksikan kedalam bumi melalui dua buah elektroda arus. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda kemudian dapat diturunkan variasi hambatan jenis masing-masing lapisan bawah permukaan bumi, di bawah titik ukur (*sounding point*).

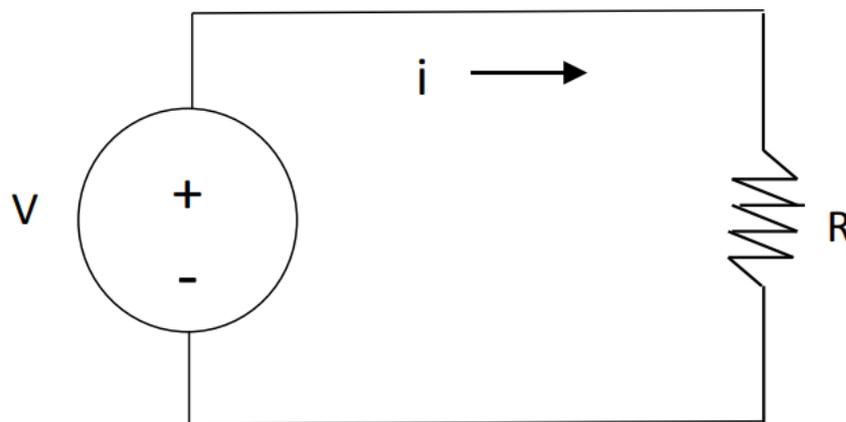
Metode geolistrik lebih efektif bila dipakai untuk eksplorasi yang sifatnya relatif dangkal. Metode ini jarang memberikan informasi lapisan kedalaman yang lebih dari 300 atau 450 meter. Oleh karena itu, metode ini banyak digunakan untuk bidang Teknik Geologi seperti penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian reservoir air, eksplorasi geotermal, dan juga untuk geofisika lingkungan.

Metode geolistrik dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik dengan frekuensi rendah ke permukaan bumi yang kemudian diukur beda potensial diantara dua buah elektroda potensial. Pada keadaan tertentu, pengukuran bawah permukaan dengan arus yang tetap akan diperoleh suatu variasi beda tegangan yang mengakibatkan variasi nilai resistansi. Nilai resistansi akan membawa suatu informasi tentang struktur dan material yang dilewatinya.

2.3.1 Metode Resistivitas

Konsep dasar metode geolistrik adalah Hukum Ohm yang pertama kali dicetuskan oleh George Simon Ohm, yang menyatakan bahwa beda potensial yang timbul di ujung-ujung suatu median berbanding lurus dengan arus listrik yang mengalir pada medium tersebut, dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

Metode Resistivitas merupakan salah satu metode geolistrik yang digunakan untuk menyelidiki struktur bawah permukaan berdasarkan perbedaan nilai resistivitas pada batuan. Prinsip dasar metode resistivitas adalah mengalirkan arus searah pada permukaan tanah sehingga beda potensial pada dua titik dapat diukur. Teori dasar dari metode resistivitas adalah Hukum Ohm.



Gambar 2. rangkaian listrik sederhana resistansi.

Berdasarkan gambar 2 maka diperoleh persamaan 1 (Lowrie, 2007).

$$V = I R \quad (1)$$

Dengan V adalah beda potensial antara dua elektroda (volt), I adalah arus listrik yang diinjeksikan (ampere). Menurut Hukum Ohm diasumsikan bahwa R tidak tergantung I , bahwa R adalah konstan (tetap), tetapi terdapat kondisi dimana resistansi tidak konstan. Elemen-elemen demikian dikatakan tidak linier atau non linier. Meskipun demikian, resistansi suatu elemen non-linier masih didefinisikan oleh $R=V/I$, tetapi R tidak tergantung I (Suyoso, 2003).

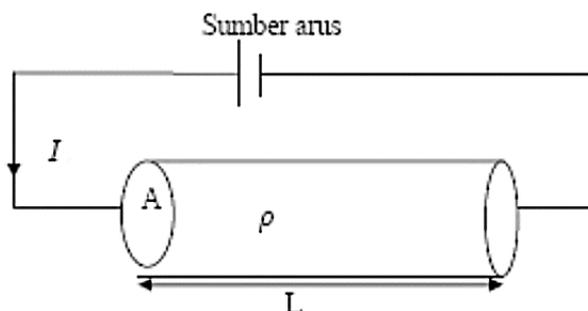
Jika ditinjau suatu kawat dengan panjang L (meter), luas penampang A (meter²), dan resistivitas ρ (ohm-meter), seperti digambarkan pada gambar 3, maka resistansi R dapat dirumuskan sebagai (Lowrie, 2007):

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

Dengan $R=V/I$. sehingga resistivitas (Ohm-Meter) adalah

$$\rho = \frac{V A}{I L} \quad (3)$$

Dengan ρ adalah hambatan jenis bumi (ohm-meter), V adalah potensial (volt), I adalah arus listrik (ampere), L panjang lintasan (meter), A adalah luas penampang (meter²).



Gambar 3. kawat dengan panjang L , luas penampang A yang dialiri arus I .

Persamaan di atas digunakan untuk medium yang homogen sehingga akan terukur nilai tahanan jenis yang sesungguhnya (*True Resistivity*) sedangkan untuk medium yang tidak homogen akan terukur nilai tahanan jenis semu (*Apparent Resistivity*).

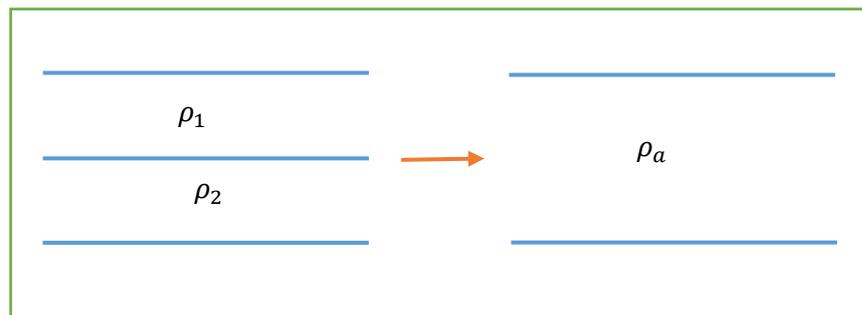
2.3.2 Resistivitas Semu

Pada metode resistivitas semu diasumsikan bahwa bumi bersifat homogen isotropis. Dengan begitu, resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung pada elektroda. Pada kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan dengan ρ yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan tersebut. Resistivitas semu dirumuskan dengan persamaan.

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

Dimana ρ_a adalah resistivitas semu (Ohm-meter), K adalah faktor geometri, ΔV adalah beda potensial (Volt), dan I adalah kuat arus (ampere).

Pada kenyataannya, bumi memiliki medium berlapis dengan masing-masing lapisan memiliki resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau, seperti gambar 4. 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 4. konsep resistivitas semu pada medium berlapis.

2.3.3 Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik ini banyak digunakan karena dapat menghasilkan gambaran tanah dibawahnya yang cukup baik. Salah satu metode yang digunakan untuk

mengukur aliran listrik dan mempelajari geologi di bawah tanah adalah geolistrik tahanan. Geolistrik tahanan merupakan salah satu yang paling umum digunakan dalam eksplorasi geolistrik (Febriana dkk., 2017).

Metode geolistrik tahanan terbagi menjadi beberapa konfigurasi, yaitu konfigurasi Wenner, konfigurasi Dipole-dipole dan konfigurasi Schlumberger. Oleh karena itu dalam menggunakan metode resistensi membutuhkan suatu konfigurasi dari pasangan elektroda agar nantinya nilai resistensi batuan bawah permukaan bumi didapatkan.

Metode tahanan jenis dapat dilakukan dengan cara menginjeksi arus listrik kedalam bumi melalui pasangan elektroda arus dan potensial. Bila arus listrik diinjeksi kedalam suatu medium dan diukur beda potensialnya (tegangan) maka nilai hambatan dari medium tersebut dapat diperkirakan (Usman dkk., 2017). Metode geolistrik resistivitas merupakan metode yang paling umum digunakan untuk eksplorasi geolistrik yang sifatnya eksplorasi dangkal (Tryono dkk., 2017).

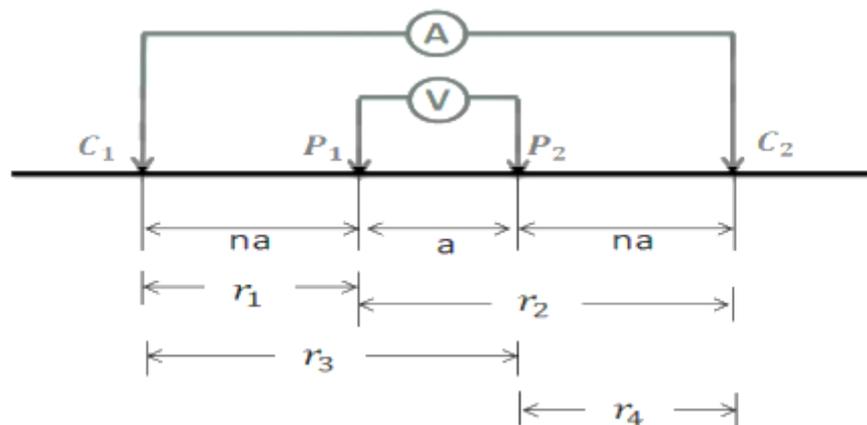
Pengukuran geolistrik dengan metode resistensi terbagi menjadi dua sistem operasi pengukurannya yaitu sistem pemetaan (*mapping*) dan sistem *sounding*. Sistem pemetaan (*mapping*) memberikan informasi variasi tahanan jenis lapisan bawah permukaan arah horizontal. Sedangkan sistem *sounding* memberikan informasi mengenai variasi tahanan jenis lapisan bawah permukaan secara vertikal (Kusworowati dkk., 2020).

2.4 Konfigurasi Wenner Schlumberger

Konfigurasi Wenner Schlumberger adalah metode geolistrik yang berasal dari perpaduan konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger. Konfigurasi ini digunakan karena atas dasar penataan elektrodanya. Konfigurasi dari keduanya memiliki kesamaan urutan elektroda, namun memiliki perbedaan dalam pengukurannya. Pengukuran potensial yang pertama ($n=1$) berlaku konfigurasi

wenner. Sedangkan pengukuran selanjutnya ($n \geq 2$) berlaku konfigurasi schlumberger (Vebrianto, 2016).

Konfigurasi Wenner Schlumberger merupakan sistem konfigurasi yang memiliki aturan spasi konstan dengan catatan faktor "n". pada konfigurasi ini perbandingan jarak antar elektroda C1-P1 atau C2-P2 dengan spasi antara P1-P2 ditunjukkan seperti gambar 5. jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na+a$. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus (Sakka, 2001).



Gambar 5. pengaturan elektroda konfigurasi wenner schlumberger.

Berdasarkan pada gambar 5, setiap r memiliki nilai, diantaranya adalah sebagai berikut (Vebrianto, 2016):

$$r_1 = P_1 - C_1$$

$$r_1 = na$$

$$r_2 = P_1 - C_2$$

$$r_2 = na + a$$

$$r_2 = a + na$$

$$r_3 = P_2 + C_1$$

$$r_3 = a + na$$

$$r_3 = na + a$$

$$r_4 = P_2 - C_2$$

$$r_4 = na$$

Perhitungan tahanan jenis dengan menggunakan persamaan berikut:

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

$$K = \pi n (n + 1)a \dots\dots\dots (2)$$

Dengan

ρ_a = Tahanan jenis semu (Ωm)

K = Faktor geometris (m)

ΔV = Beda potensial (V)

π = Konstanta bernilai 3,142

I = Arus listrik (A)

a = Spasi antara elektroda arus (m)

n = Spasi antara elektroda potensial (m)

Koefisien geometris (k) adalah besaran penting dalam perhitungan horizontal dan vertikal. Kuantitas ini ditetapkan untuk tujuan penyelidikan, sehingga nilai resistansi yang didapatkan bervariasi. Hasil survei dilapangan setelah menghitung nilai resistansi tergantung pada konfigurasi susunan dan juga spasi elektroda, hal ini juga berkaitan dengan kedalaman penetrasi. Semakin besar jarak elektroda maka semakin dalam penetrasi arus yang didapatkan, yang tentunya juga ditentukan terutama oleh kuatnya arus yang mengalir melalui elektroda arus tersebut (Muhamad dkk., 2006).

2.5 Sifat Listrik Batuan

Setiap batuan memiliki karakteristik tersendiri dalam sifat kelistrikannya. Salah satu sifat batuan adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik, baik berasal dari alam ataupun arus yang sengaja diinjeksikan. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya (Prameswari, 2012). Resistivitas batuan dipengaruhi

oleh porositas, kadar air dan mineral. Batuan yang memiliki pori yang terisi oleh air maka nilai resistivitas listriknya berkurang dengan bertambahnya kandungan air, begitu pula sebaliknya (Telford dkk., 1990).

Pada bagian batuan, atom-atom terikat secara ionik atau kovalen. Karena adanya ikatan ini maka batuan mempunyai sifat menghantarkan arus listrik. Arus listrik yang mengalir pada batuan dan mineral yaitu konduksi elektronik, konduksi elektrolit, dan konduksi dielektrik (Telford dkk., 1982).

2.5.1 Konduksi Elektronik

Konduksi secara elektronik merupakan kondisi yang dapat terjadi jika batuan dan mineral memiliki jumlah electron bebas yang besar, sehingga electron bebas yang ada pada batuan atau mineral tersebut dapat dialirkan listrik. Aliran listrik dipengaruhi oleh sifat atau karakter batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakter batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas bahan maka semakin sulit bahan menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya.

2.5.2 Konduksi Elektrolitik

Umumnya batuan memiliki resistivitas yang tinggi dan penghantar panas yang buruk. Hal tersebut dapat disebabkan karena batuan memiliki pori-pori yang diisi oleh fluida, terutama dengan air. Sehingga batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Volume dan susunan pori-pori batuan porous mempengaruhi besar nilai konduktivitas dan resistivitas. Nilai konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air pada batuan berjumlah besar, begitu pula sebaliknya jika nilai resistivitas akan semakin besar jika kandungan air pada batuan dalam jumlah sedikit.

2.5.3 Konduksi Dielektrik

Konduksi secara dielektrik terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, yang berarti 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.

2.6 Resistivitas Batuan

Setiap batuan memiliki karakteristik yang berbeda, tidak terkecuali dalam hal ketahannya, salah satu sifat batuan adalah hambatan yang menunjukkan kemampuan material tersebut untuk mengalirkan listrik.

Konduktor didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari $10^{-5} \Omega\text{m}$, sedangkan isolator memiliki nilai resistansi lebih dari $10^7 \Omega\text{m}$, untuk material dengan nilai resistansi antara $10^{-5} \Omega\text{m}$ dan $10^7 \Omega\text{m}$ merupakan semi konduktor (Telford, 1990). Berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik, material dikelompokkan menjadi tiga yaitu konduktor baik, semikonduktor, isolator.

Konduktor merupakan material yang dapat menghantarkan arus listrik karena banyak memiliki elektron bebas, sebaliknya isolator adalah material yang tidak dapat menghantarkan arus listrik karena tidak memiliki banyak elektron bebas. Sedangkan semikonduktor adalah material yang dapat menghantarkan arus listrik, namun tidak sebaik konduktor (Mutia dan Amir, 2018). Batuan memiliki nilai resistensi yang berbeda-beda, sehingga dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

Table 1. nilai resistensi mineral

Material	Resistansi (Ωm)	Konduksi ($1/\Omega\text{m}$)
Batuan Beku dan Metamorf		
Granit	$5 \times 10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
Basal	$10^2 \times 10^6$	$10^{-6} - 10^3$
Lempeng	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2,5 \times 10^8 - 7 \times 10^{-3}$
Marmer	$10^2 - 2,5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Kuarsit	$10^2 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Batuan Sedimen		
Batu Pasir	$8 - 4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^{-4} - 0,125$
Serpil	$20 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-4} - 0,05$
Batu Gamping	$50 - 4 \times 10^2$	$2,5 \times 10^{-4} - 0,002$

Sumber : (Seigel, 1959).

Table 2. nilai resistensi batuan

Jenis Batuan / Tanah / Air	Resistivity (Ωm)
Granit	$200 - 1 \times 10^5$
Breksi	$75 - 200$
Basal	$10 - 1,3 \times 10^7$
Kuarsit	$10^2 - 2 \times 10^2$
Marmer	$10^2 - 2,5 \times 10^8$
Batu Gamping	$500 - 1 \times 10^4$
Batu Pasir	$50 - 500$
Pasir	$1 - 1000$
Kerikil	$100 - 600$
Kerikil Kering	$600 - 10000$
Lanau	$10 - 200$
Lanau Pairan	$15 - 150$
Lahar	$10^3 - 5 \times 10^4$
Lempung	$1 - 100$
Lempung Lanau	$3,0 - 15$
Tanah Lempung	$1,5 - 30$
Air Tanah	$0,5 - 300$
Air Payau	$2,3 - 1$
Air Laut	$0,2$
Pasir dan Kerikil Terendam Dalam Air Asin	$0,5 - 5$

Sumber : (Telford, 1990).

Table 3. resistivitas batuan

Material	Resistivitas (Ω-m)
Silt - Lempung	10 – 200
Batu Lumpur	20 – 200
Tufa	20 – 200
Air Tanah	30 – 100
Batu Pasir	50 – 500
Air Pemasukan	80 – 200
Pasir	100 – 600
Pasir dan Kerikil	100 -1000
Konglomerat	100 – 500
Kelompok Andesit	100 – 2000
Kelompok Chert, Slante	200 – 2000
Kelompok Granit	1000 – 10000

Sumber : (Suyono, 1978)

Table 4. resistivitas batuan

Bahan/Material	Nilai Tahanan Jenis (Ohm-m)	Daya Hantar Listrik/ Konduktivitas (Siemen/m)
Batuan Beku/Metamorf		
Granit	$5 \times 10^3 \sim 10^6$	$10^{-6} \sim 2 \times 10^{-4}$
Basalt	$10^3 \sim 10^6$	$10^{-6} \sim 10^{-3}$
Sabak	$6 \times 10^2 \sim 4 \times 10^7$	$2,5 \times 10^{-8} \sim 1,7 \times 10^{-3}$
Marmer	$10^2 \sim 2,5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} \sim 10^{-2}$
Kuarsit	$10^2 \sim 2 \times 10^8$	$2,5 \times 10^{-9} \sim 10^{-2}$
Batuan Sedimen		
Batu Pasir	$8 \sim 4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^{-4} \sim 0,125$
Serpil	$20 \sim 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-4} \sim 0,05$
Batu Gamping	$50 \sim 4 \times 10^2$	$2,5 \times 10^{-3} \sim 0,02$
Tanah dan Air		
Lempung	1~100	0,01~1
Alluvium	10~800	$1,25 \times 10^{-3} \sim 0,1$
Air Tanah (segar)	10~100	0,01~0,1
Air Laut	0,2	5
Cairan Kimiawi		
Besi (Fe)	$9,07 \times 10^8$	$1,102 \times 10^7$
0,01 M KCl	0,708	1,413
0,01 M NaCl	0,843	1,183
0,01 M Asam Acetic	6,13	0,163
Xylene	$6,998 \times 10^{16}$	$1,429 \times 10^{-17}$

Sumber : (Pusdiklat SDA dan Konstruksi, 2018)

2.7 Porositas dan Permeabilitas

Material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang disimpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah sangat bergantung pada permeabilitas. Permeabilitas adalah kemampuan batuan atau tanah untuk meloloskan fluida (air, minyak, gas). Air tanah mengalir melewati rongga kecil. Semakin kecil rongga nya maka semakin lambat alirannya, begitupun sebaliknya.

Tidak hanya permeabilitas, porositas juga berpengaruh pada liran dan jumlah air tanah. Porositas adalah jumlah pori atau rongga dari suatu batuan. Porositas merupakan angka tidak berdimensi yang biasanya dalam bentuk % . Umumnya nilai porositas pada tanah normal bernilai 25% - 75% sedangkan untuk batuan yang terkonsolidasi berkisar antara 0 – 10%. Berikut adalah tabel porositas dan permeabilitas.

Table 5. porositas dan permeabilitas beberapa tipe batuan

Tipe Batuan	Porositas	Permeabilitas
Lempung	45%	0.0004
Pasir	35%	41
Kerikil	25%	4100
Kerikil dan Pasir	20%	410
Batu Pasir	15%	4.1
Batu Kapur dan Serpih Padat	5%	0.041
Granit	1%	0.0004

Sumber : (Linsley dkk., 1996)

2.8 Air Tanah

2.8.1. Pengertian Air Tanah

Salah satu kebutuhan utama manusia adalah air, sehingga ada ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang air yaitu hidrologi. Hidrologi adalah ilmu tentang air baik di atmosfer, permukaan bumi, dan di dalam bumi, tentang terjadinya, perputarannya, serta pengaruhnya terhadap kehidupan yang ada di alam ini. (Shiddiqy, 2014).

Menurut UU no 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, air tanah didefinisikan sebagai air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Air tanah adalah air yang bergerak ke dalam tanah dalam ruang antara butir-butir tanah yang menembus tanah dan Bersatu membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer (Darsono, 2016).

Dalam ruang batuan dasar terdapat air tanah karena air tanah mengalir secara alami melalui rembesan dan pancaran. Sumber utama dari air tanah yaitu dari air hujan yang mengalami resapan ke bawah permukaan bumi. Air tanah juga merupakan air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dari sumur, terowongan atau sistem drainase atau dengan pemompaan (Darsono, 2016).

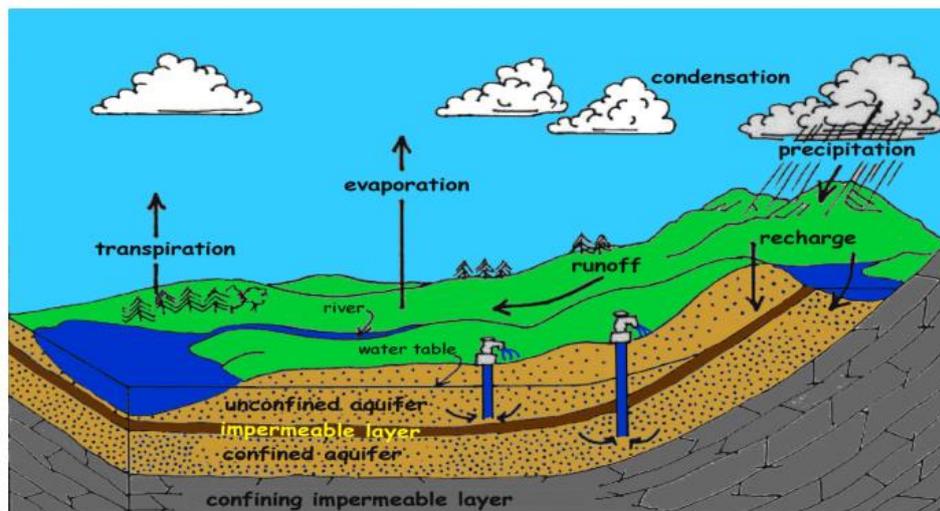
2.8.2. Klasifikasi Air Tanah

Air tanah memiliki formasi geologi yang dapat menyimpan air dalam jumlah besar. Berikut adalah klasifikasi air tanah terhadap lapisan batuan (Cornelia, 2008):

1. Akuifer atau lapisan pembawa air merupakan lapisan batuan jenuh di bawah permukaan tanah yang dapat menyimpan dan meneruskan air dalam jumlah yang cukup, contohnya pasir.
2. Akuikudat atau lapisan batuan kedap air merupakan lapisan batuan jenuh air yang mengandung air tetapi tidak mampu melepaskan dalam jumlah yang berarti, contohnya lempung.
3. Akuitard atau lapisan batuan lambat air merupakan lapisan batuan yang sedikit lulus air dan tidak mampu melepaskan air dalam arah mendatar namun dapat melepaskan air ke arah vertikal, contohnya lempung pasir.
4. Akuifug atau lapisan batuan kedap air merupakan lapisan batuan kedap air yang tidak mengandung dan meneruskan air, contohnya granit.

2.8.3. Tipe Akuifer

Akuifer berasal dari Bahasa latin yaitu *aqui* dari kata *aqua* yang berarti air dan kata *ferre* yang artinya membawa, jadi akuifer itu sendiri memiliki arti lapisan pembawa air (Todd, 1955). Akuifer merupakan lapisan tanah yang mengandung air, air tersebut bergerak di dalam tanah karena adanya ruang antar butir tanah (Herlambang, 1996). Akuifer memiliki beberapa jenis, jenis-jenis akuifer dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. jenis-jenis akuifer (Shiddiqy, 2014).

Menurut Krussman dan Ridder (1970), berdasarkan kadar kedap air dari batuan yang melingkupi akuifer terdapat beberapa jenis akuifer, yaitu:

1. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*) merupakan akuifer yang dibatasi bagian atasnya oleh muka air bertekanan sama dengan tekanan luar (1 atm) dan dibagian bawahnya oleh lapisan kedap air.
2. Akuifer setengah bebas (*semi unconfined aquifer*) merupakan peralihan antara akuifer setengah tertekan dengan akuifer bebas. Lapisan bawahnya yang merupakan lapisan kedap air, sedangkan lapisan atasnya merupakan material berbutir halus, sehingga pada lapisan penutupnya masih dimungkinkan adanya gerakan air.
3. Akuifer setengah tertekan (*semi confined aquifer*) atau disebut juga *leaky aquifer* merupakan lapisan jenuh air yang bagian atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan yang kelulusan airnya lebih kecil dari kelulusan akuifer itu sendiri, bocoran dapat terjadi dari akuifer ke lapisan penutupnya begitupun sebaliknya.
4. Akuifer tertekan (*confined aquifer*) merupakan lapisan permeable jenuh air yang dibatasi bagian atas dan bawahnya oleh lapisan kedap air, akibatnya tekanan air tanah lebih tinggi dari pada tekanan atmosfer.

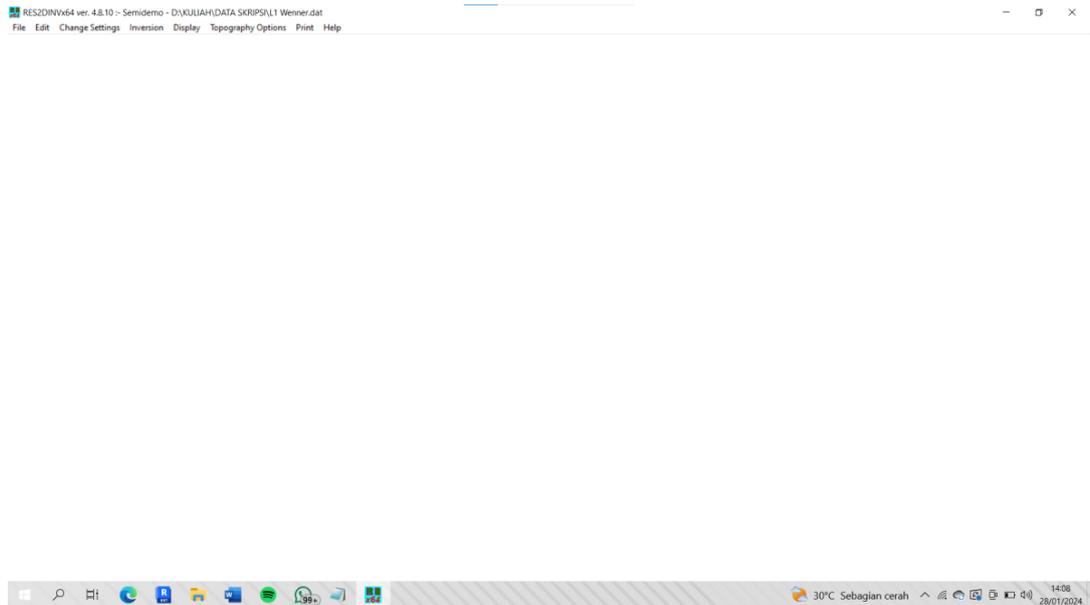
2.9 Res2Dinv

Perangkat lunak Res2Dinv adalah program computer yang secara otomatis akan menentukan dua dimensi (2-D) model resistivitas untuk bawah permukaan atas data yang diperoleh dari survei geolistrik (Yasir dkk., 2018). *Software* Res2Dinv menghasilkan bagian distribusi resistivitas bawah permukaan tanah dengan warna yang beranekaragam sesuai nilai resistivitas masing masing batuan. Hasil dari olahan *software* Res2Dinv juga mencakup kedalaman dan juga panjang bentang lintasan yang di pakai dalam pengukuran geolistrik.

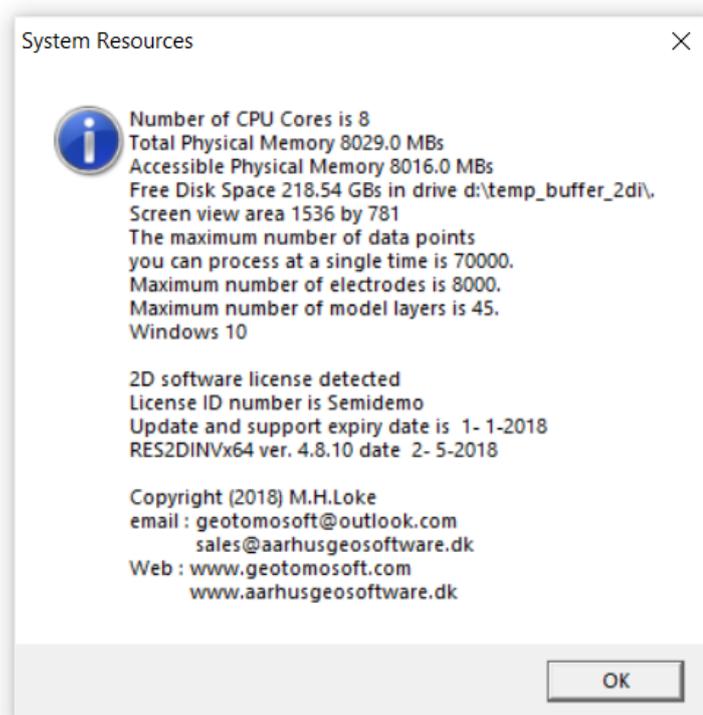
Data hasil survei geolistrik di simpan dalam bentuk file *.dat dengan data dalam file tersebut tersusun dalam order sebagai berikut:

- Line 1 : Nama lintasan pengukuran.
- Line 2 : Spasi elektroda terkecil.
- Line 3 : Tipe Penguukuran (Wenner = 1, Pole-pole = 2, Dipole-dipole = 3, Pole-dipole = 6, Wenner Schlumberger = 7).
- Line 4 : Jumlah total titik data.
- Line 5 : Tipe dari lokasi X untuk titik data. Masukkan 0 jika elektroda pertama dalam konfigurasi digunakan untuk mengukur titik data. Masukkan 1 jika titik tengahnya diketahui.
- Line 6 : Ketik 1 untuk data IP dan 0 untuk data resistivitas.
- Line 7 : Posisi x, spasi elektroda, factor pemisah elektroda (n) dan harga resistivitas semu terukur pada titik data pertama.
- Line 8 : Posisi x, spasi elektroda dan resistivitas semu terukur pada titik data point kedua.
- Line 9 : Dan seterusnya.

Untuk mengakhiri input data, ketik 4 angka 0 pada empat daris terakhir.



Gambar 7. tampilan *software* Res2Dinv.

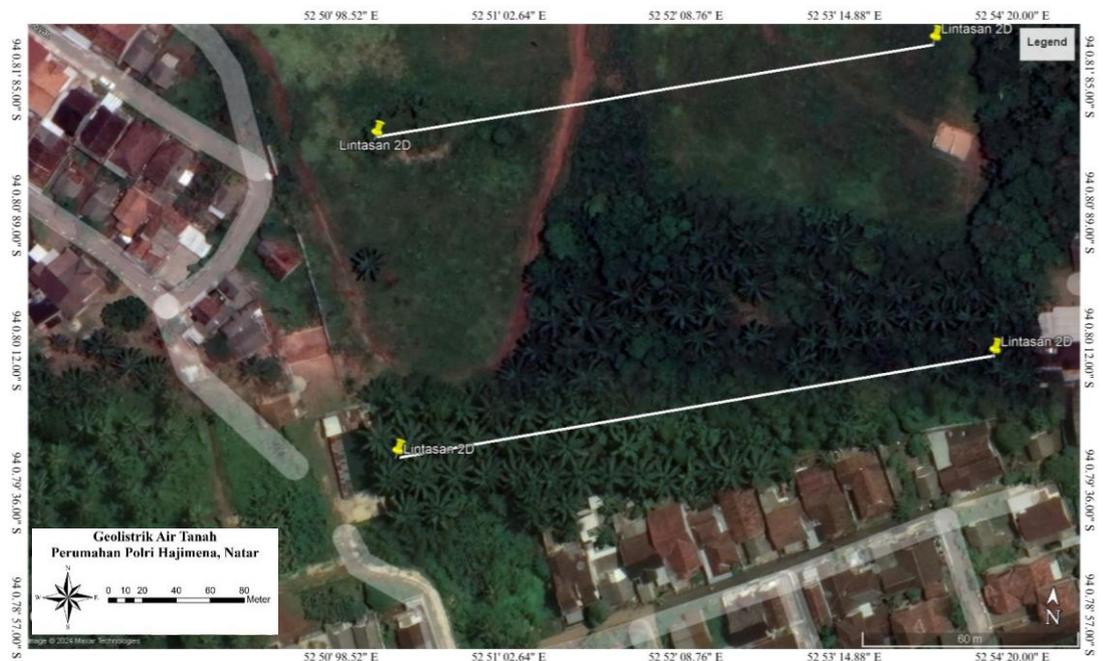


Gambar 8. lisensi Res2Dinv.

III METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Penelitian ini dilakukan di Perum Polri, Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pada 2 lintasan dengan panjang masing-masing lintasan sejauh ± 135 meter dan spasi antar elektroda sebesar 5 meter. Titik pengukuran lintasan 1 terletak pada koordinat $5^{\circ}21'21.9''$ LS dan $105^{\circ}13'36.38''$ BT serta $5^{\circ}21'20.63''$ LS dan $105^{\circ}13'41.77''$ BT. Titik pengukuran lintasan 2 terletak pada koordinat $5^{\circ}21'19.32''$ LS dan $105^{\circ}13'35.70''$ BT serta $5^{\circ}21'17.81''$ LS dan $105^{\circ}13'41.04''$ BT. Pada penelitian ini, kedua lintasan pengukuran memiliki orientasi arah Barat – Timur.



Gambar 9. lintasan penelitian.

3.2 Data Penelitian

Data penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah data primer dan data skunder, yang terdiri dari:

Table 6. data primer dan skunder

Jenis Data	Sumber Data	Kegunaan Data
DATA PRIMER		
Data nilai beda potensial dan arus	Hasil pengukuran geolistrik	Input kedalam aplikasi Res2Dinv
Data kedalaman potensi air	Hasil pengolahan <i>software</i> Res2Dinv	Permodelan sebaran air tanah
Data lapisan batuan bawah permukaan tanah	Hasil pengolahan <i>software</i> Res2Dinv	Klasifikasi kedalaman struktur bawah permukaan tanah
Elevasi Muka Air Sumur	Pengukuran	Untuk mengetahui elevasi sebenarnya
DATA SEKUNDER		
Peta Situasi Lokasi penelitian	Google Earth	Pemilihan Lintasan Rencana
Peta Geologi	https://geologi.esdm.go.id/geomap/pages/preview/peta-geologi-lambar-tanjungkarang-sumatera	Interpretasi susunan lapisan batuan

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Table 7. alat dan bahan penelitian

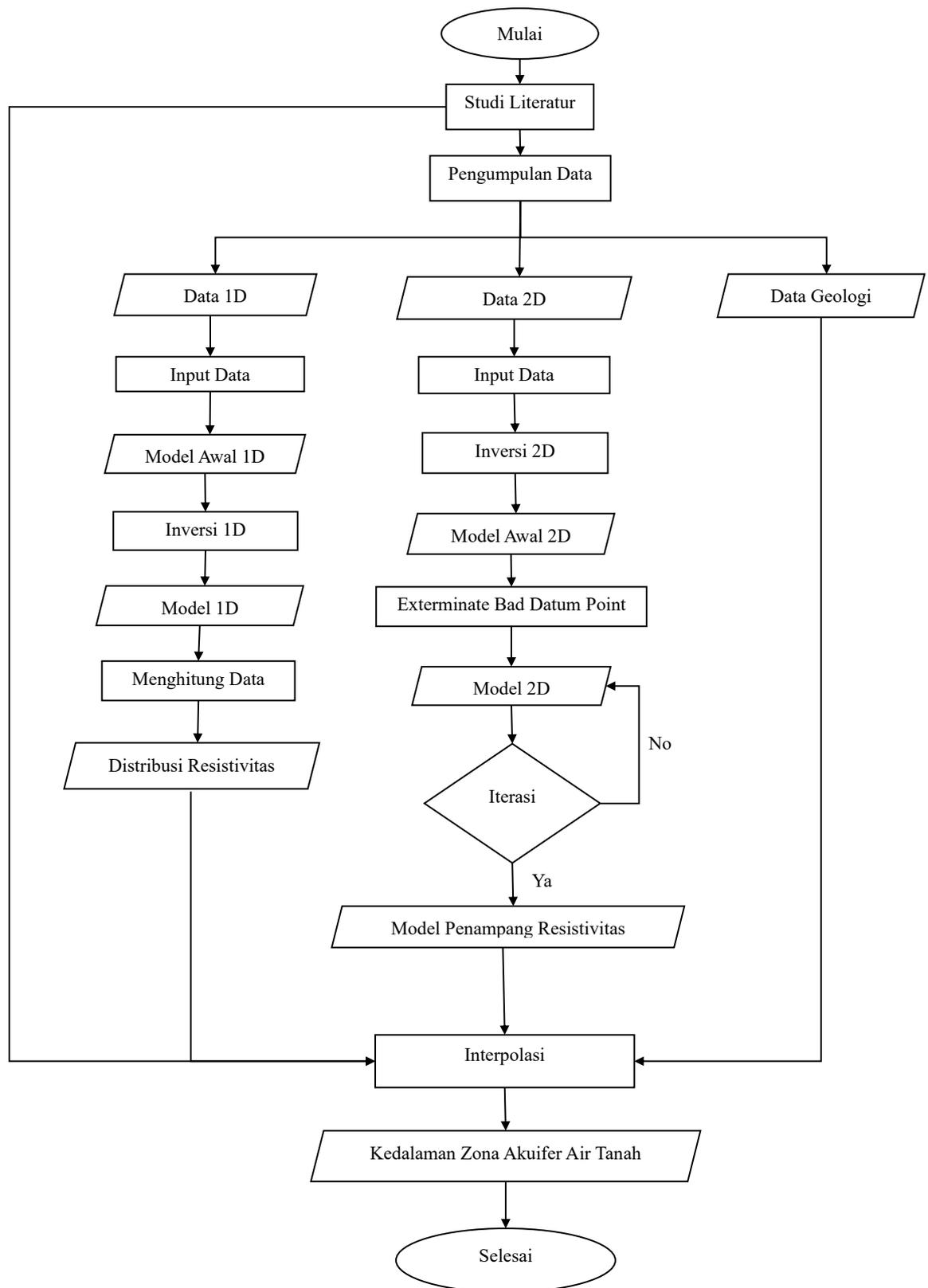
No	Alat/Bahan	Kegunaan
1	Satu Set ARES <i>Resistivitymeter.</i>	Main unit/alat pengukur resistivitas batuan
2	<i>Accu</i> Eksternal	Sumber daya cadangan
3	GPS	Untuk mencatat koordinat dan elevasi titik pengukuran
4	Palu	Untuk membantu nilai kontak resistansi tiap elektroda
5	Laptop	Perangkat keras yang digunakan untuk mengelolah data dengan menggunakan <i>software</i> yang diperlukan
6	<i>Software</i> Ares v5.5	Untuk menampilkan dan mengubah format data
7	<i>Software</i> ArcGis	Untuk membuat peta yang diperlukan
8	<i>Software Notepad</i> v.11.2302.26.0	Untuk mengedit format data
9	<i>Software</i> Microsoft Excel	Untuk mengedit format data
10	<i>Software</i> Res2Dinv v4.8.10	Untuk melakukan pemodelan inversi 2D
11	Data Geolistrik Resistivitas	Data hasil akuisisi yang sudah diolah
12	Peta Geologi	Untuk mendapatkan informasi geologi daerah penelitian
13	<i>Software</i> Surfer	Untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi dengan mendasarkan pada grid.

3.4 Tahapan Penelitian

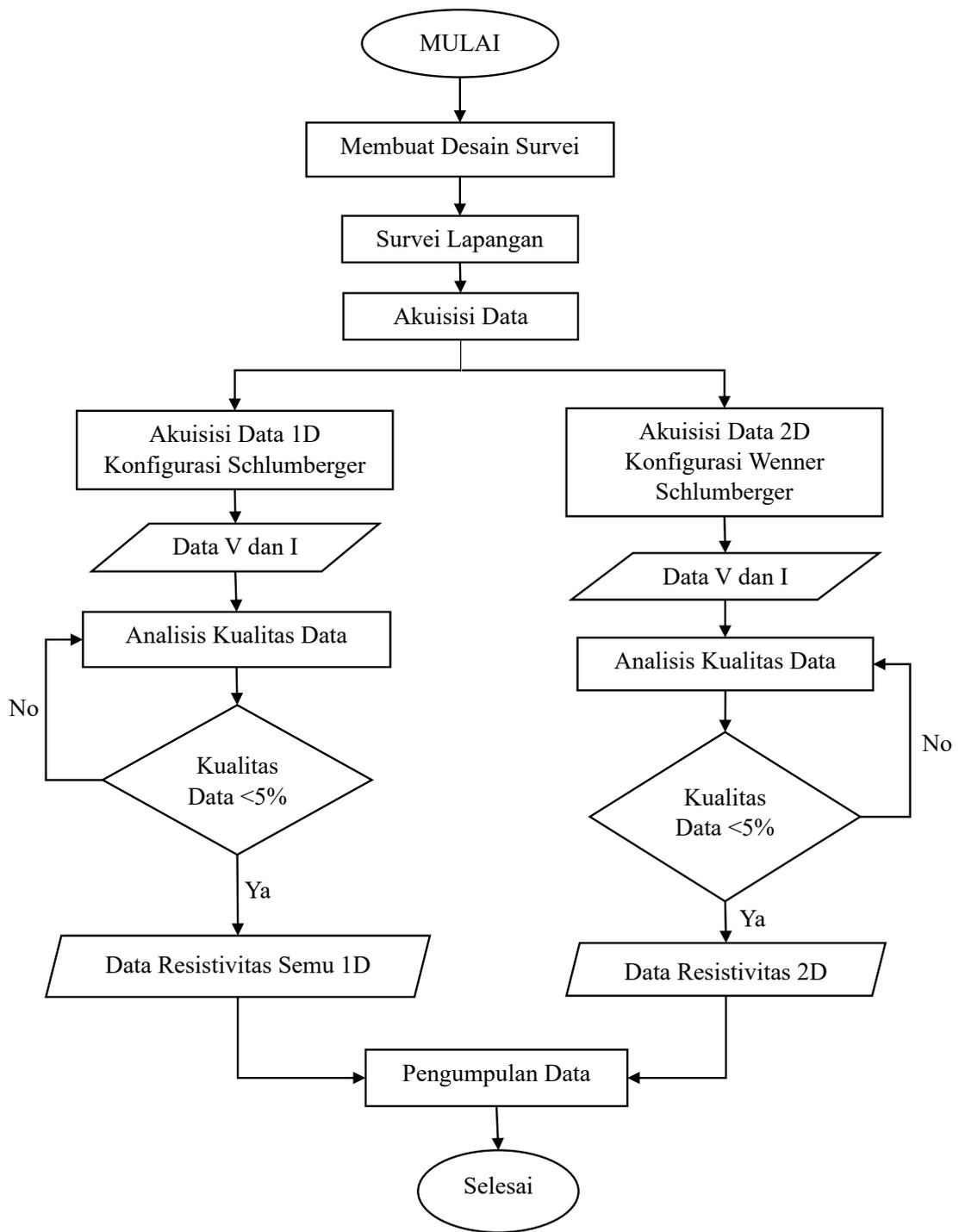
Diagram alir penelitian ditampilkan pada gambar 10. Proses akuisisi data ditampilkan pada gambar 11.

Table 8. tahapan penelitian

Tahapan	Uraian Kegiatan
Penentuan lintasan pengukuran topografi geolistrik pada peta	Penentuan area lintasan penelitian dilakukan menggunakan bantuan peta dan juga <i>software google earth pro</i> , dengan panjang lintasan yang dipakai adalah 135 meter
Uji coba alat di lokasi penelitian	Sebelum penelitian dilakukan alat geolistrik <i>resistivity meter</i> dilakukan uji coba terlebih dahulu untuk mengetahui apakah alat tersebut dapat digunakan secara normal dan tidak terjadi <i>trouble</i> agar penelitian dapat berjalan secara maksimal
Akuisisi data	Proses pengambilan data menggunakan alat geolistrik <i>resistivity meter</i> di lokasi penelitian. Pengukuran dilakukan secara berulang dan bergerak sepanjang lintasan dengan susunan elektroda sesuai dengan konfigurasi yang dipakai
Pengolahan data menggunakan <i>software Res2Dinv</i>	Data yang didapat dari alat geolistrik <i>resistivity meter</i> diolah menggunakan bantuan <i>software Res2Dinv</i> , hasil dari pengolahan <i>Res2Dinv</i> berupa nilai resistivitas struktur lapisan bawah tanah
Analisis dan interpretasi data	Berdasarkan data yang dihasilkan dari <i>software Res2Dinv</i> dapat dipelajari profil lapisan bawah tanah dan juga sebaran air tanah
Hasil dan kesimpulan	Setelah dilakukan analisis data maka dapat ditarik kesimpulan bagaimana kondisi sebaran air tanah di daerah penelitian



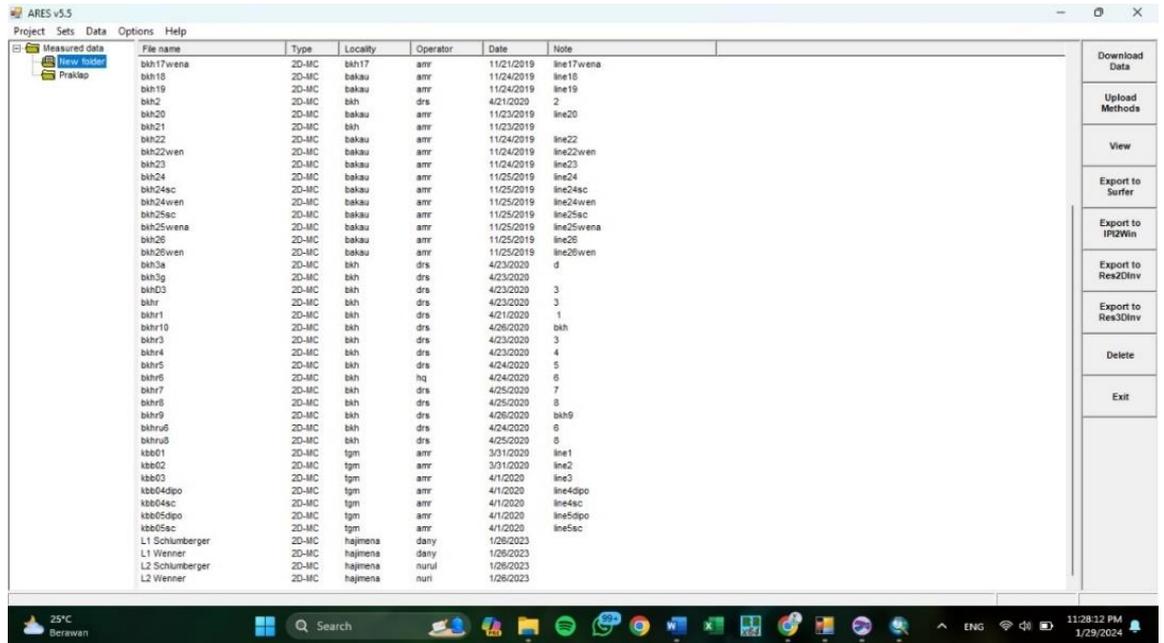
Gambar 10. diagram penelitian dan pengolahan.



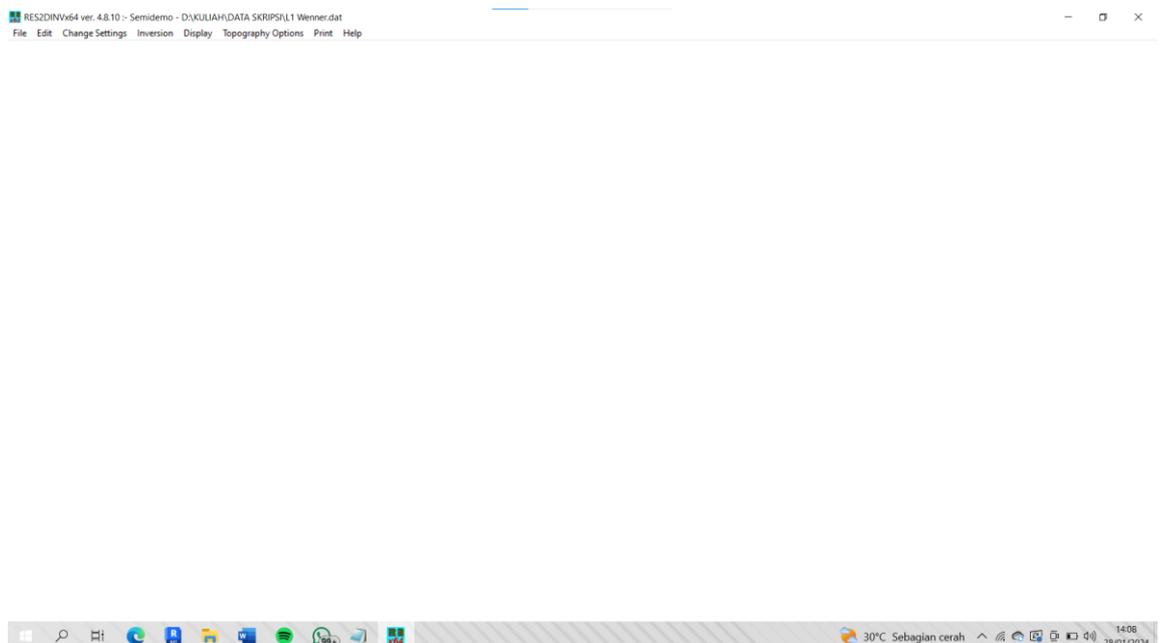
Gambar 11. diagram akuisisi data.

3.5 Pengelolaan Data

Proses pengelolaan data pengukuran dilakukan dengan *software* ARES v5.5 dan *software* Res2Dinv yang ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 12. tampilan *software* ARES v5.5.



Gambar 13. tampilan awal *software* Res2Dinv.

3.5.1 Software Ares v5.5

Untuk mendapatkan data dari alat ARES *Resistivitymeter* maka diperlukan *software* ARES v5.5 yang dilakukan dengan cara menyambungkan alat ARES *Resistivitymeter* dengan laptop menggunakan kabel konektor. Selanjutnya buka *software* ARES v5.5 dan pilih menu download data. setelah data didownload, data akan ditampilkan selanjutnya pilih menu *export to Res2Dinv* agar data dapat bisa langsung di olah menggunakan *software* Res2Dinv.

3.5.2 Pemodelan Inversi 2D

Untuk melakukan pemodelan inversi 2D maka dapat digunakan dengan *software* Res2Dinv. Data dalam format (.dat) yang diperoleh sebelumnya kemudian diinput kedalam *software* Res2Dinv dengan menggunakan menu *file > read data file*. Setelah itu dilakukan pengaturan ukuran *mesh* pada menu *forward modelling method setting*, dengan memilih *choose 4 nodes* pada bagian *horizontal mesh size* dan *finest mesh* pada bagian *vertical mesh size*. Kemudian karena data yang akan diolah juga dilengkapi data topografi, pada bagian *type of forward modelling method* pilih *finite-element method*. Untuk bagian *automatically adjust grid size* dibiarkan pada pengaturan *disable automatic grid size*. Hal ini perlu dilakukan agar hasil *forward modelling* berupa *calculated apparent resistivity* menjadi lebih akurat.

Perlu dilakukan beberapa pengaturan pada menu *inversion*, yaitu pertama pada bagian *select robust inversion*, pilih *no-use standard data constraint* dan *no-use standard model constraint* untuk meminimalkan perbedaan antara *observed* dan *calculated apparent resistivity*, bagian lainnya dibiarkan pada pengaturan *default*. Kemudian, pada bagian *use extended model*, pilih *no* agar data yang ditampilkan sesuai dengan distribusi titik data pada *pseudosection* dan memiliki bentuk trapesium tanpa adanya ekstrapolasi data. Proses pemodelan inversi bisa dimulai dengan memilih menu *carry out inversion*. Terlebih dahulu kita perlu

memilih lokasi *output* dari hasil inversi ke folder yang diinginkan. Selanjutnya, setelah proses inversi selesai dilakukan, akan diperoleh tiga model, yaitu *measured apparent resistivity pseudosection*, *calculated apparent resistivity pseudosection*, dan *inverse model resistivity section*. Serta untuk menampilkan *inverse model resistivity section* yang dilengkapi dengan topografi, buka *window display* dan pada menu *display section > model display* pilih *include topography in model display*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada lintasan satu terdapat zona yang diidentifikasi sebagai zona akuifer air tanah dengan resistivitas 10.79 – 75.05 Ω m, dengan litologi batupasir tuffan. Sedangkan pada lintasan dua terdapat zona yang diidentifikasi sebagai zona akuifer air tanah dengan resistivitas 24.08 – 73.5 Ω m, dengan litologi batupasir tuffan.
2. Potensi air tanah pada lintasan satu terdapat akuifer dengan kedalaman 6.76 meter – 31.3 meter. Sedangkan potensi air tanah pada lintasan dua terdapat akuifer dengan kedalaman 9.94 meter – 31.3 meter. Secara umum untuk akuifer air tanah rata – rata dapat ditemukan di kedalaman 22.95 meter.

5.2 Saran

Adapun saran yang perlu saya berikan dalam penelitian ini yaitu perlu dilakukan penambahan bentang agar mendapatkan hasil yang lebih dalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyeye, O. A., Ikpokonte, E. A., dan Arabi, S. A. (2019). GIS-based groundwater potential mapping within Dengi area, North Central Nigeria. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 22(2019) 175-181.
- Balqis, A. S., Siswoyo, H., dan Yuliani, E. (2023). Penilaian Kualitas Air Tanah dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan Masyarakat di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 6(2), 65-74. <https://doi.org/10.24246/juses.v6i2p65-74>.
- Bregasnia, W., Suwarsito., dan Sarjanti, E. (2020). Kajian Pola Aliran Air Tanah Di Area Kampus Utama Universitas Muhammadiyah Purwokerto. *SAINTEKS*, 17(1), 19-25.
- Cornelia, S. B. (2008). *Pemodelan Dan Analisa Kimia Air Tanah Dengan Menggunakan Software Modflow Di Daerah Bekas TPA Pasir Impun*. Bandung, Jawa Barat.
- Darsono. (2016). *Air Tanah: Pengertian, Manfaat, Jenis-jenis, Kandungan*. Gramedia.
- Febriana, R. K. N., Minarto, E., dan Tryono, F. X. Y. (2017). Identifikasi Sebaran Aliran Air Bawah Tanah (Groundwater) dengan Metode Vertical Electrical Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger di Wilayah Cepu, Blora Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), 29-33.
- Halik, G., dan Widodo, J. (2008). Pendugaan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik. *Media Teknik Sipil*, 113(2), 109–114.

- Hammouri, N., El-Naqa, A., dan Barakat, M. (2012). An integrated approach to groundwater exploration using remote sensing and geographic information. *Water Resour. Protect.* 4, 717-724.
- Herlambang, A. (1996). *Kualitas Air Tanah Dangkal di Kabupaten Bekasi*. Bogor: Program Pascasarjana, IPB.
- Irawan, E. (2009). *Hidrogeologi Cekungan Bandung*. Bandung: Buku Geologi Cekungan Bandung Bagian Ke-12.
- Jha, K. M., Chowdary, V. M., dan Chowdhury, A. (2010). Groundwater assessment in Salboni Block, West Bengal (India) using remote sensing, geographical information system and multi-criteria decision analysis techniques. *Hydrogeol J* 18, 1713-1728.
- Kanata, B., dan Zubaidah, T. (2008). *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner*. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Krussman, G., dan Ridder, N. (1970). *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement.
- Kumar, P., Herath, S., Avtar, R., dan Takeuchi, K. (2016). Mapping of groundwater potential zones in Killinochi area, Sri Lanka, using GIS and remote sensing techniques. *Sustain. Water Resour. Manag.* 2, 419–430.
- Kusworowati, E., Halik, G., dan Yunarni, W. (2020). Geolistrik Konfigurasi Wenner Untuk Pendugaan Air Tanah di Perumahan Grand Puri Bunga Nirwana Jember. *Teras Jurnal*, 1(1): 2.
- Linsley., Ray K., dan Franzini, J. B. (1996). *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Erlangga, Jakarta.
- Lowrie, W. (2007). *Fundamental of Geophysics, Edisi kedua*, Cambridge.

- Madan, K. J., Chowdary, V. M., dan Chowdhury A. (2010). Groundwater assessment in Salboni Block, West Bengal (India) using remote sensing, geographical information system and multi-criteria decision analysis techniques. *Hydrogeol J* 18(7), 1713-1728.
- Muhamad., Sapari, H. D., Undang, M., Oman, A., dan Munib, I. I. (2006). “Sebaran Akuifer Dan Pola Aliran Air Tanah Di Kecamatan Batuceper Dan Kecamatan Benda.” *Indonesian Journal on Geoscience* 1 (3): 115–28. <http://ijog.bgl.esdm.go.id>.
- Mutia., Sendi., dan Amir, H. (2018). “Identifikasi Jenis Batuan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner.” *Pillar of Physics* 11 (1): 17–24
- Nurfalaq., Aryadi., Rahma, H. I., Manrulu., dan Jumardi, A. (2022). “Identifikasi Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Untuk Perencanaan Sumur Bor Di Desa Barugae Kabupaten Pinrang.” *Applied Physics of Cokroaminoto Palopo* 3 (1): 27–32. <https://science.e-journal.my.id/apcp/article/view/114>.
- Nurhakim. (2022). Peluang Pemanfaatan Air Tanah Untuk Mendukung Keberlanjutan Sumber Daya Air Di Kota Pare-Pare. *Jurnal Teknik Hidro*, 15(1), 30-36.
- Permana, A. P. (2019). Analisis Kedalaman dan Kualitas Air Tanah di Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *JURNAL ILMU LINGKUNGAN*, 17(1). 15-22.
- Prameswari. (2012). *Peta geologi regional (modifikasi dari Mangga dkk., 1993)* 5. 5–30.
- Prayoga, D. S. N. (2023). Pendugaan Air Tanah Menggunakan Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Desa Jambe Arum Kabupaten Jember. *Skripsi*. Universitas Jember, Program Studi Teknik Sipil.

- Pusdiklat SDA dan Konstruksi. (2018). *Metode Geolistrik Untuk Perencanaan Air Tanah*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat
- Putranto, T. T., Hidajat, W. K., dan Prayudi, S. D. (2020). Pemetaan Hidrogeologi dan Analisis Geokimia Air Tanah Cekungan Air Tanah (CAT) Kendal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 305-318.
- Ramdani, J., Permana, S., dan Susetyaningsih, A. (2019). Analisis Potensi Air Tanah Untuk Kebutuhan Air Baku. *Jurnal Konstruksi*, 19(1). 37-45.
- Rejekiningrum, P. (2009). Peluang Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 3(2), 85-96.
- Sakka. (2001). *Metoda Geolistrik Tahanan Jenis*. Makassar : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam –UNHAS.
- Seigel, H. O. (1959). *Buku teks dengan efek polarisasi yang diinduksi untuk stimulasi fungsi langkah*. London: Pergamon.
- Sener E., Davraz, A., dan Ozcelik, M. (2005). An integration of GIS and remote sensing in ground water investigations: a case study in Burdur, Turkey. *Hydrogeology* 13(5–6), 826-834.
- Shiddiqy. (2014). “Pemetaan Keberadaan Akuifer menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Daerah Nanggulan, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta”. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Srivastava, P. K., dan Bhattacharya, A. K. (2006). Groundwater assessment through an integrated approach using remote sensing, GIS and resistivity techniques: a case study from a hard rock terrain. *Int. J. Remote Sens.* 27 (20), 4599–4620.
- Suyono, S. (1978). *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suyoso. (2003). *Listrik Magnet*. Yogyakarta: UNY

- Talabi, A. O., dan Tijani, M. N. (2011). Integrated remote sensing and GIS approach to ground-water potential assessment in the basement terrain of Ekiti area southwestern Nigeria. *RMZ—Mater. Geoenviron.* 58(3), 303–328.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., dan Keys, D. A. (1982). *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Telford, W. M. (1990). *Applied Geophysics, Second Edition*. Cambridge University Press. New York.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheriff, R. E. (1990). *Geofisika Terapan Edisi Kedua*. Amerika Serikat: Cambridge University Press.
- Thomas, B. C., Kuriakose, S. L., dan Jaydev, S. K. (2009). A method for groundwater prospect zonation in data poor areas using remote sensing and GIS: a case study in Kalikavu Panchayath of Malappuram district, Kerala, India. *Int J Digit Earth* 2(2), 155–170.
- Todd, K. (1955). Groundwater Flow in Relation to a Flooding Stream. *Am. Soc. Civil Eng. Proc., 81 Separate No.* 628, 1-20.
- Tryono, F. X. Y., Febriana, R. K. N., dan Minarto, E. (2017). Identifikasi Sebaran Aliran Air Bawah Tanah (Groundwater) dengan Metode Vertical Electrical Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger di Wilayah Cepu, Blora Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), 29-33.
- Usman., Baso., Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., dan Rohayu, E. (2017). “Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger.” *Jurnal Fisika FLUX* 14(2): 65.
- Vebrianto, S. (2016). *Eksplorasi Metode Geolistrik Resistivitas, Polaritas Terinduksi dan Potensial Diri*. Malang: Universitas Brawijaya.

Yasir., Safaa, F., Jani, J., dan Mukri, M. (2018). “Data in Brief Geophysical Measurement for Estimation of Groundwater Hydraulic Properties.” *Data in Brief* 21: 907–10. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.10.057>.

Yuliadi, M. D., Antosia, R. M., dan Zaenudin, A. (2021). *Pendugaan Kedalaman Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Studi Kasus Bandar Lampung dan Sekitarnya*.