

**PERBANDINGAN HASIL PENDUGAAN LAPISAN
BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN
METODE RESISTIVITAS KONFIGURASI
SCHLUMBERGER DAN *WENNER-
SCHLUMBERGER***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika



Oleh:

DHIFA SALSABILA

NIM. 1908026020

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Dhifa Salsabila

NIM : 1908026020

Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PERBANDINGAN HASIL PENDUGAAN LAPISAN BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN
METODE RESISTIVITAS KONFIGURASI *SCHLUMBERGER* DAN *WENNER-SCHLUMBERGER***

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 13 Juni 2023

Pembuat Pernyataan



Dhifa Salsabila
NIM. 1908026020

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Perbandingan Hasil Pendugaan Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*

Nama : **Dhifa Salsabila**

NIM : 1908026020

Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo serta dinyatakan LULUS pada tanggal 26 Juni 2023 dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 3 Juli 2023

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Hartono, M.Sc.

NIP.1990092420190310006

Penguji II,

Fachrizal Rian Pratama, M.Sc.

NIP.198906262019031012

Penguji III,

Heni Sumarti, M.Si.

NIP.198710112019032009

Penguji IV,

Islikmah, M.Sc.

NIP.197011262019032021

Pembimbing I,

Hartono, M.Sc.

NIP.1990092420190310006

Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP.197708232009121001



NOTA DINAS

Semarang, 13 Juni 2023

Yth. Ketua Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Hasil Pendugaan Lapisan Bawah Permukaan
Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi
Schlumberger dan Wenner-Schlumberger
Nama : Dhifa Salsabila
NIM : 1908026020
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I,



Hartono, M.Sc.
NIP. 199009242019031006

NOTA DINAS

Semarang, 13 Juni 2023

Yth. Ketua Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Hasil Pendugaan Lapisan Bawah Permukaan
Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi
Schlumberger dan Wenner-Schlumberger

Nama : Dhifa Salsabila

NIM : 1908026020

Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II,



Agus Sudarmanto, M.Si.
NIP. 197708032009121001

ABSTRAK

Penelitian tentang pendugaan lapisan bawah permukaan menggunakan metode geolistrik resistivitas telah dilakukan di daerah Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman lapisan bawah permukaan menggunakan konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*, serta membandingkan hasil dugaan lapisan bawah permukaan dengan data bor. Pengambilan data dilakukan pada 6 titik menggunakan masing-masing konfigurasi. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel, IPI2Win*, dan *Res2Dinv*. Hasil interpretasi penelitian menunjukkan adanya lapisan bawah permukaan pada daerah penelitian yaitu pada titik 1 *Schlumberger* terdapat lapisan top soil, lempung, lempung berpasir, air tanah, dan pasir. Titik 2 terdapat lapisan top soil, pasir, lempung berpasir, pasir, dan lempung. Titik 3 terdapat lapisan top soil, lempung, lempung berpasir, lempung pasir, dan lempung. Titik 4 terdapat lapisan top soil, pasir berlempung, pirit, dan lempung. Titik 5 terdapat top soil, lempung, dan lempung berpasir. Titik 6 terdapat top soil, lempung berpasir, dan lempung. Sedangkan pada titik 1 hingga titik 6 *Wenner-Schlumberger* terdapat lapisan top soil dan lempung. Kedalaman yang dijangkau pada konfigurasi *Schlumberger* mencapai kedalaman 50,4 meter, sedangkan pada *Wenner-Schlumberger* mencapai 24 meter.

Kata Kunci: Geolistrik, Kedalaman, Lapisan Bawah Permukaan, *Schlumberger*, *Wenner Schlumberger*, Data Bor.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi'alamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang selalu dinantikan syafaatnya.

Skripsi dengan judul “Perbandingan Hasil Pendugaan Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*” disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini melibatkan banyak pihak yang memberikan pengarahan, bimbingan, dan bantuan yang sangat berarti. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Agus Sudarmanto, M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu,

tenaga, dan pikirannya untuk selalu memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

4. Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
5. Hartono, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk selalu memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Istikomah, M.Sc. selaku Wali Dosen penulis selama masa Pendidikan di UIN Walisongo.
7. Segenap Dosen dan Staff UIN Walisongo yang telah berdedikasi dan mengajarkan banyak ilmu serta memberikan pelayanan terbaik selama penulis menempuh Pendidikan di UIN Walisongo.
8. Orang tua tercinta, Ayahanda Tafsirun dan Ibunda Rahayuningsih yang senantiasa memberikan doa terbaik, dukungan, cinta dan kasih sayangnya kepada penulis.
9. Azkiatuz Zahroh, Asri Ramadhani, serta keluarga besar dan saudara penulis yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis.
10. Hilda Ayu Khumaeroh, Sovi Anjelia Pratiwi, dan Intan Nur Permatasari selaku sahabat penulis yang memberikan

semangat, motivasi, dan selalu sabar mendengarkan keluhan kesah penulis saat penyusunan skripsi.

11. Seluruh teman-teman Fisika 2019 (khususnya teman-teman Geofisika) dan KKN MIT Ke-15 Posko 17 Desa Kebonharjo yang menjadi teman seperjuangan dalam menempuh Pendidikan di UIN Walisongo.
12. Semua pihak yang turut membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Semarang, 13 Juni 2023

Penulis

Dhifa Salsabila

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
NOTA DINAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	7
C. Rumusan Masalah	7
D. Tujuan Penelitian.....	8
E. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Landasan Teori	10
1. Kondisi Geologi Kota Semarang.....	10
2. Lapisan Bawah Permukaan	16
3. Metode Geolistrik Resistivitas (Tahanan Jenis).....	21
4. Sifat Kelistrikan Batuan.....	28

5.	Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	30
6.	Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	34
7.	Data Pengeboran.....	37
B.	Kajian Pustaka.....	40
BAB III METODE PENELITIAN		45
A.	Lokasi dan Waktu Penelitian	45
B.	Alat dan Bahan Penelitian.....	47
C.	Prosedur Penelitian	48
D.	Teknik Analisis Data	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		52
A.	Gambaran Umum Penelitian	52
B.	Hasil Penelitian.....	53
C.	Pembahasan.....	79
BAB V PENUTUP		90
A.	Kesimpulan.....	90
B.	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA.....		93
LAMPIRAN		100
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		116

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
Gambar 2.1	Peta Geologi Kota Semarang	15
Gambar 2.2	Peta Lokasi Penelitian	16
Gambar 2.3	Lapisan Bumi	20
Gambar 2.4	Pengaruh Jarak Antar Elektroda Terhadap Kedalaman	25
Gambar 2.5	Medium Berlapis dengan Variasi Resistivitas	27
Gambar 2.6	Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	31
Gambar 2.7	Rangkaian Elektroda Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	32
Gambar 2.8	Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	36
Gambar 2.9	Data Pengeboran	38
Gambar 3.1	Titik Pengukuran	45
Gambar 3.2	Satu Set Perangkat <i>Resistivity meter</i>	48
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	50
Gambar 4.1	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Schlumberger</i> Titik 1	54
Gambar 4.2	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Schlumberger</i> Titik 2	56
Gambar 4.3	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Schlumberger</i> Titik 3	59
Gambar 4.4	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Schlumberger</i> Titik 4	61
Gambar 4.5	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Schlumberger</i> Titik 5	64
Gambar 4.6	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Schlumberger</i> Titik 6	66
Gambar 4.7	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 1	68
Gambar 4.8	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 2	70
Gambar 4.9	Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 3	72

Gambar 4.10 Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 4	74
Gambar 4.11 Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 5	76
Gambar 4.12 Hasil Pengolahan Data Resistivitas <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 6	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan	Halaman
Tabel 2.1	Nilai Resistivitas Batuan	29
Tabel 3.1	Lokasi Pengukuran	46
Tabel 3.2	Waktu Penelitian	47
Tabel 4.1	Nilai Resistivitas Batuan <i>Schlumberger</i> Titik 1	55
Tabel 4.2	Nilai Resistivitas Batuan <i>Schlumberger</i> Titik 2	57
Tabel 4.3	Nilai Resistivitas Batuan <i>Schlumberger</i> Titik 3	59
Tabel 4.4	Nilai Resistivitas Batuan <i>Schlumberger</i> Titik 4	62
Tabel 4.5	Nilai Resistivitas Batuan <i>Schlumberger</i> Titik 5	64
Tabel 4.6	Nilai Resistivitas Batuan <i>Schlumberger</i> Titik 6	67
Tabel 4.7	Nilai Resistivitas Batuan <i>Wenner- Schlumberger</i> Titik 1	69
Tabel 4.8	Nilai Resistivitas Batuan <i>Wenner- Schlumberger</i> Titik 2	71
Tabel 4.9	Nilai Resistivitas Batuan <i>Wenner- Schlumberger</i> Titik 3	73
Tabel 4.10	Nilai Resistivitas Batuan <i>Wenner- Schlumberger</i> Titik 4	75
Tabel 4.11	Nilai Resistivitas Batuan <i>Wenner- Schlumberger</i> Titik 5	77
Tabel 4.12	Nilai Resistivitas Batuan <i>Wenner- Schlumberger</i> Titik 6	79
Tabel 4.13	Perbandingan Kedalaman Konfigurasi <i>Schlumberger</i> dan <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 1	83
Tabel 4.14	Perbandingan Kedalaman Konfigurasi <i>Schlumberger</i> dan <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 2	84

Tabel 4.15	Perbandingan Kedalaman Konfigurasi <i>Schlumberger</i> dan <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 3	84
Tabel 4.16	Perbandingan Kedalaman Konfigurasi <i>Schlumberger</i> dan <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 4	85
Tabel 4.17	Perbandingan Kedalaman Konfigurasi <i>Schlumberger</i> dan <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 5	85
Tabel 4.18	Perbandingan Kedalaman Konfigurasi <i>Schlumberger</i> dan <i>Wenner-Schlumberger</i> Titik 6	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Keterangan	Halaman
Lampiran 1	Lokasi Titik Pengukuran	100
Lampiran 2	Peta Daerah Penelitian	100
Lampiran 3	Data Penelitian	101
Lampiran 4	Perhitungan Nilai Error	113
Lampiran 5	Rata-Rata Nilai Error Pada Lapisan Pertama	113
Lampiran 6	Rata-Rata Nilai Error Pada Lapisan Kedua	113
Lampiran 7	Dokumentasi Pengukuran Data	114
Lampiran 8	Hasil Cek Turnitin	115

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bumi memiliki beragam lapisan yang terdiri dari jenis batuan yang berbeda. Setiap lapisan batuan memiliki karakteristik unik, termasuk perbedaan dalam sifat fisik, kimia, dan strukturnya antara satu lapisan dengan yang lainnya. Selain itu, di bawah permukaan bumi, terdapat juga lapisan tanah atau materi lainnya yang terletak di bawah permukaan bumi. Lapisan ini dapat terbentuk melalui berbagai proses geologi seperti sedimentasi, pelapukan, vulkanisme, dan pergerakan lempeng tektonik. Proses geologi ini bersifat eksogen (berasal dari luar bumi) dan endogen (berasal dari dalam bumi).

Lapisan bawah permukaan memiliki peran penting dalam banyak aspek kehidupan manusia, termasuk sebagai sumber air tanah, bahan tambang, dan sebagai dasar bagi struktur bangunan dan jalan raya. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang lapisan bawah permukaan sangatlah penting dalam berbagai bidang seperti geologi, teknik sipil, dan eksplorasi mineral (Hendrawan, 2016; Sastrawan, Arisalwadi and Rahmania, 2020).

Lapisan bawah permukaan merupakan salah satu informasi penting yang digunakan dalam eksplorasi mineral, pemetaan air tanah, identifikasi potensi masalah pada konstruksi, dan sebagainya. Informasi ini dapat diperoleh melalui berbagai teknik geofisika yang dapat mengukur sifat-sifat fisik dari lapisan bawah permukaan, seperti resistivitas, konduktivitas, densitas, dan sebagainya. Struktur lapisan bawah permukaan dapat dipengaruhi oleh proses geologi dan iklim masing-masing wilayah (Hakim and Manrulu, 2016).

Ilmu geofisika merupakan bidang studi dalam ilmu bumi yang memanfaatkan prinsip-prinsip fisika untuk mempelajari bumi. Pendekatan seismik, magnetik, gravitasi, geolistrik, dan elektromagnetik adalah beberapa bidang geofisika yang menggunakan berbagai konsep fisika untuk menganalisis bumi (Hakim and Manrulu, 2016).

Menurut Reynolds (2005) yang dikutip dalam buku Pendekatan Metode Geolistrik Dalam Perencanaan Pondasi, metode geolistrik adalah salah satu teknik geofisika yang dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan. Metode geolistrik, dimungkinkan untuk mempelajari lebih

lanjut tentang karakteristik fisik lapisan yang mendasari dengan mengamati aliran listrik yang melewatinya. Potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang timbul dari sumber buatan atau alami digunakan untuk mengukur permukaan bumi (Hendrajaya, 1990). Salah satu metode geolistrik yang paling banyak digunakan untuk menggambarkan kondisi geologi bawah permukaan adalah metode resistivitas (Telford, 1990). Metode ini berfokus pada pengukuran resistivitas, yaitu kemampuan bahan atau lapisan untuk menghambat aliran listrik. Dengan mengukur resistivitas di berbagai titik, informasi tentang distribusi batuan dan struktur geologi di bawah permukaan dapat diperoleh.

Pengiriman arus listrik ke bawah permukaan adalah metode yang digunakan dalam geolistrik untuk menggambarkan keadaan lapisan bawah permukaan. Nilai terukur dari perbedaan potensial pada elektroda permukaan berfungsi sebagai hasilnya. Variasi nilai resistivitas pada setiap lapisan di bawah lokasi pengukuran dapat diidentifikasi dari nilai beda potensial yang diukur (Reynolds, 2005; Rumahorbo, 2023). Dua jenis teknik pengumpulan data yang berbeda digunakan dalam metode geolistrik

resistivitas yaitu *mapping* dan *sounding*. Teknik *mapping* resistivitas digunakan untuk melihat variasi nilai resistivitas lapisan bawah permukaan secara horizontal, sedangkan teknik *sounding* resistivitas digunakan untuk melihat variasi nilai resistivitas batuan di bawah permukaan bumi dalam arah vertikal (Nugroho dan Fatma Ayu, 2021).

Pendekatan konfigurasi *Schlumberger* adalah salah satu jenis studi geolistrik yang sering diterapkan. Teknik *Schlumberger* merupakan teknik *sounding*. Teknik ini melibatkan penggunaan dua elektroda yang ditempatkan di permukaan untuk mengukur resistivitas lapisan bawah permukaan. Konfigurasi *Schlumberger* mengubah jarak elektroda arus secara bertahap dengan tetap mempertahankan elektroda potensial (Sheriff, 2002). Menurut Wijaya and Kusmiran (2021), konfigurasi *Schlumberger* memiliki resolusi yang tinggi terhadap perubahan nilai resistivitas secara vertikal, tetapi metode ini memiliki resolusi yang rendah terhadap perubahan nilai resistivitas secara horizontal. Konfigurasi yang memiliki resolusi tinggi secara horizontal maupun vertikal adalah konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan hasil modifikasi dari konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger*. Metode *Wenner-Schlumberger* menggunakan dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Proses pengambilan datanya dengan menggeser dan juga membentangkan elektroda. Konfigurasi ini memiliki sensitivitas yang sangat baik, baik secara horizontal maupun vertikal (Loke, 2004; Humala P, 2011).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana kelebihan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dibandingkan dengan konfigurasi *Schlumberger* dalam memperkirakan kondisi bawah permukaan mengingat proses pengambilan data pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan *Schlumberger*. Hal tersebut akan menjadi salah satu faktor penting dalam memilih konfigurasi pengukuran resistivitas yang tepat tergantung pada tujuan dan kedalaman yang ingin diketahui, maka sangat perlu dilakukan perbandingan untuk mengetahui keunggulan dari *Wenner-Schlumberger* terhadap pendugaan lapisan bawah permukaan.

Lokasi yang menjadi fokus penelitian geolistrik resistivitas ini adalah Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang. Di daerah tersebut juga sudah terdapat data pendukung yaitu berupa data pengeboran yang nantinya akan digunakan untuk memvaliditas hasil penelitian. Data pengeboran yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari artikel jurnal yang ditulis oleh Masvika, dkk, pada tahun 2018. Dalam penelitian ini, titik-titik yang akan dilakukan penelitian terletak di beberapa kelurahan di Semarang Utara, yaitu Kelurahan Panggung Lor, Kelurahan Bulu Lor, Kelurahan Bandarharjo, dan Kelurahan Tanjung Mas.

Untuk memastikan validitas dari penggunaan konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* dalam pendugaan pelapisan bawah permukaan, diperlukan sebuah acuan atau referensi yang dapat memvalidasi hasil pengukuran yang didapatkan. Dalam hal ini, data bor di daerah yang akan diteliti menjadi acuan yang dapat memvalidasi hasil pendugaan menggunakan metode geofisika. Data bor merupakan data *real* atau sesungguhnya, karena data tersebut berupa batuan yang diambil secara langsung, sementara penggunaan metode geofisika masih dalam ranah dugaan atau interpretasi. Oleh karena itu, untuk

memastikan validitas dari hasil pendugaan menggunakan metode geofisika, diperlukan data bor yang dapat memvalidasi hasil tersebut.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dilakukan di Kecamatan Semarang Utara, pengambilan datanya di sekitar titik data bor
2. Metode geolistrik yang digunakan adalah metode resistivitas dengan konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*
3. Pengolahan data menggunakan *Software Res2Dinv*, *IPI2Win*, dan *Microsoft Excel*
4. Model penampang yang dihasilkan adalah satu dimensi (1D) dan dua dimensi (2D)
5. Fokus penelitian ini adalah pada kedalaman lapisan bawah permukaan

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang ditulis dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Berapa kedalaman tiap lapisan bawah permukaan berdasarkan hasil pendugaan menggunakan metode resistivitas konfigurasi *Schlumberger*?
2. Berapa kedalaman tiap lapisan bawah permukaan berdasarkan hasil pendugaan menggunakan metode resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*?
3. Bagaimana perbandingan hasil kedalaman lapisan bawah permukaan menggunakan data resistivitas konfigurasi *Schlumberger* dan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dibandingkan dengan data bor?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui kedalaman tiap lapisan bawah permukaan berdasarkan hasil pendugaan menggunakan metode resistivitas konfigurasi *Schlumberger*
2. Mengetahui kedalaman tiap lapisan bawah permukaan berdasarkan hasil pendugaan menggunakan metode resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

3. Mengetahui perbandingan hasil kedalaman lapisan bawah permukaan menggunakan data resistivitas konfigurasi *Schlumberger* dan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dibandingkan dengan data bor

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan akurat tentang lapisan bawah permukaan dengan membandingkan konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai literatur pertimbangan bagi peneliti lain untuk menentukan konfigurasi paling efektif dan efisien dalam memperoleh data resistivitas lapisan bawah permukaan
3. Penelitian ini juga dapat membantu dalam pengembangan infrastruktur dan mitigasi resiko bencana geologi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Kondisi Geologi Kota Semarang

Menurut Thaden (1996) yang dikutip oleh Setiawan and Wirabuana (2014), peta geologi Lembar Magelang-Semarang dapat digunakan untuk mengetahui gambaran geologi wilayah Kota Semarang dan sekitarnya. Secara umum, wilayah Kota Semarang dan sekitarnya memiliki tiga jenis formasi geologi yang berbeda. Pertama, terdapat endapan permukaan, kedua terdapat batuan vulkanik kuarter (muda), dan ketiga batuan sedimen tersier (tua). Tanah liat (clay), lanau, pasir, dan mineral lainnya membentuk endapan alluvium, yang dapat menumpuk hingga ketebalan lebih dari 50 meter di pantai, sungai, dan danau. Kerikil, kerakal, pasir, dan lanau membentuk endapan di sungai dan danau, yang ketebalannya berkisar antara 0,1 hingga 3 meter. Andesit, batu lempung, dan sejumlah kecil batu pasir yang membentuk formasi bongkah (batu) biasanya membuat lapisan akuifer, terutama di pasir hingga bahan berbasis kerikil.

Susunan stratigrafi Kota Semarang dari yang tertua hingga termuda, yaitu: (Putranto *dkk.*, 2015)

a) Formasi Kerak (Tmk)

Ada kombinasi berbagai jenis di daerah ini, termasuk batu lempung, napal, batu pasir, tufaan, konglomerat, breksi vulkanik, dan batu gamping. Batu lempung yang ditemukan di sini dapat berwarna muda hingga tua, terkadang bercampur dengan batu lanau atau batu pasir, dan mengandung fosil seperti foram, moluska, dan koral koloni. Lapisan tipis konglomerat juga ditemukan dalam batu lempung di Kali Kripik dan dalam batu pasir. Sementara itu, batu gamping yang ditemukan di daerah ini umumnya berlapis, kristalin, dan memiliki kandungan pasir, dengan ketebalan total lebih dari 400 m.

b) Formasi Kalibeng (Tmkb)

Batuan yang terdiri dari tiga jenis yaitu napal, batu pasir tufaan, dan batu gamping. Napal berwarna abu-abu kehijauan hingga kehitaman, yang terdiri dari mineral lempung dan semen karbonat, memiliki porositas yang rendah hingga kedap air, dapat diperkirakan

keras saat kering dan mudah hancur ketika basah. Di beberapa tempat terdapat kandungan karbon (bahan organik) di dalam napal ini. Batu pasir tufaan berwarna kuning kehitaman, dengan butiran halus hingga kasar dan memiliki porositas yang sedang serta sedikit kasar. Sedangkan batu gamping merupakan lapisan kecil dalam napal, berwarna putih kelabu, keras dan padat.

c) Formasi Kali Getas (Qpkg)

Batuan di daerah ini terdiri dari breksi dan lahar yang mengandung lava dan tuf halus hingga kasar. Terdapat sisipan batu lempung yang mengandung moluska dan batu pasir tufaan di bagian bawahnya. Breksi dan lahar berwarna coklat kehitaman dan terdiri dari komponen andesit, basalt, dan batu apung. Komponen umumnya berbentuk sudut tajam. Porositas breksi sedang hingga tinggi, dan batuan ini bersifat keras. Tufa berwarna kuning keputihan, halus hingga kasar, porositas tinggi, dan getas. Batu lempung berwarna hijau dengan porositas rendah dan diperkirakan keras dalam keadaan kering, tetapi mudah

hancur dalam keadaan basah. Batu pasir tufaan berwarna coklat kekuningan, halus hingga sedang, porositas sedang, dan diperkirakan keras.

d) Formasi Damar (Qtd)

Komposisi batuan terdiri dari batu pasir tufaan, konglomerat, dan breksi vulkanik. Batu pasir tufaan berwarna kuning kecoklatan dengan butiran halus hingga kasar, terdiri dari mineral feldspar, kuarsa, dan mafik, dan memiliki massa dasar tufaan. Batu pasir tufaan ini memiliki porositas sedang, keras. Sementara itu, konglomerat memiliki warna kuning kecoklatan hingga kehitaman, dan komponennya berukuran 0,5-5 cm yang terdiri dari andesit, basalt, dan batu apung yang membundar baik, dan sedikit rapuh. Breksi vulkanik mungkin diendapkan sebagai lahar dan berwarna abu-abu kehitaman dengan komponen utama andesit dan basalt, yang berukuran 1-20 cm, dan memiliki bentuk menyudut hingga membundar tanggung serta sedikit keras.

e) Batu Gunungapi Kaligesik (Qpk)

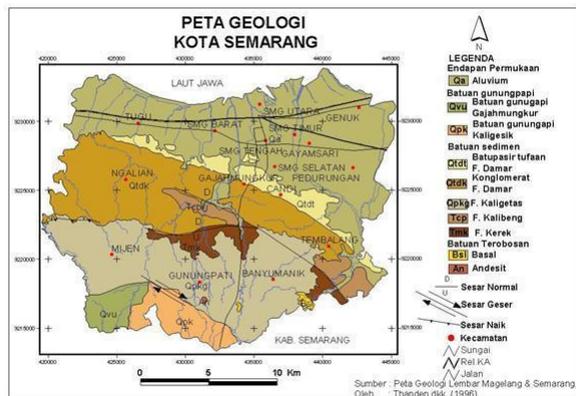
Dalam formasi batuan ini terdapat lava basalt yang berwarna abu-abu kehitaman, berbutir halus, terdiri dari mineral feldspar, olivine, dan augit, memiliki karakteristik sangat kuat. Selain itu, terdapat breksi andesit yang mengandung hornblende augit dan aliran lava, yang sebelumnya dikenal sebagai batuan gunungapi Ungaran Lama. Breksi andesit berwarna coklat kehitaman, dengan komponen berukuran 1-50 cm, memiliki bentuk menyudut hingga membundar tanggung dan terdiri dari massa dasar tufaan, porositas sedang, serta keras. Aliran lava berwarna abu-abu tua, halus, dan di beberapa tempat menunjukkan struktur vesikular (berongga).

f) Batuan Gunungapi Gajahmungkur (Qvu)

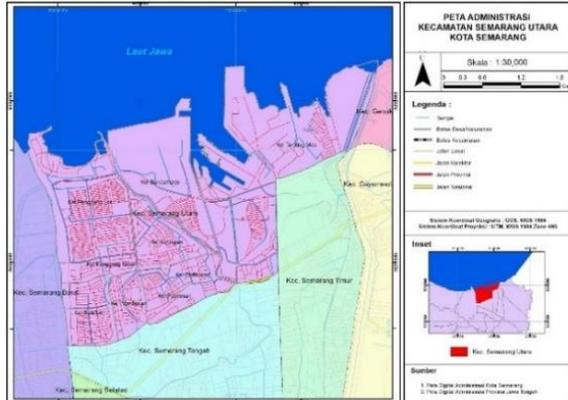
Batuan lava andesit, yang terdiri dari kristal-kristal halus dari mineral seperti feldspar, Hornblende, dan augit. Batuan ini berwarna abu-abu kehitaman dan sangat keras. Di beberapa tempat, batuan ini menunjukkan struktur kekar berlembar atau *sheeting joint*.

g) Aluvial

Lapisan lumpur yang disebut alluvial menumpuk di sekitar danau, sungai, dan pantai. Lapisan tanah liat, lumpur, dan pasir yang mungkin lebih dari 50 meter membentuk lapisan sedimen pantai. Di sisi lain, kerikil, pasir, dan lanau membentuk strata sedimen sungai dan danau sedalam 1 hingga 3 meter. Andesit, batu kapur, dan sedikit batu pasir juga digunakan untuk membuat batu besar.



Gambar 2. 1 Peta Geologi Kota Semarang (Tari, 2022)



Gambar 2. 2 Peta Lokasi Penelitian
(Widhi, 2019)

2. Lapisan Bawah Permukaan

Menurut Balfas (2015) yang dikutip oleh Farihanum (2021), proses tektonik dan non-tektonik dapat digunakan untuk mengkategorikan proses yang terlibat dalam produksi struktur geologi. Aktivitas non-tektonik terjadi sebagai akibat dari pengaruh gaya gravitasi pada permukaan bumi, sedangkan proses tektonik disebabkan oleh gaya dari dalam bumi.

Penelitian geologi telah mengidentifikasi bahwa struktur bumi terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu kerak bumi, mantel bumi, dan inti bumi. Namun, penelitian geofisika telah mengungkapkan bahwa lapisan bumi sebenarnya

terdiri dari tujuh lapisan yang lebih spesifik. Lapisan-lapisan tersebut mencakup *centrosphere* (inti bumi), lapisan luar inti bumi, pita bawah (lapisan terbawah dari mantel), pita tengah (lapisan tengah dari mantel), pita atas (lapisan teratas dari mantel), lapisan bawah kerak bumi, dan lapisan atas kerak bumi.

Hal ini ditegaskan dalam QS. At-Talaq 65 : 12.

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ وَمِنَ الْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ الْأَمْرُ
بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ اللَّهَ قَدْ
أَحَاطَ بِكُلِّ شَيْءٍ عِلْمًا

Artinya: Allah yang menciptakan tujuh langit dan dari (penciptaan) bumi juga serupa. Perintah Allah berlaku padanya, agar kamu mengetahui bahwa Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu, dan ilmu Allah benar-benar meliputi segala sesuatu (QS. At-Talaq :12).

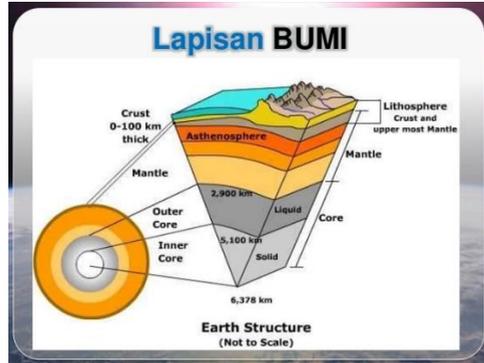
Penafsiran Ibnu Katsir, adapun firman Allah SWT: dan seperti itu pula bumi (At-Talaq : 12). Yakni tujuh lapis, seperti yang dijelaskan di dalam sebuah hadist yang terdapat di dalam kitab Sahihain, yaitu “Barang siapa yang merebut tanah orang lain barang sejengkal, maka Allah akan mengalungkannya (pada lehernya) dari tujuh lapis bumi”. Di dalam kitab Sahih Bukhari disebutkan dengan lafadz “maka dibenamkan ke dalamnya

sampai tujuh lapis bumi”. Jalur-jalur periwayatan dan lafadz-lafadz hadist ini telah diketengahkan, dan para ulama ahli hadist mengatakan bahwa hadist ini terdapat di dalam permulaan kitab Al-Bidayah wan Nihayah, sebagai sumbernya, yaitu dalam bab “Penciptaan Bumi”. Telah disebutkan tujuh lapis bumi, dan bahwa jarak diantara masing-masing ketebalannya sama dengan jarak perjalanan lima ratus tahun. Hal yang sama telah dikatakan oleh Ibnu Mas’ud dan ulama lainnya. Demikian pula telah disebutkan dalam hadist yang lain, yaitu “Tiadalah tujuh lapis langit dan semua yang ada padanya dan semua yang ada diantara tiap lapisnya, begitu pula tujuh lapis bumi dan semua yang ada padanya serta semua yang ada di antara tiap lapisnya (bila dibandingkan dengan Al-Kursi melainkan sebuah pelarian, seperti lingkaran kecil (mata uang logam) yang tergeletak dipadang sahara yang luas”.

Struktur geologi meliputi berbagai macam bentuk tanah dan komponen di dalam tanah. Bahan mineral dan organik dengan kapasitas untuk membentuk agregat membentuk struktur tanah. Dengan menyiapkan bahan padat yang

mengandung pori-pori, agregat tanah dibuat. Komponen yang membentuk kerak bumi secara luas dapat dibagi menjadi dua kelompok: tanah (soil) dan rock (batuan). Ketika dikombinasikan dengan air, butiran mineral yang membentuk tanah dapat dipisahkan secara mekanik. Di sisi lain, batuan terbentuk melalui kombinasi mineral yang saling terikat oleh kekuatan kohesi yang konstan dan kuat (Hakim and Manrulu, 2016).

Tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama berdasarkan tempat pembentukannya. Pertama, tanah lapuk mengacu pada tanah yang dibuat sebagai hasil dari pelapukan fisik dan kimia batuan induk. Kedua, terdapat tanah yang berasal dari dekomposisi bahan organik, seperti serasah dan humus, yang disebut tanah organik. Tanah disebut sebagai tanah sisa jika produk pelapukan tetap berada di lokasi aslinya. Namun jika hasil pelapukan telah dipindahkan dari tempat asalnya, maka disebut sebagai tanah angkutan (Telford, Geldard and Sheriff, 1990; Hakim and Manrulu, 2016)



Gambar 2. 3 Lapisan Bumi

<https://gotambang.wordpress.com/2018/06/05/struktur-dan-lapisan-bumi/>

Struktur tanah terbentuk melalui pengikatan butir-butir tanah, dimana fraksi-fraksi seperti tanah liat, lempung, dan pasir berikatan membentuk tanah primer dan menciptakan pori-pori kosong di dalamnya. Pori-pori tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu pori-pori kasar dan pori-pori halus. Pori-pori kasar umumnya terisi oleh udara atau air yang mudah mengalir, sedangkan pori-pori halus biasanya terisi oleh air kapiler atau udara.

Seperti yang terdapat dalam QS. An-Nazi'at 79 : 31, yaitu sebagai berikut.

أَخْرَجَ مِنْهَا مَاءَهَا وَمَرْعَاهَا

Artinya: *Darinya (bumi) Dia pancarkan air dan (menumbuhkan) tumbuh-tumbuhannya (QS. An-Nazi'at : 31).*

Dalam penafsiran surat *Ha Mim Sajdah* dijelaskan bahwa bumi diciptakan sebelum penciptaan langit, tetapi Allah SWT. baru menjadikannya rata setelah penciptaan langit. Artinya, Allah SWT. memunculkan segala sesuatu yang ada di dalam bumi ke alam nyata (setelah penciptaan langit). Ibnu Abbas dan beberapa ulama lainnya setuju dengan makna ini, dan Ibnu Jarir juga memilihnya. Ibnu Abu Hatim meriwayatkan kepada kami, dari ayakku, dari Abdullah Ibnu Ja'far Ar-Ruqqi, dari Ubaidillah (yaitu Ibnu Umar), dari Zaid Ibnu Abu Anisah, dan Al-Minhal Ibnu Amr, dari Sa'id Ibnu Jubair, dari Ibnu Abbas, mengenai makna "duhhaha", bahwa maknanya adalah Allah SWT. memunculkan mata air, tumbuhan, sungai, gunung, padang pasir, dan dataran tinggi diatas permukaannya.

3. Metode Geolistrik Resistivitas (Tahanan Jenis)

Salah satu teknik yang digunakan dalam geofisika untuk memeriksa karakteristik aliran listrik di dalam tanah adalah geolistrik.

Pengukuran geolistrik adalah salah satu teknik yang digunakan untuk memastikan atau menggambarkan kondisi bawah permukaan. Ini melibatkan pengamatan arus potensial dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alami maupun ketika arus buatan diterapkan ke bumi. Metode geolistrik digunakan untuk memperoleh pemahaman dan pemetaan kondisi bawah permukaan, serta menggambarkan variasi sifat kelistrikan di dalamnya (Naryanto, 2018).

Menurut Syifauzzahroh (2018) geolistrik memiliki beberapa metode, seperti Potensi Diri (SP), Polarisasi yang Diinduksi (IP), resistivitas (tahanan jenis), dan beberapa metode lainnya. Metode geolistrik dalam bidang geofisika memiliki beberapa keunggulan yang mencakup aspek lingkungan yang ramah, tidak mengeluarkan biaya yang banyak, mengambil data dengan cepat, dan memberikan informasi yang benar adanya mengenai kondisi bawah permukaan hingga kedalaman 40-100 meter, tergantung pada jumlah elektroda, jarak antar elektroda, dan konfigurasi yang digunakan. Namun, metode ini memiliki kelemahan yaitu ketidakakuratan informasi yang

diperoleh jika lapisan bawah tanah memiliki kedalaman lebih dari 100 meter, karena arus listrik akan semakin lemah pada jarak yang semakin jauh.

Menurut Reynolds (2005) dalam buku Pendekatan Metode Geolistrik, metode geolistrik resistivitas adalah salah satu metode dalam ilmu geofisika yang mengkaji karakteristik resistivitas lapisan bawah permukaan. Pada pengaturan yang digunakan, perbedaan potensial terdeteksi melalui elektroda potensial saat arus mengalir ke tanah melalui elektroda arus. Dengan mengambil pengukuran arus dan potensial pada jarak tertentu, metode ini memungkinkan penentuan variasi nilai resistivitas di bawah titik pengukuran (Rahmawati, 2009; Prabandini, 2019)

Cara kerja metode geolistrik untuk menduga tahanan jenis (resistivitas) adalah dengan menyuntikkan arus listrik melalui elektroda arus ke dalam tanah atau batuan, dan kemudian mengukur perbedaan potensial yang diterima oleh elektroda potensial (Tama, 2015). Metode geolistrik resistivitas ialah pilihan yang sangat efisien dan tepat untuk eksplorasi pada kedalaman yang dangkal. Pendekatan ini sering digunakan

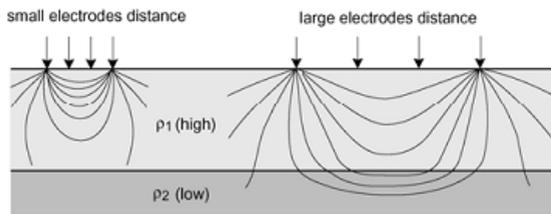
dalam teknik geologi, seperti dalam menentukan profil batuan dasar, memperkirakan ketebalan lapisan bawah permukaan, estimasi kedalaman air tanah, serta berperan sebagai pendukung metode lain dalam analisis geologi (Rahmawati, 2009). Metode untuk mengukur resistivitas geolistrik dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu:

- a) Metode resistivitas pemetaan (*mapping*), yang digunakan untuk menguji perubahan resistivitas lapisan bawah permukaan secara mendatar atau lateral.
- b) Metode resistivitas *sounding*, yang mencoba untuk menyelidiki variasi resistivitas batuan dalam kaitannya dengan kedalaman atau secara vertikal.

Menurut Telford, Geldard and Sheriff (1990) yang dikutip oleh Heradian and Arman (2015) menyatakan bahwa struktur bawah permukaan dapat dianggap sebagai sebuah sistem yang terdiri dari nilai resistivitas yang beragam. Nilai resistivitas ini dipengaruhi oleh beberapa variabel, seperti homogenitas batuan, kandungan mineral logam, kelembaban, porositas, permeabilitas, suhu, dan usia geologi batuan. Karena pengaruh faktor-

faktor ini, nilai resistivitas yang diukur tidak mewakili nilai resistivitas *real*, tetapi merupakan penggabungan dari nilai resistivitas beberapa jenis batuan yang ada di dalam lapisan tersebut. Hal ini umumnya disebut sebagai resistivitas semu.

Resistivitas semu menggambarkan nilai resistivitas rata-rata dalam volume batuan atau tanah yang signifikan, dan dapat mencakup rentang nilai yang luas tergantung pada jarak antar elektroda. Saat jarak elektroda pendek, resistivitas semu akan mendekati nilai resistivitas batuan di dekat permukaan, terutama untuk lapisan yang tipis. Namun, jika jarak antar elektroda lebih besar, nilai resistivitas semu akan mencerminkan nilai resistivitas batuan yang lebih dalam.



Gambar 2. 4 Pengaruh Jarak Antar Elektroda terhadap Kedalaman Lapisan (Yaqin, 2014)

Kedalaman lapisan batuan yang dapat dideteksi tergantung pada jarak antar elektroda, seperti

yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Semakin jauh jarak antar elektroda, semakin dalam pula lapisan batuan yang dapat diidentifikasi. Meskipun permukaan bumi digunakan untuk pengukuran resistivitas diasumsikan homogen, sebenarnya bumi terdiri dari lapisan heterogen baik secara vertikal maupun horizontal. Oleh karena itu, batuan dengan heterogenitas dan ketidaksamaan akan menunjukkan variasi nilai resistivitas yang berbeda-beda, yang dikenal sebagai resistivitas semu (Waluyo, 2005).

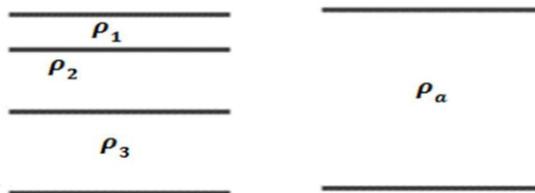
Berikut ini adalah beberapa faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas semu (Farihanum, 2021)

- a) Komposisi mineral batuan, semakin banyak mineral lempung dalam batuan, maka nilai resistivitasnya akan semakin rendah.
- b) Ukuran butiran penyusun batuan menentukan seberapa baik mereka menghantarkan arus listrik, ketika ukuran butiran penyusun batuan berkurang, nilai resistivitas menurun.
- c) Ketika garam dilarutkan dalam air di dalam batuan, kandungan ion air akan meningkat,

yang mengakibatkan air memiliki kemampuan untuk menghantarkan arus listrik. Di sisi lain, semakin padat suatu batuan, maka resistivitasnya akan meningkat

d) Kandungan air, baik itu air tanah atau air permukaan dapat mengurangi nilai resistivitas.

Jika menganggap bahwa bumi tidak homogen, maka dapat diasumsikan bahwa dalam bumi terdapat berbagai lapisan dengan nilai resistivitas yang beragam. Untuk keperluan analisis, konsep yang digunakan adalah resistivitas semu, yang merupakan resistivitas dari suatu medium homogen yang setara dengan kondisi bumi dengan banyak lapisan. Konsep ini dapat dijelaskan melalui ilustrasi pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 5 Medium Berlapis dengan Variasi Resistivitas
(Rahmawati, 2009)

Dalam konteks ini, diasumsikan bahwa medium terdapat dua atau lebih lapisan dengan

resistivitas yang beragam, seperti ρ_1 , ρ_2 , dan ρ_3 digeneralisasi menjadi satu lapisan homogen dengan resistivitas semu (ρ_a). Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.1)$$

Dengan:

ρ_a = resistivitas semu (Ωm)

K = faktor geometri

ΔV = beda potensial (mV)

I = kuat arus (mA)

4. Sifat Kelistrikan Batuan

Sifat kelistrikan yang ada pada batuan merupakan karakteristik yang melekat pada medium pembentuk batuan tersebut. Sifat kelistrikan dapat bersifat alami atau dapat diinduksi dengan memasukkan arus listrik ke dalam batuan. Salah satu sifat kelistrikan yang khas dari batuan adalah resistivitas, yang menggambarkan kesanggupan batuan memungkinkan arus listrik mengalir. Seberapa baik suatu zat menghambat aliran arus listrik ditentukan oleh nilai resistivitasnya. Kapasitas

material untuk membawa arus listrik berkurang dengan meningkatnya resistivitas, dan sebaliknya.

Tabel 2.1 adalah variasi mineral bumi, terutama nilai resistivitas pada batuan menurut (Telford, dkk, 1990).

Tabel 2. 1 Nilai Resistivitas Batuan

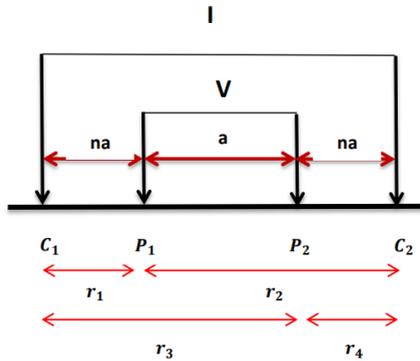
Material	Nilai Resistivitas (Ωm)
Lempung (<i>Clay</i>)	1 - 100
Pasir (<i>Sand</i>)	1 - 1000
Lanau (<i>Silt</i>)	10 - 200
Batu Lumpur	3 - 70
Batu Pasir (<i>Sandstone</i>)	200 - 8.000
Batu Kapur	100 - 500
Gamping (<i>Limestone</i>)	500 - 10.000
Air Permukaan	10 - 100
Air Tanah (<i>Ground Water</i>)	0,5 - 300
Air Asin (<i>Sea Water</i>)	0,2
Breksi	75 - 200
Andesit (<i>Andesite</i>)	100 - 200
Tufa Vulkanik	20 - 100
Konglomerat	2×10^3 - 10.000
Tanah (17.3% air)	0,60

Nilai resistivitas juga dikenal sebagai tahanan jenis pada setiap batuan dan mineral di bumi bervariasi

karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kepadatan, usia batuan, komposisi mineral, kandungan elektrolit, permeabilitas, dan porositas (Prasmewari, *dkk*, 2012; Farihanum, 2021)

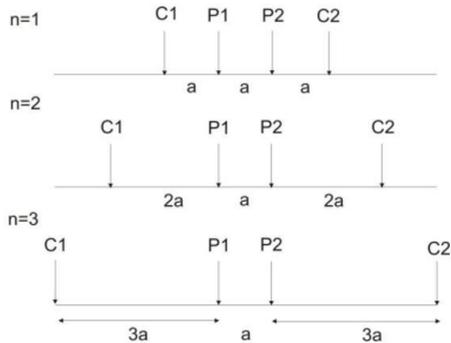
5. Konfigurasi *Schlumberger*

Metode resistivitas mempunyai beragam konfigurasi, termasuk salah satunya adalah metode konfigurasi *Schlumberger*, yang juga dikenal sebagai *Vertical Electrical Sounding* (VES).. Menurut Nugroho and Afiatna (2021) konfigurasi *Schlumberger* adalah cara yang umum digunakan untuk mengkarakterisasi lapisan bawah permukaan. Metode ini melibatkan pengaturan elektroda dalam formasi tertentu. Dalam konfigurasi *Schlumberger*, terdapat dua elektroda arus dan dua elektroda potensial yang ditempatkan sejajar. Penempatan elektroda arus (C_1 dan C_2) dan potensial (P_1 dan P_2) dalam kaitannya dengan titik pusat simetris di kedua sisi. Setiap konfigurasi pada metode resistivitas terdapat rumus hitung yang berbeda untuk mengestimasi ketebalan dan nilai resistivitas batuan di bawah permukaan (Nugroho, 2019).



Gambar 2. 6 Konfigurasi *Schlumberger* (Telford, Geldard and Sheriff, 1990)

Pada metode ini, jarak antara elektroda arus semakin disesuaikan, perlu dicatat bahwa jarak antara elektroda potensial diamati tetap. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, sebaiknya jarak antara elektroda potensial dalam konfigurasi *Schlumberger* dibuat sekecil mungkin, yaitu potensial (P_1 dan P_2) < arus (C_1 dan C_2), sehingga jarak P_1 dan P_2 secara teori tetap. Namun, karena keterbatasan sensitivitas alat pengukur, ketika jarak elektroda arus sudah cukup besar, jarak elektroda potensial harus diubah. Idealnya, jarak elektroda potensial sebaiknya tidak melebihi seperlima jarak elektroda arus (Mudral and Malik, 2019; Utari, 2020; Nugroho and Afiatna, 2021).



Gambar 2. 7 Rangkaian Elektroda Konfigurasi *Schlumberger* (Nugroho, 2019)

Terdapat dua elektroda arus (C1 dan C2) dan dua elektroda potensial (P1 dan P2) dalam konfigurasi *Schlumberger*. Elektroda potensial ditempatkan pada daerah pengukuran yang diinginkan, sementara elektroda arus ditempatkan di luar daerah pengukuran. Jarak antara kedua elektroda tersebut dilambangkan dengan “a”, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Pengukuran ini dilakukan dengan elektroda arus dipindahkan ke arah yang lebih jauh, sementara elektroda potensial tetap diam, hingga mencapai jarak survei yang diinginkan. Sistem aturan spasi yang digunakan adalah konstan dengan faktor “n” yang dapat disebut dengan faktor pengali.

Berdasarkan Gambar 2.5 setiap r memiliki nilai sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 r_1 &= C_1 P_1 & r_3 &= C_1 P_2 \\
 r_1 &= \frac{C_1 C_2}{2} - \frac{P_1 P_2}{2} = S - B & r_3 &= \frac{C_1 C_2}{2} + \frac{P_1 P_2}{2} = S + B \\
 r_2 &= C_2 P_1 & r_4 &= C_2 P_2 \\
 r_2 &= \frac{C_1 C_2}{2} + \frac{P_1 P_2}{2} = S + B & r_4 &= \frac{C_1 C_2}{2} - \frac{P_1 P_2}{2} = S - B
 \end{aligned}$$

Konfigurasi *Schlumberger* memiliki faktor geometri seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 K &= 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \\
 K &= 2\pi \left[\left(\frac{1}{S-B} - \frac{1}{S+B} \right) - \left(\frac{1}{S+B} - \frac{1}{S-B} \right) \right]^{-1} \\
 K &= 2\pi \left[\left(\frac{(S+B)-(S-B)}{(S-B)(S+B)} \right) - \left(\frac{(S-B)-(S+B)}{(S+B)(S-B)} \right) \right]^{-1} \\
 K &= 2\pi \left[\left(\frac{2B}{S^2-B^2} \right) + \left(\frac{2B}{S^2-B^2} \right) \right]^{-1} \\
 K &= 2\pi \left[\frac{4B}{S^2-B^2} \right]^{-1} \\
 K &= \pi \frac{S^2-B^2}{2B} \tag{2.2}
 \end{aligned}$$

Konfigurasi *Schlumberger* memiliki keuntungan karena dapat membandingkan nilai resistivitas semu ketika ada perubahan jarak elektroda (bergeser), yang memungkinkannya mendeteksi non-homogenitas lapisan batuan di permukaan bumi. Pengukuran perbedaan potensial dalam potensial elektroda akan berkurang jika jarak

dengan elektroda arus semakin jauh, yang merupakan kekurangan dari konfigurasi ini. Oleh karena itu, diperlukan alat ukur multimeter dengan akurasi tinggi. *Schlumberger* lebih efektif digunakan untuk *sounding* atau pengambilan data secara vertikal (Setiawan, 2021).

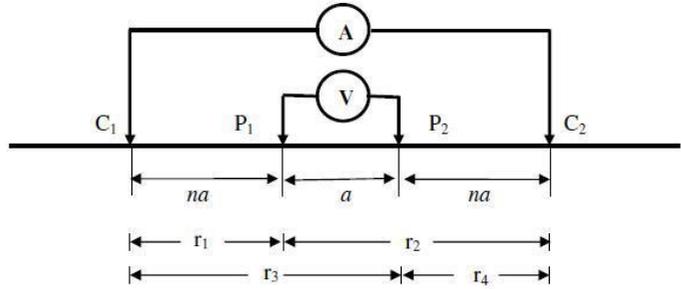
6. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Menurut Loke (1999) yang dikutip oleh Dwi Agustin, *dkk* (2016) konfigurasi *Wenner-Schlumberger* ialah kombinasi antara konfigurasi *Schlumberger* dan konfigurasi *Wenner*. Metode resistivitas dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki kemampuan sensitif yang baik dalam pengungkapan struktur lapisan bawah permukaan baik secara lateral maupun vertikal. Dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner* ini mampu mencakup area horizontal yang lebih luas. Penggunaan elektroda arus dan potensial yang selalu berpindah posisi memberikan manfaat pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dibandingkan konfigurasi lainnya. Hal ini membuat konfigurasi ini sangat rentan terhadap ketidakhomogenan lokal, seperti adanya kabel dan lensa di bawah permukaan. Sensitivitas ini terjadi karena

perbedaan potensial yang diukur cukup besar akibat jarak yang cukup jauh antara elektroda potensial (Rahayu *dkk.*, 2019; Fuadi, Muhardi and Yusa, 2020).

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* terdapat aturan spasi yang konsisten dengan memperhitungkan faktor perbandingan “n”, seperti yang terlihat pada Gambar 2.7. Dalam konfigurasi ini, hasil perbandingan jarak antara elektroda C_1 dan P_1 dengan jarak antara elektroda C_2 dan P_2 digunakan untuk menghitung faktor pembanding “n”. Dalam konfigurasi arus ini, jika jarak antara elektroda potensial P_1 dan P_2 adalah “a”, maka jarak antara elektroda arus (C_1 dan C_2) adalah $2na+a$ (Anas *dkk.*, 2020).

Untuk melakukan pengukuran menggunakan konfigurasi ini, menjaga jarak konstan antara elektroda “a” untuk setiap pengukuran. Misalnya, jika elektroda C_1 dan C_2 dipisahkan 12 m, maka elektroda P_1 dan P_2 dipisahkan oleh 4 m dan seterusnya.



Gambar 2. 8 Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Mamonto, As'ari and Ferdy, 2016)

Berdasarkan pada Gambar 2.7, setiap r memiliki nilai, yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 r_1 &= P_1 - C_1 & r_2 &= P_1 - C_2 \\
 r_1 &= na & r_2 &= na + a \\
 & & r_2 &= a + na \\
 r_3 &= P_2 - C_1 & r_4 &= P_2 - C_2 \\
 r_3 &= a + na & r_4 &= na \\
 r_3 &= na + a
 \end{aligned}$$

Menurut Vebrianto (2016) yang dikutip oleh Shobihah (2018), Faktor geometri dari metode resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 K &= 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \\
 K &= 2\pi \left[\left(\frac{1}{na} - \frac{1}{(a+na)} \right) - \left(\frac{1}{(a+na)} - \frac{1}{na} \right) \right]^{-1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
K &= 2\pi \left[\left(\frac{(a+na)-na}{na(a+na)} \right) - \left(\frac{na-(a+na)}{na(a+na)} \right) \right]^{-1} \\
K &= 2\pi \left[\left(\frac{a}{(na^2+(na)^2)} + \frac{a}{(na^2+(na)^2)} \right) \right]^{-1} \\
K &= 2\pi \left[\left(\frac{2a}{(n+n^2)a^2} \right) \right]^{-1} \\
K &= 2\pi \left(\frac{\frac{1}{2}}{(n+n^2)a} \right) \\
K &= \left(\frac{\frac{2\pi}{2}}{(n+n^2)a} \right) \\
K &= \pi a(n + n^2) \tag{2.3}
\end{aligned}$$

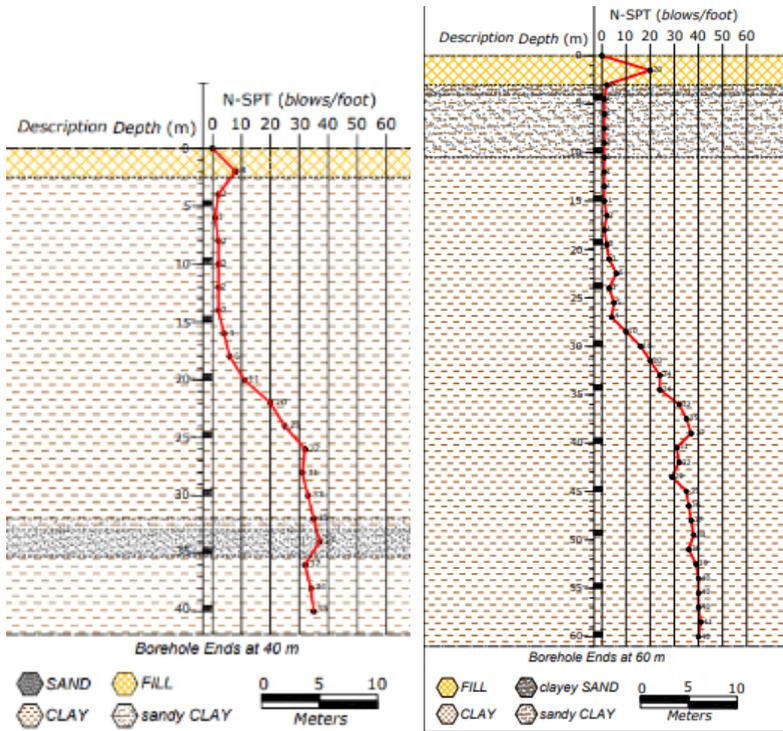
Dimana a merupakan jarak antar masing-masing elektroda, n merupakan jarak antar elektroda potensial, dan π adalah konstanta.

7. Data Pengeboran

Data bor atau pengeboran adalah data yang diperoleh dari proses pengeboran sumur atau lubang bor di dalam tanah atau batuan. Data ini mencakup informasi mengenai litologi lapisan bawah permukaan. Pengeboran dilakukan dengan menggunakan peralatan khusus seperti bor mesin atau bor berputar untuk mencapai kedalaman yang diinginkan. Data bor sangat penting dalam penelitian geologi, karena memberikan pemahaman yang mendalam tentang lapisan

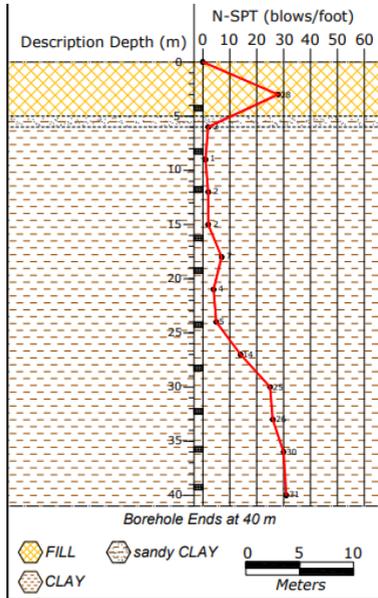
bawah permukaan. Data bor yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data pengeboran yang terdapat pada artikel jurnal yang ditulis oleh Masvika, Adi and Faris (2018).

Gambar 2.8 menunjukkan data pengeboran yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu di daerah Semarang Utara, Kota Semarang. Data tersebut berupa informasi kedalaman tiap lapisan bawah permukaan serta jenis batuaninya.



(a)

(b)



(c)

Gambar 2. 9 Data Pengeboran

Lokasi titik bor (a) berada di Jl. Gondomono, Semarang Utara, dengan tiga titik pengambilan data geolistrik yaitu titik 1 berada di Jl. Kokrosono, titik 2 berada di Jl. Tanggul Mas Raya, dan titik 3 berada di taman sentyaki. Lokasi titik bor (b) berada di Kelurahan Tanjung Mas, Semarang Utara, dengan satu titik pengambilan data geolistrik yaitu berada di Pos IV Pelabuhan Tanjung Emas. Lokasi titik bor (c) berada di Gedung BMKG dan Kamla, dengan dua titik pengambilan data geolistrik

yaitu berada di Lapangan Pelabuhan dan Lapangan Mercusuar.

B. Kajian Pustaka

Studi sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilaksanakan, meliputi:

1. Hasil deteksi air tanah menggunakan teknik geolistrik konfigurasi *Schlumberger*, *Wenner*, *Wenner-Schlumberger*, *Dipole-Dipole*, dan *Pole-Pole* dibandingkan dalam penelitian Adhe, Waterman and Nurkhamim (2022). Penelitian ini dilakukan berdasarkan studi literatur dalam jurnal nasional, maupun internasional. Perbedaan penelitian Adhe, Waterman and Nurkhamim (2022) dengan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada perbandingan temuan estimasi lapisan bawah permukaan serta lokasi penelitian yang berbeda. Yang mana hasil data tersebut akan di validasi dengan data bor yang sudah akurat. Lalu penelitian yang akan dilakukan juga melakukan pengukuran data secara langsung di lapangan.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Rahayu *dkk.* (2019) yaitu pendugaan bawah permukaan formasi walanae menggunakan metode resistivitas.

Penelitian tersebut menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, lokasi penelitian berada di Desa Bira, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Data yang diperoleh dari pengukuran berupa nilai koordinat, elevasi, arus, dan beda potensial. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pada penampang resistivitas terlihat tiga lapisan dengan nilai resistivitas rendah ($<6,44 \Omega\text{m}$), sedang ($16,6 - 285 \Omega\text{m}$) dan tinggi ($285 - 1892 \Omega\text{m}$). Kemungkinan ketiga lapisan ini terdiri dari lapisan lempung-pasir yang mungkin mengandung air tanah, lapisan alluvium, dan lapisan batu gamping terumbu. Poin pembeda dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian tersebut hanya menggunakan satu konfigurasi atau tidak membandingkan beberapa konfigurasi. Selain itu, *software* yang digunakan untuk mengolah data adalah X2IPI sedangkan *software* yang akan penulis gunakan adalah *Res2Dinv* dan *IPI2Win*.

3. Ningsih and Motlan (2020) telah melakukan penelitian identifikasi lapisan bawah permukaan situs purbakala menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* di Desa Lobu Tua

Kabupaten Tapanuli Tengah. Pengukuran dilakukan pada 2 lintasan dengan panjang lintasan 155 meter. Data yang diperoleh dalam penelitian ini diolah menggunakan *software Res2Dinv*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya anomali batuan andesit sebagai penyusun situs purbakala dan lapisan kedua lintasan didominasi oleh alluvium yang terdiri dari pasir dan kerikil. Pembeda dengan penelitian yang akan dilakukan adalah tempat penelitian yang berbeda, penelitian Ningsih and Motlan (2020) hanya menggunakan satu konfigurasi saja, dan tidak di validitas dengan data bor.

4. Boimau, Maubana and Pakaenoni (2021) telah melakukan penelitian pendugaan air tanah dengan metode geolistrik resistivitas di Desa Matabesi. Penelitian ini menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan tujuan mengetahui nilai resistivitas batuan dan batuan penyusun bawah permukaan serta mengklasifikasikannya. Data yang diperoleh diinterpretasi menggunakan *software Res2Dinv* dengan hasil penelitiannya adalah diduga terdapat 3 jenis batuan yakni *clay* atau lempung dan alluvium. Poin pembeda dengan

penelitian yang akan dilaksanakan yaitu penelitian Boimau, Maubana and Pakaenoni (2021) hanya menggunakan satu konfigurasi. Selain itu, daerah penelitian yang berbeda.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Hakim and Manrulu (2016) yaitu aplikasi konfigurasi *Wenner* dalam menganalisis jenis material bawah permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui struktur lapisan bawah permukaan dengan aplikasi konfigurasi *Wenner*. Pengukuran dilakukan di 3 lintasan dengan panjang lintasan 100 m. Data yang telah diperoleh menggunakan persamaan tahanan jenis semu kemudian diolah menggunakan *software Res2Dinv*. Hasil interpretasi data penelitian ini menunjukkan bahwa adanya air tanah, batuan konglomerat, batu gamping, dan batu granit pada kedalaman 17,4 m. Pembeda dengan penelitian yang akan dilaksanakan adalah konfigurasi yang digunakan dan juga daerah penelitiannya.
6. Rakhmanto, Hirijanto and Syafii (2019) telah melakukan penelitian pendugaan potensi air tanah dengan metode geolistrik resistivitas di Desa Bantaran, Kec. Bantaran, Kab. Probolinggo. Tujuan

dari penelitian ini adalah memetakan akuifer air tanah di Desa Bantaran, Kec. Bantaran, Kab. Probolinggo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah VES atau *sounding* dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger*. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *IPI2Win*, *Progress 3*, dan *RockWorks*. Perbedaan penelitian Rakhmanto, Hirijanto and Syafii (2019) dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian tersebut hanya menggunakan satu konfigurasi, daerah penelitian yang berbeda, dan juga *software* yang digunakan berbeda. *Software* yang digunakan penulis adalah *Res2Dinv* dan *IPI2Win*.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kecamatan Semarang Utara Kota Semarang. Gambar 3.1 menunjukkan titik pengukuran. Pengambilan data dilakukan sebanyak 6 titik di sekitar titik data bor, lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1. Penelitian ini menggunakan data dari pengukuran secara langsung di lapangan dan juga menggunakan data pengeboran.



Gambar 3. 1 Titik Pengukuran
(Google Earth, 2023)

Tabel 3. 1 Lokasi Pengukuran

Titik	Lokasi	Koordinat
1	Jl. Kokroso	Longitude: 110.401628° BT
		Lattitude: -6.967336° LS
2	Jl. Tanggul Mas Raya	Longitude: 110.403630° BT
		Lattitude: -6.965584° LS
3	Taman Sentyaki	Longitude: 110.404479° BT
		Lattitude: -6.970214° LS
4	Pos IV Pelabuhan Tanjung Emas	Longitude: 110.429244° BT
		Lattitude: -6.952896° LS
5	Lapangan Pelabuhan	Longitude: 110.416720° BT
		Lattitude: -6.949779° LS
6	Lapangan Mercusuar	Longitude: 110.416791° BT
		Lattitude: -6.951473° LS

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Waktu Penelitian

Kegiatan	Tanggal
Observasi Lapangan	27 Februari – 7 Maret 2023
Penentuan Titik	8 – 17 Maret 2023
Pengambilan Data	11 – 17 Mei 2023
Pengolahan Data	19 Mei – 4 Juni 2023

B. Alat dan Bahan Penelitian

Berikut ini adalah peralatan yang akan digunakan dalam penelitian untuk pengambilan dan mengolah data lapangan.

1. *Resistivity meter*, berperan sebagai pengirim arus dan penerima nilai resistivitas bawah permukaan
2. Elektroda arus dan potensial
3. Kabel penghubung
4. Palu untuk pemukulan elektroda
5. Aki, digunakan untuk sumber arus saat penggunaan alat geolistrik
6. Meteran, berfungsi sebagai alat ukur perpindahan elektroda

7. GPS, berfungsi untuk menentukan titik koordinat penelitian
8. Laptop, berfungsi untuk mencatat hasil pengukuran dan pengolahan data
9. Menggunakan *Software Res2Dinv*, *IPI2Win*, dan *Microsoft Excel*, berfungsi untuk mengolah data



Gambar 3. 2 Satu Set Perangkat Resistivity meter

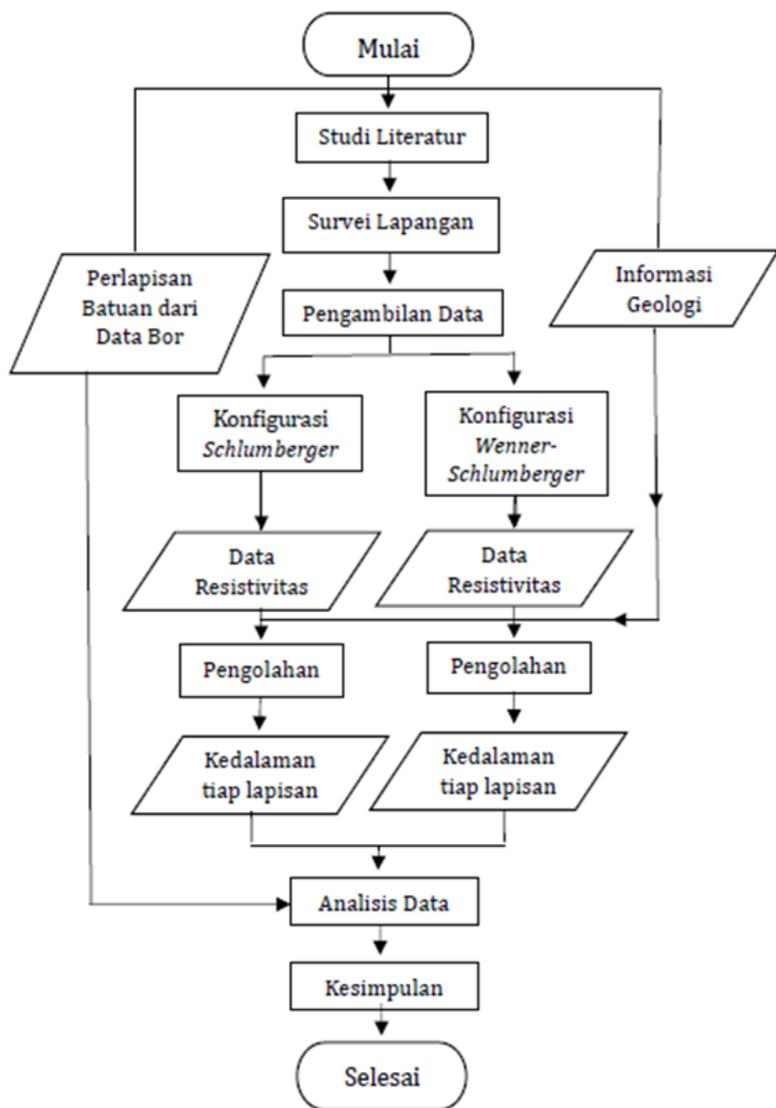
C. Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah proses penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Proses pengumpulan studi literatur penelitian dimulai dengan pencarian sumber-sumber terkait di berbagai media, seperti publikasi ilmiah, *e-book*, buku referensi, skripsi, dan buku non-fiksi. Untuk membantu dalam memperoleh pemahaman yang

lebih baik tentang masalah studi, data akan dikumpulkan dan diperiksa.

2. Survei lapangan tempat penelitian dilakukan untuk meninjau luas tanah yang akan diteliti
3. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk memastikan bahwa proses pengambilan data berjalan dengan lancar dan menghasilkan temuan yang akurat
4. Menentukan posisi titik penelitian dengan menggunakan GPS
5. *Resistivity meter* dengan metode resistivitas konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* digunakan untuk mengumpulkan data pada titik yang sudah ditetapkan.
6. Memperoleh data resistivitas semu konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*
7. Proses pengolahan termasuk *forward modelling*, *invers modelling*, dan interpretasi (menggunakan informasi geologi)
8. Proses analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai resistivitas pendugaan tiap lapisan batuan dengan data bor.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

D. Teknik Analisis Data

Informasi yang dikumpulkan oleh pengukuran dari lapangan, termasuk nilai potensial (V), kekuatan arus (I), jarak elektroda (a), dan panjang lintasan diproses menggunakan *Software Microsoft Excel*. Proses pengolahan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai resistivitas semu (ρ_a). Selanjutnya, nilai resistivitas semu diolah dengan *Software Res2Dinv* dan *IPI2Win* sehingga didapatkan nilai resistivitas pendugaan dari tiap lapisan batuan konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*. Selanjutnya data diinterpretasi dengan menggunakan tabel resistivitas batuan untuk menentukan jenis batuan setiap lapisan. Data bor menghasilkan data per lapisan batuan. Hasil interpretasi kedua konfigurasi dibandingkan dengan data bor atau data pelapisan batuan yang memiliki informasi tentang lapisan batuan secara *real* atau sesungguhnya, untuk menentukan konfigurasi mana yang paling mendekati dengan hasil yang sebenarnya antara konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Penelitian

Wilayah Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang, menjadi lokasi penelitian. Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan data geolistrik sebanyak 6 titik yang berbeda. Terdapat 3 titik pengambilan pada titik bor pertama, 1 titik pengambilan data geolistrik pada titik bor kedua, dan 2 titik pengambilan data geolistrik pada titik bor ketiga. Setiap titik pengukuran, data geolistrik diambil sebanyak dua kali dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*. Masing-masing titik bor diambil dengan jumlah titik yang berbeda dikarenakan kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengukuran (memasukkan elektroda ke dalam tanah untuk menginjeksikan arus).

Nilai arus dan beda potensial merupakan hasil yang didapatkan dari alat, sedangkan faktor geometri dihitung berdasarkan masing-masing konfigurasi (persamaan 2.2 dan 2.3). Berdasarkan nilai arus, beda potensial, dan faktor geometri kemudian didapatkan nilai resistivitas semu (persamaan 2.1). Proses pengolahan data ini dilakukan dengan menggunakan

Microsoft Excel. Hasil pengolahan data tersebut dapat ditemukan pada lampiran 3.

B. Hasil Penelitian

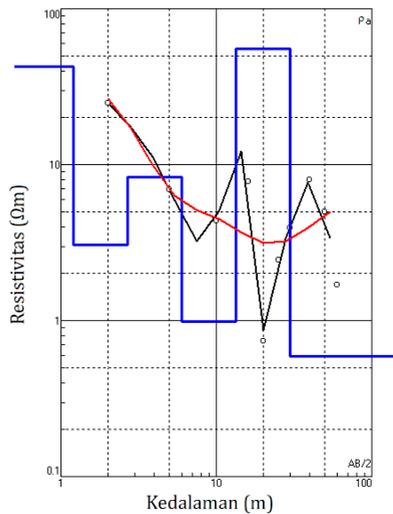
1. Konfigurasi Schlumberger

a) Hasil Pengolahan Data di Titik 1

Titik pertama berada di titik koordinat -6.967336° LS dan 110.401628° BT. Panjang lintasan *Schlumberger* adalah 60 meter ke kanan dan 60 meter ke kiri sehingga totalnya 120 meter. Jarak antar elektroda terkecil adalah 0,5 meter. Hasil perhitungan menggunakan *Microsoft Excel* menghasilkan nilai resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *software IPI2Win* yang menghasilkan grafik resistivitas (ρ) terhadap $AB/2$ (kedalaman).

Gambar 4.1 terlihat penampang konfigurasi *Schlumberger* yang menunjukkan garis biru sebagai hasil lapisan bawah permukaan (terdapat lima lapisan), garis hitam sebagai data pengukuran, dan garis merah sebagai model data. Namun, terdapat

ketidaksesuaian antara model data (garis merah) dengan data pengukuran (garis hitam) dengan nilai error sebesar 59,7 %. Seharusnya grafik model data yang berwarna merah dapat mengikuti garis data pengukuran yang berwarna hitam. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi nilai resistivitas (anomaly) yang terdapat pada lapisan bawah permukaan. Namun, sebaiknya nilai errornya tidak melebihi 15 % (Asmanto, 2012).



Gambar 4. 1 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Schlumberger* Titik 1

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software IPI2Win* yang didasarkan pada tabel

resistivitas batuan serta kondisi geologi di area penelitian. Pada titik 1, terdapat lima lapisan yang teridentifikasi, yaitu top soil, lempung, lempung berpasir, air tanah, dan pasir. Setiap lapisan memiliki jenis batuan yang berbeda.

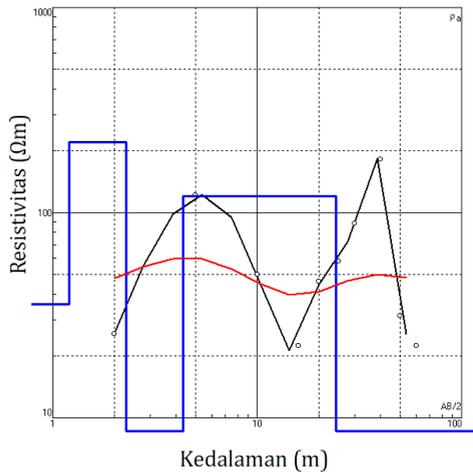
Tabel 4. 1 Nilai Resistivitas Batuan
Schlumberger Titik 1

Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
42,6	1,2	1,2	Top soil
3,05	2,68	1,48	Lempung
8,3	6	3,32	Lempung berpasir
0,983	13,4	7,4	Air tanah
55,1	30	16,6	Pasir

b) Hasil Pengolahan Data di Titik 2

Titik kedua penelitian ini dilakukan pada koordinat -6.965584° LS dan 110.403630° BT. Panjang lintasan konfigurasi *Schlumberger* adalah 120 meter dengan dibentangkan 60 meter ke arah kanan dan 60 meter ke arah kiri. Jarak terkecil antar elektroda adalah 0,5 meter. Data yang diukur kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel*

dengan menggunakan persamaan 2.1 untuk menghitung nilai resistivitas semu. Selanjutnya, data tersebut diproses menggunakan *software IPI2Win* yang menghasilkan grafik resistivitas (ρ) terhadap $AB/2$ (kedalaman).



Gambar 4. 2 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Schlumberger* Titik 2

Gambar 4.2 menampilkan penampang konfigurasi *Schlumberger*, dimana garis biru menggambarkan lapisan bawah permukaan (terdiri dari lima lapisan), garis hitam merupakan data pengukuran, dan garis merah adalah model data. Pada gambar tersebut, garis model data memiliki bentuk yang serupa

dengan data pengukuran, namun tidak sepenuhnya cocok dengan garis pengukuran dengan nilai error 61,5%. Sebaiknya nilai error pada pengolahan tidak melebihi 15 %. Selisih nilai error yang sangat jauh tersebut dapat disebabkan oleh variasi nilai resistivitas (anomaly) pada lapisan bawah permukaan (Asmanto, 2012).

Tabel 4.2 memperlihatkan hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software IPI2Win* dengan mengacu pada tabel resistivitas batuan dan kondisi geologi penelitian. Pada titik 2, teridentifikasi lima lapisan yang meliputi top soil, pasir, lempung berpasir, pasir, dan lempung.

Tabel 4. 2 Nilai Resistivitas Batuan
Schlumberger Titik 2

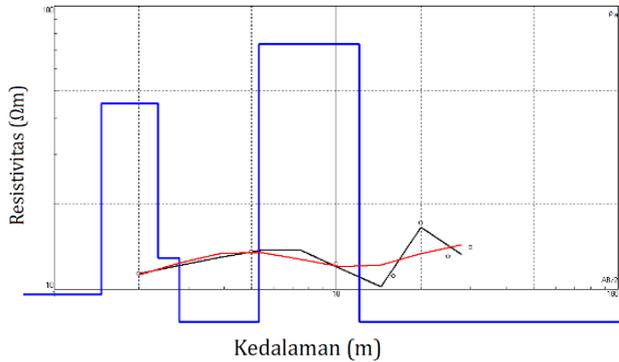
Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
35,8	1,2	1,2	Top soil
220	2,28	1,08	Pasir
6,78	4,35	2,07	Lempung berpasir
120	24,3	19,95	Pasir
2,87	50,4	26,1	Lempung

c) Hasil Pengolahan Data di Titik 3

Titik pengukuran ketiga terletak pada koordinat -6.970214° LS dan 110.404479° BT. Panjang lintasan konfigurasi *Schlumberger* yaitu masing-masing 30 meter ke arah kanan dan kiri, sehingga total panjang lintasannya adalah 60 meter. Jarak antar elektroda terkecil adalah 0,5 meter. Hasil perhitungan nilai resistivitas semu dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dengan menggunakan persamaan 2.1. selanjutnya data tersebut diolah menggunakan *software IPI2Win* yang menghasilkan grafik resistivitas (ρ) terhadap $AB/2$ (kedalaman).

Gambar 4.3 menampilkan penampang konfigurasi *Schlumberger*. Garis biru pada gambar merupakan representasi lapisan bawah permukaan yang terdiri lima lapisan, garis hitam menggambarkan data pengukuran, sedangkan garis merah merupakan model data. Pada titik 3, terlihat bahwa garis model data hampir sama dengan garis data pengukuran, hanya bagian akhir yang tidak sepenuhnya cocok dengan data pengukuran. Pada titik ini,

error yang dimiliki adalah sebesar 10,1 %, yang masih berada di bawah batasan maksimum error sebesar 15 % (Asmanto, 2012).



Gambar 4. 3 Hasil Pengolahan Data Resistivitas Schlumberger Titik 3

Tabel 4. 3 Nilai Resistivitas Batuan Schlumberger Titik 3

Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
9,58	1,47	1,47	Top soil
45,2	2,33	0,86	Lempung
12,9	2,76	0,43	Lempung berpasir
3,22	5,33	2,57	Lempung, pasir
73,2	12,1	6,77	Lempung

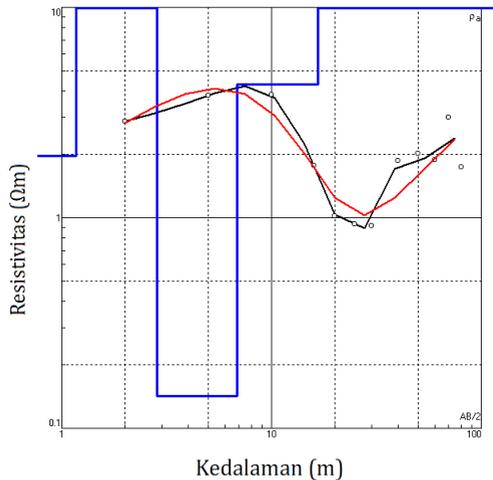
Tabel 4.3 diatas menunjukkan hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software IPI2Win* dan berdasarkan tabel resistivitas batuan serta informasi geologi penelitian. Lima lapisan yang teridentifikasi pada titik 3, yaitu top soil, lempung, lempung berpasir, lempung dan pasir, serta lempung.

d) Hasil Pengolahan Data di Titik 4

Titik keempat terletak pada koordinat - 6.952896° LS dan 110.429244° BT. Panjang lintasan *Schlumberger* adalah 80 meter ke kanan dan 80 meter ke kiri jadi total panjang lintasannya adalah 160 meter. Jarak terkecil antar elektroda adalah 0,5 meter. Dilakukan perhitungan menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan nilai resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. Selanjutnya, dilakukan pengolahan data menggunakan *software IPI2Win* yang menghasilkan grafik resistivitas (ρ) terhadap $AB/2$ (kedalaman).

Gambar 4.4 menampilkan visualisasi penampang konfigurasi *Schlumberger*. Garis

biru dalam gambar tersebut mewakili hasil dari lapisan bawah permukaan yang terdiri dari empat lapisan. Garis hitam menggambarkan data pengukuran, sedangkan garis merah mempresentasikan model data. Jika diperhatikan, bentuk garis model data yang berwarna merah sudah sesuai dengan bentuk garis data pengukuran yang berwarna hitam. Pada titik 4 ini, terdapat nilai error sebesar 13,6 % yang masih berada di bawah batas maksimum error 15 % sebagaimana yang ditetapkan dalam penelitian sebelumnya (Asmanto, 2012).



Gambar 4. 4 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Schlumberger* Titik 4

Tabel 4.4 memperlihatkan hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software IPI2Win*, dengan dasar tabel resistivitas batuan dan informasi geologi penelitian. Pada titik 4, terdapat empat lapisan yang teridentifikasi, yakni top soil, pasir berlempung, pirit, dan lempung. Setiap lapisan memiliki jenis batuan yang berbeda sesuai hasil analisis.

Tabel 4. 4 Nilai Resistivitas Batuan
Schlumberger Titik 4

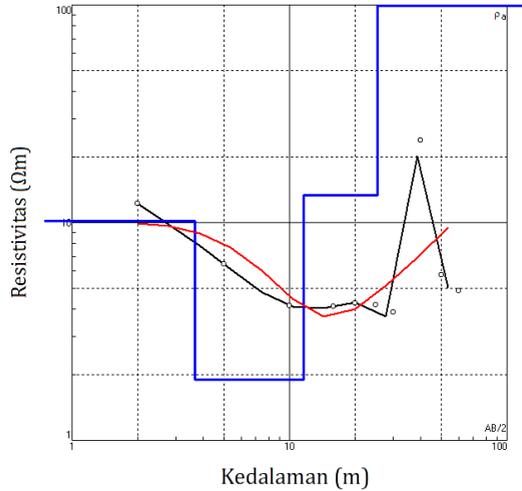
Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
1,93	1,17	1,17	Top soil
14,4	2,84	1,67	Pasir berlempung
0,142	6,85	4,01	Pirit
4,3	16,6	9,75	Lempung

e) Hasil Pengolahan Data di Titik 5

Titik kelima pengukuran dilakukan di titik koordinat -6.949779° LS dan 110.416720° BT. Panjang lintasan *Schlumberger* adalah 120 meter, dengan masing-masing bentangan 60 meter ke arah kanan dan kiri. Jarak antar

elektroda terkecil adalah 0,5 meter. Data resistivitas semu dihitung menggunakan *Microsoft Excel* dengan menggunakan persamaan 2.1. Kemudian data tersebut diolah menggunakan *software IPI2Win* yang menghasilkan grafik resistivitas (ρ) terhadap $AB/2$ (kedalaman).

Gambar 4.5 menampilkan penampang konfigurasi *Schlumberger*, dimana garis biru mewakili hasil lapisan bawah permukaan (terdapat tiga lapisan), garis hitam mewakili data pengukuran, dan garis merah mewakili model data. Pada titik 5, terlihat bahwa garis model data hampir sama dengan garis data pengukuran, namun terdapat perbedaan pada bagian akhir yang tidak sepenuhnya cocok dengan data pengukuran. Pada titik ini, memiliki nilai error sebesar 40,9 % dimana error tersebut melebihi batas maksimum error sebesar 15 %. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi nilai resistivitas (Asmanto, 2012).



Gambar 4. 5 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Schlumberger* Titik 5

Tabel 4. 5 Nilai Resistivitas Batuan *Schlumberger* Titik 5

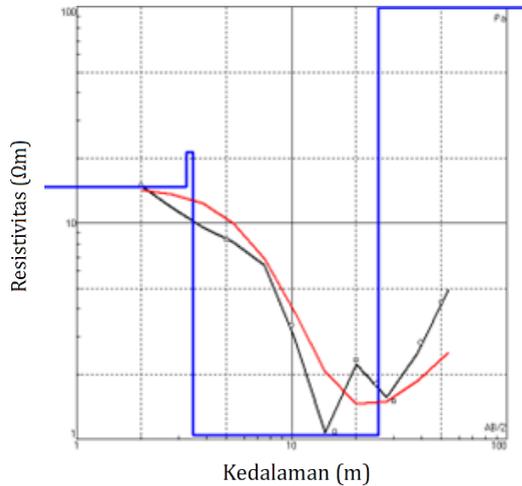
Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
10,2	3,67	3,67	Top soil
1,9	11,6	7,93	Lempung
13,4	25,3	13,7	Lempung berpasir

Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software IPI2Win*, yang didasarkan pada tabel resistivitas batuan dan informasi geologi

penelitian. Terdapat tiga lapisan yang dihasilkan pada titik 5. Adapun lapisan tersebut adalah top soil, lempung, dan lempung berpasir.

f) Hasil Pengolahan Data di Titik 6

Titik keenam pengukuran berlokasi di koordinat -6.951473° LS dan 110.416791° BT. Panjang lintasan konfigurasi *Schlumberger* adalah dengan bentangan 50 meter ke kanan dan 50 meter ke kiri, sehingga total panjang lintasan adalah 100 meter. Jarak terkecil antar elektroda adalah 0,5 meter. Melalui perhitungan menggunakan *Microsoft Excel*, diperoleh nilai resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan *software IPI2Win* yang menghasilkan grafik resistivitas (ρ) terhadap $AB/2$ (kedalaman).



Gambar 4. 6 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Schlumberger* Titik 6

Gambar 4.6 menunjukkan penampang konfigurasi *Schlumberger*, dengan garis biru sebagai representasi hasil lapisan bawah permukaan, garis hitam sebagai data pengukuran, dan garis merah sebagai model data. Pada gambar tersebut, model data pada titik 6 menampilkan garis yang hampir sesuai dengan garis data pengukuran, meskipun terdapat perbedaan pada bagian lengkungan. Pada titik ini, nilai error yang dimiliki adalah sebesar 35 %, dimana nilai error tersebut melebihi batas nilai maksimal error sebesar 15 % (Asmanto, 2012).

Tabel 4.6 menampilkan hasil pengolahan data resistivitas menggunakan *software IPI2Win* dan berdasarkan tabel resistivitas batuan serta informasi geologi penelitian. Pada titik 6 terdapat tiga lapisan yang teridentifikasi. Lapisan tersebut yaitu top soil, lempung berpasir, dan lempung.

Tabel 4. 6 Nilai Resistivitas Batuan
Schlumberger Titik 6

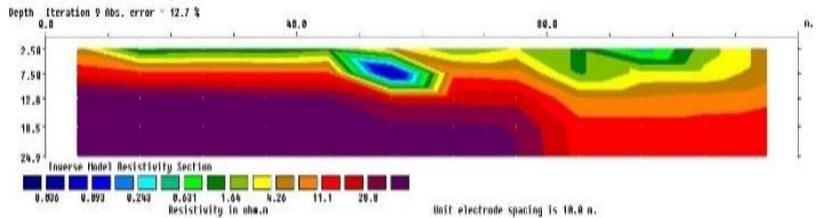
Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
14,7	3,25	3,25	Top soil
21,4	3,48	0,23	Lempung berpasir
1,04	25,4	21,9	Lempung

2. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

a) Hasil Pengolahan Data di Titik 1

Titik pertama berada di titik koordinat -6.967336° LS dan 110.401628° BT. Panjang lintasan *Wenner-Schlumberger* adalah 120 meter dengan arah bentangan ke utara-selatan dan jarak spasi elektrodanya 10 meter. Hasil perhitungan menggunakan *Microsoft Excel*

menghasilkan nilai resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv* menghasilkan penampang 2D.



Gambar 4. 7 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Wenner-Schlumberger* Titik 1

Berdasarkan Gambar 4.7, penampang hasil pengolahan data resistivitas titik 1 *Wenner-Schlumberger* terdapat lapisan bawah permukaan dengan nilai resistivitas yang beragam. Lapisan pertama berada pada kedalaman 5 meter, dan maksimum kedalaman pada titik 1 *Wenner-Schlumberger* adalah 24,9 meter. namun, dalam penelitian ini data yang digunakan hanya mampu mencakup kedalaman 12,8 meter, karena di bawah kedalaman tersebut data tidak mampu memberikan gambaran penampang yang

akurat. Hal ini dapat disebabkan oleh resolusi yang rendah dari konfigurasi *Wenner-Schlumberger* yang digunakan (Haerudin, dkk, 2021).

Tabel 4.7 menampilkan hasil interpretasi berdasarkan Gambar 4.7. Pada titik 1, terdapat dua lapisan yang teridentifikasi. Lapisan pertama merupakan top soil dan lapisan kedua adalah lempung.

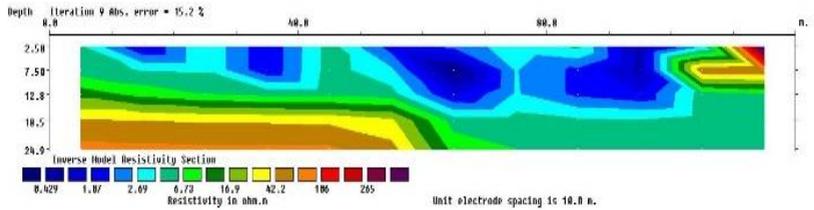
Tabel 4. 7 Nilai Resistivitas Batuan *Wenner-Schlumberger* Titik 1

Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
0,631	5	5	Top soil
11,1	12,8	7,8	Lempung

b) Hasil Pengolahan Data di Titik 2

Titik kedua penelitian berlokasi di titik koordinat -6.965584° LS dan 110.403630° BT. Panjang lintasan *Wenner-Schlumberger* yang digunakan yaitu 120 meter dengan arah lintasan dari timur ke barat, dan jarak antar elektroda sebesar 10 meter. Setelah melakukan

perhitungan menggunakan *Microsoft Excel*, diperoleh nilai resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. Selanjutnya data tersebut diolah menggunakan *software Res2Dinv* untuk menghasilkan penampang 2D.



Gambar 4. 8 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Wenner-Schlumberger* Titik 2

Berdasarkan Gambar 4.8, dapat dilihat penampang hasil pengolahan data resistivitas pada titik 2 menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Pada penampang tersebut, terdapat variasi nilai resistivitas pada lapisan bawah permukaan. Data yang digunakan pada titik 2 hanya mencapai kedalaman 18,5 meter, karena di bawah kedalaman tersebut data tidak mampu memberikan gambaran penampang yang akurat. Hal ini dapat disebabkan oleh resolusi yang rendah dari konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Haerudin, dkk, 2021). Kedalaman maksimum yang terdeteksi

mencapai 24,9 meter, dengan lapisan pertama terletak pada kedalaman 3 meter.

Tabel 4.8 memaparkan hasil interpretasi berdasarkan Gambar 4.8. Pada titik ini, teridentifikasi dua lapisan yang dapat diinterpretasikan. Lapisan pertama adalah top soil dan lapisan kedua adalah lempung.

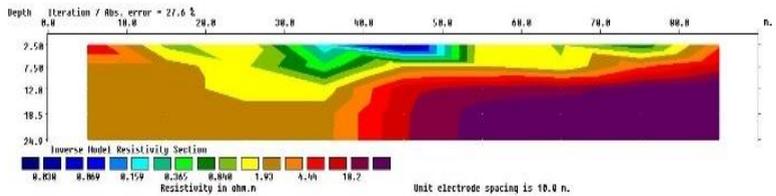
Tabel 4. 8 Nilai Resistivitas Batuan *Wenner-Schlumberger* Titik 2

Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
0,429	3	3	Top soil
2,69	18,5	15,5	Lempung

c) Hasil Pengolahan Data di Titik 3

Titik ketiga pengukuran dilakukan di koordinat -6.970214° LS dan 110.404479° BT. Panjang lintasan *Wenner-Schlumberger* yaitu 90 meter dengan arah bentangan utara-selatan, dan spasi elektroda yang digunakan adalah 10 meter. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan *Microsoft Excel*, dihasilkan nilai

resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. Kemudian data tersebut diproses menggunakan *software Res2Dinv* untuk menghasilkan penampang 2D.



Gambar 4. 9 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Wenner-Schlumberger* Titik 3

Berdasarkan Gambar 4.9, penampang hasil pengolahan data resistivitas titik 3 menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* terdapat lapisan bawah permukaan dengan nilai resistivitas yang beragam. Kedalaman yang dihasilkan pada titik 3 mencapai kedalaman 24,9 meter, dengan lapisan pertama berada pada kedalaman 7,5 meter. Namun, data yang digunakan dalam titik 3 hanya mencapai 12,8 meter, karena di bawah kedalaman tersebut data tidak mampu memberikan gambaran penampang yang akurat. Hal ini disebabkan oleh resolusi yang

rendah dari konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Haerudin, dkk, 2021).

Tabel 4.9 menampilkan hasil interpretasi berdasarkan Gambar 4.9. Pada titik 3 terdapat dua lapisan yang teridentifikasi, yaitu top soil sebagai lapisan pertama dan lempung sebagai lapisan kedua.

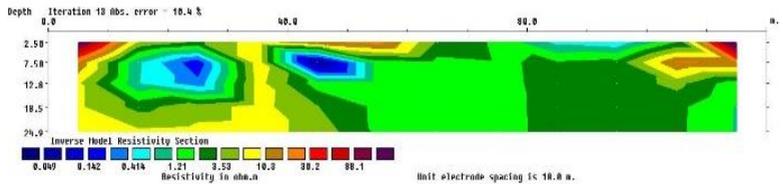
Tabel 4. 9 Nilai Resistivitas Batuan *Wenner-Schlumberger* Titik 3

Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
0,030 – 0,840	7,5	7,5	Top soil
1,93	12,8	5,3	Lempung

d) Hasil Pengolahan Data di Titik 4

Pada titik keempat dengan koordinat - 6.952896° LS dan 110.429244° BT, dilakukan pengukuran geolistrik resistivitas. Panjang lintasan yang digunakan adalah 120 meter dengan arah bentangan dari utara ke selatan, serta jarak antar elektrodanya sebesar 10 meter. Data pengukuran ini kemudian diolah

menggunakan *Microsoft Excel* dengan menggunakan persamaan 2.1 untuk menghitung nilai resistivitas semu. Setelah itu, resistivitas semu diproses menggunakan *software Res2Dinv* untuk menghasilkan penampang 2D.



Gambar 4. 10 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Wenner-Schlumberger* Titik 4

Berdasarkan Gambar 4.10 penampang hasil pengolahan data resistivitas titik 4 menggunakan *Wenner-Schlumberger*, terlihat bahwa di bawah permukaan terdapat nilai resistivitas yang beragam. Data yang digunakan pada titik ini hanya mencapai kedalaman 24 meter, karena di bawah kedalaman tersebut data tidak mampu memberikan gambaran penampang yang akurat. Hal ini disebabkan oleh resolusi yang rendah dari konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Haerudin, dkk, 2021). Kedalaman maksimum yang dapat

diidentifikasi pada titik 4 mencapai kedalaman 24,9 meter, dan lapisan pertama terlihat pada kedalaman 5 meter.

Berdasarkan hasil interpretasi yang tercantum pada tabel 4.10, dapat dilihat bahwa dari Gambar 4.10 terdapat dua lapisan yang dihasilkan. Lapisan pertama berupa top soil dan lapisan kedua berupa lempung.

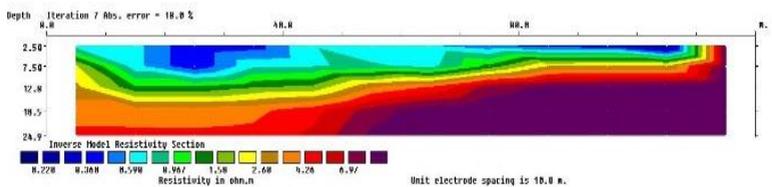
Tabel 4. 10 Nilai Resistivitas Batuan *Wenner-Schlumberger* Titik 4

Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
88,1	5	5	Top soil
1,21 – 3,53	24	19	Lempung

e) Hasil Pengolahan Data di Titik 5

Pada titik kelima pengukuran dengan koordinat yaitu -6.949779° LS dan 110.416720° BT, dilakukan pengukuran menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Panjang lintasan pada titik ini sebesar 120 meter dengan arah bentangan timur-barat dan spasi elektroda yang digunakan adalah 10 meter. Hasil perhitungan

menggunakan *Microsoft Excel* menghasilkan nilai resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. setelah mendapatkan nilai resistivitas semu, data tersebut diolah menggunakan *software Res2Dinv* untuk menghasilkan penampang 2D.



Gambar 4. 11 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Wenner-Schlumberger* Titik 5

Berdasarkan penampang hasil pengolahan yang terlihat pada Gambar 4.11, dapat diamati bahwa di bawah permukaan terdapat variasi nilai resistivitas yang berbeda-beda. Pada kedalaman 5 meter, terdapat lapisan pertama yang teridentifikasi. Kedalaman maksimum yang dihasilkan pada titik 5 mencapai kedalaman 24,9 meter. Namun, data yang digunakan dalam penelitian hanya mencakup kedalaman 14 meter, karena di bawah kedalaman tersebut data tidak mampu memberikan gambaran penampang yang

akurat. Hal ini disebabkan oleh resolusi yang rendah pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Haerudin, dkk, 2021).

Tabel 4. 11 Nilai Resistivitas Batuan *Wenner-Schlumberger* Titik 5

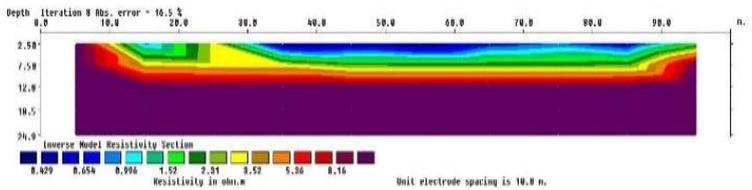
Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
0,220 – 0,598	5	5	Top soil
0,598 – 2,60	14	9	Lempung

Pada titik 5, terdapat dua lapisan yang teridentifikasi. Lapisan pertama berupa top soil dan lapisan kedua berupa lempung. Informasi ini dapat ditemukan dalam tabel 4.11 diatas yang memuat hasil interpretasi berdasarkan Gambar 4.11.

f) Hasil Pengolahan Data di Titik 6

Titik keenam ini berada di titik koordinat -6.951473° LS dan 110.416791° BT. Panjang lintasan *Wenner-Schlumberger* adalah 100 meter dengan arah bentangan utara-selatan dan spasi elektrodanya 10 meter. Hasil perhitungan menggunakan *Microsoft Excel*

menghasilkan nilai resistivitas semu dengan menggunakan persamaan 2.1. Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan *software Res2Dinv* menghasilkan penampang 2D.



Gambar 4. 12 Hasil Pengolahan Data Resistivitas *Wenner-Schlumberger* Titik 6

Dari penampang hasil pengolahan data resistivitas titik 6 menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* yang terlihat pada Gambar 4.12, terlihat adanya variasi nilai resistivitas yang beragam di bawah permukaan. Data yang digunakan dalam titik 6 hanya mencapai kedalaman 10 meter, karena di bawah kedalaman tersebut data tidak mampu memberikan gambaran penampang yang akurat. Hal ini disebabkan oleh resolusi yang rendah pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Haerudin, dkk, 2021). Kedalaman yang dapat diidentifikasi pada titik 6 mencapai maksimal

24,9 meter, dengan lapisan pertama terdeteksi pada kedalaman 6 meter.

Tabel 4.12 menunjukkan hasil interpretasi berdasarkan Gambar 4.12, dimana pada titik ini terdapat dua lapisan yang dihasilkan. Lapisan pertama berupa top soil dan lapisan kedua berupa lempung.

Tabel 4. 12 Nilai Resistivitas Batuan *Wenner-Schlumberger* Titik 6

Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jenis Batuan
0,429 – 1,52	6	6	Top soil
2,31 – 5,38	10	4	Lempung

C. Pembahasan

Arus (I) dan tegangan (V) adalah hasil pengukuran di lapangan, perangkat lunak *Microsoft Excel* digunakan untuk memproses temuan pengukuran untuk mendapatkan resistivitas semu batuan (dapat dilihat pada lampiran 3). Kemudian resistivitas semu tersebut diolah lagi dengan menggunakan *software IPI2Win* untuk *Schlumberger*

dan *Res2Dinv* untuk *Wenner-Schlumberger* untuk mendapatkan resistivitas dugaan tiap batuan. Pada pengolahan data menggunakan *Res2Dinv* akan mendapatkan penampang dua dimensi, sedangkan pada *software IPI2Win* menghasilkan penampang satu dimensi. Kemudian data diinterpretasi dengan menggunakan tabel resistivitas batuan dan juga sesuai dengan geologi daerah penelitian. Selanjutnya hasil dari dugaan dari tiap batuan pada masing-masing konfigurasi dibandingkan atau di validitas menggunakan data bor.

1. Konfigurasi *Schlumberger*

Pada titik 1 dengan panjang lintasan 120 meter dapat menjangkau kedalaman terdalam hingga 30 meter. Titik 2 dengan panjang lintasan 120 meter dapat menjangkau kedalaman terdalam hingga 50,4 meter. Titik 3 dengan panjang lintasan 60 meter dapat menjangkau kedalaman terdalam hingga 12,1 meter. Titik 4 dengan panjang lintasan 160 meter dapat menjangkau kedalaman terdalam hingga 16,6 meter. Titik 5 dengan panjang lintasan 120 meter dapat menjangkau kedalaman hingga 25, 3 meter. Titik 6 dengan panjang lintasan 100

meter dapat menjangkau kedalaman hingga 25,4 meter.

Perbedaan panjang lintasan saat pengukuran dikarenakan kurangnya lahan yang luas atau tanah yang bisa ditancapkan elektroda. Pada titik 1, 2, dan 5 dengan panjang lintasan pengukuran yang sama yaitu 120 meter, namun menghasilkan kedalaman yang berbeda. Hal ini dapat terjadi disebabkan oleh variasi resistivitas batuan di bawah permukaan. Nilai resistivitas batuan yang berbeda akan menghasilkan perubahan besar dalam beda potensial yang terukur. Selain itu faktor-faktor seperti kualitas kontak elektroda dengan tanah dan kondisi lingkungan juga dapat mempengaruhi hasil pengukuran (Naila, 2023). Oleh karena itu, perbedaan hasil kedalaman dapat terjadi karena adanya variasi nilai resistivitas batuan di dalam tanah.

Pada titik 4 dengan panjang lintasan 160 meter, meskipun panjang lintasan yang lebih besar, namun hanya mampu menjangkau kedalaman hingga 16,6 meter saja. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pengukuran yaitu kondisi tanah yang sangat keras

(kurangnya kadar air yang dapat menyalurkan arus listrik di dalam tanah) pada saat proses pengukuran, terutama saat penempatan elektroda (Suryo, *dkk.*, 2016).

2. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Pada penelitian ini, dalam konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, terdapat beberapa titik pengukuran dengan panjang lintasan yang berbeda. Pada titik 1 hingga titik 6, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* mampu menjangkau kedalaman maksimum 24,9 meter. Namun, data yang digunakan dalam penelitian ini tidak mencapai 24,9 meter. Titik 1 dengan panjang lintasan 120 meter, data yang digunakan hanya mencakup kedalaman 12,8 meter.

Titik 2 dengan panjang lintasan 120 meter, data yang digunakan hanya mencakup kedalaman 18,5 meter. Titik 3 dengan panjang lintasan 90 meter, data yang digunakan hanya mencakup 12,8 meter. Titik 4 dengan panjang lintasan 120 meter, data yang digunakan hanya mencakup 24 meter. Titik 5 dengan panjang lintasan 120 meter, data yang digunakan hanya mencakup 10 meter. Titik 6 dengan panjang lintasan 100 meter, data yang digunakan hanya mencakup 10 meter.

Perbedaan panjang lintasan saat pengukuran, disebabkan oleh kurangnya lahan yang luas atau tanah yang dapat ditancapkan elektroda. Pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* juga hanya mampu mengidentifikasi dua lapisan saja. Hal ini dapat terjadi disebabkan oleh rendahnya resolusi pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, sehingga tidak dapat menjangkau kedalaman yang lebih dalam lagi (Haerudin, dkk, 2021).

3. Perbandingan Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* dengan Data Pengeboran

a. Titik 1

Tabel 4. 13 Perbandingan Kedalaman Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* Titik 1

Data Bor (m)	Sch (m)	Error Sch (%)	Wn-Sch (m)	Error Wn-Sch (%)
2,5	1,2	35	5	33
32	2,68	84	12,8	42
33	6	69		
35,2	13,4	44		
40	30	14		

b. Titik 2

Tabel 4. 14 Perbandingan Kedalaman Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* Titik 2

Data Bor (m)	Sch (m)	Error Sch (%)	Wn-Sch (m)	Error Wn-Sch (%)
2,5	1,2	35	3	54
32	2,28	86	18,5	26
33	4,35	76		
35,2	24,3	18		
40	50,4	11		

c. Titik 3

Tabel 4. 15 Perbandingan Kedalaman Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* Titik 3

Data Bor (m)	Sch (m)	Error Sch (%)	Wn-Sch (m)	Error Wn-Sch (%)
2,5	1,47	25	7,5	50
32	2,33	86	12,8	42
33	2,76	84		
35,2	5,33	73		
40	12,1	19		

d. Titik 4

Tabel 4. 16 Perbandingan Kedalaman Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* Titik 4

Data Bor (m)	Sch (m)	Error Sch (%)	Wn-Sch (m)	Error Wn-Sch (%)
3	1,17	43	5	25
4	2,84	16	24	71
10,5	6,85	21		
60	16,6	56		

e. Titik 5

Tabel 4. 17 Perbandingan Kedalaman Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* Titik 5

Data Bor (m)	Sch (m)	Error Sch (%)	Wn-Sch (m)	Error Wn-Sch (%)
5	3,67	15	5	0
6	11,6	31	14	40
40	25,3	14,7		

f. Titik 6

Tabel 4. 18 Perbandingan Kedalaman Konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* Titik 6

Data Bor (m)	Sch (m)	Error Sch (%)	Wn-Sch (m)	Error Wn-Sch (%)
5	3,25	21	6	9
6	3,48	26	10	25
40	24,2	24		

Perbandingan hasil konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* adalah dua konfigurasi yang umum digunakan dalam menentukan lapisan bawah permukaan. Namun kedua konfigurasi tersebut yang baik digunakan untuk survey *sounding* adalah konfigurasi *Schlumberger* karena memiliki kelebihan yang sangat baik untuk menentukan kedalaman (Adhe, dkk 2022).

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa konfigurasi *Schlumberger* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menjangkau kedalaman lapisan bawah permukaan dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Hasil

interpretasi menunjukkan bahwa konfigurasi *Schlumberger* mampu mencapai kedalaman hingga 50,4 meter, sedangkan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* hanya mampu mencapai kedalaman 24 meter. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi *Schlumberger* memiliki jangkauan yang lebih dalam dan lebih cocok digunakan untuk eksplorasi lapisan bawah permukaan yang lebih dalam.

Selain itu, interpretasi konfigurasi *Wenner-Schlumberger* pada penelitian ini ditemukan bahwa hanya terdapat dua lapisan yang dapat diidentifikasi. Hal ini dapat disebabkan oleh resolusi yang rendah pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Di sisi lain, konfigurasi *Schlumberger* mampu mengidentifikasi jumlah lapisan yang sesuai dengan data dari pengeboran. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Schlumberger* memiliki resolusi yang lebih baik dalam menggambarkan struktur lapisan bawah permukaan (Haerudin, dkk, 2021).

Dalam analisis perbandingan antara konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger*, ditemukan perbedaan dalam nilai error. Pada konfigurasi *Schlumberger*, titik 1, 4, 5,

dan 6 pada lapisan pertama menunjukkan nilai error yang tinggi, dibandingkan dengan nilai error pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Sementara itu, pada titik 2 dan 3, nilai error pada *Schlumberger* lebih rendah dibandingkan pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Pada lapisan kedua konfigurasi *Schlumberger* di titik 1, 2, 3, dan 6 memiliki nilai error yang tinggi dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, sedangkan pada titik 4 dan 5, nilai error yang dimiliki *Schlumberger* lebih rendah dibandingkan dengan *Wenner-Schlumberger*. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi nilai resistivitas secara lateral atau adanya anomaly yang terdapat pada lapisan bawah permukaan, dan juga dapat disebabkan oleh faktor lingkungan (Naila, 2023).

Apabila dilihat pada nilai error dari kedua konfigurasi pada penelitian ini, terlihat bahwa pada lapisan pertama rata-rata nilai error konfigurasi *Schlumberger* sebesar 29 %, sedangkan pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sebesar 28,5 %. Sementara itu, pada lapisan kedua, rata-rata nilai error untuk konfigurasi *Schlumberger* sebesar 54,8 %, sedangkan pada konfigurasi *Wenner-*

Schlumberger sebesar 41 %. Namun, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi lapisan-lapisan di bawah permukaan tanah. Karena memiliki resolusi yang rendah, konfigurasi ini hanya mampu mengidentifikasi dua lapisan saja. Hal ini berbeda dengan konfigurasi *Schlumberger* yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi lebih dari dua lapisan (Haerudin, dkk, 2021).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dimungkinkan untuk menarik kesimpulan berikut dari hasil pengolahan dan interpretasi dalam penelitian ini.

1. Tiap lapisan bawah permukaan konfigurasi *Schlumberger* setiap titik memiliki kedalaman yang berbeda-beda. Kedalaman jenis lapisan titik 1 meliputi top soil 1,2 meter, lempung 2,68 meter, lempung berpasir 6 meter, air tanah 13,4 meter, dan pasir 30 meter. Titik 2 meliputi top soil 1,2 meter, pasir 2,28 meter, lempung berpasir 4,35 meter, pasir 24,3 meter, dan lempung 50,4 meter. Titik 3 meliputi top soil 1,47 meter, lempung 2,33 meter, lempung berpasir 2,76 meter, lempung pasir 5,33 meter, dan lempung 12,1 meter. Titik 4 meliputi top soil 1,17 meter, pasir berlempung 2,84 meter, pirit 6,85 meter, dan lempung 16,6 meter. Titik 5 meliputi top soil 3,67 meter, lempung 11,6 meter, dan lempung berpasir 25,3 meter. Titik 6 meliputi top soil 3,25 meter, lempung berpasir 3,48 meter, dan lempung 25,4 meter. Kedalaman maksimum

konfigurasi *Schlumberger* yang dapat dijangkau mencapai 50,4 meter.

2. Tiap lapisan bawah permukaan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* setiap titik memiliki kedalaman yang berbeda-beda. Jenis batuan titik 1 hingga titik 6 adalah top soil dan lempung, dengan kedalaman yang beragam. Kedalaman lapisan pertama titik 1, 4, dan 5 adalah 5 meter. Titik 2 kedalaman 3 meter. Titik 3 kedalaman 7,5 meter. Titik 6 kedalaman 6 meter. Kedalaman lapisan kedua titik 1 dan 3 adalah 12,8 meter. Titik 2 kedalaman 18,5 meter. Titik 4 kedalaman 24 meter. Titik 5 kedalaman 14 meter. Titik 6 kedalaman 10 meter. Kedalaman maksimum yang dapat dijangkau adalah sebesar 24,9 meter, sedangkan kedalaman maksimum berdasarkan data yang digunakan adalah 24 meter.
3. Hasil perbandingan kedalaman antara kedua konfigurasi pengukuran, yaitu konfigurasi *Schlumberger* dan *Wenner-Schlumberger* dengan data dari pengeboran. Konfigurasi *Schlumberger* menghasilkan kedalaman yang lebih dalam yaitu menjangkau hingga 50,4 meter, sedangkan pada *Wenner-Schlumberger* menjangkau hingga

kedalaman 24 meter. Dalam hal nilai error, lapisan pertama konfigurasi *Schlumberger* memiliki rata-rata nilai error sebesar 29 %, sedangkan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki rata-rata nilai error sedikit lebih rendah yaitu sebesar 28,5 %. Pada lapisan kedua, konfigurasi *Schlumberger* memiliki rata-rata nilai error sebesar 54,8 %, sedangkan pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki rata-rata nilai error sebesar 41 % (tabel rata-rata nilai error dapat dilihat pada lampiran 5 dan 6). Oleh karena itu, konfigurasi *Schlumberger* lebih efektif dalam mengidentifikasi kedalaman lapisan batuan, sedangkan *Wenner-Schlumberger* lebih cocok digunakan untuk survey secara horizontal atau lateral.

B. Saran

Berdasarkan temuan penelitian, peneliti memberikan saran agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan meningkatkan jumlah titik pengukuran dan memperluas area penelitian (panjang bentangan). Hal ini akan membantu mencapai hasil yang lebih optimal dalam proses *sounding* dan *mapping* lapisan bawah permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhe, A., Waterman, S. . and Nurkhamim (2022) 'Perbandingan Hasil Deteksi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger, Wenner, Wenner-Schlumberger, Dipole-Dipole, dan Pole-Pole', *Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-17*, 2022(November), pp. 132–139.
- Anas, N. A. *et al.* (2020) 'Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Manifestasi Panasbumi Reatoa Kabupaten Maros Menggunakan Survey Geolistrik Resistivitas', *Jurnal Geocelebes*, 4(1), pp. 23–32. doi: 10.20956/geocelebes.v4i1.8916.
- Asmanto, R. (2012) 'Identifikasi Air Tanah Menggunakan Metode Resistivity', in. Malang: Universitas Brawijaya.
- Balfas, M. D. (2015) 'Geologi Untuk Pertambangan', in. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Boimau, Y., Maubana, W. M. and Pakaenoni, Y. (2021) 'Pendugaan Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Resistivitas di Desa Matabesi', *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 1(2), pp. 87–91.
- Dwi Agustin, A., Utama, W. and Rochman, J. P. G. N. (2016) 'Identifikasi Letak dan Kedalaman Cracks pada Bidang Longsor Menggunakan Metode Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner-Schlumberger Studi Kasus Kecamatan Selorejo, Blitar', *Jurnal Geosaintek*, 2(3), p. 195. doi: 10.12962/j25023659.v2i3.2104.
- Farihanum, A. (2021) *Identifikasi Litologi dan Struktur Bawah Permukaan Sekitar Pemandian Air Panas dengan Metode Geolistrik di Desa Panungkiran*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Available at:

<http://repository.uinsu.ac.id/13007/>.

- Fuadi, Z., Muhardi and Yusa, M. (2020) 'Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan dan Bidang Gelincir Lereng Kelurahan Muara Lembu Metode Geolistrik', *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), pp. 56–66. doi: 10.31849/siklus.v6i1.3744.
- Haerudin, N., Boy, D. and Mulyasari, R. (2021) 'Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas untuk Identifikasi Litologi dan Bidang Gelincir di Kelurahan Pidada Bandar Lampung', 6(2), pp. 16–23.
- Hakim and Manrulu, R. H. (2016) 'Aplikasi Konfigurasi Wenner dalam Menganalisis Jenis Material Bawah Permukaan', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), pp. 95–103. doi: 10.24042/jpifalbiruni.v5i1.109.
- Hendrajaya, L. (1990) 'Pengukuran Resistivitas Bumi pada Satu Titik di Medium Tak Hingga', in. Bandung: Laboratorium Fisika Bumi ITB.
- Hendrawan, R. (2016) 'Proses-proses Geologi dan Perubahan Bentang Alam', *Jurnal Teknik Pertambangan*, pp. 90–93.
- Heradian, E. A. and Arman, Y. (2015) 'Pendugaan Bidang Gelincir di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas dengan Menggunakan Metode Tahanan Jenis', *Prisma Fisika*, III(2), pp. 56–61.
- Humala P, R. (2011) 'Studi Sebaran Air Limbah Sampah Bagian Utara TPA Bantar Gebang dengan Metode Resistivity Wenner-Schlumberger', in. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Loke, M. . (2004) 'Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys By', (August).

- Mamonto, F., As'ari and Ferdy (2016) 'Identifikasi Patahan Manado Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Watutumou II Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara', *Jurnal Ilmiah Sains*, 16(2).
- Masvika, H., Adi, A. D. and Faris, F. (2018) 'Evaluasi Penurunan Konsolidasi Tanah di Semarang Utara Berdasarkan Korelasi N-SPT dengan m_v ', *Rekayasa Sipil*, 7(1), pp. 1-12.
- Mudral, H. and Malik, U. (2019) 'Pengukuran Resistivitas Lapisan Tanah di Kelurahan Tuah Karya Menggunakan Konfigurasi Schlumberger', *Journal Online Of Physics*, 4(2), pp. 11-14.
- Naila, S. (2023) *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Pengukuran Kekerasan Material dengan Hardness Tester, Mitech Indonesia*.
- Naryanto, H. S. (2018) 'Analisis Patahan Bawah Permukaan Dari Pengukuran Geolistrik Untuk Antisipasi Bencana Gempa Di Kabupaten Grobogan', *Jurnal Alami : Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 2(2), p. 73. doi: 10.29122/alami.v2i2.3053.
- Ningsih, S. and Motlan (2020) 'Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Situs Purbakala Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Desa Lobu Tua Kabupaten Tapanuli Tengah', *Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika*.
- Nugroho, A. D. (2019) *Identifikasi Persebaran Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Dusun Bajulmati Desa Gajahrejo Kabupaten Malang)*. Universitas Brawijaya.

- Nugroho, M. W. and Afiatna, F. A. N.. (2021) *Pendekatan Metode Geolistrik Dalam Perencanaan Pondasi*, Penerbit Samudra Biru (Anggota IKAP). Edited by Via. Yogyakarta: Penerbit Samudra Biru (Anggota IKAPI).
- Prabandini, S. D. (2019) 'Identifikasi Kondisi Bawah Permukaan Untuk Pondasi Jembatan di Kecamatan Kulawi Selatan Kabupaten Sigi Menggunakan Metode Geolistrik', *Repository.Uinjkt.Ac.Id*. Available at: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/47464>.
- Prasmewari, F. W., Bahri, A. . and Parnadi, W. (2012) 'Analisa Resistivitas Batuan dengan Menggunakan Parameter Dar Zarrouk dan Konsep Anisotropi', *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1).
- Putranto, T. . *et al.* (2015) 'Pengukuran Geolistrik Pada Daerah Rawan Gerakan Tanah Di Kota Semarang Untuk Identifikasi Bidang Gelincir', *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-8 Academia-Industry Linkage*, pp. 87–97.
- Rahayu, D. *et al.* (2019) 'Pendugaan Bawah Permukaan Formasi Walanae Menggunakan Metode Resistivitas', *Jurnal Geoelebes*, 3(2), p. 83. doi: 10.20956/geoelebes.v3i2.7490.
- Rahmawati, A. (2009) *Pendugaan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat kelistrikan Bumi Dengan Aplikasi Geolistrik Metode Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus di Daerah Karangsembung dan Sekitarnya, Kabupaten Kebumen)*. Universitas Negeri Semarang.
- Rakhmanto, F., Hirijanto and Syafii, I. R. (2019) 'Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik

- Resistivitas di Desa Bantaran, Kec. Bantaran, Kab. Probolinggo', *Seminar Nasional Infrastruktur Berkelanjutan*, pp. 17–22.
- Reynolds, J. . (2005) 'An Introduction to Applied and Environmental Geophysics', in. USA: Jhon Wiley & Sons.
- Rumahorbo, N. F. L. dan T. T. (2023) 'Deteksi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik', 18(02), pp. 159–166.
- Sastrawan, F. D., Arisalwadi, M. and Rahmania, R. (2020) 'Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Berdasarkan Data Resistivitas 2 Dimensi', *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 6(2), pp. 99–105. doi: 10.32487/jst.v6i2.903.
- Setiawan, L. A. (2021) *Analisis Struktur Lapisan Bawah Permukaan Sebagai Kajian Awal Perencanaan Pembangunan Menggunakan Metode Geolistrik*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Setiawan, T. and Wirabuana, T. (2014) 'Geologi dan Hidrologi Kota Semarang', in *Strategi Pengukuran Risiko Bencana Amblesan Tanah di Kota Semarang*. Bandung: Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, pp. 5–12.
- Sheriff, R. . (2002) 'Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics, 4th edition', in. Oklahoma: SEG Tulsa.
- Shobihah, S. (2018) 'Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger dan Data SPT (Standart Penetration Test) (Studi Kasus: Jalan Tol Manado Bitung)', *Skripsi*, p. 94.
- Suryo, E. A. *et al.* (2016) 'Pengaruh Kepadatan dan Kadar Air Tanah Pasir Terhadap Nilai Resistivitas Pada Fisik

Dengan Metode Geolistrik', 10(3), pp. 178–186.

- Syifauzzahroh, M. (2018) *Identifikasi Sebaran Batuan Yang Mengandung Mineral Zeolit Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner (Studi Kasus Desa Sumberagung, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang)*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Tama, S. K. (2015) *Struktur Bawah Permukaan Tanah Di Kota Lama Semarang Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity Konfigurasi Schlumberger*. Universitas Negeri Semarang.
- Tari, S. N. S. (2022) *Identifikasi Potensi Tanah Longsor Berdasarkan Data Kelistrikan Bumi Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Kawasan Sulanji-Ngaliyan-Semarang)*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Telford, W. M., Geldard, L. P. and Sheriff, R. E. (1990) 'Applied Geophysics', in. New York: Cambridge University Press.
- Thaden, R. ., Sumadirja, H. and Richards, P. . (1996) 'Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa, Skala 1:100.000', in. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Utari, L. N. (2020) *Identifikasi Lapisan Keras Pada Kompleks Laboratorium Teknik Dengan Menggunakan Data Vertical Electrical Sounding (VES) dan Data Standard Penetration Test (SPT) di Institut Teknologi Sumatera*. Institut Teknologi Sumatera.
- Vebrianto, S. (2016) *Eksplorasi Metode Geolistrik: Resistivitas, Polarisasi, Terinduksi, dan Potensial Diri*. Malang: UB Press.

- Waluyo (2005) 'Buku Panduan Workshop Geofisika', in. Yogyakarta: Laboratorium Geofisika Program studi Geofisika UGM.
- Widhi (2019) 'Peta Administrasi Semarang Utara'. Seputar Geografi. Available at: <https://www.seputargeografi.com/2019/06/peta-administrasi-semarang-utara.html>.
- Wijaya, A. and Kusmiran, A. (2021) 'Identifikasi Jenis Akuifer Air Tanah Menggunakan Vertical Electrical Sounding Konfigurasi Schlumberger', *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 8(1), p. 10. doi: 10.24252/jft.v8i1.21210.
- Yaqin, F. N. (2014) *Lapisan Tanah Di Ruas Jalan Sampangan-Banaran Kecamatan Gunungpati Semarang Berdasarkan Data Geolistrik*. Universitas Negeri Semarang.

Lampiran 3 Data Penelitian

Data Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger* Titik 1

Lokasi	Jl. Kokrosoono	Operator	Salsa	
No. Titik	1	Koordinat	X	110.401628° BT
Tanggal	15 Mei 2023	Longitude / Latitude	Y	-6.967336° LS

$P_1P_2/2$ (m)	$C_1C_2/2$ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
0.5	2	66	138.1	11.781	24.65
0.5	5	75	6.7	77.754	6.95
0.5	10	103	1.5	313.37	4.56
2	10	102	5.6	75.398	4.14
2	16	74	2.9	197.92	7.76
2	20	84	0.2	311.02	0.74
2	25	180	0.9	487.73	2.44
2	30	107	0.6	703.72	3.95
2	40	94	0.6	1253.5	8.00
2	50	103	0.4	1960.4	7.61
10	50	104	0.9	376.99	3.26
10	60	163	0.5	549.78	1.69

Data Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Titik 1

Lokasi	Jl. Kokroso	Operator	Salsa	
No. Titik	1	Koordinat	X	110.401628° BT
Tanggal	15 Mei 2023	Longitude / Latitude	Y	-6.967336° LS

No.	n	C ₁ (m)	P ₁ (m)	P ₂ (m)	C ₂ (m)	I (mA)	V (mV)	k	rho (ohm.m)
1	1	0	10	20	30	62	2.4	62.8319	2.432200764
2	1	10	20	30	40	139	7	62.8319	3.16419404
3	1	20	30	40	50	96	4.7	62.8319	3.076142807
4	1	30	40	50	60	32	1.1	62.8319	2.159844949
5	1	40	50	60	70	67	7	62.8319	6.564521963
6	1	50	60	70	80	81	1.9	62.8319	1.473833591
7	1	60	70	80	90	62	5.6	62.8319	5.675135116
8	1	70	80	90	100	43	1.7	62.8319	2.484050005
9	1	80	90	100	110	62	1.2	62.8319	1.216100382
10	1	90	100	110	120	100	5	62.8319	3.141592654
11	2	0	20	30	50	71	2.1	188.496	5.575220766
12	2	10	30	40	60	79	6.7	188.496	15.98633224
13	2	20	40	50	70	81	0.7	188.496	1.628973969
14	2	30	50	60	80	62	1.4	188.496	4.256351337
15	2	40	60	70	90	106	1.1	188.496	1.956085992
16	2	50	70	80	100	80	2.1	188.496	4.948008429
17	2	60	80	90	110	80	1	188.496	2.35619449
18	2	70	90	100	120	31	1	188.496	6.08050191
19	3	0	30	40	70	52	0.8	376.991	5.79986336
20	3	10	40	50	80	84	1.7	376.991	7.629582159
21	3	20	50	60	90	66	0.7	376.991	3.99839065
22	3	30	60	70	100	47	0.7	376.991	5.614761338
23	3	40	70	80	110	86	2.6	376.991	11.39740591
24	3	50	80	90	120	66	0.6	376.991	3.427191986
25	4	0	40	50	90	59	1.1	628.319	11.71441328
26	4	10	50	60	100	40	0.6	628.319	9.424777961
27	4	20	60	70	110	91	1.1	628.319	7.595059163
28	4	30	70	80	120	85	1.5	628.319	11.08797407

Data Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger* Titik 2

Lokasi	Jl. Tanggul Mas Raya	Operator	Salsa	
No. Titik	2	Koordinat	X	110.403630° BT
Tanggal	15 Mei 2023	Longitude / Latitude	Y	-6.965584° LS

$P_1P_2/2$ (m)	$C_1C_2/2$ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
0.5	2	65	141.9	11.78097	25.71877
0.5	5	80	124.9	77.75442	121.3941
0.5	10	67	112.9	313.3739	528.0584
2	10	70	4.4	75.39822	4.739317
2	16	100	11.3	197.9203	22.365
2	20	75	11.1	311.0177	46.03062
2	25	104	12.4	487.7323	58.15269
2	30	84	10.6	703.7168	88.80235
2	40	84	12.2	1253.495	182.0553
2	50	66	9.6	1960.354	285.1424
10	50	88	0.8	376.9911	3.427192
10	60	91	3.7	549.7787	22.35364

Data Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Titik 2

Lokasi	Jl. Tanggul Mas Raya	Operator	Salsa	
No. Titik	2	Koordinat	X	110.403630° BT
Tanggal	15 Mei 2023	Longitude / Latitude	Y	-6.965584° LS

No.	n	C ₁ (m)	P ₁ (m)	P ₂ (m)	C ₂ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
1	1	0	10	20	30	52	1.4	62.83185	1.691627
2	1	10	20	30	40	34	0.3	62.83185	0.554399
3	1	20	30	40	50	34	2.1	62.83185	3.880791
4	1	30	40	50	60	48	0.6	62.83185	0.785398
5	1	40	50	60	70	71	1.8	62.83185	1.59292
6	1	50	60	70	80	92	3	62.83185	2.048865
7	1	60	70	80	90	53	1.4	62.83185	1.659709
8	1	70	80	90	100	105	4	62.83185	2.393594
9	1	80	90	100	110	146	3.7	62.83185	1.592314
10	1	90	100	110	120	122	4.8	62.83185	2.472073
11	2	0	20	30	50	46	1.7	188.4956	6.96614
12	2	10	30	40	60	66	0.7	188.4956	1.999195
13	2	20	40	50	70	19	1.9	188.4956	18.84956
14	2	30	50	60	80	69	0.7	188.4956	1.912274
15	2	40	60	70	90	110	0.9	188.4956	1.542236
16	2	50	70	80	100	81	1.8	188.4956	4.18879
17	2	60	80	90	110	57	1.1	188.4956	3.637634
18	2	70	90	100	120	112	0.4	188.4956	0.673198
19	3	0	30	40	70	51	1.6	376.9911	11.82717
20	3	10	40	50	80	79	2.2	376.9911	10.49849
21	3	20	50	60	90	48	0.8	376.9911	6.283185
22	3	30	60	70	100	69	1.8	376.9911	9.834551
23	3	40	70	80	110	83	1.1	376.9911	4.996268
24	3	50	80	90	120	73	0.8	376.9911	4.13141
25	4	0	40	50	90	60	1.9	628.3185	19.89675
26	4	10	50	60	100	98	1.1	628.3185	7.052555
27	4	20	60	70	110	63	0.4	628.3185	3.989324
28	4	30	70	80	120	66	0.9	628.3185	8.56798

Data Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger* Titik 3

Lokasi	Taman Sentyaki	Operator	Salsa	
No. Titik	3	Koordinat	X	110.404479° BT
Tanggal	15 Mei 2023	Longitude / Latitude	Y	-6.970214° LS

$P_1P_2/2$ (m)	$C_1C_2/2$ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
0.5	2	173	166.7	11.781	11.35195
0.5	5	313.1	54.5	77.754	13.53438
0.5	10	166.3	6.9	313.37	13.00228
2	10	167.3	25.5	75.398	11.49226
2	16	58.6	3.3	197.92	11.14568
2	20	23.6	1.3	311.02	17.13233
2	25	71.1	1.9	487.73	13.03363
2	30	40	0.8	703.72	14.07434

Data Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Titik 3

Lokasi	Taman Sentyaki	Operator	Salsa	
No. Titik	3	Koordinat	X	110.404479° BT
Tanggal	15 Mei 2023	Longitude / Latitude	Y	-6.970214° LS

No.	n	C ₁ (m)	P ₁ (m)	P ₂ (m)	C ₂ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
1	1	0	10	20	30	126	1.9	62.83185	0.947464
2	1	10	20	30	40	105	3.1	62.83185	1.855036
3	1	20	30	40	50	84	4	62.83185	2.991993
4	1	30	40	50	60	83	0.1	62.83185	0.075701
5	1	40	50	60	70	103	2.7	62.83185	1.647049
6	1	50	60	70	80	93	2.4	62.83185	1.621467
7	1	60	70	80	90	85	1.8	62.83185	1.330557
8	2	0	20	30	50	132	1.5	188.4956	2.141995
9	2	10	30	40	60	107	0.3	188.4956	0.528492
10	2	20	40	50	70	90	1	188.4956	2.094395
11	2	30	50	60	80	84	3.5	188.4956	7.853982
12	2	40	60	70	90	86	1.2	188.4956	2.630171
13	3	0	30	40	70	125	0.2	376.9911	0.603186
14	3	10	40	50	80	104	0.5	376.9911	1.812457
15	3	20	50	60	90	94	1.6	376.9911	6.41687
16	4	0	40	50	90	113	2.3	628.3185	12.78878

Data Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger* Titik 4

Lokasi	Pos IV Pelabuhan Tanjung Emas	Operator	Salsa	
No. Titik	4	Koordinat Longitude	X	110.429244° BT
Tanggal	16 Mei 2023	/ Latitude	Y	-6.952896° LS

$P_1P_2/2$ (m)	$C_1C_2/2$ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
0.5	2	687	166.5	11.781	2.855214
0.5	5	262	12.8	77.7544	3.798689
0.5	10	797	10.8	313.374	4.246471
2	10	808	37.1	75.3982	3.461973
2	16	347	3.1	197.92	1.768164
2	20	186	0.5	311.018	0.836069
2	25	732	1.4	487.732	0.932821
2	30	948	0.8	703.717	0.593854
2	40	918	3.4	1253.5	4.642576
2	50	540	1	1960.35	3.630285
10	50	593	5	376.991	3.178677
10	60	644	2.2	549.779	1.878126
10	70	101	0.4	753.982	2.986068
10	80	114	0.2	989.602	1.736143

Data Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Titik 4

Lokasi	Pos IV Pelabuhan Tanjung Emas	Operator	Salsa	
No. Titik	4	Koordinat Longitude	X	110.429244° BT
Tanggal	16 Mei 2023	/ Latitude	Y	-6.952896° LS

No.	n	C ₁ (m)	P ₁ (m)	P ₂ (m)	C ₂ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
1	1	0	10	20	30	145	6.3	62.83185	2.729936
2	1	10	20	30	40	290	14.6	62.83185	3.163259
3	1	20	30	40	50	246	14.2	62.83185	3.626879
4	1	30	40	50	60	467	16.2	62.83185	2.179606
5	1	40	50	60	70	573	39.2	62.83185	4.298444
6	1	50	60	70	80	78	1.9	62.83185	1.530519
7	1	60	70	80	90	534	18.6	62.83185	2.188525
8	1	70	80	90	100	712	16.6	62.83185	1.4649
9	1	80	90	100	110	525	12.8	62.83185	1.5319
10	1	90	100	110	120	1171	33.1	62.83185	1.776033
11	2	0	20	30	50	128	0.6	188.4956	0.883573
12	2	10	30	40	60	355	4	188.4956	2.123894
13	2	20	40	50	70	580	3.7	188.4956	1.202472
14	2	30	50	60	80	701	7.1	188.4956	1.909156
15	2	40	60	70	90	663	4.9	188.4956	1.393104
16	2	50	70	80	100	406	4.7	188.4956	2.182091
17	2	60	80	90	110	588	5.6	188.4956	1.795196
18	2	70	90	100	120	816	3.7	188.4956	0.854698
19	3	0	30	40	70	168	1.8	376.9911	4.039191
20	3	10	40	50	80	408	2.4	376.9911	2.217595
21	3	20	50	60	90	693	4.5	376.9911	2.447994
22	3	30	60	70	100	985	2.9	376.9911	1.109923
23	3	40	70	80	110	603	4.7	376.9911	2.938405
24	3	50	80	90	120	314	3.7	376.9911	4.442252
25	4	0	40	50	90	129	1.7	628.3185	8.280167
26	4	10	50	60	100	515	1.5	628.3185	1.830054
27	4	20	60	70	110	526	2.1	628.3185	2.508496
28	4	30	70	80	120	1035	2.5	628.3185	1.517678

Data Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger* Titik 5

Lokasi	Lapangan Pelabuhan	Operator	Salsa	
No. Titik	5	Koordinat Longitude	X	110.416720° BT
Tanggal	16 Mei 2023	/ Latitude	Y	-6.949779° LS

$P_1P_2/2$ (m)	$C_1C_2/2$ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
0.5	2	81	84	11.78097	12.2173
0.5	5	93	7.7	77.75442	6.437731
0.5	10	89	0.5	313.3739	1.760527
2	10	89	3.3	75.39822	2.795664
2	16	80	0.7	197.9203	1.731803
2	20	102	0.3	311.0177	0.914758
2	25	105	0.2	487.7323	0.929014
2	30	125	0.2	703.7168	1.125947
2	40	79	1.5	1253.495	23.80055
2	50	72	0.3	1960.354	8.168141
10	50	74	0.8	376.9911	4.07558
10	60	79	0.7	549.7787	4.871457

Data Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Titik 5

Lokasi	Lapangan Pelabuhan	Operator	Salsa	
No. Titik	5	Koordinat Longitude	X	110.416720° BT
Tanggal	16 Mei 2023	/ Latitude	Y	-6.949779° LS

No.	n	C ₁ (m)	P ₁ (m)	P ₂ (m)	C ₂ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
1	1	0	10	20	30	91	1.3	62.83185	0.897598
2	1	10	20	30	40	111	0.6	62.83185	0.339632
3	1	20	30	40	50	136	4.2	62.83185	1.940395
4	1	30	40	50	60	82	1.4	62.83185	1.072739
5	1	40	50	60	70	125	1.4	62.83185	0.703717
6	1	50	60	70	80	134	2	62.83185	0.937789
7	1	60	70	80	90	132	2.5	62.83185	1.189997
8	1	70	80	90	100	95	0.3	62.83185	0.198416
9	1	80	90	100	110	186	3.1	62.83185	1.047198
10	1	90	100	110	120	139	1	62.83185	0.452028
11	2	0	20	30	50	116	0.5	188.4956	0.812481
12	2	10	30	40	60	98	0.5	188.4956	0.961712
13	2	20	40	50	70	94	0.4	188.4956	0.802109
14	2	30	50	60	80	151	1.4	188.4956	1.747641
15	2	40	60	70	90	121	0.9	188.4956	1.402033
16	2	50	70	80	100	112	0.9	188.4956	1.514696
17	2	60	80	90	110	123	1.2	188.4956	1.838981
18	2	70	90	100	120	121	1.7	188.4956	2.648285
19	3	0	30	40	70	110	0.7	376.9911	2.399034
20	3	10	40	50	80	123	0.7	376.9911	2.145478
21	3	20	50	60	90	142	0.7	376.9911	1.858407
22	3	30	60	70	100	117	0.6	376.9911	1.933288
23	3	40	70	80	110	186	1.6	376.9911	3.242934
24	3	50	80	90	120	136	0.7	376.9911	1.940395
25	4	0	40	50	90	130	0.6	628.3185	2.899932
26	4	10	50	60	100	146	1.6	628.3185	6.885683
27	4	20	60	70	110	136	1.7	628.3185	7.853982
28	4	30	70	80	120	99	1.9	628.3185	12.05864

Data Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger* Titik 6

Lokasi	Lapangan Mercusuar	Operator	Salsa	
No. Titik	6	Koordinat Longitude	X	110.416791° BT
Tanggal	17 Mei 2023	/ Latitude	Y	-6.951473° LS

$P_1P_2/2$ (m)	$C_1C_2/2$ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
0.5	2	106	134	11.78097	14.89293
0.5	5	52	5.6	77.75442	8.373553
0.5	10	69	1	313.3739	4.54165
2	10	64	2.1	75.39822	2.474004
2	16	55	0.3	197.9203	1.079565
2	20	40	0.3	311.0177	2.332633
2	25	81	0.3	487.7323	1.806416
2	30	94	0.2	703.7168	1.49727
2	40	83	0.3	1253.495	4.530707
2	50	61	0.3	1960.354	9.641084
10	50	61	2.3	376.9911	14.21442

Data Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Titik 6

Lokasi	Lapangan Mercusuar	Operator	Salsa	
No. Titik	6	Koordinat Longitude	X	110.416791° BT
Tanggal	17 Mei 2023	/ Latitude	Y	-6.951473° LS

No.	n	C ₁ (m)	P ₁ (m)	P ₂ (m)	C ₂ (m)	I (mA)	V (mV)	k	Rho (ohm.m)
1	1	0	10	20	30	115	2.4	62.83185	1.311273
2	1	10	20	30	40	100	0.1	62.83185	0.062832
3	1	20	30	40	50	105	1.3	62.83185	0.777918
4	1	30	40	50	60	96	3.6	62.83185	2.356194
5	1	40	50	60	70	114	1.7	62.83185	0.936966
6	1	50	60	70	80	118	2.5	62.83185	1.331183
7	1	60	70	80	90	93	2.5	62.83185	1.689028
8	1	70	80	90	100	75	1.6	62.83185	1.340413
9	2	0	20	30	50	89	2.8	188.4956	5.930197
10	2	10	30	40	60	102	0.4	188.4956	0.739198
11	2	20	40	50	70	96	1	188.4956	1.963495
12	2	30	50	60	80	117	2.3	188.4956	3.705468
13	2	40	60	70	90	92	0.6	188.4956	1.229319
14	2	50	70	80	100	61	0.9	188.4956	2.781082
15	3	0	30	40	70	58	0.9	376.9911	5.849862
16	3	10	40	50	80	110	2.9	376.9911	9.938857
17	3	20	50	60	90	83	1.4	376.9911	6.358886
18	3	30	60	70	100	78	0.8	376.9911	3.866576
19	4	0	40	50	90	73	1.1	628.3185	9.467813
20	4	10	50	60	100	85	0.5	628.3185	3.695991

Lampiran 4 Perhitungan Nilai Error

$$\% \text{ error} = \frac{\text{data bor} - \text{konfigurasi}}{\text{data bor} + \text{konfigurasi}} \times 100 \%$$

$$\text{rata - rata error} = \frac{\Sigma \text{ error konfigurasi}}{\text{jumlah titik}}$$

Lampiran 5 Rata-Rata Error Pada Lapisan Pertama

Titik	Error Sch (%)	Error Wn-Sch (%)
1	35	33
2	35	54
3	25	50
4	43	25
5	15	0
6	21	9
Rata-rata	29	28,5

Lampiran 6 Rata-Rata Error Pada Lapisan Kedua

Titik	Error Sch (%)	Error Wn-Sch (%)
1	84	42
2	86	26
3	86	42
4	16	71
5	31	40
6	26	25
Rata-rata	54,8	41

Lampiran 7 Dokumentasi Pengukuran Data



Lampiran 8 Hasil Cek Turnitin

ORIGINALITY REPORT

21 %	19 %	10 %	5 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	lib.unnes.ac.id Internet Source	2 %
2	Syamsul Razak Haraty, Dandi Retno, Pou Anda. "Citra penampang tahanan jenis untuk identifikasi zona interfase air laut kawasan pesisir pantai Kelurahan Toronipa, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara", OPHIOLITE : Jurnal Geologi Terapan, 2022 Publication	2 %
3	repository.ub.ac.id Internet Source	2 %
4	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	2 %
5	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	1 %
6	repository.uinsu.ac.id Internet Source	1 %
7	123dok.com Internet Source	1 %

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Dhifa Salsabila
2. Tempat, Tgl Lahir : Brebes, 12 November 2000
3. Alamat : Desa Kertabesuki RT 5 RW 2
Kec. Wanasari Kab. Brebes
4. No. HP : 082325192078
5. E-mail : dhifasalsabila12@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. 2004-2006 : TK Muslimat NU Kertabesuki
 - b. 2006-2007 : TK Aisyiyah BA Sawojajar
 - c. 2007-2013 : SD Negeri Kertabesuki 2
 - d. 2013-2016 : SMP Negeri 4 Wanasari
 - e. 2016-2019 : SMA Negeri 2 Brebes
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. 2005-2007 : TPA Al-Falah Kertabesuki
 - b. 2009-2012 : MDA Al-Falah Kertabesuki

Semarang, 13 Juni 2023



Dhifa Salsabila
NIM. 1908026020