

**EKSPLORASI ZONA INTRUSI AIR LAUT MENGGUNAKAN
METODE RESISTIVITAS KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI
KECAMATAN NGOMBOL KABUPATEN PURWOREJO**

SKRIPSI

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



Oleh:

Wahfi'uddin Luthfi Niam

NIM. 1708026003

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2024**

**EKSPLORASI ZONA INTRUSI AIR LAUT MENGGUNAKAN
METODE RESISTIVITAS KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI
KECAMATAN NGOMBOL KABUPATEN PURWOREJO**

HALAMAN JUDUL

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains

dalam Ilmu Fisika



Oleh:

Wahfi'uddin Luthfi Niam

NIM. 1708026003

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Wahfi'uddin Luthfi Ni'am

NIM : 1708026003

Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**EKSPLORASI ZONA INTRUSI AIR LAUT MENGGUNAKAN
METODE RESISTIVITAS KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI
KECAMATAN NGOMBOL KABUPATEN PURWOREJO**

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

Semarang, 22 Mei 2024



Pembuat Pernyataan

Wahfi'uddin Luthfi Ni'am

NIM. 1708026003



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Eksplorasi Zona Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo**

Penulis : Wahfi'uddin Luthfi Ni'am

NIM : 1708026003

Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 10 Juli 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang


Dr. Andi Fadlan, S. Si., M.Sc.
NIP. 198809152005011006
Penguji I

Sekretaris Sidang


M. Ardhi Khalif, M.Sc.
NIP. 198210092011011010
Penguji II


Dr. Hamdan Hadi K. S.Pd., M.Sc.
NIP. 19703202009121002
Pembimbing I


Alwiyah Nurhayati, M.Si., Ph.D.
NIP. 198112112011012006
Pembimbing II


Hartono, M.Sc.
NIP. 199009242019031006


Agus Sudarmanto, M.Si.
NIP. 197708232009121001

NOTA DINAS

Semarang, 22 Mei 2024

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Judul : **Eksplorasi Zona Intrusi Air Laut Menggunakan
Metode Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di
Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo**

Nama: **Wahfi'uddin Luthfi Ni'am**

NIM : 1708026003

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I



Hartono, M. Si.

NIP. 199009242019031006

NOTA DINAS

Semarang, 22 Mei 2024

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo

di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Judul : **Eksplorasi Zona Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo**

Nama: **Wahfi'uddin Luthfi Ni'am**

NIM : 1708026003

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II



Agus Sudarmanto, M. Si.

NIP. 197708232009121001

ABSTRAK

Penelitian dilaksanakan untuk mengidentifikasi zona intrusi air laut menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Schlumberger* di Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo. Intrusi air laut adalah air laut yang menyusup ke dalam pori-pori batuan sehingga mencemari air tanah hingga menyebabkan air tanah menjadi payau atau asin. Wilayah penelitian termasuk ke dalam formasi batuan alluvial pantai yang terdiri dari lempung, lanau, pasir dan kerikil sehingga rentan mengalami intrusi air laut. Mekanisme metode geolistrik resistivitas dengan menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui elektroda arus yang kemudian diinterpretasikan sifat fisik batuan sesuai nilai resistivitasnya. Pengambilan data lapangan tersebar di 9 titik dengan jarak lintas 200 meter. Pengolahan data lapangan menggunakan Ms. Excell, interpretasi data dengan *HIRA* serta *IP2WIN*, dan software *QGIS* sebagai hasil pemetaan. Hasil interpretasi diperoleh nilai resistivitas batuan di wilayah penelitian 0,37 Ωm – 155,35 Ωm dengan litologi batuan lempung, pasir, campuran lempung dan pasir, serta kerakal. Intrusi air laut terdeteksi pada kedalaman rata-rata 90 meter dengan nilai resistivitas dari 0,37 Ωm – 2,26 Ωm pada lapisan lempung dan lempung pasir. Intrusi air laut terdangkal pada kedalaman 15,71 meter dan terdalam pada kedalaman 114 meter dibawah permukaan tanah. Pengaruh intrusi air laut terjauh berada di titik GMD-03 dan terdekat dari garis pantai berada dititik GLB-03.

Kata Kunci : Metode geolistrik resistivitas, konfigurasi *Schlumberger*, intrusi air laut, kecamatan ngombol.

ABSTRACT

Research was conducted to identify seawater intrusion zones using the Schlumberger configuration resistivity geoelectric method in Ngombol Subdistrict, Purworejo Regency. Seawater intrusion is seawater that infiltrates into the pores of rocks so that it contaminates groundwater, causing groundwater to become brackish or salty. The research area is included in a coastal alluvial rock formation consisting of clay, silt, sand and gravel, making it vulnerable to seawater intrusion. The mechanism of the resistivity geoelectric method is by injecting electric current into the ground through current electrodes which are then interpreted by the physical properties of rocks according to their resistivity values. Field data collection is spread across 9 points with a cross distance of 200 meters. Field data processing using Ms. Excell, data interpretation with HIRA and IP2WIN, and QGIS software as mapping results. The interpretation results obtained rock resistivity values in the study area of $0.37 \Omega\text{m}$ - $155.35 \Omega\text{m}$ with rock lithology of clay, sand, a mixture of clay and sand, and gravel. Seawater intrusion was detected at an average depth of 90 meters with resistivity values from $0.37 \Omega\text{m}$ - $2.26 \Omega\text{m}$ in clay and passive clay layers. The shallowest seawater intrusion was at a depth of 15.71 meters and the deepest at a depth of 114 meters below ground level. The farthest influence of seawater intrusion is at point GMD-03 and the closest to the coastline is at point GLB-03.

Keywords : Resistivity geoelectric method, Schlumberger configuration, seawater intrusion, ngombol sub-district.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini yang berjudul “nama” dengan lancar. Sholawat serta salam senantiasa pula tercurahkan ke hadirat beliau Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya dengan harapan semoga mendapatkan syafa’atnya di hari kiamat nanti.

Selama penulisan skripsi ini, peneliti banyak mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, peneliti ingin menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag, selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Alwiyah Nurhayati, M.Si. Ph.D, selaku Ketua Prodi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
5. Agus Sudarmanto, M. Si, selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Hartono, M. Si, selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk selalu

memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

7. Istiqomah, M. Si, selaku Wali Dosen yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Segenap Dosen, Pegawai dan Civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah membantu dan memberikan banyak ilmu yang bermanfaat dan berkah kepada penulis selama belajar di UIN Walisongo Semarang.
9. Kedua orang tua, ayahanda tercinta (Bapak Sukono) dan ibunda tercinta (Ibu Sri Munfadrillah) yang telah memberikan doa restu serta pengorbanan yang besar kepada penulis sehingga anaknya ini dapat menyelesaikan studinya dengan baik dan lancar.
10. Kakak-kakak tersayang (Siti Mualifah, Saiful Hikam, Muhammad Taufiq, Rizqi Hidayatus Shoimah) yang telah memberikan motivasi semangat dan dorongan serta bantuan setiap harinya untuk adiknya paling bungsu ini dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Oscar Kaeni, S. Si, selaku Direktur Utama CV. Ardhipta Sona Persada Semarang beserta seluruh staf dan karyawan yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di CV. Ardhipta Sona Persada Semarang dan telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu memberikan wawasan baru, saran, motivasi dan bimbingan kepada penulis untuk menyusun naskah skripsi ini.
12. Keluarga besar Mahasiswa Fisika angkatan 2017 yang selalu memberi semangat, menemani dan mendoakan kepada kepada penulis agar terselesainya skripsi ini.

13. Seluruh teman-teman Bidikmisi UIN Walisongo, teman-teman Fisika UIN Walisongo, teman-teman IKAMARU UIN Walisongo, teman-teman kos yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada penulis.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.

Penulis hanya bisa berdo'a semoga amal yang telah diperbuat menjadi amal baik dan diridhoi Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terlalu banyak kekurangan, kelemahan, dan jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan. Akhirnya, hanya kepada Allah penulis berdo'a, semoga bermanfaat adanya dan mendapat ridho dari-Nya, *Amiin Ya Rabbal'aalamiin.*

Semarang, 22 Mei 2024

Penulis



Wahfi'uddin Luthfi Ni'am

1708026003

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Batasan Masalah	8
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Kajian Teori.....	9
1. Air Tanah	9
2. Instrusi Air Laut.....	13
3. Metode Geolistrik	16
4. Rumus Dasar Listrik.....	22
5. Mekanisme Perambatan Arus.....	25

6. Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	29
7. Resistivitas Semu	34
8. Sifat Listrik Batuan	37
9. Geologi daerah penelitian	40
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	44
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN.....	48
A. Jenis penelitian	48
B. Tempat dan Waktu Penelitian	48
C. Alat dan Bahan	51
D. Metode Pengumpulan Data	53
E. Prosedur Penelitian.....	55
F. Teknik Analisis Data.....	56
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN DATA.....	60
A. Deskripsi hasil penelitian.	60
B. Pembahasan data hasil penelitian.....	62
1. Kedalaman lapisan dan litologi batuan.	62
2. Sebaran zona intrusi air laut.....	100
BAB V : PENUTUP	111
A. Kesimpulan	111
B. Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN-LAMPIRAN	119
RIWAYAT HIDUP.....	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Jenis-jenis akuifer airtanah	11
Gambar 2.2.	Siklus aliran air tanah	12
Gambar 2.3.	Kondisi intrusi air laut.....	14
Gambar 2.4.	Segmen penghantar dialiri arus listrik.....	24
Gambar 2.5.	Elektroda arus tunggal.....	26
Gambar 2.6.	Pola aliran arus listrik ganda.....	28
Gambar 2.7.	Rangkaian metode geolistrik konfigurasi <i>Schlumberger</i>	30
Gambar 2.8.	Resistivitas semu.....	34
Gambar 2.9.	Peta geologi pemetaan.....	41
Gambar 2.10.	Peta topologi pemetaan.	43
Gambar 3.1.	Wilayah penelitian	48
Gambar 3.2.	Peralatan survei geolistrik.....	52
Gambar 3.3.	Diagram alir penelitian.	59
Gambar 4.1.	Kurva matching pada titik pertama	63
Gambar 4.2.	Litologi batuan titik pertama	64
Gambar 4.3.	Kurva matching pada titik kedua.	67
Gambar 4.4.	Litologi batuan titik kedua	68
Gambar 4.5.	Kurva matching pada titik ketiga.	70
Gambar 4.6.	Litologi batuan kedalaman titik ketiga.	71
Gambar 4.7.	Kurva matching pada titik ke empat.....	74
Gambar 4.8.	Litologi batuan titik ke empat	75
Gambar 4.9.	Kurva matching pada titik ke lima.	77
Gambar 4.10.	Litologi batuan titik ke lima	78
Gambar 4.11.	Kurva matching pada titik ke enam.	81
Gambar 4.12.	Litologi batuan titik ke enam	82
Gambar 4.13.	Kurva matching pada titik ke tujuh.....	84
Gambar 4.14.	Litologi batuan titik ke tujuh.	85
Gambar 4.15.	Kurva matching pada titik kedelapan.	87

Gambar 4.16.	Litologi batuan titik ke delapan	88
Gambar 4.17.	Kurva matching pada titik ke sembilan	91
Gambar 4.18.	Litologi batuan titik ke sembilan.	92
Gambar 4.19.	Hasil pengolahan data lintasan pertama.....	95
Gambar 4.20.	Hasil pengolahan data lintasan kedua	97
Gambar 4.21.	Hasil pengolahan data lintasan ketiga	99
Gambar 4.22.	Hasil peta sebaran penggunaan lahan	100
Gambar 4.23.	Peta persebaran aliran lapisan akuifer	101
Gambar 4.24.	Visualisasi peta sebaran intrusi air laut kedalaman kurang dari 90 m	103
Gambar 4.25.	Visualisasi peta sebaran intrusi air laut kedalaman lebih dari 90 m.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Nilai resistivitas material bumi	21
Tabel 3.1.	Titik lokasi pengambilan survei geolistrik	49
Tabel 4.1.	Litologi bawah permukaan berdasarkan hasil interpretasi	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Peta titik lokasi penelitian.....	118
Lampiran 2	Peta geologi dan topologi kecamatan Ngombol kabupaten Purworejo.....	119
Lampiran 3	Data lapangan metode geolistrik konfigurasi <i>Schlumberger</i>	121
Lampiran 4	Foto dokumentasi	130

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sumber airtanah (*ground water*) dijadikan sumber mata air yang paling alternatif bagi masyarakat karena kualitas air yang bersih dan terlindungi dari polusi maupun kerusakan, serta dapat digunakan sebagai cadangan ketersediaan air apabila terjadi kekeringan pada musim kemarau. Cadangan daya alam seperti airtanah merupakan sumber yang langka dan membutuhkan waktu yang lama untuk terisi kembali setelah melalui siklus hidrologi bumi. Siklus hidrologi air bawah tanah dapat diibaratkan sebagai reservoir air alami yang tercipta dari air permukaan yang merembes ke dalam tanah melalui pori-pori dan celah-celah batuan. Airtanah sering dimanfaatkan masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga, industri pabrik sampai irigasi pertanian (Rejekiningrum, 2009).

Airtanah di kecamatan Ngombol kabupaten Purworejo digunakan untuk beragam kebutuhan seperti keperluan rumah tangga, pertanian, hingga peternakan. Airtanah dijadikan sumber air bersih dalam bentuk sumur pompa dan sumur bor sejumlah 57 sumur yang dikelola dalam Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) kemudian disalurkan ke 57 desa

dengan jumlah penduduk sebanyak 34.791 jiwa. Airtanah dimanfaatkan warga Ngombol untuk pertanian dan perkebunan seluas 3.541 hektar. Wilayah kecamatan Ngombol kabupaten Purworejo bagian selatan berbatasan langsung laut Samudra Hindia dengan pantai yang dimanfaatkan warga sebagai area wisata dan area tambak seluas 65 hektar (BPS Purworejo, 2021).

Ketersedian airtanah di kecamatan Ngombol kabupaten Purworejo harus tetap terjaga sebagai antisipasi terjadinya eksploitasi secara berlebihan. Potensi pemanfaatan airtanah secara berlebihan diperkirakan dapat terjadi karena kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Badan Pusat Statistik (BPS) Purworejo tahun 2021 telah mensurvei laju pertumbuhan penduduk yang menunjukkan pertumbuhan masyarakat kecamatan Ngombol dominan pada rentang umur produktif (antara 20 – 60 tahun) sebanyak 67% dari populasi penduduk, dapat diprediksi laju pertumbuhan jumlah akan terus bertambah (BPS Purworejo, 2021).

Penelitian tentang curah hujan di seluruh Kabupaten Purworejo menurut Faizah (2023), menunjukkan di Kabupaten Purworejo, 43,68% dari total luas lahan sawah irigasi diperkirakan akan mengalami kekeringan sedang akibat curah hujan tahunan. Sedangkan di Kabupaten

Purworejo, lahan sawah tadah hujan memiliki tingkat sensitivitas kekeringan sedang pada musim hujan dan tinggi pada musim kemarau.

Penelitian tentang hidrostratigrafi di wilayah kepepesisiran kabupaten Purworejo menurut Fitranata (2016), menghasilkan kondisi bentuk lahan disusun oleh material lempung dan pasir pantai yang mengandung airtanah tawar, payau, hingga asin. Keberadaan airtanah payau membentuk pola-pola tertentu di dataran fluviomarin, swale dan beting gisik tua. Keberadaan airtanah asin ditemukan di bentuk lahan swale muda bagian tengah dan lahan gisik pantai bagian barat Kabupaten Purworejo. Adapun nilai resistivitas untuk airtanah payau-asin yang terdeteksi berkisar antara 1-25 Ωm dengan pemompaan airtanah maksimum pada kedalaman 30 meter di bawah permukaan tanah dan tidak boleh lebih, karena dapat berpotensi intrusi air laut

Pengamatan langsung dilakukan pada tahun 2021 ke beberapa sumur seperti di desa Laban, kecamatan Ngombol. Menurut pengakuan kepala desa Laban, sebagian sumur atau sumber mata air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat desa mulai menyusut dan mengering setiap kemarau panjang tiba. Beberapa sumur juga dijumpai dengan kondisi air tawar

yang sudah terasa payau. Beberapa aspek seperti tinjauan penelitian terdahulu yang dekat dengan kecamatan Ngombol dan juga pengamatan langsung di tempat penelitian dijadikan sanggahan yang kuat perlu upaya konservasi terkait inventarisasi potensi airtanah di kecamatan Ngombol kabupaten Purworejo. Upaya konservasi perlu dilakukan untuk menghindari eksploitasi airtanah yang berlebihan. Pengaruh negatif dari eksploitasi berdampak pada penurunan muka airtanah (*land subsidence*), lalu menyebabkan penurunan kuantitas debit airtanah, kemudian terjadi pencemaran airtanah, hingga yang lebih parah terjadi intrusi air laut (Rejekiningrum, 2009).

Intrusi air laut ialah peristiwa penyusupan air asin dari laut (air laut) ke dalam susunan akuifer air tanah dikenal sebagai intrusi air laut. Dalam keadaan normal, air laut tidak dapat meresap ke dalam tanah karena air tanah memiliki komponen massa jenis yang lebih besar dari pada air laut. Namun jika laju aliran volume airtanah menurun, menyebabkan berat jenis (*piezometric*) airtanah menjadi lebih rendah dari air laut, sehingga keseimbangan hidrostatik airtanah terganggu. Gangguan keseimbangan hidrostatik airtanah mengakibatkan airlaut yang mendesak

masuk ke dalam tanah melalui celah-celah lapisan akuifer pada sumur-sumur di daratan (Supriyadi, 1991).

Sabun deterjen dan sabun cuci akan sulit berbusa dalam air yang telah terkontaminasi air laut. Selain itu, pakaian yang dibersihkan dalam air yang terkontaminasi air laut akan segera memudar warnanya. Hal ini terjadi sebagai akibat dari air yang memiliki kadar mineral yang tergolong tinggi. Airtanah yang sangat terintrusi dapat berbahaya bagi kesehatan manusia jika dikonsumsi, karena mempunyai salinitas yang tinggi. Selain itu, dapat menyebabkan gagal panen di bidang pertanian, korosi pada mesin dan bangunan yang terbuat dari logam (Ismawan, 2016).

Upaya identifikasi keberadaan intrusi air laut harus dilakukan, sehingga dapat ditentukan antara daerah kualitas air tanah yang masih terjaga dengan daerah air tanah yang sudah tercemar akibat intrusi air laut. Kegiatan identifikasi berguna untuk memberikan informasi persebaran intrusi air laut dan keberadaan air tanah, serta dapat mengantisipasi atau mencegah penyalahgunaan airtanah yang terlalu tinggi. Identifikasi intrusi air laut dapat dilakukan survei eksplorasi struktur lapisan bawah permukaan tanah yang memiliki nilai resistivitas formasi batuan berupa air laut dengan penerapan metode geofisika.

Metode geofisika yang bisa diterapkan untuk mengetahui masuknya air laut ke dalam airtanah adalah metode geolistrik (Oscar,2020).

Intrusi air laut diidentifikasi menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*. Metode ini menggunakan estimasi bawah permukaan tanah, yang dianggap cukup akurat untuk penelitian bawah tanah dan murah serta cepat digunakan dibandingkan dengan metode geofisika lainnya. Informasi mengenai pergeseran harga resistivitas dalam arah lateral dan vertikal diperoleh melalui survey geolistrik teknik *mapping* dan *sounding* (Broto, 2008). Pengolahan data menggunakan *software* yang *opensource* dan cukup kuat untuk menganalisa data seperti *software HIRA* dan *IP2WIN* dinilai dapat menghasilkan citra atau gambar lapisan bawah permukaan tanah yang akurat. Penggunaan *software QGIS* memudahkan untuk memetakan analisis persebaran yang terjadi sesuai interpretasi data.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka ditentukan rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Berapa nilai resistivitas lapisan batuan bawah permukaan tanah hasil eksplorasi metode geolistrik konfigurasi *schlumberger* di daerah penelitian?

2. Pada kedalaman berapa lapisan permukaan tanah terdeteksi intrusi air laut dengan metode geolistrik konfigurasi *schlumberger* di daerah penelitian?
3. Bagaimana persebaran intrusi air laut di daerah penelitian?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai resistivitas lapisan batuan bawah permukaan dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *schlumberger* di Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo.
2. Mengetahui kedalaman berapa lapisan permukaan tanah terdeteksi intrusi air laut dengan metode geolistrik konfigurasi *schlumberger*.
3. Mengetahui letak persebaran daerah yang terdeteksi intrusi air laut menggunakan metode geolistrik konfigurasi *schlumberger*.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian maka diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang litologi struktur bawah permukaan tanah dengan didasarkan nilai resistivitas batuan pada daerah penelitian.

2. Memberikan informasi mengenai lapisan yang teridentifikasi intrusi air laut di daerah penelitian.
3. Mengantisipasi terjadinya eksploitasi air tanah secara berlebihan sebagai bentuk upaya konservasi pada daerah penelitian dan bijak dalam mengelola penggunaan air tanah yang tersedia untuk kebutuhan rumah tangga maupun pertanian.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Daerah penelitian merupakan daerah Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo yang berada pada titik koordinat $109^{\circ} 56' 28'' - 109^{\circ} 57' 09''$ BT (Bujur Timur), $7^{\circ} 48' 43'' - 7^{\circ} 50' 46''$ LS (Lintang Selatan)
2. Data penelitian berdasarkan data lapangan yang telah diambil di 9 titik.
3. Analisis berdasarkan perhitungan pada nilai resistivitas batuan bawah permukaan tanah dengan penerapan metode geolistrik konfigurasi *schlumberger*.
4. Penelitian ini untuk mengungkapkan formasi batuan bawah permukaan tanah sesuai prosedur nilai resistivitas batuan di daerah penelitian.
5. Penelitian ini hanya untuk mencari tahu persebaran air tanah yang teridentifikasi intrusi air laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Air Tanah

Air yang meresap ke dalam tanah dan mengalir dengan tarikan gravitasi bumi dikenal sebagai air tanah (Todd & Mays, 2005). Hal ini terjadi ketika butiran air saling menempel satu sama lain di zona tak jenuh air, sehingga pori-pori tanah terisi dengan berbagai konsentrasi udara dan air. Air tertahan di pori-pori kecil yang mengelilingi partikel tanah oleh gaya kapiler saat bersirkulasi ke seluruh tanah. Ketika kapasitas retensi tanah habis, air akan mengalir ke pori-pori yang jenuh air di dalam tanah atau batuan dan mengisi zona jenuh air.

Cadangan airtanah berasal dari aliran permukaan air yang merembes ke dalam tanah, misalnya sungai, danau, maupun air hujan yang masuk ke dalam pori-pori tanah. Kondisi curah hujan di Indonesia ditentukan oleh letak topografi, kemiringan lereng, dan kondisi litologi dan geologi, yang menentukan jumlah air hujan yang turun (semakin tinggi lokasi tempat dari permukaan laut, semakin banyak hujan hingga ketinggian 900 m) (Suryo, 2016).

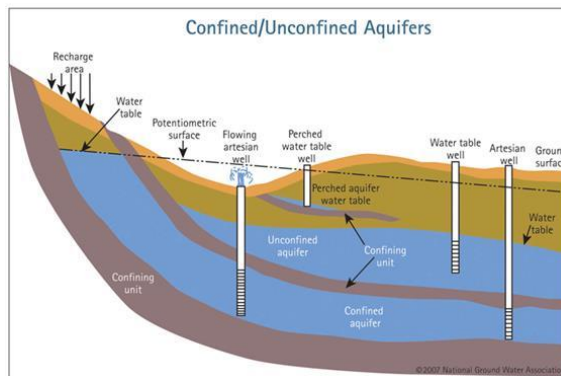
Kondisi air tanah ditentukan oleh struktur seperti pasir yang gembur termasuk batuan yang permeabel memungkinkan air hujan masuk ke dalam formasi batuan, sedangkan batuan dengan sementasi yang kuat seperti breksi dan vulkanik dapat menghalangi infiltrasi air ke dalam tanah. Lapisan permeabel, seperti lapisan tanah liat, adalah lapisan yang memungkinkan air tanah dengan mudah bergerak melaluinya (Suryo, 2016).

Lapisan batuan permeabel merupakan formasi air pada lapisan batuan yang cukup besar atau disebut sebagai akuifer. Secara umum, akuifer adalah lapisan batuan atau formasi geologi lainnya dengan struktur yang memungkinkan air masuk dan mengalir. Akuifer air tanah menurut (Todd & Mays, 2005) terbagi menjadi beberapa jenis diantaranya yaitu:

- a. Akuifer tertekan (*confined aquifer*), karena bagian bawah dan atas akuifer adalah lapisan kedap air seperti tanah liat, akuifer terbatas adalah lapisan rembesan yang menahan air tanah pada tekanan yang lebih besar dari tekanan udara bebas atau tekanan atmosfer.
- b. Akuifer bebas atau tak tertekan (*unconfined aquifer*) adalah lapisan rembesan air dengan lapisan dasar yang kedap air tetapi lapisan atas

yang permeabel. Dengan begitu, kandungan air tanah tertekan oleh tekanan udara bebas atau tekanan atmosfer.

- c. Akuifer terangkat (*perched*) adalah suatu jenis akuifer di mana muka airtanah berada diatas permukaan airtanah utama dan dipisahkan dari airtanah utama oleh suatu lapisan tipis yang agak kedap air dengan distribusi yang terbatas.

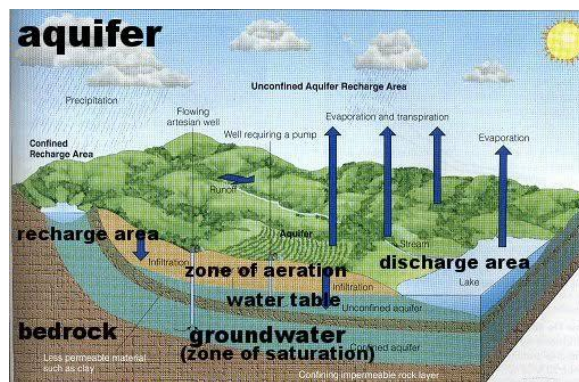


Gambar 2.1. Jenis-jenis akuifer airtanah (Todd & Mays, 2005).

Aliran air tanah dimulai dari area pengisian ulang (*recharge area*) dan berakhir di area pembuangan (*discharge area*). Pengisian ulang air tanah terjadi di dekat permukaan tanah, ketika curah hujan atau air permukaan menyusup (*infiltrasi*) secara gravitasi melalui pori-pori atau celah-celah tanah atau batuan. Air terurai di zona jenuh air di mana semua ruang yang dapat

diakses dalam sedimen atau batuan terisi air. Air di zona jenuh (*zone of saturation*) ini adalah air tanah (*ground water*) (Hendrayana, 2002).

Pada umumnya, muka air tanah tidak mendatar, melainkan mengikuti permukaan topografi di atas fasies bawah permukaan. Muka air tanah adalah batas zona antara muka air tanah (*water table*). Setelah air tanah mencapai lapisan batuan induk yang kedap air, air tanah akan tersimpan dalam jangka waktu yang lama; di beberapa daerah tertentu, air tanah akan tergenang dan membentuk reservoir air. Di zona tak jenuh, air tertahan sementara di pori-pori halus lapisan tanah yang lebih padat (*aerated zone*) seperti **gambar 2.2**.



Gambar 2. 2. Siklus aliran air tanah (Hendrayana,2002).

Kondisi energi yang bervariasi di dalam air tanah itu sendiri, gradasi lapisan pembawa air, dan kekentalan

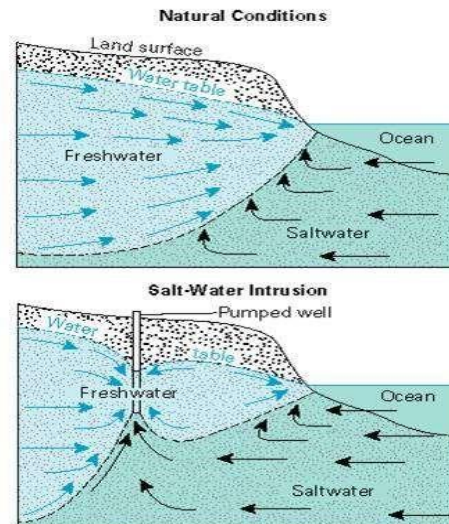
(*viscosity*) air tanah merupakan elemen-elemen yang mempengaruhi pergerakan air bawah tanah. Air tanah membutuhkan energi untuk melintasi celah di antara butiran-butirannya. Tenaga pendorong ini dihasilkan oleh energi potensial air tanah, yang tercermin dari ketinggian muka air tanah (*piezometric*) di lokasi yang bersangkutan. Air tanah tidak mengalir dalam sektor energi potensial yang sama, tetapi airtanah mengalir dari tempat dengan energi potensial tinggi ke tempat dengan energi potensial rendah (Taib, 2000).

2. Intrusi Air Laut

Infiltrasi air asin ke dalam pori-pori batuan mencemari air tanah yang terperangkap di lapisan bawah permukaan, menyebabkan air tanah berkurang dan kualitas air berubah menjadi air payau dan bahkan air asin ketika keseimbangan terganggu. Wilayah pesisir, intrusi air laut terjadi karena adanya pergerakan batas antara air laut dan air tawar (*interface*) yang berfluktuasi. Pergerakan ini terjadi sebagai akibat dari fitur-fitur pantai, komponen batuan, dan variasi air tanah di sepanjang pantai. Semakin besar fluktuasi pasang surut dan semakin landai wilayah daratan terhadap wilayah pantai, semakin besar pula dampak keasaman air asin,

sehingga mengakibatkan zona transisi antara air laut dan air tanah semakin luas (Supriyadi, 1991).

Pada dasarnya, lapisan pembawa air memiliki gradien hidrolik ke arah laut, menghasilkan aliran air tanah yang terus menerus dari darat ke laut, sementara dari laut, ada piezometrik (tekanan) yang menekan air laut yang lebih kuat ke darat. Kedalaman antarmuka antara air tawar dan air asin adalah sekitar 40 kali tinggi muka air tanah di atas permukaan laut. Kedalaman antarmuka ini ditentukan oleh posisi permukaan air tawar yang dihitung dari permukaan laut, yang di tunjukkan pada **gambar 2.3**.



Gambar 2. 3. Kondisi intrusi air laut (Supriyadi,1999).

Pemompaan air tanah semi-tekan yang berlebihan di daratan menyebabkan air yang dipompa menyebar dan mencemari air tanah di dekat lokasi pemompaan. Meningkatnya permintaan air tawar atau air tanah mengurangi intensitas aliran air tanah ke laut, dan bahkan air laut akan mengalir ke sumur-sumur di daratan, membuat pasokan air tanah menjadi tidak berharga karena polusi. Intrusi air laut memiliki berbagai dampak terhadap keberadaan manusia, termasuk masalah kesehatan dan berkurangnya kesuburan tanah (Putranto dan Kusuma, 2009).

Invasi melalui muara sungai. Ketika air laut masuk ke sungai, hal ini menyebabkan air yang sangat asin bermigrasi dan mengisi ulang air tanah. Di akuifer pesisir, intrusi air laut sering terjadi. Air tanah tawar merembes secara alami ke laut melalui akuifer pesisir di pantai yang menjorok ke laut. Kejenuhan atau tekanan berlebih yang disebabkan oleh rembesan dalam batuan dapat menyebabkan air laut hadir dalam air tanah, menyebabkan kejenuhan dan kerusakan yang terkendali. Akibatnya, air tanah di sekitar sungai menjadi asin dan sangat asin. (Day, 2012)

Instruksi air laut menurut perspektif Al-Quran telah dijelaskan dalam firman Allah SWT, Surat Al-Furqan ayat 53:

وَهُوَ الَّذِي مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَجِجْرًا مَحْجُورًا

Artinya: Dan Dialah yang membiarkan dua laut yang mengalir (berdampingan); yang ini tawar lagi segar dan yang lain asin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi.

Intrusi air laut adalah salah satu contoh kejadian alami yang menunjukkan tidak adanya percampuran antara air tawar dan air asin. Hal ini banyak dibuktikan dalam firman Allah SWT dalam istilah (maroha), yang berarti "mengalir (berdampingan)" di mana berdampingan tidak berarti penggabungan atau penggabungan dalam konteks ini. Selain itu, istilah (wajaalaa) menandakan bahwa Allah SWT, melalui kekuatan-Nya, menjaga kedua lautan agar tidak bergabung karena ada penghalang di antara keduanya (Shihab, 1992).

3. Metode Geolistrik

Conrad Schlumberger menemukan metode geolistrik pada tahun 1912. Pendekatan geolistrik adalah metodologi geofisika yang menggunakan konsep

kelistrikan untuk memeriksa sifat aliran listrik di dalam tanah. Metode geolistrik adalah metode yang menggunakan pendeteksian di permukaan bumi untuk mengidentifikasi jenis aliran listrik yang terjadi di bawah permukaan tanah. Medan potensial, arus, dan elektromagnetik yang muncul secara spontan atau sebagai akibat dari injeksi arus, semuanya termasuk dalam pendeteksian ini (Hendrajaya & Arif, 1990).

Metode geolistrik digunakan untuk mendapatkan gambaran umum dari bawah permukaan. Perhitungan geolistrik ini didasarkan pada anggapan bahwa berbagai material memiliki tahanan jenis yang bervariasi ketika dialiri arus listrik. Pendekatan geolistrik digunakan untuk penelitian dangkal dalam geologi teknik, seperti memperkirakan kedalaman batuan dasar, mencari reservoir air, eksplorasi pertambangan, dan eksplorasi panas bumi (Djoko, 2002).

Metode geolistrik lebih efisien apabila dipakai untuk penyelidikan dangkal kurang dari kedalaman 200 meter. Beberapa teknik geolistrik, termasuk magnetotellurik, elektromagnetik, polarisasi terinduksi, arus tellurik, potensial diri, dan resistivitas, dicantumkan oleh Reynold (1997). Berdasarkan sumber arus

listriknnya, teknik geolistrik dapat dibagi dua kategori, yaitu:

- a. Teknik geolistrik aktif, mengalirkan arus listrik ke dalam bumi atau batuan dibawah permukaan bumi, kemudian, dengan menggunakan aktivitas elektrokimia alamiah, efek potensialnya diukur di dua titik lokasi di permukaan tanah. Teknik polarisasi terinduksi dan metode resistivitas adalah dua teknik geolistrik yang memanfaatkan listrik yang diproduksi.
- b. Teknik geolistrik pasif adalah teknik geolistrik yang mengandalkan arus listrik alami bawah tanah. Self potensial dan Magnetotellurik adalah dua teknik geolistrik yang memanfaatkan sumber arus listrik alami.

Metode geolistrik resistivitas adalah teknik geolistrik aktif yang bertujuan untuk menyelidiki karakteristik kelistrikan batuan berdasarkan nilai resistivitas atau tahanan jenis lapisan bawah permukaan bumi. Untuk mengetahui nilai resistivitas struktur batuan dibawah permukaan, metode ini menggunakan konfigurasi elektroda yang melibatkan penginjeksian arus listrik DC (*Direct Current*) ke dalam bumi melalui sepasang elektroda arus dan pengukuran beda potensial

dengan sepasang elektroda potensial. Dalam teknik geolistrik resistivitas, bumi dianggap sebuah resistor yang signifikan (Kearey, 2002).

Metode Geolistrik melibatkan penginjeksian arus dan pengukuran perbedaan potensial yang terbaca dipermukaan untuk menentukan resistivitas antar lapisan dibawah permukaan bumi serta ketebalan setiap lapisan batuan. Berdasarkan metode pengukuran lapangan, pendekatan geolistrik menurut (Broto, 2008) dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori:

a. Metode geolistrik *sounding*

Metode ini digunakan untuk menentukan variasi vertikal resistivitas batuan di bawah permukaan bumi. Jarak elektroda divariasikan dalam metode ini untuk melakukan pengukuran di lokasi sounding. Keuntungan dari teknologi ini adalah kemampuannya untuk menentukan ketebalan lapisan batuan secara mendalam dengan sangat tepat. Lapisan medium yang ditembus semakin dalam, maka bentangan elektrodanya juga semakin panjang dengan batas-batas tertentu sehingga sesuai dengan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*.

b. Metode geolistrik *mapping*

Metode ini digunakan untuk menentukan variasi horizontal resistivitas batuan di bawah permukaan bumi. Titik pemetaan diukur dengan menggunakan jarak elektroda yang tetap dalam metode ini. Keuntungan dari teknologi ini adalah kemampuannya untuk mengukur ketebalan lapisan batuan secara horizontal dengan sangat tepat. Kurangnya kemampuan untuk mendeteksi homogenitas batuan yang dekat dengan permukaan merupakan kelemahan yang dapat mempengaruhi hasil perhitungan.

Metode geolistrik beroperasi berdasarkan penginjeksian arus listrik ke bawah permukaan bumi melalui dua elektroda arus untuk menghasilkan perbedaan potensial. Data pengukuran disajikan dalam bentuk beda potensial untuk setiap jarak elektroda, yang memberikan informasi tentang berbagai jenis batuan di bawah permukaan sebagai hasil dari injeksi arus. Penginjeksian arus listrik menciptakan potensial listrik di dalam batuan di bawah permukaan (Djoko, 2002).

Data beda potensial, kuat arus, dan berat jenis batuan akan diperoleh melalui studi geolistrik. Nilai berat jenis batuan yang diperoleh dengan segera merupakan

nilai berat jenis semu yang perlu diproses lebih lanjut untuk mendapatkan nilai berat jenis asli untuk setiap lapisan. Setiap lapisan merupakan penampang 1D dari nilai berat jenis sebenarnya. Selain itu, penampang 1D dapat diubah menjadi penampang 2D dengan menghubungkan setiap penampang lapisan (Djoko, 2002).

Setiap jenis elemen batuan menentukan nilai resistivitas batuan, dan hasil pengukuran geolistrik mengungkapkan informasi tentang distribusi resistivitas bawah permukaan. **Tabel 2.1.** menyajikan variasi nilai-nilai resistivitas batuan sebagai berikut:

Tabel 2.1. Nilai resistivitas material bumi (Telford et al., 1990)

Bahan	Resistivitas (Ωm)
<i>Air</i> (Udara)	-
<i>Sea Water</i> (Air Asin)	0 – 2
<i>Clay</i> (Lempung)	1 – 100
<i>Sand</i> (Pasir)	1 – 1000
<i>Alluvium</i> (Aluvium)	10 – 800
<i>Gravel</i> (Kerikil)	100 – 600
<i>Sandstones</i> (Batu pasir)	200 – 8000
<i>Limestones</i> (Gamping)	500 – 10.000
<i>Quartz</i> (Kwarsa)	500 – 800.000

Resistansi spesifik mengacu pada kapasitas material atau media untuk menghalangi arus listrik. Melewatkan arus listrik (I) melalui elektroda arus dan mengukur perbedaan potensial (V) pada elektroda potensial adalah metode aktif untuk mengukur resistivitas batuan. Jenis batuan (termasuk mineral yang membentuk batuan), porositas, kandungan fluida (minyak, air, dan gas), garam di dalam air, dan suhu, semuanya memengaruhi resistivitas batuan. Resistivitas suatu material meningkat ketika konduktivitas listriknya menurun. (Herman, 2001).

Resistansi dan resistivitas memiliki arti yang berbeda; resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri, sedangkan resistansi bergantung pada material dan juga bergantung pada faktor tersebut. Hukum Ohm sebagai rumus dasar kelistrikan menjadi dasar dari metode resistivitas. Dengan memonitor beda potensial dan arus mengalir melalui sebuah konduktor, resistivitas dapat diukur (Alfiansyah, 2017).

4. Rumus Dasar Listrik

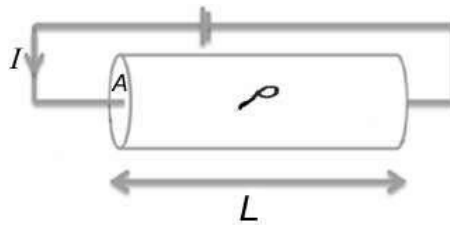
Hukum Ohm, yang dikembangkan oleh ilmuwan Jerman, George Simon Ohm (1787-1854), menyatakan bahwa resistansi atau hambatan yang dinyatakan dalam

simbol R dengan satuan Ω (Ohm), berbanding lurus dengan beda potensial (V) dan berbanding terbalik dengan besar arus listrik yang mengalir (I) untuk sebuah rangkaian listrik. Pernyataan hukum Ohm dapat dituliskan dalam bentuk persamaan (2.1).

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.1)$$

Persamaan hukum ohm kemudian dijadikan acuan untuk menghitung nilai resistivitas dalam simbol ρ , dengan satuan Ωm (ohm meter) yang digunakan dalam pendekatan metode geolistrik. Nilai resistivitas (ρ) mempunyai keterkaitan dengan suatu resistansi atau hambatan (R) yang memiliki medium jenis tertentu. Hambatan (R) dengan medium jenis tersebut berbanding lurus dengan nilai resistivitas (ρ) dan panjang sisi permukaan medium (dengan simbol L , satuan m), serta berbanding terbalik dengan luas penampang medium (dengan simbol A , satuan m^2) yang dinyatakan pada persamaan (2.2).

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.2)$$



Gambar 2. 4. Segmen penghantar dialiri arus listrik (Haryanto,2011).

Nilai resistivitas (ρ) dapat dimodelkan dalam sebuah rangkaian listrik pada **gambar 2.4**. Arus listrik (I) yang mengalir dari muatan positif menuju muatan negatif, akan melintasi hambatan suatu medium jenis yang merupakan penjabaran dari hambatan (R) pada persamaan (2.2). Segmen penghantar atau konduktivitas listrik yang telah melalui hambatan sebuah medium, akan mempengaruhi nilai akhir beda potensial dari nilai semula (ΔV).

Nilai resistansi/hambatan (R) yang ada dalam hukum ohm dengan nilai resistansi (R) pada persamaan (2.2) merupakan kesesuaian, sehingga dapat digunakan untuk mencari nilai resistivitas batuan (ρ) yang dinyatakan dalam persamaan (2.5) (Loke, 2011).

$$R = \rho \frac{L}{A}, R = \frac{\Delta V}{I} \quad (2.3)$$

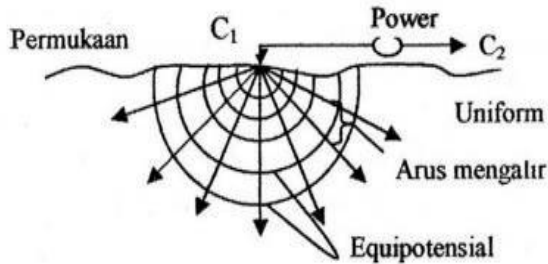
$$\rho \frac{L}{A} = \frac{\Delta V}{I} \quad (2.4)$$

$$\rho = \frac{V A}{I L} \quad (2.5)$$

Pengukuran resistivitas (ρ) diperoleh melalui pengukuran di lapangan. Nilai resistivitas pada lapangan bisa diukur secara langsung melalui perantara injeksi arus listrik yang masuk ke dalam tanah dengan memakai dua buah elektroda serta mengukur beda potensial yang terletak di antara dua tempat yang berbeda di atas permukaan tanah (Lowrie, 2007).

5. Mekanisme Perambatan Arus

Pada elektroda tunggal, bumi dipandang sebagai sebuah separuh bola yang berongga dan mempunyai nilai resistivitas. Pada **Gambar 2.5**, digambarkan bahwa arus akan diinjeksikan ke dalam bumi pada titik elektroda C_1 , ketika titik elektroda C_2 berada di permukaan bumi yang seragam dan udara yang diasumsikan memiliki konduktivitas nol. Ekuipotensial dibawah permukaan bumi dianggap lurus dan tidak dibelokkan karena arus dilokasi C_1 bergerak melalui permukaan membentuk setengah bola. Bidang ekuipotensial digambarkan oleh garis lengkung sedangkan jalur arus ditunjukkan oleh garis putus-putus. Nilai arus (I) pada elektroda tunggal C_1 dinyatakan dalam persamaan (2.6).



Gambar 2. 5. Elektroda arus tunggal (Syukri,2020).

$$I = - \frac{A dV}{\rho dr} \quad (2.6)$$

Pada persamaan (2.6) dijelaskan bahwa A merupakan luas separuh bola = $2\pi r^2$ (satuan m), ρ adalah nilai resistivitas (Ωm), r adalah jari-jari (m), dan V adalah beda potensial (volt). Penyelesaian matematis arus (I) dapat dilihat pada persamaan (2.7), sehingga beda potensial (V) disuatu titik sepanjang r dari pusat arus (I) dapat memenuhi pada persamaan (2.9).

$$I = - \frac{2\pi r^2 dV}{\rho dr} \quad (2.7)$$

$$dV = \frac{I \rho dr}{2\pi r^2} \quad (2.8)$$

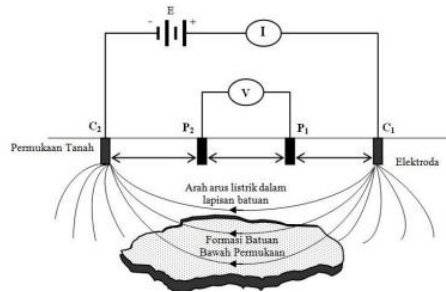
$$V = \int dV = - \int \frac{I \rho dr}{2\pi r^2} = \frac{I \rho}{2 \pi r^2} \quad (2.9)$$

Perhitungan diatas menggunakan area setengah bola pada bumi yang homogen isotropis, yang mengimplikasikan bahwa garis batas tanah dan udara

adalah satu-satunya lapisan yang ada. Karena udara tidak bersifat konduktif dan resistivitas tidak terbatas, arus hanya dapat mengalir ke dalam tanah.

Pada elektroda ganda, terdapat batas capaian arus listrik. Jarak antara dua konduktor arus berkaitan dengan kerapatan arus listrik bumi menentukan jangkauan maksimum arus listrik. Arus listrik yang dimasukkan ke dalam media tak terbatas oleh dua konduktor arus berdampak pada nilai resistivitas semu. Setiap titik yang dekat dengan permukaan akan berdampak pada potensial jika jarak antara dua elektroda arus tidak terlalu lebar. Garis ekuipotensial akan muncul dipermukaan bumi jika arus pada kedua elektroda serupa dan berlawanan arah (Syukri, 2020).

Ekuipotensial yang dihasilkan oleh dua konduktor arus lebih rumit daripada yang dihasilkan oleh satu konduktor. Perubahan signifikan potensial terjadi disekitar sumber arus. **Gambar 2.6.** menggambarkan bagaimana elektroda arus dan potensial disusun. $V_p = V_{p1} + V_{p2}$ dimana V_{p1} dan V_{p2} adalah kontribusi potensial dari dua elektroda, P1 (+1) dan P2 (-1), untuk sumber arus dan potensial pada titik tengah lokasi dimanapun dibumi setara dengan total tegangan kedua elektroda (Reynolds, 1995).



Gambar 2. 6. Pola aliran arus listrik ganda (Reynolds, 1955).

Potensial pada kabel elektroda P_1 dan P_2 yang telah terukur memenuhi pada persamaan (2.10) dan persamaan (2.11), sedangkan untuk mengukur beda potensial ΔV_p secara matematis memenuhi pada persamaan (2.13).

$$V_{p1} = \frac{I \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r1} - \frac{1}{r2} \right) \quad (2.10)$$

$$V_{p2} = \frac{I \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r3} - \frac{1}{r4} \right) \quad (2.11)$$

$$\Delta V_p = V_{p1} - V_{p2} \quad (2.12)$$

$$\Delta V = \frac{I \rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r1} - \frac{1}{r2} \right) - \left(\frac{1}{r3} - \frac{1}{r4} \right) \right] \quad (2.13)$$

Survei geolistrik biasanya menggunakan empat (4) elektroda yang disusun pada bidang horizontal dan simetris terhadap garis tengah, yaitu sepasang elektroda arus C_1C_2 dan sepasang elektroda potensial P_1P_2 yang dimasukkan ke dalam tanah dengan jarak yang telah ditentukan. Injeksi arus listrik dapat menghasilkan nilai

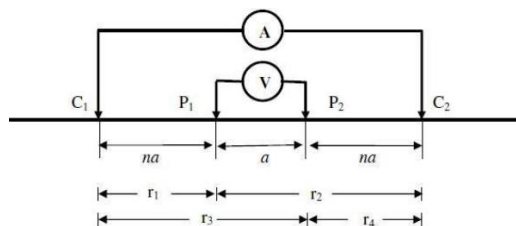
potensial listrik pada batuan di bawah permukaan. Jika jarak atau rentang antara elektroda C_1C_2 diperpanjang, P_1P_2 tegangan listrik yang terjadi pada elektroda akan berubah berdasarkan jenis batuan yang dilewati ketika arus listrik mengalir pada kedalaman yang lebih besar. Mengingat kedalaman lapisan batuan di bawah permukaan bumi yang dapat ditembus arus listrik adalah setengah dari jarak elektroda $C_1C_2/2$, maka dampak dari injeksi aliran arus listrik ini dapat dihitung sebagai setengah bola dengan jari-jari $C_1C_2/2$, sehingga terjadi aliran arus listrik mudah menembus lapisan batuan yang lebih dalam (Oscar, 2018).

6. Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Schlumberger*

Teknik geolistrik secara langsung terkait dengan tata letak atau geometri susunan elektroda potensial dan arus yang digunakan. Resistivitas dan ketebalan batuan bawah permukaan dihitung dengan menggunakan metode yang berbeda tergantung pada susunannya. Dua elektroda potensial dan dua elektroda arus adalah bagian dari kerangka konfigurasi *schlumberger*. Elektroda potensial berada dibagian dalam, dan elektroda arus berada dibagian luar (Sharma, 1997).

Struktur horizontal dan vertikal bawah permukaan ditentukan dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger*. *Vertical electrical sounding* (VES) adalah penggunaan konfigurasi *Schlumberger* secara vertikal (*sounding*) untuk menentukan dan mempelajari variasi resistivitas batuan dan lapisan tanah sebagai fungsi dari kedalaman di lokasi pengukuran. Susunan *schlumberger* memberikan jangkauan terdalam dibandingkan dengan tata letak lainnya. (Telford, 1990).

Pendeteksi keberadaan lapisan batuan yang tidak homogen di permukaan karena nilai resistivitas semu ketika jarak elektroda $P_1P_2/2$ berubah adalah manfaat dari konfigurasi *Schlumberger*. Jarak C_1C_2 harus diperbesar jika jarak elektroda P_1P_2 juga ditingkatkan. Karena pembacaan tegangan pada multimeter sangat rendah, misalnya 1,0 milivolt, maka harus diubah jarak elektroda P_1P_2 serta jarak elektroda C_1C_2 harus ditingkatkan. (Oscar, 2018).



Gambar 2. 7. Rangkaian metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* (Loke, 2013).

Susunan rangkaian konfigurasi *schlumberger* dapat dilihat pada **gambar 2.7**. Dua potensial P_1 dan P_2 sebagai pengukur potensial listrik, dan dua elektroda arus C_1 dan C_2 sebagai arus injeksi yang mengalir ke luar dengan menyesuaikan jarak antara elektroda arus. Pada konfigurasi Schlumberger, r_1 merupakan jarak antara C_1P_1 yang bernilai na . r_2 merupakan jarak antara C_2P_1 yang bernilai $na + a$, r_3 merupakan jarak antara C_1P_2 yang bernilai $na + a$, r_4 merupakan jarak antara C_2P_2 yang bernilai na .

Jarak antara elektroda potensial $P_1 - P_2$ tetap konstan, tetapi jarak antara elektroda arus $C_1 - C_2$ terus meningkat untuk mengumpulkan sejumlah besar data tahanan jenis batuan bawah permukaan yang lebih panjang, baik secara vertikal (*sounding*) maupun horisontal (*profiling*). Metode *roll-along* merupakan pergeseran jarak elektroda yang semakin bertambah nilai jarak rangkaian elektroda. Semua pengukuran harus memperhatikan sambungan elektroda berupa segmen kabel yang dilakukan dengan tujuan untuk menghindari tumpang tindih (*overlapping*) (Loke, et.al., 2013).

Jarak antara elektroda C_1 dan P_1 serta C_2 dan P_2 adalah sama, tetapi P_1 dan P_2 tetap. Jarak ideal P_1 dan P_2 dalam susunan Schlumberger dijaga sesedikit mungkin,

oleh karena itu, jarak ini secara teoretis tidak berubah. Namun demikian, karena sensitivitas instrumen pengukuran yang terbatas, apabila jarak C_1 dan C_2 cukup jauh, maka jarak P_1 dan P_2 harus dimodifikasi. Untuk mempertahankan sensitivitas pengukuran, perubahan jarak P_1 dan P_2 tidak boleh lebih besar dari seperlima jarak C_1 dan C_2 . Susunan Schlumberger dimodifikasi dengan menambah jumlah elektroda potensial. Dampak dari penyesuaian ini terbatas pada kurva kalkulasi yang akan tumpang tindih (*overlap*). Tetapi tidak akan berpengaruh terhadap kehomogenan dari resistivitas materialnya (Bibby, 1988).

Jarak elektroda ($C_1C_2/2$ dan $P_1P_2/2$), arus (I), dan beda potensial (V) yang sudah diukur merupakan beberapa parameter yang harus ada dalam pengukuran. Pengolahan data menghasilkan model atau citra bawah permukaan berdasarkan estimasi parameter perhitungan dari tahapan resistivitas listrik (R), faktor konfigurasi (K), serta resistivitas semu (ρ). Setiap desain memiliki prosedur penghitungan yang unik untuk menentukan ketebalan, kedalaman, dan nilai resistivitas batuan bawah permukaan selama langkah interpretasi.

Nilai faktor geometri (K) dapat diperoleh melalui perumusan yang diambil pada persamaan (2.13), hasil

nilai faktor geometri (K) dapat dilihat pada persamaan (2.18) (Frans, 2015).

$$\Delta V = \frac{I \rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2.14)$$

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]} \quad (2.15)$$

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)} \quad (2.16)$$

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} K \quad (2.17)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)} \quad (2.18)$$

Nilai faktor geometri (K) konfigurasi *Schlumberger* diperoleh dengan memasukan semua nilai dari r_1, r_2, r_3 , sampai r_4 . Nilai faktor geometri konfigurasi *Schlumberger* diperoleh pada persamaan (2.26).

$$K = \frac{2\pi}{\left[\frac{1}{na} - \frac{1}{(a+na)} - \frac{1}{(a+na)} + \frac{1}{na} \right]} \quad (2.19)$$

$$K = \frac{2\pi}{\left[2 \left(\frac{1}{na} \right) - 2 \left(\frac{1}{a+na} \right) \right]} \quad (2.20)$$

$$K = \frac{2\pi}{2 \left[\frac{1}{na} - \frac{1}{(a+na)} \right]} \quad (2.21)$$

$$K = \frac{\pi}{\left[\frac{(na + a) - na}{(na + a)(na)} \right]} \quad (2.22)$$

$$K = \frac{\pi (na + a) (na)}{(na + a) - (na)} \quad (2.23)$$

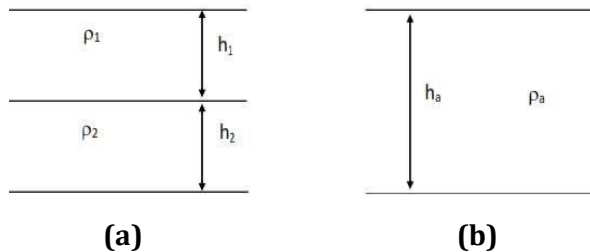
$$K = \frac{\pi n^2 a^2 + \pi na^2}{na + a - na} \quad (2.24)$$

$$K = \frac{\pi a^2 (n^2 + n)}{a} \quad (2.25)$$

$$K = \pi a (n + n^2) \quad (2.26)$$

7. Resistivitas Semu

Resistivitas semu adalah resistivitas medium homogen yang sebanding dengan resistivitas medium bertingkat yang bervariasi. Medium bertingkat yang bervariasi terdiri dari dua lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda (seperti ρ_1 dan ρ_2) yang ditunjukkan pada **gambar 2.8(a)**.



Gambar 2. 8. Resistivitas bertingkat (a) dan Resistivitas homogen atau Resistivitas semu (b)

Pengukuran medium berlapis dibaca sebagai media satu lapisan homogen dengan harga resistivita semu, jika struktur bawah permukaan bumi diasumsikan homogen dan isotropis. Resistivitas semu yang diperoleh dari resistivitas yang sebenarnya itu tidak tergantung pada bentangan jarak elektroda, yang ditunjukkan pada **gambar 2.8(b)** (Wijaya, 2009).

Pendekatan geolistrik diukur dengan menghubungkan arus melalui elektroda C_1 dan C_2 dan mendeteksi perbedaan potensial di P_1 dan P_2 . Namun, karena struktur bawah permukaan bumi terdiri dari susunan formasi atau lapisan tanah dengan resistivitas yang berbeda-beda, maka beda potensial yang telah terinjeksi mencerminkan pengaruh dari susunan formasi tersebut. Resistivitas semu (*Apparent Resistivity*) dari berbagai mineral dinilai dalam survei yang dilakukan dengan perpaduan jarak $C_1C_2/2$, $P_1P_2/2$, jumlah arus listrik yang akan diinjeksikan, tegangan listrik yang telah terjadi, dan resistivitas yang terdeteksi dalam pengukuran (Amaya, et.al., 2016).

Secara teori, nilai resistivitas yang ditentukan oleh survei geolistrik adalah harga atau nilai resistivitas untuk satu susunan formasi saja. Akibatnya, resistivitas yang

terukur adalah resistivitas semu (disimbolkan dengan ρ_a), yang besarnya ditentukan pada persamaan (2.27)

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.27)$$

Nilai resistivitas semu ρ_a dengan satuan (Ωm , ohmmeter), berbanding lurus dengan nilai faktor geometri K dan nilai perubahan beda potensial (ΔV) dan berbanding terbalik dengan nilai kuat arus yang terukur (I).

Hasil resistivitas akhir dari material bumi dihasilkan melalui pemrosesan dan analisis data. Beberapa factor penting yang mempengaruhi nilai resistivitas semu adalah:

- a. Penggunaan garam yang terlarut dalam air sebagai penghantar (*conductor*) untuk menambah kuantitas ion dalam batuan.
- b. Bentuk butiran dari bahan batuan mempengaruhi arus yang bergerak sehingga menurunkan nilai resistivitas.
- c. Peningkatan konsentrasi kandungan mineral dan batuan berupa lempung mengurangi resistivitas.
- d. Garam yang telah terlarut dalam air pada isi batuan meningkatkan komposisi ion air, sehingga dapat menjadi media penghantar (*conductor*).

- e. Struktur yang padat dan semakin tinggi densitas batuan, akan menyebabkan nilai resistivitas semakin meningkat (Sunawar, 2013).
- f. Besar nilai resistivitas tanah sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan komposisi tanah pendukungnya, faktor kelembaban, suhu dan campuran bahan kimia yang terkandung didalam tanah.

8. Sifat Listrik Batuan

Susunan formasi batuan sebagian besar tidak mempunyai homogenitas yang tepat sebagai media pengukuran geolistrik. Posisi susunan formasi batuan yang dangkal atau dekat permukaan tanah dapat berpengaruh terhadap hasil pengukuran beda potensial listrik, sehingga mempengaruhi data utama geolistrik berbeda dari nilai yang seharusnya. Partikel batuan lain yang masuk ke dalam lapisan dapat mempengaruhi homogenitas lapisan batuan (Zohdy, 1980).

Proses pelapukan atau pengikisan batuan disebabkan faktor lingkungan sekitar, seperti genangan atau tumpukan air pada satu tempat, pengikisan batuan utama, bahan atau material yang tersingkap, pipa bahan konduksi, rangkaian kawat yang sudah terhubung ke tanah, atau keadaan lain, menyebabkan ketidakseragaman. Setiap batuan memiliki kualitas yang

unik, termasuk sifat kelistrikan. Resistivitas atau tahanan jenis suatu batuan, yang menyatakan kemampuan material untuk menghantarkan atau memindahkan arus listrik, adalah salah satu karakteristiknya. Kemampuan material untuk menghantarkan listrik berkurang dengan meningkatnya resistivitas dan sebaliknya (Taib, 2000).

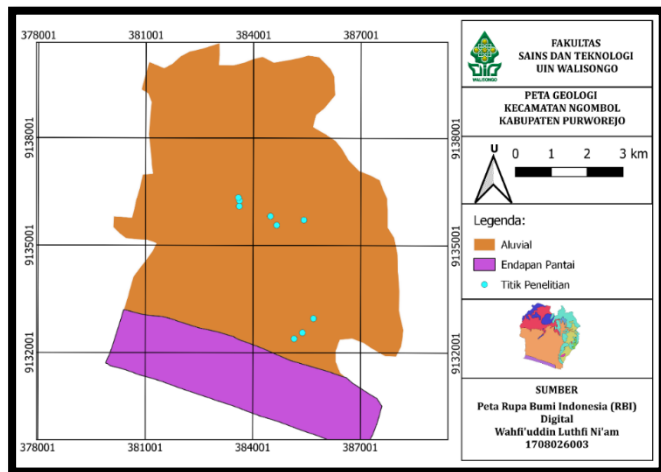
Arus listrik tersebut bisa muncul dari alam itu sendiri yang timbul dari ketidakseimbangan atau dapat secara aktif dimasukkan ke dalam materi yang sudah ada di alam. Pada sebagian besar formasi batuan, konduksi aliran listrik diinduksi secara elektrolitik oleh cairan padat atau fluida, dan resistivitas dikontrol oleh celah-celah (porositas), kandungan air, dan komposisi air daripada resistivitas matriks yang padat. Peristiwa konduksi di beberapa batuan di dekat permukaan bumi didominasi oleh penghantar elektrolitik dalam larutan yang mengandung garam yang tersebar melalui porositas batuan atau kontak air dan formasi batuan. Matriks formasi batuan biasanya bersifat non konduktor, dan hambatan jenis batuan ditentukan oleh struktur pori-pori batuan, kuantitas air yang jenuh, suhu, pengaruh air-batuan dan perubahan sifat, dan komposisi uap dalam air. (Herman, 2001).

Mayoritas mineral formasi batuan dan tanah adalah isolator dengan resistansi yang sangat besar. Meskipun demikian, keberadaan mineral yang bersifat penghantar seperti grafit, pirhotit, pirit, magnetit, dan karbon dalam hitungan yang sesuai di dalam formasi batuan akan memberikan dampak yang signifikan terhadap konduktivitas batuan, namun nilainya tidak dapat diantisipasi secara global (Barus, 2015). Isolator dibedakan dengan adanya struktur ionik, yang mencegah elektron valensi bergerak ke berbagai arah. Ciri lain antara konduktor dan semi-konduktor yang dapat membedakan adalah volatilitas suhunya. Semikonduktor memiliki konduktivitas yang rendah pada suhu rendah, sedangkan konduktor memiliki konduktivitas yang besar pada suhu rendah. Secara pokok batuan dan kandungan mineral dapat dikelompokkan sebagai konduktor menjadi 3 kelompok:

- a. Konduktor baik, nilai resistivitasnya ($10^{-1} - 1$) Ωm .
- b. Konduktor sedang, nilai resistivitasnya ($1 - 10^7$) Ωm .
- c. Konduktor buruk (isolator), nilai resistivitasnya lebih dari $10^7 \Omega\text{m}$ (Barus, 2015).

9. Geologi daerah penelitian

Kecamatan Ngombol kabupaten Purworejo secara geologi daerah mengikuti peta geologi regional lembar kebumen, yang dibuat oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (Indonesia) pada tahun 1992, S. Asikin, H. Busono, dan S. Gafoer. Keadaan geologi kecamatan Ngombol secara terperinci, dapat dilihat pada **gambar 2.9**. Geologi kecamatan Ngombol mempunyai beberapa formasi geologi yang berbeda di beberapa wilayah, seperti formasi alluvial (Qa), formasi endapan pantai (Qac), dan formasi Quarter Alluvium (Qa). Formasi alluviul (Qa) umumnya berupa lempung, lanau, pasir, kerikil dan kerakal. Formasi endapan pantai (Qac) yang umumnya tersebar pasir lepas yang terbilah baik sampai sedang. Formasi Quarter Aluvium (Qa) yang terdiri dari lempung, lanau pasir, krikil dan krakal yang merupakan endapan sungai.



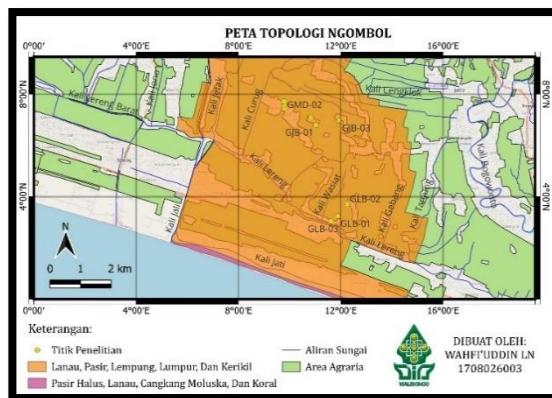
Gambar 2. 9. Peta geologi pemetaan

Kecamatan Ngombol, kabupaten Purworejo terletak pada $109^{\circ}56'28''$ – $109^{\circ}58'20''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}48'43''$ – $7^{\circ}54'47''$ Lintang Selatan. Kecamatan Ngombol berjarak sekitar 17 km dari pusat ibukota kabupaten Purworejo. Salah satu kecamatan yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia di bagian selatan adalah kecamatan Ngombol. Kecamatan ini berbatasan dengan kecamatan Purwodadi di sebelah timur, kecamatan Gebang di sebelah barat, kecamatan Banyu Urip di sebelah utara. Luas daratan kecamatan Ngombol seluas $55,27 \text{ km}^2$ dan luas wilayah pantai mencapai 65 hektar (BPS Purworejo, 2018).

Kecamatan Ngombol terbagi menjadi 57 desa, jumlah penduduk sebanyak 34.791 jiwa, dan kepadatan penduduk mencapai 629/km². Masyarakat kecamatan Ngombol didominasi umur produktif (antara 20-60 tahun) sebanyak 67% dari populasi penduduk. Penggunaan lahan daerah kecamatan Ngombol digunakan sebagai lahan pertanian seluas 3.541 hektar, lahan area peternakan dengan jumlah total 57 hektar. Kebutuhan air disuplai lewat sumur rumahan sejumlah 40 sumur, dan sumur airtanah dalam bentuk sumur pompa dan bor sejumlah 57 sumur yang dikelola pemerintah. Kebutuhan sumur pompa dan bor masih terus ditambah untuk mencukupi kebutuhan lahan pertanian dan sanitasi rumah tangga, mengingat aspek periode laju tahunan curah hujan diperkirakan dalam kekeringan sedang sebesar 43,68%. Sawah tadah hujan diklasifikasikan sebagai sawah dengan tingkat risiko kekeringan tinggi pada musim kemarau (Faizah, 2023).

Topologi Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo menurut pusat penelitian dan pengembangan geologi (Indonesia) pada tahun 1992, S. Asikin, H. Busono, dan S. Gafoer, dicirikan oleh endapan alluvium yang sebagian besar berasal dari batuan vulkanik Tersier yang terdapat di Pegunungan Serayu Selatan dan Pegunungan Menoreh.

Kipas aluvium Purworejo terbentuk di bagian timur endapan rombakan purba. Pada bagian selatan, dari Kali Lereng sampai ke pesisir pantai, terdiri dari endapan aluvium pantai yang masih muda. Sumber daya air tanah yang melimpah di bawah dataran Kabupaten Purworejo, dan endapan aluvium pantai yang masih muda, khususnya, memberikan potensi yang cukup besar untuk bahan tambang pasir besi dan mineral lainnya seperti **gambar 2.10**.



Gambar 2. 10. Peta topologi pemetaan.

Secara garis besar, jenis akuifer di kecamatan Ngombol kabupaten Purworejo menurut Badan Geologi Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan (2018) adalah akuifer sedang dengan aliran melalui ruang antar butir. Akuifer ini terdapat di lembah sungai tua dan

daerah pesisir. Akuifer wilayah yang produktif memiliki distribusi yang luas, permukaan airtanah atau ketinggian pisometri yang biasanya berada pada atas permukaan tanah, dan debit sumur yang biasanya lebih besar dari 5 liter per detik. Akuifer pesisir, yang sering dikenal sebagai endapan alluvial, membentuk topologi sistem akuifer. Terdapat potensi airtanah yang baik di akuifer pantai. Airtanah akuifer pesisir dapat menjadi sumber air yang baik dalam hal kuantitas. Namun, karena baunya yang khas, warnanya yang kuning, dan kandungan garamnya yang tidak terlalu tinggi, akuifer alluvial pantai memiliki kualitas yang rendah.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini membuat beberapa referensi untuk temuan penelitian sebelumnya tentang tema terkait. Rujukan ini digunakan untuk acuan atau pembandingan untuk mengungkap aspek-aspek lain yang relevan dengan penelitian agar penelitian sebelumnya tidak terulang kembali. Di antara penelitian-penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Khoirun Nisa (2012), melakukan penelitian yang dapat menentukan zona intrusi air laut di kecamatan Genuk, Kabupaten Semarang karena eksploitasi air tanah yang tidak terkontrol sehingga kualitas dan

kuantitas air tanah menurun. Pendekatan resistivitas konfigurasi *Schlumberger* digunakan dalam penelitian ini, dengan data lapangan yang dikumpulkan menggunakan aplikasi *IP2WIN*. Hasil pemrograman digunakan untuk mengkarakterisasi penampang melintang wilayah studi. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan zona yang telah terintrusi air laut berada di wilayah Karangroto dan Sembungharjo pada kedalaman 80 meter, Bangetayu Kulon pada kedalaman 100 meter, Genuksari pada kedalaman 140 meter, dan Trimulyo pada kedalaman 200 meter.

2. Tabitha (2016), melakukan analisis terhadap intrusi air laut pada area dataran alluvial Kota Semarang menggunakan data resistivitas konfigurasi *Schlumberger* yang sudah dilakukan. Pengolahan data pada penelitian menggunakan perangkat ArcGIS 10.3 untuk menganalisis sebaran intrusi air laut dengan sebaran peta kontur kualitas airtanah dan perangkat *Progress 3.0* untuk menyelidiki jenis litologi serta tinggi kedalaman pada bawah permukaan. Hasil penelitian diperoleh nilai harga resistivitas batuan dan kelayakan airtanah bawah permukaan pada daerah terdampak intrusi air laut

yang terjadi di kelurahan Trimulyo yang memiliki nilai resistivitas $0,27 \Omega\text{m}$ dan diduga air laut telah mengekspansi air tawar pada kedalaman 1,35 -2,94 m disebabkan pergeseran mukaair (*interface*) pesisir pantai akibat penggunaan air tanah secara berlebihan.

3. Muslim (2021), melakukan penelitian tentang identifikasi persebaran intrusi air laut di sekitar daerah pelabuhan Kinjing, Kabupaten Mempawah untuk mengantisipasi eksploitasi airtanah karena jumlah penduduk semakin bertambah. Penelitian menggunakan metode resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan 4 titik lintasan berjarak 155 m. Hasil pengukuran menunjukkan harga resistivitas sebesar $0,262 - 7,36 \Omega\text{m}$ dengan ketinggian berkisar antara 1,25 m hingga lebih dari 28,7 m. Susunan bawah permukaan terdiri dari tiga lapisan yaitu pasir, lempung, dan lapisan semi kedap air (akuifer) yang terdiri dari lempung pasif, pasir lempung, dan kerikil. Lapisan akuifer dangkal dengan litologi pasir telah terinvasi oleh air laut dan memanjang lebih dari 1 km dari pantai.

Berdasarkan kesamaan tema penelitian, terdapat berbagai referensi hasil penelitian pada tinjauan pustaka yang telah dipaparkan. Hal ini menjadi acuan bagi para sarjana yang dapat memperkuat teori dengan mendapatkan pengetahuan atau materi yang relevan dengan bidang atau topik yang dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Penelitian ini menerapkan penelitian kuantitatif dengan metode geolistrik konfigurasi *schlumberger* untuk mengetahui nilai resistivitas batuan bawah permukaan tanah di daerah penelitian.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian ini, meliputi:

1. Tempat Penelitian



Gambar 3. 1. Wilayah penelitian.

Tempat penelitian berada di kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo yang tersebar melalui 9 titik seperti yang ditunjukkan pada

gambar (3.1), dengan lokasi pengukuran yang dilaporkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Titik lokasi pengambilan survei geolistrik.

No	Titik	Lokasi Pengukuran
1	GJB-01	Posisi 7°49'8.4" LS dan 109°57'13.7" BT, ketinggian 7 mdpl, Desa Jombang, Kecamatan Ngombol.
2	GJB-02	Posisi 7°49'0.2" LS dan 109°57'08.0" BT, ketinggian 7 mdpl, Desa Jombang, Kecamatan Ngombol.
3	GJB-03	Posisi 7°49'03.7" LS dan 109°57'38.4" BT, ketinggian 7 mdpl, Desa Jombang, Kecamatan Ngombol.
4	GLB-01	Posisi 7°50' 46.12" LS dan 109°57' 37.11" BT, ketinggian 2 mdpl, Desa Laban, Kecamatan Ngombol.
5	GLB-02	Posisi 7°50' 33.19" LS dan 109°57'47.09"BT, ketinggian 2 mdpl, Desa Laban Kecamatan Ngombol.
6	GLB-03	Posisi 7°50' 51.61" LS dan 109°57' 29.44" BT, ketinggian 2 mdpl, Desa Laban Kecamatan Ngombol.
7	GMD-01	Posisi 7°48' 51.1" LS dan 109°56' 3.6" BT, ketinggian 23 mdpl, Desa Mendiro, Kecamatan Ngombol.
8	GMD-02	Posisi 7°48' 46.0" LS dan 109°56' 39.8" BT, ketinggian 12 mdpl, Desa Mendiro, Kecamatan Ngombol.
9	GMD-03	Posisi 7°48' 43.2" LS dan 109°56' 38.8" BT, ketinggian 12 mdpl, Desa Mendiro, Kecamatan Ngombol.

2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan ini dibagi berapa bagian, yaitu:

a. Pra-survei.

Tujuan dari tahap pra-survei dalam penelitian ini adalah untuk memberi penjelasan gambaran umum mengenai pengambilan data di lapangan kepada masyarakat sekitar. Pra-survei dilaksanakan tanggal 29 sampai 30 Agustus 2021.

b. Pengambilan data lapangan

Tahapan pengambilan data pada penelitian diawali dengan survei lapangan mencari lokasi, lalu menentukan posisi dan ketinggian titik penelitian tersebut, kemudian melaksanakan pengukuran geolistrik untuk pengambilan data lapangan. Data yang dihasilkan menunjukkan nilai resistivitas batuan (*Log Resistivity*) sehingga butuh pengolahan lebih lanjut terkait interpretasi data. Survei lapangan dilaksanakan tanggal 1 sampai 10 November 2021.

c. Pengolahan data.

Tahapan pengolahan data bertujuan untuk menganalisis perhitungan data *Log Resistivity* yang diinterpretasikan dalam luasan area lapisan penampang bawah permukaan sehingga dapat mudah dipahami informasi yang dihasilkan. Pengolahan data dilaksanakan tanggal 11 sampai 30 November 2021.

C. Alat dan Bahan

Adapun peralatan pengukuran geolistrik konfigurasi *Schlumberger* yang dibutuhkan dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Alat pemerolehan data di lapangan meliputi:
 - a. *Resistivity Meter* Naniura NRD 300 Plus digunakan untuk menunjukkan nilai beda potensial (V) dan kuat arus (I).
 - b. Kabel untuk mengalirkan arus sebanyak 2 rol dengan bentangan jarak masing-masing 250 meter, untuk menghantarkan arus listrik ke elektroda.
 - c. Kabel beda potensial sebanyak 2 rol dengan bentangan jarak masing-masing 50 meter,

digunakan untuk menghantarkan arus listrik dari elektroda.

- d. Elektroda untuk kuat arus *stainless steel* 2 buah, sebagai penghubung kuat arus ke dalam tanah.



Gambar 3. 2. Peralatan survei geolistrik.

- e. Elektroda potensial tembaga 2 buah, untuk menangkap potensial dari dalam tanah.
- f. Casing isolator 2 buah.
- g. Palu bodem untuk membantu elektroda tertancap ditanah 4 buah.
- h. Caput penghubung elektroda dengan kabel sebanyak 4 buah.
- i. Baterai aki basah yang berfungsi sebagai sumber arus sebanyak 1 buah.
- j. GPS untuk *input* titik koordinat geolistrik sebanyak 1 buah.

- k. Laptop digunakan penyimpan dan pengolah hasil data lapangan sebanyak 1 buah.
 - l. HT sebagai alat komunikasi 4 buah.
2. Alat pengolahan data lapangan yang berupa:
- a. Satu unit laptop Asus windows 10 dan sistem operasi 64-bit digunakan dalam pengolahan data penelitian.
 - b. Software Microsoft Excell 2016 untuk mengolah data lapangan nilai resistivitas batuan lapisan bawah tanah dengan konfigurasi *schlumberger*.
 - c. Software *Hyra* dan *IP2Win* untuk pengolahan data sehingga dapat di intepretasikan data.
 - d. QGIS versi 3.28.14. untuk membuat peta intrusi air laut.

D. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung di wilayah kecamatan Ngombol, kabupaten Purworejo. Proses pengambilan data dapat dilakukan melalui 2 tahap pekerjaan, yaitu:

1. Pekerjaan Pra-Survei.

Tahapan dalam pelaksanaan pra-survei adalah:

- a. Mencatat posisi dan ketinggian lokasi.
- b. Pemetaan geologi jenis batuan dan penyebarannya.
- c. Mendeskripsikan jenis struktur dan komposisi batuan.

2. Survei Lapangan

Tahapan dalam pelaksanaan survei lapangan adalah:

- a. Mengukur kedalaman sumur-sumur guna untuk mengamati mineral yang khas dan penghantar listrik.
- b. Pengukuran geolistrik sesuai lokasi dan volume yang telah ditentukan.
- c. Pengolahan data meliputi pembuatan *Log Resistivity*, penampang bawah permukaan 2D untuk setiap lintasan pengukuran sehingga diperoleh gambaran kedalaman dan ketebalan jenis lapisan batuan.
- d. Analisa dan perhitungan data yang menghasilkan luasan area intrusi air laut.
- e. Pelaporan hasil penelitian.

E. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini prosedur penelitian data dilakukan dengan cara pengukuran dan pengamatan secara langsung di wilayah kecamatan Ngombol, kabupaten Purworejo. Proses pengambilan data antara lain:

1. Menentukan *plot* atau titik lokasi dan ketinggian posisi.
2. Pemetaan geologi jenis formasi batuan dan penyebarannya.
3. Mendiskripsikan jenis formasi batuan dalam peta lembar geologi.
4. Pemasangan dan pengukuran geolistrik sesuai lokasi dan bentangan spasi jarak elektroda yang ditentukan.
5. Memasukkan data nilai pengukuran langsung kedalam laptop untuk diolah sesuai konfigurasi dan resistivitas semu sehingga menghasilkan nilai resistivitas.
6. Mengolah data nilai resistivitas ke dalam *Software HIRA – IP2WIN* supaya menghasilkan *Log Resistivity* (penampang bawah permukaan untuk setiap lintasan) yang akan dianalisis.

7. Menganalisis perhitungan data *Log Resistivity*, bertujuan untuk menginterpretasikan informasi luasan area formasi batuan tiap lapisan permukaan.
8. Menganalisis formasi batuan dari informasi luasan area formasi batuan tiap lapisan permukaan yang terindikasi terjadinya intrusi air laut.
9. Memasukkan titik koordinat dari data nilai resistivitas ke Quantum GIS 3.28.14. (QGIS).
10. Melakukan *Entry Data* (memasukkan data informasi formasi batuan) ke *Attribute Table* (Tabel data) ke QGIS.
11. Melakukan Visualisasi Peta dan *Layout* pada QGIS untuk menampilkan peta wilayah daerah penelitian yang teridentifikasi intrusi air laut.

F. Teknik Analisis Data

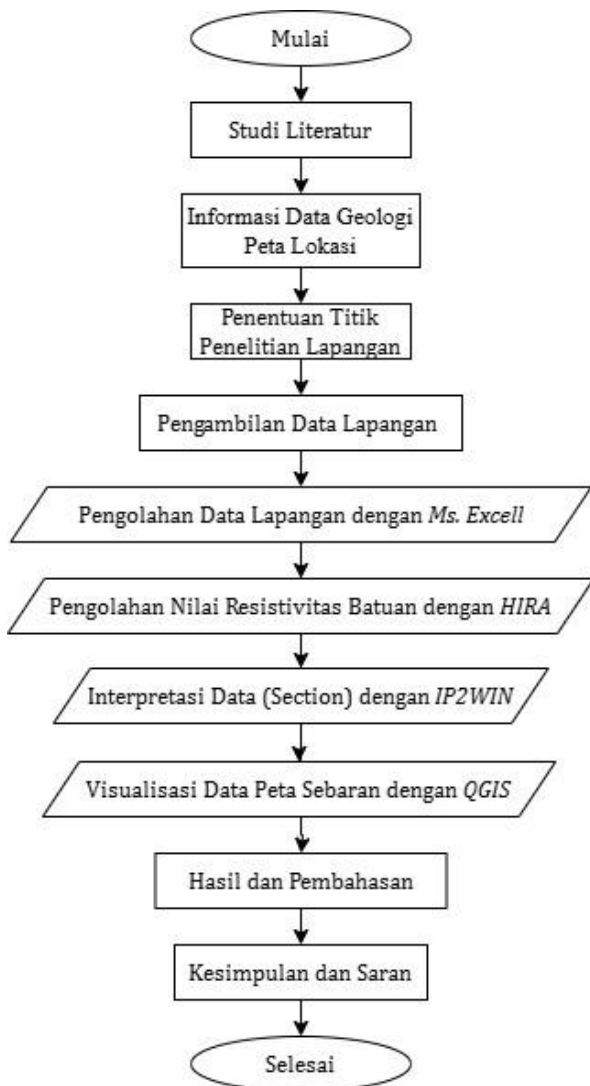
Teknik analisis data penelitian ini pertama-tama mendefinisikan area studi dan titik pengukuran dengan menggunakan studi pustaka dan beberapa informasi yang menuntun penelitian di wilayah tersebut. Data resistivitas (*Log Resistivity*) dikumpulkan setelah pengumpulan data. Data Resistivitas (*Log Resistivity*) menunjukkan nilai resistivitas batuan penampang

permukaan lapisan dengan satuan ohmmeter (Ωm) yang harus dikorelasikan daftar harga resistivitas materi penyusun bumi. Kolerasi daftar harga resistivitas bumi ditunjukkan *range* atau jarak rentang nilai resistivitasi mewakili suatu jenis material distruktur lapisan bawah bumi.

Target jenis material yang diambil dalam penelitian yaitu *Sea Water* (Air Asin atau Air Laut) dengan nilai resistivitas sekitar 0 - 0.2 Ωm dan *Sand* (Pasir) atau lempungan yang terdapat lapisan akuifer terkandung air tanah dengan nilai resistivitas antara 1-100 Ωm . Tahap selanjutnya yaitu pengolahan data. Pengolahan data yang digunakan adalah *software Microsoft Excell 2016* dan *software HIRA*. *Software Microsoft Excell* berfungsi untuk menghitung nilai resistivitas semu dan *Software HIRA* juga berfungsi untuk membuat penampang lapisan per titik sumur. Kemudian dilakukan interpretasi data dengan menggunakan *IP2WIN*.

Interpretasi data merupakan pemetaan atau persebaran nilai resistivitas pada semua titik sumur. Interpretasi ini dilakukan dengan software. Interpretasi data pada penelitian ini menggunakan *Software QGIS 3.28.14* yang berfungsi untuk mengetahui sebaran air tanah yang tercemar oleh zona intrusi air laut. Hasil

interpretasi tersebut dapat dibahas dan disimpulkan kedalaman lapisan air tanah, kedalaman zona intrusi air laut dan sebaran zona intrusi air laut di wilayah kecamatan Ngombol, kabupaten Purworejo. Adapun usaha untuk memperoleh dan menghimpun data yang valid serta akurat diperlukan alur penelitian seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3. Diagram alir penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN DATA

A. Deskripsi hasil penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 29 Agustus 2021 – 30 November 2021. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kedalaman struktur lapisan tanah dan untuk mengetahui kedalaman lapisan zona intrusi air laut di daerah penelitian. Penelitian ini menggunakan penelitian lapangan (*field research*), dengan metode penelitian kuantitatif pendekatan eksperimen, data-data yang diperoleh dari lapangan dan diharapkan dapat menganalisis situasi permasalahan dan pembahasan secara mendalam dan komprehensif.

Data penelitian ini ada 9 titik seperti pada **Gambar 3.1.** yang berada di wilayah kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo. Adapun lokasi pengukuran dapat dilihat pada **Tabel 3.1.** Akuisisi data penelitian menerapkan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dengan 2 buah elektroda potensial dan 2 buah elektroda arus yang dibentangkan untuk mendapatkan variasi kedalaman maupun lateral dengan menghubungkan antar

beberapa titik *sounding* per lintasan. Data penelitian ini didapatkan dengan cara pengukuran secara langsung dilapangan, dengan beberapa komponen nilai yang berupa kuat arus listrik I , beda potensial V , dan jarak atau spasi antar elektroda a yang sudah dipersiapkan sesuai dengan konfigurasi *Schlumberger* untuk menentukan nilai resistivitas semu batuan ρ_{α} . Berdasarkan data hasil pengukuran yang telah dilakukan pada titik penelitian, dilakukan perhitungan atau pengolahan data untuk menemukan nilai lapisan batuan bawah permukaan, membuat sayatan (section) penampang kedalaman lapisan bawah tanah, dan persebaran kedalaman lapisan yang teridentifikasi intrusi air laut sesuai pengolahan data.

Data penelitian yang diukur dari lapangan diolah menggunakan *Software Microsoft Excell* untuk menghitung nilai resistivitas semu batuan ρ_{α} , kemudian data-data nilai resistivitas semu batuan dimasukkan ke *Software HIRA* untuk membuat penampang lapisan per titik penelitian. *IP2WIN* digunakan untuk membuat section pada beberapa daerah titik penelitian menjadi satu lintasan penelitian, dan *QGIS* untuk visualisasi memetakan zona yang teridentifikasi intrusi air laut.

B. Pembahasan data hasil penelitian.

1. Kedalaman lapisan dan litologi batuan.

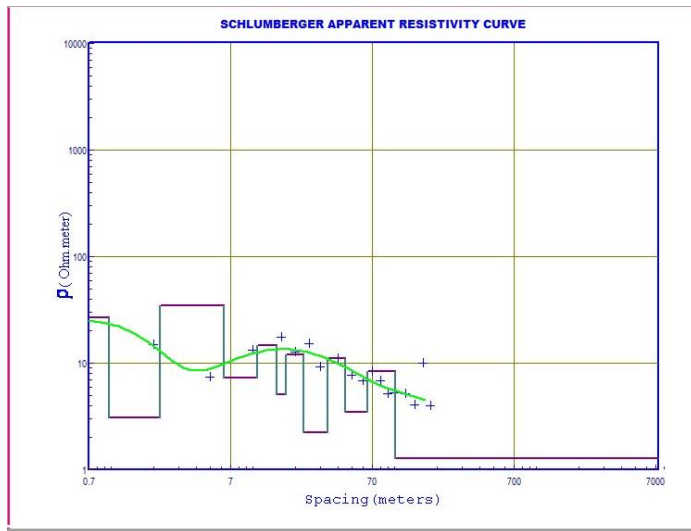
Hasil interpretasi litologi bawah permukaan tanah dengan geolistrik konfigurasi *Schlumberger* telah diperoleh dari formasi geologi dari Kecamatan Ngombol yang berupa formasi Kebobutak (Tomv), formasi Quarter Aluvium (Qa), dan endapan pantai (Qac). Adapun rincian interpretasi tersebut dapat diinterpretasikan sebagai lapisan-lapisan litologi seperti pada **tabel 4.1**.

Tabel 4. 1. Litologi bawah permukaan berdasarkan hasil interpretasi (Oscar,2020).

No	Nilai Resistivitas (Ωm)	Litologi
1	0 – 2	Lempung (Air Asin)
2	2 – 10	Lempung
3	10 – 20	Pasir Lempungan
4	20 – 60	Pasir
5	60 – 100	Breksi

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik pertama (GJB-01) di desa Jombang, kecamatan Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.1.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil

kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi 12 lapisan pada titik pertama hingga kedalaman 102 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (1,27 - 34,6) Ωm .



Gambar 4. 1. Kurva *matching* pada titik pertama.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik pertama ditunjukkan pada **gambar 4.2**. Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kedalaman 0,00 sampai dengan kedalaman 0,97 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup pasir krikilan.

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		1.27 9.97	0.97	Lapisan Perutup (Pasir kerikilan)
2		9.97 2.23	1.26	Lempung
3		2.23 6.30	4.07	Pasir kerikilan
4		6.30 10.83	4.53	Lempung pasir
5		10.83 14.86	4.03	Pasir lempungan (Akuifer)
6		14.86 17.27	2.41	Lempung
7		17.27 22.98	5.71	Pasir lempungan (Akuifer)
8		22.98 33.99	11.01	Lempung
9		33.99 45.24	11.25	Pasir lempungan (Akuifer)
10		45.24 64.93	19.69	Lempung
11		64.93 101.98	37.05	Lempung pasir (Akuifer)
12		101.98		Lempung pasir (potensi asin)

Gambar 4. 2. Litologi batuan titik pertama.

- b. Kedalaman 0,97 meter sampai dengan kedalaman 2,23 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 3,07 Ω m.
- c. Kedalaman 2,23 meter sampai dengan kedalaman 6,30 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir kerikilan dengan nilai resistivitas 34,6 Ω m.
- d. Kedalaman 6,30 meter sampai dengan kedalaman 10,83 meter dibawah permukaan

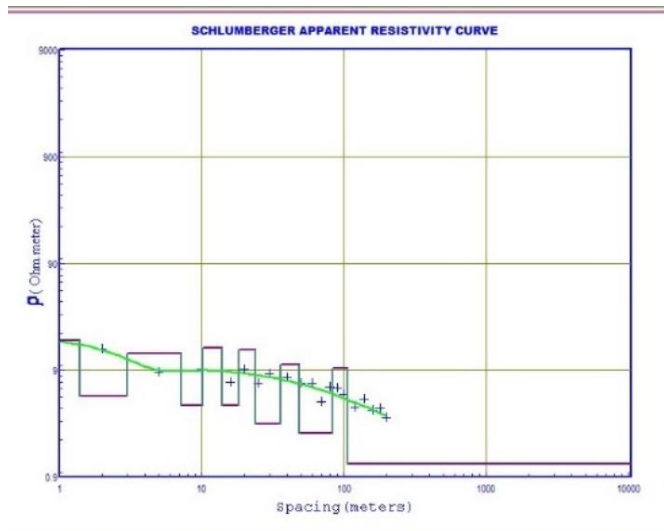
tanah merupakan lapisan lempung pasiran dengan nilai resistivitas $7,26 \Omega\text{m}$.

- e. Kedalaman 10,83 meter sampai dengan kedalaman 14,86 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas $14,63 \Omega\text{m}$.
- f. Kedalaman 14,86 meter sampai dengan kedalaman 17,27 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas $5,06 \Omega\text{m}$.
- g. Kedalaman 17,27 meter sampai dengan kedalaman 22,98 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas $11,97 \Omega\text{m}$.
- h. Kedalaman 22,98 meter sampai dengan kedalaman 33,99 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas $2,23 \Omega\text{m}$.
- i. Kedalaman 33,99 meter sampai dengan kedalaman 45,24 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas $11,05 \Omega\text{m}$.
- j. Kedalaman 45,24 meter sampai dengan kedalaman 64,93 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 3,46 Ωm .

- k. Kedalaman 64,93 meter sampai dengan kedalaman 101,98 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 8,35 Ωm .
- l. Kedalaman lebih dari 101,98 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir (potensi asin) dengan nilai resistivitas 1,27 Ωm .

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik kedua (GJB-02) di desa Jombang, Kecamatan Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.3.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi duabelas lapisan pada titik kedua hingga kedalaman 106 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (1,19 – 17,08) Ωm .



Gambar 4. 3. Kurva *matching* pada titik kedua.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik kedua ditunjukkan pada **gambar 4.4**. Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,39 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup pasir lempungan.
- b. Kedalaman 1,39 meter sampai dengan kedalaman 3,00 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5,14 Ωm .

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		1.19 1.39	1.39	Lapisan Perutup (Pasir lempungan)
2		1.39 3.00	1.61	Lempung
3		3.00 7.18	4.18	Pasir lempungan (Akuifer)
4		7.18 10.15	2.97	Lempung
5		10.15 13.92	3.77	Pasir lempungan (Akuifer)
6		13.92 18.26	4.34	Lempung
7		18.26 23.94	5.68	Pasir lempungan (Akuifer)
8		23.94 35.94	12.00	Lempung
9		35.94 48.56	12.62	Pasir lempungan (Akuifer)
10		48.56 63.48	14.92	Lempung
11		63.48 106.20	22.72	Pasir lempungan
12		106.20		Lempung pasir (potensi Asin)

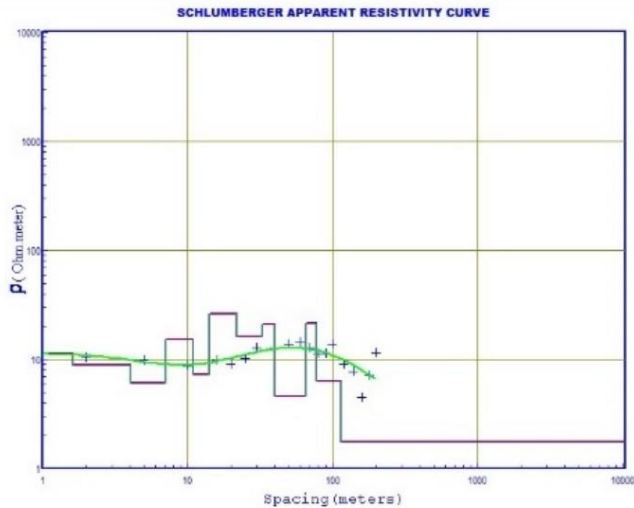
Gambar 4. 4. Litologi batuan titik kedua.

- c. Kedalaman 3,00 meter sampai dengan kedalaman 7,18 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 12,91 Ω m.
- d. Kedalaman 7,18 meter sampai dengan kedalaman 10,15 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 4,21 Ω m.
- e. Kedalaman 10,15 meter sampai dengan kedalaman 13,92 meter dibawah permukaan

- tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 14,55 Ωm .
- f. Kedalaman 13,92 meter sampai dengan kedalaman 18,26 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 4,21 Ωm .
 - g. Kedalaman 18,26 meter sampai dengan kedalaman 23,94 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 13,98 Ωm .
 - h. Kedalaman 23,94 meter sampai dengan kedalaman 35,94 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 2,82 Ωm .
 - i. Kedalaman 35,94 meter sampai dengan kedalaman 48,56 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 10,15 Ωm .
 - j. Kedalaman 48,56 meter sampai dengan kedalaman 83,48 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 2,31 Ωm .
 - k. Kedalaman 83,48 meter sampai dengan kedalaman 106,20 meter dibawah

permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan dengan nilai resistivitas $9,37 \Omega\text{m}$.

1. Kedalaman lebih dari 106,20 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir (potensi asin) dengan nilai resistivitas $1,19 \Omega\text{m}$.



Gambar 4. 5. Kurva *matching* pada titik ketiga.

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik ketiga (GJB-03) di desa Jombang kecamatan Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.5.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi.

Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi duabelas lapisan pada titik ketiga hingga kedalaman 114 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (1,75 – 26,15) Ωm .

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		1.75	1.82	Lapisan Penutup (Pasir lempungan)
		1.62		
2		1.62	2.43	Lempung pasir
		4.85		
3		4.85	3.82	Lempung
		7.87		
4		7.87	3.87	Pasir lempungan (Akuler)
		16.94		
5		16.94	3.28	Lempung pasir
		14.14		
6		14.14	7.73	Pasir (Akuler)
		21.87		
7		21.87	10.97	Pasir lempungan (Akuler)
		32.84		
8		32.84	7.89	Pasir (Akuler)
		39.93		
9		39.93	29.60	Lempung
		65.61		
10		65.61	11.82	Pasir
		77.43		
11		77.43	37.87	Lempung
		114.50		
12		114.50		Lempung pasir (potensi asin)

Gambar 4. 6. Litologi batuan titik ketiga.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik ketiga ditunjukkan pada **gambar 4.6**. Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,62 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan tanah penutup pasir lempungan.

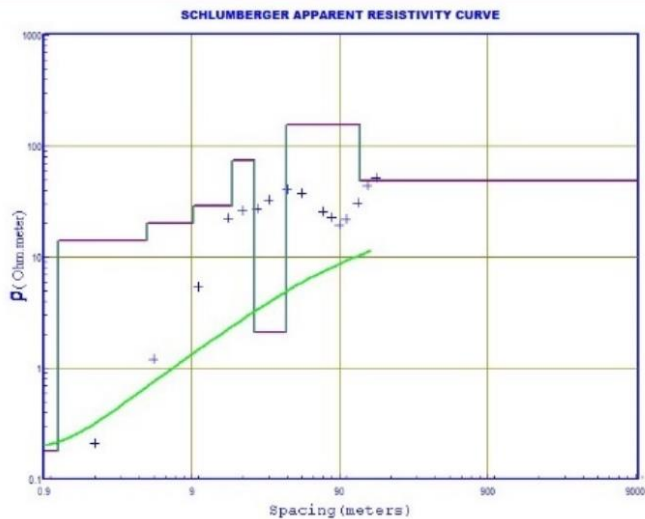
- b. Kedalaman 1,62 meter sampai dengan kedalaman 4,05 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasiran dengan nilai resistivitas 8,87 Ωm .
- c. Kedalaman 4,05 meter sampai dengan kedalaman 7,07 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 6,06 Ωm .
- d. Kedalaman 7,07 meter sampai dengan kedalaman 10,94 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 15,23 Ωm .
- e. Kedalaman 10,94 meter sampai dengan kedalaman 14,14 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasiran dengan nilai resistivitas 7,26 Ωm .
- f. Kedalaman 14,14 meter sampai dengan kedalaman 21,87 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 26,15 Ωm .
- g. Kedalaman 21,87 meter sampai dengan kedalaman 32,84 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 16,17 Ωm .

- h. Kedalaman 32,84 meter sampai dengan kedalaman 39,93 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 20,98 Ωm .
- i. Kedalaman 39,93 meter sampai dengan kedalaman 65,61 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 4,58 Ωm .
- j. Kedalaman 65,61 meter sampai dengan kedalaman 77,43 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 21,40 Ωm .
- k. Kedalaman 77,43 meter sampai dengan kedalaman 114,50 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 6,31 Ωm .
- l. Kedalaman lebih dari 114,50 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasiran (asin) dengan nilai resistivitas 1,75 Ωm .

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik ke empat (GLB-01) di desa Laban, kecamatan Ngombol

menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.7.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi delapan lapisan pada titik ke empat hingga kedalaman 123 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (0,18 – 155,35) Ωm .



Gambar 4. 7. Kurva *matching* pada titik ke empat.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik ke empat ditunjukkan pada **gambar 4.8.** Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		0.00 1.13	1.13	Lapisan Penutup (Lumpur)
2		1.13 4.56	3.37	Lempung pasir
3		4.56 9.28	4.78	Pasir
4		9.28 16.03	7.65	Pasir
5		16.03 23.04	7.91	Breksi
6		23.04 39.33	15.39	Lempung pasir (Kain)
7		39.33 123.45	84.12	Breksi
8		123.45		Pasir kritis

Gambar 4. 8. Litologi batuan titik ke empat.

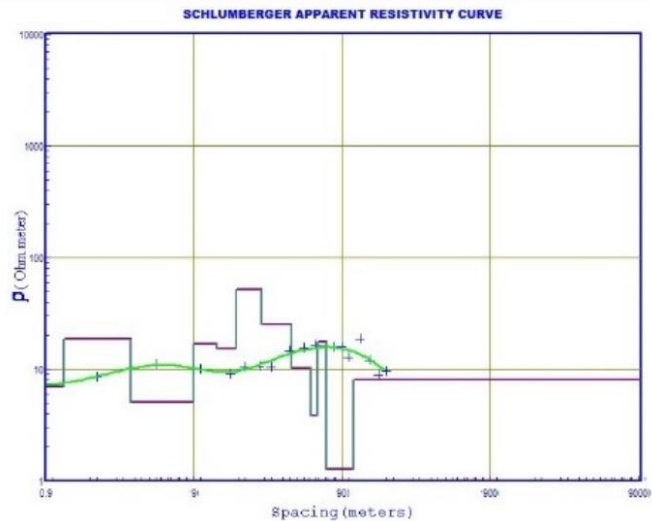
- Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,13 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup lumpur.
- Kedalaman 1,13 meter sampai dengan kedalaman 4,50 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir dengan nilai resistivitas 14,05 Ω m.
- Kedalaman 4,50 meter sampai dengan kedalaman 9,28 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan pasir dengan nilai resistivitas 20,15 Ωm .

- d. Kedalaman 9,28 meter sampai dengan kedalaman 16,93 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir dengan nilai resistivitas 28,90 Ωm .
- e. Kedalaman 16,93 meter sampai dengan kedalaman 23,94 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan breksi dengan nilai resistivitas 74,06 Ωm .
- f. Kedalaman 23,94 meter sampai dengan kedalaman 39,33 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir (potensi asin) dengan nilai resistivitas 2,10 Ωm .
- g. Kedalaman 39,33 meter sampai dengan 123,45 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan breksi dengan nilai resistivitas 155,35 Ωm .
- h. Kedalaman lebih dari 123,45 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir krikilan dengan nilai resistivitas 48,64 Ωm .

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik ke lima (GLB-02) di desa Laban, kecamatan Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu

vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.9.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi dua belas lapisan pada titik ke lima hingga kedalaman 107 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (1,26 – 51,16) Ωm .



Gambar 4. 9. Kurva *matching* pada titik ke lima.

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		0.03	1.20	Lapisan Penutup (Lempung)
		1.26		
2		1.26	2.17	Pasir lempungan
		3.37		
3		3.37	5.68	Lempung
		9.05		
4		9.05	3.79	Pasir lempungan (Akaliter)
		12.84		
5		12.84	4.67	Pasir lempungan (Akaliter)
		17.51		
6		17.51	8.45	Breksi
		25.96		
7		25.96	13.36	Pasir (Akaliter)
		41.32		
8		41.32	14.35	Lempung pasir
		55.67		
9		55.67	5.67	Lempung
		61.34		
10		61.34	8.96	Pasir lempungan (Akaliter)
		70.30		
11		70.30	37.19	Lempung pasir (Asin)
		107.49		
12		107.49		Lempung

Gambar 4. 10. Litologi batuan titik ke lima.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik ke lima ditunjukkan pada **gambar 4.10**. Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,20 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup lempung.
- Kedalaman 1,20 meter sampai dengan kedalaman 3,37 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan pasir lempungan dengan nilai resistivitas 18,43 Ωm .

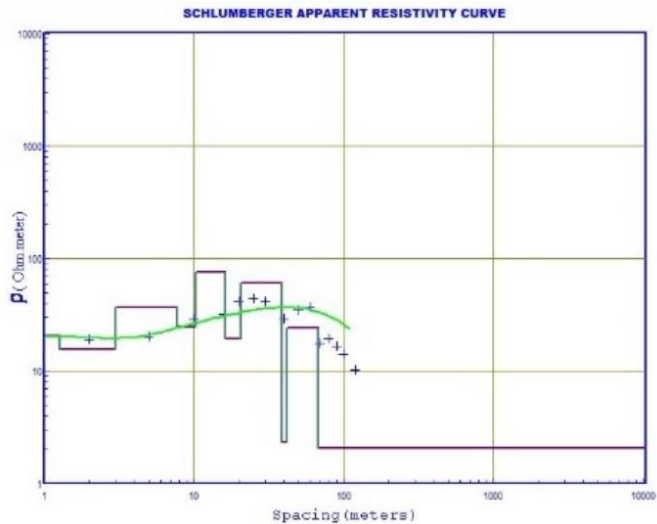
- c. Kedalaman 3,37 meter sampai dengan kedalaman 9,05 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5,11 Ωm .
- d. Kedalaman 9,05 meter sampai dengan kedalaman 12,84 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 16,69 Ωm .
- e. Kedalaman 12,84 meter sampai dengan kedalaman 17,51 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 15,09 Ωm .
- f. Kedalaman 17,51 meter sampai dengan kedalaman 25,96 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan breksi dengan nilai resistivitas 51,16 Ωm .
- g. Kedalaman 25,96 meter sampai dengan kedalaman 41,32 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 24,96 Ωm .
- h. Kedalaman 41,32 meter sampai dengan kedalaman 55,67 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan lempung pasir dengan nilai resistivitas 10,29 Ωm .

- i. Kedalaman 55,67 meter sampai dengan kedalaman 61,34 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 3,82 Ωm .
- j. Kedalaman 61,34 meter sampai dengan kedalaman 70,30 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan dengan nilai resistivitas 17,37 Ωm .
- k. Kedalaman 70,30 meter sampai dengan kedalaman 107,49 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir (potensi asin) dengan nilai resistivitas 1,26 Ωm .
- l. Kedalaman lebih dari 107,49 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 8,03 Ωm .

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik keenam (GLB-03) di desa Laban, kecamatan Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.11.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*,

diidentifikasi sepuluh lapisan pada titik ke enam hingga kedalaman 67 meter, dengan sebaran nilai resistivitas ($2,06 - 75,55$) Ωm .



Gambar 4. 11. Kurva *matching* pada titik ke enam.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik ke enam ditunjukkan pada **gambar 4.12**. Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,27 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup pasir.
- Kedalaman 1,27 meter sampai dengan kedalaman 3,00 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan pasir lempungan dengan nilai resistivitas 15,53 Ω m.

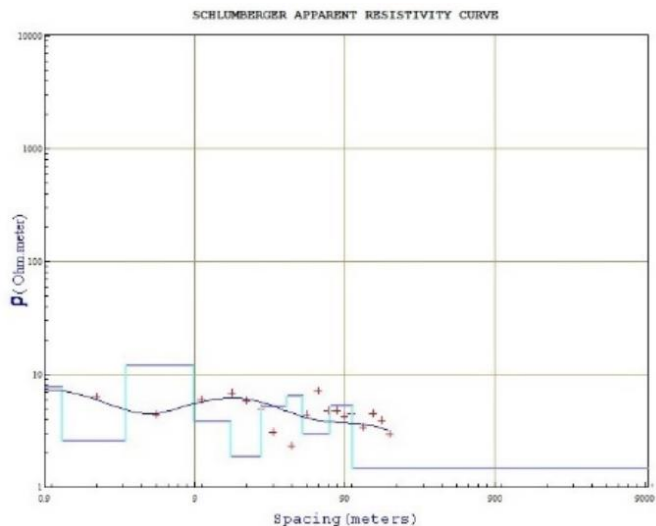
No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		78.64 1.27	1.27	Lapisan Penutup (Pasir)
2		1.27 3.96	1.73	Pasir lempungan
3		3.96 7.74	4.74	Breksi
4		7.74 18.31	2.57	Pasir (Akuifer)
5		18.31 16.19	5.88	Breksi
6		16.19 29.59	4.46	Pasir lempungan (Akuifer)
7		29.59 36.75	18.16	Breksi
8		36.75 41.77	3.92	Lempung pasir (Asin)
9		41.77 67.62	25.85	Pasir (Akuifer)
10		67.62		Lempung pasir (Asin)

Gambar 4. 12. Litologi batuan titik ke enam.

- c. Kedalaman 3,00 meter sampai dengan kedalaman 7,74 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan breksi dengan nilai resistivitas 36,75 Ω m.
- d. Kedalaman 7,74 meter sampai dengan kedalaman 10,31 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 24,62 Ω m.

- e. Kedalaman 10,31 meter sampai dengan kedalaman 16,19 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan breksi dengan nilai resistivitas 75,55 Ωm .
- f. Kedalaman 16,19 meter sampai dengan kedalaman 20,59 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 19,36 Ωm .
- g. Kedalaman 20,59 meter sampai dengan kedalaman 38,75 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan breksi dengan nilai resistivitas 60,62 Ωm .
- h. Kedalaman 38,75 meter sampai dengan kedalaman 41,77 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir (asin) dengan nilai resistivitas 2,32 Ωm .
- i. Kedalaman 41,77 meter sampai dengan kedalaman 67,62 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 24,13 Ωm .
- j. Kedalaman lebih dari 67,62 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung pasir (asin) dengan nilai resistivitas 2,06 Ωm .

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik ke tujuh (GMD-01) di desa Mendiro, kecamatan Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.13.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi sepuluh lapisan pada titik ke tujuh hingga kedalaman 101 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (1,46 – 11,97) Ωm .



Gambar 4. 13. Kurva *matching* pada titik ke tujuh.

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		0.00 1.18	1.18	Lapisan penutup (Lempung)
2		1.18 3.14	1.96	Lempung
3		3.14 8.87	5.73	Pasir lempungan (Akuifer)
4		8.87 15.71	6.84	Lempung
5		15.71 25.04	9.33	Lempung (Asin)
6		25.04 37.04	12.00	Lempung
7		37.04 47.12	10.08	Lempung
8		47.12 71.81	24.69	Lempung
9		71.81 101.52	29.71	Lempung
10		101.52		Lempung (Asin)

Gambar 4. 14. Litologi batuan titik ke tujuh.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik ke tujuh ditunjukkan pada **gambar 4.14**. Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

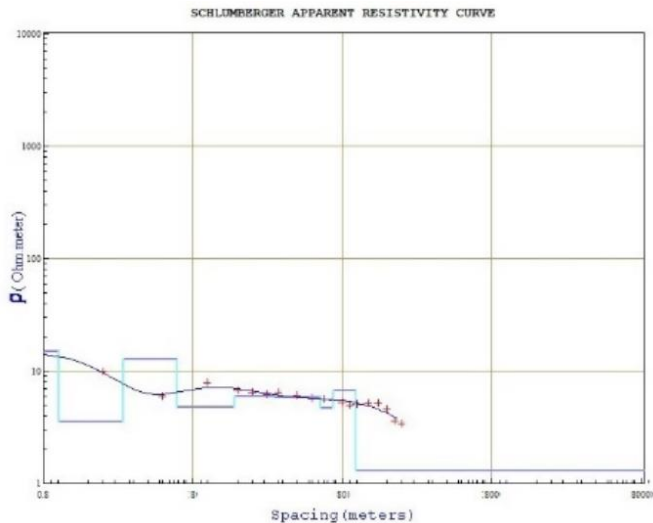
- a. Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,18 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup lempung.
- b. Kedalaman 1,18 meter sampai dengan kedalaman 3,14 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 2,56 Ωm .

- c. Kedalaman 3,14 meter sampai dengan kedalaman 8,87 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 11,97 Ωm .
- d. Kedalaman 8,87 meter sampai dengan kedalaman 15,71 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 3,82 Ωm .
- e. Kedalaman 15,71 meter sampai dengan kedalaman 25,04 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung (asin) dengan nilai resistivitas 1,86 Ωm .
- f. Kedalaman 25,04 meter sampai dengan kedalaman 37,04 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5,16 Ωm .
- g. Kedalaman 37,04 meter sampai dengan kedalaman 47,12 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 6,44 Ωm .
- h. Kedalaman 47,12 meter sampai dengan kedalaman 71,81 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas $2,95 \Omega\text{m}$.

- i. Kedalaman 71,81 meter sampai dengan kedalaman 101,52 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas $5,27 \Omega\text{m}$.
- j. Kedalaman lebih dari 101,52 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung (asin) dengan nilai resistivitas $1,46 \Omega\text{m}$.



Gambar 4. 15. Kurva *matching* pada titik kedelapan.

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik kedelapan (GMD-02) di desa Mendi, kecamatan

Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.15.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi sembilan lapisan pada titik ke delapan hingga kedalaman 98 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (1,3 – 12,73) Ωm .

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithology
1		0.00 1.02	1.02	Lapisan Penutup (Pasir lempungan)
2		1.02 2.73	1.71	Lempung
3		2.73 6.27	3.54	Pasir lempungan (Akuifer)
4		6.27 15.19	8.92	Lempung
5		15.19 28.06	12.87	Lempung
6		28.06 57.70	29.64	Lempung
7		57.70 70.03	12.33	Lempung
8		70.03 98.87	28.84	Lempung
9		98.87		Lempung (Asin)

Gambar 4. 16. Litologi batuan dan kedalaman titik ke delapan.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik ke delapan ditunjukkan pada **gambar 4.16**. Hasil

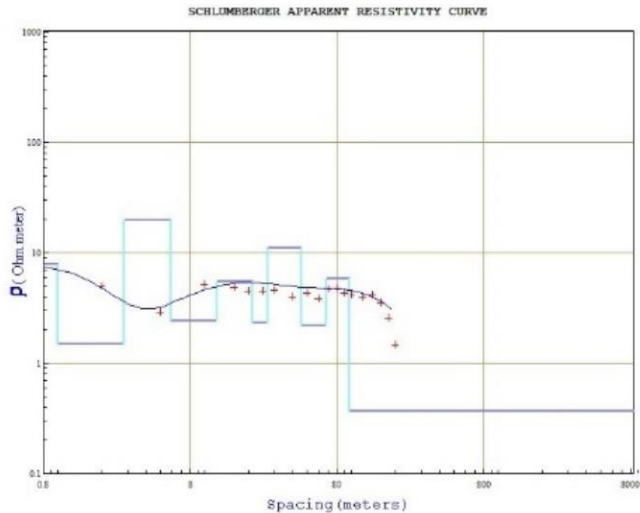
pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,02 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup pasir lempungan.
- b. Kedalaman 1,02 meter sampai dengan kedalaman 2,73 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 3,55 Ωm .
- c. Kedalaman 2,73 meter sampai dengan kedalaman 6,27 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 12,73 Ωm .
- d. Kedalaman 6,27 meter sampai dengan kedalaman 15,19 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 4,79 Ωm .
- e. Kedalaman 15,19 meter sampai dengan kedalaman 28,06 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5,91 Ωm .
- f. Kedalaman 28,06 meter sampai dengan kedalaman 57,70 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5,86 Ωm .

- g. Kedalaman 57,70 meter sampai dengan kedalaman 70,03 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 4,67 Ωm .
- h. Kedalaman 70,03 meter sampai dengan kedalaman 98,87 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 6,64 Ωm .
- i. Kedalaman lebih dari 98,87 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung (asin) dengan nilai resistivitas 1,30 Ωm .

Kurva *matching* yang diperoleh pada titik ke sembilan (GMD-03) di desa Mendirol, kecamatan Ngombol menunjukkan antara nilai resistivitas semu (sumbu vertikal) dan bentangan elektroda arus (sumbu horizontal). **Gambar 4.17.** menunjukkan kesesuaian antara data hasil penelitian dengan hasil kalkulasi. Berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*, diidentifikasi sepuluh lapisan pada titik ke sembilan hingga kedalaman 97,29 meter, dengan sebaran nilai resistivitas (0,37 – 19,75) Ωm .



Gambar 4. 17. Kurva *matching* pada titik ke sembilan.

Sejumlah kontras sebaran nilai resistivitas pada titik ke sembilan ditunjukkan pada **gambar 4.18**. Hasil pengukuran yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kedalaman 0,00 meter sampai dengan kedalaman 1,00 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan tanah penutup lempung.
- b. Kedalaman 1,00 meter sampai dengan kedalaman 2,83 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 1,49 Ωm .

No.	Symbol	Depth	Thickness	Lithologi
1		0.00 1.00	1.00	Lapisan Penutup (Lempung)
2		1.00 2.83	1.83	Lempung
3		2.83 5.92	3.09	Pasir (Akuifer)
4		5.92 12.19	6.27	Lempung
5		12.19 21.28	9.09	Lempung
6		21.28 27.07	5.79	Lempung
7		27.07 45.84	18.77	Pasir lempungan (Akuifer)
8		45.84 67.79	21.95	Lempung
9		67.79 97.29	29.50	Lempung
10		97.29		Lempung (Asin)

Gambar 4. 18. Litologi batuan titik ke sembilan.

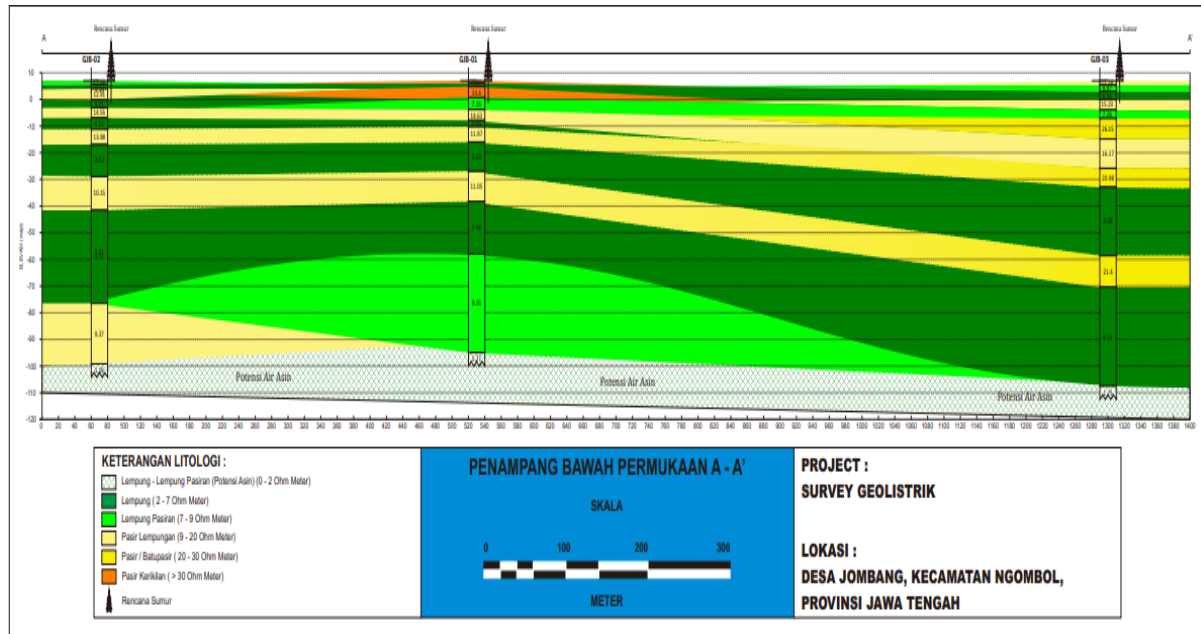
- c. Kedalaman 2,83 meter sampai dengan kedalaman 5,92 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir (akuifer) dengan nilai resistivitas 19,75 Ω m.
- d. Kedalaman 5,92 meter sampai dengan kedalaman 12,19 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 2,41 Ω m.
- e. Kedalaman 12,19 meter sampai dengan kedalaman 21,28 meter dibawah permukaan

tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5,48 Ωm .

- f. Kedalaman 21,28 meter sampai dengan kedalaman 27,07 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 2,32 Ωm .
- g. Kedalaman 27,07 meter sampai dengan kedalaman 45,84 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan pasir lempungan (akuifer) dengan nilai resistivitas 11,05 Ωm .
- h. Kedalaman 45,84 meter sampai dengan kedalaman 67,79 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 2,18 Ωm .
- i. Kedalaman 67,79 meter sampai dengan kedalaman 97,29 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas 5,82 Ωm .
- j. Kedalaman lebih dari 97,29 meter dibawah permukaan tanah merupakan lapisan lempung (asin) dengan nilai resistivitas 0,37 Ωm .

Profil model 2D korelasi antar lapisan di lintasan pertama dari titik pengukuran geolistrik GJB-01, GJB-02, dan GJB-03 di ilustrasikan pada **gambar 4.19**. Jarak antara titik pengukuran GJB-02 ke GJB-03 bernilai sejauh 1240 meter, sedangkan titik GJB-01 berada di antara titik GJB-02 dan GJB-03 dengan jarak dari titik GJB-01 ke GJB-02 sejauh 480 meter dan jarak titik GJB-01 ke GJB-03 sejauh 770 meter. Elevasi ketinggian GJB-01, GJB-02, dan GJB-03 sama-sama berada pada 7 meter dari permukaan laut (mdpl).

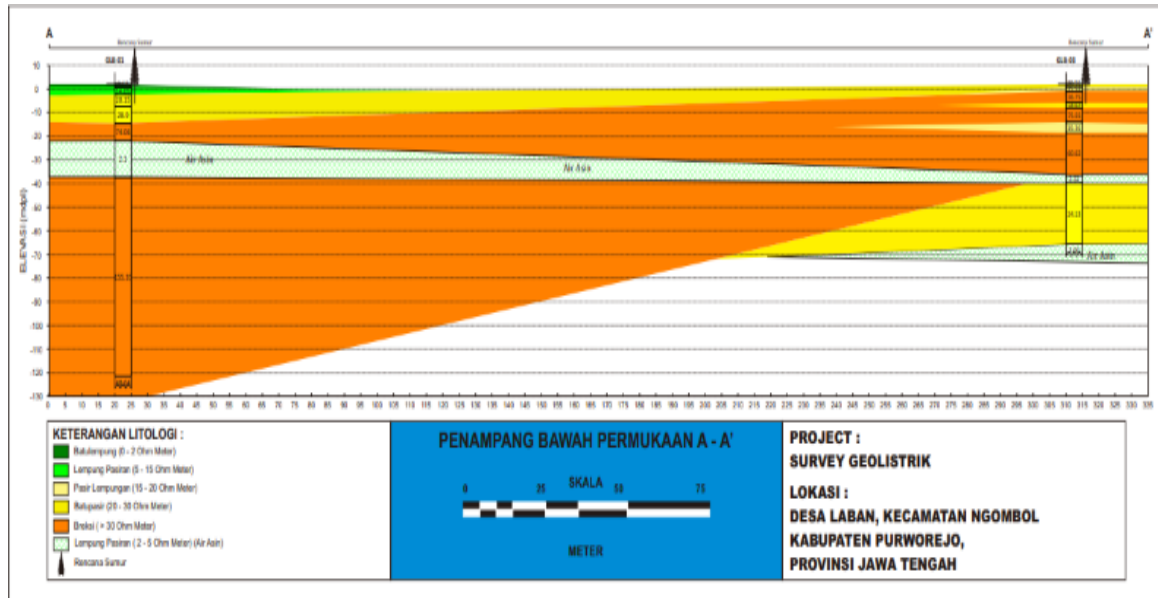
Hasil yang diperoleh pada lintasan pertama mengidentifikasi sebaran resistivitas dengan nilai 3,23 sampai 17,42 Ωm . Lapisan bawah permukaan tanah pada lintasan pertama di dominasi oleh lempung, pasir dan kombinasi lempung pasir. Lapisan lempung ditunjukkan nilai resistivitas antara 2-7 Ωm , lapisan pasir ditunjukkan nilai resistivitas antara 7-20 Ωm yang berpotensi keberadaan airtanah tawar, sedangkan lempung pasir ditunjukkan nilai resistivitas antara 0-2 Ωm yang berpotensi akuifer airtanah tercampur dengan air asin.



Gambar 4. 19. Hasil pengolahan data lintasan pertama.

Profil model 2D korelasi antar lapisan di lintasan kedua dari titik pengukuran geolistrik GLB-01, GLB-02, dan GLB-03 di ilustrasikan pada **gambar 4.20**. Jarak antara titik pengukuran GLB-01 ke GJB-03 bernilai sejauh 281 meter, sedangkan jarak titik GLB-01 ke titik GLB-02 sejauh 496 meter. Elevasi ketinggian GLB-01, GLB-02, dan GLB-03 sama-sama berada pada 2 meter dari permukaan laut (mdpl).

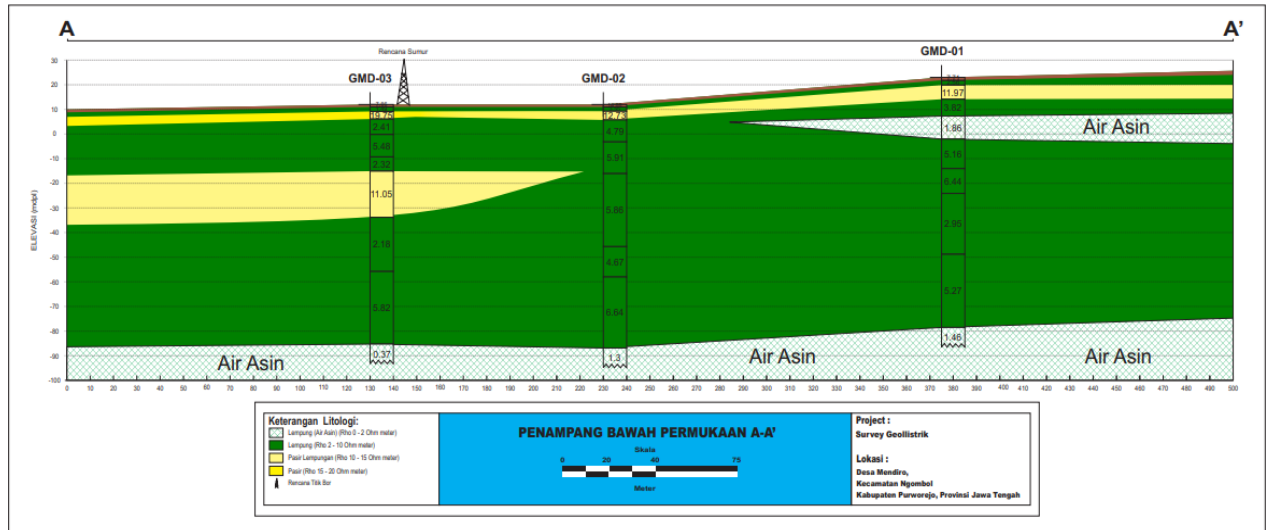
Hasil yang diperoleh pada lintasan kedua mengidentifikasi sebaran resistivitas dengan rentang nilai 0,21 sampai 51,41 Ωm . Lapisan bawah permukaan tanah pada lintasan kedua di dominasi oleh batu lempung dengan nilai resistivitas 0 – 2 Ωm , lempung pasir dengan nilai resistivitas 2 – 5 Ωm yang berpotensi akuifer airtanah tercampur air asin, lempung pasir dengan nilai resistivitas 5 – 15 Ωm , pasir lempungan dengan nilai resistivitas 15 - 20 Ωm , batupasir dengan nilai resistivitas 20 – 30 Ωm yang berpotensi airtanah tawar, dan breksi dengan nilai resistivitas diatas 30 Ωm .



Gambar 4. 20. Hasil pengolahan data lintasan kedua.

Profil model 2D korelasi antar lapisan di lintasan ketiga dari titik pengukuran geolistrik GMD-01, GMD-02, dan GMD-03 di ilustrasikan pada **gambar 4.21**. Jarak keseluruhan GMD-01, GMD-02, dan GMD-03 sejauh 251 meter. Jarak antara titik pengukuran GMD-01 ke GMD-02 bernilai sejauh 157 meter, sedangkan jarak titik GMD-02 ke titik GMD-03 sejauh 94 meter. Elevasi ketinggian GMD-01 bernilai 23 meter, elevasi GMD-02 bernilai 12 meter, dan elevasi GMD-03 bernilai 12 meter dari permukaan laut (mdpl).

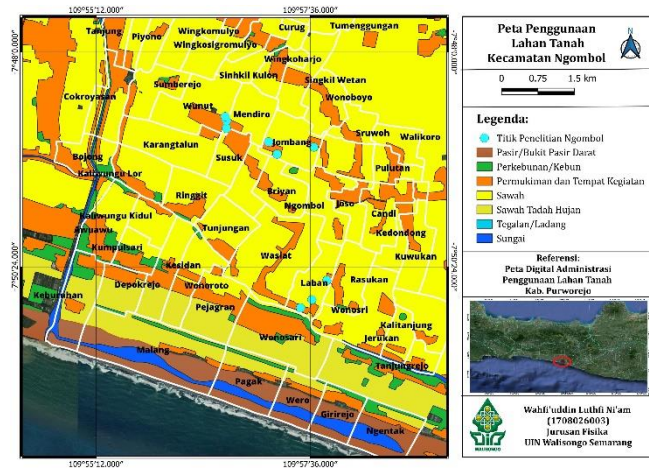
Hasil yang diperoleh pada lintasan ketiga mengidentifikasi sebaran resistivitas dengan rentang nilai 1,45 sampai 9,48 Ωm . Lapisan bawah permukaan tanah pada lintasan ketiga di dominasi oleh lempung dengan nilai resistivitas 0 – 2 Ωm yang berpotensi akuifer airtanah tercampur air asin, lempung dengan nilai resistivitas 2 – 10 Ωm , pasir lempungan dengan nilai resistivitas 10 – 15 Ωm , pasir potensi akuifer airtanah tawar dengan nilai resistivitas 15 - 20 Ωm .



Gambar 4. 21. Hasil pengolahan data lintasan ketiga.

2. Sebaran zona intrusi air laut.

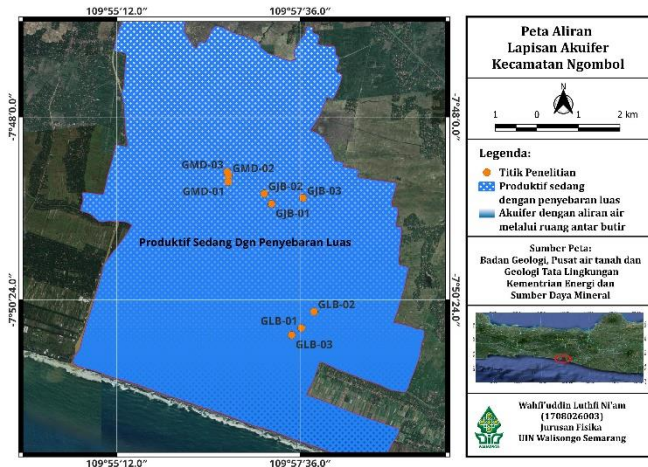
Penggunaan airtanah oleh masyarakat kecamatan Ngombol di dominasi pada sektor konsumsi rumah tangga (pemukiman) dan sektor pertanian (meliputi area persawahan, perkebunan serta ladang) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4. 22. Hasil peta sebaran penggunaan lahan.

Pengelolaan sumber airtanah dalam bentuk sumur pompa dan sumur bor sejumlah 57 sumur yang dikelola dalam Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) kemudian disalurkan ke 57 desa dengan jumlah penduduk sebanyak 34.791 jiwa. Airtanah dimanfaatkan warga Ngombol untuk pertanian dan perkebunan seluas 3.541 hektar.

Berdasarkan sumber badan geologi, pusat air tanah dan geologi tata lingkungan, akuifer kecamatan Ngombol adalah akuifer sedang dengan aliran melalui ruang antar butir, sesuai pada **gambar 4.8**.

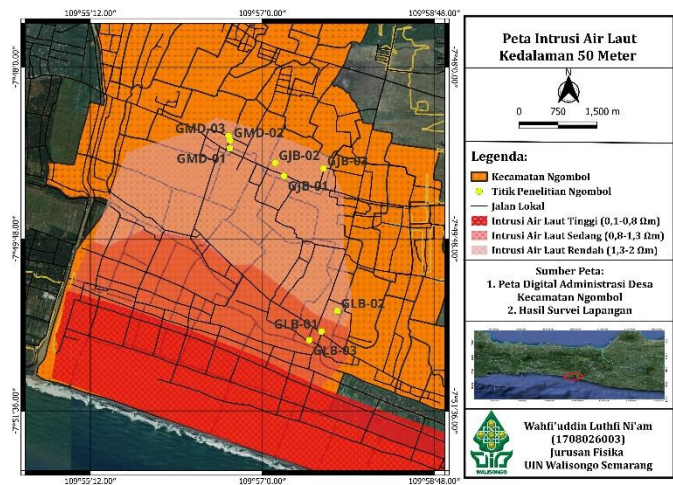


Gambar 4. 23. Peta persebaran aliran lapisan akuifer.

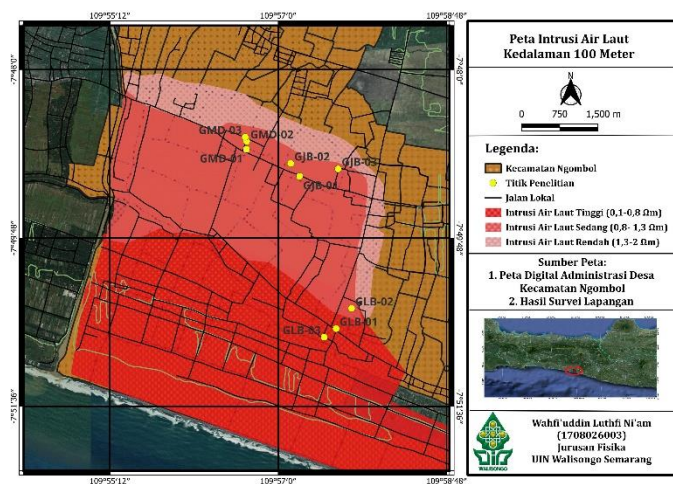
Akuifer ini terdapat di daerah pantai dan lembah sungai-sungai tua. Akuifer wilayah termasuk akuifer produktif dengan penyebaran luas, muka airtanah atau tinggi pisometri airtanah umumnya dekat atau diatas muka tanah dengan debit sumur umumnya lebih dari 5 liter/detik. Topologi sistem akuifer berupa endapan alluvial atau disebut juga akuifer pantai. Akuifer pantai memiliki potensi airtanah yang cukup baik. Dari segi kuantitas, airtanah pada akuifer pantai dapat menjadi

sumber airtanah yang baik. Akan tetapi, dari segi kualitas akuifer alluvial pantai merupakan akuifer yang buruk karena biasanya berbau, berwarna kuning, serta kandungan garam yang sedang.

Hasil pengolahan data geolistrik dengan menggunakan *software HIRA* maupun *IP2WIN*, perkiraan penyebaran potensi intrusi airlaut terhadap airtanah dapat dijabarkan melalui pemetaan menggunakan *software QGIS*, seperti hasil yang ditunjukkan pada **Gambar 4.9** dan **Gambar 4.10** (dapat dilihat di **Lampiran 8**). Hasil tersebut menggambarkan sebaran lapisan penampang dari semua data sumur dan sebaran intrusi air laut terhadap air tanah dengan nilai resistivitas, dimulai dari kedalaman 10 sampai 100 meter.



Gambar 4. 24. Visualisasi peta sebaran intrusi air laut pada kedalaman kurang dari 90 m.



Gambar 4. 25. Visualisasi peta sebaran intrusi air laut pada kedalaman lebih dari 90 m.

Hasil lapisan sebaran yang di interpretasikan sebagai intrusi air laut yaitu bernilai antara 0,37 Ωm sampai 2,32 Ωm , sehingga dapat dikatakan bahwa:

- a. Intrusi air laut pada kedalaman 15 meter sampai 25 meter berada dititik GMD-01 dengan panjang kedalaman 10 meter dan nilai resistivitas 1,86 Ωm pada lapisan lempung.
- b. Intrusi air laut pada kedalaman 23 meter sampai 39 meter berada dititik GLB-01 dengan panjang kedalaman 16 meter dan nilai resistivitas 2,1 Ωm pada lapisan lempung pasir.
- c. Intrusi air laut pada kedalaman 38 meter sampai 41 meter berada dititik GLB-03 dengan panjang kedalaman 3 meter dan nilai resistivitas 2,32 Ωm pada lapisan lempung pasir.
- d. Intrusi air laut pada kedalaman 67 meter sampai 72 meter berada dititik GLB-03 dengan panjang kedalaman 5 meter dan nilai resistivitas 2,06 Ωm pada lapisan lempung pasir.
- e. Intrusi air laut pada kedalaman 70 meter sampai 107 meter berada dititik GLB-02 dengan panjang kedalaman 37 meter dan nilai resistivitas 1,26 Ωm pada lapisan lempung pasir.

- f. Intrusi air laut pada kedalaman lebih dari 97 meter ke bawah berada dititik GMD-03 dan nilai resistivitas $0,37 \Omega\text{m}$ pada lapisan lempung.
- g. Intrusi air laut pada kedalaman lebih dari 98 meter ke bawah berada dititik GMD-02 dan nilai resistivitas $1,3 \Omega\text{m}$ pada lapisan lempung.
- h. Intrusi air laut pada kedalaman lebih dari 101 meter ke bawah berada dititik GMD-01 dan nilai resistivitas $1,46 \Omega\text{m}$ pada lapisan lempung.
- i. Intrusi air laut pada kedalaman lebih dari 101 meter ke bawah berada dititik GJB-01 dan nilai resistivitas $1,27 \Omega\text{m}$ pada lapisan lempung pasir.
- j. Intrusi air laut pada kedalaman lebih dari 106 meter ke bawah berada dititik GJB-02 dan nilai resistivitas $1,19 \Omega\text{m}$ pada lapisan lempung pasir.
- k. Intrusi air laut pada kedalaman lebih dari 114 meter ke bawah berada dititik GJB-03 dan nilai resistivitas $1,75 \Omega\text{m}$ pada lapisan lempung pasir.

Hasil data diatas, menunjukkan persebaran potensi intrusi air laut di kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo bervariasi dari garis pantai. Pengaruh intrusi

air laut di kecamatan Ngombol menyebar sejauh 2 km ke utara dari garis pantai untuk intensitas intrusi tinggi pada kedalaman 100 meter dibawah permukaan tanah yang meliputi desa Keburuhan, desa Malang, dan sekitarnya. Potensi intrusi air laut intensitas sedang menyebar sejauh 4,5 km ke utara dari garis pantai, dengan kedalaman 100 meter dibawah permukaan tanah yang meliputi desa Laban, desa Rasukan dan sekitarnya. Potensi intrusi air laut intensitas rendah menyebar sejauh 5,5 km ke utara dari garis pantai, dengan kedalaman 100 meter dibawah permukaan tanah yang meliputi desa Mendiyo, desa Jombang dan sekitarnya. Sedangkan beberapa desa seperti desa Tumenggungan, desa Wingkoharjo yang berada disebelah paling utara dari kecamatan Ngombol merupakan daerah yang tidak terkena intrusi air laut sama sekali dikarenakan yang letaknya paling jauh dari laut dan aliran sungai besar yang berumur tua sehingga masih aman dari intrusi air laut.

Fluktuasi airtanah berkorelasi dengan kandungan airtanah, sehingga berdampak pada fenomena intrusi air laut. Karena air laut memiliki massa jenis yang lebih besar daripada airtanah tawar, air laut dapat dengan mudah mengisi rongga-rongga yang muncul dalam

airtanah selama musim kemarau. Hal ini berarti air laut yang secara alami berada di dalam tanah akan terus meresap ke dalam tanah dan mencemari persediaan air sumur penduduk di sekitarnya,

Faktor lain yang mempengaruhi penyebaran intrusi air laut didaerah penelitian adalah jarak dari pantai, litologi dan kondisi geologi yang mendasarinya. Selain itu, faktor lain yang berkontribusi terhadap intrusi air laut ke daratan di daerah penelitian adalah keberadaan sungai atau parit yang terhubung langsung dengan laut. Endapan alluvial mendominasi litologi penyusun akuifer di ketiga lintasan pengukuran. Endapan alluvial terdiri dari bongkahan, kerikil, lempung dan pasir (pasir lempungan) sebagai hasil endapan sungai yang bersifat lepas, tidak terkonsolidasi dan bersifat porus yang menyebabkan air laut lebih mudah menyusup (Badan Geologi Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan, 2018).

Pantai berpasir dapat membantu air laut meresap ke dalam tanah karena bersifat porus dan mengandung banyak pori-pori di antara bebatuan. Hal ini memungkinkan pantai menyerap dan melewatkan banyak air. Nilai resistivitas meningkat dengan bertambahnya jarak pengukuran dari garis pantai dan

sebaliknya, nilai resistivitas menurun dengan berkurangnya jarak pengukuran dari pantai.

Salah satu dampak intrusi air laut terhadap masyarakat yang tinggal di Kecamatan Ngombol adalah deterjen sulit berbusa saat digunakan untuk mencuci pakaian di air laut yang terkontaminasi. Selain itu, pakaian yang telah dicuci dengan air yang tercemar air laut akan cepat kusut dan kumal. Tingkat kesadahan air yang relatif tinggi adalah penyebabnya. Semua sampel air sumur termasuk dalam klasifikasi kesadahan rendah hingga sedang sampai sadah, yang berarti tingkat kesadahannya cukup untuk menghambat terbentuknya busa sabun atau detergen (seluruh kation pembentuk kesadahan mengendap dan tertahan, busa tidak akan bisa terbentuk).

Relevan dalam Al-Qur'an surat Al-Furqon ayat 53 menjelaskan tentang kekuasaan Allah tentang penciptaan dua lautan yang memiliki jenis air berbeda rasanya. Ada air tawar yang segar (*'adzbun furat*) dan air asin (*mihun uja*), kedua jenis air ini berada pada lokasi yang berbeda akan tetapi apabila berada pada satu lokasi yang sama kedua air ini tidak bisa menyatu. Kemudian dalam dua kalimat tersebut digunakan kalimat *barzakh* sebagai pemisah atau pembatas antara keduanya.

Dua jenis air yang terpisah oleh adanya pembatas. Para ahli kelautan telah mengidentifikasi fenomena kedua jenis air yang bertemu, tetapi tidak bercampur. Adanya tegangan permukaan yang membuat kedua jenis air tidak bercampur menjadi satu seolah-olah ada dinding tipis yang memisahkan mereka, adalah penyebabnya. Air laut tidak dapat bergabung bersama karena perbedaan tingkat kerapatan air, suhu, dan kadar garam. Secara alamiah, air bertransisi dari kepadatan tinggi ke rendah di zona tengah samudra, dimana air memiliki kerapatan dan kandungan garam yang lebih tinggi daripada air asin biasa.

Pemompaan airtanah yang berlebihan oleh manusia menyebabkan intrusi air laut. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan antara air laut dan airtanah. Namun, Allah SWT menciptakan manusia agar mereka dapat menjaga bumi dan segala isinya. Sebagai khalifah di muka bumi, manusia memiliki tugas untuk menjaga dan melestarikan alam, termasuk merawat, memberdayakan, dan melindungi bumi dari kerusakan.

Ketidakseimbangan akan terjadi jika manusia gagal memenuhi kewajiban sebagai khalifah. Intrusi air laut adalah salah satu contoh ketidakseimbangan. Air laut menyusup ke dalam akuifer airtanah sebagai akibat dari

akuifer yang kosong sehingga terjadi intrusi air laut. Kekosongan akuifer airtanah tersebut terjadi karena adanya pemompaan yang berlebihan. Tidak hanya itu, kekosongan tersebut juga timbul akibat minimnya kawasan konservasi lahan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang sudah dilaksanakan untuk mengidentifikasi lapisan bawah tanah yang berpotensi terjadi intrusi air laut dengan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Schlumberger* di Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo dapat ditarik kesimpulan:

1. Metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* menghasilkan identifikasi struktur lapisan bawah permukaan tanah yang beragam dengan rentang nilai resistivitas batuan ($0,37 - 155,35$) Ωm dengan litologi batuan lempung, pasir, lempung pasiran, pasir lempungan, dan breksi.
2. Struktur lapisan bawah permukaan tanah yang terdeteksi mengalami intrusi air laut sesuai hasil pengolahan data berada di seluruh titik penelitian. Intrusi air laut dominan berada pada kedalaman 90 meter kebawah dengan nilai resistivitas dari ($0,37 \Omega\text{m} - 2,26$) Ωm , pada batuan lempung dan lempung pasiran. Potensi intrusi berada pada kedalaman terdangkal 15,71 meter dibawah permukaan tanah terdapat dititik GMD-01 dan

kedalaman terdalam pada 114 meter dibawah permukaan tanah terdapat dititik GJB-03.

3. Identifikasi pengaruh intrusi air laut tersebar sejauh 5,5 km dari garis pantai kecamatan Ngombol dengan kedalaman yang berbeda-beda sesuai hasil penelitian. Intrusi air laut intensitas tinggi dengan nilai resistivitas (0,1 – 0,8) Ωm membentang sejauh 2 km di desa yang dekat pesisir seperti desa Malang, desa keburuhan. Intrusi air laut intensitas sedang dengan nilai resistivitas (0,8 - 1,3) Ωm membentang sejauh 4,5 km dari garis pantai. Intrusi air laut intensitas rendah dengan nilai resistivitas (1,3 – 2) Ωm membentang sejauh 5,5 km dari garis pantai.

B. Saran

Berdasarkan hasil akhir yang diperoleh dapat diketahui beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menambahkan panjang lintasan titik yang lebih banyak dan merata di seluruh wilayah Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo agar semakin akurat.
2. Metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dalam mengidentifikasi intrusi air laut

memerlukan adanya korelasi dengan ilmu pengetahuan seperti metode geokimia agar hasil memiliki data penguat.

3. Intrusi air disebabkan oleh faktor berkurangnya kawasan konservasi lahan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan cadangan akuifer air tawar, diperlukan penanaman pohon dengan skala besar sebagai bagian dari upaya peningkatan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an dan Terjemahannya. 2008. Departemen Agama RI. Bandung: Diponegoro.
- Amaya, A.G., Dahlin, T., Barmen, G., and Rosberg, J.E. 2016. Electrical Resistivity Tomography and Induced Polarization for Mapping the Subsurface of Alluvial Fans: A Case Study in Punata (Bolivia), *Geosciences*, pp. 1-13.
- Ardaneswari, Tabitha Abid, dkk. 2016. *Analisis Intrusi Air Laut Menggunakan Data Resistivitas dan Geokimia Airtanah di Dataran Aluvial Kota Semarang*. Jurnal Fisika, Vol. 5 No. 4, Hal. 335-350. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Asikin, S. et al. 1992. *Peta Geologi Lembar 25-1408-1-Kebumen*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Barus, Agung Rehninta. 2015. *Identifikasi Sebaran Intrusi Air Laut di Desa Lambaro Neujid Kecamatan Peukan Bada Menggunakan Metode Resistivitas 2D (Skripsi)*. Banda Aceh: Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- Bibby, H.M. 1988. Electrical Resistivity Mapping in the Central Volcanic Region of New Zealand, *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, Vol. 31, No. 3, pp. 259-274.

- BPS Kabupaten Purworejo. 2021. *Kabupaten Purworejo dalam Angka 2021*. Kabupaten Purworejo: BPS Kabupaten Purworejo.
- Broto, S. dan Rohima. 2008. *Pengelolaan Data Geolistrik dengan Metode Schlumberger*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Day, R. W. 2012. *Geotechnical Engineer's (Portable Hand book Second Edition)*. Amerika: The McGraw-Hill Companies.
- Faizah, Eliya Nur, dkk. 2023. *Analisis Daerah Rawan Kekeringan Lahan Sawah di Kabupaten Purworejo*. Jurnal Geodesi dan Geomatika Vol.06 No.01.
- Fitranata, Muhammad. 2016. *Hidrostratigrafi Akuifer dengan Metode Geolistrik di Sebagian wilayah Kepesisiran Keburuhan, Kabupaten Purworejo*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Frans, dkk. 2015. Identifikasi Patahan Manado Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner – Schlumberger di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*.
- Haryanto, A. 2011. *Aplikasi Metode Resistivitas Menggunakan Geolistrik untuk Monitoring Intrusi Air Laut Skala Model*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Hendrayana, H. 2002. *Dampak Pemanfaatan Air Tanah*. Geological Engineering Gadjah Mada University.

- Hendrayana, Lilik dan Idam Arif. 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Laboratorium Fisika. Jurusan Fisika – FMIP. ITB. Bandung.
- Herman, R. 2001. An introduction to electrical resistivity in geophysics, Am. J. Phys. Vol. 60 No. 9, September 2001, pp. 943-952.
- Ismawan, Moch, Fajar. Dkk. 2016. *Kajian Intrusi AirLaut dan Dampaknya Terhadap Masyarakat di Pesisir Kota Tegal*. Jurnal Geo Image. 5 (1): 1-5.
- Kaeni, Oscar. 2018. *Laporan Survei Geolistrik*. Semarang: CV. Ardhipta Sona Persada.
- Kearey, P., Brooks, M. Hill. 2002. *An Introduction to Geophysical Exploration, Third Edition*. Oxford: Blackwell Science.
- Loke, M.H. 2004. *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*. Copyright (1996 – 2004).
- Lowrie, W. 2007. *Fundamentals of Geophysics: Second Edition*. London: Cambridge University Press.
- Muslim, Azwar, A, Muhardi. 2021. *Identifikasi Sebaran Intrusi Air Laut di Sekitar Area Pelabuhan Internasional Kijing, Kabupaten Mempawah menggunakan Metode Resistivitas*. Jurnal Fisika, Vol. 11, No. 1, Hal. 19-26.
- Nisa, Khoirun, Tony Yulianto, dan Sugeng Widada. 2012. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk*

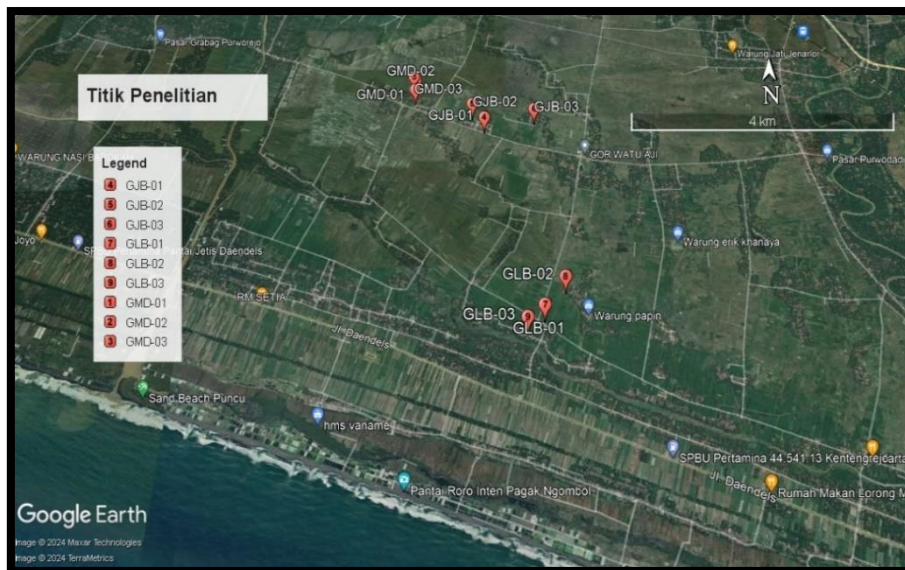
- Menentukan Zona Intrusi Air Laut di Kecamatan Genuk Semarang*, Jurnal Berkala Fisika ISSN: 1410-9662, Vol. 15, No. 1, Januari 2012, Hal 7-14.
- Putranto, T. T., dan Kusuma, KI. 2009. "*Permasalahan Air Tanah Pada Daerah Urban*". Jurnal Teknik, Vol. 30 No. 1.
- Rejekiiningrum, P. 2009. *Peluang Pemanfaatan Air Tanah untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air*. Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 3 No. 2, 85 – 96.
- Rosid, S., J. Muhammad. 2008. *Pemetaan Hidrologi dengan Menggunakan Metode Geolistrik*. Prosiding. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Reynold, J. M. 1997. *An Introduction and Environmental Geophysics*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Sharma, P.V. 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge University Press.
- Shihab, M. Quraisy. 1992. *Membumikan Al-Qur'an*. Bandung: Mizan.
- Sunawar, Aris. 2013. *Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah*. Jurnal SETRUM – Vol 2, No.1.
- Supriyadi, I. H. 1991. *Pendugaan Kandungan Air Tanah dan Air Asin dengan Geolistrik*. Lonawarta, 1:51 – 67.

- Suryo, Debby Khairunnisa, Supriyanto, dan Djayus. 2016. *Studi Sebaran Potensi Air Tanah di Kelurahan Tanah Merah Kecamatan Samarinda Utara Berdasarkan Resistivitas Batuan*. Samarinda: Prosiding Seminar Sains dan Teknologi FMIPA Unmul.
- Taib, M. I. T. 2000. *Diklat Kuliah Eksplorasi Geolistrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Telford, W. M. Geldrat, L.p., and Sheriff R. E., 1990. *Applied Geophysics*. London: Cambridge University Press.
- Todd, David Keith and Larry W. Mays. 2005. *Groundwater Hydrology, Third Edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Wijaya, L. 2009. *Identifikasi Pencemaran Airtanah dengan Metode Resistivity di Wilayah Ngingo Jaten Karanganyar*. Skripsi. Surakarta: Jurusan Fisika FMIPA UNS.
- Zohdy, A. A. R, Eaton, G.P., and Mabey, D.R. 1980. *Electrical Methods Application of Surface Geophysics to Groundwater Investigations, Technique of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey, USGS Publication, pp. 5-66*

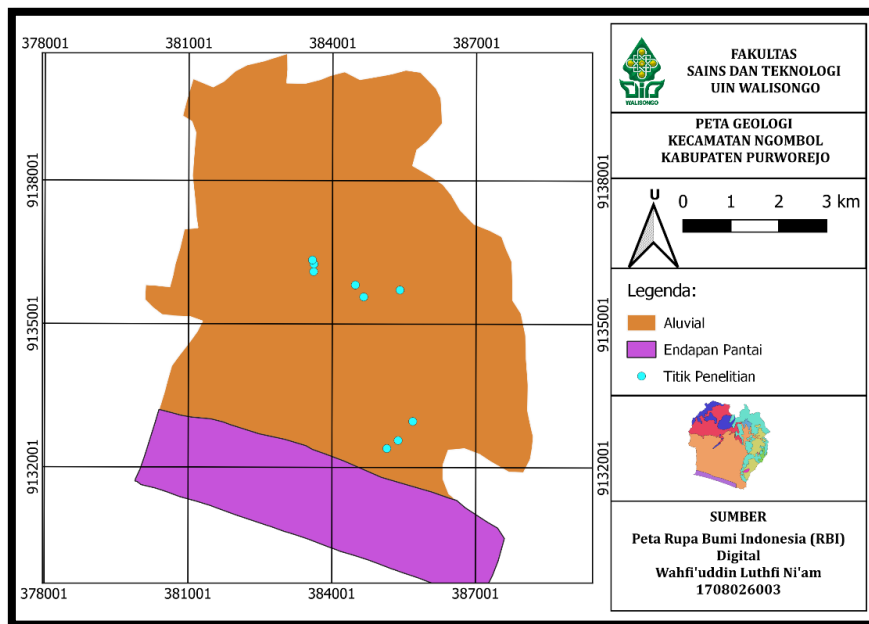
LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

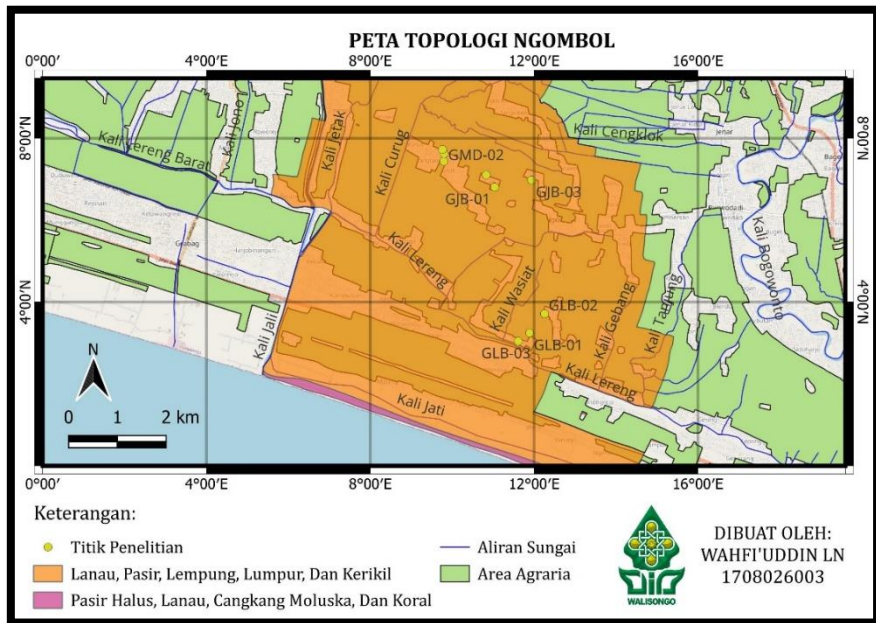
PETA TITIK LOKASI PENELITIAN



Lampiran 2

PETA GEOLOGI KECAMATAN NGOMBOL KABUPATEN PURWOREJO

PETA TOPOLOGI KECAMATAN NGOMBOL KABUPATEN PURWOREJO



Lampiran 3

DATA LAPANGAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI *SCHLUMBERGER*

1. Titik GJB-01

Lokasi	Desa Jombang Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung		
			Koordinat Longitude / Latitude		X	109 57' 13,7"	
					Y	07 49' 08,4"	
					Z	7 Meter	
No. Titik	GJB - 01						
Tanggal	2 November 2020						
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)		
R-Pot :							
0,5	2	11,78	75	95	14 ,92		
0,5	5	77,75	110	10,5	7,42		
0,5	10	313,37	120,5	2,3	5,98		
R-Pot :							
2	10	75,40	122	21,6	13 ,35		
2	16	197,92	12,5	1,1	17 ,42		
2	20	311,02	112,3	4,6	12 ,74		
2	25	487,73	19,2	0,6	15 ,24		
2	30	703,72	61	0,8	9,23		
2	40	1253,50	113,6	1	11 ,03		
2	50	1960,35	248,7	1	7,88		
R-Pot :							
10	50	376,99	250,9	5,1	7,66		
10	60	549,78	104,1	1,3	6,87		
10	70	753,98	90,1	1	8,37		
10	80	989,60	520	3,6	6,85		
10	90	1256,64	465	1,9	5,13		
10	100	1555,09	531	1,8	5,27		
10	120	2246,24	258,5	0,6	5,21		
10	140	3063,05	226,2	0,3	4,06		
10	160	4005,53	79,5	0,2	10 ,08		
10	180	5073,67	384,5	0,3	3,96		
10	200	6267,48			-		

2. Titik GJB-02

Lokasi	Desa Jombang Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 57' 08,0"	
				Y	07 49' 00,2"	
				Z	7 Meter	
No. Titik	GJB - 02					
Tanggal	2 November 2020					
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)	
R-Pot :						
0,5	2	11,78	156,8	190	14,28	
0,5	5	77,75	184,7	20,7	8,71	
0,5	10	313,37	207,3	6,1	9,22	
R-Pot :						
2	10	75,40	205	23,5	8,64	
2	16	197,92	147	5,1	6,87	
2	20	311,02	211	6,2	9,14	
2	25	487,73	192	2,7	6,86	
2	30	703,72	244	2,9	8,36	
2	40	1253,50	229,4	1,4	7,65	
2	50	1960,35	249,6	0,5	3,93	
R-Pot :						
10	50	376,99	250,3	4,5	6,78	
10	60	549,78	161,5	2	6,81	
10	70	753,98	149,5	0,9	4,54	
10	80	989,60	539	3,4	6,24	
10	90	1256,64	554	2,7	6,12	
10	100	1555,09	494	1,7	5,35	
10	120	2246,24	550	1	4,08	
10	140	3063,05	640	1	4,79	
10	160	4005,53	942	0,9	3,83	
10	180	5073,67	1149	0,9	3,97	
10	200	6267,48	970	0,5	3,23	

3. Titik GJB-03

Lokasi	Desa Jombang Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 57' 38,4"	
				Y	07 49' 03,7"	
				Z	7 Meter	
No. Titik	GJB – 03					
Tanggal	2 November 2020					
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)	
R-Pot :						
0,5	2	11,78	157	138	10 ,36	
0,5	5	77,75	134,5	16,8	9,71	
0,5	10	313,37	180	4,6	8,01	
R-Pot :						
2	10	75,40	180,2	20,7	8,66	
2	16	197,92	63,2	3,1	9,71	
2	20	311,02	20,7	0,6	9,02	
2	25	487,73	72	1,5	10 ,16	
2	30	703,72	82,4	1,5	12 ,81	
2	40	1253,50	108,7	1,1	12 ,68	
2	50	1960,35	126,8	0,8	12 ,37	
R-Pot :						
10	50	376,99	124,7	4,6	13 ,91	
10	60	549,78	65,1	1,7	14 ,36	
10	70	753,98	397	6,7	12 ,72	
10	80	989,60	272,2	3,1	11 ,27	
10	90	1256,64	455	4,1	11 ,32	
10	100	1555,09	228	2	13 ,64	
10	120	2246,24	473	1,9	9,02	
10	140	3063,05	714	1,8	7,72	
10	160	4005,53	450	0,5	4,45	
10	180	5073,67	504	0,7	7,05	
10	200	6267,48	218	0,4	11 ,50	

4. Titik GLB-01

Lokasi	Desa Laban Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 57' 37.11"	
				Y	07 50' 46.12"	
				Z	2 m	
No. Titik	GLB-1					
Tanggal	4 November 2020					
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)	
R-Pot :						
0.5	2	11.78	313.4	5.7	0.21	
0.5	5	77.75	364.2	5.6	1.20	
0.5	10	313.37	306.2	5.3	5.42	
R-Pot :						
2	10	75.40	312.3	49.6	11.97	
2	16	197.92	281.9	31.5	22.12	
2	20	311.02	390	32.8	26.16	
2	25	487.73	153.3	8.5	27.04	
2	30	703.72	216.2	10	32.55	
2	40	1253.50	344.6	11.1	40.38	
2	50	1960.35	337.8	6.5	37.72	
R-Pot :						
10	50	376.99			-	
10	60	549.78			-	
10	70	753.98	389	13.2	25.59	
10	80	989.60	349	8	22.68	
10	90	1256.64	312	4.8	19.33	
10	100	1555.09	329	4.6	21.74	
10	120	2246.24	342	4.7	30.87	
10	140	3063.05	324.4	4.7	44.38	
10	160	4005.53	342.8	4.4	51.41	
10	180	5073.67			-	
10	200	6267.48			-	

5. Titik GLB-02

Lokasi	Desa Laban Kecamatan Ngomhol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 57' 47.09"	
				Y	07 50' 33.19"	
				Z	2 m	
No. Titik	GLB-2					
Tanggal	4 November 2020					
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)	
R-Pot :						
0.5	2	11.78	258.3	187.4	8.55	
0.5	5	77.75	208	29.3	10.95	
0.5	10	313.37	233.7	7.5	10.06	
R-Pot :						
2	10	75.40	233.5	27.9	9.01	
2	16	197.92	157.8	7.2	9.03	
2	20	311.02	181.4	6.1	10.46	
2	25	487.73	188.2	4.1	10.63	
2	30	703.72	128.3	1.9	10.42	
2	40	1253.50	840	9.8	14.62	
2	50	1960.35	995	7.4	14.58	
R-Pot :						
10	50	376.99	1014	42.2	15.69	
10	60	549.78	852	25.6	16.52	
10	70	753.98	1040	22.1	16.02	
10	80	989.60	853	13.6	15.78	
10	90	1256.64	694	8.8	15.93	
10	100	1555.09	888	7.3	12.78	
10	120	2246.24	586	4.9	18.78	
10	140	3063.05	562	2.2	11.99	
10	160	4005.53	813	1.8	8.87	
10	180	5073.67	1214	2.3	9.61	
10	200	6267.48			-	

6. Titik GLB-03

Lokasi	Desa Laban Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 57' 29.44"	
				Y	07 50' 51.61"	
No. Titik	GLB-3		I (mA)	+DC(mV)	Z	2 m
Tanggal	4 November 2020				App. Rho (ohmM)	
MN/2	AB/2	K				
R-Pot :						
0.5	2	11.78	109.5	175.2	18.85	
0.5	5	77.75	91	23.5	20.08	
0.5	10	313.37	132.9	12.3	29.00	
R-Pot :						
2	10	75.40	132.2	58.5	33.36	
2	16	197.92	22.4	3.6	31.81	
2	20	311.02	37.7	5	41.25	
2	25	487.73	52.1	4.7	44.00	
2	30	703.72	83.8	4.9	41.15	
2	40	1253.50	109.2	2.5	28.70	
2	50	1960.35	57.7	0.5	16.99	
R-Pot :						
10	50	376.99	56.5	5.2	34.70	
10	60	549.78	43.2	2.9	36.91	
10	70	753.98	418	9.8	17.68	
10	80	989.60	197.7	3.9	19.52	
10	90	1256.64	191.3	2.5	16.42	
10	100	1555.09	493	4.5	14.19	
10	120	2246.24	218.4	1	10.28	
10	140	3063.05			-	
10	160	4005.53			-	
10	180	5073.67			-	
10	200	6267.48			-	

7. Titik GMD-01

Lokasi	Desa Mendiro Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 56' 39,6"	
				Y	07 48' 51,1"	
No. Titik	GMD - 01		I (mA)	+DC(mV)	Z	23 m
Tanggal	05 November 2020					
MN/2	AB/2	K			App. Rho (ohmM)	
R-Pot :						
0.5	2	11.78	345	184.7	6.31	
0.5	5	77.75	8.8	0.5	4.42	
0.5	10	313.37	19.1	0.4	6.56	
R-Pot :						
2	10	75.40	19.2	1.5	5.89	
2	16	197.92	37.8	1.3	6.81	
2	20	311.02	79.4	1.5	5.88	
2	25	487.73	58.4	0.6	5.01	
2	30	703.72	45.8	0.2	3.07	
2	40	1253.50	108.3	0.2	2.31	
2	50	1960.35	133	0.3	4.42	
R-Pot :						
10	50	376.99	133	1.7	4.82	
10	60	549.78	257	3.3	7.06	
10	70	753.98	616	3.9	4.77	
10	80	989.60	564	2.7	4.74	
10	90	1256.64	690	2.3	4.19	
10	100	1555.09	207.3	0.6	4.50	
10	120	2246.24	731	1.1	3.38	
10	140	3063.05	615	0.9	4.48	
10	160	4005.53	414	0.4	3.87	
15	180	3369.36	683	0.6	2.96	
15	200	4165.23			-	

8. Titik GMD-02

Lokasi	Desa Mendo Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 56' 39,8"	
				Y	07 48' 46,0"	
No. Titik	GMD - 02			Z	12 m	
Tanggal	05 November 2020					
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)	
R-Pot :						
0.5	2	11.78	93	77.7	9.84	
0.5	5	77.75	43.3	3.3	5.93	
0.5	10	313.37	19.1	0.3	4.92	
R-Pot :						
2	10	75.40	19.1	2	7.90	
2	16	197.92	121	4.1	6.71	
2	20	311.02	139	2.9	6.49	
2	25	487.73	246.5	3.1	6.13	
2	30	703.72	372.4	3.4	6.42	
2	40	1253.50	433	2.1	6.08	
2	50	1960.35	426	1.3	5.98	
R-Pot :						
10	50	376.99	427	6.5	5.74	
10	60	549.78	685	7	5.62	
10	70	753.98	300.7	2.2	5.52	
10	80	989.60	530	2.8	5.23	
10	90	1256.64	303.6	1.2	4.97	
10	100	1555.09	396.5	1.3	5.10	
10	120	2246.24	302.1	0.7	5.20	
10	140	3063.05	470	0.8	5.21	
10	160	4005.53	616	0.7	4.55	
15	180	3369.36	472	0.5	3.57	
15	200	4165.23	733	0.6	3.41	

9. Titik GMD-03

Lokasi	Desa Mendi Kecamatan Ngombol Kabupaten Purworejo		Operator		Agung	
			Koordinat Longitude / Latitude	X	109 56' 38,8"	
				Y	07 48' 43,2"	
No. Titik	GMD - 03			Z	12 m	
Tanggal	05 November 2020					
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)	
R-Pot :						
0.5	2	11.78	237	98.9	4.92	
0.5	5	77.75	13.5	0.5	2.88	
0.5	10	313.37	490	7.5	4.80	
R-Pot :						
2	10	75.40	483	32.8	5.12	
2	16	197.92	467	11.5	4.87	
2	20	311.02	451	6.5	4.48	
2	25	487.73	415.2	3.8	4.46	
2	30	703.72	354	2.3	4.57	
2	40	1253.50	437	1.4	4.02	
2	50	1960.35	684	1.6	4.59	
R-Pot :						
10	50	376.99	676	7.7	4.29	
10	60	549.78	478	3.3	3.80	
10	70	753.98	738	4.6	4.70	
10	80	989.60	892	4.3	4.77	
10	90	1256.64	910	3.1	4.28	
10	100	1555.09	606	1.6	4.11	
10	120	2246.24	1074	1.9	3.97	
10	140	3063.05	965	1.3	4.13	
10	160	4005.53	802	0.7	3.50	
15	180	3369.36	653	0.5	2.58	
15	200	4165.23	860	0.3	1.45	

Lampiran 4

DOKUMENTASI KEGIATAN

1. Foto pengukuran GJB-01



2. Foto pengukuran GJB-02



3. Foto pengukuran GJB-03



4. Foto pengukuran GLB-01



5. Foto pengukuran GLB-02



6. Foto pengukuran GLB-03



7. Foto pengukuran GMD-01



8. Foto pengukuran GMD-02



9. Foto pengukuran GMD-03



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Wahfi'uddin Luthfi Ni'am
2. Tempat / Tgl. Lahir : Pati / 28 Juni 1999
3. Alamat Rumah : Jln. Sasuit Tubun No. 17, RT 03/02,
Desa Kauman, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati
4. Email : niamlight286@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SD Kauman 02 Juwana Pati pada tahun 2005-2011
2. MTs. Raudlatul Ulum Pati pada tahun 2011-2014
3. MA. Raudlatul Ulum Pati pada tahun 2014 - 2017
4. UIN Walisongo Semarang Program Studi Fisika 2017

C. Pengalaman Organisasi

1. BMC Bidikmisi UIN Walisongo Periode 2019-2020
sebagai staf divisi advokasi dan sosial.
2. BMC Bidikmisi UIN Walisongo Periode 2020-2021
sebagai wakil ketua.
3. Saintek Sport sebagai anggota Periode 2017-2019

Semarang, 3 Juni 2024



Wahfi'uddin Luthfi Ni'am
NIM. 1708026003

