

**IDENTIFIKASI ZONA POTENSI AKUIFER AIR TANAH DALAM  
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS  
DAERAH SUKADANAHAM BANDAR LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ALDIKA RIZKIANO  
NPM 1815051029**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**IDENTIFIKASI ZONA POTENSI AKUIFER AIR TANAH DALAM  
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS  
DAERAH SUKADANAHAM BANDAR LAMPUNG**

**Oleh**

**ALDIKA RIZKIANO**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **IDENTIFIKASI ZONA POTENSI AKUIFER AIR TANAH DALAM MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAERAH SUKADANAHAM BANDAR LAMPUNG**

Oleh

**ALDIKA RIZKIANO**

Telah dilakukan penelitian akuifer air tanah menggunakan metode geolistrik di daerah Sukadanaham, Kecamatan Tanjung Karang Barat, Kota Bandar Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi litologi dan kedalaman zona akuifer air tanah berdasarkan nilai resistivitas dan literatur geologi. Akuisisi data dilakukan menggunakan konfigurasi Schlumberger sebanyak 3 titik pada formasi gunungapi muda Betung (Qhvb). Data yang digunakan merupakan nilai resistivitas. Data nilai resistivitas dimodelkan secara vertikal dengan hasil yang telah diinversikan. Nilai resistivitas setiap titik disesuaikan dan diinterpolasi berdasarkan literatur nilai resistivitas batuan. Berdasarkan hasil identifikasi, didapatkan 4 jenis litologi batuan bawah permukaan yaitu top soil, tuf, breksi, dan andesit. Litologi lapisan pada titik 1, titik 2 dan titik 3 didominasi oleh adanya lapisan tuf dan breksi. Nilai resistivitas lapisan andesit yang didapatkan memiliki nilai yang tinggi yaitu  $> 300 \Omega\text{m}$ . Nilai resistivitas lapisan tuf untuk lapisan kedap air memiliki nilai yaitu 200-250  $\Omega\text{m}$ . Lapisan breksi berperan sebagai zona akuifer air tanah dengan nilai resistivitas yang rendah yaitu 15-60  $\Omega\text{m}$ . Nilai resistivitas batuan dengan nilai terendah berada pada kedalaman 40-95 m yang merupakan lapisan akuifer jenis tertekan dengan lapisan andesit dan tuf sebagai lapisan kedap air dilapisan atas dan di bawah.

Kata kunci : Geolistrik, Resistivitas, Zona akuifer, Litologi

## **ABSTRACT**

### **IDENTIFICATION OF GROUNDWATER AQUIFER POTENTIAL ZONES USING GEOELECTRIC RESISTIVITY METHOD SUKADANAHAM REGION BANDAR LAMPUNG**

By

**ALDIKA RIZKIANO**

Groundwater aquifer research has been carried out using the geoelectric method in the Sukadanaham area, Tanjung Karang Barat District, Bandar Lampung City. This study aims to identify the lithology and depth of groundwater aquifer zones based on resistivity values and geological literature. Data acquisition was carried out using the Schlumberger configuration of 3 points in the young Betung volcanic formation (Qhvb). The data used is the resistivity value. Resistivity value data is modeled vertically with inverted results. The resistivity value of each point is adjusted and interpolated based on the literature on rock resistivity values. Based on the identification results, 4 types of subsurface rock lithology were found, namely top soil, tuff, breccia, and andesite. The lithology of the layers at point 1, point 2 and point 3 is dominated by tuff and breccia layers. The resistivity value of the andesite layer obtained has a high value, which is  $> 300 \Omega\text{m}$ . The resistivity value of the tuff layer for the waterproof layer has a value of 200-250  $\Omega\text{m}$ . The breccia layer acts as a groundwater aquifer zone with a low resistivity value of 15-60  $\Omega\text{m}$ . The rock resistivity value with the lowest value is at a depth of 40-95 m which is a compressed aquifer layer with andesite and tuff layers as a waterproof layer above and below.

Key words : Geoelectric, Resistivity, Aquifer, Lithology

Judul Skripsi

**: IDENTIFIKASI ZONA POTENSI AKUIFER  
AIR TANAH DALAM MENGGUNAKAN  
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS  
DAERAH SUKADANAHAM BANDAR  
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

**: Aldika Rizkiano**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 1815051029**

Program Studi

**: Teknik Geofisika**

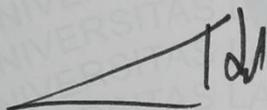
Fakultas

**: Teknik**

**MENYETUJUI,**

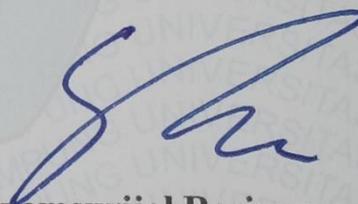
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1



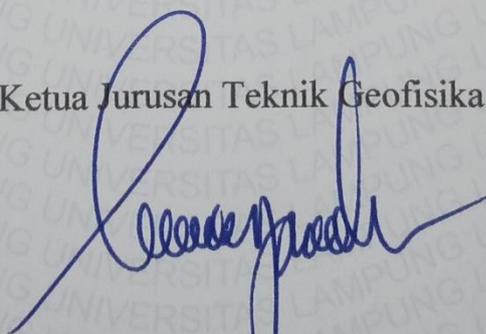
**Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197509112000121002

Pembimbing 2



**Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197307162000121002

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

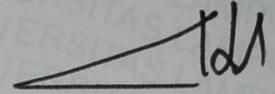


**Karyanto, S.Si., M.T.**  
NIP. 19691230 199802 1 001

**MENGESAHKAN**

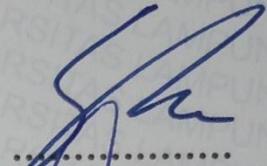
1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.**



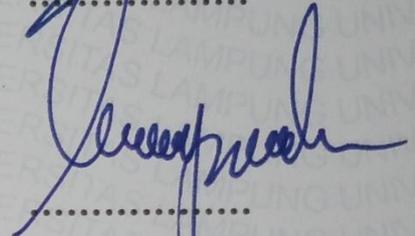
.....

Sekretaris : **Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.**



.....

Anggota : **Karyanto, S.Si., M.T.**



.....

2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.** A  
NIP. 19750928 200112 1002

Tanggal Ujian Skripsi : **2 Agustus 2023**

## PERNYATAAN

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

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

Bandar Lampung, 15 Agustus 2023

Penulis



**Aldika Rizkiano**

NPM. 1815051029

## RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap penulis adalah Aldika Rizkiano, lahir di Tangerang pada tanggal 15 Desember 2000. Anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Yusak Widodo dan Ibu Triyuli Kartika Sari. Penulis mengawali pendidikan pada Sekolah Dasar Negeri 1 Panongan sejak tahun 2006 sampai tahun 2012, kemudian melanjutkan menempuh pendidikan menengah pertama di Sekolah Menengah Pertama Islam Terpadu Al-Fatih 1 yang diselesaikan pada tahun 2015 dan melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas Negeri 4 Kabupaten Tangerang yang diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri, tepatnya di Universitas Lampung dan terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis selama menjalani masa perkuliahan tercatat turut aktif mengikuti kegiatan organisasi diantaranya terlibat aktif sebagai anggota maupun pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HIMA TG BHUWANA). Selama terlibat aktif di HIMA TG BHUWANA, penulis dipercaya mengemban amanah sebagai Anggota Bidang Multimedia Informasi pada kepengurusan

tahun 2020-2021, Ketua Divisi Publikasi dan Dokumentasi pada kegiatan nasional *Geophysics Whiz, Event and Seminar (GWES)* ke-7 pada tahun 2021. Penulis juga aktif dalam organisasi Seksi Mahasiswa Ikatan Ahli Geologi Indonesia (SM-IAGI) Universitas Lampung sebagai Presidium tahun 2021/2022. Selain aktif dalam kegiatan organisasi, penulis dipercaya menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah seperti Geologi dan Metode Geolistrik.

Pada tahun 2022 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Jurusan Teknik Geofisika Unila dengan judul **“Identifikasi Zona Potensi Longsor Berdasarkan Citra Drone Daerah Pidada Kecamatan Panjang Bandar Lampung”**. Pada akhir masa studi penulis melakukan penelitian Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dengan judul **“Identifikasi Zona Potensi Akuifer Air Tanah Dalam Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Daerah Sukadanaham Bandar Lampung”**

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas terselesaikannya skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

**AYAH DAN IBU TERCINTA**

**YUSAK WIDODO**

**&**

**TRİYULI KARTIKA SARI**

Yang selalu mendoakan dan memberi dukungan secara moril dan materiil. Terima kasih atas pengertian, perhatian dan kasih sayang tak hingga yang kalian berikan. Semoga Ayah dan Ibu selalu sehat dan diberikan kebahagiaan oleh Allah SWT.

**SAUDARA TERKASIH**

**BERLI ANTA ATRIZKI**

Yang selalu mendoakan, mendukung dan menyemangatiku serta selalu memberikan bantuan kepadaku

**Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung**

**Almamater Tercinta, Universitas Lampung**

“Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tapi sering ketakutanlah yang membuat jadi sulit. Jadi jangan mudah menyerah”

(Joko Widodo)

“Jangan menunggu hari senin, kerjakan sekarang juga selagi bisa. Karena hari saatnya wisuda bukan di hari senin”

(Ridwan Kamil)

“Bukan titik yang menciptakan tinta, tapi tintalah yang membuat titik  
Bukan cantik yang menciptakan cinta, tapi cintalah yang membuat cantik”

*“God has perfect timing, never early, never late. It takes a little patience and it takes a lot of faith, but it’s a worth the wait”*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa , karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“IDENTIFIKASI ZONA POTENSI AKUIFER AIR TANAH DALAM MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAERAH SUKADANAHAM BANDAR LAMPUNG”**. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama penulisan Skripsi ini banyak sekali terdapat hambatan yang dialami. Namun berkat adanya bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak, hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan di dalam Skripsi ini terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 15 Agustus 2023

Penulis



**Aldika Rizkiano**

NPM. 1815051029

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Zona Potensi Akuifer Air Tanah Dalam Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Daerah Sukadanaham Bandar Lampung”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam proses penyusunan, penulisan hingga skripsi ini selesai, penulis mendapatkan bimbingan, arah dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penyusunan skripsi dapat berjalan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orangtuaku, Bapak Yusak Widodo dan Ibu Triyuli Kartika Sari. Terima kasih untuk panjatan doa, semangat, dukungan dan nasihat yang diberikan selama ini. Bapak dan Ibu menjadi penguat dan pengingat paling hebat sehingga penulis dapat menyelesaikan studi sampai sarjana. Semoga Bapak dan Ibu senantiasa dilindungi oleh Allah SWT dan dapat menemani proses hidup penulis sampai akhir.
2. Adikku, Berli Anta Atrizki, yang sampai hal ini ditulis masih menjadi satu-satunya penyemangat. Terima kasih untuk semangat, doa, dukungan serta dengan ikhlas membantu demi kelancaran penulis menyelesaikan studinya.
3. Bapak Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing satu yang telah memberikan arahan, saran dan kesediaan bapak dalam membimbing pengerjaan skripsi ini.

4. Bapak Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak meluangkan waktunya untuk berdiskusi memberikan arahan dengan sabar, koreksi, masukan serta motivasi dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Bapak Karyanto, S.Si., M.T. selaku penguji yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan dan saran atas skripsi ini, sehingga menjadikan skripsi ini lebih baik. Serta, membimbing dan membantu penulis selama masa perkuliahan.
6. Segenap Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang penuh dedikasi dalam memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
7. Keluarga, Angkatan Teknik Geofisika 18 (TGasak) yang telah banyak berbagi rasa dan pengalaman yang membangun dari awal perkuliahan hingga saat ini, telah memberikan dukungan dan kebersamaan. Terima kasih karena menjadi bagian dari cerita masa kuliah penulis, semoga kita semua menjadi pribadi yang sukses dimasa depan.
8. Keluarga besar HIMA TG BHUWANA, terima kasih atas pengalaman dan pembelajaran yang sudah penulis dapati baik berkenaan dengan dunia geofisika maupun kemampuan berorganisasi.
9. Seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini yang telah memberikan bantuan, kesempatan dan pengalaman. Penulis mengucapkan terima kasih banyak.

Bandar Lampung, 15 Agustus 2023

Penulis



**Aldika Rizkiano**

NPM. 1815051029

## DAFTAR ISI

Halaman

**DAFTAR TABEL ..... xvii**

**DAFTAR GAMBAR..... xxviii**

### **I. PENDAHULUAN**

- A. Latar Belakang ..... 1
- B. Tujuan Penelitian ..... 3
- C. Batasan Masalah ..... 3
- D. Manfaat Penelitian ..... 3

### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

- A. Letak Geografis Daerah Penelitian ..... 4
- B. Geologi Regional dan Stratigrafi Regional Daerah Penelitian ..... 4
- C. Hidrogeologi Daerah Penelitian..... 7
- D. Cekungan Air Tanah Daerah Penelitian ..... 8
- E. Analisis Penelitian Sebelumnya..... 9

### **III. TEORI DASAR**

- A. Pengertian Hukum Ohm ..... 12
- B. Sifat Kelistrikan Bumi dan Batuan ..... 16
  - 1. Sifat Kelistrikan Bumi Satu Titik Arus Tunggal di Permukaan ..... 16
  - 2. Sifat Kelistrikan Bumi Dua Titik Arus di Permukaan ..... 17
  - 3. Faktor-Faktor Resistivitas Batuan ..... 19
    - a. Jenis batuan..... 19
    - b. Matriks batuan ..... 22
    - c. Mineral lempung..... 21
    - d. Porositas dan permeabilitas..... 22
    - e. Salinitas air pada batuan ..... 22

C.	Pengertian Dasar Metode Geolistrik .....	23
1.	Pengertian Resistivitas Semu .....	26
2.	Konfigurasi Schlumberger Metode Geolistrik.....	26
D.	Pengertian Air Tanah .....	29
E.	Karakteristik Lapisan Batuan Air Tanah .....	31
F.	Jenis-Jenis Akuifer.....	32
<b>IV. METODE PENELITIAN</b>		
A.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
B.	Alat dan Bahan.....	37
C.	Prosedur Penelitian .....	37
1.	Studi Literatur .....	37
2.	Survei Pendahuluan .....	38
3.	Akuisisi Data.....	38
4.	Desain Pengukuran .....	39
5.	Pengolahan Data .....	40
6.	Interpretasi Hasil.....	41
D.	Diagram Alir .....	42
<b>V. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
A.	Data Penelitian .....	43
B.	Hasil dan Pembahasan .....	45
1.	Interpretasi Data Resistivitas (Kurva 1D).....	45
2.	Interpolasi Titik Sounding .....	49
3.	Interpretasi Akuifer Air Tanah .....	53
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
A.	Kesimpulan .....	58
B.	Saran .....	58

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Statistika sumber air Kelurahan Sukadanaham tahun 2019-2021.....	2
2. Tabel stratigrafi daerah Sukadanaham berdasarkan penelitian daerah Gunung Betung .....	5
3. Penelitian sebelumnya.....	11
4. Tabel resistivitas batuan sedimen .....	20
5. Tabel resistivitas batuan beku dan metamorf .....	21
6. Tabel resistivitas mineral air .....	23
7. Tabel waktu dan kegiatan penelitian.....	36
8. Elektroda akuisisi pengukuran .....	40
9. Tabel data akuisisi lapangan geolistrik .....	44
10. Interpretasi litologi VES 1 .....	46
11. Interpretasi litologi VES 2 .....	47
12. Interpretasi litologi VES 3 .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Stratigrafi bawah permukaan daerah Gunung Betung berdasarkan anomali gravitasi .....	5
2. Peta geologi daerah Sukadanaham .....	6
3. Peta hidrogeologi daerah Sukadanaham .....	7
4. Model 2D data gayaberat .....	8
5. Model 2D anomali Bouguer residual .....	9
6. Rangkaian listrik sederhana .....	12
7. Sumber arus berupa titik pada permukaan bumi yang homogen .....	17
8. Ilustrasi konfigurasi yang hanya menggunakan sebuah potensial $P_1$ untuk sumber arus $C_1$ dan $C_2$ .....	18
9. Ilustrasi konfigurasi menggunakan dua potensial $P_1$ dan $P_2$ pada dua sumber arus $C_1$ dan $C_2$ .....	18
10. Pola aliran arus dan bidang equipotential pada polaritas berlawanan antara dua buah elektroda arus.....	25
11. Susunan elektroda arus (C) dan potensial (P) konfigurasi Schlumberger .....	27
12. Konfigurasi Schlumberger .....	27
13. Penyebaran vertikal air tanah .....	31
14. Akuifer bebas .....	32
15. Akuifer tertekan .....	33
16. Akuifer setengah tertekan .....	33
17. Akuifer melayang.....	34
18. Peta sebaran titik VES .....	39
19. Diagram alir penelitian .....	42
20. Kurva 1D VES 1 .....	46

21. Kurva 1D VES 2 .....	47
22. Kurva 1D VES 3 .....	48
23. Model vertikal resistivitas VES setiap titik .....	49
24. a) Rekonstruksi litologi sounding, b) Titik VES pada lembar geologi ....	51
25. Litologi titik VES berdasarkan elevasi .....	52
26. Model interpolasi setiap titik VES .....	53
27. Sampel batuan tuf pada titik VES 3 .....	54
28. Sampel batuan andesit pada singkapan titik VES 3 .....	55
29. Litologi akuifer air tanah.....	56

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Bandar Lampung berkembang pesat selama dua puluh tahun belakangan ini. Kepadatan penduduk yang semakin meningkat telah mendorong pergeseran kawasan pemukiman dari pusat kota hingga Bandar Lampung bagian barat. Di dalam kawasan tersebut sumber air merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting untuk kebutuhan hidup sehari-hari, karena air merupakan hal penting yang menjadi kebutuhan bagi masyarakat (Rustadi dkk., 2022). Salah satu daerah yang membutuhkan pasokan air yaitu di Kelurahan Sukadanaham dengan statistik sumber air pada **tabel 1** sebagai berikut.

Berdasarkan data statistika Kota Bandar Lampung pada 2022, Kelurahan Sukadanaham memiliki jumlah penduduk yang besar dengan sumber air yang masih kurang karena setiap rumah masih saling menggunakan sumber air berupa sumur secara bersama. Menurut Mulyasari dkk pada 2022, pada salah satu titik sumur di LK 1 Sukadanaham masyarakat menggunakan sumur untuk memenuhi kebutuhan 200 kepala keluarga disekitar sumur dengan kedalaman 60 m. Padahal idealnya sebuah sumur bias mencukupi kebutuhan 30 kepala keluarga. Karena kurangnya informasi sumber air dibawah permukaan maka perlu dilakukan penelitian ini yang diharapkan menambahkan dan juga memperluas eksplorasi air tanah sehingga menambah jumlah sumber air sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat sekitarnya.

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geofisika yang

dapat digunakan untuk eksplorasi air tanah. Dalam metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial, hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di permukaan. Berdasarkan beda potensial yang diukur dapat ditentukan variasi resistivitas masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran. Data yang didapatkan di lapangan merupakan data nilai resistivitas bawah permukaan di Kelurahan Sukadanaham. Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan inversi sehingga diperoleh variasi resistivitas dari suatu sistem pelapisan tanah yang berasosiasi dengan struktur geologi di bawah permukaan.

**Tabel 1.** Statistika sumber air Kelurahan Sukadanaham tahun 2019-2021 (Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung, 2022).

<b>Total Penduduk Kelurahan Sukadanaham = 5686 orang</b>				
<b>Sumber Air</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	
Air Kemasan Bermerk	-	-	-	
Air Isi Ulang/ <i>Refil water</i>	3	3	3	
Ledeng dengan meteran	2	2	2	
Ledeng Tanpa meteran	-	-	-	
Sumur bor atau pompa/ <i>Artesian Well</i>	-	-	2	
Sumur/ <i>Well</i>	2	2	-	
Mata Air	-	-	-	
Sungai/Danau/Kolam/Waduk/Situ/Embung/ Bendungan	-	-	-	
Air hujan	-	-	-	
Lainnya	-	-	-	

## **B. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi litologi lapisan bawah permukaan Kelurahan Sukadanaham berdasarkan nilai resistivitas dan literatur geologi.
2. Mengidentifikasi zona akuifer air tanah berdasarkan data resistivitas dan data geologi Kelurahan Sukadanaham.
3. Mengidentifikasi kedalaman zona akuifer air tanah Kelurahan Sukadanaham.

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang diinterpretasi menggunakan metode geolistrik 1D yang kemudian dilakukan pemodelan 2D beserta litologi.

## **D. Manfaat Penelitian**

Terdapat manfaat dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi litologi bawah permukaan yang sesuai dengan litologi zona akuifer air tanah.
2. Memberikan informasi kedalaman serta persebaran air tanah bagi daerah sekitar sebagai sumber air masyarakat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Letak Geografis Daerah Penelitian

Lokasi daerah penelitian secara administratif terletak di Kelurahan Sukadanaham, Kecamatan Tanjungkarang Barat, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Secara geografis wilayah Kecamatan berbatasan langsung dengan Kemiling di wilayah Barat, Telukbetung Barat di wilayah Selatan, Tanjungkarang Pusat di Wilayah Timur. Dengan ketinggian daerah penelitian yaitu mencapai 200 – 300 meter diatas permukaan laut.

### B. Geologi Regional dan Stratigrafi Regional Daerah Penelitian

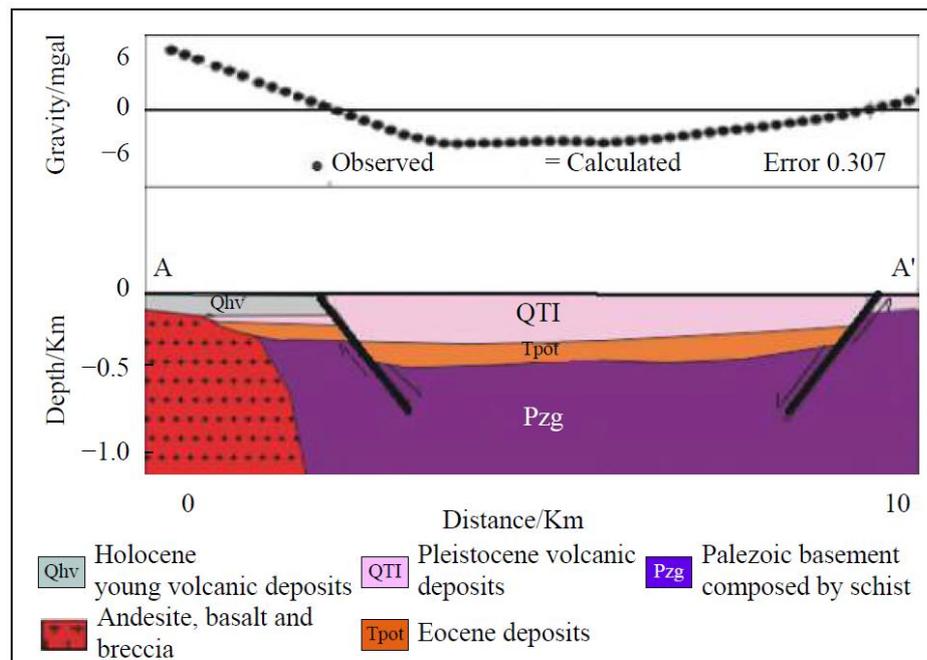
Geologi daerah penelitian ini berada di Kelurahan Sukadanaham, Kecamatan Tanjung Karang Barat, Kota Bandar Lampung yang berada pada Formasi Endapan Gunungapi Muda Betung (Qhvb) yang tersusun oleh andesit-basal, breksi dan tuf; Formasi Lampung (QTI) yang tersusun oleh tuf berbatuapung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batu lempung tufan dan batu pasir tufan; Formasi Tarahan (Tpot) yang tersusun oleh tuf padu dan breksi dengan sisipan rijang; dan Formasi Kompleks Gunung Kasih Tak Terpisahkan (Pzg) yang tersusun oleh sekis pelitan serta sedikit gnes. Pada **tabel 2** merupakan geologi regional pada daerah penelitian yang menggunakan lembar geologi Tanjung Karang menurut Mangga dkk., (1993) sebagai referensi dalam modifikasi peta.

Pada **gambar 1** menurut Rustadi dkk., (2020) dijelaskan bahwa Formasi Gunungapi Muda (Qhv) dan Formasi Lampung (QTI) menjadi bagian dominan

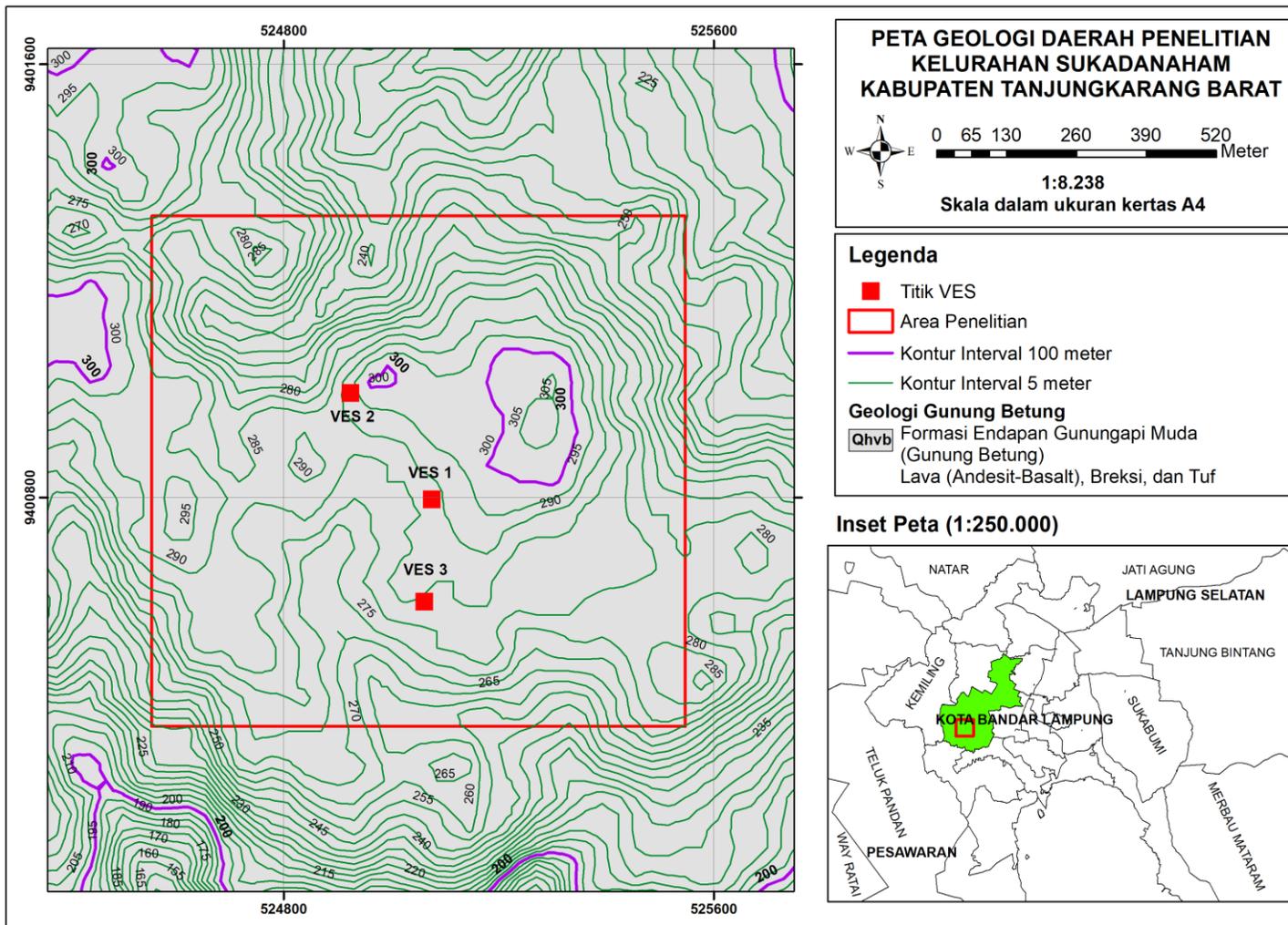
lapisan penutup di wilayah Lampung. Pada Stratigrafi bawah permukaan di daerah Kelurahan Sukadanaham masih masuk dalam formasi endapan gunungapi muda Betung (Qhv) yang berusia muda yaitu kuartar holosen berada pada lapisan formasi bagaian atas, kemudian terdapat formasi yang lebih tua yang berumur Pleistosen yaitu formasi Lampung (QTI), lalu terdapat formasi yang lebih tua dibandingkan formasi lampung yang berusia Eosen yaitu formasi Tarahan (Tpot), pada daerah tersebut terdapat formasi Gunung Kasih (Pzg) yang berperan sebagai basemen dominan yang berumur paling tua yaitu Paleozoikum Pre-Tertiary (Rustadi dkk., 2022). **Gambar 2** merupakan peta geologi berdasarkan referensi Mangga dkk., 1993.

**Tabel 2.** Tabel stratigrafi daerah Sukadanaham berdasarkan penelitian daerah Gunung Betung (Rustadi dkk., 2022 modifikasi dari Mangga dkk., 1993)

Umur	Formasi	
Holosen	Qhv(b)	
Pleistosen	QTI	
Eosen	Tpot	
Paleozoikum	Pzg	



**Gambar 1.** Stratigrafi bawah permukaan daerah Gunung Betung berdasarkan anomali gravitasi (Rustadi dkk., 2022).

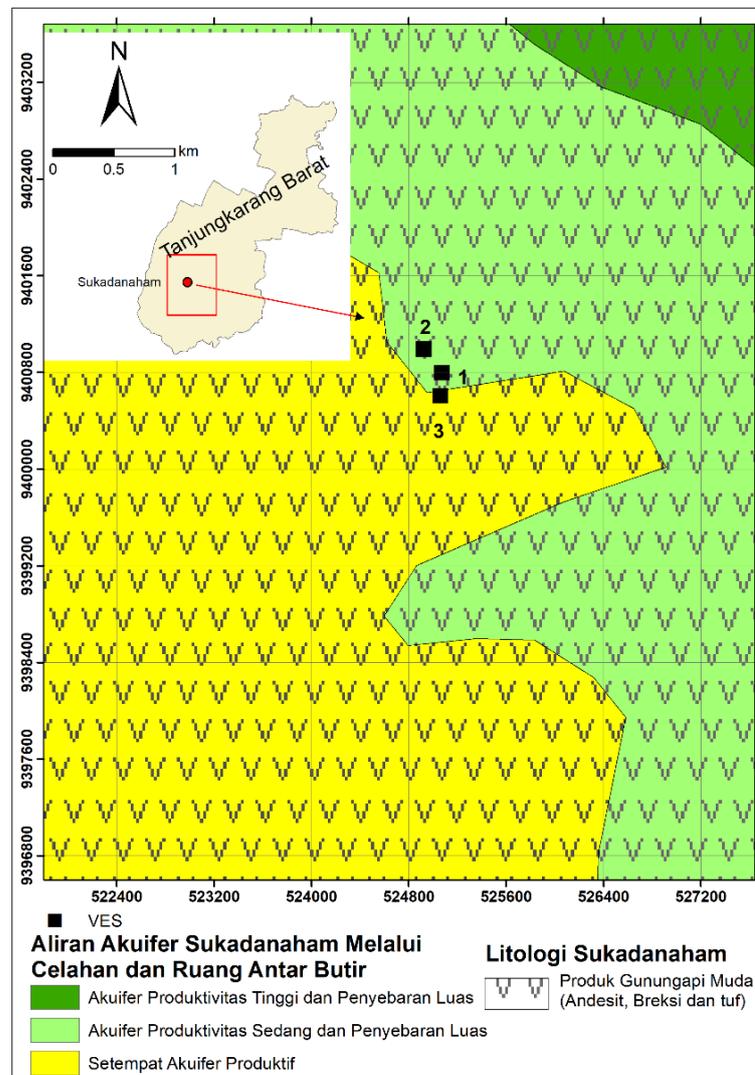


**Gambar 2.** Peta geologi daerah Sukadanaham (modifikasi dari Mangga dkk., 1990)

### C. Hidrogeologi Daerah Penelitian

Pada peta hidrogeologi **gambar 3** daerah Sukadanaham, aliran akuifer yang mengalir melalui celahan dan ruang antar butir terbagi menjadi dua jenis produktivitas akuifer yaitu:

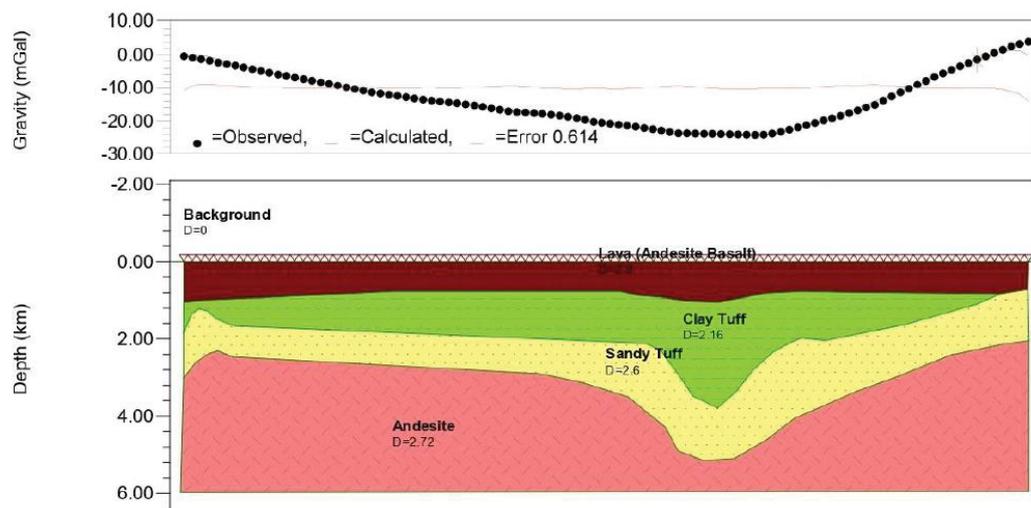
1. Akuifer produktivitas sedang dengan penyebaran luas. Akuifer ini memiliki kedalaman muka air tanah yang umumnya dalam, debit mata air umumnya kecil, debit sumur umumnya kurang dari 5 l/detik.
2. Akuifer produktivitas setempat. Akuifer ini memiliki kedalaman muka air tanah yang umumnya sangat dalam sehingga tidak dimanfaatkan (Setiadi dkk., 1993).



**Gambar 3.** Peta hidrogeologi daerah Sukadanaham (modifikasi dari Setiadi dkk., 1993)

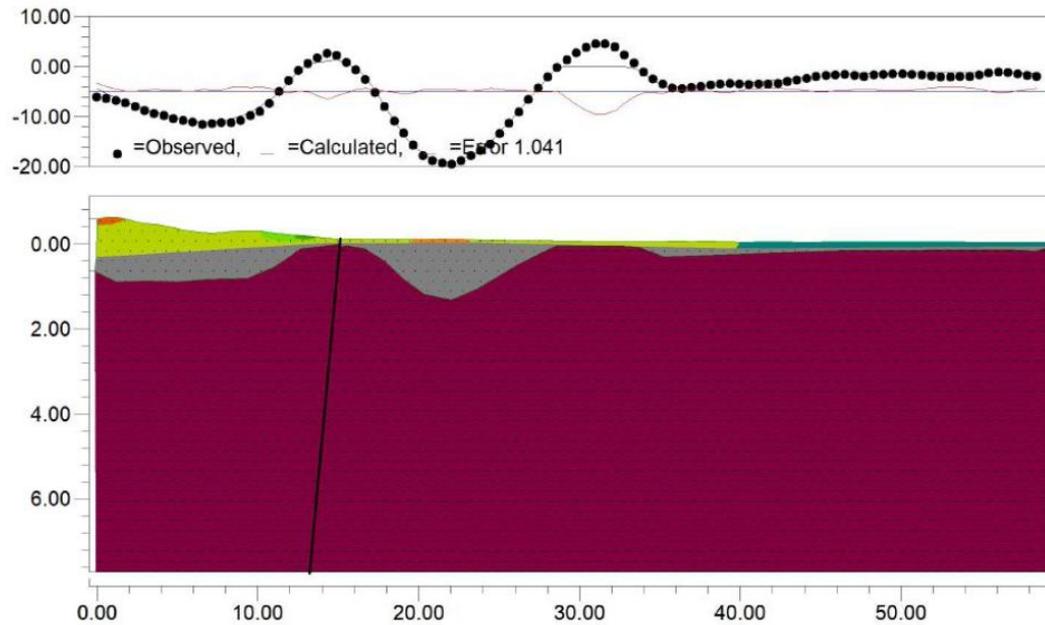
#### D. Cekungan Air Tanah Daerah Penelitian

Pada **gambar 4** penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode gayaberat pada daerah Bandar Lampung, ditemukan dua struktur cekungan yang tersusun atas 4 lapisan batuan yaitu andesit, tuf pasir, tuf lempungan, dan lava (andesite-basalt) dengan densitas lapisan andesit 2.72 gr/cc, tuf pasir 2.6 gr/cc, tuf lempungan 2.16 gr/cc, dan lava (andesite-basalt) 2.9 gr/cc (Haerudin dkk., 2022).



**Gambar 4.** Model 2D data gayaberat (Haerudin dkk., 2022).

Pada **gambar 5** menurut Zaenudin dkk., (2020) terdapat lapisan batuan dan geometri cekungan air tanah yang terletak di kedalaman 1 – 1.5 km di formasi Lampung (QTI) dan formasi gunungapi muda (Qhv).



**Gambar 5.** Model 2D anomali Bouguer residual (Zaenudin dkk., 2020).

#### **E. Analisis Penelitian Sebelumnya**

Pada Penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa ahli geosains menganalisis, pada daerah Kemiling, Gunung Betung di barat Kota Bandar Lampung, dan Kecamatan Langkapura menghasilkan penggunaan pemetaan gravitasi dan geolistrik *vertical electrical sounding* (VES) pemetaan dapat memberikan hasil yang baik untuk tanah pemetaan air di batuan keras di Bandar Lampung Barat pada formasi Gunungapi Muda Betung (Qhvb). Batuan vulkanik keras Gunung Betung menghasilkan nilai anomali sebesar 50-68 mgal. Batuan keras di sumur produksi berada pada kedalaman 5-180 meter, tersusun atas andesit dan breksi. Peta isoresistivitas dapat menunjukkan zona konduktif di bentuk fraktur. Keterdapatn sifat konduktif dengan nilai resistivitas 15-60 ohm meter adalah diinterpretasikan sebagai zona kejenuhan air tanah yang terjadi pada kekar kolum lateral dan vertikal. Bagian ini bertindak sebagai sifat akuifer di lingkungan batuan keras yang tersusun atas andesit dan breksi. Patahan dan kekar kolum adalah porositas sekunder yang menyimpan dan mengalirkan air tanah di daerah penelitian. Sumur produksi, jika ditempatkan di daerah patahan, dapat menghasilkan air 2400 liter/menit. Sementara itu, distribusi acak porositas sekunder di batuan keras adalah penyebab banyaknya

kegagalan pada pengeboran. Integrasi metode gravitasi dan geolistrik *vertical electrical sounding* ditemukan sangat berguna di air tanah pemetaan prospek di lingkungan batuan keras di lereng dan kaki Gunung Betung, dimana patahan dan kekar kolum bertindak sebagai zona permeable. Rekahan pada batuan keras di kaki Gunung Betung berperan sebagai daerah penghubung antara zona *recharge* di Gunung Betung dengan akuifer di Cekungan Bandar Lampung (Rustadi dkk., 2022).

Penelitian yang dilakukan di Bandar Lampung dengan menggunakan metode gayaberat, didapatkan lapisan dengan densitas  $2.3 \text{ gram/cm}^3$  berasosiasi sebagai cekungan air tanah dari formasi gunungapi muda Betung (Qhvb) dan formasi Lampung (QTl) dengan kedalaman 1.5-2.0 km. Umumnya akuifer yang sangat produktif adalah akuifer dengan kedalaman ke permukaan air bervariasi dalam kisaran yang luas, debit mata air bervariasi, beberapa mengeluarkan lebih dari 100 l/detik dengan sumur umumnya menghasilkan lebih dari 5 l/detik. Jenis akuifer ini sangat luas dengan aliran baik melalui celahan maupun ruang antar butir (Zaenudin dkk., 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi dkk., (2012) mengenai pemodelan fisik dengan memodelkan medium berupa tanah merah berisi medium tanah merah liat yang terdapat air sebanyak 0.5 – 1.5 liter yang diletakkan di tengah permukaan tanah liat. Kemudian dilakukan injeksi arus menggunakan metode geolistrik konfigurasi schlumberger. Dari penelitian tersebut konfigurasi Schlumberger dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan air tanah dalam medium tanah skala model. Nilai resistivitas material dipengaruhi oleh banyaknya air yang terdapat pada material dalam bak, semakin banyak air yang terkandung dalam material tersebut, maka nilai resistivitasnya akan semakin kecil karena air bersifat konduktif. Tanah liat yang diinjeksi dengan air dari 0.5, 1, dan 1.5 liter diperoleh nilai resistivitas untuk satu posisi berkisar antara  $14.4 - 67.6 \Omega \text{ m}$ , untuk dua posisi berkisar antara  $33.2 - 66.4 \Omega \text{ m}$ , dan untuk tiga posisi berkisar antara  $30.4 - 70 \Omega \text{ m}$  (Supriyadi dkk., 2012).

Pada **tabel 3** merupakan rangkuman hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan hasil dan pembuktian yang dapat dijadikan tinjauan terhadap penelitian ini.

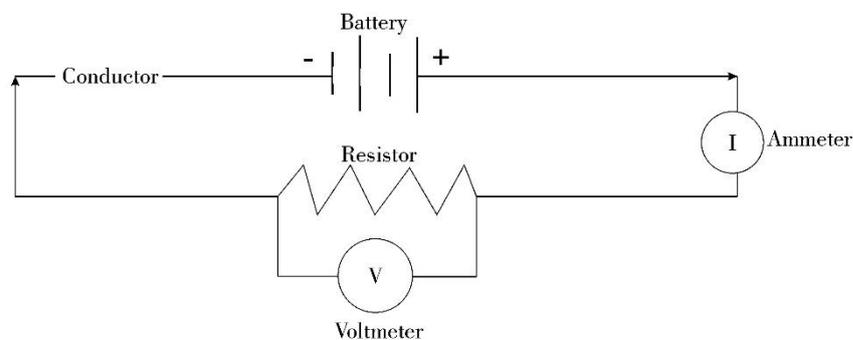
**Tabel 3.** Penelitian sebelumnya

No	Penulis	Metode	Hasil
1	Rustadi., Darmawan, I.G.B., Haerudin, N., Setiawan, A., dan Suharno. (2022)	Metode Geolistrik 1D <i>Vertical</i> <i>Electrical</i> <i>Sounding</i> dan Metode Gravitasi	Keterdapatn sifat konduktif dengan nilai resistivitas 15-60 $\Omega$ m diinterpretasikan sebagai zona kejenuhan air tanah di lingkungan batuan keras andesit dan breksi. Rekahan pada batuan keras berperan sebagai daerah transmisi antara zona recharge dengan akuifer. Nilai 300-400 $\Omega$ m kategori andesit.
2	Zaenudin, A., Risman, A., Darmawan, I. G. B., dan Yogi, I. B. S. (2020)	Metode Gayaberat	Lapisan dengan densitas 2.3 gram/cm <sup>3</sup> berasosiasi sebagai cekungan air tanah dari formasi gunungapi muda Betung (Qhvb) dan formasi Lampung (QTI) dengan kedalaman 1.5-2.0.
3	Supriyadi., Susilo., Sunaro., dan Setyawan. (2012)	Metode Geolistrik	Nilai resistivitas material dipengaruhi oleh banyaknya air yang terdapat pada material dalam bak, semakin banyak air yang terkandung dalam material tersebut, maka nilai resistivitasnya akan semakin kecil karena air bersifat konduktif. Tanah liat yang diinjeksi dengan air dari 0.5, 1, dan 1.5 liter diperoleh nilai resistivitas untuk satu posisi berkisar antara 14.4 – 67.6 $\Omega$ m, untuk dua posisi berkisar antara 33.2 – 66.4 $\Omega$ m, dan untuk tiga posisi berkisar antara 30.4 – 70 $\Omega$ m.

### III. TEORI DASAR

#### A. Pengertian Hukum Ohm

Metode Geolistrik resistivitas bekerja karena pengukuran beda potensial pada titik-titik di permukaan bumi yang diproduksi dengan langsung mengalirkan arus ke bawah permukaan. Hal ini bermanfaat untuk menentukan distribusi resistivitas di bawah permukaan dan kemudian digunakan untuk interpretasi material-material yang potensial, kita perlu meninjau ulang secara singkat konsep kelistrikan (Burger dkk., 1992)



**Gambar 6.** Rangkaian listrik sederhana (Burger dkk., 1992).

Pada **gambar 6** mengilustrasikan sebuah rangkaian listrik dasar yang di dalamnya terdapat baterai, kabel penghubung dan sebuah resistor. Baterai mengatur beda potensial di antara dua titik (kutub positif dan kutub negatif). Baterai dengan demikian berfungsi sebagai sebuah sumber gaya listrik (GGL) di dalam perpindahan muatan melalui rangkaian, seperti halnya ketika memompa air melewati saluran pipa. Kaidah yang dipakai disini adalah untuk menentukan

aliran arus sebagai perpindahan muatan positif, untuk menyempurnakan aliran air berarti harus memindahkan muatan positif dari sebuah potensial rendah di kutub negatif (-) menuju potensial tinggi di kutub positif (+). Gaya yang bekerja dalam perubahan potensial membutuhkan sebuah gaya yang dinamakan gaya gerak listrik (GGL) atau *electromotive force (emf)* yang satuannya berupa *volt (V)*, perpindahan dari muatan-muatan yang melewati kabel penghubung per satuan waktu dinamakan arus, secara matematis dapat ditulis (Burger dkk., 1992) :

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Atau

$$I = \frac{q}{t} \quad (2)$$

Dimana ( $I$ ) adalah arus dalam satuan ampere, ( $q$ ) merupakan muatan dalam satuan coulomb dan ( $t$ ) adalah waktu dalam satuan detik. Sehingga uraian secara mikroskopisnya adalah sebagai berikut:

$$I = nevA \quad (3)$$

Keterangan:

$n$  : Jumlah muatan listrik negatif atau jumlah elektro bebas per satuan volume

$e$  : Muatan elektron  $-1,602 \times 10^{-19}$

$v$  : Kecepatan aliran muatan (m/s)

$A$  : Luas penampang aliran ( $m^2$ )

Pada suatu bahan yang dialirkan listrik, kecepatan perpindahan  $v$  arahnya berlawanan dengan arah vector intensitas medan listrik ( $E$ ) karena kecepatan yang sebenarnya mengalir adalah elektron. Hubungan antara kecepatan perpindahan  $v$  dengan intensitas medan listrik ( $E$ ) adalah sebagai berikut:

$$v = \mu_e E \quad (4)$$

Dimana

$$\mu_e = \frac{e}{m} \tau \quad (5)$$

Keterangan:

$\mu_e$  : mobilitas muatan electron ( $m^2/V.s$ )

$E$  : Intensitas medan listrik ( $V/m$ )

$m$  : massa muatan ( $Kg$ )

$\tau$  : waktu tumbukan antar muatan ( $Kg/V.s$ )

Konsep lain yang sangat penting dalam survei geolistrik resistivitas adalah rapat arus  $J$ . Rapat arus didefinisikan sebagai arus yang melewati suatu penampang lintang per satuan luas, secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$J = \frac{I}{A} = \frac{-nevA}{A} = -\rho_e v = \rho_e \mu_e E = \sigma E \quad (6)$$

Keterangan:

$J$  : Rapat Arus ( $ampere/m^2$ )

$I$  : Arus ( $ampere$ )

$A$  : Luas Penampang ( $m^2$ )

$\rho_e$  : Tahanan muatan listrik negatif =  $ne$  ( $ohm.meter$ )

$\sigma$  : Konduktivitas listrik =  $\rho_e \mu_e$  ( $ohm^{-1}$ )

Rapat arus akan berbeda apabila kuantitas arus yang sama melewati luas penampang lintang yang berbeda. Menurut Goerge Simon Ohm yang merupakan fisikawan asal Jerman yang pertama kali memperkenalkan hubungan antara kuat arus, tegangan dan hambatan listrik melalui hukumnya menjelaskan bahwa arus ( $I$ ) berbanding lurus terhadap tegangan ( $V$ ) dan berbanding terbalik dengan nilai hambatan ( $R$ ).

$$I = \frac{V}{R} \quad (7)$$

Pada dasarnya material penyusun benda bervariasi, sehingga masing masing benda memiliki variasi daya hambat listrik. Variasi hambatan dapat diketahui melalui pengukuran secara langsung terhadap arus dan tegangan. Pendekatan lain bahwa

hambatan bukan hanya dipengaruhi oleh jenis materialnya, tetapi juga dipengaruhi oleh dimensinya (Burger dkk., 1992).

Uji coba yang dilakukan pada dua buah resistor dengan ukuran yang berbeda dan material yang sama, ternyata meskipun materialnya diibaratkan tersusun oleh material yang sama dua buah resistor tersebut memiliki nilai hambatan yang berbeda dalam menghantarkan arus. Mengingat bahwa arus adalah perpindahan muatan persatuan waktu, maka aliran arus bias dianalogikan sebagai aliran air. Sebagai contoh, sebuah pipa terbuka pada salah satu bagian diberikan kerikil. Pompa air akan memberikan tekanan yang berbeda didalam pipa terbuka tersebut, dan menyebabkan aliran air yang berbeda pula. Kerikil tersebut menyebabkan sebuah hambatan pada aliran air yang mengalir menuju keluaran pipa. Memperbanyak isi kerikil pada pipanya, hambatan akan meningkat dan rata-rata aliran airnya akan berkurang. Apabila meningkatkan diameter, hambatan akan berkurang dan aliran air akan banyak keluar. Sifat ini menjelaskan bahwa hambatan dari resistor bergantung pada panjang kolom pipa dan material dasar penyusun sehingga dinamakan resistivitas dan dinotasikan dalam simbol ( $\rho$ ), sehingga secara matematis dapat dirumuskan menjadi:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (8)$$

atau

$$\rho = R \frac{A}{L} \quad (9)$$

Keterangan:

$\rho$  : Resistivitas (ohm.meter)

$R$  : Resistansi/Hambatan (ohm)

$A$  : Luas Penampang ( $m^2$ )

$L$  : Panjang (m)

Satuan dari resistivitas adalah hambatan dikalikan panjang yang dinotasikan dalam ohmmeter. Nilai resistivitas merupakan kebalikan dari nilai konduktivitas dan begitu juga sebaliknya (Burger dkk., 1992).

## B. Sifat Kelistrikan Bumi dan Batuan

Terdapat sifat kelistrikan antara pada permukaan bumi dengan sifat kelistrikan batuan-batuan penyusun. Pada permukaan bumi dibagi menjadi titik arus tunggal permukaan dan dua titik arus permukaan. Pada sifat kelistrikan batuan-batuan penyusun terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besaran resistivitas, seperti jenis batuan, matriks batuan, mineral, porositas dan permeabilitas, salinitas, dan suhu temperature (Chandra, 2011). Berikut merupakan sifat kelistrikan pada permukaan bumi, yaitu:

### 1. Sifat Kelistrikan Bumi Satu Titik Arus Tunggal di Permukaan

Metode pendekatan yang paling sederhana dalam mempelajari secara teoritis tentang aliran arus listrik di dalam bumi adalah dianggap homogen dan isotropis (Telford dkk, 1990). Jika sebuah elektroda tunggal yang dialiri arus listrik diinjeksikan pada permukaan bumi yang homogen isotropis seperti pada **gambar 7**, maka akan terjadi aliran arus menyebar dalam tanah secara radial dan apabila udara di atasnya memiliki konduktivitas nol, maka garis potensialnya akan berbentuk setengah bola. Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial dengan kontur *equipotential* berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan. Dalam hal ini, menurut Burger dkk., (1992) menjelaskan bahwa arus mengalir melalui permukaan setengah bola maka arus yang mengalir melewati permukaan tersebut dapat dirumuskan menjadi:

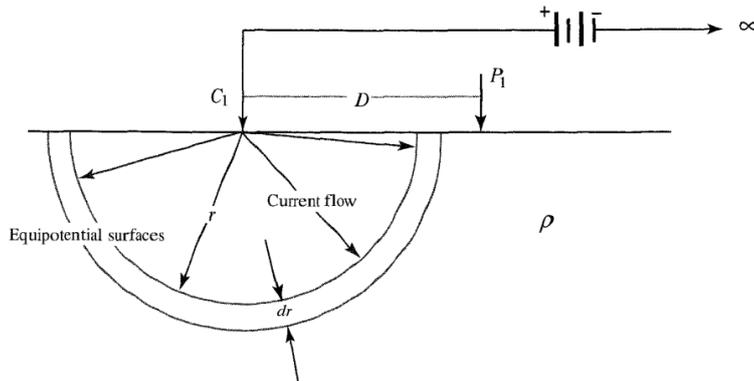
$$dV = I(R) = I \left( \rho \frac{L}{A} \right) = I \left( \rho \frac{dr}{2\pi r^2} \right) \quad (10)$$

Kemudian untuk menentukan potensial pada  $P_1$  harus membandingkan dengan potensial pada suatu titik yang sangat jauh dengan menyatakan bahwa nilainya nol. Cara paling langsung menentukan nilai  $V$  adalah dengan mengintegrasikan persamaan diatas pada jarak menjadi  $D$  ke elektroda arus yang tidak terhingga (Burger, 1992). Sehingga rumus untuk persamaan tersebut yaitu:

$$V = \int_D^\infty dV = \frac{I\rho}{2\pi} \int_D^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{I\rho}{2\pi D} \quad (11)$$

Nilai jarak  $D$  dianggap sebagai jarak. Sehingga untuk persamaan equipotensial nilai resistivitas untuk medium setengah bola yang berada dibawah dipermukaan bumi (Telford dkk., 1990), yaitu:

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (12)$$



**Gambar 7.** Sumber arus berupa titik pada permukaan bumi yang homogen (Burger dkk., 1992).

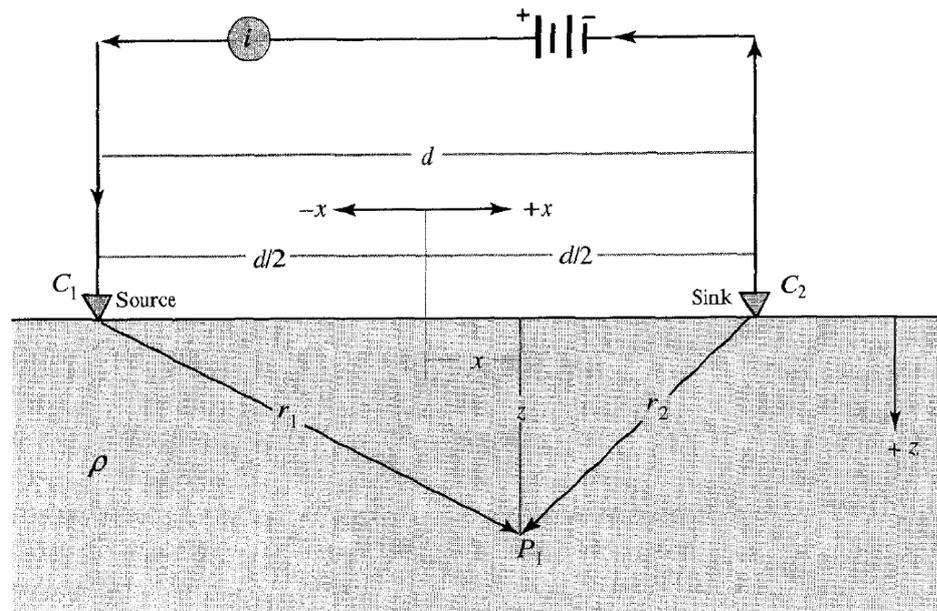
## 2. Sifat Kelistrikan Bumi Dua Titik Arus di Permukaan

Ilustrasi Burger dkk., (1992) pada **gambar 8** menjelaskan ketika dua arus diinjeksikan pada dua elektroda arus, potensial yang berdekatan pada titik permukaan akan dipengaruhi oleh kedua arus elektroda tersebut. Potensial pada titik  $P_1$  menentukan efek sumber pada  $C_1$  (+) dan penunjaman pada  $C_2$  (-) yang keduanya ditentukan dengan rumus:

$$V_{P1} = \frac{I\rho}{2\pi r_1} + \left(-\frac{I\rho}{2\pi r_2}\right) \quad (13)$$

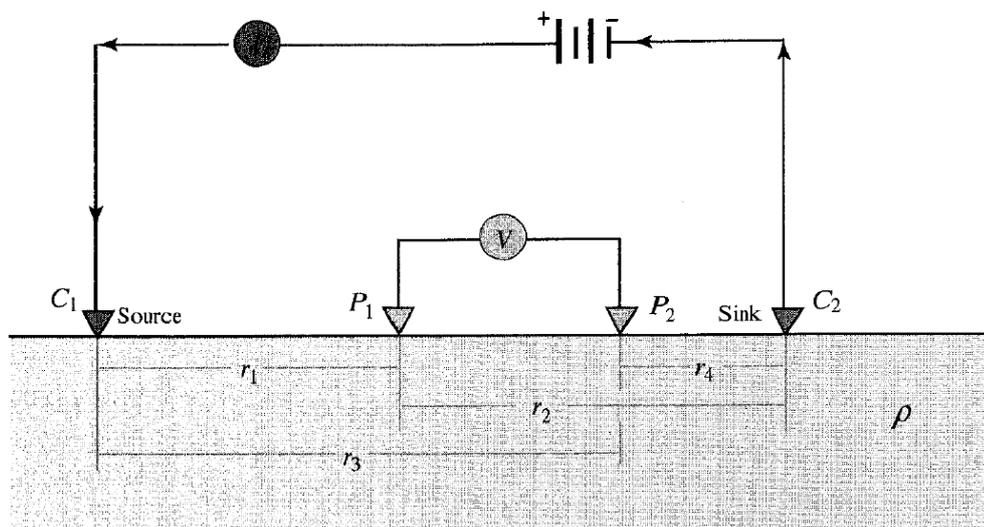
$$V_{P1} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (14)$$

$$V_{P1} = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{\left[\left(\frac{d}{2}+x\right)^2+z^2\right]^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{\left[\left(\frac{d}{2}-x\right)^2+z^2\right]^{\frac{1}{2}}} \right) \quad (15)$$



**Gambar 8.** Ilustrasi konfigurasi yang hanya menggunakan sebuah potensial  $P_1$  untuk sumber arus  $C_1$  dan  $C_2$  (Burger dkk., 1992).

Kemudian, untuk penyebaran pengukuran pada arus yang lebih merata maka dipasangkan elektroda potensial  $P_2$  seperti pada ilustrasi **gambar 9**.



**Gambar 9.** Ilustrasi konfigurasi menggunakan dua potensial  $P_1$  dan  $P_2$  pada dua sumber arus  $C_1$  dan  $C_2$  (Burger dkk., 1992).

$$V_{P2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (16)$$

Karena setiap potensial saling berlawanan arahnya, perlu dihitung untuk mencari beda potensial ( $\Delta V$ ) antara  $P_1$  dan  $P_2$  dengan rumus:

$$\Delta V = V_{P_1} - V_{P_2} = \left( \frac{I\rho}{2\pi r_1} - \frac{I\rho}{2\pi r_2} \right) - \left( \frac{I\rho}{2\pi r_3} - \frac{I\rho}{2\pi r_4} \right) = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) \quad (17)$$

Pada konfigurasi dua potensial garis aliran arus dan bidang equipotensial yang berubah bentuk disebabkan oleh dekatnya elektroda arus kedua ( $C_2$ ) perubahan bentuk equipotensial berada dalam wilayah antara arus elektroda. Pada metode resistivitas arus yang diinjeksikan kedalam tanah, beda potensial akan mengukur sehingga didapatkan resistivitas. Karena nilai resistivitas tidak diketahui kuantitasnya sehingga solusi untuk resistivitas semu ( $\rho_a$ ) yaitu dengan rumus:

$$\rho_a = \frac{2\pi\Delta V}{I} \left( \frac{1}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}} \right) \quad (18)$$

### 3. Faktor-Faktor Resistivitas Batuan

Resistivitas batuan merupakan karakteristik batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghambat arus listrik. Aliran arus listrik dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu: konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik dan konduksi secara dielektrik (Milsom, 2003). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besaran resistivitas. Faktor-faktor tersebut adalah jenis batuan, matriks batuan, mineral lempung, porositas dan permeabilitas, salinitas, dan temperatur. Adapun penjelasan lebih lanjut sebagai berikut (Chandra, 2011).

#### a. Jenis batuan

Tiap batuan memiliki interval besaran resistivitas. Namun, suatu interval resistivitas batuan tertentu terkadang sebagian sama dengan interval batuan yang lainnya. Oleh karena itu, nilai resistivitas batuan harus dikorelasikan dengan data pendukung lainnya. Hal ini dapat berupa data geologi maupun data bor untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat (Chandra, 2011). **Tabel 4** dan **tabel 5** merupakan tabel

resistivitas batuan sedimen, batuan beku dan batuan metamorf menurut Telford dkk., 1990.

**Tabel 4.** Tabel resistivitas batuan sedimen (Telford dkk., 1990).

<b>Batuan</b>	<b>Resistivitas (ohm.meter)</b>
<i>Consolidated shales</i>	20 – 2.000
<i>Argillities</i>	10 – 800
<i>Conglomerat</i>	2.000 – 10.000
<i>Sandstones</i>	1 – 6.400
<i>Limestones</i>	50 – 10.000.000
<i>Dolomite</i>	350 – 5.000
<i>Uncosolidated wet clay</i>	20
<i>Aluvium and sands</i>	3 – 70
<i>Oil Sands</i>	1 – 100
<i>Clays</i>	10 – 800
<i>Marls</i>	4 – 800

**Tabel 5.** Tabel resistivitas batuan beku dan metamorf (Telford dkk., 1990).

<b>Batuan</b>	<b>Resistivitas (ohm.meter)</b>
Granite	300 – 1.000.000
Grabite Porphyry	4.500 (basah) – 13.000 (kering)
<i>Feldspar porphyry</i>	4.000 (basah)
<i>Albite</i>	300 (basah) – 3.300 (kering)
<i>Syenite</i>	100 – 1.000.000
<i>Diorite</i>	10.000 – 100.000
<i>Diorite Porphyry</i>	1.900 (basah) – 28.000 (kering)
<i>Porphyrite</i>	10 – 50.000 (basah) – 3.300 (kering)
<i>Carbonatized porphyry</i>	2.500 (basah) – 6.000.000 (kering)
<i>Quartz porphyry</i>	300 – 300.000
<i>Quartz diorite</i>	20.000 – 2.000.000 (basah) – 180.000 (kering)
<i>Porphyry (various)</i>	60.000
<i>Dacaite</i>	20.000 (basah)
<i>Andesite</i>	170 (kering) – 45.000 (basah)
<i>Diabase porphyry</i>	1.000 (basah) – 170.000 (kering)
<i>Diabase (various)</i>	20 – 50.000.000
<i>Lavas</i>	10 – 50.000
<i>Gabro</i>	100 – 1.000.000
<i>Basalt</i>	10 – 13.000.000 (kering)
<i>Olivine norite</i>	1.000 – 60.000 (basah)
<i>Peridotite</i>	3.000 (basah) – 6.500 (kering)
<i>Hornfels</i>	8.000 (basah) – 60.000.000 (kering)
<i>Schists</i>	20 – 10.000
<i>Tuffs</i>	2000 (basah) – 100.000 (kering)
<i>Graphite schists</i>	10 – 100
<i>Slates (various)</i>	600 – 40.000.000
<i>Gneiss (various)</i>	68.000 (basah) – 3.000.000 (kering)
<i>Skarn</i>	250 (basah) – 250.000.000 (kering)
<i>Quartzites (various)</i>	10 – 200.000.000

**b. Matriks batuan**

Matriks merupakan butiran yang berukuran lebih kecil dari fragmen dan terletak diantara batuan-batuan asli yang dapat terendapkan bersamaan bersama fragmen. Matriks dapat berupa pecahan batuan, mineral atau fosil (Chandra, 2011).

**c. Mineral lempung**

Iklim tropis seperti di Indonesia merupakan faktor alamiah yang sangat mempengaruhi kondisi batuan, terutama terjadinya proses pelapukan. Dalam suatu proses pelapukan, semua material (batuan, logam, dan sebagainya) akan diubah menjadi lempung (Chandra, 2011).

**d. Porositas dan permeabilitas**

Porositas merupakan presentase dari volume fluida dalam pori dengan volume total batuan (Telford, dkk, 1990). Permeabilitas merupakan kemampuan batuan untuk meneruskan fluida dan ion-ion. Bila porositas dan permeabilitas fluida dapat dikaitkan untuk memberikan jenis batuan atau tanah, maka hal tersebut beralasan pula untuk mengharapkan bahwa adanya hubungan antara permeabilitas batuan dan resistivitas (Telford, dkk, 1990).

**e. Salinitas air pada batuan**

Salinitas air dipengaruhi oleh ion-ion yang terkandung dalam air asin pada batuan. Air asin ini memiliki sifat mudah menghantarkan elektron-elektron bebas melalui media tersebut sehingga air asin memberikan respon yang lebih rendah terhadap nilai resistivitas. Tingginya salinitas pada daerah eksplorasi dapat disebabkan oleh adanya intrusi air laut (Kirsch, 2009). Berikut merupakan tabel resistivitas mineral air menurut Telford dkk., 1990 pada **tabel 6** sebagai berikut.

**Tabel 6.** Tabel resistivitas mineral air (Telford dkk., 1990).

<b>Mineral air</b>	<b>Resistivitas (ohm.meter)</b>
<i>Meteoric waters</i>	30 – 1.000
<i>Surface waters (batuan beku)</i>	0,1 - 3.000
<i>Surface waters (batuan sedimen)</i>	10 – 100
<i>Soil waters</i>	100
<i>Natural waters (batuan beku)</i>	0,5 – 150
<i>Natural waters (batuan sedimen)</i>	1 – 100
<i>Sea waters</i>	0,2
<i>Saline waters (3 %)</i>	0,15
<i>Saline waters (20 %)</i>	0,05

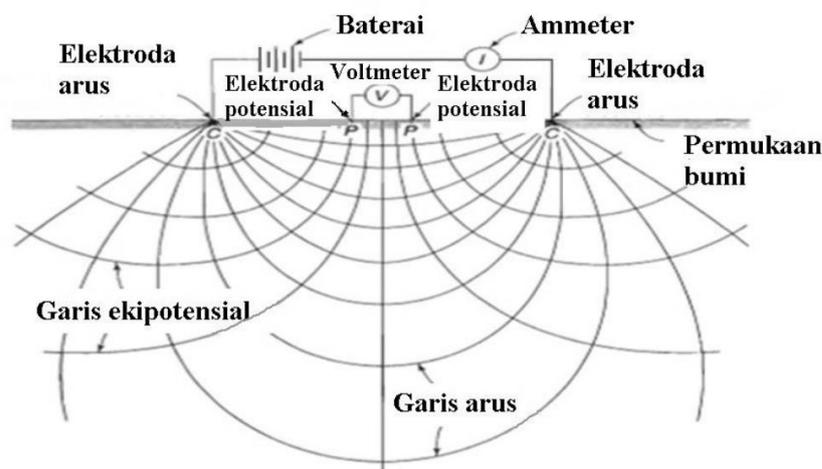
### C. Pengertian Dasar Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik itu oleh injeksi arus maupun secara alamiah. Secara umum, pendekatan sederhana pembahasan gejala kelistrikan bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium homogen isotropis. Dari pendekatan tersebut medan listrik dari sumber titik di dalam bumi merupakan simetri bola. Prinsip metode geolistrik adalah dengan menginjeksi arus melalui elektroda arus yang dibenamkan di dalam bumi. Elektroda ini dihubungkan dengan elektroda arus lainnya yang berada di permukaan tetapi berjarak cukup jauh, sehingga pengaruhnya dapat diabaikan. Elektroda arus  $C(x,z)$  dapat dipandang sebagai titik sumber yang memancarkan arus listrik kesegala arah dalam medium bumi dengan tahanan jenis  $\rho$  (Rasimeng dkk., 2007). Berdasarkan data yang diperoleh tersebut kemudian dilakukan perhitungan inversi sehingga diperoleh variasi nilai resistivitas dari suatu sistem pelapisan tanah yang berasosiasi dengan struktur geologi di bawah permukaan (Santoso, 2002).

Pada pengambilan data di lapangan, metode geolistrik resistivitas ini memiliki 2 macam metode, yaitu metode geolistrik resistivitas *mapping* dan metode geolistrik

resistivitas *sounding*. Metode resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan tanah bawah permukaan secara horizontal, oleh karena itu pada metode ini digunakan jarak spasi elektroda yang tetap untuk semua titik *sounding* di permukaan bumi. Sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas lapisan batuan di dalam permukaan bumi secara vertikal. Pada metode ini, pengukuran pada suatu titik *sounding* dilakukan dengan jalan mengubah jarak elektroda. Perubahan jarak elektroda dilakukan dari jarak elektroda kecil kemudian membesar secara gradual. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi.

Penggunaan metode geolistrik pertama kali digunakan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui perubahan resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) dengan tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui dua buah elektroda tegangan M dan N yang jaraknya lebih pendek daripada jarak elektroda AB. Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi pada kedalaman yang lebih besar (Smith dkk., 1991).



**Gambar 10.** Pola aliran arus dan bidang *equipotential* pada polaritas berlawanan antara dua buah elektroda arus (Tarigan dkk., 2016)

Kedalaman lapisan batuan yang biasa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh jarak AB yang biasa disebut  $AB/2$  (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan dari injeksi ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari  $AB/2$ . Umumnya metode geolistrik yang sering menggunakan 4 buah elektroda yang terletak dalam satu garis lurus serta simetris terhadap titik tengah, yaitu 2 buah elektroda arus (AB) dibagian luar dan 2 buah elektroda tegangan (MN) dibagian dalam (Kirsch, 2009). **Gambar 10** merupakan ilustrasi garis *equipotential* yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi.

Sebaran arus pada permukaan akibat arus listrik yang dikirim ke bawah permukaan. Garis tengah menunjukkan arus yang dikirim mengalami respon oleh suatu lapisan yang homogen. Sedangkan arus putus-putus menunjukkan arus normal dengan nilai yang sama. Garis-garis tersebut disebut dengan garis *equipotential*. Dimana medan listrik titik sumber di dalam bumi dianggap memiliki simetri bola (Kirsch, 2009). Ada beberapa hal yang mendasari konsep metode geolistrik resistivitas yaitu:

## 1. Pengertian Resistivitas Semu

Metode geolistrik tahanan jenis didasarkan pada anggapan bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis yang sebenarnya dan tidak tergantung pada spasi elektroda. Namun pada kenyataannya bumi tersusun atas lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Karenanya, harga resistivitas yang diukur seolah-olah merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja. Resistivitas yang terukur sebenarnya adalah resistivitas semu (Reynold, 1997). Persamaan resistivitas semu dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\rho = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (19)$$

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

$$K = \frac{2\pi}{\left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]} \quad (21)$$

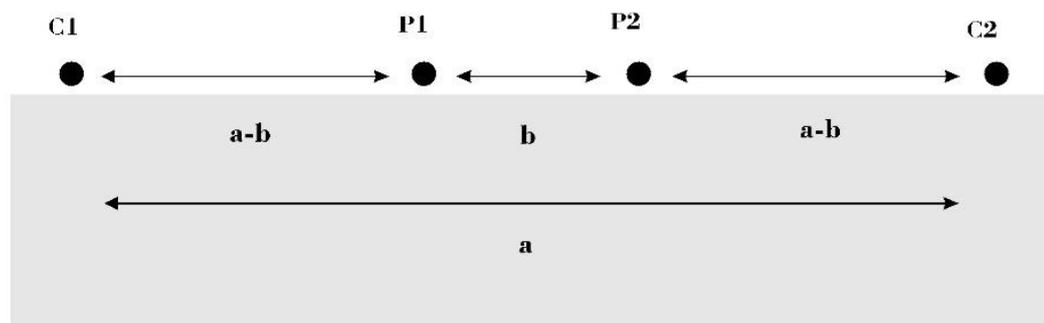
Dimana  $K$  merupakan faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur beda potensial ( $\Delta V$ ) dan arus ( $I$ ) maka dapat ditentukan harga resistivitas semu ( $\rho_a$ ) (Reynolds, 1997).

## 2. Konfigurasi Schlumberger Metode Geolistrik

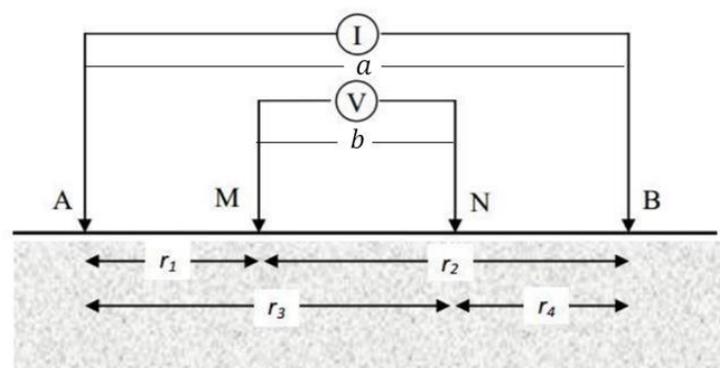
Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada kenyataan bahwa sebagian dari arus listrik yang diberikan pada lapisan tanah, menjalar ke dalam tanah pada kedalaman tertentu dan bertambah besar dengan bertambahnya jarak antar elektroda. Dalam pengukuran geolistrik resistivitas jika sepasang elektroda diperbesar, distribusi potensial pada permukaan bumi akan semakin membesar dengan nilai resistivitas yang bervariasi (Loke, 2004). Metode ini lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 300 meter. Oleh karena itu, metode ini jarang digunakan untuk

eksplorasi minyak tetapi lebih banyak digunakan dalam bidang teknik geologi seperti penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian air tanah, juga digunakan dalam eksplorasi geothermal. Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda potensial dan elektroda-elektroda arus, dikenal beberapa jenis konfigurasi resistivitas tahanan jenis salah satunya adalah konfigurasi Schlumberger (Loke, 2004).

Konfigurasi Schlumberger merupakan salah satu konfigurasi atau tatanan dari elektroda metode geolistrik, yang mana susunannya  $C_1$ - $P_1$ - $P_2$ - $C_2$  di mana jarak elektroda  $P_1$  dengan  $P_2$  cenderung tetap. Sedangkan jarak antara elektroda  $P_1$  dan  $C_1$  diubah sesuai spasi yang telah ditentukan (Loke, 2004). Pada **gambar 11** berikut merupakan susunan elektroda arus dan potensial konfigurasi Schlumberger.



**Gambar 11.** Susunan elektroda arus (C) dan potensial (P) konfigurasi Schlumberger (Loke, 2004).



**Gambar 12.** Konfigurasi Schlumberger (Reynolds, 1997)

$$K = \frac{\pi(a^2 - b^2)}{2b} \quad (22)$$

Dimana  $K$  merupakan faktor geometri dari konfigurasi Schlumberger,  $a$  adalah jarak elektroda arus,  $b$  adalah jarak elektroda potensial. Sehingga untuk nilai resistivitas semu dari persamaan 20 dirumuskan menjadi:

$$\rho = \frac{\pi(a^2 - b^2) \Delta V}{2b I} \quad (23)$$

Pada konfigurasi Schlumberger seperti pada **gambar 12** idealnya pada jarak MN dibuat sekecil-kecilnya. Elektroda M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan elektroda A dan B sebagai elektroda arus. Pada konfigurasi Schlumberger ini, nilai  $MN < AB$ . Sehingga jarak MN secara teoritis tidak mengalami perubahan, tetapi karena adanya keterbatasan kepekaan alat pengukuran, maka ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN harus dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB. Kelemahan dari konfigurasi Schlumberger ini adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik '*high impedance*' dengan akurasi tinggi yaitu yang bisa menampilkan tegangan minimal 4 digit atau 2 digit di belakang koma. Cara lain memerlukan alat pengirim arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Sedangkan keunggulan konfigurasi Schlumberger ini adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda  $MN/2$  (Kirsch, 2009).

Pengolahan data dilakukan dua tahap yaitu: Tahap pertama dilakukan dengan menggunakan *kurva matching*, yaitu penafsiran pendahuluan untuk mengetahui jumlah lapisan, tahanan jenis dan ketebalan per lapisan. Penafsiran dengan menggunakan kurva baku dua lapisan yang telah dihitung secara teoritis. Tahap kedua dilakukan dengan bantuan komputer untuk mendapatkan hasil yang lebih cepat dan akurat. Penafsiran dilakukan dengan otomatis dan manual. Caranya dengan memasukkan hasil penafsiran pada tahap pertama setelah dipertimbangkan dengan kondisi geologi setempat. Dasar yang diambil guna menentukan lapisan yang diduga mempunyai potensi sebagai lapisan pembawa air dalam kondisi batuan sedimen yang normal adalah berdasarkan kepada susunan geologi dari kelompok-

kelompok satuan batuan yang ada, dan ketentuan umum secara teoritis mengenai ciri-ciri dan sifat kelistrikan dari setiap satuan batuan. Dasar lainnya yang dipakai adalah lapisan tersebut mempunyai nilai tahanan jenis semu yang lebih besar dari kelompok batuan yang berbutir halus atau lempung dan mempunyai satuan yang relatif luas. Dalam penyelidikan ini dasar yang dipakai dalam menentukan batuan adalah besaran harga tahanan jenis pada kelompok satuan batuan dibandingkan dengan sekitarnya. Pada dasarnya hubungan antara besaran harga tahanan jenis dengan macam batuan dapat digambarkan bahwa batuan sedimen yang lepas akan mempunyai tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan yang kompak pada kelompok sama (Telford dkk., 1990).

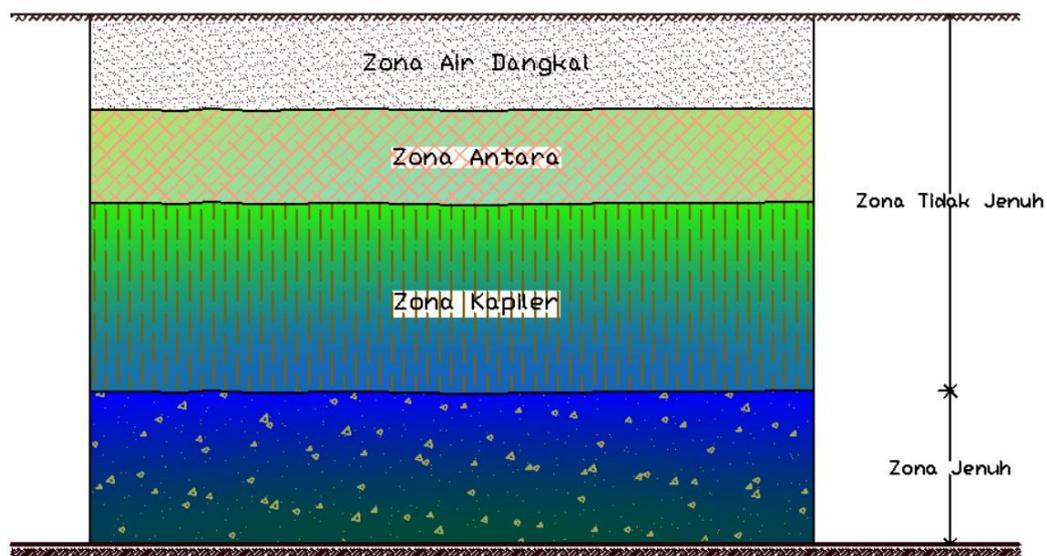
#### **D. Pengertian Air Tanah**

Air tanah merupakan air yang terdapat di bawah permukaan pada zona jenuh atau air yang mengisi rongga-rongga pori tanah atau batuan. Air tanah merupakan salah satu komponen dalam suatu siklus hidrologi yang berlangsung di alam saat ini. Air tanah terbentuk dari air hujan yang meresap ke dalam tanah di daerah resapan air tanah dan mengalir melalui media lapisan batuan yang bertindak sebagai lapisan pembawa air dalam satu cekungan air tanah yang berada di bawah permukaan tanah menuju ke daerah keluaran (Kirsch, 2009).

Air tanah ialah air yang berada di bawah permukaan bumi lebih tepatnya pada lapisan akuifer. Pada umumnya air tanah mengandung bahan mineral larut yang terdiri dari *kation* (Ca, Mg, Mn, dan Fe) dan *anion* (SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, dan Cl). Kadar ion-ion tersebut bervariasi, tergantung kepada sifat dan kondisi tanah setempat, semakin dalam keberadaan air maka semakin tinggi kadar ion-ion tersebut (Bolt, 1967). Pergerakan air tanah dalam batuan ini sangat lambat yang dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari batuan, dan pengisian kembali air (*recharge*). Daerah di bawah tanah yang telah terisi penuh oleh air disebut zona saturasi/jenuh (*zone of saturation*). Batas atas zona tersebut adalah muka air tanah (*water table*), yang merupakan peralihan antara zona saturasi yang banyak

mengandung air dan daerah belum saturasi/jenuh (*unsaturated/vadose zone*) yang masih mampu menyerap air. Tinggi rendahnya muka air tanah sangat dipengaruhi oleh curah hujan, karena hujan akan mengisi air tanah kembali (*recharge*). Apabila tidak ada hujan, maka muka air tanah perlahan akan menurun sampai sejajar dengan lembah. Air hujan akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) sampai zona saturasi pada daerah resapan/rembesan yang disebut *recharge area*. Sedangkan daerah dimana air tanah keluar dinamakan *discharge area* (Asmaranto, 2012).

Berdasarkan letaknya air tanah dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu Air Tanah Freatik dan Air Tanah Dalam (*Artesis*). Air Tanah Freatik merupakan air tanah dangkal yang letaknya di atas lapisan kedap air (*impermeable*) serta tidak jauh dari permukaan tanah. Air Tanah Dalam (*Artesis*) merupakan air tanah yang terletak pada akuifer di antara lapisan batuan kedap air (akuifer tertekan). Sedangkan berdasarkan asalnya, air tanah dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu Air Tanah Meteorit (*Vados*), Air Tanah Baru (*Juvenile*) dan Air Konat (*Connate*). Air Tanah Meteorit merupakan air tanah yang berasal dari hujan (*precipitation*) dimana pada saat proses kondensasi air bercampur dengan debu meteorit. Air Tanah *Juvenile* merupakan air tanah yang terbentuk dari dalam bumi karena proses intrusi magma, sehingga air tanah ini ditemukan dalam bentuk air panas (*geyser*). Dan yang terakhir Air *Connate* merupakan air tanah yang terjebak pada lapisan batuan purba. Distribusi air tanah secara vertikal dibawah permukaan tanah dibagi dalam beberapa zona yaitu zona jenuh dan zona tidak jenuh. Pada **gambar 13** zona jenuh merupakan zona dimana didalam semua rongga-rongga atau pori-pori berisi air. Bagian bawah zona jenuh merupakan lapisan kedap air, zona jenuh dapat berupa tanah liat atau batuan dasar (*bedrock*). Air yang berada dalam zona jenuh dinamakan air tanah. Sedangkan zona tidak jenuh terletak diatas zona jenuh hingga ke permukaan tanah, sedangkan air yang berada pada zona tidak jenuh dinamakan air mengambang atau air dangkal.



**Gambar 13.** Penyebaran vertikal air tanah (Asmaranto, 2012).

### E. Karakteristik Lapisan Batuan Air Tanah

Air tanah merupakan bagian dari siklus hidrologi yang berlangsung di alam, serta terdapat dalam batuan yang berada di bawah permukaan tanah meliputi keterdapatan, penyebaran dan pergerakan air tanah dengan penekanan pada hubungannya terhadap kondisi geologi suatu daerah (Asmaranto, 2012).

Berdasarkan atas sikap batuan terhadap air erat kaitannya dengan kemampuan menyimpan dan meloloskan air dikenal adanya beberapa karakteristik batuan pembawa air di dalam tanah, yaitu : Akuifer (*aquifer*), Akuiklud (*aquiclude*), Akuitar (*aquitard*), dan Akuifug (*aquifuge*).

1. Akuifer (*Aquifer*), adalah lapisan atau formasi yang dapat menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah besar. Lapisan batuan ini bersifat permeabel seperti kerikil, pasir, dan lain-lain.
2. Akuiklud (*Aquiclude*) adalah lapisan atau formasi yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat mengalirkan air dalam jumlah besar, seperti lempung, tuff halus, silt.
3. Akuifug (*Aquifuge*) adalah lapisan atau formasi batuan yang tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air seperti batuan beku dan batuan metamorf, contohnya batuan granit dan batuan yang kompak.

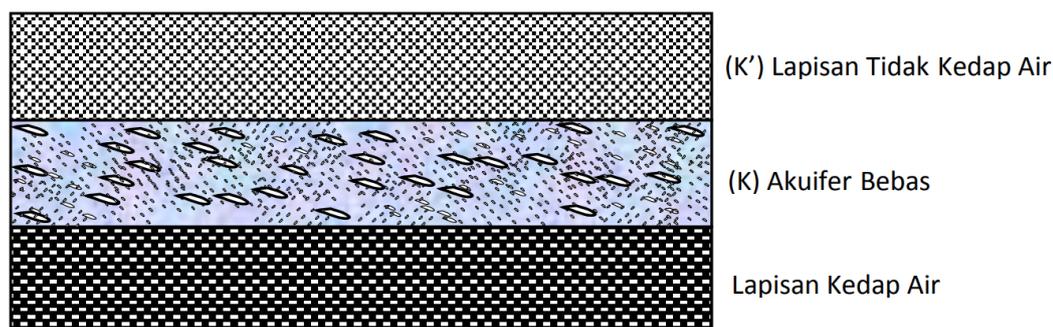
4. Akuitar (*Aquitard*) adalah lapisan atau formasi batuan yang dapat menyimpan air tetapi hanya dapat meloloskan air dalam jumlah yang sangat terbatas. Contohnya basal scoria, serpih, napal, dan batulempung.

## F. Jenis-Jenis Akuifer

Akuifer merupakan lapisan batuan yang berisi atau menyimpan air tanah. Jumlah air tanah yang dapat diperoleh tergantung pada sifat-sifat akuifer yang ada di bawahnya. Akuifer atau lapisan pembawa air atau lapisan permeabel adalah batuan yang mempunyai susunan yang dapat mengalirkan air tanah (Asmaranto, 2012). Menurut Wuryantoro, (2007) menjelaskan bahwa terdapat akuifer yang dibedakan berdasarkan litologinya, yaitu:

### 1. Akuifer Bebas (*Unconfined Aquifer*)

Akuifer bebas atau tak tertekan adalah air tanah dalam akuifer tertutup lapisan impermeable dan merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah. *Unconfined Aquifer* adalah akuifer jenuh air (*saturated*). Akuifer jenuh disebut juga sebagai *phriatic aquifer non ariesan aquifer* atau *free aquifer*. Pada **gambar 14** merupakan ilustrasi akuifer bebas menurut Asmaranto, 2012.



**Gambar 14.** Akuifer bebas (Asmaranto, 2012).

### 2. Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*)

Akuifer tertekan adalah suatu akuifer dimana air tanah terletak di bawah lapisan kedap air (*impermeable*) dan mempunyai tekanan lebih besar daripada atmosfer. Akuifer tertekan merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas

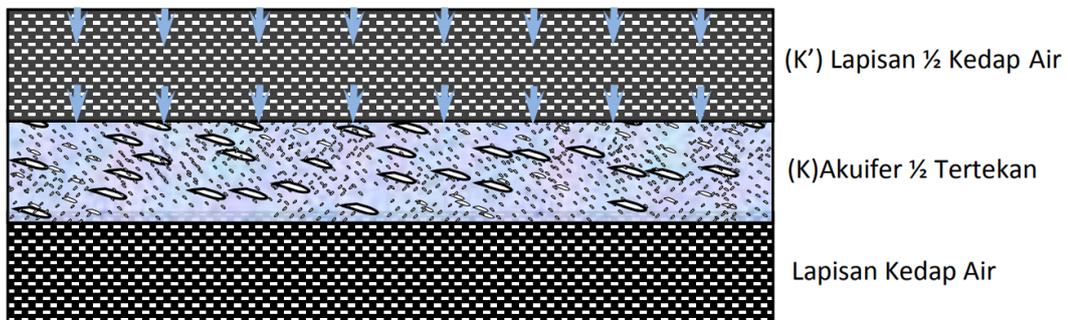
dan bawahnya. Pada **gambar 15** dibawah ini merupakan ilustrasi akuifer tertekan menurut Asmaranto, 2012.



**Gambar 15.** Akuifer tertekan (Asmaranto, 2012).

### 3. Akuifer Setengah Tertekan (*Semiconfined Aquifer*)

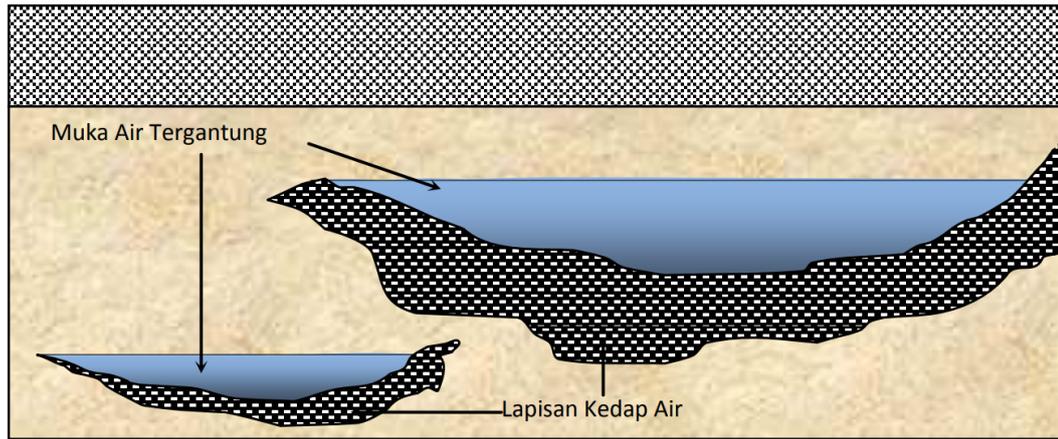
Akuifer setengah tertekan dapat didefinisikan suatu akuifer dimana air terkekang di bawah lapisan yang setengah kedap air sehingga akuifer disini terletak antara akuifer bebas dan akuifer terkekang. Pada **gambar 16** merupakan ilustrasi akuifer setengah tertekan menurut Asmaranto, 2012.



**Gambar 16.** Akuifer setengah tertekan (Asmaranto, 2012).

### 4. Akuifer Melayang (*Perched Aquifer*)

Akuifer dapat disebut akuifer melayang jika di dalam zone aerasi terbentuk sebuah akuifer yang terbentuk di atas lapisan impermeable. Akuifer melayang ini tidak dapat dijadikan sebagai suatu usaha pengembangan air tanah karena mempunyai variasi permukaan air dan volumenya yang besar. Pada **gambar 17** merupakan ilustrasi akuifer melayang menurut Asmaranto, 2012.



**Gambar 17.** Akuifer melayang (Asmaranto, 2012).

## **IV. METODE PENELITIAN**

### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Daerah Pengukuran untuk penelitian ini berada pada daerah Kelurahan Sukadanaham, Kecamatan Tanjungkarang Barat, Kota Bandar Lampung. Pengolahan data pengukuran pada penelitian ini dilakukan pada tempat sebagai berikut:

Tempat : Lab Pengolahan dan Pemodelan Data, Teknik Geofisika Universitas Lampung.

Alamat : Jl. Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng, Rajabasa, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141.

Pada **tabel 7** berikut merupakan waktu dan kegiatan pada penelitian ini.

**Tabel 7.** Tabel waktu dan kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret
1	Studi Literatur									
2	Penyusunan Laporan Usul									
3	Seminar Usul									
4	Pengolahan Data									
5	Analisis dan Interpretasi									
6	Penyusunan Laporan Hasil									
7	Revisi dan Bimbingan Hasil									
8	Seminar Hasil									
9	Revisi dan Persiapan Sidang Komprehensif									
10	Sidang Komprehensif									

## **B. Alat dan Bahan**

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut.

1. *Resistivity Meter* (ARES)
2. Electroda Sebanyak 4
3. Kabel *Single-channel* 4 gulungan
4. *Accu* 12 volt
5. GPS Garmin CS76
6. Palu Geologi
7. Sampel Sumur Air Tanah 7 Sampel
8. Laptop
9. *Software* IP2Win
10. *Software* ArcGis 10.8
11. *Software* Progress V 3.0
12. *Software* Rockwork 20

## **C. Prosedur Penelitian**

Dalam penelitian ini, prosedur untuk melaksanakan penelitian dibagi menjadi 6 bagian yaitu.

### **1. Studi Literatur**

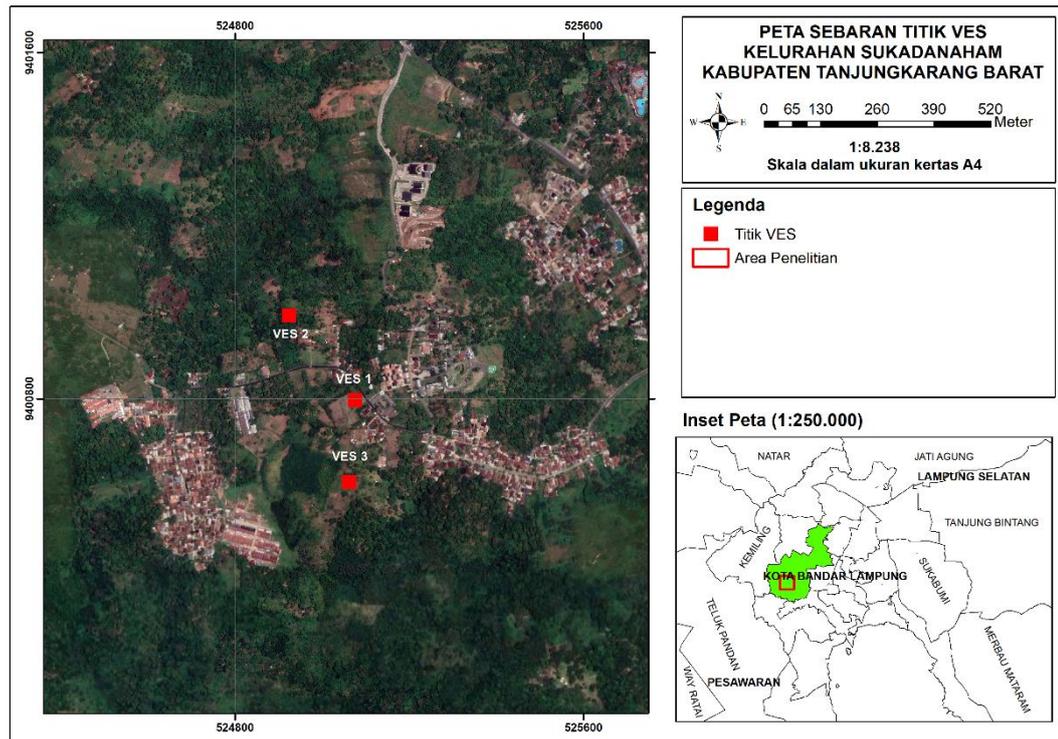
Sebelum melakukan Penelitian, studi literature diperlukan untuk mengumpulkan informasi-informasi yang dapat menjadi data tambahan mengenai daerah penelitian Seperti data geologi daerah setempat, informasi sumur warga, dan data informasi lainnya. Dengan adanya informasi yang didapatkan akan menggambarkan kondisi daerah tersebut dengan baik, sehingga mempermudah dalam melakukan tahap selanjutnya.

## 2. Survei Pendahuluan

Setelah studi literatur telah dilakukan dan informasi telah terkumpul, maka tahap selanjutnya dalam melakukan penelitian adalah melakukan survei pendahuluan. Survei pendahuluan dilakukan untuk mengetahui secara langsung dilapangan informasi-informasi yang berkaitan dengan penelitian, seperti keberadaan singkapan dan batuan formasi dipermukaan, informasi mengenai sumur warga seperti letak, kedalaman dan sampel air dan informasi lainnya. Setelah survei pendahuluan dilakukan selanjutnya adalah membuat peta desain survei geolistrik yang menyesuaikan dengan hasil survei pendahuluan yang didapatkan.

## 3. Akuisisi Data

Data Geolistrik yang digunakan dalam penelitian ini diambil langsung dari lapangan menggunakan *ARES Resistivity meter* dengan kabel *single-channel*, untuk melakukan akuisisi data dibutuhkan Accu sebagai sumber tegangan yang akan diinjeksikan ke bawah permukaan melalui elektroda arus. Jumlah elektroda yang digunakan saat pengukuran adalah 4 elektroda. Kemudian main unit diletakkan di lokasi titik pertama pada lintasan yang telah dibuat. Setelah itu menghubungkan accu ke main unit dan mengatur bentangan kabel sesuai dengan desain bentangan yang sesuai dengan konfigurasi yang digunakan. Pada bentangan kabel terdapat bentangan kabel potensial dan kabel arus, kabel potensial berjarak maksimal  $1/5$  dari bentangan kabel arus AB sejauh 800 meter untuk VES 1, 500 meter untuk VES 2 dan VES 3. Berikut merupakan **gambar 18** persebaran titik VES.



**Gambar 18.** Peta sebaran titik VES

#### 4. Desain Pengukuran

Pengukuran menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Schlumberger di area penelitian yang terdiri dari tiga titik pengukuran dengan VES 1 sejauh 800 meter, VES 2 dan VES 3 sejauh 500 meter. Untuk elektroda arus dan elektroda potensial setiap titik yaitu pada **tabel 8** sebagai berikut.

**Tabel 8.** Elektroda akuisisi pengukuran

VES 1		VES 2		VES 3	
AB/2	MN/2	AB/2	MN/2	AB/2	MN/2
1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5
2.5	0.5	2.5	0.5	2.5	0.5
4	0.5	4	0.5	4	0.5
6	0.5	6	0.5	6	0.5
8	0.5	8	0.5	8	0.5
10	0.5	10	0.5	10	0.5
12	0.5	12	0.5	12	0.5
15	0.5	15	0.5	15	0.5
15	5	15	5	15	5
20	5	20	5	20	5
25	5	25	5	25	5
30	5	30	5	30	5
40	5	40	5	40	5
50	5	50	5	50	5
60	5	60	5	60	5
75	5	75	5	75	5
75	10	75	10	75	10
100	10	100	10	100	10
125	10	125	10	125	10
150	10	150	10	150	10
175	10	175	10	175	25
200	10	200	10	200	25
250	10	200	50	200	50
250	50	225	50	225	50
300	50	250	50	250	50
350	50				
400	50				

## 5. Pengolahan Data

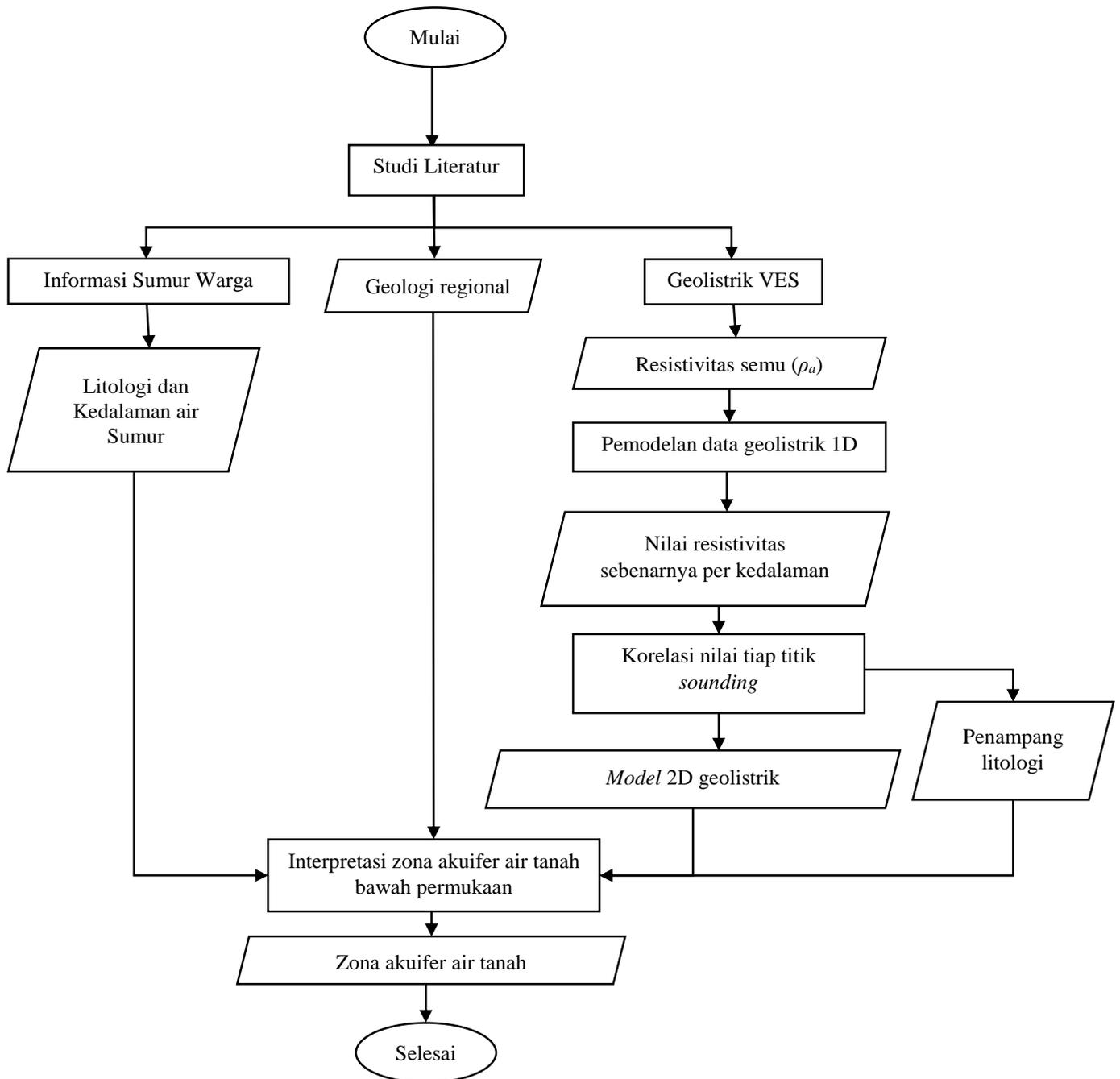
Berdasarkan pada hasil data akuisisi yang telah didapatkan perlu dilakukan pengolahan data dengan tujuan untuk mengetahui lebih detail dan informatif terkait bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas mineral dan batuan daerah penelitian. Pengolahan dilakukan menggunakan *software* IP2Win untuk mengolah data VES (*Vertical Electrical Sounding*), dan *software* Rockwork untuk mengolah data rekonstruksi model 2D hasil pengolahan VES (*Vertical Electrical Sounding*), dan *software* ArcGis digunakan untuk pembuatan peta.

## **6. Interpretasi Hasil**

Setelah dilakukan proses pengolahan data, hasil dari pengolahan tersebut dapat diamati berdasarkan nilai resistivitas mineral dan batuan. Mineral dan batuan yang diinterpretasi berasal dari hasil informasi geologi, stratigrafi, dan informasi sumur warga yang didapatkan. Sampel air dan batuan diperlukan sebagai data pendukung.

#### D. Diagram Alir

Adapun diagram alir penelitian ini adalah pada **gambar 19** sebagai berikut :



**Gambar 19.** Diagram alir penelitian

## **VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Pada titik sounding yang diukur yaitu pada VES 1, VES 2, dan VES 3, dan literature geologi serta nilai resistivitas didapatkan bahwa litologi lapisan didominasi oleh adanya tuff dan breksi.
2. Lapisan breksi berperan sebagai zona akuifer air tanah dengan rentang nilai resistivitas yang relatif kecil, yaitu dengan nilai resistivitas 15-60  $\Omega\text{m}$ .
3. Hasil interpolasi ketiga titik sounding yang telah dilakukan dengan menyelaraskan elevasi dan kedalaman setiap titik sounding dan litologi, akuifer tertekan berada pada kedalaman 40-95 m, dengan lapisan kedap air bagian atas tersusun oleh andesit dan lapisan kedap air bagian bawah tersusun oleh lapisan tuff.

### **B. Saran**

Adapun saran dari pengolahan dan kesimpulan yang telah dilakukan pada penelitian ini, yaitu pada pengukuran lebih detailnya diperlukan adanya pengukuran menggunakan metode geofisika lainnya sebagai pembanding keberadaan litologi akuifer air tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmaranto, R. 2012. *Hidrogeologi: Identifikasi Air Tanah (Groundwater) Menggunakan metode resistivity (Geolistrik with IP2Win Software)*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung. 2022. *Kecamatan Tanjung Karang Barat Dalam Angka Tanjung Karang Barat Subdistrict In Figures 2022*. Kota Bandar Lampung: BPS-Statistics of Bandar Lampung Municipality.
- Burger, H.R., Sheehan, A.F., dan Jones, C.H. 1992. *Introduction to Applied Geophysics: Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface*. New Jersey: Prentice Hall.
- Chandra, R. 2011. Menentukan Daerah Prospek Bijih Besi Menggunakan Metode Geolistrik di Daerah "C" dengan Data Pendukung Geomagnet. *Skripsi Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam*. Depok: Universitas Indonesia.
- Haerudin, N., Rustadi., Marjunus, R., Zaenudin, A., Kurniasih, A., dan Ferucha, I. 2022. 2D Modelling Gravity Methods For Mapping Subsurface Basin of Bandar Lampung City. *The 2nd Universitas Lampung International Conference on Science, Technology, and Environment (ULICoSTE) 27-28 Agustus 2021*. (1-8). Bandar Lampung: AIP Conference Proceedings.
- Kirsch, R. 2009. *Groundwater Geophysics A Tool for Hydrogeology Second Edition*. Berlin: Springer.
- Loke, M. H. 2004. *Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. England: Birmingham University.

- Mangga, S. A., Amirudin, T., Suwarti, S., Gafoer., dan Sidarto, S. 1993. *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatra*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Mulyasari, R., Yogi, I. B. S., dan Wijaya, R. C. 2022. Identifikasi Akuifer Air Tanah dan Edukasi Kualitas Air Bersih Di Kelurahan Sukadanaham Bandar Lampung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol. 6(3): 206-209.
- Rasimeng, S., Dasaputra, A., dan Alimuddin. 2007. Identifikasi Struktur Batuan Basement Menggunakan Metode Resistivitas 2D Sepanjang Jalan-Lintas Provinsi di Daerah Potensi Longsor Sumberjaya Lampung Barat. *Jurnal Sigma Sains dan Teknologi*. Vol. 10(2): 151-158.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Rustadi., dan Rananda, E. 2020. Formasi Batuan dan Site Class di Bandar Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. Vol. 6(3): 183-189.
- Rustadi., Darmawan, I. G. B., Haerudin, N., Setiawan, A., dan Suharno. 2022. Groundwater Exploration Using Integrated Geophysics Method in Hard Rock Terrains in Mount Betung Western Bandar Lampung Indonesia. *Journal of Groundwater Science and Engineering Editorial Office*. Vol. 10(1): 10-18.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Departement Teknik Geofisika Institut Teknologi Bandung.
- Setiadi, H., dan Ruhijat, S. 1993. *Peta Hidrogeologi Indonesia lembar Tanjungkarang (Sumatra)*. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Smith, R.B., dan Silver, A.E. 1991. Geology of a Mioecene Collision Complex, Buton, Eastern Indonesia. *Geological Society of America Bulletin*. P.52.
- Supriyadi., Susilo., Sunaro., dan Setyawan. 2012. Pemodelan Fisik Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Untuk Mendeteksi Keberadaan Air Tanah. *Jurnal MIPA*. Vol. 35(1): 38-45.

- Tarigan, S.R., dan Singarimbus, A. 2016. Pemodelan Akuifer Air Tanah dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipole-dipole. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS) 21-22 Juli 2016*. (680-687). Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Austria: Cambridge University Press.
- Wuryantoro. 2007. Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Menentukan Letak dan Kedalaman Aquifer Air Tanah Studi Kasus di Desa Temperak Kecamatan Sarang Kabupaten Rembang Jawa Tengah. *Skripsi Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Zaenudin, A., Risman, A., Darmawan, I. G. B., Yogi, I. B. S. 2020. Analysis of Gravity Anomaly for Groundwater Basin in Bandar Lampung City Based on 2D Gravity Modeling. *Prosiding The 9th International Conference on Theoretical and Applied Physics (ICTAP) 26-28 September 2019*. (1-7). Bandar Lampung: Journal of Physics.