

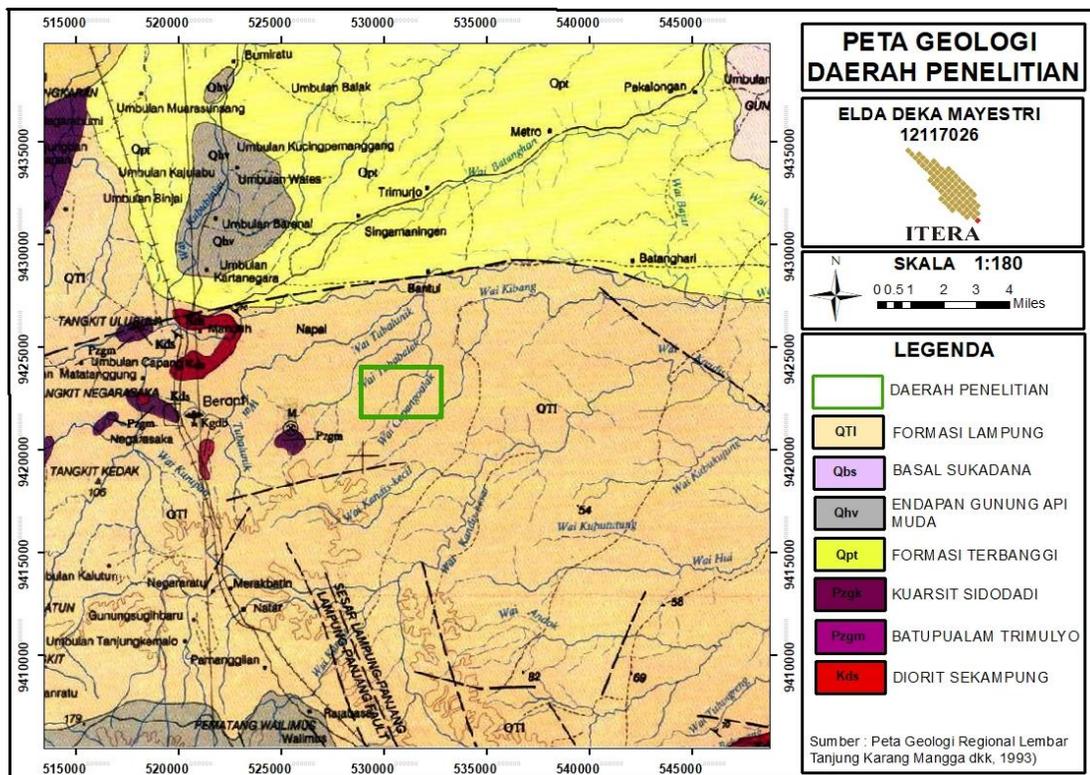
## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Geologi Daerah penelitian

Secara geografis lokasi penelitian tugas akhir berada di Desa Bandar Rejo, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Berdasarkan peta geologi daerah penelitian termasuk dalam Lembar Tanjung Karang yang mempunyai beberapa satuan batuan (Mangga dkk., 1993). Berdasarkan peta geologi regional Lembar Tanjung Karang daerah penelitian berada pada formasi Lampung (QTl) yang didominasi oleh batuan tuf padu tufit, tuf berbatuapung, tuf riolitik, batu lempung tufan dan batupasir tufan. Di daerah sekitar penelitian berdasarkan Lembar Tanjung Karang disusun dari beberapa satuan yaitu sebagai berikut (Mangga dkk., 1993):

- a) Basal Sukadana (Qbs) terdiri dari basal berongga;
- b) Endapan Gunung Api Muda (Qhv) terdiri dari lava (andesit-basalt), breksi dan tuf, satuan;
- c) Formasi Terbanggi (Qpt) yang terdiri dari batupasir dengan sisipan batulempung;
- d) Kuarsit Sidodadi (Pzgk) terdiri dari kuarsit;
- e) Batupualam Trimulyo (Pzgm) terdiri dari batupualam dan sekis;
- f) Diorit Sekampung Terdaunkan (Kds) terdiri dari diorit dan diorit kuarsa.

Geologi regional daerah penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2.1**



**Gambar 2.1** Peta geologi regional daerah penelitian (Modifikasi dari Mangga dkk., 1993)

## 2.2 Teori Mengenai Metode

### 2.2.1 Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas adalah salah satu metode geofisika yang menggunakan sifat-sifat arus permukaan dan cara mendeteksinya di permukaan. Metode tersebut meliputi pengukuran arus dan beda potensial yang dihasilkan oleh arus yang diinjeksikan ke dalam tanah melalui sepasang elektroda arus. Beda potensial diukur dengan sepasang elektroda potensial (Roismanto, 2013). Metode geolistrik yang sering digunakan untuk mengukur aliran listrik dan mempelajari kondisi geologi bawah tanah adalah metode resistivitas (Telford dkk., 1976).

### 2.2.2 Prinsip Dasar Metode Resistivitas

Konsep dasar metode resistivitas yaitu Hukum Ohm. Tahun 1826, George Simon Ohm melakukan percobaan untuk menentukan hubungan antara tegangan  $V$  dalam penghantar dan arus  $I$  yang melalui penghantar dalam rentang karakteristik parameter penghantar. Parameter tersebut disebut resistansi  $R$ , yang didefinisikan sebagai hasil bagi  $V$  dan  $I$ , sehingga dituliskan sebagai berikut:

$$V = IR \quad (2.1)$$

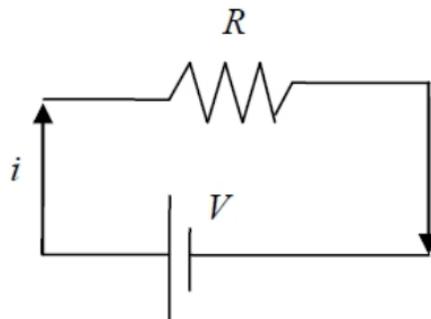
Dimana :

$R$  : resistansi bahan (ohm)

$I$  : besar kuat arus (ampere)

$V$  : besar tegangan (volt)

Hukum Ohm mengatakan bahwa potensial antara kedua ujung penghantar adalah sama dengan hasil kali hambatan dan arus. Asumsikan bahwa  $R$  tidak tergantung pada  $I$  dan  $R$  adalah konstan. Rangkaian resistansi, kuat arus, dan tegangan ditunjukkan oleh **Gambar 2.4** (Muallifah, 2009)



**Gambar 2.2** Rangkaian resistansi, arus dan tegangan (Muallifah, 2009)

### 2.2.3 Resistivitas Semu

Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada asumsi bahwa bumi memiliki homogen isotropis. Namun pada kenyataannya bumi tersusun dari lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur adalah pengaruh

lapisan-lapisan tersebut. Maka dari itu, nilai resistivitas yang terukur tampaknya hanya merupakan nilai resistivitas satu lapisan (Reynolds, 1997).

Metode yang biasa digunakan untuk mengukur resistivitas adalah dengan menggunakan dua elektroda arus (C1 dan C2) untuk menginjeksikan arus ke dalam tanah, dan untuk mengukur beda potensial menggunakan dua elektroda potensial (P1 dan P2) (Munanji dkk., 2013). Resistivitas semu dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\rho_a$  : Resistivitas semu ( $\Omega\text{m}$ )

$\Delta V$  : Beda potensial (V)

$I$  : Kuat arus (A)

$K$  : Faktor geometri

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas semu yaitu sebagai berikut (Prasetiawati, 2004):

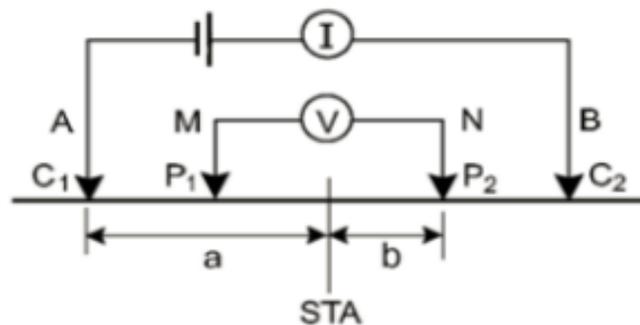
- a. Ukuran butir penyusun batuan, semakin besar ukuran butir, semakin baik arus yang lolos, sehingga menurunkan nilai resistivitas.
- b. Komposisi mineral dari batuan, semakin meningkat kandungan mineral lempung akan menyebabkan nilai resistivitas menurun.
- c. Kandungan air, air permukaan atau air tanah merupakan media yang menurunkan nilai resistivitas.
- d. Kelarutan garam dalam air pada batuan akan meningkatkan kandungan ion di dalam air, sehingga berperan sebagai konduktor.
- e. Kepadatan, semakin padat batuan maka nilai resistivitasnya semakin tinggi.

### 2.2.4 Pengukuran *Vertical Electrical Sounding* (VES)

Pengukuran resistivitas secara vertikal atau bisa disebut *Vertical Electrical Sounding* (VES) adalah salah satu metode geolistrik resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari resistivitas batuan di bawah permukaan secara vertikal dan untuk menentukan perubahan resistivitas tanah terhadap kedalaman (Telford dkk., 1990).

### 2.2.5 Konfigurasi *Schlumberger*

Metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi *Schlumberger* dilakukan dengan mengkondisikan spasi antar elektroda arus berubah secara bertahap, sedangkan spasi antar elektroda potensial adalah tetap (Sheriff, 2002).



**Gambar 2.3** Konfigurasi elektroda *schlumberger* (Maemuna, 2017)

Selama pengukuran elektroda arus bergerak dengan perubahan jarak MN tidak boleh lebih besar dari 1/5 jarak AB dan elektroda potensial tetap (Kirsch, 2006). Persamaan faktor geometri pada konfigurasi *Schlumberger* sebagai berikut:

$$K = \pi \left( \frac{a^2 - b^2}{2b} \right) \quad (2.3)$$

Dimana :

$K$  : faktor geometri konfigurasi (meter)

$a$  : jarak antara titik tengah dengan C (meter)

$b$  : jarak antara titik tengah dengan P (meter)

### 2.2.6 Sifat Kelistrikan Batuan

Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan/mineral dibedakan menjadi tiga (Santoso, 2002), yaitu sebagai berikut.

1. Konduktor baik:  $\rho < 1.000 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan:  $\rho = 1.000 - 5.000 \Omega\text{m}$
3. Isolator:  $\rho > 5.000 \Omega\text{m}$

Sebuah konduktor yang baik dengan nilai  $\rho < 1.000 \Omega\text{m}$ , yaitu pembawa muatan dapat bergerak bebas di seluruh bahan konduktif. Pembawa muatan dapat merespon medan listrik yang hampir kecil, dan akan terus bergerak selama muatan berada di bawah pengaruh medan listrik. Nilai konduktor perantara  $\rho = 1.000-5.000 \Omega\text{m}$ , yang memiliki karakteristik listrik antara konduktor dan isolator. Dalam medan listrik, bahan ini berperilaku seperti konduktor. Pada saat yang sama, isolator memiliki nilai  $\rho > 5.000 \Omega\text{m}$ , yang merupakan karakteristik listrik yang mengalir sedikit atau tidak ada aliran karena pengaruh medan listrik eksternal (Reitz dkk., 1993).

Aliran arus listrik pada mineral dan batuan dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut (Telford, 1990).

#### a. Konduksi secara elektronik

Konduksi ini terjadi ketika mineral atau batuan memiliki banyak elektron bebas, sehingga arus mengalir dalam mineral atau batuan melalui elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing batuan yang dilaluinya. Salah satu karakteristik batuan tersebut yaitu resistivitas. Semakin besar nilai resistivitas suatu material, semakin sulit material tersebut untuk menghantarkan arus, begitu juga sebaliknya.

#### b. Konduksi secara elektrolit

Konduksi ini merupakan konduksi yang terjadi pada mineral atau batuan yang dapat menghantarkan listrik karena mineral atau batuan dapat mentransfer dan menyimpan fluida terutama air (Vebrianto, 2016). Semakin banyak kandungan air pada batuan, semakin besar daya hantar listriknya. Pada saat yang sama, jika kadar

air di dalam batu berkurang, resistivitasnya akan lebih besar. Hal ini dirumuskan pada rumus Archie yaitu sebagai berikut (Lowrie, 2007).

$$\rho_e = a \phi^{-m} S^{-n} \rho_w \quad (2.4)$$

dimana :

- $\rho_e$  : resistivitas batuan
- $\rho_w$  : resistivitas air
- $S$  : fraksi pori-pori yang berisi air
- $\phi$  : porositas
- $a, m$  dan  $n$  : konstanta

c. Konduksi secara dielektrik.

Konduksi ini merupakan peristiwa kondisi yang terjadi pada mineral atau batuan yang mempunyai sedikit atau tanpa elektron bebas, elektron bebas tersebut dapat memiliki sifat dielektrik yang menahan aliran arus (Lowrie, 2007).

### 2.2.7 Metode *Well Logging*

Metode *Well Logging* adalah suatu teknik untuk mendapatkan data bawah permukaan dengan menggunakan alat ukur yang dimasukkan ke dalam lubang sumur untuk evaluasi formasi dan identifikasi ciri-ciri fisik batuan di bawah permukaan (Harsono, 1997).

Berikut ini yang merupakan *Electrical Logging* yaitu :

- Log Resistivitas

Log resistivitas merupakan alat yang dapat mengukur tahanan formasi batuan dan isinya. Resistensi ini tergantung pada salinitas air, porositas efektif, dan jumlah hidrokarbon dalam formasi dan pori-pori batuan (Harsono, 1997). Ketika arus diberikan, setiap bahan akan memiliki hambatan yang berbeda. Batuan memiliki hambatan listrik jenis batuan, yang berbanding terbalik dengan daya hantar listriknya. Dalam hal ini, jika resistivitas batuan besar maka konduktivitas batuan tersebut kecil, begitu pula sebaliknya, sehingga dapat diketahui kandungan fluida pada batuan tersebut (Munadi, 2001).

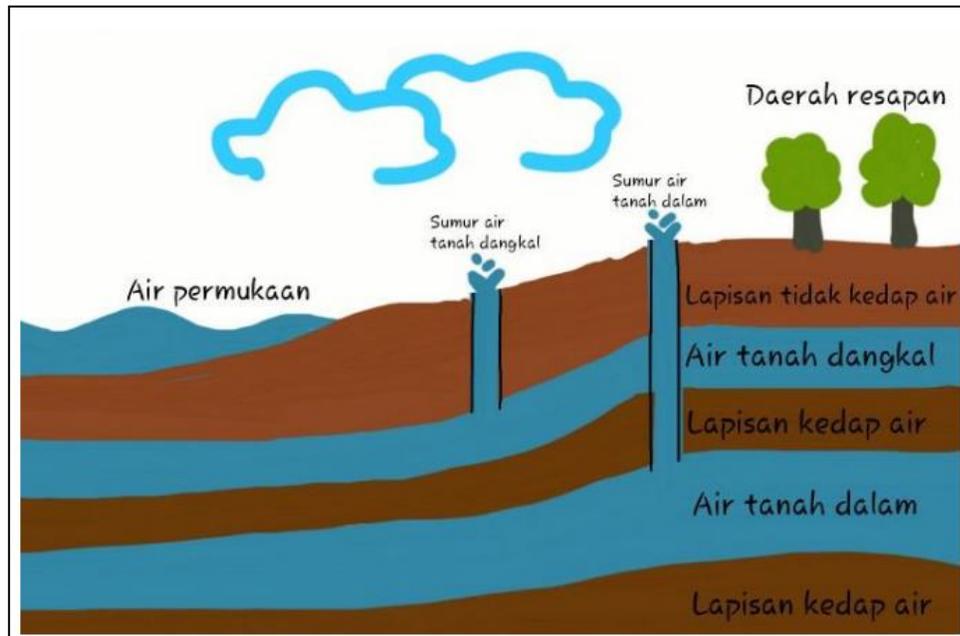
- Log SP (*Spontaneous Potential*)

Log SP merupakan rekaman perbedaan potensial antara elektroda permukaan dan elektroda yang bergerak naik turun di dalam lubang bor. Agar SP bekerja, lubang harus diisi dengan lumpur konduktif (Haryoko, 2003). Pengukuran dimulai dari dasar lubang bor sampai ke permukaan. Pengukuran dilakukan setiap meter sampai mencapai permukaan tanah. Tiap meter akan diukur nilai potensial dan resistivitasnya, termasuk *long resistivity* dan *short resistivity*, untuk mendapatkan informasi tentang resistivitas dan nilai potensial lapisan setiap meter. Setelah dilakukan analisa, didapatkan nilai potensial dan resistivitas dari dasar sumur hingga ke permukaan tanah (Darwis, 2010).

### **2.2.8 Air Tanah**

Air tanah adalah bagian air di alam yang terletak di bawah permukaan tanah. Air tanah terbentuk mengikuti siklus air di bumi yang disebut siklus hidrologi, dimana siklus tersebut merupakan suatu proses alami yang terjadi pada air di alam yang mengalami perpindahan secara terus menerus (Kodoatie, 2012). Air tanah merupakan air yang bergerak di dalam tanah, berada di ruang antar partikel tanah, meresap ke dalam tanah kemudian membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer (Todd, 1995).

Formasi batuan yang mengandung/menyimpan air tanah disebut akuifer. Jumlah air tanah yang tersedia tergantung pada karakteristik akuifer di bawahnya. Akuifer atau lapisan pembawa air merupakan susunan batuan yang dapat mengalirkan air tanah (Indarto, 2012). Skema lapisan air tanah ditunjukkan pada **Gambar 2.8**



**Gambar 2.4** Skema lapisan air tanah (Khairunnisa, 2012)

Air tanah dibagi menjadi dua kategori yakni air tanah dalam dan air tanah dangkal. Air tanah dalam mengacu pada air tanah di atas 15 meter di bawah permukaan, sedangkan air tanah dangkal mengacu pada air tanah dengan kedalaman maksimum 15m atau kurang (Surbakti, 1986 dalam Saparudin, 2010).

Sifat batuan terhadap air tanah berdasarkan perlakuan terhadap air tanah (Suharyadi, 1984), dilihat dari sifat fisik tekstur, batuan dibedakan menjadi 4 macam, yaitu:

1. Akuifer

Akuifer merupakan suatu formasi geologi yang mengandung air dan dalam kondisi yang umum ditemui di lapangan memungkinkan air melalui formasi tersebut. Contoh : kerikil, batupasir, pasir, lava yang retak-retak dan batu gamping yang berlubang-lubang.

2. Akuiklud

Akuiklud merupakan suatu lapisan yang tidak dapat dilalui oleh sejumlah air, bahkan jika lapisan tersebut mengandung air. Contoh : tuf halus, serpih, lempung, dan batuan yang berukuran lempung.

### 3. Akuifug

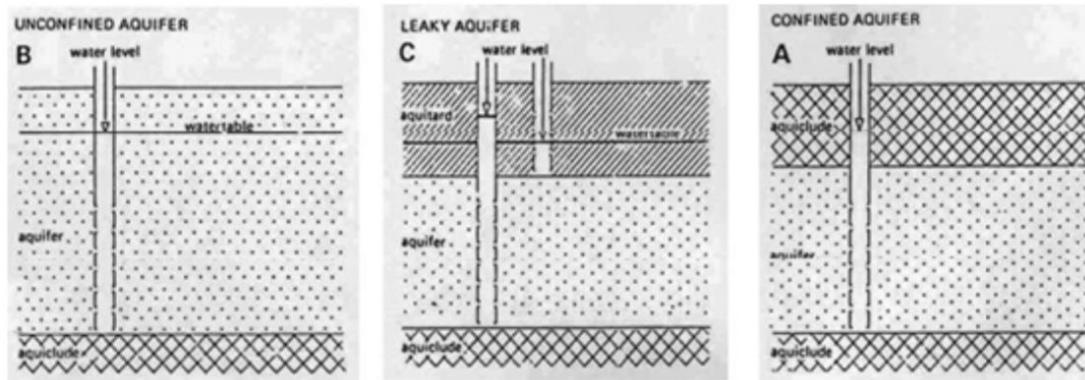
Akuifug adalah suatu lapisan atau struktur geologi yang kedap air dan tidak mengandung air. Contoh : granit, batuan-batuan yang kompak, keras dan padat.

### 4. Akuitar

Akuitar merupakan lapisan geologi, tingkat kedap airnya lebih rendah daripada lapisan kedap air, tetapi masih dapat dilewati air meskipun dengan jumlah sedikit.

Tipe akuifer dibedakan menjadi tiga seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.3** (Kodoatie, 2012), yaitu :

1. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*), adalah akuifer jenuh air yang tidak ada pembatas di lapisan atas dan lapisan pembatasnya hanya pada lapisan bawah.
2. Akuifer tertekan (*confined aquifer*), merupakan akuifer dengan lapisan kedap air pada batas antara lapisan atas dan bawah, dan muka air akan muncul di atas lapisan tertekan bawah.
3. Akuifer semi tertekan (*leaky aquifer*), adalah akuifer jenuh air yang lapisan bawah atau lapisan atas masih mampu meloloskan air atau dilewati air meskipun dengan jumlah yang sedikit.



**Gambar 2.5** Ilustrasi tiga jenis akuifer (Kruseman dan deRidder, 1994)