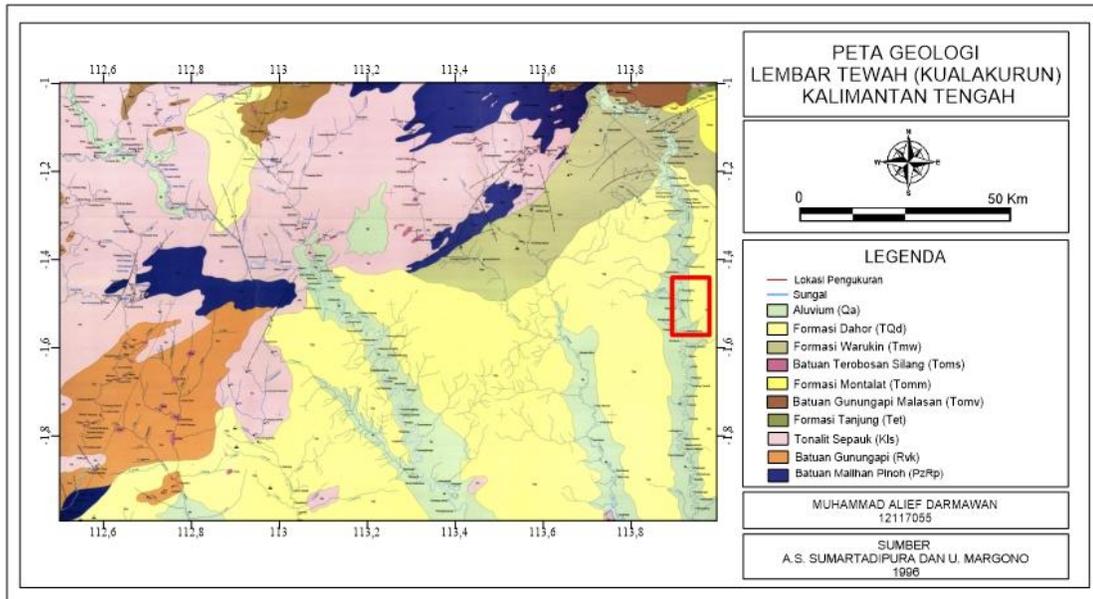


BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Geologi Regional

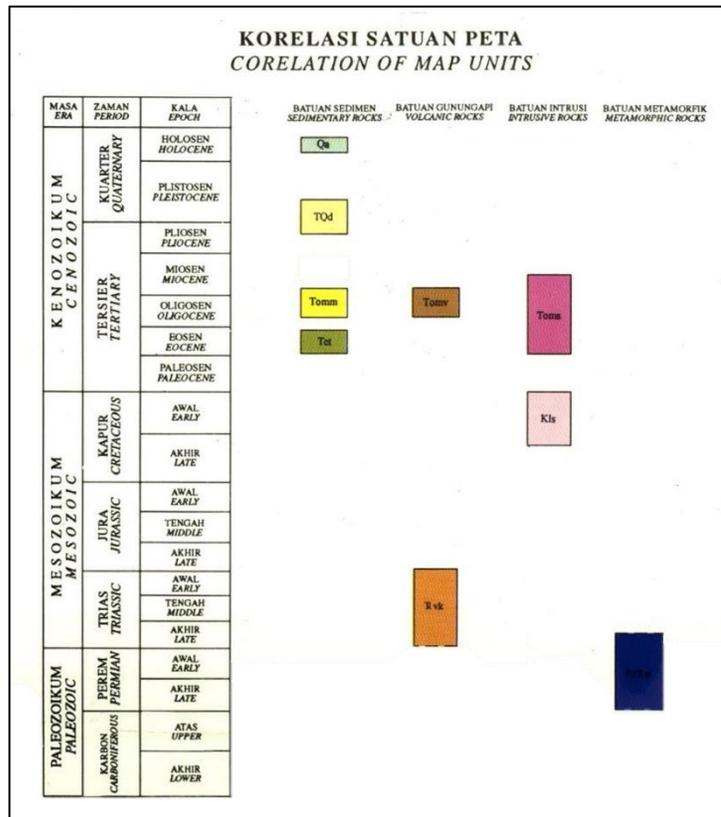
Daerah penelitian tugas akhir ini berada di Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah. Berdasarkan peta geologi (Sumartadipura dan Margono, 1996) daerah ini termasuk kedalam Lembar Tewah (Kualakurun) Kalimantan seperti pada Gambar 2.1. Dimana batuan yang terdapat pada daerah tersebut berupa batuan sedimen, batuan gunungapi, batuan intrusi, dan batuan metamorfik. Lembar Tewah ini terdiri dari beberapa formasi penyusun yaitu Aluvium, Formasi Dahor, Formasi Warukin, Batuan Terobosan Sintang, Formasi Montalat, Batuan Gunungapi Malasan, Formasi Tanjung, Tonalit Sepauk, Batuan Gunungapi, dan Batuan Malihan Pinoh. Litologi dari formasi penyusun dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2.1 Peta regional (modifikasi dari Sumartadipura dan Margono, 1996).

Tabel 2.1 Formasi dan litologi lembar Tewah (Kualakurun) Kalimantan (Sumartadipura dan Margono, 1996).

Formasi	Litologi
Aluvium (<i>Qa</i>)	Terdiri dari pasir kuarsa, kerikil, bongkah, lumpur pasir, dan lempung.
Formasi Dahor (<i>TQd</i>)	Terdiri dari batupasir kuarsa halus, batupasir kuarsa kasar, konglomerat, dan batubara.
Formasi Warukin (<i>Tmw</i>)	Terdiri dari batupasir, tufan, batulanau, dan batulempung.
Batuan Terobosan Sintang (<i>Toms</i>)	Terdiri dari andesit, dan basal.
Formasi Montalat (<i>Tomm</i>)	Terdiri dari batupasir kuarsa, batulanau, serpih, dan batubara.
Batuan Gunungapi Malasan (<i>Tomv</i>)	Terdiri dari breksi gunungapi, tuf, aglomerat, dan lava andesit.
Formasi Tanjung (<i>Tet</i>)	Terdiri dari batupasir, serpih, batulanau, dan konglomerat.
Tonalit Sepauk (<i>Kls</i>)	Terdiri dari batuan granitan.
Batuan Gunungapi (<i>Rvk</i>)	Terdiri dari breksi, dan batupasir tufan.
Batuan Malihan Pinoh (<i>PzRp</i>)	Terdiri dari fillit, sekis, kuarsit, dan genes.



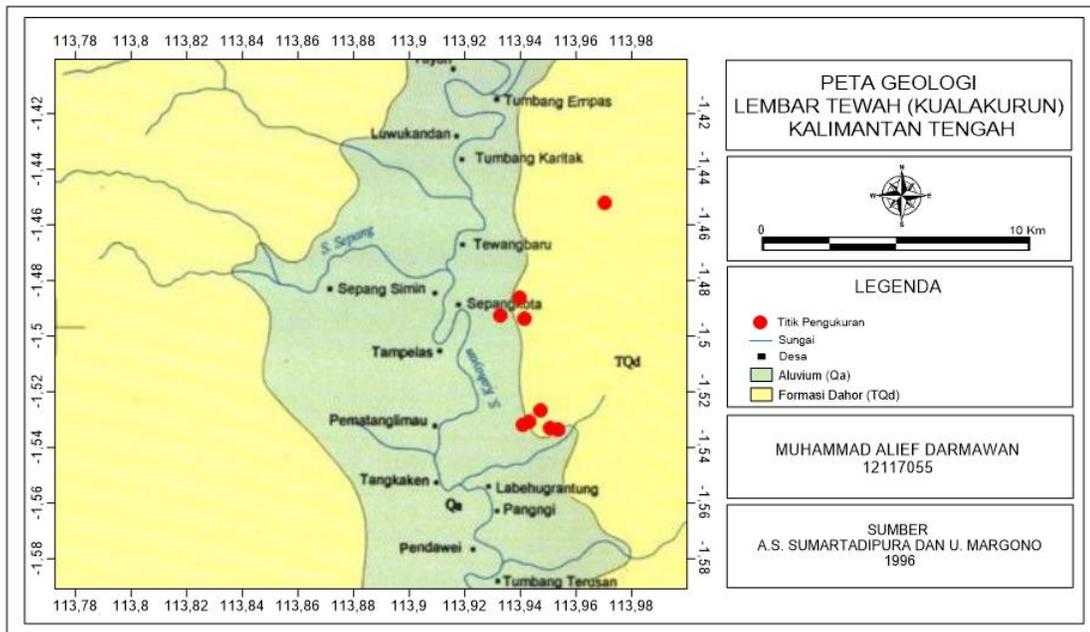
Gambar 2.2 Stratigrafi lembar Tewah (Kualakurun) Kalimantan (Sumartadipura dan Margono, 1996).

Pada stratigrafi Lembar Tewah dapat dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain: Kuartar, Tersier, Kapur, Trias, dan Perem. Seluruh persebaran stratigrafi dari Lembar Tewah dapat dilihat pada Gambar 2.2.

2.2 Geologi Daerah Penelitian

Penelitian tugas akhir ini memiliki 9 titik pengukuran *sounding* yang berada di Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah seperti Gambar 2.3. Berdasarkan peta geologi regional (Sumartadipura dan Margono, 1996) dari 9 titik pengukuran *sounding* tersebut berada pada Formasi Dahor (*TQd*) yang tersusun dari batupasir kuarsa halus sampai kasar, konglomerat, dan batubara yang memiliki ketebalan 0,3 meter sampai 3 meter yang berada di dalam batupasir berbutir kasar. Lalu dapat diperkirakan bahwa formasi ini memiliki ketebalan hingga 300 meter dengan umur stratigrafi Pliosen-

Plistosen. Menurut Darlan dkk., (1999) Formasi Dahor yang awalnya terbentuk dengan gerakan tektonik dimana membuat batuan tua Pra-Tersier dan Tersier terbawa keatas. Kemudian pada endapan Aluvium yang tersusun dari pasir kuarsa, kerikil, bongkah, lumpur pasir, dan lempung yang mengandung lignit serta limonit. Batuan penyusun tersebut dapat ditemukan sebagai endapan sungai dan rawa.



Gambar 2.3 Peta regional daerah penelitian (modifikasi dari Sumartadipura dan Margono, 1996).

2.3 Metode Geolistrik

Metode geofisika yang gunanya untuk meneliti dari sifat kelistrikan suatu daerah ialah metode geolistrik. Pendeteksian di atas permukaan meliputi pengukuran medan potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi (Wijaya, 2015). Tujuan survei geolistrik adalah untuk mengetahui sebaran resistivitas bawah permukaan bumi dengan melakukan pengukuran di lapangan. Melalui pengukuran ini, resistivitas pengukuran dibawah permukaan bumi dapat diperkirakan. Resistivitas bawah permukaan bumi dengan berbagai parameter geologi, seperti kandungan mineral dan fluida, porositas dan saturasi air dalam batuan. Nilai resistivitas pada batuan seperti Tabel 2.2.

Sifat kelistrikan batuan menurut Suharso (2018) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Kandungan mineral logam

Apabila kandungan mineral logam semakin besar, maka batuan tersebut dapat menghantarkan panas dengan baik. Karena nilai resistivitas batuan yang semakin kecil sedangkan nilai konduktivitas yang semakin besar.

b. Kandungan mineral non-logam

Apabila kandungan mineral non-logam semakin besar, maka batuan tersebut kurang baik dalam menghantarkan arus listrik. Karena nilai resistivitas batuan yang semakin besar sedangkan nilai konduktivitas yang semakin kecil.

c. Kandungan elektrolit padat

Apabila kandungan elektrolit padat semakin banyak, maka batuan akan semakin baik dalam menghantarkan arus listrik. Karena nilai resistivitas batuan yang semakin kecil sedangkan nilai konduktivitas yang semakin besar.

d. Kandungan air garam

Apabila terdapat kandungan air garam yang besar, maka nilai resistivitas batuan semakin kecil sedangkan nilai konduktivitas dari batuan akan semakin besar.

e. Perbedaan tekstur batuan

Apabila tekstur batuan semakin kompak, maka nilai resistivitas batuan akan semakin besar sedangkan nilai konduktivitas batuan semakin kecil.

f. Perbedaan porositas batuan

Porositas batuan sangat erat kaitannya dengan kandungan fluida di dalam batuan. Nilai konduktivitas dan resistivitas akan sangat dipengaruhi oleh porositas batuan. Apabila porositas besar dan terisi fluida berupa air, maka nilai resistivitas akan semakin kecil, sedangkan nilai konduktivitasnya akan semakin besar.

g. Perbedaan permeabilitas batuan

Apabila batuan memiliki permeabilitas yang besar, maka nilai resistivitas batuan akan semakin kecil sedangkan nilai konduktivitas akan semakin besar.

h. Temperatur

Temperatur batuan yang semakin besar akan mempengaruhi nilai resistivitas batuan yang akan semakin kecil.

Tabel 2.2 Nilai resistivitas batuan (Telford dkk., 1990).

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara (<i>Air</i>)	~
Pirit (<i>Pyrite</i>)	0,01-100
Kwarsa (<i>Quartz</i>)	500-800.000
Kalsit (<i>Calcite</i>)	1×10^{12} - 1×10^{13}
Daram Batu (<i>Rock Salt</i>)	30 - 1×10^{13}
Granit (<i>Granite</i>)	200-10.000
Andesit (<i>Andesite</i>)	$1,7 \times 10^2$ - 45×10^4
Basalt Basah (<i>Wet</i>)	1.000 - 4×10^4
Basalt Kering (<i>Dry</i>)	10 - $1,3 \times 10^7$
Gamping (<i>Limestone</i>)	500-10.000
Batu Pasir (<i>Sandstone</i>)	200-8.000
Batu Tulis (<i>Shales</i>)	20-2.000
Pasir (<i>Sand</i>)	1-1.000
Lempung (<i>Clay</i>)	1-100
Air Tanah (<i>Ground Water</i>)	0,5-300
Air Asin (<i>Sea Water</i>)	0,2
Magnetit (<i>Magnetite</i>)	0,01-1.000
Kerikil Kering (<i>Dry Gravel</i>)	600-10.000
Aluvium (<i>Alluvium</i>)	10-800

2.4 Metode Resistivitas

Metode resistivitas merupakan metode geolistrik yang didasarkan pada perbedaan resistivitas batuan untuk mempelajari struktur bawah permukaan. Dasar dari metode resistivitas merupakan hukum Ohm, yaitu membuat arus mengalir ke bumi melalui

elektroda arus melalui arus listrik, dan menggunakan elektroda potensial listrik untuk mengukur potensial listriknya di permukaan bumi. Metode resistivitas adalah metode aktif dimana energi yang dibutuhkan pertama diperoleh dengan menginjeksikan arus ke dalam bumi. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi mineral, batubara, panas bumi, dan menemukan akuifer (Suharso, 2018).

Resistivitas batuan secara langsung berhubungan dengan porositas dan tekstur batuan. Hubungan antara resistivitas dengan porositas tergantung pada volume dan susunan pori-pori di dalam batuan tersebut. Nilai resistivitas terbilang tinggi jika kadar air yang berada pada batuan kian sedikit, sebaliknya jika kadar air pada batuan bertambah maka akan membuat porositas menjadi kian tinggi. Archie merumuskan pernyataan diatas secara berikut:

$$\rho = \rho_w a \phi^{-m} \quad (2.1)$$

dimana

ρ : Resistivitas batuan (Ωm)

ρ_w : Resistivitas air (Ωm)

ϕ : Porositas (%)

a : Konstanta

m : Faktor sementasi

Metode resistivitas yang memakai konfigurasi *Schlumberger* pada pengukurannya dikerjakan dengan menjaga jarak dari tiap-tiap elektroda potensial agar tetap konstan, sementara jarak dari tiap-tiap elektroda arus dipindahkan dengan bertahap. Dimana pada konfigurasi *Schlumberger* jarak antar elektroda potensial lebih kecil dari pada jarak antar elektroda arus. Pengambilan data resistivitas secara vertikal atau *Vertical Electrical Sounding* (VES) merupakan metode penentuan resistivitas tanah berdasarkan kedalaman serta bermaksud untuk menyelidiki perubahan resistivitas batuan (Suharso, 2018).

Prinsip dari metode resistivitas yaitu mengalirkan arus listrik searah yang diinjeksikan ke bumi melalui dua elektroda arus, kemudian mengamati beda potensial yang terbentuk oleh dua elektroda potensial yang berada ditempat lain (Suharso, 2018). Dewi (2011) menyatakan, beda potensial diukur dengan *voltmeter* dan dari hasil pengukuran tersebut nilai resistivitas batuan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

dimana

ρ : Tahanan jenis (Ωm)

K : Faktor geometri (m)

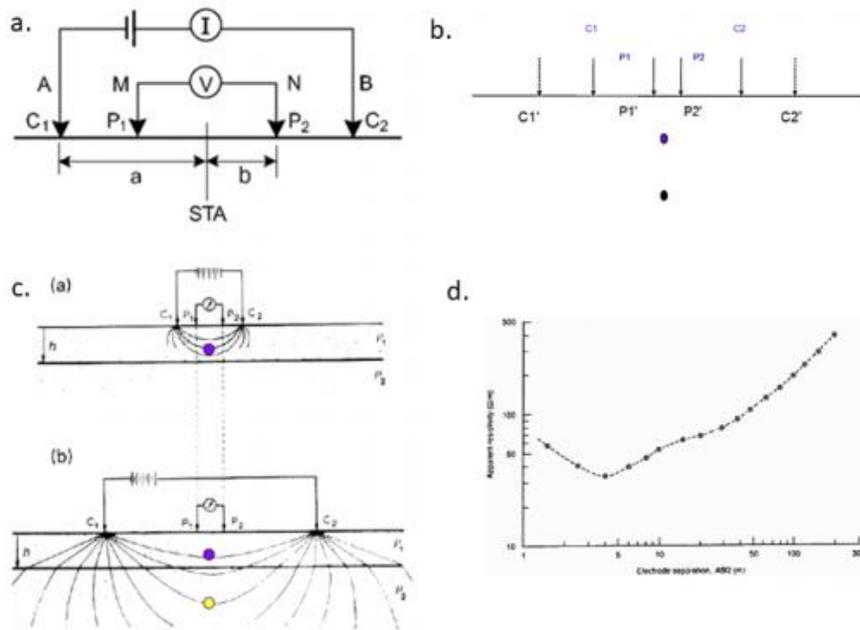
ΔV : Beda potensial (V)

I : Kuat arus (A)

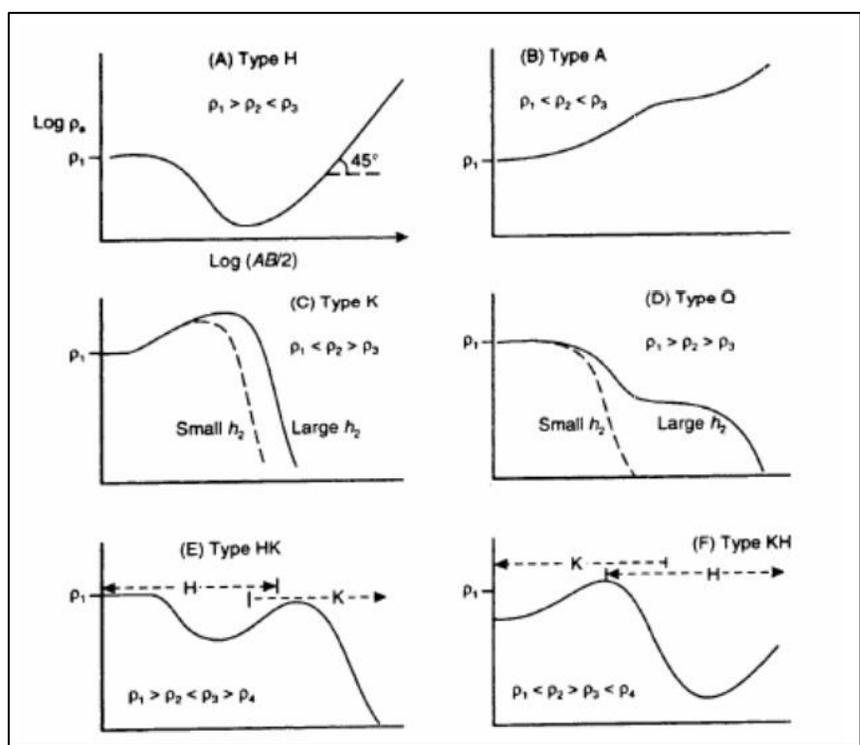
2.5 Vertical Electrical Sounding (VES)

Pengukuran *Vertical Electrical Sounding* (VES) adalah metode pengukuran resistivitas geolistrik yang digunakan untuk mempelajari perbedaan nilai resistivitas semu di bawah permukaan tanah, yang peka terhadap perubahan sebaran resistivitas arah vertikal di bawah permukaan tanah. VES adalah pengukuran yang dilakukan pada satu titik dengan jarak elektroda yang bervariasi dari jarak elektroda kecil hingga elektroda besar secara bertahap Gambar 2.4. Penempatan dari elektroda merupakan faktor untuk menghasilkan kedalaman lapisan. Lapisan yang semakin dalam didapatkan maka akan semakin besar jarak elektroda (Rizka dan Satiawan, 2019).

Metode VES memiliki jenis jenis kurva diantaranya kurva H, A, K, Q, HK, dan KH seperti Gambar 2.5. Dimana pada masing-masing kurva akan memberikan informasi tentang berapa jumlah lapisan, ketebalan lapisan, dan nilai resistivitas dari masing-masing lapisan permukaan. Kurva tersebut merupakan hubungan antara jarak elektroda arus ($AB/2$), nilai resistivitas semu (ρ_a), nilai resistivitas sebenarnya (ρ), dan informasi ketebalan dari masing-masing lapisan.



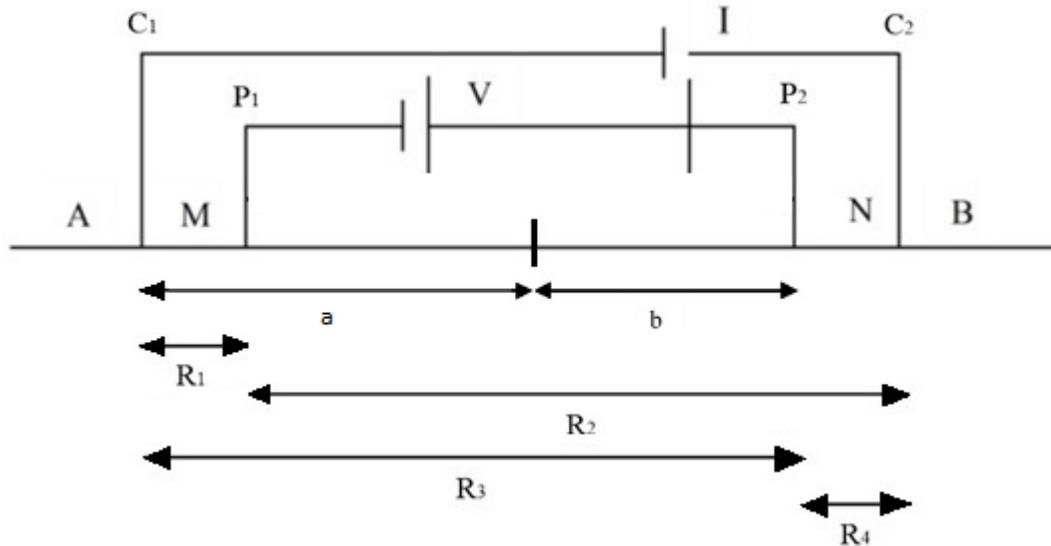
Gambar 2.4 Pengukuran arus VES (a) menentukan konfigurasi (b) menentukan titik datum (c) ukuran pada satu titik datum dengan elektroda jarak bervariasi dari jarak elektroda kecil untuk elektroda besar secara bertahap (d) merekonstruksi titik datum AB/2 dan pa pada grafik *sounding* (Rizka dan Satiawan, 2019).



Gambar 2.5 Kurva *sounding* (Telford dkk., 1990).

2.6 Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan konfigurasi *Schlumberger* seperti Gambar 2.6. Prinsipnya konfigurasi *Schlumberger* harus membuat jarak MN sekecil mungkin untuk menjaga jarak MN teoritis tidak berubah. Namun, karena sensitivitas alat ukur yang terbatas maka jarak MN harus diubah jika jarak AB besar (Istiqamah, 2018).



Gambar 2.6 Konfigurasi *Schlumberger* (Heryani dkk., 2014).

Hasil yang didapat dari konfigurasi *Schlumberger* memiliki resolusi yang baik untuk pengukuran vertikal. Adapun persamaan geometris dalam konfigurasi *Schlumberger* berdasarkan Istiqamah (2018) sebagai berikut:

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \quad (2.3)$$

dengan

$$\frac{AB}{2} = a \quad (2.4)$$

dan

$$\frac{MN}{2} = b \quad (2.5)$$

Sehingga persamaan 2.5 menjadi

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{a-b} - \frac{1}{a+b} - \frac{1}{a+b} + \frac{1}{a-b}\right)}$$

$$K = \frac{2\pi}{2\left(\frac{1}{a-b}\right) - 2\left(\frac{1}{a+b}\right)}$$

$$K = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{a-b}\right) - \left(\frac{1}{a+b}\right)}$$

$$K = \frac{\pi(a-b)(a+b)}{2b}$$

$$K = \frac{\pi(a^2-b^2)}{2b} \quad (2.6)$$

2.7 Air Tanah dan Akuifer

Air tanah merupakan air yang menempati rongga-rongga pada lapisan bawah permukaan. Lapisan tanah di bawah permukaan air tanah disebut zona jenuh, sedangkan daerah tak jenuh berada di atas daerah jenuh hingga ke permukaan tanah dengan rongga-rongga air dan udara seperti Gambar 2.7. Tidak ada garis batas yang jelas antara zona jenuh dan zona tak jenuh, karena keduanya memiliki batas yang saling bergantung dan air dari dua zona tersebut dapat berpindah ke zona lain begitu pula sebaliknya.



Gambar 2.7 Zona tak jenuh dan zona jenuh (Cornelia, 2008).

Menurut Febriana (2017), perlapukan batuan terhadap air tanah yang tergantung pada sifat fisik tekstur dari batuan, dimana batuan dapat dibedakan menjadi:

a. Akuifer

Merupakan batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga dapat mengalirkan air yang cukup baik. Contohnya pasir, kerikil, batupasir.

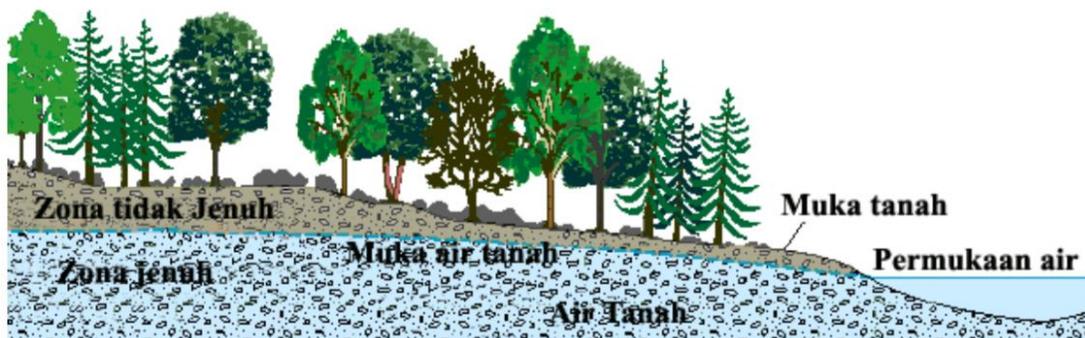
b. Akuiklud

Merupakan batuan yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat mengalirkan air dengan baik. Contohnya lempung, shale, tuf halus.

c. Akuitar

Merupakan batuan yang mempunyai susunan sehingga dapat menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah sedikit. Misalnya tampak adanya rembesan atau kebocoran. Biasanya akuitar berada antara akuifer dan akuiklud.

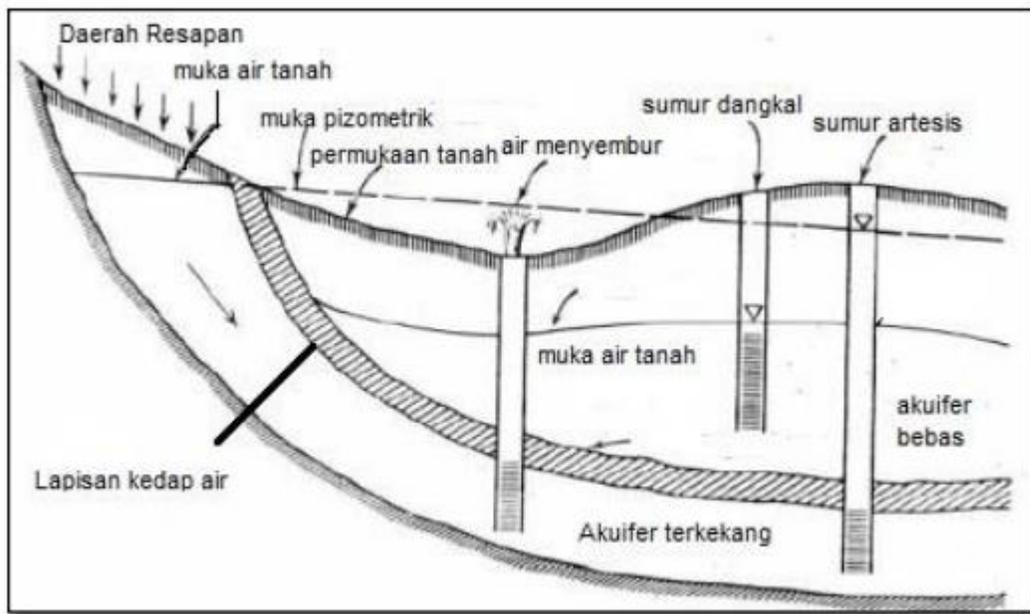
Air tanah yang dapat menembus formasi geologi disebut akuifer, yaitu formasi yang mempunyai struktur yang memungkinkan pergerakan air melewatinya dalam kondisi lapangan biasa. Jadi akuifer adalah lapisan tanah yang mengandung air, dan air bergerak melalui tanah karena adanya ruang antar partikel tanah. Ada tiga parameter penting dalam menentukan karakteristik akuifer yaitu ketebalan akuifer, koefisien lolos atau permeabilitas, dan hasil jenis. Ketebalan akuifer merupakan jarak dari permukaan air tanah ke suatu lapisan semi kedap air. Permeabilitas mengacu pada kemampuan suatu akuifer untuk melewatkan air tanah dalam jumlah besar melalui suatu lapisan. Nilai permeabilitas akuifer sangat bergantung pada tekstur dan struktur mineral pada batuan tersebut. Dimana semakin kasar tekstur dengan struktur yang longgar membuat permeabilitasnya semakin tinggi, mengakibatkan tekanan udara pada permukaan air seperti tekanan atmosfer Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Penampang bawah tanah (Cornelia, 2008).

Menurut Cornelia (2008) kondisi alami dan distribusi akuifer, akuiklud, dan akuitar dalam sistem geologi dikendalikan oleh litologi, stratigrafi, dan struktur dari material simpanan geologi pada Gambar 2.9. Di alam dikenal ada beberapa akuifer, yaitu:

- a. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*) merupakan akuifer yang dibatasi bagian atasnya oleh muka air bertekanan sama dengan tekanan luar (1 atm) dan di bagian bawahnya oleh lapisan kedap air.
- b. Akuifer tertekan (*confined aquifer*) merupakan lapisan permeabel jenuh air yang dibatasi bagian atas dan bawahnya oleh lapisan kedap air, akibatnya tekanan air tanah lebih tinggi dari pada tekanan atmosfer.
- c. Akuifer setengah tertekan (*semi confined aquifer*) merupakan lapisan jenuh air yang pada bagian atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan yang kelulusan airnya lebih kecil dari kelulusan akuifer itu sendiri, bocoran dapat terjadi dari akuifer ke lapisan penutup atau sebaliknya.



Gambar 2.9 Akuifer bebas dan akuifer tertekan (Maghfirah, 2018).