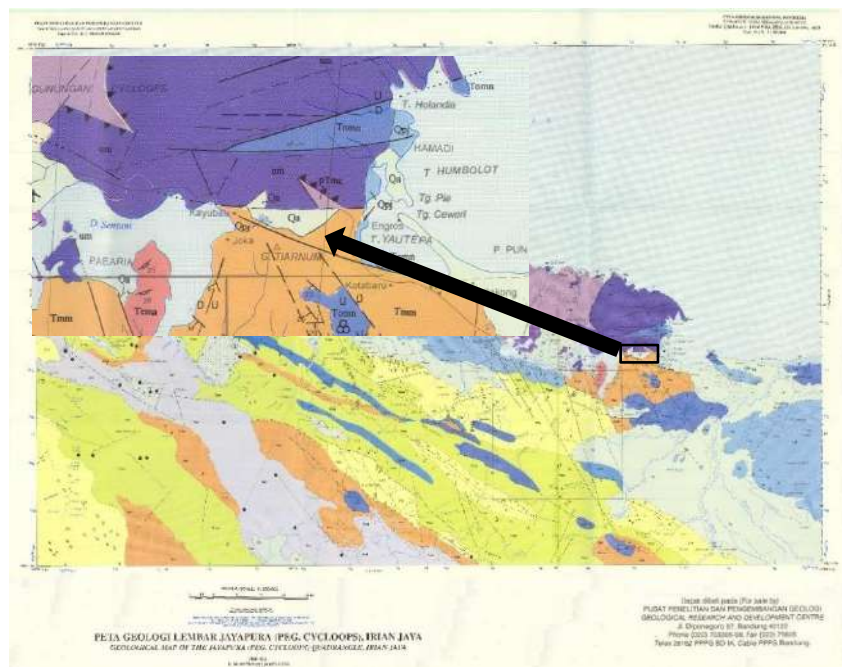


## LANDASAN TEORI

Secara geologi wilayah Jayapura berada pada Lembar Jayapura (Pegunungan Cycloops), Irian Jaya (Surwarna dan noya,1995). Stratigrafi kota jayapura dan wilayah Papua pada peta geologi Lembar Jayapura yaitu pegunungan Cycloop yang terbagi dari zaman pra tersier sampai zaman kuartar, Geologi kota jayapura secara regional terbagi atas beberapa formasi batuan antara lain : Qa (Aluvium dan Endapan Pantai), Qf (Kipas Aluvium), Qcl (Batu Gamping Koral), Qpj (Formasi Jayapura), Qmd (Endapan Lumpur), Qc (Batu Campuraduk), Qtu (Formasi UNK), Tmpa (Rormasi Aurimi), Tmpb (Formasi Benai), Tmm (Formasi Makats), Tomn (Fomasi Nubai), Tema (Formasi Auwewa), m (Batuan Mafik), um (Ultramafik) pTmc (Kelompok Malihan Cycloops). Salah satu acuan untuk penelitian ini adalah formasi Qa (Alufium dan Endapan Pantai) yang adalah batuan sedimen yang dibentuk atau diendapkan oleh sungai misalnya, pasir dan tanah endapan di tepi sungai.



Gambar 2.1 Peta Geologi Lembar Jayapura (Peg.Cycloops), Irian Jaya  
(Suwarna dan Noya.1995)

## 2.2 Pengertian Tanah

Tanah adalah bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Tanah sangat penting peranannya bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Tanah merupakan campuran bahan atau partikel-partikel bahan organik yang telah melapuk, udara dan air. Materi kasar seperti pasir biasanya ditutupi oleh material halus. Ukuran dari partikel-partikel tanah relatif tidak berubah. Karena itu, tekstur tanah dikategorikan sebagai sifat dasar tanah (Sutedjo, 2002).

### 2.2.1 Struktur Tanah

Dua sifat penting fisika tanah adalah tekstur tanah dan struktur tanah. Istilah tekstur digunakan untuk menunjukkan ukuran partikel-partikel tanah, terutama pada perbandingan relatif berbagai golongan tanah. Tetapi, apabila ukuran partikel tanah sudah diketahui digunakan istilah struktur. Struktur menunjukkan kombinasi atau susunan partikel-partikel tanah primer (pasir, debu, dan liat) sampai pada partikel-partikel sekunder (ped) yang disebut juga agregat (Henry, 1995). Struktur tanah yang diamati meliputi 3 aspek yaitu bentuk, tingkat perkembangan dan ukuran. Bentuk struktur tanah terdiri dari lempeng (*platy*), prismatic, tiang (*columnar*), gumpal bersudut (*angular blocky*), gumpal membulat (*subangular blocky*), granular dan remah (*crumb*) (Fiantis, 2007).

Berikut tiga golongan pokok klasifikasi tanah adalah:

#### 1. Pasir

Golongan pasir mencakup semua tanah yang pasirnya meliputi 70% atau lebih dari berat tanah itu. Tekstur pasir ada beberapa macam, yaitu pasir kasar, pasir sedang, pasir halus, pasir sangat halus, dan pasir lanauan.

## 2. Lempung

Tanah ditentukan sebagai lempung jika mengandung  $\pm 40\%$  lempung. Adapun tekstur lempung adalah lempung pasir jika kandungan pasirnya lebih banyak dari lempungnya, lempung debuan (debu > lempung), lempung berbatu (batu > lempung), dan lempung berkerikil (kerikil > lempung).

## 3. Lanauan atau geluh

Lanauan merupakan campuran dari pasir, lempung dan debu. Pada umumnya memiliki kualitas pasir dan lempung, daya menahan airnya rendah, bergumpal, lekat, gerakan air dan udara lambat. Tanah lanauan dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu lanauan pasir, lanauan debuan, lanauan debuan berbatu, lanauan lempung debuan, lanauan lempungan, dan lanauan lempung berbatu.

Hubungan antara struktur tanah dengan resistivitas jenis tanah dan batuan ditunjukkan pada tabel (2.1).

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Material (Sosrodarsono dan Takeda, 2003)

No	Material	Resistivitas ( $\Omega m$ )
1.	Air tanah	30 - 100
2.	Lempung-Lanau	10 - 200
3.	Pasir	100 - 600
4.	Batupasir	50 - 500
5.	Pasir dan krikil	100 - 1000
6.	Batu Lumpur	20 - 200

## 2.3 Dasar Perencanaan Perumahan dan Permukiman

Untuk membuat sebuah perencanaan yang dapat menjawab tuntutan pembangunan perumahan dan permukiman, maka perlu dipertimbangkan secara matang dasar perencanaan tersebut. Dengan memperhatikan dasar-dasar perencanaan yang ada, diharapkan baik arah maupun laju pengembangan perumahan dan permukiman dapat mencapai suatu kondisi yang menunjukkan jumlah dan kualitasnya sesuai dengan tuntutan kebutuhan masyarakat (Hutabarat, 2008).

Secara umum, lingkungan perumahan dan permukiman tidak pernah terlepas dari dukungan ketersediaan sarana dan prasarana lingkungan. Sistem prasarana dapat didefinisikan sebagai fasilitas-fasilitas fisik atau struktur-struktur dasar, peralatan-peralatan, instalasi-instalasi yang dibangun dan yang dibutuhkan untuk menunjang sistem sosial dan sistem ekonomi masyarakat. Dalam kaitan ini, kriteria penentuan baku kelengkapan pendukung prasarana dan sarana lingkungan dalam perencanaan kawasan perumahan kota sesuai dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 378/KPTS/1987 menyebutkan bahwa untuk menghasilkan suatu lingkungan perumahan yang fungsional sekurang – kurangnya bagi masyarakat penghuni, harus terdiri dari kelompok rumah – rumah, prasarana lingkungan dan sarana lingkungan (Ainun, 2015).

Pengembangan permukiman memerlukan kondisi dasar geologi maupun topografi yang baik untuk dapat berkembang dengan baik. Ditinjau dari aspek geologi, struktur dan kekuatan tanah yang direncanakan harus dalam kondisi yang baik dan stabil. Kondisi tanah yang memiliki kestabilan dan kemantapan yang baik, secara teknis di lahan tersebut dapat dikembangkan berbagai bangunan. Sedangkan aspek topografi dilihat dari kondisi kemiringan lahan atau kontur lahan. Semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan yang semakin besar. Lahan yang baik untuk dikembangkan sebagai area perumahan adalah lahan yang relatif landai, memiliki kemiringan yang kecil, sehingga mempunyai potensi pengembangan yang besar (Ainun, 2015)

## **2.4 Metode Geolistrik**

Metode geolistrik adalah salah satu metode yang mempelajari sifat-sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya dari permukaan bumi. Metode ini menggunakan konsep perambatan arus listrik di dalam medium yang homogen isotropis, dimana arus listrik bergerak ke segala arah dengan nilai yang sama besar. Sehingga jika terjadi penyimpangan dari kondisi ideal, penyimpangan ini yang akan diamati.

Metode geolistrik ini pada prinsipnya bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus. Beda potensial kemudian akan diukur melalui dua buah elektroda potensial. Hasil dari pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda, dapat digunakan untuk

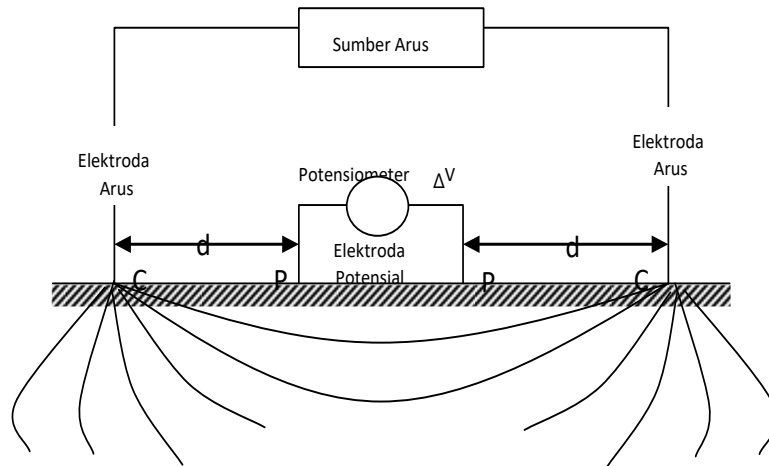
menentukan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (Hendrajaya dan Arif, 1990).

Metode ini baik untuk eksplorasi dangkal dengan kedalaman maksimum sekitar 200 km. Semakin dalam, maka informasi yang diperoleh menjadi kurang akurat, hal ini diakibatkan oleh bentangan yang semakin besar sehingga arus menjadi semakin lemah. Oleh karena itu metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi dalam, seperti minyak bumi. Metode geolistrik lebih banyak digunakan dalam pencarian air tanah, memonitor pencemaran air tanah, pemetaan struktur bawah permukaan, pencarian bahan tambang, penyelidikan bidang arkeologi dan beberapa eksplorasi dangkal lainnya (Simpson, 2015).

#### **2.4.1 Geolistrik *Resistivity Sounding***

Pada metode ini pengukuran pada suatu titik *sounding* dilakukan dengan jalan mengubah-ubah jarak elektroda. Pengubahan jarak elektroda ini dilakukan secara acak, tetapi dimulai dari jarak elektroda terkecil kemudian membesar secara gradual. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi. Makin besar jarak elektroda tersebut, maka makin dalam lapisan batuan yang dapat diselidiki.

Metode resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger dilakukan dengan cara mengkondisikan spasi antar elektroda potensial tetap sedangkan spasi antar elektrode arus berubah secara bertahap. Metode ini dilakukan dengan cara memindahkan elektroda dengan jarak tertentu maka akan diperoleh nilai-nilai tahanan jenis pada kedalaman yang sesuai dengan jarak elektroda. Prinsip konfigurasi geolistrik ditunjukkan pada Gambar 2.2 Dengan memindahkan elektroda dengan jarak tertentu maka akan diperoleh harga-harga tahanan jenis pada kedalaman yang sesuai dengan jarak elektroda (Sheriff, 2002).



Gambar 2.2 Konfigurasi Geolistrik (Parlinggoman, 2011).

Pada umumnya metode resistivitas digunakan untuk eksplorasi dangkal yang mempunyai kedalaman sekitar 300-500 m, misalnya digunakan untuk eksplorasi airtanah, panas bumi, intrusi air laut. Metode resistivity merupakan salah satu metode pengukuran geofisika yang menitikberatkan pada potensial listrik dari berbagai tahanan jenis batuan di bawah permukaan bumi (Parlinggoman, 2011).

Prinsip dalam metode resistivitas adalah menginjeksikan arus listrik (sekitar 1-10mA) ke dalam bumi melalui elektroda arus (sepasang elektroda) dan respon yang diterima berupa beda potensial yang diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik, dapat diperoleh variasi harga resistivitas listrik pada lapisan di bawah titik ukur.

Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga macam (Telford, 1990) yaitu:

1. Konduktor baik :  $10^{-8} < r < 1 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan :  $1 < r < 10^7 \Omega\text{m}$
3. Isolator :  $r > 10^7 \Omega\text{m}$

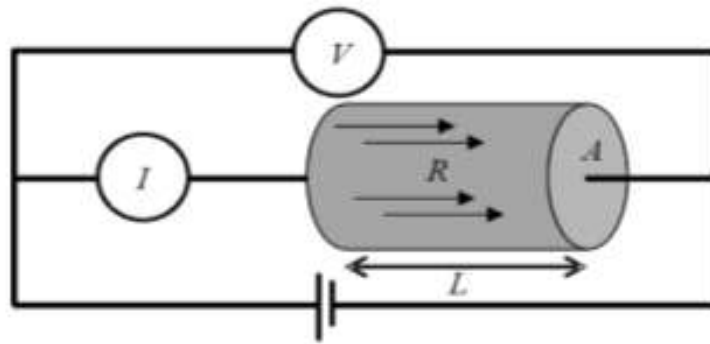
Hukum fisika yang mendasari resistivitas adalah hukum Ohm dengan perumusan pada persamaan 2.1.

$$V = I \cdot R \quad (2.1)$$

arus yang mengalir ( $I$ ) pada suatu medium sebanding dengan tegangan ( $V$ ) yang terukur pada suatu nilai resistansi ( $R$ ) medium.

Resistivitas merupakan salah satu sifat atau karakteristik batuan yang dapat menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya (Rahmah, 2009).

Resistivitas berbeda dengan resistansi (hambatan). Selain bergantung pada bahan, resistansi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistivitas tidak bergantung pada faktor geometri. Penjelasan hubungan antara resistivitas dengan resistansi dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Silinder konduktif yang dialiri arus listrik (Herman,2001)

Apabila ditinjau pada sebuah silinder yang mempunyai panjang  $L$ , luas penampang  $A$ , tahanan jenis  $\rho$  serta resistansi, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Secara fisis rumus tersebut dapat diartikan jika panjang silinder konduktor ( $L$ ) dinaikkan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor dikecilkan yang berarti luas penampang ( $A$ ) berkurang maka resistansi juga meningkat. Dimana  $\rho$  adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam  $\Omega\text{m}$ . Sedangkan menurut hukum Ohm, resistansi ( $R$ ) dirumuskan pada persamaan 2.2.

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.3)$$

Jika persamaan 2.2 disubstitusikan dengan persamaan 2.3, maka didapatkan nilai resistivitas ( $\rho$ ) sebesar:

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (2.4)$$

Material bumi memiliki karakteristik fisika yang bervariasi, dari sifat porositas, permeabilitas, kandungan fluida dan ion-ion di dalam pori-porinya, sehingga materi bumi memiliki variasi harga resistivitas (Rahma, 2009).

Variasi nilai resistivitas material bumi ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

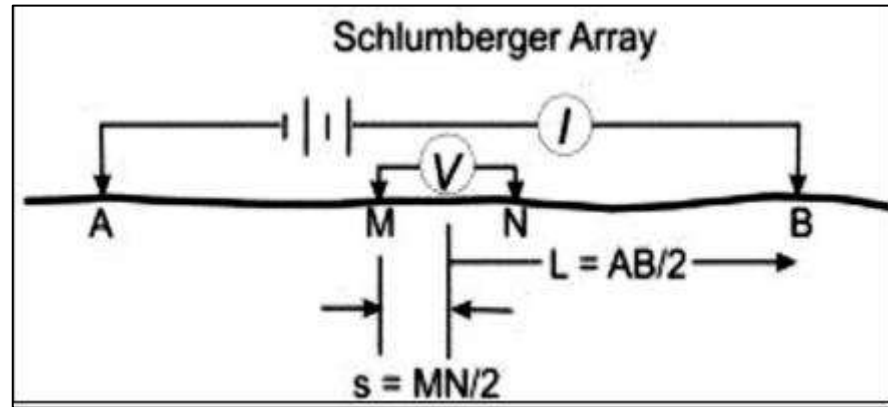
Tabel 2.2 nilai resistivitas mineral-mineral di bumi (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

No	Mineral	Resistivity (ohm/m)
1.	<i>Air</i> (Udara)	$\infty$
2.	<i>Pyrite</i> (pirit)	0,01 – 100
3.	<i>Quartz</i> (kwarsa)	500 - 800.000
4.	<i>Calcite</i> (kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
5.	<i>Rock salt</i> (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
6.	<i>Granite</i> (Granit)	200 – 100.000
7.	<i>Andesite</i> (andesit)	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
8.	<i>Basalt</i> (basal)	200 – 1.000.000
9.	<i>Limestones</i> (gamping)	500 – 10.000
10.	<i>Sandsstones</i> (Batu pasir)	200 – 8.000
11.	<i>Shales</i> (Batu tulis)	20 – 2.000
12.	<i>Sand</i> (Pasir)	1 – 1.000
13.	<i>Clay</i> (lempung)	1 – 100
14.	<i>Ground Water</i> (Air Tanah)	0.5 – 300
15.	<i>Sea Water</i> (Air Asin)	0.2
16.	<i>Magnetite</i> (Magnetit)	0.01 - 1.000
17.	<i>Dry Gravel</i> (Kerikil Kering)	600 – 10.000
18.	<i>Alluvium</i> (Alivium)	10 – 800
19.	<i>Gravel</i> (kerikil)	100 - 600



### 2.4.2 Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi Schlumberger atau biasa disebut sebagai Vertical Electrical Sounding (VES) dilakukan dengan cara mengatur letak elektroda yaitu jarak antar elektroda potensial  $MN/2$  adalah tetap, sedangkan jarak antar elektroda arus  $AB/2$  berubah secara bertahap. (Mudral dan Malik, 2019) Idealnya jarak pada elektroda potensial dibuat sekecil-kecilnya  $MN/2 < AB/2$ , namun karena adanya keterbatasan kepekaan alat ukur maka perubahan jarak elektroda potensial dibuat tidak lebih besar dari  $1/2$  jarak elektroda arus. (Utari, 2020).



Gambar 2.4 Konfigurasi elektroda Schlumberger

(Sumber: Kusuma, 2017)

Fungsi konfigurasi Schlumberger ini adalah kemampuan untuk mendeteksi non-homogenitas lapisan, yaitu dengan membandingkan nilai resistivitas semu berbagai waktu yang berbeda-beda. Dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger pemindahan elektroda tidak semuanya dipindahkan, elektroda arus saja yang dipindahkan secara logaritmik sedangkan elektroda potensial tetap (Todd, 1980).

Persamaan untuk mencari nilai resistivitas semu yaitu:

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \quad (2.5)$$

dengan,

$$K = \pi \frac{(AB/2)^2 - (MN/2)^2}{MN}$$

Maka:

$$\rho_a = \pi \frac{(AB/2)^2 - (MN/2)^2}{MN} \left( \frac{V}{I} \right) \quad (2.6)$$

Dimana:

$\rho_a$  = Resistivitas semu (Ohm.meter)

$K$  = Faktor geometri

$AB$  = Jarak antar elektroda arus (meter)

$MN$  = Jarak antar elektroda potensial (meter)

$V$  = Tegangan listrik (Volt)

$I$  = Arus listrik (Ampere)

Dimana  $K$  adalah faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur  $\Delta V$  dan  $I$ , maka dapat ditentukan nilai resistivitas  $\rho$