

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Dasar Resistivitas

Metode resistivitas merupakan salah satu metoda geofisika yang memanfaatkan sifat tahanan jenis batuan untuk menyelidiki keadaan bawah permukaan bumi. Metoda ini dilakukan dengan menggunakan arus listrik yang diinjeksikan melalui dua buah elektroda arus ke dalam bumi, kemudian mengamati beda potensial yang terbentuk melalui dua buah elektroda potensial yang berada di tempat lain [5].

Metode resistivitas dapat dibagi menjadi 2 (dua) macam berdasarkan sumber arus listrik yaitu [8] :

- a. Metode aktif yaitu sumber arus listrik yang digunakan dialirkan kedalam tanah atau batuan bumi, kemudian efek potensialnya diukur di dua titik permukaan tanah.
- b. Metode pasif yaitu menggunakan arus listrik yang terjadi akibat adanya aktivitas elektrokimia dan elektromekanik dalam material-material penyusun batuan. Metode geolistrik yang memanfaatkan adanya arus listrik alami antara lain *Self Potential* dan *Magnetotelluric*.

Metode geolistrik resistivitas ini memiliki dua teknik pengukuran yaitu metode geolistrik resistivitas *mapping* dan *sounding*. *Mapping* merupakan sebuah metode yang mempelajari macam-macam resistivitas lapisan bawah permukaan secara horizontal. Metode ini menggunakan jarak spasi elektroda yang tetap pada semua titik amat di permukaan bumi. Sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* merupakan sebuah metode yang bertujuan untuk mempelajari macam-macam resistivitas batuan bawah permukaan bumi secara vertikal. Pengukuran pada titik *sounding* dilakukan dengan jarak elektroda kecil kemudian membesar secara gradual. Jarak elektroda yang semakin besar, maka lapisan batuan yang terdeteksi semakin dalam [9].

2.2 Resistivitas Batuan

Batuan merupakan materi-materi yang memiliki sifat kelistrikan. Sifat listrik tersebut merupakan karakteristik dari batuan yang besarnya tergantung dari media

pembentuk batuan tersebut. Sifat listrik bisa berasal dari alam atau gangguan keseimbangan atau sengaja dimasukkan arus listrik ke dalam batuan, sehingga terjadi ketidak seimbangan muatan didalam batuan tersebut [10].

Dari semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak. Pada mineral-mineral logam, nilainya berkisar pada $10^{-8} \Omega m$ hingga $10^7 \Omega m$. Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan rentang resistivitas yang bervariasi pula. Sehingga rentang resistivitas maksimum yang mungkin adalah dari $1,6 \times 10^{-8} \Omega m$ (perak murni) hingga $10^{16} \Omega m$ (belerang murni). Konduktor biasanya didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari $10^{-8} \Omega m$, sedangkan isolator memiliki resistivitas lebih dari $10^7 \Omega m$.

Harga resistivitas batuan bergantung pada jenis material, densitas, porositas, ukuran, bentuk pori-pori batuan, kandungan air, dan suhu. Dengan demikian tidak ada kepastian harga resistivitas untuk setiap macam batuan. Variasi resistivitas material bumi ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Harga Resistivitas Batuan dan Mineral [5].

No.	Material	Resistivitas (Ωm)
1.	<i>Pyrite</i> (Pirit)	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^2$
2.	<i>Sandstone</i> (Batu Pasir)	$2 \times 10^2 - 8 \times 10^3$
3.	<i>Sand</i> (Pasir)	$1 \times 10^0 - 1 \times 10^3$
4.	<i>Clay</i> (Lempung)	$1 \times 10^0 - 1 \times 10^2$
5.	<i>Ground Water</i> (Air Tanah)	$5 \times 10^{-1} - 3 \times 10^2$
6.	<i>Sea Water</i> (Air Laut)	2×10^{-1}
7.	<i>Dry Gravel</i> (Kerikil Kering)	$6 \times 10^2 - 1 \times 10^4$
8.	<i>Alluvium</i> (Aluvium)	$1 \times 10^1 - 8 \times 10^1$
9.	<i>Gravel</i> (kerikil)	$1 \times 10^2 - 6 \times 10^2$
10.	<i>Phyrite</i> (pirit)	$1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^2$
11.	<i>Quartz</i> (kwarsa)	$5 \times 10^2 - 8 \times 10^5$
12.	<i>Calsite</i> (kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
13.	<i>Rock Salt</i> (Batuan Garam)	$3 \times 10^1 - 10^{13}$

14.	<i>Granite</i> (Granit)	$2 \times 10^2 - 1 \times 10^5$
15.	<i>Andesite</i> (andesit)	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
16.	<i>Lime stone</i> (gamping)	$5 \times 10^2 - 1 \times 10^4$
17.	<i>Silt</i> (Lanau)	$1 \times 10^1 - 2 \times 10^2$
18.	Tufa Vulkanik	$2 \times 10^1 - 1 \times 10^2$

2.3 Potensial Di Sekitar Titik Arus

2.3.1 Titik Arus Di Dalam Bumi

Dalam model bumi yang homogen isotropis seperti pada Gambar 2.1, sebuah elektroda arus di dalam bumi yang dirangkai dengan elektroda lain di permukaan dengan jarak cukup jauh sehingga gangguannya dapat diabaikan. Elektroda arus dapat dimaksud sebagai titik sumber yang memancarkan arus listrik ke segala arah di dalam bumi yang memiliki hambatan jenis (ρ). Equipotensial di setiap titik di dalam bumi akan membentuk permukaan bola dengan jari-jari r . Arus listrik keluar secara radial dari titik arus, sehingga jumlah arus yang keluar melalui permukaan bola A dengan jari-jari r [5] adalah:

$$I = 4\pi r^2 J \quad (2.1)$$

dengan J adalah rapat arus,

$$J = -\frac{1}{\rho} \frac{dV}{dr} \quad (2.2)$$

substitusikan persamaan (2.1) pada persamaan (2.2) menjadi,

$$I = -4\pi r^2 \frac{1}{\rho} \frac{dV}{dr} \quad (2.3)$$

dari persamaan (2.2) dapat ditulis

$$I = -\frac{4\pi A}{\rho} \quad (2.4)$$

dengan,

$$A = r^2 \frac{dV}{dr} \quad (2.5)$$

$$\int dV = \int \frac{A}{r^2} dr$$

$$V = -\frac{A}{r} \quad (2.6)$$

dengan A adalah konstanta, yang diperoleh dari persamaan (2.4) yaitu,

$$A = -\frac{I\rho}{4\pi} \quad (2.7)$$

persamaan (2.7) disubstitusikan pada persamaan (2.6) menjadi,

$$V = \frac{I\rho}{4\pi r} \quad (2.8)$$

sehingga nilai resistivitas yang diperoleh yaitu

$$\rho = 4\pi r \frac{V}{I} \quad (2.9)$$

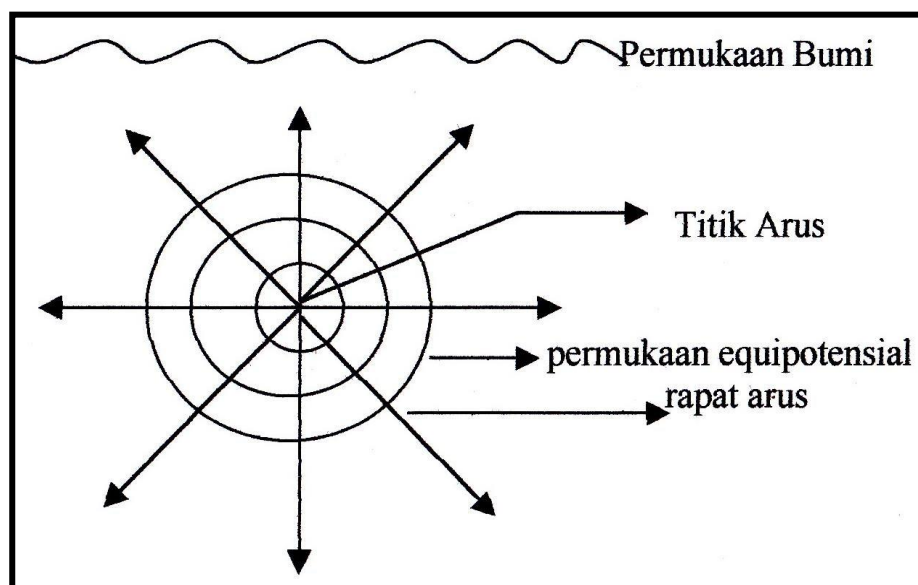
Keterangan :

ρ = Hambatan jenis (Ωm)

V = Potensial (volt)

I = Arus listrik (ampere)

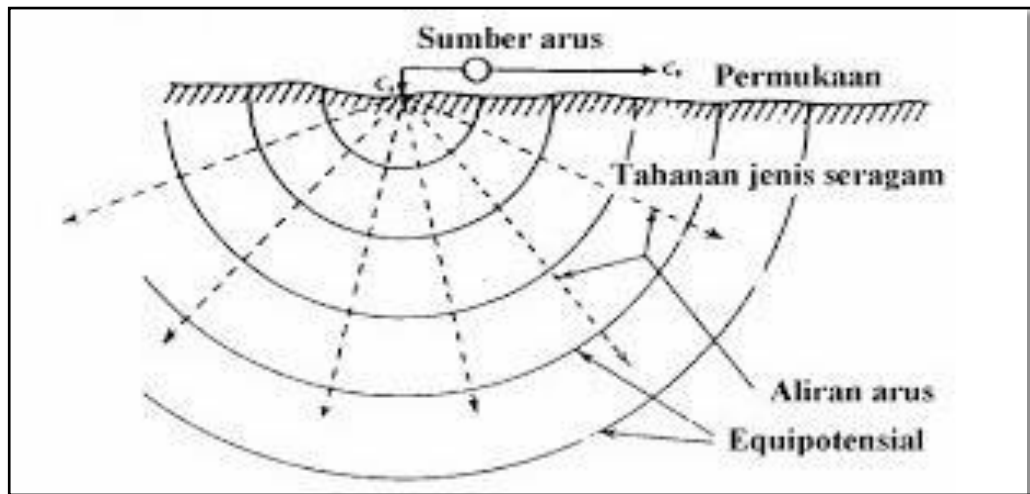
r = Jari-jari (m)



Gambar 2.1 Potensial Di Sekitar Titik Arus Di Dalam Bumi [5].

2.3.2 Titik Arus Tunggal Di Permukaan

Elektroda tunggal yang diinjeksikan ke permukaan bumi homogen isotropik dan dialiri listrik akan menjadi aliran arus yang menyebar secara radial di dalam tanah. Apabila udara yang berada di atasnya memiliki konduktivitas nol, maka garis potensialnya akan terbentuk setengah bola [5]. Hal ini dapat diketahui pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sumber Arus Tunggal Pada Permukaan Bumi Homogen Isotropis [5].

Aliran arus tersebar merata ke dalam bumi pada elektroda yang lain. Jika konduktivitas udara diabaikan dan permukaan tanah diasumsikan bumi sebagai medium homogen, maka yang keluar dari titik sumber tersebut membentuk medan potensial dengan kontur *equipotensial* berbentuk permukaan setengah bola di bawah permukaan seperti gambar di atas. Menurut [5] hal ini berlaku persamaan yaitu :

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r} \quad (2.10)$$

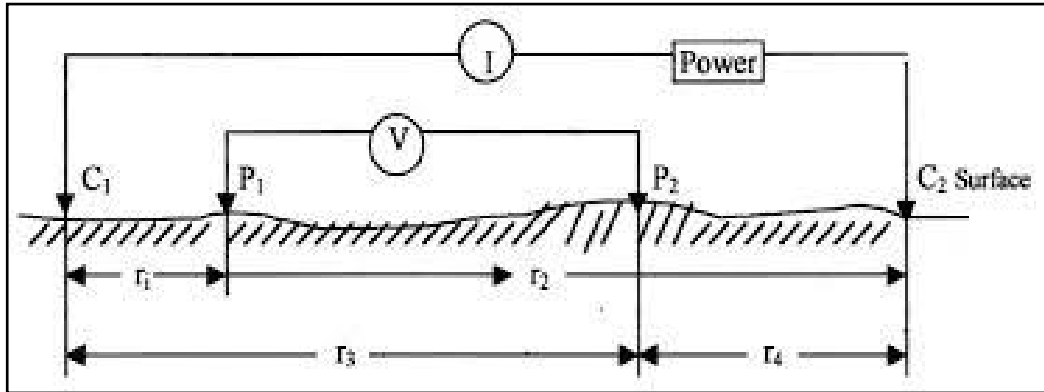
Adapun nilai resistivitas yang dapat diperoleh oleh medium berdasarkan persamaan (2.10) adalah sebagai berikut :

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.11)$$

Dengan V adalah potensial (V), I adalah arus (A), ρ adalah resistivitas semu medium (Ωm), r adalah jarak (m).

2.3.3 Dua Titik Arus Di Permukaan

Arah arus listrik pada sebuah elektroda itu memiliki batas jangkauan arus listrik. Batas jangkauan arus tersebut tergantung pada jarak antar kedua elektroda arus yang memperlihatkan kerapatan arus listrik dalam bumi, sehingga resistivitas semua akan dipengaruhi arus listrik yang diinjeksikan oleh dua buah elektroda arus ke dalam medium yang tidak terhingga [11]. Adapun konfigurasi elektroda arus ganda dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Dua Pasang Elektroda Arus Dan Elektroda Potensial Pada Permukaan Medium Homogen Isotropis [5].

Kesimpulan yang diperoleh dari Gambar 2.3 yaitu elektroda potensial pertama P_1 dipengaruhi oleh elektroda arus pertama C_1 dan kedua C_2 sedangkan elektroda potensial kedua P_2 dipengaruhi oleh elektroda arus pertama C_1 dan kedua C_2 . Adapun nilai potensial listrik pada potensial pertama P_1 dipengaruhi oleh elektroda arus pertama C_1 itu sama seperti pada aliran listrik pada elektroda tunggal. Oleh karena itu potensial V_1 yang disebabkan oleh arus di C_1 merujuk pada persamaan (2.1) adalah :

$$V_1 = \frac{I\rho}{2\pi r_1} \quad (2.12)$$

Karena arus pada dua elektroda besarnya sama dan arahnya berlawanan, maka potensial V_2 yang disebabkan oleh arus di C_2 adalah :

$$V_2 = -\frac{I\rho}{2\pi r_2}, \quad (2.13)$$

diperoleh potensial total di titik P_1 (V_{P1}) yaitu:

$$V_{P1} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.14)$$

dengan cara yang sama diperoleh potensial total di P_2 (V_{P2}) yaitu :

$$V_{p2} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (2.15)$$

sehingga diperoleh nilai dari beda potensial antara titik P_1 dan P_2 (ΔV) yaitu :

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_{p2} - V_{p1} \\ \Delta V &= \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \end{aligned} \quad (2.16)$$

berdasarkan persamaan (2.16) didapatkan nilai resistivitas yaitu:

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

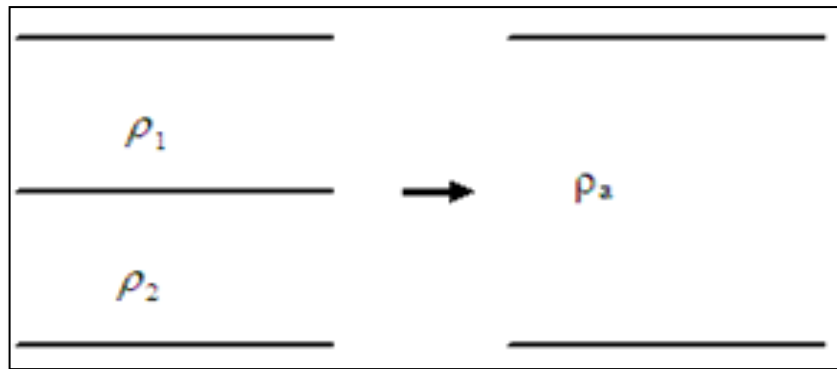
dengan,

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

Di mana ΔV adalah beda potensial antara P_1 dan P_2 , I adalah arus (A), ρ adalah resistivitas semu (Ωm), r_1 adalah C_1 ke P_1 (m), r_2 adalah jarak C_2 ke P_1 (m), r_3 adalah C_1 ke P_2 (m) dan r_4 adalah jarak C_2 ke P_2 (m) .

2.4 Konsep Resisistivitas Semu (*Apparent Resistivity*)

Metode geolistrik tahanan jenis itu memiliki sifat permukaan bumi homogen isotropis. Hal tersebut dapat diasumsikan bahwa tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis yang sebenarnya dan tidak tergantung pada spasi elektroda. Namun, pada kenyataannya bumi memang tersusun dari lapisan-lapisan dengan resisistivitas yang berbeda-beda pula, sehingga potensial yang terukur tersebut merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Oleh karena itu, harga resistivitas yang diperoleh itu bukanlah nilai resistivitas yang sebenarnya, namun resistivitas yang terukur adalah resistivitas semu (ρ_a) [9]. Konsep resistivitas semu dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Konsep Resistivitas Semu Pada Medium Berlapis [9].

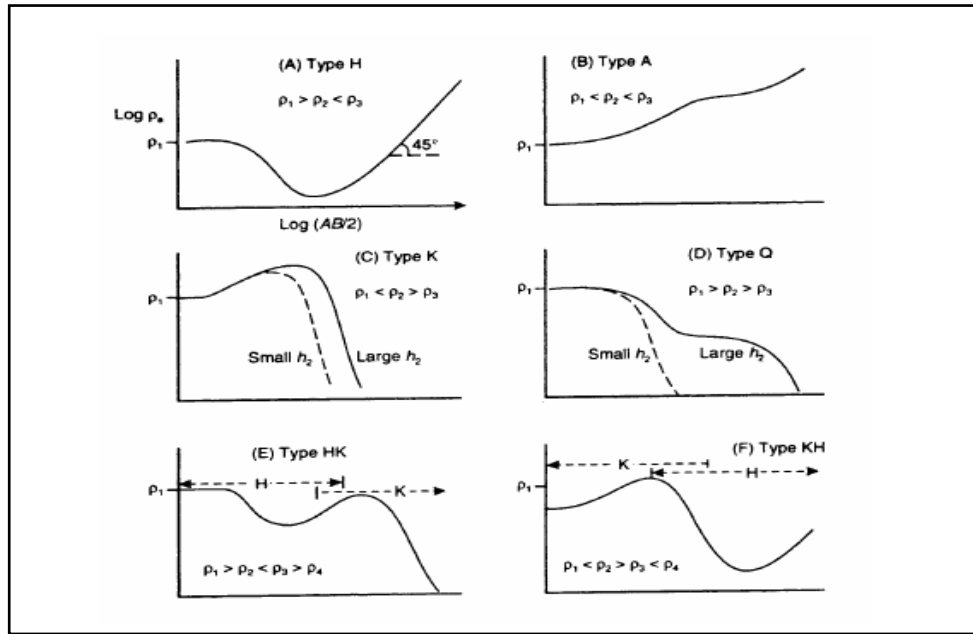
Persamaan resistivitas semu dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.17) menjadi :

$$\rho a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.19)$$

Di mana K adalah faktor geometri yaitu besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Dengan mengukur ΔV dan I , maka dapat ditentukan harga resistivitas ρ [9].

2.5 Vertical Electrical Sounding (VES)

Metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) adalah metode pengukuran resistivitas 1D untuk memperoleh variasi resistivitas bawah permukaan secara vertikal [12]. Pada metode VES, pengukuran pada suatu titik *sounding* dilakukan dengan cara 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. Semakin besar jarak elektroda, semakin dalam lapisan batuan yang terdeteksi. Hasil yang didapat dari pengukuran VES adalah kurva resistivitas. Secara umum pada metode VES dikenal enam jenis kurva yaitu kurva H, A, K, Q, HK, KH. Bentuk dari kurva H, A, K, Q, HK, KH dapat dilihat pada Gambar 2.4. Dari setiap kurva akan memberikan informasi mengenai jumlah lapisan, ketebalan lapisan, dan nilai resistivitas dari setiap lapisan batuan.

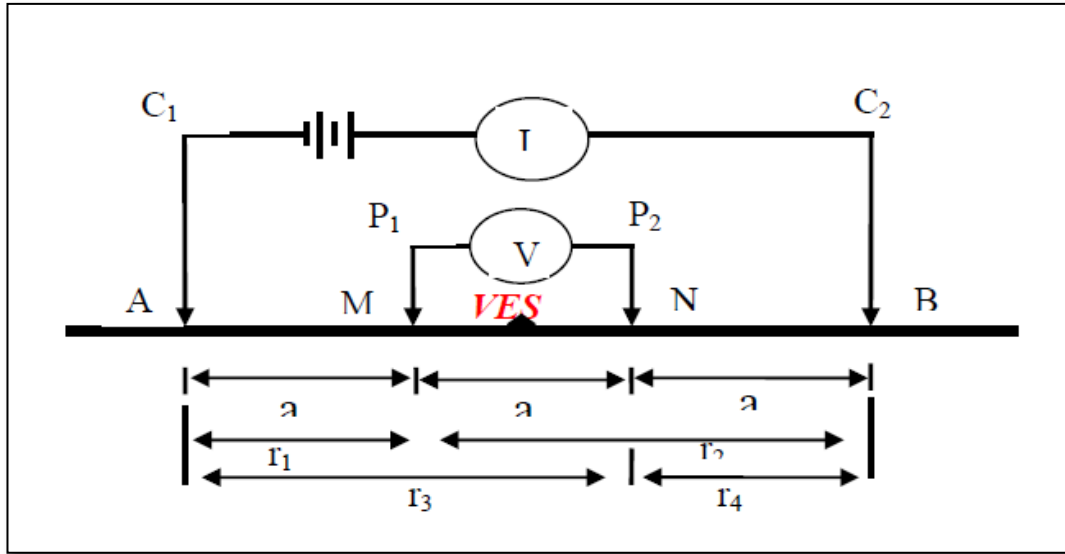


Gambar 2.5 Kurva sounding secara umum [5].

Gambar 2.5 merupakan kurva *sounding*, kurva ini menggambarkan hubungan antara jarak elektroda arus ($AB/2$), nilai resistivitas semu (ρ_a), nilai resistivitas sebenarnya (ρ), serta distribusi kedalaman dan ketebalan lapisan-lapisan nilai resistivitas sebenarnya (ρ). Kurva VES dapat membantu dalam representasi hasil interpretasi tabel nilai resistivitas sebenarnya. Hubungan antara jenis dan susunan material bawah permukaan bumi terhadap variabel-variabel VES akan tampak lebih mudah dipahami melalui representasi dari hasil interpretasi tabel nilai resistivitas sebenarnya pada kurva VES.

2.6 Konfigurasi Wenner

Metode ini diperkenalkan oleh Wenner. Konfigurasi Wenner cukup populer dipergunakan dalam pengambilan data geolistrik, baik 1D atau VES maupun mapping 2D atau ERT (*Electrical Resistivity Tomography*). Pada konfigurasi Wenner elektroda arus dan elektroda potensial memiliki jarak yang sama, seperti yang tertera pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Susunan elektroda arus dan potensial pada konfigurasi *Wenner* [13].

Dari gambar di atas terlihat bahwa jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$, dengan menggunakan persamaan (2.18) diperoleh:

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

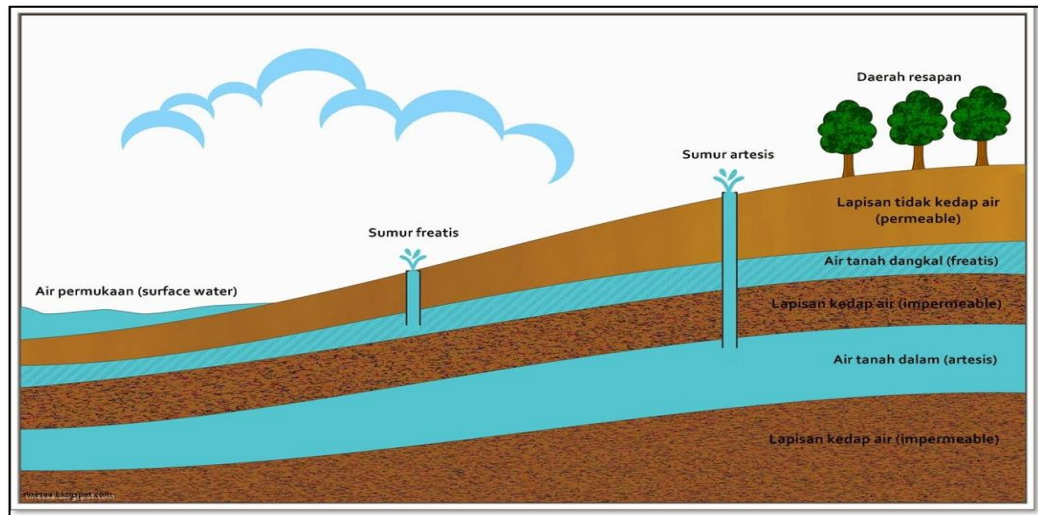
$$K = 2\pi a \quad (2.20)$$

2.7 Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah sehingga meresap kedalam tanah kemudian bergabung membentuk lapisan yang disebut akuifer [14]. Lapisan yang mudah dilalui oleh air tanah disebut lapisan permeabel, seperti lapisan yang terdapat pada pasir dan kerikil, sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah disebut lapisan impermeabel seperti lapisan lempung. Lapisan impermeabel terdiri dari dua jenis yaitu lapisan kedap air dan lapisan kebal air. Lapisan yang menahan air seperti lapisan batuan (*rock*) disebut lapisan kebal air (*aquifuge*), sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah seperti lapisan lempung disebut lapisan kedap air (*aquiclude*).

Air tanah berasal dari bermacam sumber. Air tanah yang berasal dari peresapan air permukaan disebut air meteorik (*meteoric water*). Selain berasal dari air permukaan, air tanah dapat juga berasal dari air yang terjebak pada waktu pembentukan batuan sedimen. Air tanah jenis ini disebut air konat (*connate water*). Aktivitas magma di dalam bumi dapat membentuk air tanah karena

adanya unsur hidrogen dan oksigen yang menyusun magma. Air tanah yang berasal dari aktivitas magma ini disebut dengan air juvenile (*juvenile water*). Dari ketiga sumber air tanah tersebut air meteorik merupakan sumber air tanah terbesar [15].



Gambar 2.7 Letak air tanah [16].

Pada Gambar 2.7 dapat digambarkan bahwa air tanah dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: Air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal adalah air tanah yang terletak di atas lapisan batuan yang tidak tembus (kedap) air, dan air tanah dangkal ini sering disebut air tanah freatis dan letaknya tidak begitu dalam sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.7. Sedangkan air tanah dalam adalah air tanah yang terletak diantara dua lapisan batuan yang tidak tembus (kedap) air, dan letaknya lebih dalam dibandingkan air tanah [17].

Akuifer merupakan lapisan batuan yang sangat penting dalam usaha penyerapan air tanah. Litologi atau penyusupan batuan di lapisan akuifer di Indonesia yang penting adalah [15]:

1. Endapan alluvial: merupakan endapan hasil rombakan dari batuan yang telah ada. Air tanah pada endapan ini mengisi ruang antar butir. Endapan ini tersebar di daerah dataran.
2. Endapan vulkanik muda : merupakan endapan hasil kegiatan gunung api, yang terdiri dari batuan-batuan lepas maupun padu. Air tanah pada endapan ini menempati baik ruang antar butir pada material lepas maupun mengisi

rekah-rekah atau rongga batuan padu. Endapan ini tersebar di sekitar wilayah gunung api.

3. Batu gamping: merupakan endapan laut yang mengandung karbonat, yang karena proses geologis diangkat ke permukaan. Air tanah disini mengisi terbatas pada rongga, maupun saluran hasil pelarutan. Endapan ini tersebar di tempat-tempat yang dahulu berwujud larutan karena proses geologis, fisik dan kimia. Di beberapa daerah sebaran endapan batuan ini membentuk suatu morfologi khas, yang disebut karst.

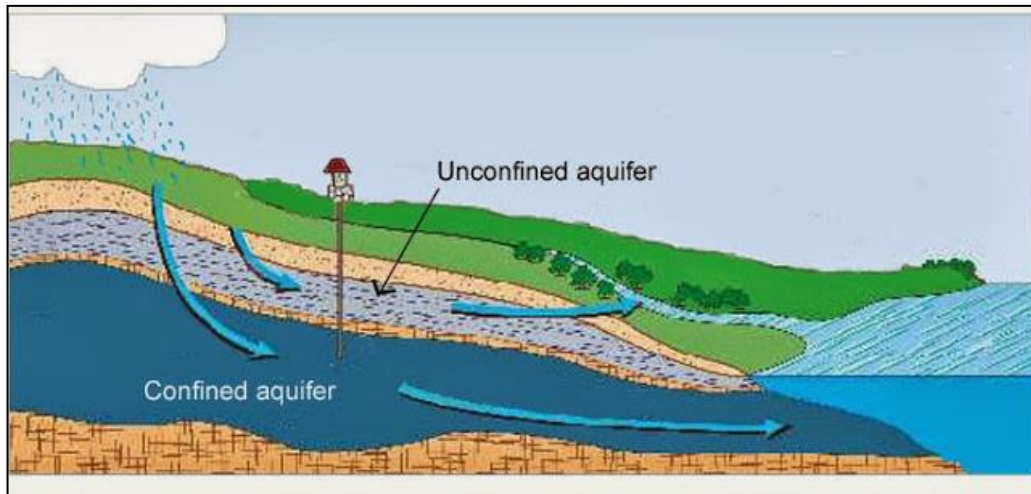
2.8 Akuifer

Formasi-formasi batuan yang berisi atau menyimpan air tanah disebut sebagai akuifer. Jumlah air tanah yang dapat diperoleh tergantung pada sifat-sifat akuifer yang ada dibawahnya. Akuifer atau lapisan pembawa air atau lapisan permeabel adalah batuan yang mempunyai susunan yang dapat mengalirkan air tanah [18].

Berdasarkan litologinya, akuifer dapat dibedakan menjadi 4 macam [15], yaitu :

1. Akuifer Bebas atau Akuifer Tidak Tertekan (*Unconfined Aquifer*)

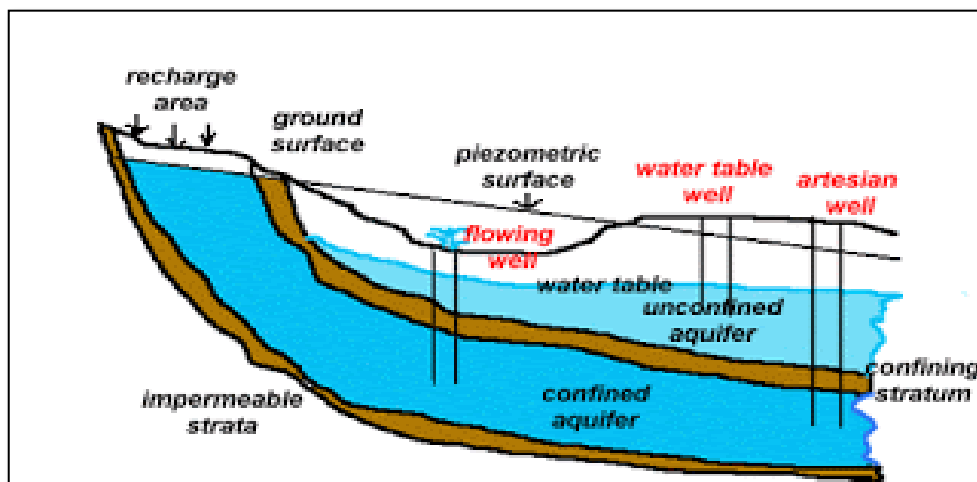
Akuifer bebas adalah air tanah dalam akuifer tertutup lapisan *impermeable*, dan merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah seperti pada Gambar 2.8. *Unconfined Aquifer* adalah akuifer jenuh air (*saturated*). Lapisan pembatasnya yang merupakan aquitard, hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas aquitard di lapisan atasnya, batas di lapisan atas berupa muka air tanah. Permukaan air tanah di sumur dan air tanah bebas adalah permukaan air bebas, jadi permukaan air tanah bebas adalah batas antara zona yang jenuh. Akuifer jenuh disebut juga sebagai *phriatic aquifer*, *non ariesan aquifer* atau *free aquifer*.



Gambar 2.8 Akuifer tidak tertekan atau akuifer bebas (*Unconfined Aquifer*) [19].

2. Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*)

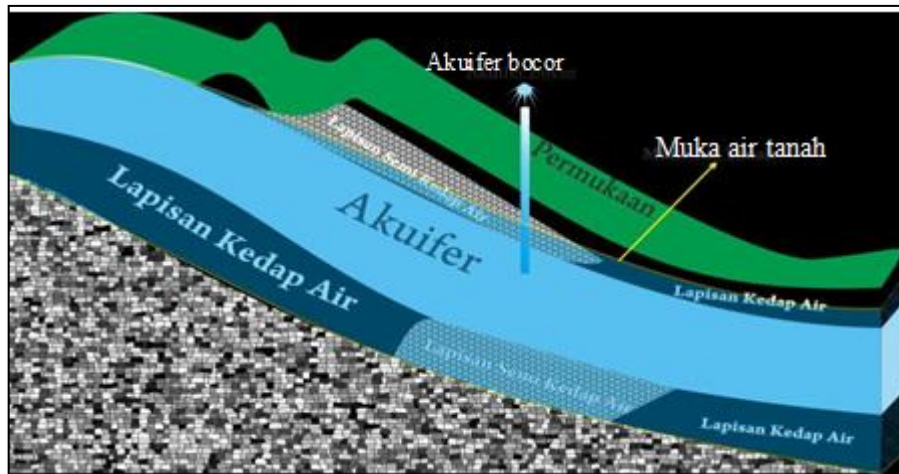
Akuifer tertekan adalah suatu akuifer di mana air tanah terletak di bawah lapisan kedap air (*impermeable*) dan mempunyai tekanan lebih besar daripada atmosfer. Akuifer tertekan dapat dilihat seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Akuifer Tertekan (*Leakage Aquifer*) [19].

3. Akuifer setengah bebas (*Semi Unconfined Aquifer*)

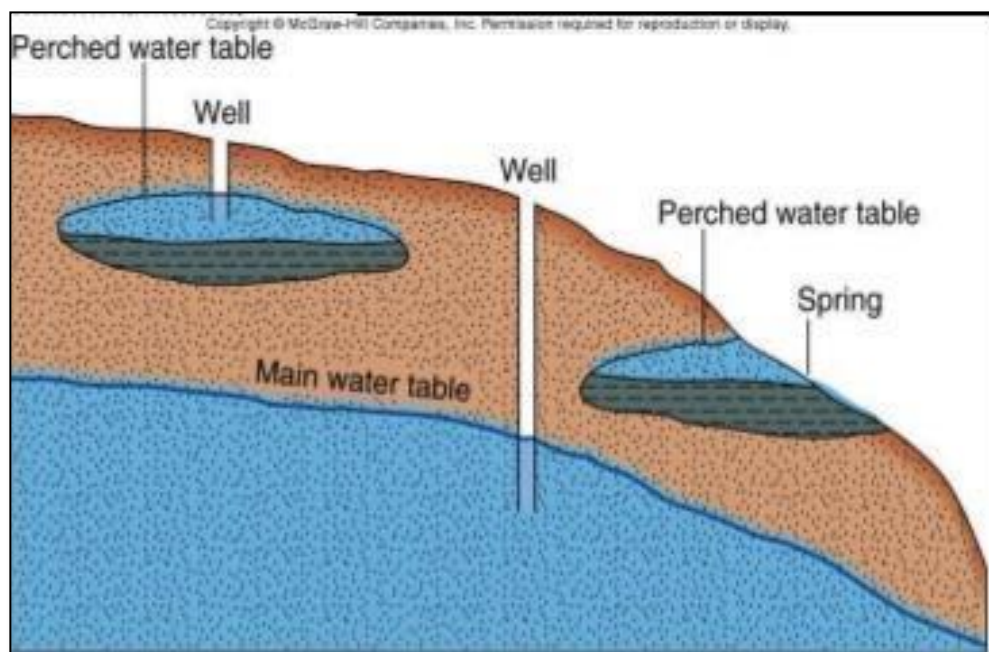
Akuifer setengah bebas dapat didefinisikan suatu akuifer di mana air terkekang di bawah lapisan yang setengah kedap air sehingga akuifer di sini terletak antara akuifer bebas dan akuifer terkekang seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Akuifer setengah bebas (*Semi Unconfined Aquifer*) [20].

4. Akuifer Melayang (*Perched Aquifer*)

Akuifer disebut akuifer melayang jika di dalam zone aerasi terbentuk sebuah akuifer yang terbentuk diatas lapisan impermeabel. Akuifer melayang ini tidak dapat dijadikan sebagai suatu usaha pengembangan air tanah, karena mempunyai variasi permukaan air dan volumenya yang besar. Akuifer melayang dapat dilihat seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Akuifer Melayang (*Perched Aquifer*) [20].

Struktur geologi berpengaruh terhadap arah gerakan air tanah, tipe dan potensi akuifer. Stratigrafi yang tersusun atas beberapa lapisan batuan akan

berpengaruh terhadap akuifer, kedalaman dan ketebalan akuifer, serta kedudukan air tanah. Jenis dan umur batuan juga berpengaruh terhadap daya hantar listrik, dan dapat menentukan kualitas air tanah. Pada mulanya air memasuki akuifer melewati daerah tangkapan (*recharge area*) yang berada lebih tinggi daripada daerah buangan (*discharge area*). Daerah tangkapan biasanya terletak di gunung atau pengunungan dan daerah buangan terletak di daerah pantai. Air tersebut kemudian mengalir ke bawah karena pengaruh gaya gravitasi melalui pori-pori akuifer. Air yang berada di bagian bawah akuifer mendapat tekanan yang besar oleh berat air di atasnya, tekanan ini tidak dapat hilang atau berpindah karena akuifer terisolasi oleh akiklud di atas dan di bawahnya, yaitu lapisan yang impermeabel dengan konduktivitas hidrolis sangat kecil sehingga tidak memungkinkan air melewatinya [15].

2.9 Penyelidikan Tanah dan Pondasi

Tanah selalu mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Perlu mempunyai pengertian yang mendalam mengenai fungsi-fungsi serta sifat tanah itu bila dilakukan pembebanan terhadapnya [21]. Suatu bangunan berdiri di atas tanah akan menimbulkan beban terhadap bawah tanah. Tanah akan mengalami tegangan tergantung beban pikul dan luas pondasi. Sebagai akibatnya terjadinya tegangan bawah tanah, maka akan timbul perubahan bentuk (*deformasi*) yang akan menimbulkan penurunan (*settlement*) terhadap bangunan yang bersangkutan [22].

Diperlukan perencanaan pembangunan yang cukup matang untuk mencegah timbulnya perubahan bentuk yang kemudian akan menyebabkan penurunan pada bangunan. Suatu bangunan yang dibangun tanpa memperhatikan struktur tanah dan tata lingkungan maka akan memiliki resiko yang lebih besar terhadap kerusakan akibat dari gempa maupun penurunan tanah, oleh karena itu dalam merencanakan pembangunan perlu diketahui kondisi lingkungan sehingga fenomena kegagalan gedung tidak terjadi.

Dengan mengetahui ketahanan dan kekuatan bangunan baik dari faktor luar yang merupakan daya dukung tanah, ketahanan terhadap angin, faktor iklim maupun dalam berupa beban bangunan itu sendiri, maka kegagalan bangunan

dapat diminimalisasi. Di samping tanah itu sendiri, batuan dasar yang tidak terlalu dalam sering juga menjadi perhatian terutama dalam segi kualitasnya. Tidak hanya struktur bangunannya saja yang perlu diketahui tetapi juga lokasi dan kondisi bawah tanah dimana bangunan itu akan dibangun. Dari jenis tanah maupun suatu wilayah, maka perencanaan model pondasi dan kekuatan pondasi dapat ditentukan [23].

Pondasi yang terlalu dangkal dan tidak memperhitungkan beban di atasnya membuat bangunan tersebut mudah rusak karena tanah telah kehilangan daya dukung terhadap pondasi. Maka semakin tinggi bangunan tersebut, maka semakin dalam pula pondasi yang harus dibuat. Pondasi bangunan yang dibuat pada batuan dasar mempunyai kekuatan tumpu yang lebih baik sehingga akan dapat mengurangi resiko kerusakan akibat penurunan tanah.

Tanah pondasi merupakan bahan yang memiliki susunan yang sangat rumit dan beraneka ragam. Perubahan tersebut terjadi berdasarkan prinsip-prinsip geologi. Sehingga dalam hal ini peta topografi dan peta geologi sangat dibutuhkan untuk mengetahui pengertian mengenai gambaran umum tanah pondasi tersebut. Walaupun terdapat sifat fisik dan mekanik yang sudah diketahui dengan penyelidikan tanah, tetapi hasilnya bisa tidak sesuai dengan kenyataannya. Penyelidikan tanah diperlukan untuk menentukan stratifikasi (pelapisan) tanah dan karakteristik tanah, sehingga perancangan dan konstruksi pondasi dapat dilakukan dengan ekonomis. Penyelidikan tanah ini memiliki tujuan di antaranya adalah sebagai berikut [24]:

- a. Mendapatkan informasi mengenai pelapisan tanah dan batuan,
- b. Mendapatkan informasi mengenai kedalaman muka air tanah,
- c. Mendapatkan informasi sifat fisis dan sifat mekanis tanah atau batuan, dan
- d. Menentukan parameter tanah untuk analisis (berdasarkan uji lapangan berupa SPT atau CPT).

Tanah yang akan digunakan untuk pondasi memiliki klasifikasi tertentu dalam perencanaan pembangunan yaitu perkiraan terhadap hasil eksplorasi tanah, perkiraan standart kemiringan lereng dari penggalian tanah atau tebing, perkiraan pemilihan bahan, perkiraan muai dan susut, pemilihan jenis konstruksi dan peralatan untuk konstruksi, perkiraan kemampuan peralatan untuk konstruksi,

rencana pekerjaan pembuatan lereng dan tembok penahan tanah, dan lain-lain [25].

Prosedur dalam penyelidikan tanah dan studi pondasi ini adalah berupa informasi yang harus diperoleh sebelum melakukan penyelidikan tanah yaitu berupa informasi mengenai keadaan di lapangan mengenai topografi, vegetasi, bangunan, jalan akses, dan lain-lain. Informasi lain juga yaitu berupa kondisi geologi, kegempaan regional, peraturan setempat, dan besarnya beban dari struktur [24].

Menurut [25] hal-hal yang perlu diobservasi dan disurvei selain peta geologi atau keterangan-keterangan pembangunan, di antaranya adalah :

- a. Letak singkapan-singkapan dan eksplorasi tanah,
- b. Topografi dan geografi,
- c. Letak jalan-jalan dan bangunan-bangunan yang ada,
- d. Kondisi permukaan tanah dan tumbuhan,
- e. Keadaan air tanah dan letak mata air, dan
- f. Keadaan saluran-saluran yang ada.