

III. TEORI DASAR

3.1. Konsep Umum

Geolistrik ialah suatu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran beda potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi (Kanata dkk, 2008).

Prinsip metode geolistrik tahanan jenis yaitu arus diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus, kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua buah elektroda potensial di permukaan bumi. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur (Broto dan Afifah, 2008).

Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda, dikenal beberapa jenis konfigurasi resistivitas yaitu: (1) Konfigurasi Wenner, (2) Konfigurasi Schlumberger, (3) Konfigurasi dipole-dipole, dan lain-lain. Masing-masing konfigurasi elektroda di atas memiliki kelebihan dan kekurangan. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pengukuran harus terlebih dahulu diketahui dengan jelas

tujuannya sehingga kita dapat memilih jenis konfigurasi yang cocok dan efisien untuk digunakan.

3.2. Sifat Listrik dalam Batuan

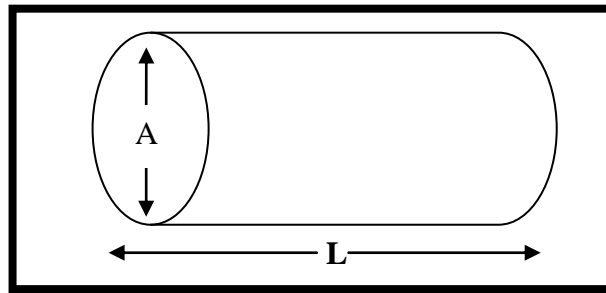
Aliran arus listrik di dalam batuan dan mineral dapat di golongan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik.

3.2.1. Konduksi secara elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghambat arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya.

Jika ditinjau suatu silinder dengan panjang L , luas penampang A , dan resistansi R , maka dapat di rumuskan:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3.1)$$



Gambar 3.1. Silinder konduktor.

Besarnya nilai resistivitas dari silinder konduktor ini dapat ditentukan menggunakan persamaan (3.1).

Secara fisis rumus tersebut dapat diartikan jika panjang silinder konduktor L dinaikkan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor diturunkan yang berarti luas penampang A berkurang maka resistansi juga meningkat, ρ adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam Ωm . Sedangkan menurut hukum Ohm, resistivitas R dirumuskan:

$$R = \frac{V}{I} \quad (3.2)$$

Sehingga didapatkan nilai resistivitas ρ :

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (3.3)$$

namun banyak orang lebih sering menggunakan sifat konduktivitas σ batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas ρ dengan satuan mhos/m.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} = \left(\frac{I}{A}\right)\left(\frac{L}{V}\right) = \frac{J}{E} \quad (3.4)$$

J adalah rapat arus (ampere/m²) dan E adalah medan listrik (volt/m).

3.2.2. Konduksi secara elektrolitik

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang.

Persamaan Archie 1 menyangkut tentang hubungan antara resistivitas batuan dengan porositas batuan yang terisi penuh oleh air pori, dinyatakan sebagai berikut:

$$\rho_t = \rho_w a \phi^{-m} \quad (3.5)$$

dan persamaan Archie 2 yang menyangkut porositas batuan yang porinya tidak jenuh air terisi air, dinyatakan sebagai berikut:

$$\rho_t = \rho_b S_w^{-n} = \rho_w a \phi^{-m} S_w^{-n} \quad (3.6)$$

dimana ρ_t adalah resistivitas batuan yang terukur (dari permukaan, lubang bor dan lain-lain), ρ_w adalah resistivitas jenis air pengisi pori yang diukur dari air formasi ataupun dihitung, a adalah konstanta yang mencirikan jenis, karakter batuan (teksture, bentuk dan lain-lain), m adalah konstanta yang mencirikan karakter sementasi, ϕ adalah porositas batuan, ρ_t adalah resistivitas batuan tidak jenuh air, ρ_b adalah resistivitas batuan bila jenuh terisi air formasi, S_w adalah

fraksi pori-pori yang berisi air (saturasi) dan n adalah faktor kejenuhan air.

Untuk nilai n yang sama, schlumberger menyarankan $n = 2$.

3.2.3. Konduksi secara dielektrik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak ada sama sekali. Elektron dalam batuan berpindah dan berkumpul terpisah dalam inti karena adanya pengaruh medan listrik di luar, sehingga terjadi polarisasi. Peristiwa ini tergantung pada konduksi dielektrik batuan yang bersangkutan

3.3. Permeabilitas dan Porositas

Keadaan material bawah tanah sangat mempengaruhi aliran dan jumlah air tanah. Jumlah air tanah yang dapat disimpan dalam batuan dasar, sedimen dan tanah sangat bergantung pada permeabilitas. Permeabilitas merupakan kemampuan batuan atau tanah untuk melewatkan atau meloloskan air. Air tanah mengalir melewati rongga-rongga yang kecil, semakin kecil rongganya semakin lambat alirannya. Jika rongganya sangat kecil, akan mengakibatkan molekul air akan tetap tinggal. Kejadian semacam ini terjadi pada lempung. Secara kuantitatif permeabilitas diberi batasan dengan koefisien permeabilitas. Banyak peneliti telah mengkaji problema permeabilitas dan mengembangkan beberapa rumus. Rumus berikut ini dapat dipandang sebagai sumbangan yang khas. Perumusan tersebut adalah sebagai berikut:

$$x = \frac{1}{\left[\frac{(1-\phi)^2}{n^3} \left[\frac{\theta}{100} \sum \frac{P}{d_m} \right]^2 \right] m} \quad (3.7)$$

dimana x adalah permeabilitas spesifik, m adalah faktor pemadatan $\cong 5$, θ adalah faktor bentuk pasir (6 untuk butiran berbentuk bola dan 7,7 untuk butiran bersudut), ϕ adalah porositas, P adalah persentase pasir yang ditahan antara dua ayakan yang berdekatan (%), dan d_m adalah rata-rata geometrik ukuran dua ayakan yang berdekatan (m).

Porositas juga sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Porositas adalah jumlah atau persentase pori atau rongga dalam total volume batuan atau sedimen. Porositas dapat dibagi menjadi dua yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer adalah porositas yang ada sewaktu bahan tersebut terbentuk sedangkan porositas sekunder dihasilkan oleh retakan-retakan dan alur yang terurai. Pori-pori merupakan ciri batuan sedimen klastik dan bahan butiran lainnya. Pori berukuran kapiler dan membawa air yang disebut air pori. Aliran melalui pori adalah laminar. Kapasitas penyimpanan atau cadangan air suatu bahan ditunjukkan dengan porositas yang merupakan perbandingan volume rongga (V_v) dengan volume total batuan (V), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\phi = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (3.8)$$

dimana ϕ adalah porositas (%), V_v adalah volume rongga (cm^3), dan V adalah volume total batuan (gas, cair, dan padat (cm^3)).

Porositas merupakan angka tak berdimensi biasanya diwujudkan dalam bentuk %. Umumnya untuk tanah normal mempunyai porositas berkisar antara 25% sampai 75% sedangkan untuk batuan yang terkonsolidasi (*consolidated rock*) berkisar antara 0 sampai 10%. Material dengan diameter kecil mempunyai porositas besar, hal ini dapat dilihat dari diameter butiran material. Porositas pada material seragam lebih besar dibandingkan material beragam (*well graded material*).

Lempung mempunyai kerapatan porositas yang tinggi sehingga tidak dapat meloloskan air, batuan yang mempunyai porositas antara 5 – 20 % adalah batuan yang dapat meloloskan air dan air yang melewatinya dapat ditampung.

3.4. Kelistrikan

Dalam mempelajari metode geolistrik, sebaiknya disinggung terlebih dahulu hukum-hukum kelistrikan yang berlaku. Oleh karena itu, akan dijelaskan dasar-dasar kelistrikan yang berlaku secara umum. Salah satu sifat muatan listrik adalah adanya dua jenis muatan yang menurut perjanjiannya diberi nama muatan positif dan muatan negatif. Interaksi antara kedua muatan adalah sebagai berikut: dua muatan yang sejenis (kedua-duanya positif atau negatif) saling tolak-menolak, sedangkan dua muatan yang tidak sejenis akan saling tarik-menarik.

3.4.1. Hukum Coulomb

Dalam mempelajari metode tahanan jenis, sebaiknya disinggung terlebih dahulu hukum-hukum kelistrikan yang berlaku. Salah satu sifat yang terjadi antara dua buah muatan listrik adalah interaksi muatan tersebut. Besarnya gaya

interaksi antara dua muatan listrik telah diselidiki oleh Charles Augustin de Coulomb menghasilkan:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \hat{r} \quad (3.9)$$

dengan \vec{F} adalah vektor gaya Coulomb, Q adalah muatan sumber, q adalah muatan uji, r adalah jarak antara kedua muatan, dan ϵ_0 adalah konstanta permitivitas ruang hampa.

3.4.2. Medan Listrik

Tinjau suatu ruang tertentu yang mula-mula tidak ada muatan di dalamnya, kemudian ke dalam ruangan tersebut dimasukkan muatan q , yang dinamakan muatan uji dan muatan tersebut tidak mengalami gaya apa-apa. Sekarang percobaan diulangi, tetapi di dalam ruangan tersebut diletakkan muatan Q , yang dinamakan muatan sumber. Sekarang muatan uji q dimasukkan kembali ke dalam ruangan tersebut, maka padanya akan bekerja suatu gaya yang disebut gaya Coulomb, dan keadaan ini dikatakan bahwa ruangan tersebut mempunyai medan listrik. Medan listrik q yang ditimbulkan oleh muatan sumber Q adalah,

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r} \quad (3.10)$$

Medan listrik merupakan besaran vektor yang besarnya dapat dihitung dari persamaan tersebut, sedangkan arahnya jika muatan Q positif maka arah medan listrik meninggalkan sumber, kebalikannya bila muatan sumber Q negatif maka arah medan listriknya menuju sumber.

3.4.3. Potensial Listrik

Energi potensial listrik suatu muatan didefinisikan sebagai usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan tersebut dari titik tak berhingga ke titik muatan tersebut berada.

$$U = \int_{\infty}^r \vec{F} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r} \quad (3.11)$$

Sedangkan potensial listrik (V) sendiri didefinisikan sebagai energi potensial persatuan muatan uji.

$$V = \int_{\infty}^r \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} \quad (3.12)$$

3.4.4. Hukum Ohm

Hukum Ohm memberikan gambaran hubungan antara besarnya potensial listrik (V), kuat arus (I), dan besarnya tahanan jenis atau penghantar R , yang dapat dituliskan sebagai,

$$V = R \cdot I \quad (3.13)$$

Sekarang tinjau hubungan antara rapat arus (\vec{J}), medan listrik (\vec{E}), dan potensial listrik (V), dalam notasi skalar $V = r \cdot \vec{E}$ sehingga,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{r}{R} \vec{E} \quad (3.14)$$

rapat arus,

$$\vec{J} = \frac{r}{R \cdot A} \vec{E} \quad (3.15)$$

besaran $\frac{r}{R \cdot A}$ merupakan besaran yang menunjukkan karakteristik suatu bahan penghantar. Besaran ini adalah besaran skalar yang biasa disebut sebagai konduktivitas listrik bahan.

$$\sigma = \frac{r}{R \cdot A} \quad (3.16)$$

Satuannya adalah 1/Ohm meter. Kebalikan dari konduktivitas adalah resistivitas atau biasa disebut dengan tahanan jenis bahan.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{R \cdot A}{r} \quad (3.17)$$

dengan satuan Ohm meter, maka dapat dituliskan sebagai berikut,

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} = \frac{1}{\rho} \vec{E} \quad (3.18)$$

Atau,

$$\vec{E} = \rho \vec{J} \quad (3.19)$$

persamaan ini dikenal sebagai hukum Ohm. Berdasarkan hukum Ohm, hubungan antara kerapatan arus listrik \vec{J} dengan medan listrik \vec{E} , dan konduktivitas medium σ yang dinyatakan sebagai:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (3.20)$$

Untuk medan listrik \vec{E} adalah medan konservatif, maka dapat dinyatakan dalam bentuk gradien potensial V sebagai,

$$\vec{E} = -\nabla V \quad (3.21)$$

sehingga rapat arus listrik \vec{J} dapat dinyatakan oleh,

$$\vec{J} = -\sigma \nabla V \quad (3.22)$$

apabila tidak terdapat sumber muatan yang terakumulasi pada daerah regional, maka,

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \quad (3.23)$$

untuk medium homogen isotropis, maka σ adalah konstanta skalar dalam ruang vektor, sehingga persamaan (3.22) menjadi,

$$\nabla^2 V = 0 \quad (3.24)$$

karena simetri bola, potensial hanya sebagai fungsi jarak r dari sumber, selanjutnya persamaan dapat dinyatakan sebagai,

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dV}{dr} \right) = 0 \quad (3.25)$$

Atau,

$$\frac{d^2 V}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dV}{dr} = 0 \quad (3.26)$$

penyelesaian persamaan tersebut dapat dilakukan dengan integral atau dengan persamaan diferensial. Dengan mengintegrasikan dua kali kita peroleh,

$$V = -\frac{A}{r} + B \quad (3.27)$$

dimana A dan B adalah konstanta integral yang nilainya bergantung pada syarat batas. Oleh karena itu $V = 0$ pada $(r \rightarrow \infty)$ maka diperoleh $B = 0$, jadi potensial listrik mempunyai nilai berbanding terbalik dengan jarak dari titik sumber.

3.4.5. Potensial di Sekitar Titik Arus

3.4.5.1. Potensial di sekitar titik arus di dalam bumi

Dalam model bumi yang homogen isotropis, sebuah elektroda C (x,z) di dalam bumi yang terangkai dengan elektroda lain di permukaan dengan jarak cukup jauh sehingga gangguannya dapat diabaikan. Elektroda C (x,z) dapat dipandang sebagai titik sumber yang memancarkan arus listrik ke segala arah di dalam bumi dengan hambatan jenis ρ . Equipotensial di setiap titik di dalam bumi membentuk permukaan bola dengan jari-jari r . Arus listrik keluar secara radial dari titik arus (elektroda C), sehingga jumlah arus yang keluar melalui permukaan bola A dengan jari-jari r adalah,

$$I = 4\pi r^2 J = -4\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -4\pi \sigma A \quad (3.28)$$

dari persamaan (3.27) dapat ditulis,

$$A = -\frac{I\rho}{4\pi} \quad (3.29)$$

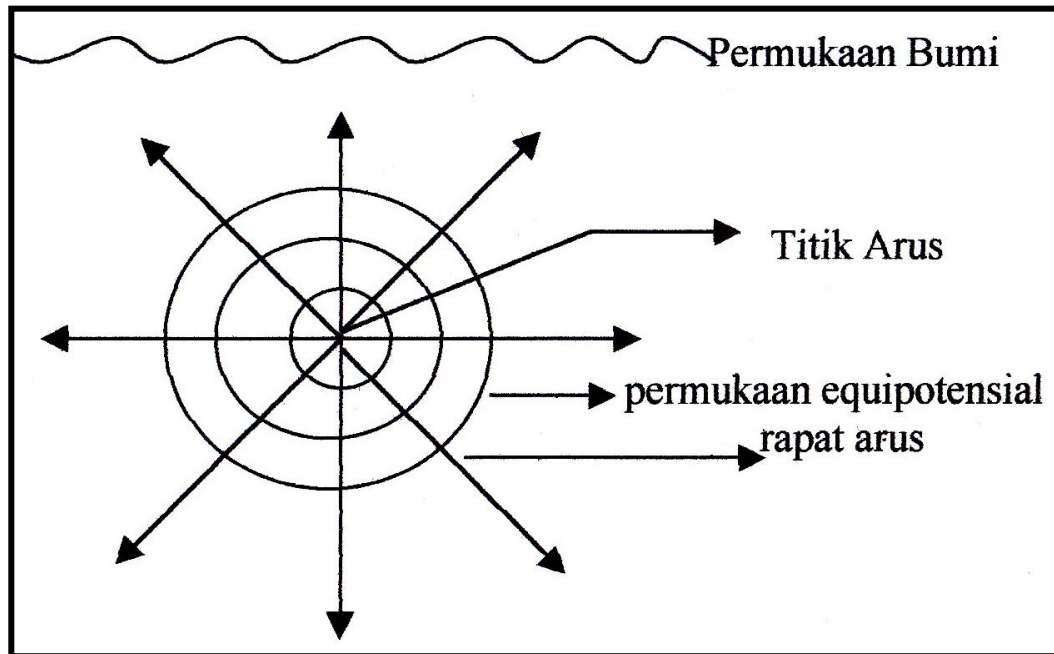
sehingga diperoleh,

$$V = \left(\frac{I\rho}{4\pi}\right) \frac{1}{r} \quad (3.30)$$

atau

$$\rho = \frac{4\pi r V}{I} \quad (3.31)$$

dengan ρ adalah tahanan jenis dengan satuan Ohm meter.



Gambar 3.2. Potensial di sekitar titik arus di dalam bumi
(Hendrajaya dan Arif, 1988).

3.4.5.2. Potensial di sekitar titik arus di permukaan bumi

Misalkan titik elektroda C terletak di permukaan bumi homogen isotropis dan udara di atasnya dianggap memiliki konduktivitas nol. Kembali lagi seperti kasus sebelumnya bahwa elektroda tersebut terangkai dengan elektroda lain yang berada pada titik yang sangat jauh. Dari titik elektroda C diinjeksikan arus I ke dalam bumi. Dalam hal ini arus mengalir melalui permukaan setengah bola menjadi,

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (3.32)$$

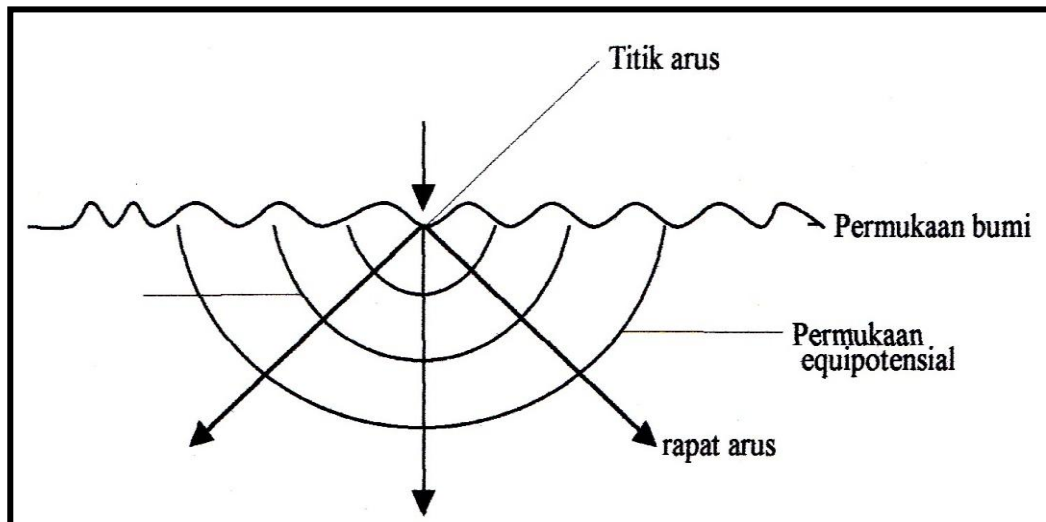
dengan demikian konstanta integrasi A untuk setengah bola adalah,

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (3.33)$$

sehingga diperoleh,

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r} \quad (3.34)$$

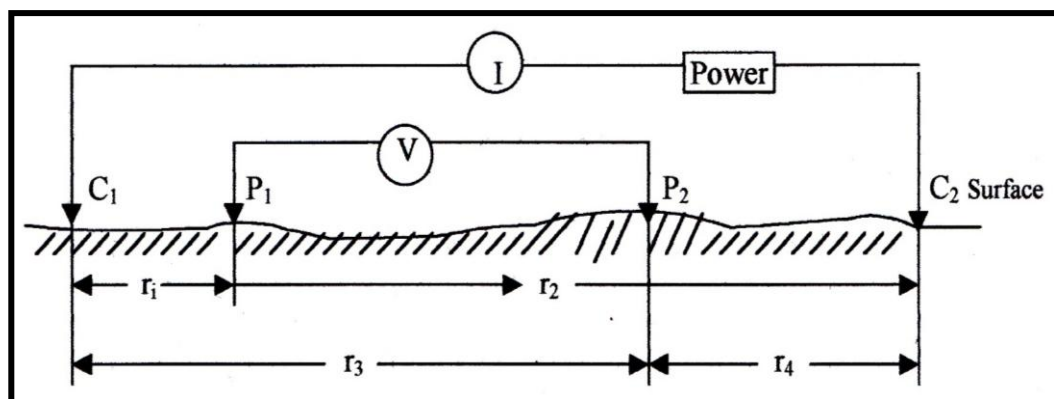
Persamaan (3.33) ini merupakan persamaan equipotensial permukaan setengah bola yang tertanam seperti Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3. Potensial titik arus di permukaan bumi (Hendrajaya dan Arif, 1988).

3.4.5.3. Potensial listrik oleh dua sumber arus di permukaan

Bila jarak antara dua elektroda arus tidak terlalu besar, potensial di setiap titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut.



Gambar 3.4. Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial di permukaan tanah homogen isotropis pada tahanan jenis ρ .

Potensial pada P_1 yang disebabkan elektroda C_1 yaitu,

$$V_1 = -\frac{A_1}{r_1}, \text{ dimana } A_1 = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (3.35)$$

sama halnya dengan potensial pada P_2 karena elektroda C_2 adalah,

$$V_2 = -\frac{A_2}{r_2}, \text{ dimana } A_2 = \frac{I\rho}{2\pi} = -A_1 \quad (3.36)$$

(saat arus yang masuk pada kedua elektroda adalah sama dan berlawanan arah).

Oleh karenanya, kita memiliki,

$$V_1 + V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (3.37)$$

akhirnya, dengan memasukkan elektroda potensial kedua di P_2 , kita dapat menghitung potensial antara P_1 dan P_2 , yang akan menjadi:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (3.38)$$

dan,

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3.39)$$

$$\text{dengan } K = \frac{2\pi}{\left\{ \frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right\}} = \frac{2\pi}{\left\{ \frac{1}{(y-x)} - \frac{1}{(y+x)} - \frac{1}{(y+x)} + \frac{1}{(y-x)} \right\}}$$

dimana $AB/2 = y$ dan $MN/2 = x$, karena $y \gg x$, maka $K = \frac{\pi}{2x} (y^2 - x^2)$, sehingga,

$$K = \pi \left\{ \frac{(Ab/2)^2}{MN} - \frac{MN}{4} \right\} \quad (3.40)$$

sehingga,

$$\rho = \pi \left\{ \frac{(AB/2)^2}{MN} - \frac{MN}{4} \right\} \frac{\Delta V}{I} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{AB - MN^2}{MN} \right) \frac{\Delta V}{I} \quad (\text{Soengkono, 1997}) \quad (3.41)$$

3.5. Konsep Resistivitas Semu

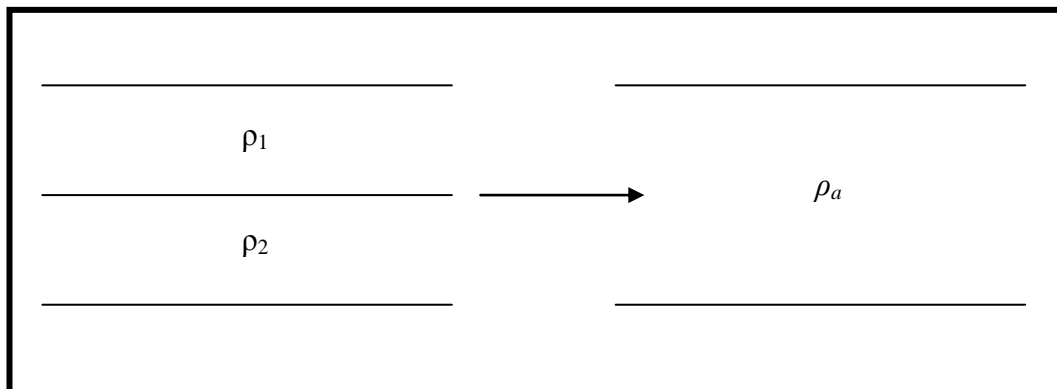
Pada metode resistivitas ini diasumsikan bahwa bumi bersifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung pada elektroda. Pada kenyataannya, bumi ini terdiri dari lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar. Resistivitas semu ini dirumuskan dengan persamaan,

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3.42)$$

dimana ρ_a adalah resistivitas semu (Ohm meter), K adalah faktor geometri, ΔV adalah beda potensial (Volt), dan I adalah kuat arus (Ampere).

Pada kenyataannya, bumi merupakan medium berlapis dengan masing-masing lapisan mempunyai harga resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau, seperti Gambar 3.5. Medium berlapis yang ditinjau terdiri dari dua lapisan dengan resistivitas berbeda (ρ_1 dan ρ_2) dianggap medium satu lapis homogen yang mempunyai satu harga resistivitas, yaitu resistivitas semu ρ_a dengan konduktansi masing-masing lapisan:

$$\sigma_a = \sigma_1 + \sigma_2 \quad (3.43)$$



Gambar 3.5. Konsep resistivitas semu pada medium berlapis.

3.6. Resistivitas Batuan

Harga tahanan jenis batuan tergantung pada macam-macam materialnya, densitas, porositas, ukuran dan bentuk pori-pori batuan, kandungan air, serta kualitas dan suhu. Dengan demikian tidak ada kepastian harga tahanan jenis untuk setiap macam batuan pada akuifer yang terdiri dari material lepas. Variasi resistivitas material bumi ditunjukkan oleh Tabel 3.1. dan Tabel 3.2.

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Udara	~
Pirit	3×10^{-1}
Galena	2×10^{-3}
Kwarsa	4×10^{10} s.d. 2×10^{-14}
Kalsit	1×10^{12} s.d. 1×10^{13}
Batuan Garam	30 s.d. 1×10^{13}
Mika	9×10^{12} s.d. 1×10^{14}
Basalt	10 s.d. 1×10^7
Batuan Gamping	50 s.d. 1×10^7
Batuan Pasir	1 s.d. 1×10^8
Batuan Serpih	20 s.d. 1×10^3
Dolomit	10^2 s.d. 10^4
Pasir	1 s.d. 10^3
Lempung	1 s.d. 10^2
Air Tanah	0,5 s.d. 3×10^2
Air Laut	0,2

Tabel 3.1. Nilai resistivitas material bumi (batuan dan mineral) (Telford, 1974).

Material	Resistivitas (Ωm)
Batuan Beku dan Metamorf	
Basalt	$10^3 - 10^6$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Marble	$10^2 - 2,5 \times 10^8$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$
Batuan Sedimen	
Sandstone	10 – 200
Shale	$20 - 2 \times 10^3$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$
Tanah dan Air	
Clay	1 – 10
Alluvium	10 – 800
Groundwater (fresh)	10 – 100
Sea Water	0,2

Tabel 3.2. Nilai resistivitas batuan, tanah dan mineral (Loke, 1990)

Material lepas ini mempunyai harga tahanan jenis yang berkurang apabila makin besar kandungan air tanahnya atau makin besar kandungan garamnya (misal air asin). Mineral lempung bersifat menghantarkan arus listrik sehingga harga tahanan jenis akan kecil (Nurhakim, 2006).

3.7. Geolistrik Tahanan Jenis

Geolistrik merupakan alat yang dapat diterapkan untuk beberapa metode geofisika, prinsip kerja metode ini adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi (buatan). Metode geofisika tersebut di antaranya adalah metode potensial diri, metode arus telurik, magnetotelurik, elektromagnetik, IP (*Induced Polarization*), dan resistivitas (tahanan jenis) (Wuryantoro, 2007).

Dari sekian banyak metode geofisika yang diterapkan dalam geolistrik, metode tahanan jenis adalah metode yang paling sering digunakan. Metode ini pada prinsipnya bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus sehingga menimbulkan beda potensial. Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial (Reynold, 1997).

Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat digunakan untuk menurunkan variasi harga tahanan jenis lapisan dibawah titik ukur (*sounding point*).

Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda arus dan potensialnya, dikenal beberapa jenis metode geolistrik tahanan jenis, antara lain metode Schlumberger, metode Wenner dan metode *Dipole Sounding*. Metode ini lebih efektif dan cocok digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, karena jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 kaki atau 1500 kaki. Pada metode tahanan jenis konfigurasi Schlumberger, bumi diasumsikan sebagai bola padat yang mempunyai sifat homogen isotropis. Dengan asumsi ini, maka seharusnya resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak bergantung atas spasi elektroda, namun pada kenyataannya bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, tetapi beberapa lapisan. Hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar.