

Metode Geolistrik (Tahanan Jenis)

Kata kunci : Pemodelan Inversi, Resistivitas, Tahanan Jenis.

Metode geolistrik merupakan metode geofisika yang mempelajari sifat kelistrikan di bawah permukaan Bumi untuk menentukan keadaan di bawah permukaan Bumi. Metode geolistrik memanfaatkan *direct currents* (DC) atau *alternating currents* (AC) berfrekuensi rendah untuk menginvestigasi sifat kelistrikan di bawah permukaan Bumi^[1]. Berdasarkan jenis sifat aliran listrik, metode geolistrik terdiri dari metode resistivitas atau tahanan jenis, metode *Induced Polarization* (IP), dan metode *Self-Potential* (SP). Metode resistivitas digunakan untuk studi diskontinuitas horizontal dan vertikal dari sifat kelistrikan di bawah permukaan dan deteksi tiga dimensi dari anomali konduktivitas listrik^[1].

Prinsip kerja metode tahanan jenis, yaitu berdasarkan hukum Ohm^[1]. Pada pengukuran metode tahanan jenis digunakan empat elektroda, yaitu dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Arus listrik diinjeksikan ke dalam Bumi melalui elektroda-elektroda arus yang ditancapkan pada titik di permukaan tanah dan kemudian diukur respon tegangannya melalui elektroda-elektroda potensial^[2]. Bumi dianalogikan sebagai hambatan, sehingga yang mempengaruhi resistansi Bumi adalah resistivitas batuan. Hubungan beda tegangan yang terukur, arus yang diinjeksikan, resistansi, serta resistivitas batuan, yaitu sebagai berikut.

$$V = IR \quad (1)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

V : beda tegangan yang terukur alat

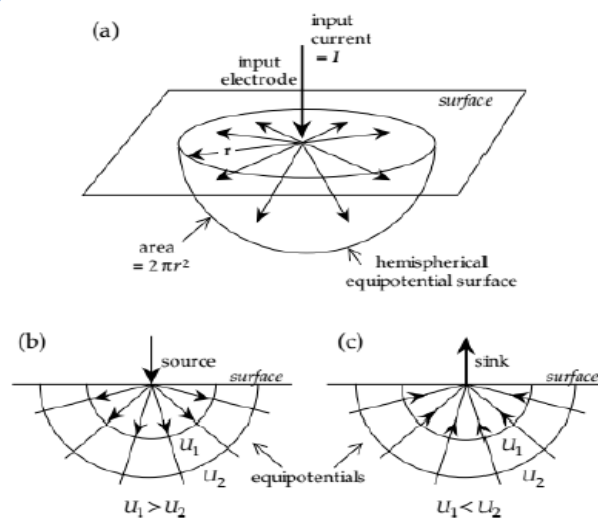
I : kuat arus yang diinjeksikan

R : resistansi batuan

ρ : resistivitas batuan

L : panjang lintasan Bumi yang diukur

A : luas permukaan yang dilalui arus



Gambar 1. Ilustrasi perambatan arus yang diinjeksikan ke dalam Bumi

Pada metode resistivitas atau tahanan jenis, sifat kelistrikan yang dipelajari adalah resistivitas batuan. Semakin rendah nilai resistivitas suatu lapisan batuan, maka lapisan batuan tersebut semakin mudah menghantarkan arus listrik. Resistivitas sebenarnya merupakan resistivitas untuk tiap-tiap lapisan bawah permukaan atau resistivitas Bumi tak homogen^[2]. Resistivitas semu merupakan resistivitas Bumi yang dianggap homogen dan ekuivalen dengan medium tak homogen^[2]. Bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda, sehingga resistivitas yang terukur bukan untuk satu lapisan saja. Resistivitas semu dapat ditentukan sebagai berikut.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

$$K = 2\pi r \quad (4)$$

Keterangan:

ρ_a : resistivitas semu

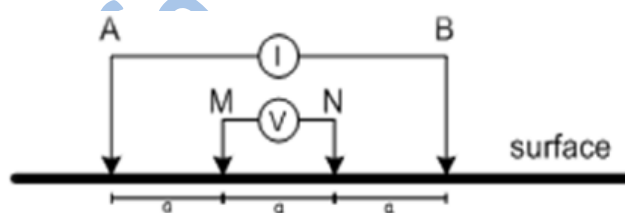
K : faktor geometri

ΔV : beda tegangan yang terukur alat

I : kuat arus yang diinjeksikan

r : jarak antar titik pengamatan

Faktor geometri (K) merupakan faktor koreksi letak atau konfigurasi elektroda arus dan potensial^[2]. Pada metode tahanan jenis, terdapat beberapa konfigurasi susunan elektroda, diantaranya yaitu konfigurasi Wenner, Schlumberger, dan dipol-dipol^[3]. Pada konfigurasi Wenner, elektroda arus dan potensial ditempatkan pada jarak yang sama^[3]. Konfigurasi Wenner baik digunakan untuk menentukan struktur resistivitas bawah permukaan secara lateral. Konfigurasi Wenner dan faktor geometrinya, yaitu sebagai berikut.



Gambar 2. Konfigurasi elektroda Wenner

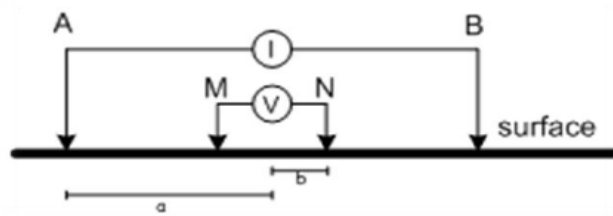
$$K = 2\pi a \quad (5)$$

Keterangan:

K : faktor geometri

a : parameter konfigurasi Wenner

Pada konfigurasi Schlumberger, elektroda arus ditempatkan lebih jauh dari elektroda potensial^[3]. Konfigurasi Schlumberger dapat digunakan untuk menentukan struktur kedalaman pada suatu titik (*sounding*). Konfigurasi Schlumberger dan faktor geometrinya, yaitu sebagai berikut.



Gambar 3. Konfigurasi elektroda Schlumberger

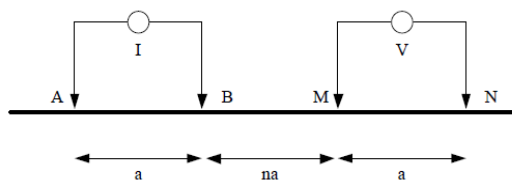
$$K = \frac{\pi(a^2 - b^2)}{2b} \quad (6)$$

Keterangan:

K : faktor geometri

a, b : parameter konfigurasi Schlumberger

Pada konfigurasi dipol-dipol, elektroda potensial ditempatkan jauh dari elektroda arus^[3]. Konfigurasi dipol-dipol baik digunakan apabila kondisi topografi daerah penyelidikan cukup bervariasi. Konfigurasi dipol-dipol dan faktor geometrinya, yaitu sebagai berikut.



Gambar 4. Konfigurasi elektroda dipol-dipol

$$K = n\pi a(n + 1)(n + 2) \quad (7)$$

Keterangan:

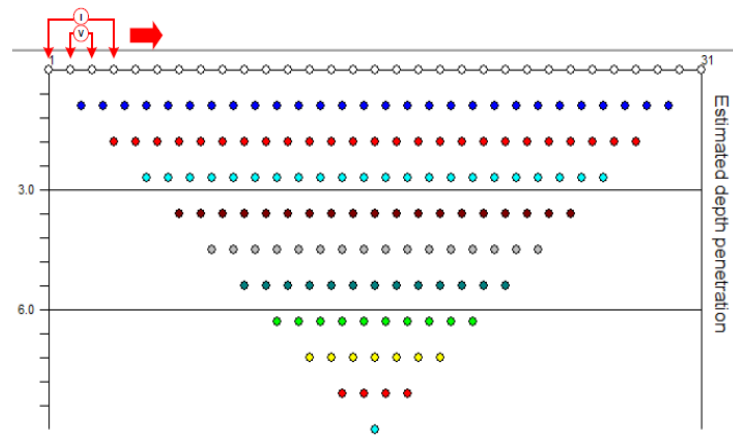
K : faktor geometri

n, a : parameter konfigurasi dipol-dipol

Pemodelan ke depan (*forward modelling*) merupakan proses pemodelan data yang teramati di permukaan Bumi jika besaran fisis bawah permukaan diketahui^[4]. Pemodelan ke depan pada metode tahanan jenis, yaitu pemodelan arus dan tegangan untuk dibandingkan dengan arus dan tegangan yang diperoleh di lapangan. Pemodelan inversi (*inverse modelling*) merupakan kebalikan dari pemodelan ke depan, yaitu proses penentuan besaran fisis bawah permukaan dari data lapangan^[4]. Pemodelan inversi pada metode tahanan jenis, yaitu mengubah data lapangan berupa resistivitas semu menjadi besaran fisis bawah permukaan yaitu resistivitas sebenarnya, kedalaman, dan posisi.

Pemodelan metode tahanan jenis dapat dilakukan dengan menggunakan *software* Res2dinv. Pemodelan ke depan pada *software* Res2dinv memanfaatkan model dua dimensi yang membagi bawah permukaan Bumi menjadi sejumlah blok persegi panjang dengan menggunakan metode *finite-different*.

Resistivitas setiap blok persegi panjang menghasilkan *pseudosection* resistivitas semu yang sama dengan pengukuran sebenarnya. Kedalaman setiap lapisan dapat ditentukan secara manual.



Gambar 5. Contoh stacking chart

Prinsip pemodelan inversi pada *software* Res2dinv, yaitu meminimumkan perbedaan antara nilai resistivitas semu terukur di lapangan dan resistivitas semu perhitungan dengan menyesuaikan blok model. Pemodelan inversi bertujuan untuk memperoleh nilai *error* RMS yang kecil. *Error* RMS menyatakan perbedaan resistivitas semu terukur dan resistivitas semu perhitungan, yang dapat ditentukan sebagai berikut.

$$E_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{g(m) - d}{d} \right)^2} \quad (8)$$

Keterangan:

E_{RMS} : *error* RMS (*root mean square*)

N : jumlah data lapangan

m : model

d : data

Proses inversi pada *software* Res2dinv berdasarkan metode *least-square* (LS) dengan konstrain *smoothness*. Metode *least-square* adalah pencarian model optimum dengan kriteria kesalahan kuadrat terkecil^[4]. Terdapat beberapa opsi dalam proses iterasi dengan metode LS. Opsi pertama yaitu dengan metode Quasi-Newton, opsi kedua yaitu dengan metode Gauss-Newton, dan opsi ketiga yaitu iterasi pertama dengan metode Quasi-Newton dan iterasi selanjutnya dengan metode Gauss-Newton.

Resistivitas bawah permukaan hasil pemodelan inversi digunakan untuk menentukan fitur geologi di bawah permukaan Bumi. Grafik nilai resistivitas referensi terlampir pada lampiran A.

Referensi

[1] Kearey, P., et.al. 2002. *An Introduction to Geophysical Exploration 3rd Ed.* Germany: Blackell Science Ltd.
 [2] *Metode Geolistrik Tahanan Jenis.* Dari www.geocis.net, 10 April 2017.

- [3] Telford, W.M., et.al. 1990. *Applied Geophysics 2nd Ed.* United Kingdom: Cambridge University Press.
- [4] Grandis, Hendra. 2009. *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Bandung: Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).

hatscismifa.wordpress.com