

Forward Modeling Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner 1-D

NUR FAIZIN^{1,*}, LILIK HENDRAJAYA²⁾

¹⁾ Program Studi Pascasarjana Fisika Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesa 10 Bandung 40132
E-mail: payizin@gmail.com

²⁾ Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesa 10 Bandung 40132
E-mail: lilik.hendrajaya@gmail.com

^{*}) PENULIS KORESPONDEN

ABSTRAK: Metode geolistrik merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengetahui lapisan bumi berdasarkan sifat kelistrikkannya. Secara umum, metode geolistrik dikenal tiga macam konfigurasi yaitu konfigurasi Wenner, Schlumberger, dan dipole-dipole. Dalam penelitian ini telah dilakukan forward modeling untuk konfigurasi Wenner 1-D untuk dua dan tiga lapisan bumi. Proses pemodelan dilakukan dengan menggunakan software MATLAB R2009a. Setelah hasil yang diperoleh dari proses pemodelan dibandingkan dengan kurva referensi yang sudah ada ternyata sudah sesuai. Hal ini menunjukkan bahwa proses forward modeling yang telah dilakukan sudah benar.

Kata Kunci: Geolistrik, Wenner, Forward Modeling.

PENDAHULUAN

Dengan bertambahnya penduduk setiap tahunnya akan berdampak pada peningkatan kebutuhan air dalam rumah tangga. Selain itu, saat musim kemarau banyak daerah yang mengalami kekeringan. Sehingga perlu dilakukan survai pada lapisan bumi untuk mencari sumber air tanah.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi bawah permukaan lapisan tanah dengan cara mengalirkan arus DC bertegangan tinggi (Sudaryo, 2008). Secara umum, metode geolistrik dibagi menjadi tiga konfigurasi yaitu konfigurasi Wenner, Schlumberger, dan Dipole-dipole. Metode ini dimodelkan dengan menggunakan persamaan resistivitas semu lapisan bumi (Chave *et al.*, 1991).

Proses *forward modeling* pada penelitian ini menggunakan software MATLAB R2009a. Pemodelan yang telah dilakukan menggunakan konfigurasi Wenner. Pemodelan dengan menggunakan konfigurasi Wenner telah berhasil dilakukan untuk dua dan tiga lapisan bumi.

METODE PENELITIAN

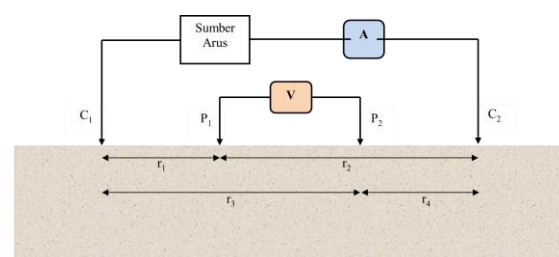
Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi yang umum

digunakan dalam survai geolistrik. Dalam konfigurasi Wenner, perbandingan jarak antar elektroda arus adalah tiga kali jarak antar elektroda potensial. Saat melakukan perubahan jarak elektroda arus, elektroda potensial harus tetap memiliki perbandingan yang sama seperti awal.

Contoh konfigurasi Wenner dapat ditunjukkan pada Gambar 1. C_1 dan C_2 merupakan elektroda arus. Sedangkan P_1 dan P_2 adalah elektroda potensial. Perbandingan jarak antara r_2 dengan r_1 adalah dua kalinya begitu pula r_4 dengan r_3 .

Konfigurasi Wenner bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah. Arus listrik yang diinjeksikan akan menghasilkan keadaan equipotensial yang berbentuk setengah bola. Keadaan equipotensial ini sesuai dengan persamaan Laplace,

$$\nabla^2 V = 0 \quad (1)$$



Gambar 1. Konfigurasi Wenner.

Akibat dari bumi yang berlapis, maka perubahan equipotensial searah dengan kedalaman bumi (z). Persamaan (1) akan memberikan solusi dalam bentuk fungsi Bessel dalam koordinat silinder yang berbentuk,

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \int_0^\infty K_1(\lambda)J_0(\lambda r)d\lambda, \quad (2)$$

dimana ρ_1 adalah resistivitas lapisan pertama, λ adalah variabel dari integrasi, $K_1(\lambda)$ adalah Fungsi Slichters Kernel yang bergantung pada parameter lapisan, dan $J_0(\lambda)$ adalah fungsi Bessel orde ke-nol (Mattice, 2011). Dengan menyelesaikan fungsi Bessel pada persamaan (2) dan berdasarkan pada Gambar 1 maka beda potensial antar elektrodanya dapat diekspresikan sebagai berikut,

$$\Delta V = \frac{I\rho_1}{\pi a} \left\{ \frac{1}{2} + 2 \sum_{m=1}^{\infty} k^m \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4m^2 z^2}{a^2}}} - \frac{1}{\sqrt{4 + \frac{4m^2 z^2}{a^2}}} \right] \right\}, \quad (3)$$

dimana k adalah koefisien refleksi yaitu $k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$, m merupakan banyaknya lapisan bumi yang ditinjau. Resistivitas semu dari lapisan bumi dapat dituliskan,

$$\rho_r = 2\pi r \frac{\Delta V}{I}. \quad (4)$$

dimana $r = a$. Jika kita substitusikan persamaan (3) ke persamaan (4) maka diperoleh,

$$\rho_a = \rho_1 \left\{ 1 + 4 \sum_{m=1}^{\infty} k^m \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4m^2 z^2}{a^2}}} - \frac{1}{\sqrt{4 + \frac{4m^2 z^2}{a^2}}} \right] \right\}. \quad (5)$$

Persamaan (5) merupakan bentuk persamaan resistivitas semu untuk konfigurasi Wenner dua lapis. Untuk model dua lapis dianggap bahwa lapisan kedua memiliki ketebalan tak hingga (Sharma *et al.* 2013). Sedangkan untuk

pemodelan tiga lapis, lapisan ketiga dianggap memiliki ketebalan tak hingga. Resistivitas semu untuk tiga lapis dapat dituliskan,

$$\rho_a = \rho_1 \left\{ 1 + 4 \sum_{m=1}^{\infty} b_m \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4m^2 z^2}{a^2}}} - \frac{1}{\sqrt{4 + \frac{4m^2 z^2}{a^2}}} \right] \right\}, \quad (6)$$

dimana b_m adalah koefisien refleksi yang diperoleh dengan cara rekursi (Bhattacharya, 1968). Proses *forward modeling* dilakukan untuk persamaan (5) dan (6).

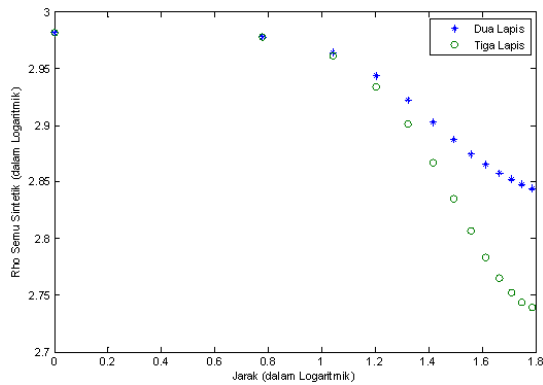
Algoritma pada proses *forward modeling* dapat dituliskan sebagai berikut,

- Penentuan parameter awal yaitu ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 dan z , pada resistivitas semu.
- Memplotkan resistivitas semu dalam 1-D.
- Hasil *forward modeling* dibandingkan dengan kurva standar.

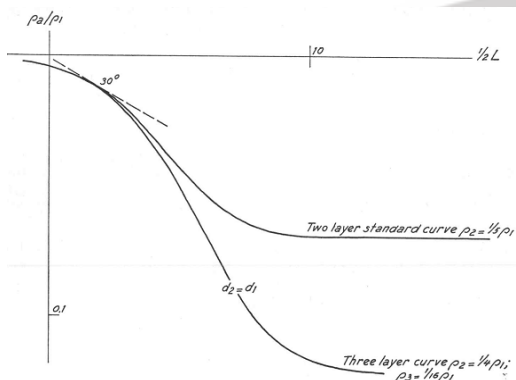
Proses *forward modeling* dalam penelitian ini menggunakan software MATLAB R2009a. Perbandingan nilai parameter-parameter untuk dua lapis adalah $\rho_1 = 5$ ρ_2 dengan kedalaman $z = 15$ m, sedangkan untuk tiga lapis adalah $\rho_1 = 4$ ρ_2 dan $\rho_1 = 16 \rho_3$ dengan kedalaman $z = 15$ m. Selanjutnya hasil *forward modeling* yang diperoleh dari proses pemodelan dibandingkan dengan referensi yang sudah ada. Jika hasil *forward modeling* sudah sesuai dengan referensi maka proses pemodelan yang telah dilakukan sudah benar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemodelan berupa plot resistivitas semu terhadap perubahan jarak elektroda. Nilai resistivitas semu dan jarak elektroda disajikan dalam skala logaritmik. Hal ini bertujuan untuk mengefektifkan dalam penyajian data. Hasil pengeplotan *forward modeling* untuk dua lapis dan tiga lapis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Forward Modeling Dua Lapis dan Tiga Lapis.



Gambar 3. Kurva Standar untuk Dua dan Tiga Lapis (Hoeven, 1964)

Gambar 3 menunjukkan kurva standar untuk dua dan tiga lapis. Kurva ini berlaku hanya untuk ketebalan lapisan pertama dan kedua sama. Nilai resistivitas semu akan berbeda jauh saat jarak elektrodanya semakin membesar.

Plot dari resistivitas semu pada Gambar 2 dibandingkan dengan plot kurva standar yang ditunjukkan pada Gambar 3. Jika kita tinjau dari gambar yang diperoleh, plot resistivitas semu pada Gambar 2 mengindikasikan adanya kesesuaian dengan kurva standar. Hal ini didasarkan pada hasil plot untuk jarak elektroda 0 sampai 1,25 dalam skala logaritmik kurva dua lapis dengan tiga lapis saling berimpit, sedangkan untuk jarak elektroda di atas 1,25 perbedaan keduanya semakin jelas.

Nilai resistivitas semu saat jarak elektrodanya minimum (nol) untuk dua dan tiga lapis sama yaitu sekitar 2,98. Sedangkan untuk jarak maksimum 1,8 (skala logaritmik) diperoleh nilai 2,84 untuk dua lapis dan 2,74 untuk tiga lapis.

Dari hasil *forward modeling* diperoleh gambaran yaitu dengan memperbesar jarak elektroda maka semakin jelas adanya perubahan resistivitas semu atau terjadi anomali. Sebaliknya jika jarak elektrodanya kecil maka anomali dari lapisan bumi kecil juga atau bahkan tidak ada anomali. Hal ini dikarenakan untuk jarak elektroda yang kecil, lapisan bumi bersifat homogen.

KESIMPULAN

Hasil dari *forward modeling* untuk dua dan tiga lapisan bumi diperoleh kurva resistivitas semu yang sesuai dengan kurva standar dari referensi. Saat jarak elektrodanya relatif kecil kurva dua lapis dengan tiga lapis saling berimpit, sedangkan untuk jarak elektroda yang semakin besar, kurva resistivitas semunya semakin berbeda.

DAFTAR RUJUKAN

- Bhattacharya, P. (2012). *Direct current geoelectric sounding: Principles and interpretation* (Vol. 9). Elsevier.
- Chave, A. D., Constable, S. C., & Edwards, R. N. (1991). Electrical exploration methods for the seafloor. *Electromagnetic methods in applied geophysics*, 2, 931-966.
- Mattice, M. D. (2011). *Geothermal and ground water exploration on Maui, Hawaii, by applying dc electrical soundings* (Doctoral dissertation, University of Hawaii at Manoa).
- Sharma, S. P., & Biswas, A. (2013). A practical solution in delineating thin conducting structures and suppression problem in direct current resistivity sounding. *Journal of Earth System Science*, 122(4), 1065-1080.
- Sudaryo, B., & Rohima, S. A. (2008). *Pengolahan data geolistrik dengan metode Schlumberger*. (Vol. 2), 0852-1697.
- Van der Hoeven, F. G. (1964). *Interpretation of geoelectric resistivity curves* (Doctoral dissertation, TU Delft, Delft University of Technology).