Jurnal Penelitian Sains ; hal 43 - 51
No.5. April 1999 ISSN: 1410-7058

PENENTUAN POLA DISTRIBUSI TAHANAN JENIS UNTUK BENDA VERTIKAL YANG TERTANAM DI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN PROGRAM RES2DINV

Frinsyah Virgo
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Penelitian ini telah berhasil membuat suatu model fisis untuk salah satu analogi bentuk benda vertikal yang tertanam di bawah permukaan bumi. Model fisis tersebut berupa sebuah bak kaca yang diisi dua lapisan tanah lempung dengan tahanan jenis berbeda, di mana di antara dua lapisan tersebut ditanam benda anomali berbentuk silinder berongga yang terbuat dari tanah lempung. Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam pengukuran menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Kemudian untuk melihat pola distribusi tahanan jenis dalam arah lateral dan per level kedalaman, maka digunakan 8 buah lintasan pengukuran dengan spasi elektroda 5 cm. Pengolahan dan analisa data menggunakan program Res2dinv. Hasil penelitian menunjukan bahwa letak dan posisi benda vertikal di bawah permukaan belum dapat ditentukan ssecara akurat, hal ini disebabkan karena pola kontur distribusi tahanan jenis dalam arah vertikal yang terbentuk tidak menutup.

Kata kunci : Res2dinv, model fisis, benda vertikal, konfigurasi elektroda.

PENDAHULUAN

Program Res2dinv adalah program inversi yang banyak digunakan dalam pengolahan dan interpretasi data tahanan jenis berdasarkan pengukuran dua dimensi (Loke, 1999a). Pemanfaatan program ini telah banyak digunakan dalam pengukuran skala lapangan (Loke, 1999b). Akan tetapi dalam pengukuran skala laboraturium, pemanfaatan program ini masih jarang dilakukan.

Berdasarkan uraian di atas, dirasakan perlu untuk menguji pemanfaatan program tersebut dalam skala yang lebih kecil, misalnya dalam skala laboraturium untuk penentuan distribusi tahanan jenis yang terjadi akibat adanya benda yang tertanam di bawah permukaan.

Penelitian ini bertujuan membuat suatu pemodelan fisis untuk menguji kehandalan penggunaan program tersebut, dalam hal ini permasalahan yang diambil adalah penentuan distribusi tahanan jenis akibat adanya benda vertikal yang tertanam di bawah permukaan. Model fisis yang dibuat berupa bak kaca yang diisi tanah lempung dan di dalamnya ditanam benda anomali berbentuk silinder berongga. Benda tersebut digunakan sebagai analogi dari bentuk benda vertikal tersebut. Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam pengukuran adalah konfigurasi Wenner-Schulumberger.

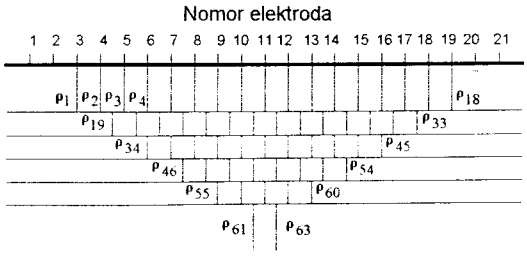
Tujuan penelitian adalah menguji kehandalan program Res2dinv dalam mengetahui pola distribusi tahanan jenis semu yang terjadi akibat adanya benda vertikal yang tertanam di bawah permukaan.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk keperluan pratikum geofisika di kalangan mahasiswa.

TEORI

Metoda inversi tahanan jenis menurut Loke (1995) secara umum dibagi menjadi tiga langkah. Langkah pertama adalah menghitung nilai tahanan jenis semu berdasarkan model yang digunakan, umumnya dilakukan dengan menggunakan metoda beda-hingga atau elemen-hingga. Langkah kedua adalah menghitung matriks Jacobian **J** dari turunan parsial. Langkah ketiga adalah mencari solusi dari sistim persamaan linier yang digunakan.

Jika diasumsikan model yang digunakan dalam inversi tahanan jenis 2-D terdiri dari sejumlah blok-blok persegi-panjang dari tahanan jenis konstan (Gambar 1), maka digunakan pendekatan konvensional yaitu menggunakan metoda optimasi iterasi nonlinier untuk menentukan tahanan jenis dari blok-blok tersebut. Metoda *least square smoothness-constrained* dapat digunakan untuk menentukan tahanan jenis dari blok-blok persegi-panjang (parameter model) yang akan meminimumkan perbedaan antara nilai tahanan jenis semu yang terukur dan terhitungnya.



Gambar 1. Susunan blok-blok yang digunakan dalam model 2-D

Persamaan *least square smoothness-constrained* yang digunakan adalah:

$$(\mathbf{J}^T \mathbf{J} + \lambda \delta^T \delta)\, \mathbf{p} = \mathbf{J}^T \mathbf{g} \qquad (1)$$

dimana **J** adalah matriks Jacobian dari turunan parsial tiap-tiap blok, λ adalah faktor redaman (*damping factor*), **g** adalah vektor ketidakcocokan (*discrepancy*) yang mengandung perbedaan logaritmik antara nilai tahanan jenis semu hasil pengukuran dan hasil perhitungan. Sedangkan **p** adalah vektor koreksi untuk parameter model. δ adalah vektor filter *flatness* 2-D yang digunakan untuk memperhalus gangguan pada parameter model menjadi beberapa nilai konstan. Amplitudo elemen dari matriks δ akan meningkat 10 % pada setiap peningkatan kedalaman blok untuk menstabilkan proses inversi. Logaritma nilai tahanan jenis model digunakan di dalam perhitungan vektor koreksi model.

Tujuan dari inversi ini adalah untuk menghitung tahanan jenis dari blok-blok sehingga akan menghasilkan *pseudosection* tahanan jenis semu yang cocok dengan hasil pengukuran. Ketebalan lapisan pertama untuk konfigurasi Wenner dan Schlumberger, blok diset pada 0.5 kali spasi elektroda. Sedangkan untuk konfigurasi pole-pole, dipole-dipole dan pole-dipole, ketebalan diset masing-masing pada 0.9, 0.3 dan 0.6 kali spasi elektroda. Selanjutnya untuk setiap penambahan kedalaman, ketebalan akan meningkat 10% atau 25% dikali kedalaman sebelumnya.

METODOLOGI PENELITIAN

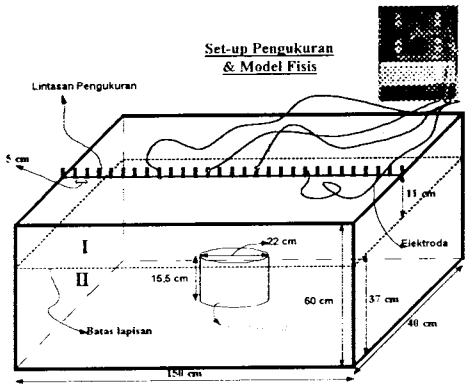
Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah bak kaca, resistivity meter (UNILAP GEO – NORMA), batere alkaline sebagai sumber arus DC, 31 elektroda kawat tembaga (berdiameter 2,5 mm dan panjang 8 cm), kabel konektor, meteran, kertas milimeter blok, tanah lempung dan benda anomali (terbuat dari tanah lempung jenis *Eastonwire*, berbentuk silinder berongga, dengan ukuran

diameter adalah 22 cm dan tingginya adalah 15.5 cm).

Set-up Model Fisis

Pemodelan menggunakan bak kaca berukuran panjang, lebar tan tinggi masing-masing 2 m, 1.6 m dan 0.6 m. Bak kaca ini diisi tanah lempung sebagai medium. Lapisan bawah meliliki tebal 37 cm dengan tahanan jenis 215 Ωm dan lapisan atas memiliki tebal 11 cm dengan tahanan jenis 8,25 Ωm. Benda anomali (silinder berongga) mempunyai tahanan jenis 4600 Ωm, ditanam dengan posisi 90° (vertikal) terhadap lintasan pengukuran pada kedalaman 22.5 cm. Panjang lintasan yang digunakan adalah 150 cm dengan spasi elektroda 5 cm. Set-up peralatan dan model fisis dapat dilihat pada gambar (3.2) di bawah ini.



Gambar 2. Set-up peralatan pengukuran dan model fisis yang digunakan.

Pengukuran

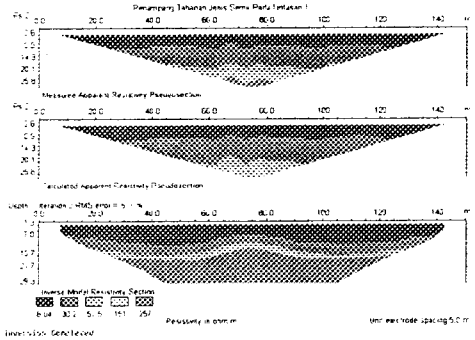
Pengukuran dilakukan pada 8 buah lintasan. Jarak antara lintasan yang dibuat adalah sebagai berikut: Jarak antara lintasan 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 adalah 5 cm, dan jarak antara lintasan 7 dan 8 adalah 10 cm. Lintasan ke- 4 tepat berada diatas benda anomali yang ditanam. Di atas rongga benda anomali dipasang papan triplek dengan tahanan jenis 730 Ωm, untuk menahan tanah lempung tidak masuk ke dalam rongga. Tujuan menggunakan 8 buah lintasan tersebut adalah untuk melihat pola distribusi tahanan jenis semu dalam arah lateral (dilihat per penampang vertikal). Posisi benda anomali yang digunakan adalah 90° terhadap lintasan pengukuran, karena untuk suatu kondisi lapangan dimana kita belum tahu persis posisi benda di bawah permukaan, maka biasanya diasumsikan bahwa posisi benda adalah tegak lurus terhadap lintasan pengukuran.

Jumlah elektroda yang digunakan adalah 31 buah, faktor **n** adalah 14 dan spasi elektroda **a** adalah 5 cm.

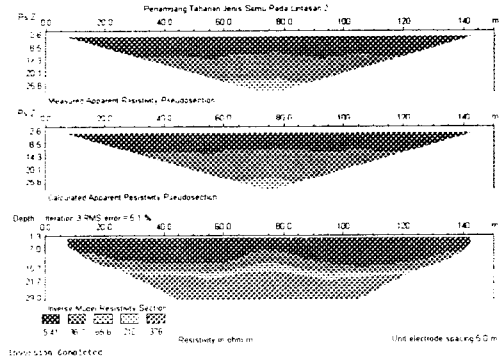
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tujuan pengukuran dengan menggunakan 8 lintasan pengukuran,

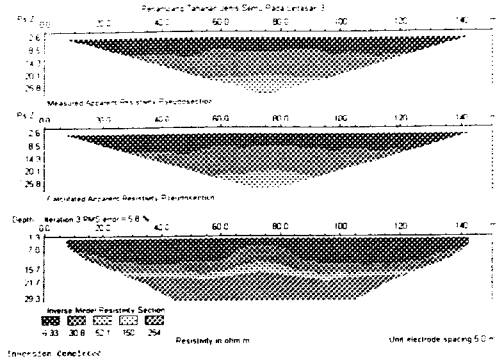
maka untuk memudahkan pembacaan atau penganalisaan hasil pengukuran. Pembacaan dimulai dari lintasan 4 kemudian lintasan 3, 2 dan 1. Setelah itu pembacaan dimulai dari lintasan 4 lagi, kemudian dilanjutkan untuk lintasan 5, 6, 7 dan 8. Dengan demikian distribusi tahanan jenis semu dari pusat benda anomali akan lebih kelihatan.



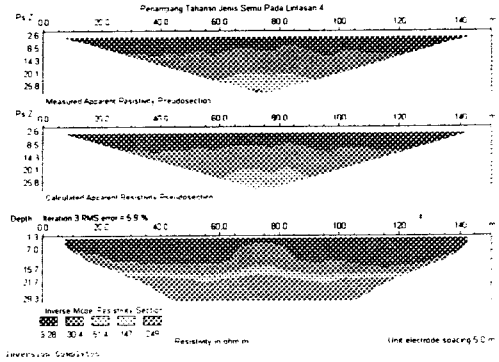
Gambar 3. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 1.



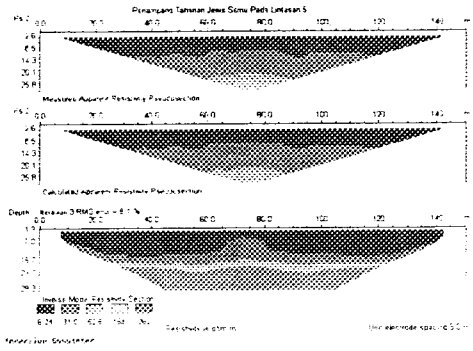
Gambar 4. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 2.



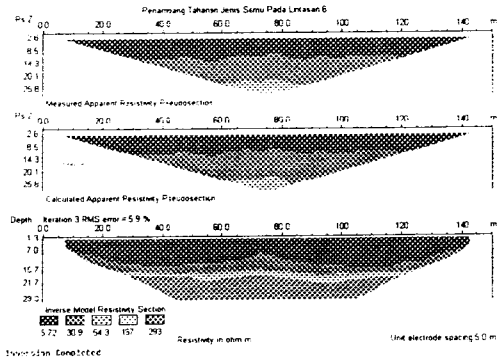
Gambar 5. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 3.



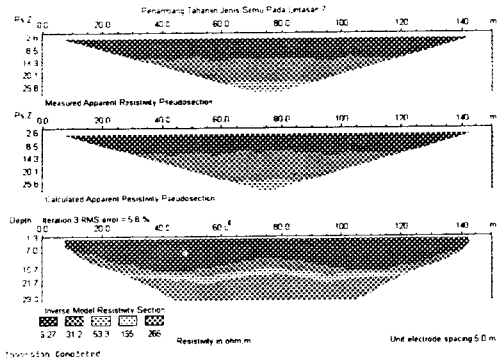
Gambar 6. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 4.



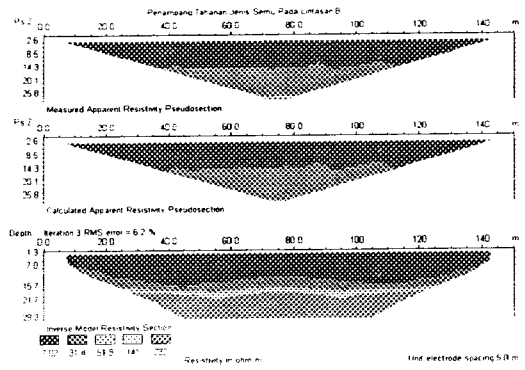
Gambar 7. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 5.



Gambar 8. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 6.



Gambar 9. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 7.



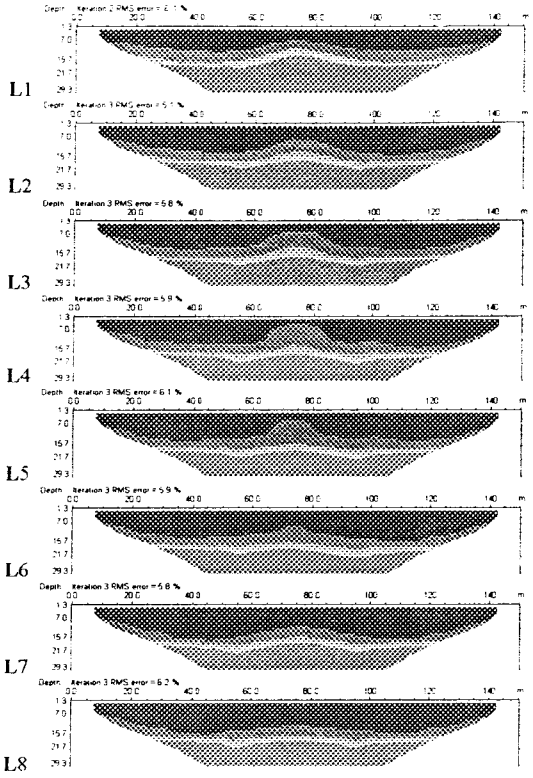
Gambar 10. Penampang tahanan jenis semu pada lintasan 8.

Secara umum dapat dilihat dari Gambar 3 sampai 10 bahwa pola kontur distribusi tahanan jenis mulai dari lintasan 1 sampai 7 adalah relatif sama. Hal ini dikarenakan jarak antara lintasan yang digunakan adalah 5 cm, sedangkan diameter benda anomali adalah 22 cm. Sehingga tidak banyak perubahan yang terjadi pada setiap perubahan lintasan. Namun perbedaan tersebut mulai kelihatan pada lintasan 7 dan 8.

Gambar 11 menunjukkan perubahan pola kontur tahanan jenis yang dapat diamati adalah :

- Puncak kontur yang melengkung ke atas pada lintasan 4 adalah puncak kontur yang paling tinggi, dibandingkan dengan puncak kontur pada lintasan lainnya. Hal ini disebabkan, karena posisi dari lintasan 4 tepat ditengah-tengah geometeri bagian atas dari benda anomali. Sehingga data yang ter-*cover* adalah paling banyak dibandingkan pada lintasan-lintasan yang lain.

Jurnal Penelitian Sains ; hal 43 - 51
No.5. April 1999 ISSN: 1410-7058



Gambar 11. Perubahan pola kontur distribusi tahanan jenis akibat adanya benda anomali di bawah permukaan, dari lintasan pengukuran 1 sampai dengan lintasan 8. L-n adalah lintasan pengukuran ke-n (n = 1,2,.....,8).

- Puncak kontur pada lintasan 3, 2 dan 1 kelihatan turun secara bertahap per lintasan, demikian juga untuk lintasan 5, 6 dan 7. Hal ini juga disebabkan, karena setiap perubahan jarak 5 cm dari titik tengah benda anomali (atau dari lintasan 4), maka dimensi benda anomali atau banyaknya data yang terukur adalah semakin berkurang.
- Terlihat juga bahwa lebar puncak kontur dari lintasan 4 sampai lintasan 2 dan 4 sampai lintasan 6 adalah semakin kecil (landai). Hal ini juga disebabkan, karena setiap perubahan lintasan 5 cm, menyebabkan dimensi benda anomali yang terukur semakin kecil.
- Pada lintasan 1 dan 7, puncak kontur yang terbentuk justru malah semakin curam. Padahal tepat di bawah lintasan 1 ini tidak terdapat benda anomali yang ditanam. Hal ini disebabkan oleh karakteristik pengukuran. Jika jarak elektoda arus yang tidak terlalu besar, sifat dari penjalaran arus di dalam bumi akan terdistribusi secara radial (setengah bola) dari pusat sumber arus . Bidang equipotensial yang terbentuk merupakan fungsi dari perubahan jarak r (jari-jari bola). Dengan demikian besarnya beda potensial yang terukur juga merupakan fungsi dari jarak r. Sehingga penetrasi kedalaman juga secara tidak langsung merupakan fungsi dari jari-jari. Kembali pada lintasan 1 dan 7,

karena jarak antara lintasan 1 dan 7 dengan benda anomali hanya 5 cm. Sedangkan bentangan maksimum adalah 150 cm, maka dengan sendirinya benda anomali akan tetap terukur pada lintasan 1 dan 7. Walaupun tepat di bawah lintasan tidak terdapat benda anomali. Pola kontur terlihat lebih jarang dan curam, karena posisi benda anomali adalah sejajar dengan lintasan 1 dan 7. Sedangkan pada lintasan 6, 5, 4, 3, dan 2, posisi benda anomali adalah memotong lintasan pengukuran. Sehingga dimensi benda anomali yang disapu oleh aliran arus cukup besar.

- Pada lintasan 8 yang berjarak 25 cm dari lintasan 4, pola kontur yang terbentuk relatif datar dan tidak mengindikasikan adanya distribusi tahanan jenis dari benda anomali yang terukur. Hak ini berarti bahwa pada lintasan dengan jarak 25 cm dari pusat anomali, tidak ada lagi pengaruh benda anomali yang terukur.
- Rentang nilai aktual tahanan jenis yang terjadi pada lintasan 4 sampai 2 dan 4 sampai 6 terlihat membesar. Hal ini disebabkan, karena setiap perubahan 5 cm jarak lintasan, mengakibatkan dimensi benda anomali yang terukur semakin kecil dan pengaruh tahanan jenis perlapisan menjadi semakin besar. Sedangkan pada lintasan 1 dan 7 terlihat mengecil kembali, hal ini terjadi karena kebalikan dari kondisi di atas, dimana tahanan jenis perlapisan yang dominan terukur.

Berdasarkan model fisis yang dibuat, pemanfaatan program Res2dinv menggunakan konfigurasi elektroda Wenner-Schlumberger ini hanya mampu mendeteksi ada atau tidaknya benda anomali (silinder berongga) di bawah permukaan. Sedangkan untuk mengetahui letak dan posisi benda anomali secara akurat program ini belum mampu melakukannya. Hal ini disebabkan karena pada setiap perubahan kedalaman blok, program inversi yang digunakan membagi nilai tahanan jenis yang paling besar (tahanan jenis rongga/benda anomali) pada distribusi blok hanya secara mendatar ke

kiri dan ke kanan. Akibatnya distribusi tahanan jenis rongga setiap pertambahan kedalaman akan terlihat semakin melebar dan pola kontur yang terjadi tidak menutup. Jika pola kontur yang terjadi menutup, maka letak kedalaman benda dapat ditentukan.

Dengan demikian perubahan nilai tahanan jenis dalam arah vertikal menjadi tidak signifikan. Sehingga posisi dan dimensi benda anomali menjadi tidak kelihatan. Dengan kata lain program Res2dinv yang digunakan ternyata kurang sensitif untuk benda vertikal yang tertanam di bawah permukaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan model fisis yang dibuat, program Res2inv dengan menggunakan konfigurasi elektroda Wenner-Schlumberger kurang cocok digunakan dalam skala laboratorium untuk keperluan penentuan distribusi tahanan jenis akibat adanya benda vertikal yang tertanam di bawah permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

Loke, M.H., R. D. Barker, 1995. Least-square deconvolution of apparent resistivity pseudosection, Geophysics, Vol. 60, pp. 1682-1690.

Loke, M.H., 1999a. RES2DINV ver. 3.3 for windows 3.1, 95 and NT: Rapid 2D resistivity & IP inversion using the least-squares method (wenner, dipole-dipole, inline pole-pole, pole-dipoe, equatorial dipole-dipole, Schlumberger) On land, underwater and cross-borehole surveys, Penang, Malaysia.

Loke, M.H., 1999b. Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies : A pratical guide to 2-D and 3-D surveys, Penang, Malaysia, pp. 2 – 30 .

Virgo, F., 2002. *Pemodelan Fisis Metoda Tahanan Jenis untuk Benda Berongga di Bawah Lapisan Mendatar*, Tesis S-2, Program Magister Geofisika Terapan, Pascasarjana ITB, Bandung.