

APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER UNTUK SURVEY PIPA BAWAH PERMUKAAN

Bulkis Kanata, Teti Zubaidah

Staff Pengajar pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Tlp. 0370-6608703, Fax. 0370-636523
E-mail : uqinata@yahoo.co.id dan tetizubaidah@yahoo.com

Abstrak

Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu dari metode geofisika yang dapat mendeteksi aliran listrik di bawah permukaan bumi. Salah satu aplikasi metode geolistrik tahanan jenis adalah dapat mengidentifikasi keberadaan pipa di bawah permukaan.

Penelitian ini menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Metode Wenner-Schlumberger adalah metode dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor pengali 'n' adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 atau (C2-P2) dengan P1-P2. Instrumen yang digunakan adalah resistivimeter yang dilengkapi dengan empat buah elektroda yang memiliki kemampuan dalam pembacaan output respon tegangan akibat arus yang diinjeksikan ke dalam permukaan pasir melalui dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial. Masukan instrumen tersebut berupa sumber tegangan DC sebesar 12 volt. Dalam penelitian ini digunakan software Res2Dinv untuk memetakan isoresistivity 2D di bawah permukaan yang diukur. Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai resistivitas pipa sebesar 181.654 Ωm yang berada pada rentang nilai resistivitas pipa yang diamati sebesar 105 - 107 Ωm .

Kata Kunci: Resistivitas, Isoresistivity 2D, Wenner-Schlumberger

Abstract

Geoelectric resistivity method is one of a branch of geophysics method that is able detect an electric current in the earth subsurface. One of the application of geoelectric resistivity method is able to identify the of pipe in subsurface.

This research used the resistivity geoelectric method i.e the Wenner-Schlumberger configuration which is a method with a constant spacing system with notice that factor of 'n' is a spacing comparison between electrode C1-P1 (or C2-P2) with P1-P2. The instrument which is used i.e a Resistivimeter with four electrodes that able to read the output of voltage respon as consequence current that has been injected in the sand surface through two potential electrodes and two current electrodes. The input of the instrument was dc voltage i.e 12 volt.

In this research has been used software Res2Dinv for mapping the isoresistivity in two dimension in subsurface have been mesuared. The result of this research get the value of pipe resistivity was 181.658 Ωm which lie in the range of the pipe resistivity value that is 105 - 107 Ωm .

Key Words: Resistivity, Isoresistivity 2D, Wenner-Schlumberger

1. PENDAHULUAN

Adanya penanaman kabel, pipa dan lain-lain di bawah tanah untuk berbagai keperluan diantaranya kabel telepon, kabel listrik, pipa air dan sebagainya menghendaki keamanan dan keindahan lingkungan sehingga memerlukan perhatian khusus terutama masalah penggalian. Adanya ketidaktahuan kabel-kabel, pipa yang sudah ada dalam tanah, seringkali menimbulkan masalah diantaranya putusnya kabel, pecahnya pipa dan lain-lain.

Untuk menyelesaikan masalah-masalah tersebut di atas, perlu dilakukan studi ke-geofisika-an. Penelitian ini merupakan suatu studi geofisika yang menerapkan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang

mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi.

Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial dan arus listrik yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus di dalam bumi. Metode ini dilakukan dalam sebuah wadah kaca dengan panjang 2 meter, lebar 1 meter, dan tinggi 0,6 meter. Sebagai host-rock digunakan pasir yang didalamnya terdapat pipa yang kemudian dilakukan penginjeksian arus menggunakan 4 buah elektroda yang terdiri atas 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial.

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat dijadikan sebagai referensi dalam mengaplikasikannya di lapangan yaitu untuk menentukan tahanan jenis (resistivitas) bawah permukaan dan memetakan formasi bawah

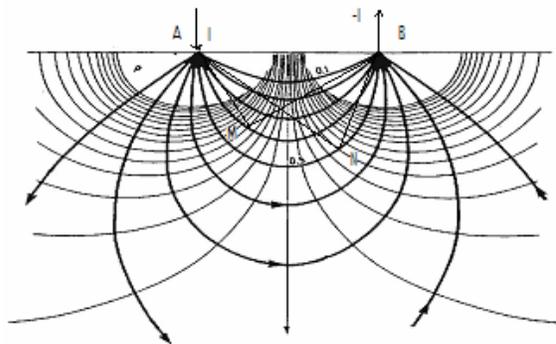
permukaan sehingga keberadaan benda/material di bawah permukaan dapat teridentifikasi.

Aplikasi hasil penelitian ini dapat diterapkan seperti pengidentifikasian pipa air minum, pipa minyak, serta penelusuran kabel listrik dan kabel telpon bawah tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sakka (2001) mengatakan bahwa tujuan survei *geolistrik* tahanan jenis adalah mengetahui perbedaan tahanan jenis (*resistivitas*) bawah permukaan bumi dengan melakukan pengukuran di permukaan bumi. Pengukuran dengan konfigurasi *schlumberger* menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial dimana telah dilakukan oleh Azhar dan Gunawan Handayani (2004) dengan pemodelan berskala laboratorium untuk mengukur tahanan jenis suatu bahan dengan beberapa sampel batubara dari Tambang Air Laya. Kesimpulannya bahwa salah satu metoda geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan dan ketebalan batubara di bawah permukaan adalah metode geolistrik tahanan jenis. Metode geolistrik dapat mendeteksi lapisan batubara pada posisi miring, tegak dan sejajar bidang perlapisan di bawah permukaan.

Ilustrasi garis ekuipotensial yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi.



Gambar 1. Pola aliran arus dan bidang ekuipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Bahri, 2005)

Beda potensial yang terjadi antara MN yang disebabkan oleh injeksi arus pada AB adalah :

$$\Delta V = V_M - V_N$$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]$$

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1}$$

Sehingga,

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \tag{1}$$

dengan I arus dalam Ampere, ΔV beda potensial dalam Volt, ρ tahanan jenis dalam Ohm meter dan k faktor geometri elektroda dalam meter.

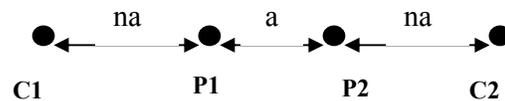
maka

$$k = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \tag{2}$$

k merupakan faktor koreksi geometri dari konfigurasi elektroda potensial dan elektroda arus.

2.1 Resistivimeter

Resistivimeter memberikan nilai *resistansi* R = V/I sehingga nilai *resistivitas* dapat dihitung dengan:



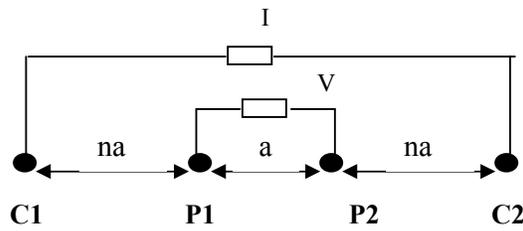
$$k = \pi n(n+1)a$$

Gambar 2. Bentuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger* beserta faktor geometri k

Bumi tersusun atas lapisan-lapisan tanah yang nilai *resistivitas* suatu lapisan tanah atau batuan tertentu berbeda dengan nilai *resistivitas* lapisan tanah atau batuan lainnya. Nilai *resistivitas* ini dapat diketahui dengan menghubungkan *battery* dengan sebuah *Ammeter* dan elektroda arus untuk mengukur sejumlah arus yang mengalir ke dalam tanah, selanjutnya ditempatkan dua elektroda potensial dengan jarak a untuk mengukur perbedaan potensial antara dua lokasi (Utama, 2005).

2.2 Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 (atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2 seperti pada Gambar 3. Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah 2na + a. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus (Sakka, 2001).



$$k = \pi(n + 1)a$$

Gambar 3. Pengaturan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger

Nilai resistivitas material-material bumi dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai resistivitas material-material bumi

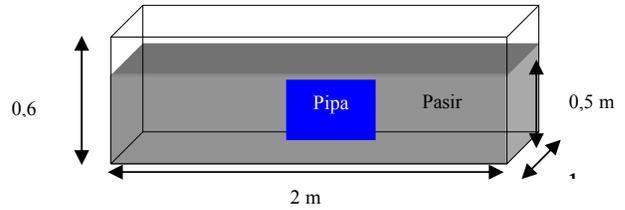
Material	Resistivity (Ohm-meter)
Air (Udara)	□
Pyrite (Pirit)	0,01 - 100
Quartz (Kwarsa)	500 - 800.000
Calcite (Kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Rock Salt (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granite (Granit)	200 - 100.000
Andesite (Andesit)	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basalt (Basal)	200- 100.000
Limestones (Gamping)	500 - 10.000
Sandstones (Batu Pasir)	200 - 8.000
Shales (Batu Tulis)	20 - 2.000
Sand (Pasir)	1 - 1.000
Clay (Lempung)	1 - 100
Ground Water (Air Tanah)	0.5 - 300
Sea Water (Air Asin)	0.2
Magnetite (Magnetit)	0.01 - 1.000
Dry Gravel (Kerikil Kering)	600 - 10.000
Alluvium (Aluvium)	10 - 800
Gravel (Kerikil)	100 - 600

(Telford, 1990)

Nilai resistivitas pipa (ρ) berkisar 10^5 - $10^7 \Omega m$. (www.resistivity.pvc.com)

3. METODE PENELITIAN

Peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah *resistivitymeter* dengan serangkaian elektrodanya. Lintasan dan spasi antar elektroda diukur dengan bantuan *roll meter* dan pipa dengan panjang 0,4 m.

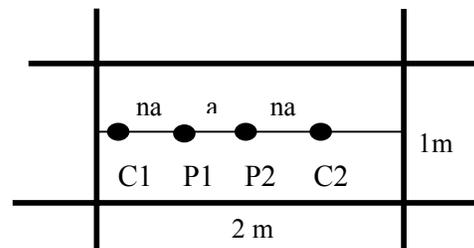


Gambar 4. Pipa yang diletakkan di dalam pasir pada wadah kaca

Bahan penelitian adalah wadah kaca dengan ukuran panjang 2 m, lebar 1 m, dan tinggi 0,6 m yang diisi dengan pasir setinggi 0,5 meter sebagai *host-rock* yang disusun seperti pada Gambar 4.

3.1 Proses penelitian:

Pada penelitian ini dilakukan penanaman 3 buah pipa paralon dengan ukuran 0,4 meter ke dalam media pasir. Resistivitas bawah permukaan dapat diperoleh dari respon potensial jika arus diinjeksikan ke dalam pasir melalui 4 buah elektroda. Besar potensial yang terukur bergantung pada resistivitas batuan bawah permukaan. Arus yang diinjeksikan adalah arus DC atau frekuensi sangat rendah. Gambar 5 menunjukkan pemetaan lokasi penelitian untuk survey tahanan jenis 2D dengan 1 lintasan menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.



Gambar 5. Pemetaan lokasi penelitian untuk survey 2D

Nilai tahanan jenis hasil pengukuran berupa tahanan jenis semu, untuk memperoleh nilai tahanan jenis sebenarnya dilakukan dengan menggunakan *software Res2Dinv* untuk memperoleh luaran berupa peta *iso-resistivity 2D*.

3.2 Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Penentuan resistivitas pasir.
 1. Menyusun rangkaian resistivitymeter.
 2. Mengaktifkan resistivitymeter kemudian menginjeksikan arus listrik kedalam pasir melalui kabel konektor penghubung dan elektroda dengan kedalaman 30 cm.
 3. Melakukan pengukuran pada lintasan kemudian mencatat arus listrik (I) dan beda potensial (V) antara 2 titik elektroda.

4. Menghitung tahanan jenis hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan (1)
- b. Penentuan resistivitas pipa di dalam pasir.
1. Menyusun rangkaian alat resistivitymeter.
 2. Mengaktifkan resistivitymeter kemudian menginjeksikan arus listrik kedalam pasir melalui kabel konektor penghubung dan elektroda dengan kedalaman 30 cm.
 3. Melakukan pengukuran pada lintasan kemudian mencatat arus listrik (I) dan beda potensial (V) antara 2 titik elektroda.
 4. Mengubah letak pipa di dalam pasir sebanyak 5 kali.
 5. Menghitung resistivitas semu hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan (1).

Dalam pelaksanaannya, jumlah elektroda yang digunakan sebanyak 4 buah dengan spasi elektroda terkecil adalah 20 cm. Karena jarak antar elektroda menentukan kedalaman jangkauan penyelidikan, maka penyelidikan dilakukan dengan memvariasikan jarak tersebut dan menggeser posisi keseluruhan konfigurasi elektroda pada lintasan yang dibuat setiap jarak 20 cm untuk memperoleh informasi mengenai distribusi *konduktivitas* secara vertikal maupun lateral.

3.3 Pengolahan data

Menghitung nilai resistivitas (ρ) menggunakan persamaan (1) dan diolah menggunakan *software Res2Dinv* untuk menampilkan penampang isoeresistivitas.

3.4 Analisa data

Melakukan analisa peta *isoeresistivity* 2D untuk Mengetahui keberadaan/posisi pipa yang ditanam dalam medium (pasir) tersebut dan

menginterpretasikannya dengan membandingkan dengan **Tabel 1**.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan nilai R, ρ , dan k

Sebelum perhitungan R, ρ , dan k, menentukan nilai AB/2 yaitu setengah jarak antara elektroda C1-C2 dan nilai MN/2 yaitu jarak elektroda P1-P2. Menghitung nilai konstanta geometri (*k*) untuk konfigurasi elektroda *wenner-schlumberger* menggunakan persamaan

$$k = \pi n(n+1)a$$

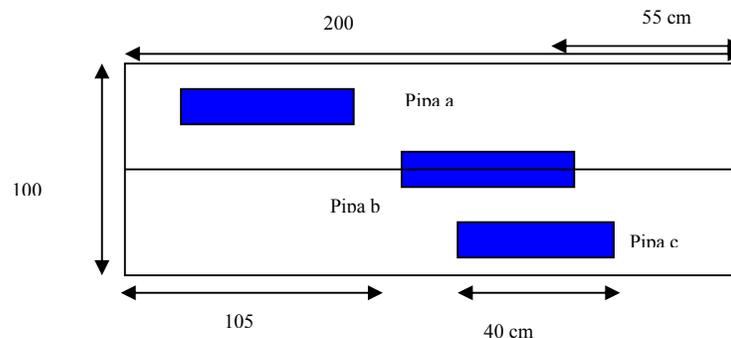
Selanjutnya menghitung nilai R dengan membagi nilai tegangan terukur dengan nilai arus terukur dan menghitung resistivitas (ρ) menggunakan persamaan (1).

4.2 Penentuan posisi pipa dalam material (pasir)

Pada pengukuran ini 3 buah pipa diletakkan pada kedalaman sekitar 30 cm dibawah permukaan pasir dengan memvariasikan posisinya sebanyak 5 kali. Kemudian dilakukan pengukuran dengan cara yang sama pada pengukuran sebelumnya.

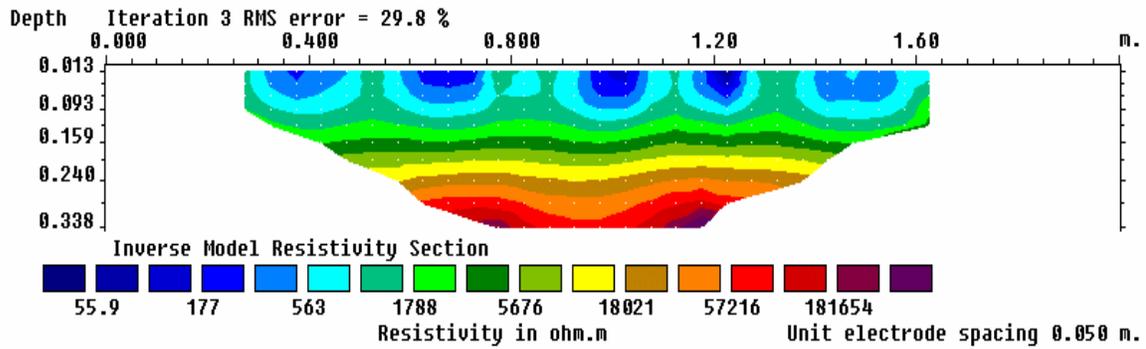
Posisi 1

Pada posisi ini 3 (tiga) buah pipa diletakkan di bawah permukaan pasir secara mendatar pada kedalaman ± 30 cm dari permukaan pasir. Salah satu pipa diletakkan dengan jarak dari tepi kanan kaca sekitar 55 cm dan jarak dari tepi kiri sekitar 105 cm, sedangkan 2 buah pipa lainnya diluar lintasan pengukuran (Gambar 6). Hasil inversi dapat dilihat pada Gambar 7 dengan nilai resistivitas yang terukur berkisar 181.654 Ω m dengan kedalaman ± 30 cm di bawah permukaan pasir.



Gambar 6. Variasi posisi pipa 1 (tampak atas)

Hasil inversi pemodelan fisis dengan variasi pipa pertama dapat dilihat pada Gambar 7.

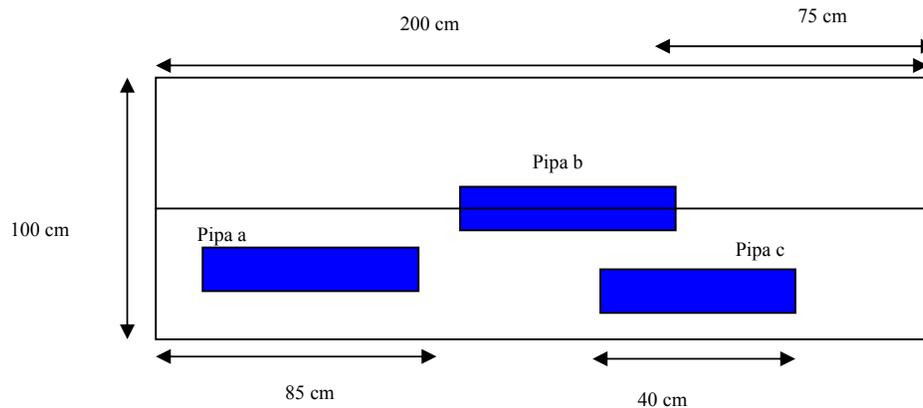


Gambar 7. Penampang resistivitas hasil inversi variasi posisi pipa 1

Posisi 2

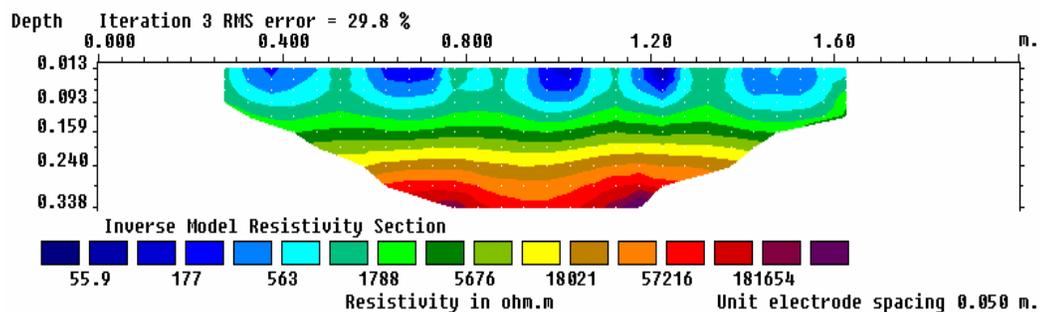
Pada posisi ini 1 buah pipa diletakkan di bawah lintasan secara mendatar dengan kedalaman 30 cm dari permukaan pasir, jarak dari tepi kanan kaca sekitar 50 cm dan jarak dari tepi kiri sekitar 100 cm,

sedangkan 2 buah pipa lainnya diluar lintasan pengukuran. Hasil inversi dapat dilihat pada Gambar 8 dengan nilai resistivitas yang terukur berkisar 181.654 Ω m dengan kedalaman \pm 30 cm di bawah permukaan pasir



Gambar 8. Variasi posisi pipa 2 tampak atas

Hasil inversi dengan variasi kedua dapat dilihat pada Gambar 9.

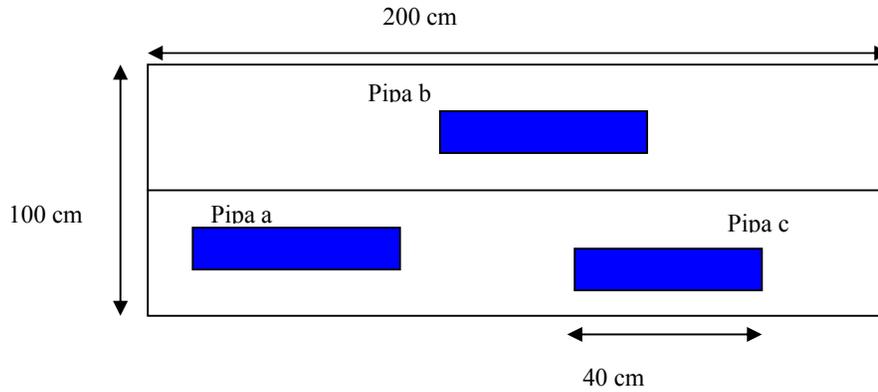


Gambar 9. Penampang resistivitas hasil inversi variasi posisi pipa 2.

Posisi 3

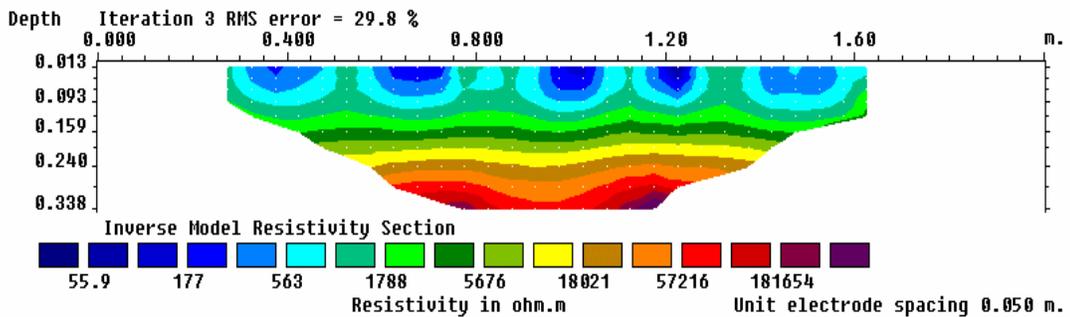
Pada posisi ini tidak ada pipa yang diletakkan tepat di bawah lintasan, pipa-pipa tersebut diletakkan di luar lintasan pengukuran dengan kedalaman

masing-masing sekitar 25 cm (Gambar 10). Pada Gambar 11 terlihat bahwa nilai resistivitas di bawah permukaan pasir lebih rendah dengan nilai 39.945 Ωm .



Gambar 10. Variasi posisi pipa 3 tampak atas

Hasil inversi dengan variasi ketiga dapat dilihat pada Gambar 11 :

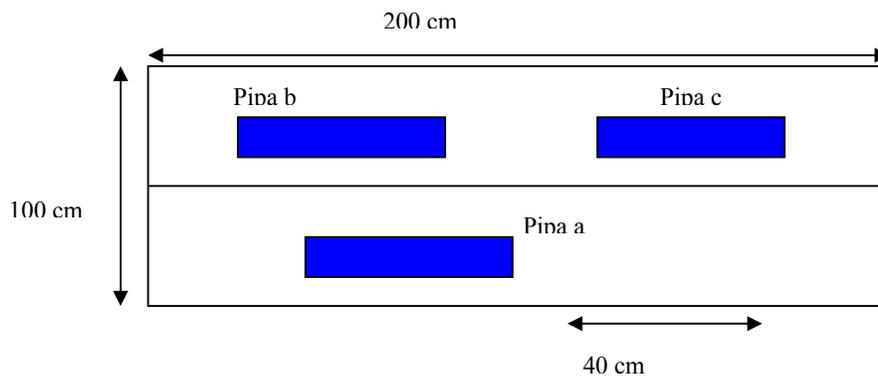


Gambar 11. Penampang resistivitas hasil inversi variasi posisi pipa 3

Posisi 4

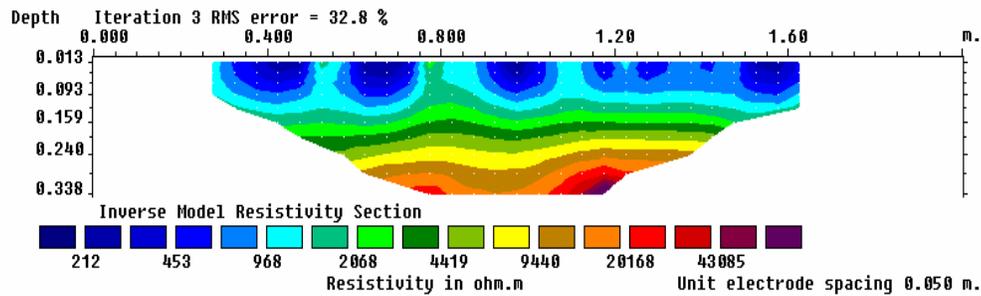
Pada posisi ini tidak ada pipa yang diletakkan tepat dibawah lintasan, pipa-pipa tersebut diletakkan diluar lintasan pengukuran dengan kedalaman

masing-masing sekitar 25 cm (Gambar 12). Pada Gambar 13 terlihat bahwa nilai resistivitas di bawah permukaan pasir lebih rendah dengan nilai 43.085 Ωm .



Gambar 12. Variasi posisi pipa 4 tampak atas

Hasil inversi pemodelan fisis dengan variasi keempat dapat dilihat pada Gambar 13.

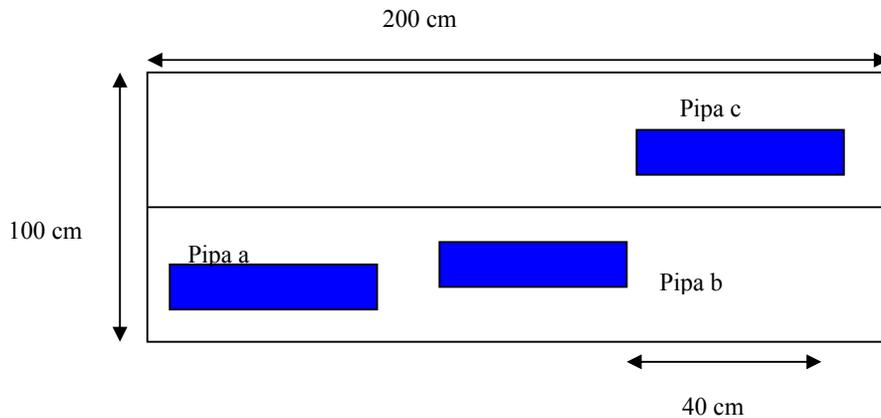


Gambar 13. Penampang resistivitas hasil inversi variasi posisi pipa 4

Posisi 5

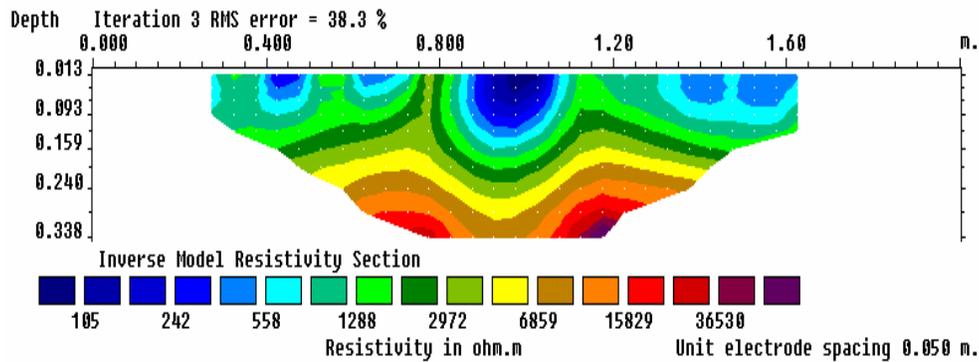
Pada posisi ini tidak ada pipa yang diletakkan tepat dibawah lintasan, pipa-pipa tersebut diletakkan di luar lintasan pengukuran dengan kedalaman masing-

masing sekitar 25 cm (Gambar 14). Pada Gambar 15 terlihat bahwa nilai resistivitas di bawah permukaan pasir lebih rendah dengan nilai 36.530 Ωm.



Gambar 14. Variasi posisi pipa 5 tampak atas

Hasil inversi pemodelan fisis dengan variasi posisi kelima dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Penampang resistivitas hasil inversi variasi posisi pipa 5

Perubahan posisi pipa dimaksudkan agar diperoleh perbedaan nilai resistivitas ketika pipa diletakkan tepat dibawah lintasan pengukuran dengan nilai resistivitas pada saat pipa diletakkan di luar lintasan pengukuran, sehingga pada penelitian di lapangan dalam mengidentifikasi rute pipa bawah tanah yang dapat memberikan informasi keberadaan pipa dengan adanya nilai resistivitas tinggi.

Dari kelima variasi tersebut posisi 1 dan posisi 2 memiliki nilai resistivitas yang mendekati nilai resistivitas pipa dikarenakan letak pipa berada tepat di bawah garis lintasan sehingga pipa dapat teridentifikasi pada kedalaman ± 30 cm di bawah permukaan pasir. Sedangkan posisi 3, 4 dan 5 diletakkan di luar lintasan sehingga memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah akan tetapi nilai ketiga posisi pipa ini masih cukup tinggi dibandingkan nilai resistivitas material (pasir). Hal ini karena dipengaruhi oleh keberadaan pipa di bawah permukaan pasir.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perubahan letak pipa sebanyak 5 kali telah membuktikan bahwa metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dapat mengidentifikasi dengan baik keberadaan pipa di bawah permukaan yang diletakkan tepat di bawah lintasan, yang ditunjukkan dengan nilai resistivitas kira-kira $181.654 \Omega m$.
2. Keberadaan pipa yang tidak tepat berada di bawah lintasan pengukuran menghasilkan nilai resistivitas jauh lebih kecil dari rentang nilai resistivitas pipa.

5.2 Saran

Bagi pelaku penggalian tanah terutama di pinggir jalan raya sebaiknya menerapkan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* untuk mencegah pengrusakan pipa-pipa, kabel dan lain-lain yang sudah terlebih dahulu tertanam dalam tanah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim, 2004. *Pelatihan Geolistrik Metode Vertical Electrical Sounding (VES)*. Lab. Listrik Dasar & Proyek SEMI QUE – V, Jurusan Elektro FT-UNRAM.
- [2]. Azhar dan Gunawan Handayani, 2004. *Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara*, Jurusan Geofisika Terapan ITB, Bandung.
- [3]. Geotomo Software, 2004, *Geoelectrical Imaging 2D & 3D*, (www.geoelectrical.com)
- [4]. Sakka, 2002. *Metoda Geolistrik Tahanan Jenis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam – UNHAS, Makassar.

- [5]. Telford, WM., 1990. *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University.
- [6]. Utama W., 2005. *Experimental Module Mataram Geophysical Workshop*. Lab. Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS., Surabaya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih kepada DIRJEN DIKTI atas pembiayaan penelitian ini.