

M, Juandi  
2010:1 (4)

## **PENYELIDIKAN POLA SEBARAN LIMBAH KARET BAWAH PERMUKAAN TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK**

**Juandi M**

*Dosen Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simp. Panam Pekanbaru, e-mail [juandi@unri.ac.id](mailto:juandi@unri.ac.id)*

### ***An Application of Geoelectric Methods on Distribution Pattern Of Rubber Waste In the Land Sub-surface***

#### ***Abstract***

*Research has been conducted to determine the distribution pattern of rubber waste in the sub-surface by application of geoelectric methods. The reading showed that the resistivity distribution were zero (at  $z = 0$ ) before registration of rubber waste. The minimum value of resistivity were of 13.1 ohm.m, while the maximum of 112 ohm.m. Distribution pattern of rubber waste in the subsurface revealed that the minimum value of resistivity were of 20.8 ohm.m, while maximum of 122 ohm.m. The resistivity distribution before rubber waste application was of at  $z = 33$  cm that accounts for the minimum value of resistivity 31.5 ohm.m, while maximum 124 ohm.m. Distribution pattern of the waste in the subsurface come up with minimum and maximum of resistivity distribution of at  $z = 33$  cm the were 7.11 ohm.m, and 96.6 ohm.m, respectively.*

**Keywords:** *soil pollution, waste rubber, geolistrik, resistivity*

## **PENDAHULUAN**

Kegiatan manusia terhadap pemanfaatan sumberdaya alam dalam hal ini industri pengolahan karet dapat menyebabkan pencemaran tanah. Umumnya limbah yang dibuang ke lingkungan akan mempengaruhi kondisi tanah dan menyebabkan turunnya kualitas serta nilai estetika lingkungan (Ginting, P. 2004). Pencemaran lingkungan bawah permukaan tanah yang disebabkan limbah karet merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh negara berkembang seperti Indonesia (Djajadiningrad dan Harsono, 1990). Seperti yang telah diketahui bahwa tanah merupakan tempat penampungan limbah setelah laut, udara dan sungai, maka perlu mempertahankan tanah dari kerusakan akibat limbah khususnya limbah cair. Salah satu upaya untuk mencegah pencemaran yang lebih besar, maka perlu diketahui pola penyebaran rembesan limbah dalam tanah.

Industri pengolahan karet biasanya menggunakan air sebagai bahan pengencer lateks, pembuatan larutan kimia, pencuci hasil pembekuan dan alat-alat yang digunakan serta mendinginkan mesin. Air limbah yang dibuang langsung ke suatu tempat akan mengganggu lingkungan sekitarnya karena menjadi penyebab timbulnya polusi (Naibaho, P. 1999).

## **Tanah**

Tanah terdiri dari empat komponen utama yaitu : bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Perkiraan besarnya susunan tanah yang baik untuk tumbuhan yaitu : kandungan pori (udara dan air) kira-kira 50 %, bagian padat menempati 50 %, bahan mineral 45 % dan 5 % bahan organik.

### **1. Sifat Fisis Tanah**

#### **1.1. Tekstur**

Besar batu dan kerikil berkisar 2 mm ke atas dan bentuknya agak membulat, bersudut tidak teratur atau dapat juga disebut gepeng. Kalau tidak dilapisi lempung dan debu butiran-butiran itu tidak menunjukkan sifat liat dan lengket karena tidak banyak mengandung air, daya menahan air rendah karena ruang – ruang atau teksturnya besar.

#### **1.2. Lempung dan debu**

Bentuk butiran-butiran lempung biasanya seperti mika, jika mengandung cukup air maka sifatnya menjadi sangat liat. Lempung itu akan mengembang jika banyak mengandung air, dan jika kering maka akan mengabsorpsi energi panas. Butiran-butiran debu cenderung membulat dan tidak teratur bentuknya dengan permukaan yang halus atau rata. Jenis debu memiliki sifat kohesi dan absorbs (daya serap) lebih kecil dari lempung. Debu dalam tanah menentukan kehalusan tekstur, serta lambatnya gerakan air dan udara.

## **2. Kelas tanah**

Tanah terdiri dari butiran-butiran yang berbeda dalam ukuran dan bentuk. Tanah dapat dikelaskan atas tiga golongan tanah yang umum yaitu : lempung, pasir dan geluh.

### **2.1. Lempung**

Tanah lempung mengandung 40% lempung atau lebih dengan nama khasnya adalah lempung pasir atau lempung debu atau bias disebut lempung saja. Lempung pasir mengandung lebih banyak pasir daripada lempung, begitu juga lempung debu mengandung lebih banyak debu daripada lempung.

### **2.2. Pasir**

Golongan pasir mencakup semua tanah yang berpasir meliputi 70 % atau lebih dari berat tanah dan menunjukkan sifat pasirnya.

### **2.3. Geluh**

Geluh mempunyai pencampuran antara pasir dan lempung dengan perbandingan yang sama. Secara umum geluh memiliki kualitas pasir dan lempung, tidak terlalu lepas, daya menahan air rendah, lekat, bergumpal serta gerakan air dan udara lambat.

## **Ruang Pori Tanah**

Ruang pori tanah adalah bagian yang diisi oleh udara dan air. Jumlah ruang pori ditentukan oleh susunan butiran-butiran tanah. Besar perbedaan jumlah ruang pori berbagai tanah dipengaruhi oleh keadaan permukaan pasiran dan organiknya. Besarnya pori-pori pada umumnya ada dua macam, yaitu pori makro dan mikro. Pori makro mempunyai ciri-ciri lalu lintas udara dan mudah pelokasian air, sebaliknya pori mikro sangat menghambat lalu lintas udara sehingga gerakan air sangat dibatasi. Pada tanah pasir meskipun jumlah ruang pori rendah, lalu lintas air sangat lancar karena pori makro tersebut. Tanah yang bertekstur halus lalu lintas udara relatif rendah walaupun jumlah ruang pori banyak, ini disebabkan oleh ruang pori mikro banyak terisi oleh air. Tanah yang berbutir baik bagi tanaman adalah yang jumlah ruang pori pembagian antara udara dan air dalam keadaan seimbang, hampir seluruh pori-pori mikro terisi air.

## **Permeabilitas**

Permeabilitas adalah sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran dari cairan yang berupa air, minyak atau limbah mengalir lewat rongga porinya. Pori-pori tanah berhubungan antara satu dengan lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Tahanan terhadap aliran tanah tergantung pada jenis tanah, ukuran butiran, bentuk butiran serta bentuk geometri rongga porinya.

Permeabilitas dapat ditentukan dengan rumus :

$$K = \frac{QL}{hAt} \dots\dots\dots 1$$

Dimana :

- Q = Volume air yang tumpah dalam gelas ukur ( $\text{cm}^3$ )
- L = Panjang tanah (cm)
- h = Tinggi air pada tekanan konstan (cm)
- A = Luas penampang ( $\text{cm}^2$ )
- t = waktu pengujian (detik)

## **Limbah Karet**

Salah satu limbah yang bermasalah pada industri karet adalah limbah cair. Cairan ini dikenal dengan nama air limbah karet yang komponennya sebagian besar terdiri dari air dan zat-zat pengolahan karet. Industri pengolahan karet biasanya menggunakan air sebagai bahan pengencer lateks, pembuatan larutan-larutan kimia, pencuci hasil pembekuan dan alat-alat yang digunakan, serta mendinginkan mesin. Air limbah yang dibuang langsung ke suatu tempat akan mencemari lingkungan tanah.

## **Pengolahan Air Limbah Karet**

Air limbah pengolahan karet biasanya dibuang ke saluran sungai, sebaiknya harus diolah terlebih dahulu supaya jangan mencemari lingkungan. Nilai BOD dan pH limbah dibuat normal terlebih dahulu.

Sisa proses pembuatan lateks merupakan limbah paling berbahaya bagi lingkungan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai BOD serta pH air lateks pekat yang dibuat secara pusingan lebih besar daripada limbah pengolahan karet kering. Dalam sistem pengolahan biasanya dibuat dua kolam penampungan terpisah. Kolam pertama untuk proses anaerob dan kolam kedua untuk proses aerob. Kolam anaerob dibuat lebih besar daripada kolam aerob karena pada kolam anaerob pengurangan nilai BOD setelah hari ketiga semakin besar, sedangkan pada kolam aerob pengurangan nilai BOD setelah hari keempat justru semakin kecil.

### **Pemanfaatan Limbah Karet**

Pemanfaatan limbah karet sisa pengolahan sheet berupa gumpalan lateks merupakan tambahan bahan olahan. Bila tidak diolah bagian ini akan terbuang percuma dan tidak memberikan nilai tambah sama sekali. Pengolahan limbah juga memungkinkan air sisa pengolahan memiliki nilai BOD dan COD yang lebih rendah, dimana batas maksimum COD yang ditolerir 600 mg/liter, serta pH mendekati normal.

### **Prinsip Metode Geolistrik**

Metode geolistrik merupakan salah satu cabang ilmu geofisika yang mempelajari bumi dan lingkungannya berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batuan, sifat ini adalah tahanan jenis, konduktivitas, konstanta dielektrik, kemampuan menimbulkan potensial listrik sendiri, kemampuan menyimpan muatan listrik dan lain-lain. Adapun besaran yang akan dicari adalah harga tahanan jenis suatu formasi, dimana harga tahanan jenis tersebut didefinisikan sebagai resistansi suatu material.

### **Pengukuran Resistivitas**

Pengukuran resistivitas secara horizontal dimaksudkan sebagai eksplorasi resistivitas untuk mendeteksi lapisan-lapisan batuan atau formasi batuan, lapisan tanah atau formasi tanah yang mempunyai kedudukan stratigrafi, bidang lapisan yang membentang secara horizontal. Dalam pengukuran resistivitas tanah akan diperoleh nilai  $\rho$  yang berbeda sesuai dengan jenis dan komposisi tanah serta polutan (bahan pencemar dalam hal ini limbah cair dari industri karet) yang ada dalam tanah.

### **Tahanan Jenis Semu**

Formasi tanah yang dibuat adalah suatu model menggambarkan kondisi sebenarnya dilapangan. Pada formasi tanah tersebut akan dibuat variasi sebaran elektroda yaitu deret arus dan potensial. Oleh karena lapisan tanah tidak homogen, maka besaran resistivitas yang diukur merupakan bukan resistivitas sebenarnya, tetapi yang terukur adalah resistivitas semu (Dobrin, 1981). Persamaan (1) menunjukkan rumus untuk menghitung resistivitas semu.

$$\rho_s = \frac{2\pi \Delta V k}{I} \dots\dots\dots(2)$$

$$k = \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \dots\dots\dots(3)$$

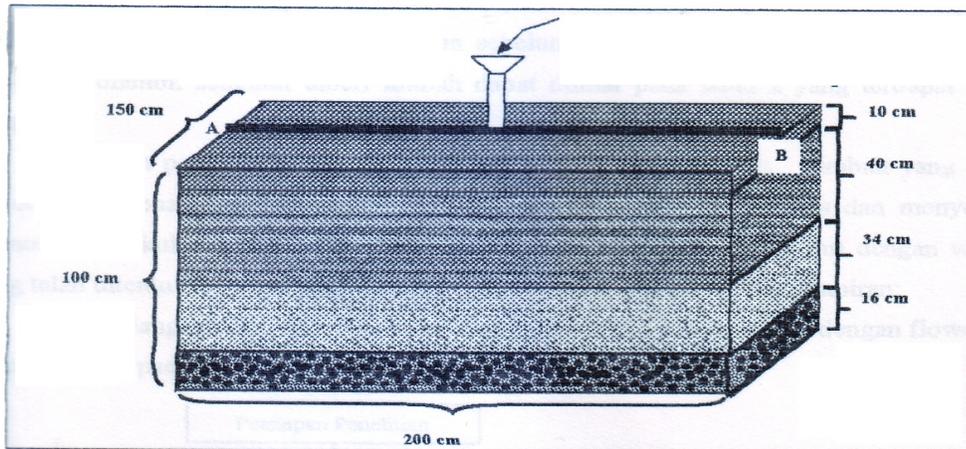
dimana :

- $\rho_s$  : Resistivitas semu (Ohm.m)
- k : Faktor geometris

Salah satu metode yang banyak dipakai dalam studi pencemaran tanah adalah metode geolistrik yang melibatkan pengukuran potensial dan arus listrik yang terjadi secara alamiah (Soininen, H, 1985).

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis eksperimen laboratorium, dengan membuat model lingkungan bawah permukaan tanah dengan susunan lapisan tanah meliputi : pasir dan kerikil, pasir, lempung. (Gambar 1.).

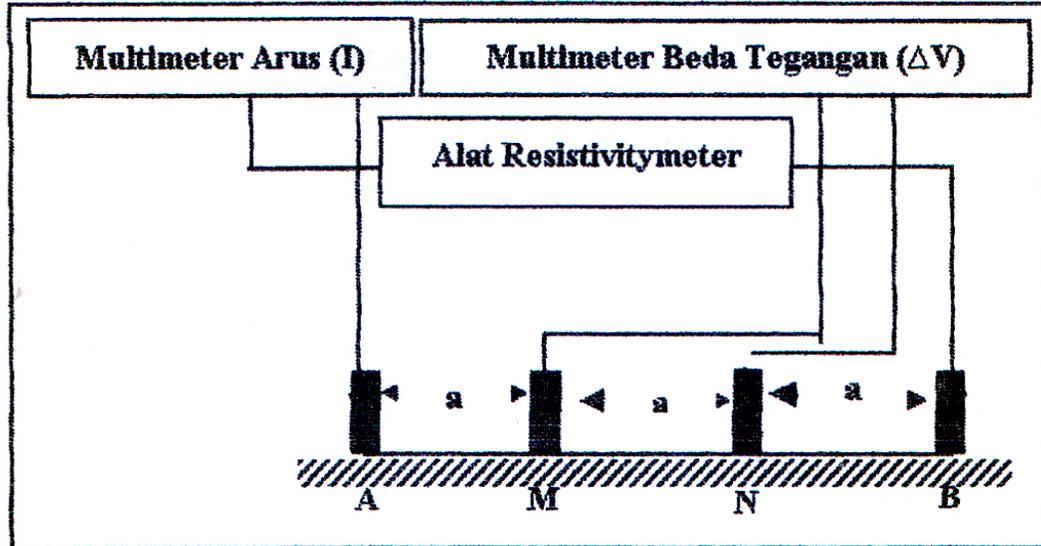


**keterangan :**

-  = pasir dan kerikil
-  = pasir
-  = lempung
-  = permukaan tanah
-  = line pengukuran

**Gambar 1.**  
**Model Ekperimen Untuk Mengetahui Sebaran**  
**Bawah Tanah Limbah Karet**

Adapun susunan alat penelitian untuk mengetahui sebaran limbah karet bawah permukaan tanah dengan konfigurasi Wenner ditunjukkan dalam Gambar 2 (Dobrin, M.B, 1981).



**Gambar 2.**  
**Rangkaian alat eksperimen sebaran limbah karet.**

Elektroda disusun berdasarkan susunan Wenner pada bentangan AB (line 1) dan bentangan CD (line 2). Adapun tahap-tahap pengambilan data sebagai berikut :

1. Pengambilan menurut bentangan AB dan CD pada kedalaman 46 cm dari permukaan tanah.
2. Atur jarak pengukuran untuk setiap bentangan sejauh 3 cm.
3. Catat nilai arus dan beda potensial pada setiap titik pengukuran.

Adapun tahap-tahap pengolahan data adalah sebagai berikut (Bhattacharya, P.K, Patra, H.P, 1991) :

1. Hitung nilai faktor geometri dengan menggunakan rumus :

$$k = 2\pi \left\{ \frac{1}{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)} \right\} \dots\dots\dots ( 1 )$$

2. Hitung nilai tahapan jenis semu dengan menggunakan rumus :

$$\rho_{az} = \left( 2\pi \frac{\Delta V}{i} \right) k \dots\dots\dots ( 2 )$$

- Gunakan software inverse 2D untuk melihat sebaran limbah karet berdasarkan nilai resistivitas sebenarnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Interpretasi Nilai Resistivitas Sebenarnya**

Pengukuran dari lapangan diperoleh nilai resistivitas semu selanjutnya dengan menggunakan program Inverse Resis 2D diperoleh nilai resistivitas sebenarnya yang merupakan harga tahanan jenis sebenarnya. Nilai-nilai yang diberikan dari program resis 2D selanjutnya digunakan untuk melihat sebaran limbah karet bawah permukaan tanah.

### **Analisa dan Interpretasi Sebaran Limbah Karet**

Pengukuran sebelum diberi limbah karet, dengan  $z = 0$  memberikan harga resistivitas 13,1 Ohm.m sebagai nilai resistivitas minimum dan nilai maksimumnya yaitu 112 ohm.m. Pada  $z = 0$  setelah diberi limbah karet memberikan harga resistivitas 20,8 Ohm.m sebagai nilai resistivitas minimum dan nilai maksimumnya yaitu 122 ohm.m.

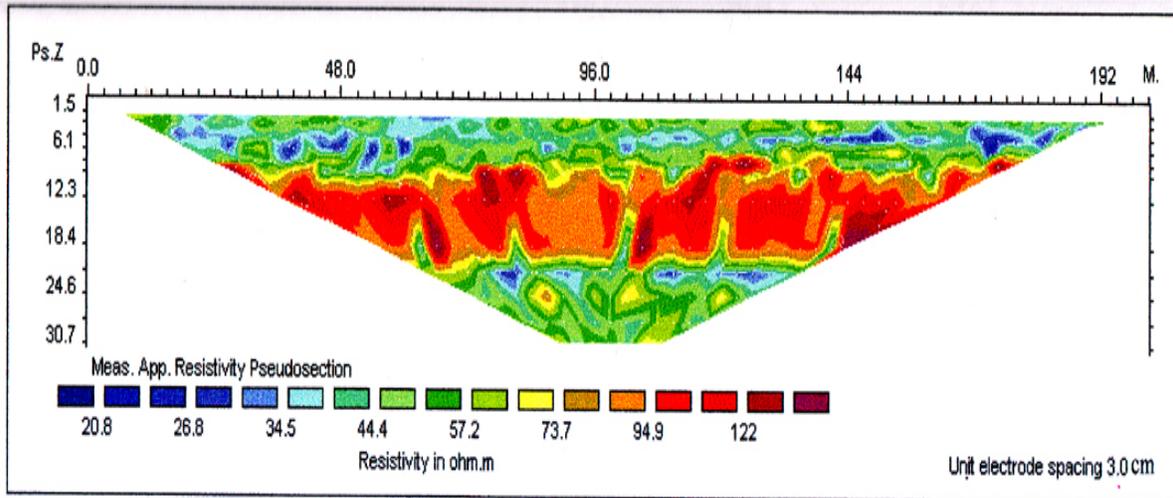
Pengambilan data pada  $z = 33$  cm, pengukuran sebelum diberi limbah karet memberikan harga resistivitas minimum 31,5 ohm.m dan nilai maksimumnya yaitu 124 ohm.m. Resistivitas maksimum setelah diberi limbah karet, pengukuran dengan  $z = 33$  cm, memberikan harga resistivitas 96,6 Ohm.m dan nilai resistivitas minimumnya yaitu 7,11 ohm.m.

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran ternyata nilai resistivitasnya berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh pengaruh limbah karet yang telah terdistribusi bawah permukaan tanah. Gambar 3 sampai Gambar 6 menunjukkan pola distribusi nilai resistivitas serta sebaran limbah karet di bawah permukaan tanah.

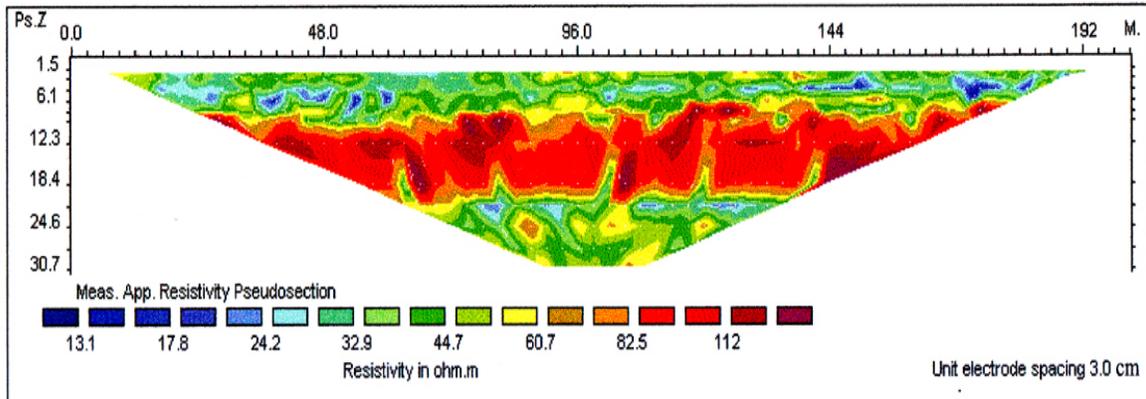
Hasil pola distribusi resistivitas pada Gambar (3 s/d 6) menunjukkan bahwa efek dari limbah karet menyebabkan berkurangnya nilai resistivitas bawah permukaan tanah, semakin dalam limbah karet merembes menyebabkan resistivitas semakin lebih kecil. Berkurangnya nilai resistivitas ini disebabkan karena limbah karet bersifat konduktif sehingga memperkecil nilai resistivitas tanah.

Pola sebaran limbah karet bawah permukaan tanah menunjukkan semakin dalam dengan bertambahnya waktu limbah karet cenderung akan mempengaruhi struktur tanah yang lebih dalam, sedangkan bagian permukaan efeknya bisa berkurang. Hal ini disebabkan karena faktor ruang pori yang saling berhubungan sehingga semakin dalam efek limbah cenderung bertambah. Faktor aliran fluidapun semakin cepat dengan bertambahnya kedalaman karena efek gravitasi, sehingga nilai permeabilitas yang besar akan cenderung membuat aliran limbah dominan pada bagian dalam. Dengan melihat fenomena sebaran limbah dan aspek fisis tanah, maka

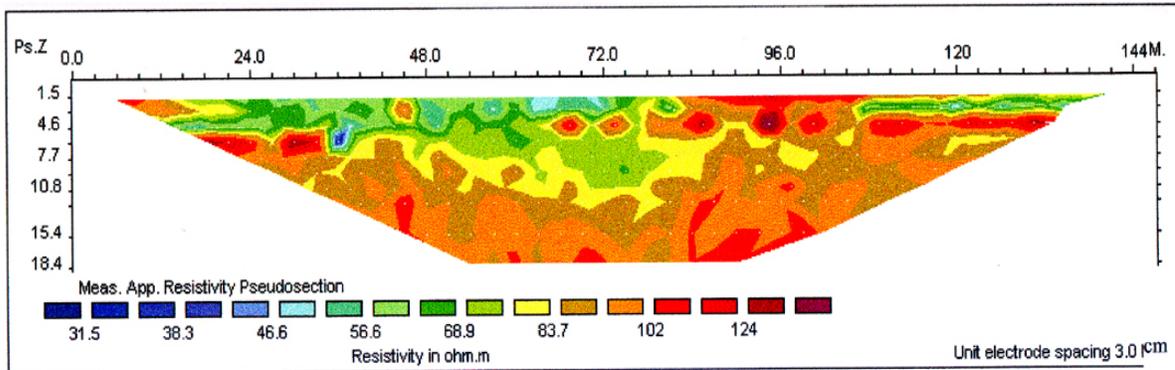
penanganan limbah sejak dini perlu dilakukan agar jangan sampai merusak struktur tanah yang bagian dalam. Penanganan limbah melalui pengolahan limbah harus benar-benar dilakukan sesuai prosedur agar tidak berdampak terhadap lingkungan.



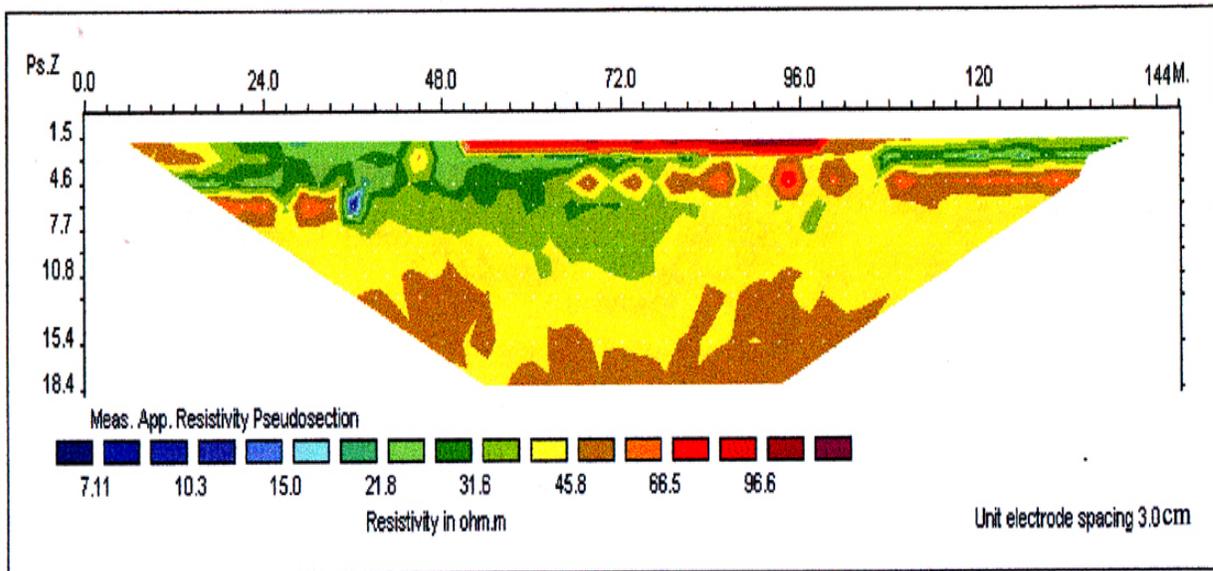
**Gambar 3.**  
**Pola Distribusi Resistivitas Sebelum Pemberian Perlakuan Limbah Pada  $z = 0$**



**Gambar 4.**  
**Pola Sebaran Limbah Karet Berdasarkan Distribusi Resistivitas Setelah Perlakuan Limbah Pada  $z = 0$ .**



**Gambar 5.**  
**Pola Distribusi Resistivitas Sebelum Perlakuan Limbah Pada  $z = 33$  cm.**



**Gambar 6.**  
**Pola Sebaran Limbah Karet Berdasarkan Distribusi Resistivitas Setelah Perlakuan Limbah Pada  $z = 33$  cm.**

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Distribusi resistivitas sebelum diberi limbah pada  $z = 0$  memberikan nilai minimum resistivitas 13,1 ohm.m, sedangkan maksimumnya 112 ohm.m
2. Pola sebaran limbah karet bawah permukaan tanah berdasarkan distribusi resistivitas pada  $z = 0$  memberikan nilai minimum resistivitas 20,8 ohm.m, sedangkan maksimumnya 122 ohm.m
3. Distribusi resistivitas sebelum diberi limbah pada  $z = 33$  cm memberikan nilai minimum resistivitas 31,5 ohm.m, sedangkan maksimumnya 124 ohm.m
4. Pola sebaran limbah karet bawah permukaan tanah berdasarkan distribusi resistivitas pada  $z = 33$  cm memberikan nilai minimum resistivitas 7,11 ohm.m, sedangkan maksimumnya 96,6 ohm.m

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian dan dalam pengumpulan semua data yang diperlukan dalam penelitian ini. Dan tak lupa juga diucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Thamrin, M. Sc selaku Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bhattacharya, P.K, Patra, H.P, 1991, Method for Direct Current Geolistic Sounding, Geophysical Prosp. V. 448-458.
- Dobrin, M.B, 1981, Introduction to Geophysical Prospecting, New York, McGraw-Hill.
- Djajadiningrat, ST, dan Harsono, H, 1990, Penilaian secara cepat sumber-sumber pencemaran air, tanah dan udara, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Ginting, P, 2004, Mengelola sampah, Mengelola gaya hidup, <http://adln.lib.unair.ac.id/go.php>.
- Naibaho, P, 1999, Aplikasi biologi dalam pembangunan industri berwawasan lingkungan J. Visi 7 : 112-126.
- Soininen, H, 1985, The Behavior of the Apparent Resistivity Phase Spectrum In The Case of two polarizable Media, J. Geophysics 50: 810-819.