

## Sebaran Limbah Residu CPO (*Crude Palm Oil*) Bawah Permukaan Tanah Pada PT. SSDP Dengan Aplikasi Geolistrik

Dodi Irwan Siregar<sup>1</sup>, Thamrin<sup>2</sup>, Muhammad Edisar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau Jalan Pattimura No.09 Gedung.I Gobah Pekanbaru, Telp. 0761-23742

<sup>2</sup> Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau Jalan Pattimura No.09 Gedung.I Gobah Pekanbaru, Telp. 0761-23742

<sup>3</sup> Fakultas MIPA Jurusan Fisika Universitas Riau, Pekanbaru, Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru.

**Abstract:** *One of the environmental problems caused by the increasing growth of the industry. Industrial waste generated that goes into the soil can alter soil properties. This study reviewing the nature of the soil as a result of the distribution of residual waste CPO (Crude Palm Oil) industry mills. This study uses the characteristics of resistivity and soil nutrient properties. Soil resistivity properties were tested by making a model before and after the distribution of waste residue does CPO. Then validated against field measurements, field measurements comparing the data with the model. To see the changes in nutrient content of soil Laboratory Testing properties of soil nutrient changes. The results showed that the resistivity properties change and nutrient content of the soil before and after the distribution of waste residue subjected CPO. Soil resistivity values that have mixed by CPO residual waste is higher than the value of soil resistivity is not mixed waste palm oil residues, while the content of soil nutrients among other properties, increasing soil pH, Include content C-Organic (%) / Inceneration, P-Available (ppm) / Bray-1, N-Total (%) / Kjedadl decreased dramatically.*

**Key words:** *Environmental Pollution, Waste CPO, Geolistrik, Soil Resistivity, Nutrients.*

Permasalahan lingkungan selalu muncul jika keseimbangan lingkungan terganggu. Intensitas pertumbuhan industri khususnya industri kelapa sawit yang semakin meningkat ditambah proses alih fungsi hutan menjadi penyebab terjadinya ketidak seimbangan lingkungan. Pembuangan limbah cair dan penggunaan pestisida yang berlebihan akan menjadi persoalan besar bila air yang dikonsumsi oleh manusia, hewan, dan organisme, yang berada dibawah permukaan bumi tercemar oleh limbah yang mengandung senyawa berbahaya, hal ini karena residu pestisida dan limbah cair kelapa sawit tersebut meresap ke dalam tanah dan menyebar ke daerah pemukiman penduduk (Damayanti, 2011). Permukaan lapisan bagian bawah bumi sulit untuk diperhatikan dan diamati secara langsung, seperti rembesan limbah cair dan sejauh mana limbah cair tersebut akan mengalir, sehingga perlu dilakukan studi awal untuk menyelidiki masalah lingkungan yang nantinya akan mudah untuk mencari metode dan cara penanggulangan rembesan limbah cair tersebut.

Semakin luasnya areal perkebunan kelapa sawit dan meningkatnya kegiatan industri pengolahan minyak sawit maka limbah cair

kelapa sawit yang dihasilkan akan semakin besar pula. Limbah cair dari proses pengolahan kelapa sawit dapat mencemari perairan dan daratan karena kandungan zat organiknya tinggi dan tingkat keasamannya yang rendah, sehingga perlu penanganan sebelum dibuang ke badan sungai dan sebagian ke daratan (Azwir, 2006). Saat ini diperkirakan jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit di Indonesia mencapai 28,7 juta ton (Anonimus, 2011). Limbah cair yang berasal dari pabrik kelapa sawit memiliki kandungan bahan industri yang tinggi dan mengandung unsur hara makro seperti Nitrogen (N), Posfor (P) dan Kalium (K) (Togatorop, 2009). Apabila limbah tidak dikelola dengan baik dan hanya langsung dibuang diperairan dan sebagian meresap ke dalam tanah, maka akan sangat mengganggu lingkungan disekitarnya. Sebagian industri yang akan membuang limbah diwajibkan mengolahnya terlebih dahulu untuk mencegah pencemaran lingkungan hidup disekitarnya (Widhiastuti, 2006). Pengkajian air limbah pada tanah perlu dilakukan karena adanya potensi akumulasi bahan pencemar dalam tanah serta kemampuan tanah dalam menetralisasi air

limbah terbatas dan berbeda-beda tergantung pada karakteristik tanah seperti permeabilitas tanah, komposisi dan sifat kimia tanah (KLH, 2003).

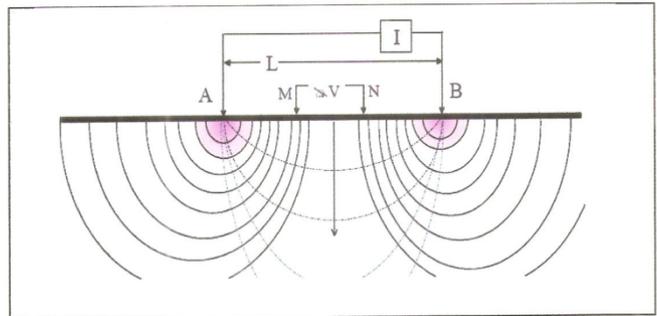
**BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2013 sampai dengan Februari 2014 di PT. Sinar Siak Dian Permai yang bergerak dibidang agroindustri perkebunan kelapa sawit berada dibawah Pimpinan Bapak Wilmar yang berdiri pada tahun 1991 yang beralamat di Jl. Lintas Sumatera – Pelalawan Kecamatan Kerinci Kabupaten Pelalawan.

Berdasarkan pada harga resistivitas listrik dan kandungan unsur hara pada tanah suatu struktur bawah permukaan bumi dapat diketahui material penyusun dan tingkat kesuburannya, sehingga dapat diketahui tentang struktur lapisan tanah dibawah permukaan bumi yang tercemar oleh penggunaan pestisida dan limbah cair CPO tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran limbah residu CPO (*Crude Palm Oil*) di PT.Sinar Siak Dian Permai, yang merembes kelapisan bawah permukaan bumi yang berada di kawasan pabrik CPO tersebut dengan melihat visualnya dari harga resistivitas yang didapat dengan menggunakan software RES2DINV Ver. 3.71 dan mengetahui unsur-unsur hara yang terkandung pada tanah di lokasi tempat pembuangan residu CPO sawit pada PT.SSDP. Sedangkan manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai sumber informasi tentang sebaran limbah da kangdungan unsur-unsur hara di kawasan pabrik penghasil limbah CPO tersebut.

Metode resistivitas pada dasarnya adalah pengukuran harga resistivitas (tahanan jenis) tanah. Prinsip kerja metode ini adalah dengan menginjektikan arus ke bawah permukaan bumi sehingga diperoleh beda potensial (Volt), yang kemudian akan didapat informasi mengenai tahanan jenis tanah. Untuk mengetahui harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi, karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama (Hutauruk, 1991). Ilustrasi garis equipotensial yang terjadi akibat injeksi arus ditunjukkan pada dua titik arus yang berlawanan di permukaan bumi, seperti

yang di lukiskan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Pola Aliran arus dan bidang equipotensial antara dua elektroda arus yang menimbulkan beda potensial diantara kedua elektroda tersebut.

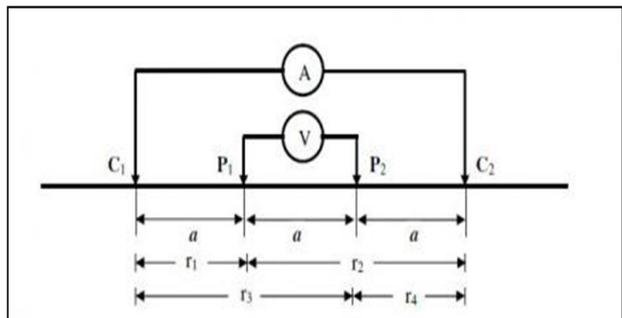
Rumukan nilai resistivitas / tahanan jenis adalah sebagai berikut :

$$\rho = k \frac{V}{I}$$

Keterangan :

- $\rho$  = Resistivitas / Tahanan Jenis (Ohm.meter)
- $k$  = Faktor Geometri Elektroda (meter)
- $V$  = Beda Potensial (Volt meter)
- $I$  = Kuat Arus (Ampere meter)

Penelitian ini menggunakan konfigurasi Elektroda Wenner, penempatan elektrode arus dan elektrode potensial diletakkan seperti pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Konfigurasi Elektroda Wenner

Dalam hal ini, elektrode arus dan elektrode potensial mempunyai jarak yang sama yaitu  $C1P1 = P1P2 = P2C2 = a$ . Jadi jarak antar elektrode arus adalah tiga kali jarak antar elektrode potensial. Perlu diingat bahwa keempat elektrode dengan titik datum harus membentuk satu garis. Dari gambar 2 diatas, dapat diperoleh besarnya Faktor Geometri untuk Konfigurasi Wenner adalah sebagai berikut:

$$k = 2\pi a$$

Sehingga pada konfigurasi Wenner berlaku hubungan:

$$\rho = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots$$

Tahanan jenis tanah yang akan menentukan impedansi pertanahan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi temperatur, gradien tegangan, besar arus, kandungan air dan bahan kimia, kelembaban serta cuaca (Kizlo dkk, 2009). Dalam kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan ( $\rho$ ) yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut, dengan demikian harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar yang telah dirumuskan (Dobrin, 1981). Ada beberapa nilai-nilai resistivitas jenis tanah yang telah diukur seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Nilai Resistivitas Jenis Tanah

Jenis Tanah	Resistivitas Tanah ( $\Omega.m$ )
Kalkopirit, borit, pirit, galena, magnetite	0.000001 ~ 0.01
Tanah rawa	10 – 40
Tanah padi berupa tanah liat dan rawa	10 – 150
Tanah pertanian berupa tanah liat	10 – 200
Tanah gambut, lempung dan lumpur	5 – 250
Campuran tanah liat dan pasir	200 – 400
Tanah kapur	50 – 150
Tanah pasir dengan kelembapan 90 %	130
Tanah pasir dengan kelembapan normal	300 – 800
Campuran tanah liat dan kerikil	50 – 400
Tanah liat, tanah lumpur	5 – 250
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000
Pegunungan	200 – 2000
Solid granit	10.000 – 50.000
Tanah abu	3.5

(Sumber : Kizlo dkk, 2009)

Tabel 2. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	
C -Organik (%)	< 1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	> 5,00	
Nitrogen (N) (%)	< 0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	> 0,75	
C/N	< 5	5 - 10	11 - 15	16 - 25	> 25	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (P) Bray-1 (ppm)	< 10	10 - 15	16 - 25	26 - 35	> 35	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm)	< 10	10 - 25	26 - 45	46 - 60	> 60	
K <sub>2</sub> O HCl 25% (mg/100g)	< 10	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60	
KTK (me/100g)	< 5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40	
<b>Susunan Kation :</b>						
K (me/100g)	< 0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-1,0	> 1,0	
Na (me/100g)	< 0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	> 1,0	
Mg (me/100g)	< 0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	> 8,0	
Ca (me/100g)	< 0,2	2 - 5	6 - 10	11,0-20	> 20	
Kejenuhan Basa (%)	< 20	20 - 35	36 - 50	51 - 70	> 70	
Aluminium (%)	< 10	10 - 20	21 - 30	31 - 60	> 60	
<b>Derajat Keasaman :</b>	<b>Sangat Masam</b>	<b>Masam</b>	<b>Agak Masam</b>	<b>Netral</b>	<b>Agak Alkalis</b>	<b>Alkalis</b>
pH H <sub>2</sub> O	< 4,5	4,5 - 5,5	5,6 - 6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	> 8,5

(Sumber: Hardjowigeno, S. 1995.)

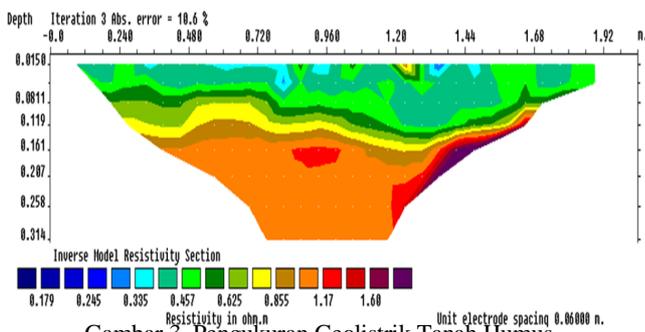
Unsur-unsur hara dalam tanah berperan dalam menentukan kesuburan tanah. Hara menjadi tersedia melalui pelapukan mineral dan penguraian bahan organik. Memang jarang tanah yang mampu menyediakan semua unsur penting selama jangka waktu yang panjang

dalam jumlah yang diperlukan untuk menghasilkan produk yang tinggi. Namun tanah yang subur akan memiliki sebagian besar unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Ada beberapa kriteria penilaian sifat kimia tanah

Hara diserap dari larutan tanah atau dari permukaan koloid sebagai kation atau anion, kation bermuatan positif sedangkan anion bermuatan negatif. Kebanyakan hara terdapat dalam mineral dan bahan organik, dan dalam keadaan demikian tidak larut dan tidak tersedia bagi tumbuhan.

**HASIL**

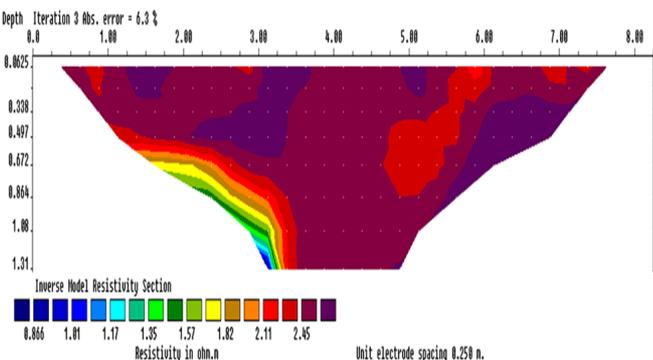
**Pengukuran Geolistrik pada Tanah Humus.** Pada Gambar 3 dapat dilihat hasil *mapping* dari pengukuran tanah humus yang belum terembesi oleh limbah residu CPO sawit adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Pengukuran Geolistrik Tanah Humus

Berdasarkan pada Gambar 3 diatas menunjukkan bahwa nilai resistivitas dari tanah

**Pengukuran Lapangan Arah Utara.** Sebaran limbah residu CPO PT.Sinar Siak Dian Permai yang dibuang kelingkungan merembes dan meresap ke bawah permukaan tanah yang dilakukan pengukuran geolistrik Arah Utara pada posisi (N: 00<sup>0</sup>27'26.4'' E: 101<sup>0</sup>39'27.0'') didapat hasil *mapping* pada Gambar 5 sebagai berikut:

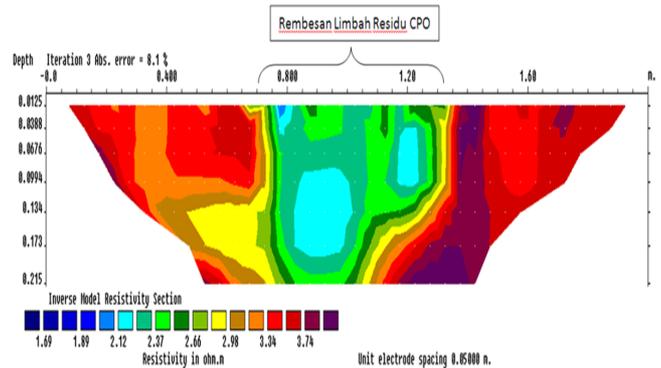


Gambar 5. Pengukuran Geolistrik Lapangan Arah Utara Lokasi Pembuangan Limbah PT.SSDP

**Validasi Pengukuran Geolistrik Arah Utara.** Setelah dilakukannya pengukuran model dan lapangan dengan metode geolistrik,

yang belum terembesi oleh residu CPO sawit (tanah humus) nilainya adalah rendah dengan iterasi kesalahan sebesar 10.6 %.

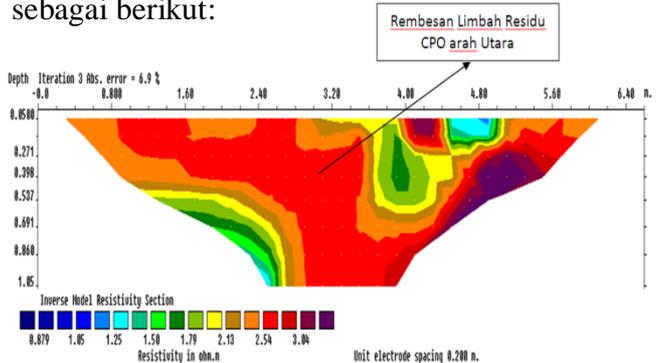
**Pemodelan Rembesan Limbah Residu CPO.** Gambar 4 adalah hasil dari *mapping* pengukuran model pada tanah yang telah terembesi oleh limbah residu CPO sawit dimana tanah tempat model adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Pemodelan Rembesan Limbah Residu CPO sawit

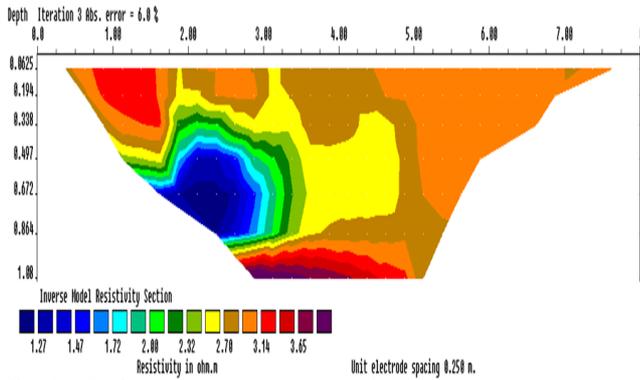
Pada Gambar 4 diatas terlihat jelas bahwa nilai resistivitas tanah terembesi oleh residu CPO sawit lebih kecil dari pada nilai resistivitas tanah yang belum terembesi oleh residu CPO sawit dengan iterasi kesalahan sebesar 8.1 %.

kemudian didapat hasil *mapping* pada model dan lapangan selanjutnya dilakukannya validasi yaitu membandingkan hasil pengukuran lapangan dengan model, maka didapat hasil validasi Arah Utara seperti pada Gambar 6 sebagai berikut:



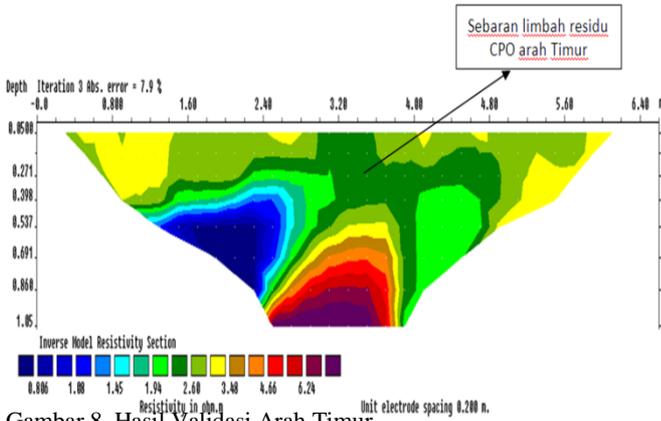
Gambar 6. Hasil Validasi Pengukuran Geolistrik Arah Utara

**Pengukuran Lapangan Arah Timur.** Sebaran limbah residu CPO PT.Sinar Siak Dian Permai yang dibuang kelingkungan merembes dan meresap ke bawah permukaan tanah yang dilakukan pengukuran geolistrik Arah Timur seperti Gambar 7 berikut:



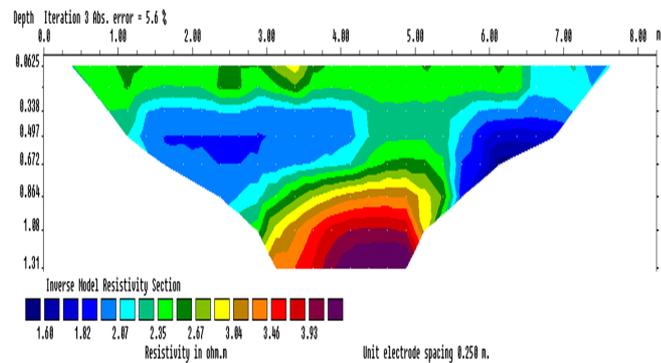
Gambar 7. Pengukuran Lapangan Arah Timur

**Validasi Pengukuran Geolistrik Arah Timur.** Setelah dilakukannya pengukuran model dan lapangan dengan metode geolistrik, kemudian didapat hasil *mapping* pada model dan lapangan selanjutnya dilakukannya validasi Arah Timur seperti terlihat pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Hasil Validasi Arah Timur

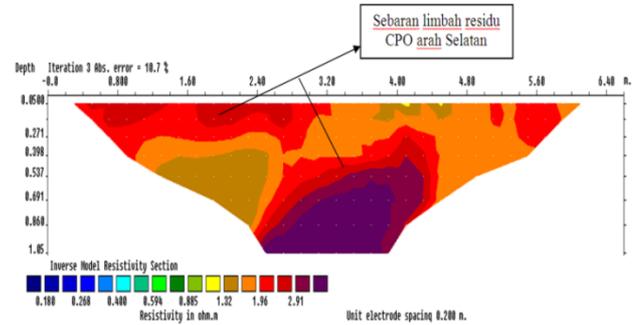
**Pengukuran Lapangan Arah Selatan.** Sebaran limbah residu CPO PT.Sinar Siak Dian Permai yang dibuang kelingkungan merembes dan meresap ke bawah permukaan tanah yang dilakukan pengukuran lapangan Arah Selatan seperti pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Pengukuran Lapangan Arah Selatan

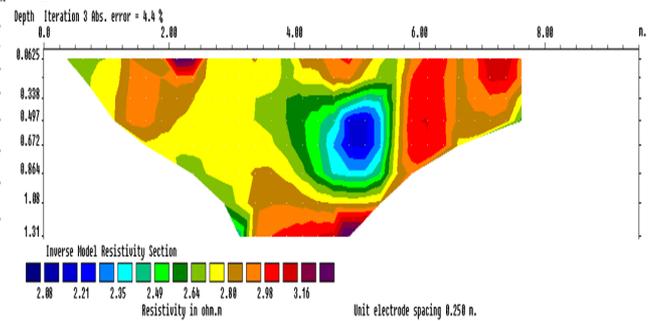
**Validasi Pengukuran Geolistrik Arah Timur.** Setelah dilakukannya pengukuran model dan lapangan dengan metode geolistrik,

kemudian didapat hasil *mapping* pada model dan lapangan selanjutnya dilakukannya validasi Arah Selatan seperti terlihat pada Gambar 10 berikut:



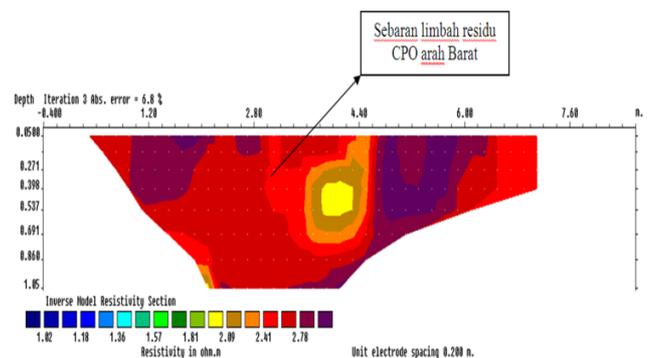
Gambar 10. Hasil Validasi Arah Selatan

**Pengukuran Lapangan Arah Barat.** Sebaran limbah residu CPO PT.Sinar Siak Dian Permai yang dibuang kelingkungan merembes dan meresap ke bawah permukaan tanah yang dilakukan pengukuran geolistrik Arah Barat seperti Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Pengukuran Lapangan Arah Barat

**Validasi Pengukuran Geolistrik Arah Barat.** Setelah dilakukannya pengukuran model dan lapangan dengan metode geolistrik, kemudian didapat hasil *mapping* pada model dan lapangan selanjutnya dilakukannya validasi Arah Barat seperti terlihat pada Gambar 12 berikut:



Gambar 12. Hasil Validasi Arah Barat

**Analisis pH dan Unsur-unsur Hara Tanah.** Hasil analisis sampel tanah yang dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau, pengambilan sampel-sampel diambil dari lokasi pembuangan akhir residu limbah CPO dititik *Point Resources* limbah PT. Sinar Siak Dian Permai yang dibuang ke lingkungan pada posisi (N : 00°27'27.1" E : 101°37'27.1") Yaitu sampel tanah yang telah tercemar limbah diambil pada kedalaman ± 20 dan 60 cm dari permukaan tanah. Kemudian dibandingkan dengan sampel tanah yang diambil pada kondisi belum tercemar oleh residu limbah CPO Pabrik Kelapa Sawit manapun pada posisi (N : 00°24'57.6" dan E : 101°32'09.4") dan data sekunder unsur-unsur hara dari PT.SSDP.

Untuk menentukan kandungan unsur hara pada tanah dapat dilihat berdasarkan referensi

Tabel 4. Kandungan pH dan Unsur-unsur Hara Tanah.

Kode Sampel	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
pH H <sub>2</sub> O	3.97	4.44	5.67	7.50	4.72	4.63	4.7	4.52	4.6	4.5
C-Organik (%) / Pengabuan	20.21	22.59	2.35	2.73	1.2849	0.3355	0.3143	0.3108	0.6304	0.3213
P-Tersedia (ppm) / Bray-1	18.79	27.54	2.73	4.06	5.43	4.48	5.31	4.98	5.33	5.15
N-total (%) / Kjeldahl	0.3194	0.4213	0.1792	0.1066	0.1874	0.1174	0.11	0.1088	0.1103	0.1125

Keterangan :

- Data Primer (tanah belum tercemar 0 – 20 cm)
- Data Primer (tanah belum tercemar 40 – 60 cm)
- Data Primer (tanah telah tercemar 0 – 20 cm)
- Data Primer (tanah telah tercemar 40 – 60 cm)
- Data Sekunder (lahan control 0 – 20 cm)
- Data Sekunder (lahan control 40 – 60)
- Data Sekunder (didalam rorak/flatbed 0 - 20 cm)
- Data Sekunder (didalam rorak/flatbed 40 - 60 cm)
- Data Sekunder (antar rorak/flatbed 0 - 20 cm)
- Data Sekunder (antar rorak/flatbed 40 - 60 cm)

## PEMBAHASAN

Dari Gambar 3 diatas didapat nilai resistivitas tanah belum tercemar (tanah humus) oleh limbah residu CPO dengan nilai resistivitas berkisar antara (0,475 – 1,6) ohm.m. apabila

Kemudian dilihat dari hasil *mapping* validasi didapat sebaran limbah residu CPO arah Timur pada Gambar 8 seperti yang ditunjuk oleh panah berkisar antara (1.94 – 2.60) ohm.m. anti Log10 diperoleh nilai resistivitas berkisar antara (87.096 – 398.107) ohm.m. dengan iterasi kesalahan sebesar 7.9 %.

Gambar 10 didapat sebaran limbah residu CPO arah Selatan seperti yang ditunjuk

Tabel 2. yaitu kriteria penilaian sifat kimia tanah, maka hasil yang diperoleh dari analisis sampel tanah di laboratorium pada kedalaman ± 20 dan 60 cm baik itu data primer maupun data sekunder dari Tabel 2. diatas maka didapat hasil sebagai berikut, derajat keasaman (pH H<sub>2</sub>O) berkisar antara 3,97 – 7,5 dengan kriteria sangat **masam** sampai dengan **netral**, kadar unsur karbon C-Organik berkisar antara (0,3213 – 20, 21) % dengan kriteria sangat **rendah** sampai dengan **sangat tinggi**, kadar unsur phosphor P-Tersedia berkisar antara (2,73 – 27,54) ppm, dengan kriteria sangat **rendah** sampai dengan **tinggi**, kadar unsur nitrogen N-total berkisar (0,1066 – 0,4213) % dengan kriteria **rendah** sampai dengan **sedang**. Hasil analisis sampel tanah dari data primer dan sekunder dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

anti Log10 maka diperoleh nilai resistivitas yaitu (2,98 – 39,81) ohm.m. Gambar 4 adalah hasil pemodelan rembesan limbah residu CPO didapat harga resistivitas rembesan limbah residu CPO sawit yaitu (2.12 – 2.66) ohm.m. apabila dianti Log10 diperoleh nilai resistivitas (131.82 – 457.08) ohm.m.

Dilihat dari hasil validasi pengukuran limbah residu CPO arah Utara pada Gambar 6 didapat sebaran limbah residu CPO seperti yang ditunjuk oleh panah dengan nilai resistivitas berkisar antara (2.13 – 2.54) ohm.m. apabila anti Log10 didapat nilai resistivitas (134.89 – 346.73) ohm.m. dengan iterasi kesalahan 6.9 %.

oleh panah berkisar antara (1.96 – 2.91) ohm.m. apabila anti Log10 diperoleh nilai resistivitas (91.201 – 812.83) ohm.m. dengan iterasi kesalahan sebesar 10.7 %.

Pada Gambar 12 Didapat sebaran limbah residu CPO arah Barat seperti yang ditunjuk oleh panah berkisar antara (2.09 – 2.41) ohm.m. apabila anti Log10 diperoleh nilai

resistivitas berkisar antara (123.026 – 257.039) ohm.m. dengan iterasi kesalahan sebesar 6.8%.

### SIMPULAN

Nilai resistivitas tanah yang telah terembesi oleh limbah residu CPO lebih tinggi dibandingkan dengan nilai resistivitas tanah yang belum terembesi limbah residu CPO (tanah humus), sedangkan kandungan sifat hara tanah antara lain, pH tanah meningkat, kandungan C-Organik (%) / Pengabuan, P-Tersedia (ppm) / Bray-1, N-Total (%) / Kjedahl menurun drastis. Adapun poin – poin dari kesimpulan adalah sebagai berikut:

Hasil pengukuran resistivitas tanah belum tercemar limbah residu CPO (tanah humus) yaitu dengan nilai resistivitas berkisar antara (2,86 – 39,81) ohm.m. Pemodelan nilai resistivitas tanah tercemar limbah residu CPO adalah berkisar antara (131,82 – 457,08) ohm.m. Hasil validasi pengukuran lapangan nilai resistivitas tanah terembesi limbah residu CPO; arah Utara (134,89 – 346,73) ohm.m. arah Timur (87,096 – 398,107) ohm.m. arah Selatan (91,201 – 812,83) ohm.m. arah Barat (123,026 – 257,039) ohm.m.

Hubungan unsur hara tanah dengan perubahan resistivitas yaitu, tanah humus (tanah belum terembesi limbah residu CPO) mempunyai unsur hara tinggi dan nilai resistivitas rendah sedangkan tanah telah terembesi limbah residu CPO unsur hara rendah dan nilai resistivitas tinggi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yaitu Bapak dan Mamak, Adek-adek sekalian yang terus memberi semangat lahir dan batin kepada penulis, juga kepada teman-teman yang setia membantu penulis dalam penelitian ini, dan kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis juga kepada PT. SSDP yang telah member izin dan juga memberikan data-data yang dibutuhkan penulis didalam melakukan penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonimus, 2011. *Mimbar Penyuluh Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit*

<http://www.sinartani.com/mimbarpenyuluh/pemanfaatan-limbah-kelapasawit-1271054663.html>. (17 Mei 2011).

- Azwir, 2006. *Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri Oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Pempu Masterindo di kabupaten Kampar*, Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Damayanti Taufika, 2011. *Aplikasi Geolistrik Skala Model untuk Menentukan Nilai Resistivitas Lapisan Tanah yang Mengalami Pencemaran.*, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang (Unnes), Semarang, Indonesia.
- Dobrin, M.B., 1981. *Introduction to Geophysical Prospecting*, New York: McGraw-Hill.
- Hardjowigeno, S. 1995. *Ilmu Tanah. Edisi Revisi*. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta. Hal. 126.
- Hutauruk, T.S., 1991, *Pengentananahan Netral Sistem Tenaga dan Pengentananahan Peralatan*, Erlangga, Jakarta.
- Kizlo, Marina and Kanbergs, Arvids. "The cause of the parameters changes of soil resistivity". International Scientific Conference on Power and Electrical ECT-2009, 2009.
- KLH, 2003. *Pedoman Teknis Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah Kelapa Sawit Pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit*, Kementrian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Milsom, John. 2003. *Field Geophysics, The Geological Field Guide Series*. England : West Sussex P019 8SQ
- Togatorop Rusmey. 2009. *Korelasi Antara Biological Oxygen Demand (BOD) Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap pH, Total Suspended Solid (TSS), Alkalinitas dan Minyak/ Lemak*. Sekolah pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Widhiastuti Retno, 2006. *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Terhadap Biodiversitas Tanah*, Jurnal Ilmiah Pertanian KULTURA• Vol. 41 • No. 1.