

Identifikasi Sebaran Limbah Kelapa Sawit Di Dusun Panepat Desa Kuala Mandor A Menggunakan Metode Geolistrik

Suryani^a, Muliadi^{a*}, Zulfian^a

^aProdi Geofisika, FMIPA Universitas Tanjungpura

*Email : muliadi@fmipa.untan.ac.id

Abstrak

Dusun Panepat Desa Kuala Mandor A merupakan daerah yang terdapat kolam penampungan limbah kelapa sawit. Pada penelitian ini telah berhasil diketahui sebaran limbah kelapa sawit di sekitar lokasi penampungan limbah. Metode yang digunakan adalah geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Pada penelitian ini dibuat sebanyak 4 buah lintasan untuk memperoleh penampang resistivitas 2D. Penampang resistivitas 2D tersebut mendeskripsikan struktur lapisan tanah daerah penelitian. Berdasarkan nilai resistivitas, tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit memiliki nilai resistivitas 1,65 Ω m hingga 10,81 Ω m. Tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit terdapat hingga ke arah Utara, Selatan dan Barat dari kolam penampungan limbah. Sebaran limbah menyebar sejauh 70 m ke arah Selatan, menyebar sejauh 8 m ke arah Barat, menyebar sejauh 55 m ke arah Utara dan menyebar sejauh 66 m ke arah Barat Daya dari kolam penampungan limbah kelapa sawit.

Kata Kunci : *Sebaran Limbah Kelapa Sawit, Geolistrik, Tahanan Jenis.*

1. Latar belakang

Seiring dengan intensitas perkembangan limbah pabrik sawit di Indonesia maka pembuangan limbah cair merupakan permasalahan lingkungan hidup yang akan berdampak terhadap aktivitas makhluk hidup di sekitarnya. Untuk itu perlu dipikirkan dan diusahakan bagaimana keselamatan dan keseimbangan lingkungan huniannya. Pembuangan limbah cair ini akan menjadi persoalan besar bila air yang dikonsumsi oleh makhluk hidup telah tercemar oleh limbah yang mengandung senyawa berbahaya, sebab limbah cair meresap ke dalam tanah dan menyebar ke daerah pemukiman.

Daerah Panepat Desa Kuala Mandor A terdapat pabrik kelapa sawit dan terdapat kolam penampungan limbah kelapa sawit. Kolam penampungan tersebut terletak dekat dengan daerah pemukiman penduduk dan sungai. Berdasarkan pemeriksaan kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan pH (derajat keasaman) menunjukkan bahwa kadar beban pencemar pada sumber limbah sudah tidak memenuhi persyaratan standar baku mutu air yang sesuai [1].

Untuk menyelesaikan masalah tersebut perlu dilakukan studi untuk mengetahui pola penyebaran limbah kelapa sawit bawah permukaan di wilayah tersebut. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan adalah metode geolistrik. Metode ini dapat dimanfaatkan yaitu untuk mendeteksi kontras resistivitas medium akibat penyebaran

kontaminan (rembesan limbah) di bawah permukaan yang sering diasosiasikan sebagai fluida konduktif. Penyusunan elektroda dalam geolistrik (konfigurasi elektroda) dapat menggunakan beberapa aturan seperti *Wenner, Schlumberger, Wenner - Schlumberger, Pole - Dipole* maupun aturan lainnya. Konfigurasi *Wenner - Schlumberger* dianggap sesuai untuk identifikasi limbah cair karena dapat melihat variasi nilai resistivitas bawah permukaan secara *mapping* (horizontal) dan *sounding* (vertikal) secara bersamaan. Pada penelitian kali ini, metode geolistrik dengan konfigurasi elektroda *Wenner - Schlumberger* digunakan untuk menginvestigasi sebaran limbah kelapa sawit di Dusun Panepat Desa Kuala Mandor A.

Pada penelitian sebelumnya terbukti bahwa metode geolistrik dapat digunakan untuk menentukan pencemaran air tanah berhasil menganalisis distribusi limbah kelapa sawit dengan mengaplikasikan geolistrik [2]. Metode geolistrik resistivitas untuk mengidentifikasi limbah cair [3]. Limbah cair memiliki konduktivitas yang lebih besar dibandingkan dengan air atau memiliki nilai resistivitas rendah.

2. Metodologi

2.1 Metode Geolistrik

Metode geolistrik tahanan jenis adalah suatu metode geofisika yang memanfaatkan sifat tahanan jenis untuk mempelajari keadaan bawah permukaan bumi. Tahanan jenis merupakan parameter penting untuk mengkarakterisasikan keadaan fisis bawah

permukaan, yang diasosiasikan dengan material dan kondisi bawah permukaan [4]. Pengukuran dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* ini menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur.

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan memenuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya. Secara matematis hukum Ohm dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$V = I R \tag{1}$$

dengan V adalah beda potensial, I adalah arus, dan R adalah hambatan. Hambatan suatu benda bergantung terhadap resistivitas dan keadaan suatu benda tersebut. Hambatan jenis suatu benda dapat dituliskan dengan persamaan berikut :

$$R = \rho \frac{L}{A} \tag{2}$$

dengan L adalah panjang benda dan A adalah luas penampang suatu benda. Gambar 1 menjelaskan tentang dua pasang elektroda arus dan potensial yang ditetapkan dalam metode resistivitas. C_1 dan C_2 adalah elektroda arus, P_1 dan P_2 adalah elektroda potensial, r adalah kedalaman, I dan V adalah arus dan potensial.

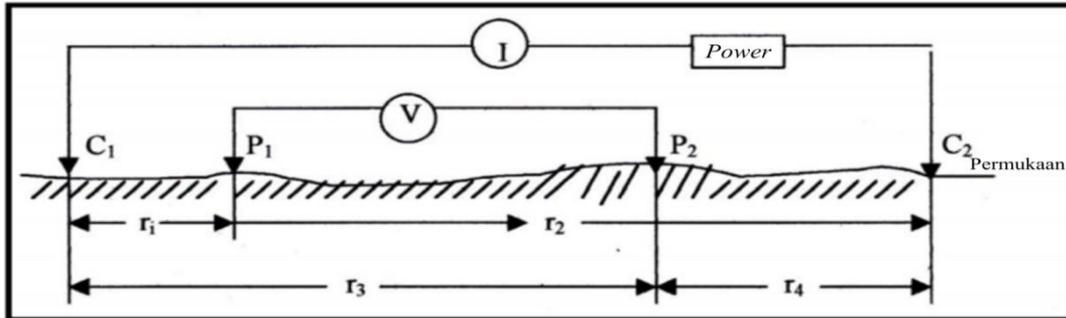
Beda potensial antara P_1 dan P_2 adalah:

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \tag{3}$$

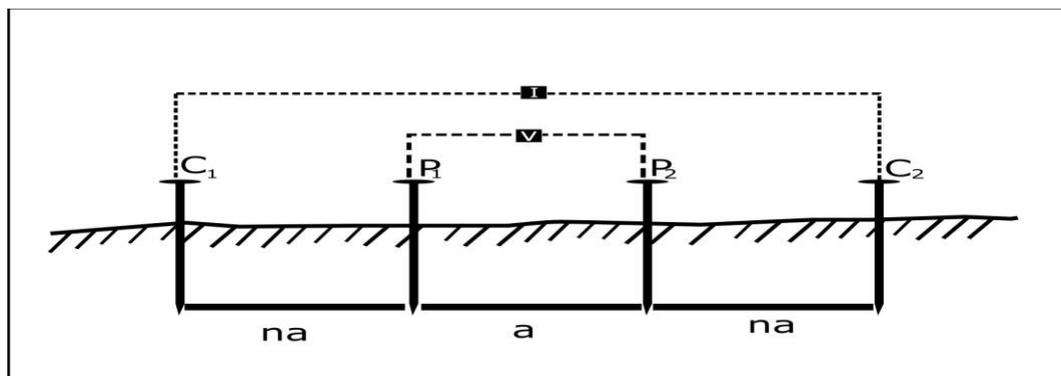
Dari besarnya arus dan beda potensial yang terukur maka nilai resistivitas dapat di hitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \tag{4}$$

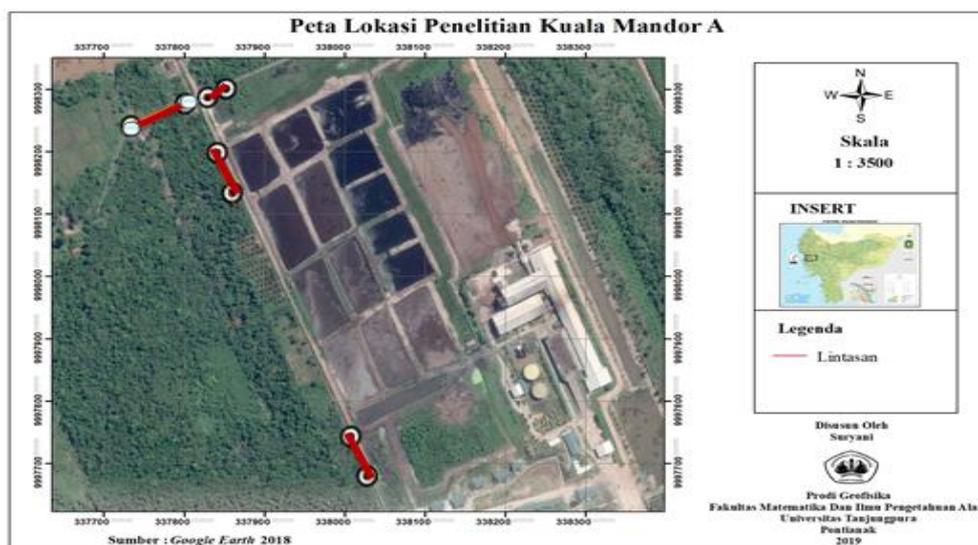
Dengan k adalah faktor geometri yang tergantung penempatan elektroda di permukaan. *Resistivitymeter* biasanya memberikan nilai resistansi $R = V/I$ sehingga nilai resistivitas dapat dihitung dengan persamaan 4.



Gambar 1. Dua pasang elektroda arus dan potensial [5]



Gambar 2. Susunan elektroda *Wenner-Schlumberger* [6]



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan aturan jarak spasi yang tetap dengan faktor n untuk konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan perbandingan jarak antara elektroda C_1 - C_2 dengan spasi antara P_1 - P_2 . Sehingga jika jarak antar elektroda potensial P_1 - P_2 adalah a maka jarak antar elektroda arus (C_1 dan C_2) adalah $2na+a$ seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakan dalam sebuah garis lurus [7]. Jika n adalah 1 maka konfigurasi ini adalah konfigurasi *Wenner*, jika n lebih dari 1 maka konfigurasi ini akan berubah menjadi konfigurasi *Schlumberger*.

Berdasarkan persamaan 4, pada konfigurasi *Wenner-Schlumberger* memiliki faktor geometri (k) adalah sebagai berikut:

$$k = \pi n(n + 1)a \quad (5)$$

Dimana a adalah jarak spasi antara elektroda terkecil dan n adalah rasio antara elektroda C_1 P_1 dan elektroda P_1 P_2 .

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung di sekitar kawasan pabrik kelapa sawit di Dusun Panepat Desa Kuala Mandor A dengan titik koordinat $0^{\circ}01'13,36''$ LS dan $109^{\circ}32'35,83''$ BT sampai $0^{\circ}00'59,30''$ LS dan $109^{\circ}32'28,52$ BT. Di mulai pada tanggal 16 Juli 2018. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3

2.3 Akuisisi Data

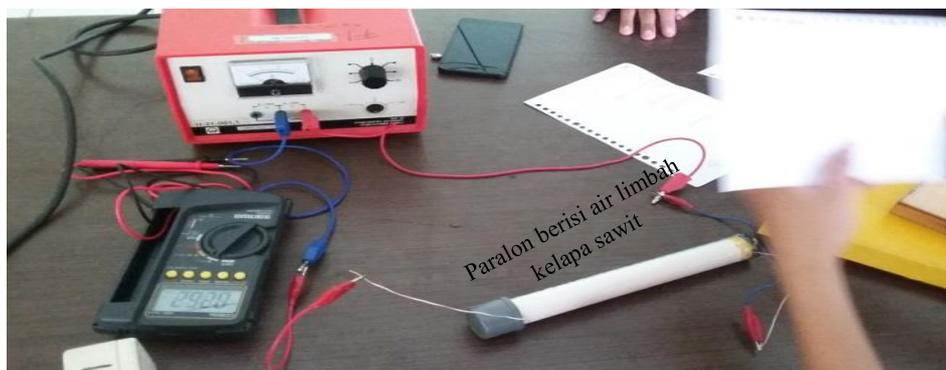
Proses akuisisi data yang dilakukan di 4 lintasan, lintasan 1 dan 2 memiliki panjang 56 meter, sedangkan lintasan 3 memiliki panjang 28 meter dan lintasan 4 dengan panjang lintasan 75 meter. Jarak elektroda terkecil pada lintasan 1

dan 2 adalah 4 meter, sedangkan lintasan 3 jarak terkecil yaitu 2 meter sedangkan pada lintasan 4 berjarak 5 meter. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi *Wenner-Schlumberger* konfigurasi ini mampu melihat penampakan posisi batuan baik secara horizontal maupun vertikal.

Lintasan pertama dimulai dari arah Selatan ke Barat Daya yaitu dari sekitar mess sampai ke kolam pembiakan limbah sawit pada koordinat $0^{\circ}01'13,36''$ LS $109^{\circ}32'35,83''$ BT sampai $0^{\circ}01'15,02''$ LS $109^{\circ}32'36,56''$ BT. Lintasan kedua dimulai dari arah Selatan ke Barat Daya yaitu sekitar kolam *fakultatif* pada koordinat $0^{\circ}01'00,98''$ LS $109^{\circ}32'29,59''$ BT sampai $0^{\circ}01'03,08''$ LS $109^{\circ}32'30,59''$ BT. Lintasan ketiga dimulai dari arah Barat ke Timur Laut yaitu sekitar kolam *fakultatif* dan kolam *aerob* pada koordinat $0^{\circ}00'59,04''$ LS $109^{\circ}32'29,46''$ BT sampai $0^{\circ}00'58,68''$ LS $109^{\circ}32'30,25''$ BT. Lintasan keempat dimulai dari arah Timur ke Barat Laut yaitu sekitar pemukiman warga pada koordinat $0^{\circ}00'59,30''$ LS $109^{\circ}32'28,52''$ BT sampai $0^{\circ}0'00,22''$ LS $109^{\circ}32'26,21''$ BT. Lintasan yang diambil berada di daerah jalan warga dekat kolam penampungan dan dekat permukiman warga. Hal ini dilakukan agar lintasan tersebut mewakili daerah yang diduga sebagai sebaran limbah kelapa sawit.

2.4 Pengujian Air Limbah Kelapa Sawit

Sampel air limbah kelapa sawit diambil pada parit yang berada di sekitar kolam penampungan. Air limbah ini diuji dilaboratorium untuk menentukan nilai resistivitasnya, konsep pengujian ini berdasarkan hukum Ohm. Arus dialirkan pada medium, sehingga muncul beda potensial pada kedua ujung medium. Pada Penelitian ini medium berupa air limbah kelapa sawit



Gambar 4. Rangkaian Uji Lab Air Limbah Kelapa Sawit

Langkah pertama alat dirangkai seperti pada Gambar 4 arus dialirkan pada medium bervariasi sehingga diperoleh beda potensial yang berbeda-beda juga. Dari kedua variabel tersebut, dibuat grafik beda potensial terhadap arus listrik. Berdasarkan grafik tersebut, maka hambatan diperoleh dari informasi kemiringan grafik/gradien. Gradien ini dapat diperoleh menggunakan metode kuadrat terkecil.

Berdasarkan metode kuadrat terkecil, gradien (m) memiliki persamaan:

$$m = \frac{\sum xi \sum yi - \sum xi yi}{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2} \quad (6)$$

Dimana xi berupa variabel bebas, dan yi variabel terikat. Pada pengujian ini yang menjadi variabel terikatnya adalah beda potensial antara kedua ujung medium. N merupakan jumlah data percobaan.

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{1}{R} \quad (7)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad (8)$$

Dari persamaan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 maka nilai resistivitas air limbah kelapa sawit dapat ditentukan dengan persamaan 9:

$$\rho = \frac{1}{m} \frac{A}{L} \quad (9)$$

m = gradien dalam hal ini berupa informasi hambatan.

3. Hasil dan Pembahasan

Daerah Panepat Desa Kuala Mandor A memiliki formasi geologi yang tersusun dari endapan alluvial, pantai, danau, rawa dan undak. Daerah ini dilintasi oleh sungai Siak pada daerah ini terdapat kolam penampungan limbah kelapa sawit, kolam penampungan ini berada di dekat aliran sungai Siak yang berjarak sekitar 200 m. Daerah sekitar penampungan limbah kelapa

sawit memiliki vegetasi berupa pohon sawit, karet dan rerumputan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran limbah kelapa sawit di sekitar daerah penampungan. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger. Selain itu pada penelitian ini diambil sampel limbah kelapa sawit di kolam penampungan, dilakukan uji laboratorium mengukur nilai resistivitas limbah kelapa sawit. Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan potensial pada medium. Berdasarkan data pengamatan diperoleh beda potensial dan arus yang melalui medium (air limbah kelapa sawit). Berdasarkan kedua data tersebut diperoleh hambatan air limbah kelapa sawit sebesar $2,23 \Omega m$ menggunakan metode kuadrat terkecil. Kemudian dari informasi hambatan, luas medium dan panjang medium, maka diperoleh resistivitas air limbah kelapa sawit sebesar $2,23 \Omega m$. Nilai resistivitas ini merupakan nilai resistivitas air limbah tanpa berasosiasi dengan tanah. Dalam penelitian ini air limbah kelapa sawit berasosiasi dengan tanah yang berada di sekitar kolam penampungan. Oleh karena itu, pada penelitian ini tanah yang terkontaminasi air limbah kelapa sawit diduga berada pada rentang nilai resistivitas $2,23 - 10 \Omega m$. Nilai konduktivitas tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit memiliki nilai konduktivitas berkisar $110 - 180 mS/m$ ($5,55 - 9,09 \Omega m$) [8].

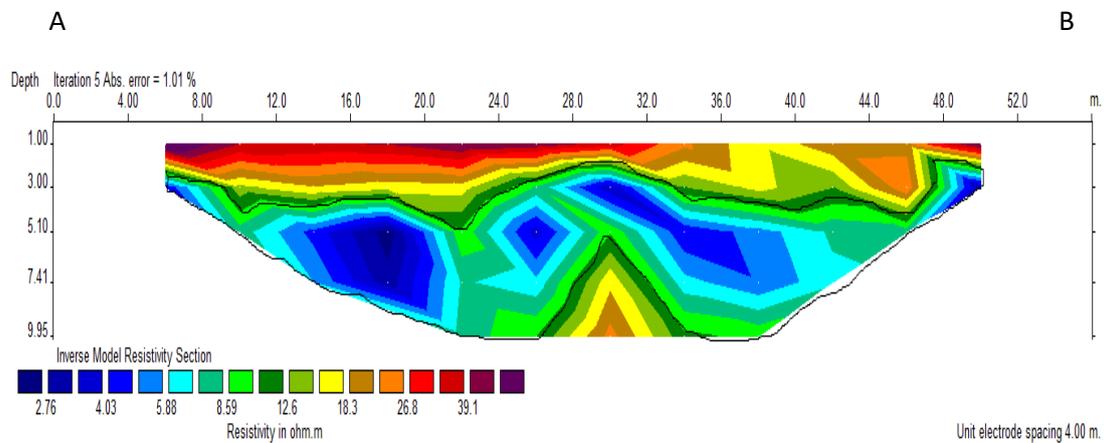
3.1 Analisis Interpretasi Tanah yang Terkontaminasi

Hasil analisis pada lintasan 1 yang diidentifikasi sebagai tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit memiliki nilai resistivitas $2,3 \Omega m$ hingga $10,5 \Omega m$, pada lintasan ini berada dikedalaman 2 m hingga 9,95 m yang ditunjukkan oleh warna biru gelap hingga biru terang. Pada lintasan 2 memiliki nilai resistivitas $4,19 \Omega m$ hingga $10,8 \Omega m$, lintasan ini berada dikedalaman 2 m hingga 9,95 m ditunjukkan

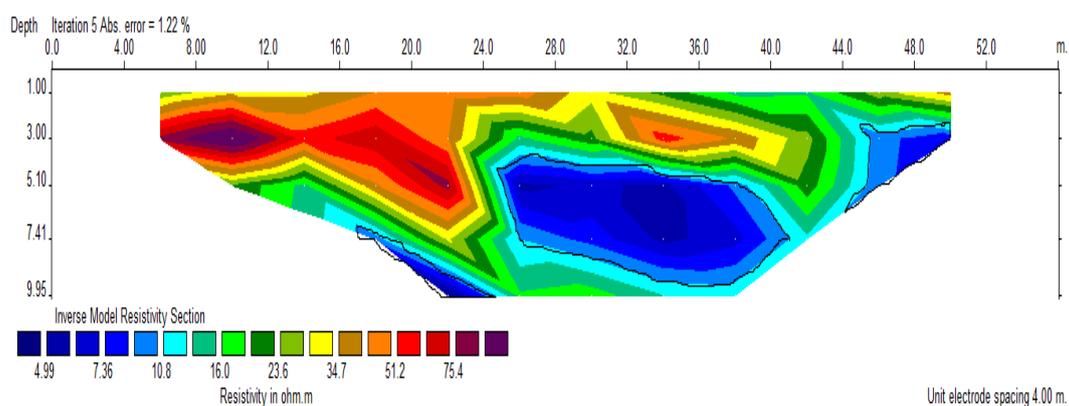
dengan warna biru gelap hingga biru terang. Pada lintasan 3 memiliki nilai resistivitas 2,41 Ω m hingga 10,61 Ω m, pada lintasan ini berada pada kedalaman 4 m hingga 4,98 m yang ditunjukkan dengan warna biru gelap hingga

biru terang. Sedangkan pada lintasan 4 yang memiliki nilai resistivitas limbah kelapa sawit 1,65 Ω m hingga 8,97 Ω m, lintasan ini berada pada kedalaman 5 m hingga 12,4 m.

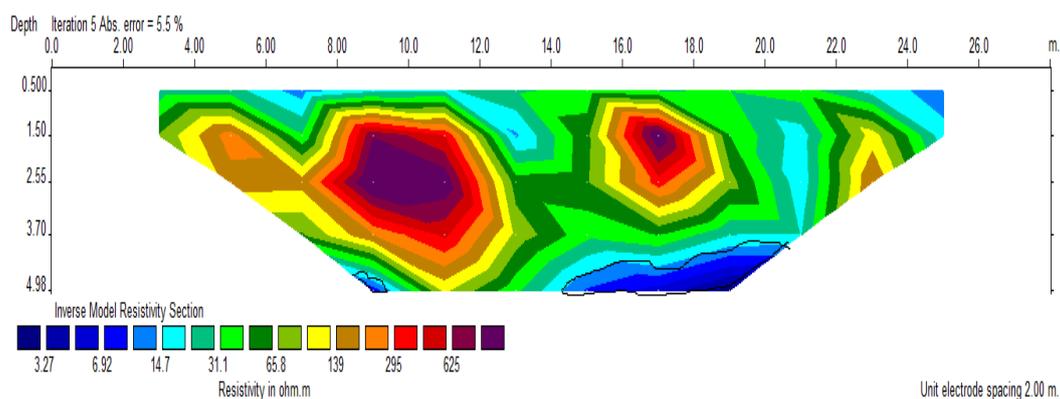
3.2 Hasil Penampang Resistivitas 2D



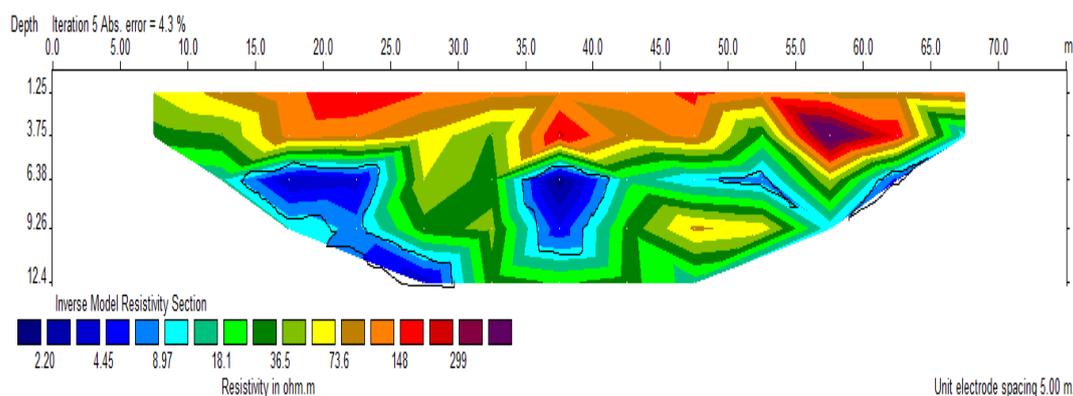
Gambar 5. Penampang resistivitas 2D lintasan1



Gambar 6. Penampang resistivitas 2D pada lintasan 2.



Gambar 7. Penampang resistivitas 2D pada lintasan 3



Gambar 8. Penampang resistivitas 2D pada lintasan 4.

3.3 Sebaran Limbah Kelapa Sawit

Setiap lintasan didapatkan nilai resistivitas yang berbeda, mulai dari yang terkecil hingga yang terbesar hal ini menunjukkan bahwa yang terdeteksi bukan hanya nilai resistivitas limbah kelapa sawit, melainkan kumpulan nilai resistivitas bahan lainnya.

Nilai resistivitas limbah kelapa sawit diduga berada pada rentan nilai $1,65 \Omega\text{m}$ hingga $10,5 \Omega\text{m}$ pada lintasan 1 seperti pada Gambar 5. Lapisan tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit berada hampir di sepanjang lintasan dan mulai terdeteksi pada kedalaman 2 meter yang berada pada jarak 47 m hingga 50 m. Sedangkan lapisan tanah yang terdalam berada pada kedalaman 9,95 m yang berada pada jarak 22 m hingga 26 m dan 33 m hingga 38 m. Lapisan yang terkontaminasi limbah kelapa sawit mulai dari 6 m hingga 50 meter, dengan kedalaman yang berbeda-beda. Lapisan ini bersifat lebih konduktif dibandingkan lapisan lainnya dikarenakan limbah sawit bersifat lebih konduktif. Limbah kelapa sawit mengandung logam [9]. Kandungan logam pada limbah dapat menyebabkan limbah kelapa sawit memiliki sifat elektrolit yang tinggi sehingga limbah kelapa sawit bersifat konduktif [10].

Pada analisis sebaran limbah, titik B pada lintasan 1 menjadi daerah yang terjauh dengan kolam penampungan dan titik A merupakan titik terdekat dari kolam penampungan (Gambar 5). Titik A berjarak 10 m dari kolam pembiakan dan 20 meter dari kolam *Anaerob*. Sehingga tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit menyebar sejauh 60 m dari kolam pembiakan dan 70 m dari kolam *Anaerob* (Gambar 9). Pada lintasan 2, lapisan yang terkontaminasi limbah kelapa sawit memiliki nilai resistivitas $4,19 \Omega\text{m}$ hingga $10,8 \Omega\text{m}$ seperti pada Gambar 6. Lapisan tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit pada lintasan 2 mulai terdeteksi pada kedalaman 2 meter yang berada pada jarak 45 m hingga 50 m. Sedangkan lapisan tanah yang terdalam berada pada kedalaman 9,95 m

yang berada pada jarak 22 m hingga 25 m. Pada lintasan 2, lapisan tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit mulai dari 17 m hingga 50 m dengan kedalaman yang berbeda-beda. Pada lintasan 2 ini, tanah yang terkontaminasi dikarenakan dekat dengan kolam yang berjarak 8 m dari kolam fakultatif (Gambar 8). Limbah kelapa sawit merembes hingga mencapai lintasan 2 dan tersebar pada beberapa zona. Pada ketiga zona tersebut merupakan zona tercemar limbah kelapa sawit diduga limbah menyebar sampai ke parit. Parit tersebut sudah tercemar limbah kelapa sawit berdasarkan uji COD, BOD dan pH [1].

Pada lintasan 3, lapisan yang terkontaminasi limbah kelapa sawit memiliki nilai resistivitas $2,41 \Omega\text{m}$ hingga $10,81 \Omega\text{m}$ seperti pada Gambar 7. Lapisan tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit pada lintasan 3 mulai terdeteksi pada kedalaman 4 meter yang berada pada jarak 20,5 m. Sedangkan lapisan tanah yang terdalam berada pada kedalaman 4,98 m yang berada pada jarak 9 m dan juga berada pada jarak 15 m hingga 19 m. Lapisan tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit mulai dari 9 m hingga 20,5 m dengan kedalaman yang berbeda limbah kelapa sawit menyebar sejauh 55 m dari kolam *fakultatif* ke arah utara (Gambar 9). Pada lintasan 4, lapisan yang terkontaminasi limbah kelapa sawit memiliki nilai resistivitas $1,65 \Omega\text{m}$ hingga $8,97 \Omega\text{m}$ seperti pada Gambar 8.

Lapisan tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit pada lintasan 4 mulai terdeteksi pada kedalaman 5,70 meter yang berada pada jarak 65 m. Sedangkan lapisan tanah yang terdalam berada pada kedalaman 12,4 m yang berada pada jarak 27,5 m hingga 30 m. Lapisan tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit mulai dari 15 m hingga 65 m dengan kedalaman yang berbeda-beda. Lintasan 4 ini terletak 1 m dari parit yang berada di dekat kolam penampungan limbah kelapa sawit, sehingga limbah menyebar sejauh 66 m dari kolam penampungan ke arah barat laut (Gambar 9).



Gambar 9 . Daerah yang tercemar limbah.

Parit tersebut sudah tercemar limbah kelapa sawit yang berasal dari kolam penampungan[1 Gambar 9 memperlihatkan sebaran tanah yang terkontaminasi limbah kelapa sawit. Kotak bergaris merah putus-putus menggambarkan daerah yang terkontaminasi limbah tersebut. Sebaran limbah mengarah ke arah Utara, Selatan, dan Barat laut dari kolam penampungan limbah. Penyebaran limbah tersebut diduga dikarenakan pada zona ini mengikuti aliran topografi karena di wilayah tersebut memiliki topografi lebih rendah dari tempat penampungan limbah sehingga limbah yang ada di penampungan akan mengikuti lapisan bawah permukaan dan menyebar pada daerah yang lebih rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di kawasan tempat penampungan limbah pabrik kelapa sawit di Panepat Desa Kuala Mandor A Kecamatan Kuala Mandor B dengan menggunakan metode Geolistrik konfigurasi *Wenner - Schlumberger* dari hasil interpretasi maka dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas limbah kelapa sawit pada lintasan 1 hingga 4 mempunyai rentang nilai 1,65 Ω m hingga 10,81 Ω m. Sebaran limbah pada lintasan 1 menyebar sejauh 70 m ke arah Selatan, lintasan 2 menyebar sejauh 8 m ke arah Barat, lintasan 3 menyebar sejauh 55 m ke arah Utara dan lintasan 4 menyebar sejauh 66 m ke arah Barat Laut dari kolam penampungan limbah kelapa sawit pada kedalaman 4,98 m hingga 12,4 m.

Daftar Pustaka

- [1] Yani, I., *Studi Kualitas Limbah Cair di PT. X dan Kualitas Air Sungai di Sekitar PT.X Kabupaten Kubu Raya*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Pontianak, 2017.
- [2] Juandi, M., Analisis Pencemaran Limbah Berdasarkan Nilai Resistivitas. *Journal of Environmental Science*. Riau: Universitas Riau, 2009.
- [3] Distrik, I.W., *Efektivitas Pemahaman Meteri Struktur Lapisan Bawah Permukaan Bumi Untuk Mendeteksi Resapan Limbah Melalui Metode Geolistrik Resistivity*. *JPMIPA*, 9 (1):51-60, 2008.
- [4] Todd, D.K., *Ground Water Hydrology*. Associate Professor Of Civil Engineering California University, Jhon Wiley and Sons, New York, 1980.
- [5] Bahri., *Hand Out Mata Kuliah Geofisika Lingkungan Dengan Topik Metode Geolistrik Resistivitas*. FMIPA ITS, Surabaya, 2005.
- [6] Telford. W.M., Geldart. L.P., Sheriff. R.E, and Keys. D.A., *Applied Geophysic First Edition*. Cambridge University Press. Cambridge New York, 1990.
- [7] Sakka, *Metode Geolistrik Tahanan Jenis*. FMIPA UNHAS, Makassar, 2002.
- [8] Purry. A., *Distribusi Konduktivitas Tempat Penampungan Limbah Kelapa Sawit di Desa Kuala Mandor A Menggunakan Metode Elektromagnetik*. Universitas Tanjungpura Pontianak, 2019.
- [9] Apriani, *Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Energi Alternatif Terbarukan Biogas*. Tesis. Program Studi Pengolahan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Intitusi Pertanian Bogor, Bogor, 2011.
- [10] Vogelsang,, *Environmental Geopysics Practical Guide*, Spinger, 1995.