

PENERAPAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI WENNER UNTUK MENENTUKAN PENYEBARAN LINDI DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) SAMPAH AIR DINGIN KOTA PADANG

Yori Deswita¹⁾, Nofi Yendri Sudiar²⁾, Fatni Mufit²⁾ dan Akmam²⁾,

¹⁾Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

yorideswitaie27@yahoo.com , akmamdatuk@gmail.com ,

ABSTRACT

TPA Air Dingin are landfills located in Padang and positioned near the inhabitant area. The accumulation of waste at TPA Air Dingin can cause environment pollution. The aimed of this research is to determine the resistivity and the spread of leachate in TPA Air Dingin. Estimation of the distribution of leachate below the ground surface use a Resistivity Geoelectrical method with Wenner Configuration. Data were collected by ARES Multielectrode in 3 lines. The data were interpreted using Robust inversion to obtain a 2D model of earth's surface that consists of depth and resistivity value. The result of this research showed that the kinds of rocks in this area consist of Groundwater, Clay, Sandstone and Andesite. Direction of spread of leachate on the measurements, the distribution of leachate moving from the southeast towards the Northwest.

Keywords : *Leachate, Resistivity Geoelectrical method, Wenner, Robust inversion, TPA Air Dingin Kota Padang*

PENDAHULUAN

Penduduk di kota berkembang dengan cepat dibandingkan dengan daerah pedesaan. Pertumbuhan penduduk yang cepat di kota disebabkan oleh kota merupakan tempat pusat kegiatan, seperti perdagangan, pendidikan dan industri. Aktivitas manusia di perkotaan seperti di rumah tangga, kantor, pasar, dan dimanapun mereka berada akan selalu menghasilkan bahan sisa yang tidak berguna lagi. Bahan atau barang sisa ini akan menjadi barang buangan yang disebut dengan sampah atau limbah.

Keberadaan sampah menjadi permasalahan besar pada daerah perkotaan. Sampah adalah semua buangan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dan hewan yang berupa padatan, yang dibuang karena sudah tidak berguna atau dipergunakan lagi^[1]. Sampah adalah polutan yang dapat menyebabkan turunnya nilai estetika lingkungan, membawa berbagai jenis penyakit, menurunkan sumber daya, menimbulkan polusi, menyumbat saluran air serta pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan oleh limbah merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh negara berkembang seperti Indonesia, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga^[2]. Sampah yang dibuang ke lingkungan akan menimbulkan dampak yang berbahaya bagi masyarakat karena sampah mengandung senyawa yang berbahaya bagi kesehatan.

Pengelolaan sampah di Negara berkembang dilakukan dengan membentuk Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah. Sampah umumnya ditampung dan dikelola pada lokasi pembuangan dengan

menggunakan sistem *Sanitary Landfil*. *Sanitary Landfill* adalah sistem pemusnahan yang paling baik^[3]. *Sanitary Landfill* adalah metode pengolahan sampah dengan cara sampah ditampung, dipadatkan kemudian ditimbun dengan menggunakan tanah dan demikian seterusnya^[4]. Salah satu TPA yang menerapkan sistem *Sanitary Landfil* adalah TPA Air Dingin terletak di Kelurahan Air Dingin, Kelurahan Baringin Kecamatan Koto Tangah kota Padang, namun belum berfungsi dengan baik. Hal ini dapat terlihat pada perubahan warna air sungai disekitar TPA, hal ini menunjukkan adanya rembesan lindi ke lingkungan sekitar TPA. Kondisi ini diperkirakan dapat mencemari lingkungan sekitar, karena TPA Air Dingin dekat dengan pemukiman penduduk.

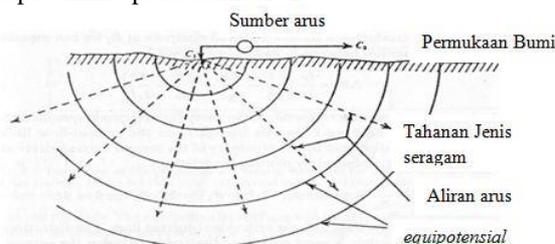
Sampah di TPA akan mengalami proses dekomposisi yang menghasilkan gas-gas dan cairan yang dikenal dengan lindi (*leachate*). Cairan yang dihasilkan oleh tumpukan sampah dan mengalami pembusukan. Cairan tersebut akan meresap kebawah tanah melalui celah-celah material yang disebut dengan lindi (*leachate*)^[5]. Lindi dapat menyebabkan pencemaran air, untuk itu perlu ditangani dengan baik. Lindi dapat berupa cairan berwarna kuning, coklat atau hitam. Komposisi dan karakteristik lindi tergantung pada jenis sampah, kandungan bahan organik, struktur Hidrogeologi tempat pembuangan sampah, kondisi operasi dan umur tempat pembuangan sampah^[6]. Lindi akan semakin cepat mencapai air tanah jika kondisi tanah bersifat porous dan permeabilitas. Gambar 1 merupakan cairan lindi yang terdapat di TPA Air Dingin kota Padang.



Gambar 1. Cairan Lindi di Tpa Air Dingin

Air lindi mengandung bahan pencemar berupa organik dan anorganik berupa logam berat dalam konsentrasi tinggi. Konsentrasi logam berat di atas akan menyebabkan bahaya bagi lingkungan, tumbuhan, hewan dan manusia. Senyawa logam berat yang di temukan pada di salah satunya adalah Fe (besi). Penerimaan pada di salah satunya adalah Fe akan menyebabkan masalah pada tanah, tumbuhan, hewan serta manusia. Kandungan logam berat dan mineral magnetik pada lindi dipengaruhi oleh komposisi sampah, lapisan tanah dan umur TPA. Lindi mempunyai konduktivitas yang lebih tinggi dari air bersih (*fresh water*) yang mengakibatkan nilai tahanan jenis limbah cair memiliki nilai tahanan jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai tahanan jenis air bersih. Tahanan jenis air bersih adalah $10-100 \Omega\text{m}^{[7]}$. Nilai resistivitas air tanah yang tercemar oleh lindi di dominan di bawah $10 \Omega\text{m}^{[2]}$. Tahanan jenis lindi adalah $2,994 \Omega\text{m}^{[8]}$, sedangkan *Sand* yang terkontaminasi lindi nilai resistivitas antara $4,6-54,8 \Omega\text{m}^{[9]}$.

Persebaran lindi dapat diestimasi menggunakan metode Geofisika, yaitu metode Geolistrik tahanan jenis. Metode Geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode Geofisika yang menggunakan sifat listrik dengan menginjeksikan arus kedalam bumi melalui dua buah elektroda arus, kemudian mengukur beda potensial yang terjadi diukur melalui dua buah elektroda potensial. Metode Geolistrik bumi diasumsikan sebagai medium homogen dan isotropis, arus yang dialirkan ke dalam bumi akan mengalir ke segala arah membentuk bidang *equipotensial* setengah bola. Penjalaran arus listrik ke dalam bumi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Titik Sumber Arus pada Permukaan dari Medium Homogen^[10]

Bumi yang diasumsikan sebagai medium homogen isotropis pada kenyataannya merupakan

medium non homogen yang terdiri dari banyak lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda-beda, sehingga nilai nilai tahanan jenis yang terukur bukanlah nilai tahanan jenis sebenarnya melainkan nilai tahanan jenis semu. Nilai tahanan jenis semu dirumuskan sebagai berikut:

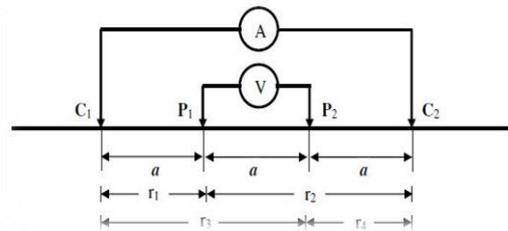
$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dimana

$$K = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\}^{-1} \quad (2)$$

dimana ρ_a merupakan nilai tahanan jenis semu, K merupakan nilai faktor geometri, ΔV merupakan nilai beda potensial dan I merupakan nilai arus. Nilai K bergantung kepada jenis konfigurasi yang digunakan.

Penelitian ini konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi *Wenner* merupakan salah satu konfigurasi dalam eksplorasi Geofisika dengan susunan elektroda terletak dalam satu garis yang simetris terhadap titik tengah. Konfigurasi elektroda *Wenner* memiliki resolusi vertikal yang bagus, sensitivitas terhadap perubahan lateral yang tinggi tapi lemah terhadap penetrasi arus terhadap kedalam^[7]. Susunan elektroda konfigurasi *Wenner* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan Elektroda Konfigurasi *Wenner*

Jarak masing-masing elektroda pada Gambar 3 menjadi:

$$r_1 = r_4 = a \text{ dan } r_2 = r_3 = 2a \quad (3)$$

Harga masing-masing jarak elektroda disubstitusi ke Persamaan (2), maka diperoleh harga K konfigurasi *Wenner*, sebagai berikut:

$$K = 2a\pi \quad (4)$$

Harga K untuk konfigurasi *Wenner* disubstitusi ke Persamaan (1), sehingga harga tahanan jenis semu (*apparent resistivity, ρ_a*)

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (5)$$

dimana ρ_a adalah tahanan jenis semu, I adalah kuat arus, a adalah jarak elektroda, dan ΔV adalah beda potensial.

Nilai tahanan jenis yang diperoleh dari pengukuran diestimasi dengan menggunakan metode inversi sehingga didapatkan nilai tahanan jenis sesungguhnya dan kedalamnya. Metode inversi 2D terdiri dari beberapa jenis, salah satunya yaitu metode inversi *Robust 2D*. Metode inversi *Robust 2D*

meningkatkan tingkat keakuratan dalam pengolahan serta interpretasi data lapangan. Persamaan metode *Robust 2D* dinyatakan oleh Persamaan (6)^[11].

$$\dot{y} = \hat{\Phi}(x, u) + \Delta_{inv}(x, u) \quad (6)$$

dimana $u = \hat{\Phi}^{-1}(x, \sigma)$ adalah pengontrol inversi dan x merupakan vektor state, yaitu vektor keadaan yang menggambarkan model data dalam n pengukuran dan y merupakan keluaran yang memiliki dua parameter yaitu kedalaman dan tahanan jenis. σ menyatakan input pengontrol *pseudo* dari sistem inversi. Pengontrol sistem inversi u dinyatakan dengan Persamaan (7).

$$u = B^{-1}(x)[\dot{y}_c - A_1(x)] \quad (7)$$

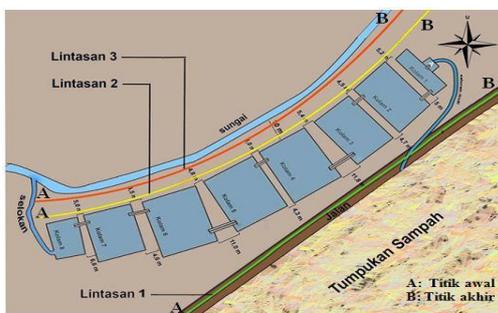
dimana $A(x)$ dan $B(x)$ adalah fungsi nonlinier dari x . Kesalahan inversi dari Δ_{inv} dapat dinyatakan dengan Persamaan (8),

$$\Delta_{inv}(x, u) = \hat{\Phi}(x, u) - \Phi(x, u) \quad (8)$$

Inversi *Robust 2D* dapat membatasi dan meminimalkan perubahan mutlak pada nilai tahanan jenis dan dapat meminimalkan efek *outlier* dalam data pada model inverse. Inversi ini menghasilkan model antar muka yang tajam di antara daerah yang berbeda dengan nilai tahanan jenis yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tahanan jenis di bawah permukaan di TPA Air Dingin kota Padang dan menentukan penyebaran lindi di TPA Air Dingin berdasarkan nilai tahanan jenis batuan. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi awal tentang persebaran lindi dan arah rembesan lindi yang ada di TPA Air Dingin kota Padang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan sebaran lindi di TPA Air Dingin kota Padang. Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Juni 2014. Penelitian didesain sebanyak 3 Lintasan. Desain Lintasan- pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Lintasan Pengukuran

Gambar 4 merupakan desain Lintasan- pengukuran. A merupakan titik awal pengukuran dan B merupakan titik akhir pengukuran. Tabel 1

merupakan koordinat titik awal. Sounding dan titik akhir dari Lintasan-

Tabel 1 . Koordinat Lintasan

Lintasan	Koordinat	Sounding
Lintasan-1	00° 49, 491' LS dan 100° 22,775' BT sampai 00° 49, 440' LS dan 100° 22,960' BT	49,491'LS dan 100° 22,775'BT
Lintasan-2	00° 49,413' LS dan 100° 22,794' BT sampai 00° 49,412'LS dan 100° 22,950' BT	00°49,415'LS dan 100° 22.876'BT
Lintasan-3	00° 49,405' LS dan 100° 22,789' BT sampai 00° 49,405' LS dan 100° 22,940' BT	00°49,413'LS dan 100° 22,875'BT

Penelitian dilakukan menggunakan alat ARES *multielectroda*. Parameter penelitian terdiri atas paramete yang diukur (arus listrik (i), beda potensial (V), dan spasi jarak elektroda) dan parameter yang dihitung (nilai tahanan jenis semu (ρ)). Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam prosedur penelitian.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan peneliti melakukan kajian kepustakaan mengenai teori-teori yang mendukung penelitian ini. Survei daerah pengukuran pengambilan data untuk menentukan Lintasan-pengukuran yang akan dilakukan dan survei juga bertujuan untuk mengetahui kondisi Geologi daerah pengukuran.

2. Tahap Perencanaan

Penulis merancang desain pengukuran yang akan dilakukan. Kondisi Geografis dan lokasi pengukuran harus diperhatikan dalam merancang pengukuran

3. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan dilakukan pengukuran dan pengambilan data sesuai dengan desain pengukuran yang telah dibuat. Pengukuran dilakukan dengan menentukan Lintasan- pengukuran. Diukur panjang lintasan dan ditentukan spasi elektroda, kemudian menanam elektroda pada setiap spasi. Dicek sumber arus dan hubungan kabel ke lektroda serta menghubungkan kabel elektroda dengan sumber arus. Selanjutnya diaktifkan ARES dan pastikan kondisi Aki terisi 85 %. Setelah itu alat ARES dikalibrasi dan dipilih metoda pengukuran serta konfigurasi, untuk selanjutnya dilakukan pengukuran.

4. Teknik Analisa Data

Data pengukuran pada ARES *Main unit* didownload dengan cara menghubungkan Ares *Multielectroda* dengan komputer *windows XP*. Data pengukuran yang diperoleh di lapangan, seperti kuat arus listrik(I), beda potensial (V), dan spasi jarak

elektroda. Data hasil perhitungan yaitu tahanan jenis batuan semu, kemudian diinterpretasikan dengan metode inversi *Robust Constraint*. Inversi *Robust Constraint* merupakan metoda inversi yang digunakan jika *error* dan distribusi data tidak normal atau penyimpangan data terlalu jauh, sehingga diperoleh nilai tahanan jenis sesungguhnya dan kedalaman.

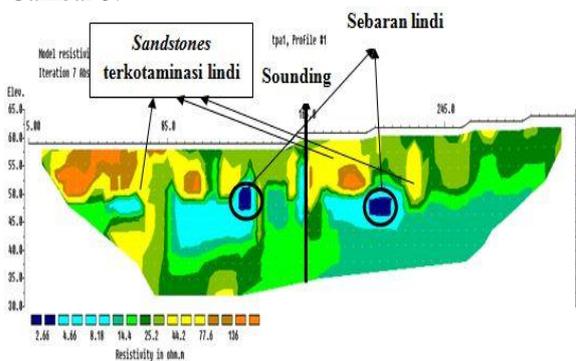
Estimasi dilakukan dengan membandingkan nilai tahanan jenis yang diperoleh dari bantuan *software Res2Dinv* dengan kondisi geologi daerah penelitian dan tabel tahanan jenis. Sehingga dapat diperoleh kesimpulan tentang sebaran lindi di TPA Air Dingin Kota Padang.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Lintasan- 1

Lintasan-1 memiliki panjang Lintasan 315 m dengan spasi elektoda 5 m. Hasil interpretasi data Lintasan-1 menunjukkan sebaran nilai tahanan jenis medium di bawah permukaan area pengukuran. Nilai tahanan jenis pada Lintasan-1 antara 2,66-139 Ωm , dengan kedalaman hingga 29,1 m. Persentase kesalahan yang didapatkan sebesar 2,9 %. Hasil penampang 2D dari Lintasan-1 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penampang Model 2D Lintasan-1

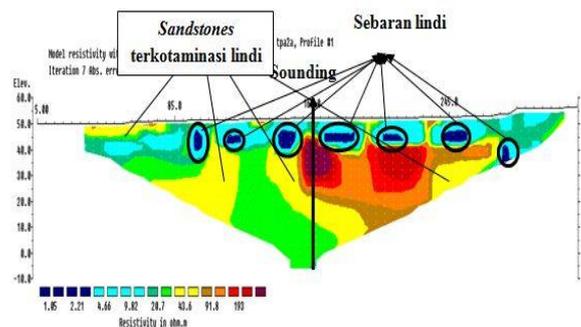
Gambar 5 menunjukkan kandungan lapisan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai tahanan jenis. Lapisan yang warna biru tua memiliki nilai tahanan jenis $<3,00 \Omega\text{m}$ diestimasi sebagai cairan lindi. Lapisan ini terletak pada kedalaman 10,00-15,00 m. Lapisan yang berwarna biru memiliki rentangan nilai tahanan jenis 3,10-9,90 Ωm . Lapisan ini diestimasi sebagai *Groundwater* yang terkontaminasi cairan lindi. Nilai resistivitas *fresh Groundwater* adalah 10-100 Ωm ^[12]. *Groundwater* yang terkontaminasi cairan lindi terdapat pada kedalaman 6,60-19,80 m. Lapisan berwarna hijau memiliki rentangan nilai tahanan jenis 10,00-30,00 Ωm dan diestimasi sebagai *Clay*. *Clay* terdapat di permukaan sampai kedalaman 29,1 m. Lapisan berwarna kuning hingga coklat memiliki

rentangan nilai tahanan jenis 31-170 Ωm . Lapisan ini diestimasi sebagai *Sandstones* terkontaminasi cairan lindi. *Sandstones* terdapat di permukaan sampai kedalaman 25,00 m. Lapisan penyusun bawah permukaan pada Lintasan-1 diduga telah terkontaminasi oleh cairan lindi. Resistivitas yang rendah antara 9,45-86,6 Ωm diinterpretasikan batuan dan mineral yang terkontaminasi lindi^[13]. Sampah pada medium tanah nilai resistivitasnya 3,87- 76,2 Ωm , sampah pada medium pasir nilai resistivitasnya 27,3-106 Ωm , sampah pada medium tanah bercampur pasir nilai resistivitasnya 11,5-106 Ωm .

Berdasarkan nilai resistivitas, lapisan yang terkontaminasi cairan lindi memiliki nilai resistivitas yang rendah yaitu $<3,00 \Omega\text{m}$. Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat sebaran lindi di daerah pengukuran pada Lintasan-1 yang terletak dipinggir penampungan sampah. Sebaran lindi pada Lintasan-1 tersebar pada jarak 125-133,40 m dengan kedalaman 10-14,10 m. Sebaran lindi juga terdapat pada jarak 201,60- 213,4 m dengan kedalaman 13,20-15 m.

Lintasan- 2

Lintasan-2 memiliki panjang Lintasan 315 m dengan spasi elektoda 5 m. Lintasan-2 terletak di dekat kolam penampungan cairan lindi. Hasil interpretasi data Lintasan-2 menunjukkan sebaran nilai tahanan jenis medium di bawah permukaan area pengukuran. Nilai tahanan jenis pada Lintasan-2 antara 1,05-193 Ωm , dengan kedalaman hingga 51,7m. Persentase kesalahan yang didapatkan sebesar 3,5%. Hasil penampang 2D dari Lintasan-2 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penampang Model 2D Lintasan- 2

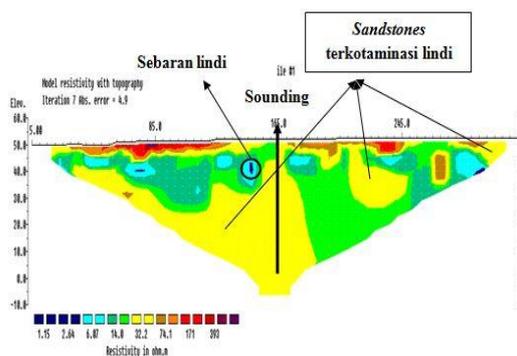
Gambar 6 menunjukan warna-warna kandungan lapisan penyusun bawah permukaan berdasarkan nilai tahanan jenis. Lapisan berwarna biru tua memiliki nilai tahanan jenis $<3,00 \Omega\text{m}$. Lapisan ini diestimasi sebagai cairan lindi yang terdapat pada kedalaman 2,5-20 m. lapisan yang berwarna biru muda diestimasi sebagai *Groundwater* yang terkontaminasi cairan lindi dengan rentangan nilai tahanan jenis, yaitu 3,10-9,90 Ωm . *Groundwater* terdapat dipermukaan sampai dengan kedalaman 25,00 m.

Lapisan berwarna hijau dengan rentangan nilai tahanan jenis 10-30 Ω m diestimasi sebagai *Clay*. *Clay* terdapat di permukaan sampai kedalaman 51,7 m. Lapisan berwarna kuning hingga coklat memiliki rentangan nilai 31-170 Ω m. Lapisan ini diestimasi sebagai *Sandstones* terkontaminasi cairan lindi. *Sandstones* terdapat di permukaan sampai kedalaman 7,50 m dan pada kedalaman lebih dari 10 m. Lapisan berwarna merah sampai ungu dengan rentangan nilai tahanan jenis 170-193 Ω m diestimasi sebagai *Andesit* terdapat pada kedalaman 7,50-27,50 m. Lapisan bawah permukaan pada Lintasan-2 yaitu *Groundwater*, *Clay*, *Sandstone* diduga juga telah terkontaminasi cairan lindi, hal ini disebabkan karena memiliki nilai tahanan jenis yang rendah.

Sebaran lindi pada Lintasan-2 terdapat pada jarak 96,25-12,5 m dengan kedalaman 5,00-12,50 m, pada jarak 117,50-122,50 m tersebar pada kedalaman 7,50-10,00 m. Kemudian pada jarak 145-155 m tersebar pada kedalaman 5,00-12,50 m dan pada jarak 172,50-190,00 m, jarak 212,50-225,50 m, dan pada jarak 240,00-255,00 m tersebar pada kedalaman 5,00-10,00 m. Kemudian pada jarak 275,00-280,00 m pada kedalaman 12,50-17,50 m.

Lintasan- 3

Panjang Lintasan-3 adalah 315 m dengan spasi elektroda 5 m. Lintasan-3 terletak di pinggir sungai. Hasil interpretasi data Lintasan-3 menunjukkan sebaran nilai tahanan jenis medium di bawah permukaan area pengukuran. Nilai tahanan jenis pada Lintasan-3 antara 0,575-393 Ω m, dengan kedalaman hingga 51,7 m. Persentase kesalahan yang didapatkan sebesar 4,9 %. Hasil penampang 2D dari Lintasan- 3 dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Penampang Model 2D Lintasan- 2

Gambar 7, menunjukkan kandungan batuan dan mineral pada lapisan penyusun bawah permukaan berdasarkan nilai tahanan jenis. Lapisan berwarna biru tua diestimasi sebagai cairan lindi dengan nilai tahanan jenis $< 3 \Omega$ m. Cairan lindi terdapat pada kedalaman 10,00-12,50 m. Lapisan berwarna biru muda diestimasi sebagai *Groundwater* terkontaminasi lindi dengan rentangan nilai tahanan

jenis, yaitu 3,10-9,90 Ω m, terdapat pada kedalaman 7,50-17,50 m.

Lapisan berwarna hijau dengan rentangan nilai tahanan jenis 10-30 Ω m diestimasi sebagai *Clay*. *Clay* terdapat di permukaan sampai kedalaman 30 m dan kedalaman lebih dari 35 m. Lapisan berwarna kuning hingga coklat memiliki rentangan nilai 31-170 Ω m. Lapisan ini diestimasi sebagai *Sandstones* terkontaminasi cairan lindi. *Sandstones* terdapat di permukaan sampai kedalaman 51,70 m. Lapisan berwarna merah sampai ungu dengan rentangan nilai tahanan jenis 170-393 Ω m diestimasi sebagai *Andesit*. *Andesit* terdapat di permukaan hingga kedalaman 7,50 m. Lintasan-3 terletak di pinggir sungai, pada Lintasan-3 sebaran lindi terdapat jarak 146,25-148,75 m, sebaran lindi tersebar dari kedalaman 10,00-12,50 m. Lapisan penyusun bawah permukaan pada Lintasan-3 yaitu *Groundwater*, *Clay*, *Sandstone* diduga terkontaminasi cairan lindi karena memiliki nilai tahanan jenis yang rendah. Nilai resistivitas limbah berada di bawah nilai resistivitas air bersih, jika batuan-batuan penyusun TPA mengandung limbah, maka nilai resistivitas yang terdeteksi jauh lebih kecil dari nilai resistivitas yang telah ditetapkan pada referensi merupakan resistivitas batuan yang tidak terkontaminasi limbah.

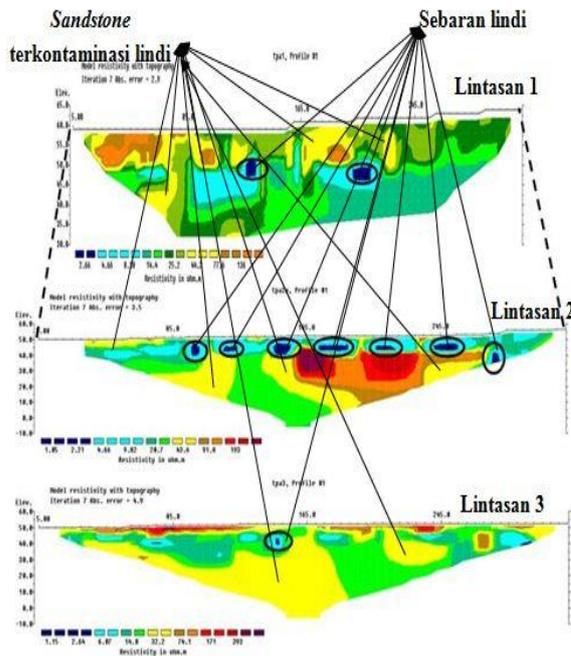
2. Pembahasan

Pengolahan data dilakukan menggunakan metode analisis inversi *Robust Constraint* 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada daerah penelitian di TPA Air Dingin Kelurahan Air Dingin, Kelurahan Baringin Kecamatan Koto Tangah Kota Padang lapisan bawah permukaan tersusun oleh batuan dan mineral, yaitu *Groundwater*, *Sandstones*, *Clay*, dan *Andesit*.

Lintasan-1 memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari 2,66-136 Ω m. Pada lapisan 1 memiliki struktur batuan dan mineral yang terdiri dari lindi, *Groundwater*, *Sandstones* dan *Clay*. Lintasan-2 memiliki lapisan yang nilai tahanan jenisnya berkisar antara 1,05-193 Ω m. Lintasan-2 dan Lintasan-3 memiliki struktur batuan dan mineral yang terdiri dari lindi, *Groundwater*, *Clay*, Tufa dan *Andesit*. Lintasan-1, 2 dan 3 memiliki tahanan jenis lindi adalah $< 3 \Omega$ m, dan tahanan jenis *Groundwater* 3,10-9,90 Ω m. Hal ini menunjukkan bahwa pada Lintasan- ini *Groundwater* tercemar oleh polutan lindi.

Gamabr 8 merupakan model penampang 2D Lintasan-1, 2 dan 3, yang menunjukkan Lintasan-1 memiliki ketinggian yang lebih tinggi dibandingkan Lintasan-2 dan Lintasan-3. Lintasan-1 terletak di arah Tenggara dekat penampungan sampah, Lintasan-2 terletak di pinggir kolam lindi sedangkan Lintasan-3 terletak di tepi sungai terletak di arah Barat Laut. Hal ini menyebabkan Arah sebaran lindi ini diduga bergerak dari arah Tenggara menuju Barat Laut, karena Lintasan-1 yang terletak di arah Tenggara

lebih tinggi dibandingkan dengan Lintasan-2 dan Lintasan-3 yang terletak di arah Barat Laut.



Gambar 8. Model Penampang 2D Lintasan-1,2,dan 3

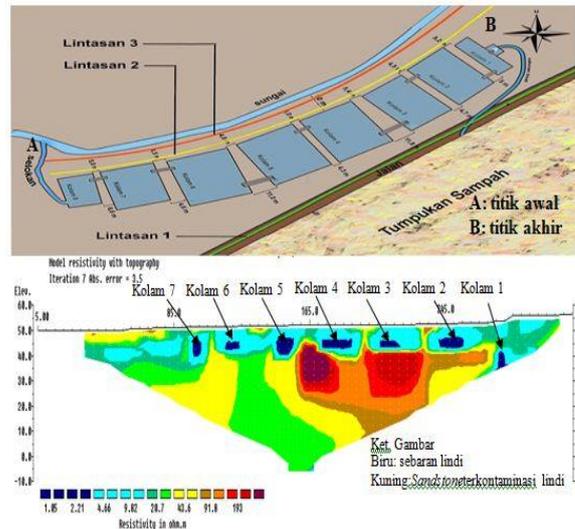
Berdasarkan Gambar 8, pada Lintasan-1 terlihat bahwa cairan lindi menyebar pada dua titik yaitu pada jarak tersebar pada jarak (125-133,40) m dengan kedalaman (10-14,10) m. Sebaran lindi juga terdapat pada jarak (201,60-213,4) m dengan kedalaman (13,20-15,00) m. Rembesan cairan lindi pada Lintasan-1 ini diduga terjadi karena lapisan Geotekstik yang digunakan untuk menahan cairan lindi pada penampungan sampah tidak berfungsi dengan baik sehingga mengakibatkan cairan lindi dapat merembes. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Lapisan Geotekstil di Penampungan Lindi

Lintasan-2 cairan lindi tersebar di tujuh titik dan Sandstone yang terkontaminasi lindi juga terlihat pada Lintasan-2, dimana Lintasan-2 yang terletak

dekat dengan kolam penampungan lindi yang memiliki 8 buah kolam penampungan, namun pada Lintasan-2 sebaran lindi hanya terlihat pada 7 kolam penampungan lindi yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Penyebaran Lindi Pada Lintasan- 2 yang Dekat dengan Kolam Penampungan Lindi

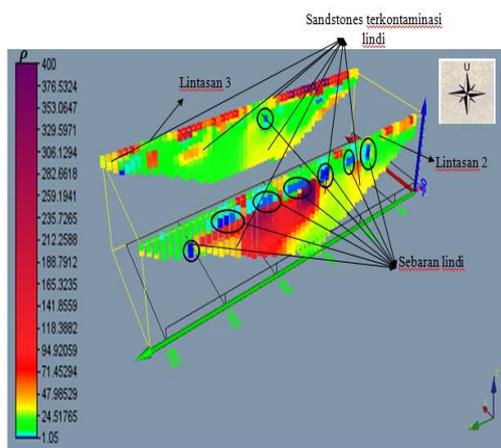
Gambar 10, menunjukkan sebaran lindi yang terjadi pada Lintasan-2, sebaran Lindi yang terdapat pada Lintasan-2 diakibatkan karena Lintasan-2 memiliki topografi yang rendah dibandingkan dengan Lintasan-1, hal ini jga dapat menyebabkan terjadinya rembesan lindi ke Lintasan-2. Pergerakan lindi atau arah sebaran lindi pada Lintasan-2 terdapat pada jarak (96,25-12,5) m sebaran lindi ini tepat berada di kolam penampungan lindi nomor 7 dengan kedalaman (5,00-12,50) m, pada jarak (117,50-122,50) m dengan kedalaman (7,50-10,00) m, sebaran lindi berada pada kolam- penampungan lindi nomor 6 . Kemudian pada jarak (145-155) m sebaran Lindi tersebar pada kedalaman (5,00-12,50) m, sebaran lindi terdapat di kolam- penampungan lindi nomor 5 dan pada jarak (172,50-190,00) m sebaran lindi terdapat di kolam- penampungan lindi nomor 4. Kemudian pada jarak (212,50-225,50) m sebaran lindi terdapat di kolam- penampungan lindi nomor 3, dan pada jarak (240,00-255,00) m sebaran lindi terdapat dikolam- penampungan lindi nomor 2.

Sebaran Lindi pada kolam- penampungan 2,3,4 sebaran lindi terdapat pada kedalaman (5,00-10,00) m. Kemudian pada jarak (275,00-280,00) m sebaran lindi terdapat dikolam- penampungan lindi nomor 1. Rembesan lindi yang terjadi pada Lintasan- 2 diduga karena Lintasan- 2 terletak sangat dekat dengan penampungan lindi sehingga mengakibatkan rembesan lindi di Lintasan-2 terlihat di setiap kolam penampungan lindi. Berdasarkan Gambar 10, terlihat bahwa sebaran lindi di kolam-1 memiliki kedalaman yang paling dalam dibandingkan dengan kolam--kolam-

yang lain. Hal ini diduga karena kolam-1 merupakan kolam- penampungan lindi yang langsung dari penampungan sampah, sehingga mengakibatkan cairan lindi yang terdapat pada penampungan sampah langsung mengalir ke kolam-1, tanpa terjadi penyaringan terlebih dahulu.

Pada Lintasan-3 yang terletak di tepi sungai sebaran lindi hanya terlihat pada 1 titik yaitu sebaran lindi terdapat jarak (146,25-148,75) m, sebaran lindi terdapat pada kedalaman (10,00-12,50) m. Pada Lintasan- 3 sebaran lindi sejajar dengan sebaran lindi pada di Lintasan-2 yaitu pada kolam penampungan lindi nomor 5. Rembesan lindi pada Lintasan-3 yang hanya terjadi pada satu titik yang diduga berasal dari kolam penampungan Lindi nomor 5 pada yaitu antara jarak (145,00-155,00) m. Sebaran Lindi pada Lintasan-3 lebih sedikit dibandingkan dengan Lintasan-2, hal ini diakibatkan karena jarak antara Lintasan-2 ke Lintasan-3 adalah 10 m dan kolom pemampungan lindi juga terbuat dari beton yang diduga bisa menahan rembesan lindi ke sungai tersebut. Rembesan lindi yang terjadi pada Lintasan-3 yang diduga berasal dari kolam penampungan Lindi nomor 5, terjadi karena pada Lintasan 2 diestimasi terdapat batuan *Sandstones* yang dapat meloloskan air. Sehingga mengakibatkan lindi merembes pada Lintasan-3.

Data geolistrik 2D dapat ditampilkan dalam bentuk penampang 3D dengan bantuan *Software Voxler*. Data geolistrik 2D yang dapat diubah menjadi tampilan 3D ini merupakan gabungan dari beberapa Lintasan- pengukuran dengan syarat Lintasan- yang digabung harus sejajar. Penampang 3D ini diharapkan dapat menampilkan lokasi penelitian secara keseluruhan dengan bentuk 3D. Gambar 11 merupakan bentuk penampang 3D, untuk Lintasan-2 dan 3



Gambar 11. Tampilan 3D Lintasan-2 dan 3

Model penampang 3D Lintasan-2 dan 3 dengan rentangan nilai tahanan jenis (1,05-400) Ωm. Warna pada penampang 3D disamakan dengan warna pada penampang 2D yang di olah menggunakan *software Res2dinv*. Warna-warna pada penampang

menunjukkan kandungan lapisan bawah permukaan bumi didaerah pengukuran. Warna biru tua merupakan cairan Lindi. Berdasarkan Gambar 16 terlihat jelas bahwa sebaran lindi yang terdapat pada Lintasan-3 yaitu pada jarak (146,25-148,75) m, diduga berasal dari kolam- penampungan lindi nomor lima karena pada kolam- penmpungan lindi nomor 5 lapisan penyusun bawah permukaan *Sandstone* yang dapat meloloskan air. Arah sebaran lindi pada Lintasan-2 dan Lintasan-3 terdapat pada arah Barat Laut. Warna biru muda diestmasi sebagai *Groundwaters*. Lapisan yang berwarna hijau diestimasi sebagai *Clay*. Warna kuning destimasi sebagai *Sandstone*, sedangkan warna merah hingga ungu diestimasi sabagai *Andesit*.

KESIMPULAN

Tahanan jenis batuan dan mineral di TPA Air Dingin kota Padang pada Lintasan-1 nilai tahanan jenis (2,66-136) Ωm, dengan kedalaman hingga 20,1 m. Lintasan-2 nilai tahanan jenis adalah (1,05-193) Ωm, dengan kedalaman maksimum 51,7 m dan pada Lintasan-3 nilai tahanan jenis (1,15-393)Ωm, dengan kedalaman maksimum 51,7 m. Jenis batuan penyusun lapisan bawah permukaan bumi terdiri dari lindi, *Groundwater*, *Clay*, *Sandstones* dan *Andesit*. Arah penyebaran lindi pada daerah pengukuran, sebaran lindi bergerak dari arah Tenggara menuju Barat laut. Hal ini diakibatkan karena Lintasan-1 yang terletak di arah Tenggara lebih tinggi dibandingkan dengan Lintasan-2 dan Lintasan- 3 yang terletak di arah barat laut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Mahrizal, M.Si sebagai anggota penelitian dan sebagai dosen penguji dengan judul penelitian “Penentuan Zona Pencemaran Air Tanah dan Karakterisasi Magnetik Logam Berat Sebagai Polutan Pada Lindi (*Leachate*) TPA Sampah Menggunakan Metoda Kemagnetan Batuan (*Rock Magnetic Methods*) dan Geolistrik (Studi Kasus pada TPA Sampah Air Dingin Kota Padang)” yang didanai oleh DP3M Dikti melalui BOPTN UNP Padang. Terima kasih untuk dosen-dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran sehingga penulisan tugas akhir dan jurnal ini menjadi lebih baik. Terima kasih juga kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian ini dan teman-teman seangkatan yang telah memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir dan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tchobanoglous, George. Theisen, Hilary. Vigil, Samuel. 1993, *Integrated Solid Waste Managemen.*, New York: McGraw-Hill
- [2]. Juandi.(2009). *Analisis Pencemaran Air Tanah Berdasarkan Metode Geolistrik Studi Kasus Tempat Pembuangan Akhir Sampah Muara Fajar Kecamatan Rumbai.*Journal of Enviromental Science. Universitas Riau. ISSN 1978-5283
- [3]. Edy Hendarsono Wahyono dan Nano Sudarno.(2012). *Pengelolaan Sampah Plastik Aneka Kerajinan dari Sampah Plastik.*Yepeka.Bogor.
- [4]. Sismanto dan Eddy Hartantyo.(2005). *Distribution Of Leachate Polution In The Final Disposal Of Piyungan, Bantul, Yogyakarta, By Using The Electromagnetic Method.*Procceding Joint Convention Surabaya-Hagi-Iagi-Perhapi, JCS2005-T032.
- [5]. WahyuT S, Fatimatuz Z, Ahmad Z, Asdi P,Sos E,Ayi S B, 2013. *Mentoring Pola Sebaran Lindi Menggunakan Metode Geolistrik Wenner-Schlumberger.* Institute Teknologi Sepuluh November, Surabaya. Seminar Nasional Pascasarjana XI-ITS, Surabaya 15 Agustus 2013.
- [6]. Estevanus K Huliselan dan Satria Bijaksana,S, (2008). *Identifikasi Mineral Magnetik pada Lindi(Leachate)*, Jurnal Geofisika
- [7]. Reynolds, J.M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics.* New York: Jhon Geophysicsin Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- [8]. Adeoti,L, Oladele,S, Ogunlana,FO. (2011). *Geo-electrical Investigation of Leachate Impact on Groundwater: A Case Study of Ile-Epo Dumpsite, Lagos, Nigeria.*J. Appl. Sci. Environ. Manage. June, 2011 Vol. 15 (2) 361 – 364. Department of Geosciences, University of Lagos, Akoka, Lagos.
- [9]. Ogunbe A.S, Onori E.O, Olaoye M.A. 2013. *Application Of Electrical Resistivity Techniques In The Investigation Of Groundwater Contamination: A Case Study Of Ile – Epo Dumpsite, Lagos, Nigeria.* International Journal of Geomatics and Geosciences. Volume 3, No 1, 2012.Department of Physics, Lagos State University, Ojo, Lagos, Nigeria.ISSN 0976 – 4380
- [10]. Telford, W.M. Geldart, L.P, Sheriff R.E and Keys, D.A. (1990). *Applied Geophysics.* USA: Cambridge University Press.
- [11]. Li, Chuanfeng. Wang, Yongji. Deng, Zhixiang, dan Wu, Hao. (2009). “*Adaptive Dynamic Inversion Robust for BTT Missile Based on Wavelet Neural Network*”.Jurnal.Proc of SPIE Vol. 7496. Hlm 1-10.
- [12]. Loke, M.H. (2004). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies, A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys.* Malaysia: Minden Heights.
- [13]. Iyoha.A, Akhirevbulu O.E, Amadasun C.V.O and Evboumwan I.A. 2013. *2D Resistivity Imaging Investigation of Solid Waste Landfill Sites in Ikhueniro Municipality, Ikpoba Okha Local Government Area ,Edo State, Nigeria.*Journal of Resources Development and Management - An Open Access International Journal Vol.1 2013.Department of Physics Ambrose Alli University, Ekpoma, Nigeria.