

# IDENTIFIKASI SEBARAN INDIKASI AIR TANAH DANGKAL TERKONTAMINASI LINDI DENGAN MENGGUNAKAN METODE RESISTIVITAS DAN *INDUCED POLARIZATION* (IP) DI SEKITAR TPA SAMBUTAN KOTA SAMARINDA

\*<sup>1</sup>Ayub Bamba, <sup>1,2</sup>Supriyanto, <sup>2</sup>Petrus AD Lazar

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

Corresponding Author: yub.bamba@yahoo.com

## ABSTRACT

Sambutan of Samarinda City Landfill implements a sanitary landfill system in accordance with the applicable terms and conditions to minimize or eliminate environmental problems. This research was conducted around Sambutan of Samarinda which are in an area with coordinates 117 ° 06 '44.00 "BT, 00 ° 27' 36.00" LS - 117 ° 07 '11.00 "BT, 00 ° 27' 18.00" LS. In the five line was measured to obtain the values of apparent resistivity ( $\rho_a$ ) and apparent chargeability ( $m_a$ ) each 3,250 data. These values are processed by the res2dinv program to obtain 2-D model. Furthermore, the modeling results are correlated to obtain 3-D models using Rockwork program. The results show that sanitary landfill waste treatment system does not have a negative impact on environment. The results of geoelectric modeling there is an indication of shallow groundwater which has the potential for leachate contamination from lines 1 to 5 with a distribution of resistivity values 10.2  $\Omega.m$  to 81.6  $\Omega.m$  and distribution of chargeability values 6.32 msec to 10, 0 msec.

**Keywords:** Landfill, Ground Water, Resistivity, Induced Polarization.

## 1. PENDAHULUAN

Bencana sebagai akibat dari ketidakseimbangan dan kelalaian pengelolaan lingkungan merupakan salah satu masalah penting yang sering muncul akhir-akhir ini, contohnya sampah dan pengelolaannya. Sampah sebagai sisa aktivitas manusia dan industri pada beberapa daerah telah dikelola dengan baik sehingga tidak mengganggu kualitas lingkungan maupun keindahan suatu kota dan daerah. Ketersediaan lokasi tempat pengelolaan akhir (TPA) dan sistem pengangkutan sampah sebagai bagian dari layanan pemerintah telah meminimalkan terjadinya penimbunan sampah. Namun demikian, permasalahan lain sering muncul sebagai akibat dari kehadiran TPA. Sampah di TPA yang mengalami

degradasi dan proses pembusukan akan menghasilkan limbah cair beracun yang disebut lindi (*leachate*) dan meresap ke dalam tanah. Proses peresapan atau rembesan limbah ini sulit diamati atau dideteksi karena prosesnya terjadi di bawah permukaan bumi dan jika limbah tersebut mencapai daerah akuifer maka akan mencemari air tanah yang dikonsumsi oleh masyarakat yang berada di sekitar lokasi TPA.

Dalam menyelesaikan masalah-masalah tersebut perlu dilakukan studi geofisika. Metode geolistrik dapat dimanfaatkan untuk studi masalah lingkungan yaitu mengetahui pencemaran air dan mendeteksi kontras resistivitas medium akibat penyebaran kontaminan (rembesan limbah) di bawah permukaan yang sering diasosiasikan sebagai fluida konduktif.

### 1.1 Kondisi Geologi Umum

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Samarinda (skala 1 : 250.000), Stratigrafi Samarinda yang dikenal sebagai Cekungan Kutai terbagi atas beberapa formasi batuan, yaitu: Formasi Pamaluan, Formasi Bebuluh, Formasi Pulau Balang, Formasi Balikpapan dan Formasi Kampung Baru (Supriatna, S, dkk. 1995). Pembagian formasi tersebut berdasar pada susunan pengendapan batuan tertua hingga termuda.

MASA ZOA	ZAMAN PERIOD	E. K. A. L. A E. P. O. C. H	ENDAPAN PERMUKAAN SURFICIAL DEPOSITS	BATUAN SEDIMEN SEDIMENTARY ROCK
K. E. N. O. Z. O. I. K. U. M	K. U. A. R. T. E. R Q. U. A. T. E. R. N. A. R. Y	H. O. L. O. C. E. N. E	Q <sub>a</sub>	
		P. L. I. S. T. O. C. E. N. E		
	K. U. A. R. T. E. R Q. U. A. T. E. R. N. A. R. Y	P. L. I. O. C. E. N. E		T <sub>jak</sub>
		M. I. D. I. E. N. M. I. O. C. E. N. E	A. K. H. I. R. L. A. T. E	T <sub>mp</sub>
			T. E. R. A. S. I. A. R. E. S. I.	T <sub>mp</sub>
		O. L. I. G. O. C. E. N. E	A. W. A. L. E. A. R. L. Y	T <sub>mp</sub>

Gambar 1 Korelasi Satuan Batuan

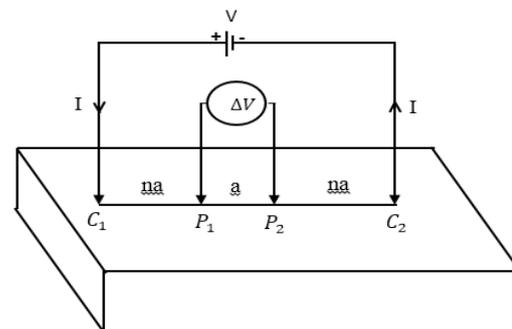
### 2. TEORI

Pencemaran air bawah tanah adalah berubahnya tatanan air di bawah permukaan tanah oleh kegiatan manusia atau proses alam, yang mengakibatkan kualitas air bawah tanah turun sampai ke tingkat tertentu sehingga tidak sesuai dengan pemanfaatannya. Dalam kaitannya dengan pengelolaan suatu TPA, TPA tersebut dapat menghasilkan polutan yang dapat mencemari air permukaan dan air bawah tanah. Apabila suatu TPA dibangun dan dikelola pada suatu daerah yang kondisi geomorfologi dan kondisi geologi yang rawan, maka berpotensi menimbulkan pencemaran air permukaan dan air bawah tanah di daerah tersebut dimana pencemaran tersebut disebabkan oleh terkontaminasinya lindi pada air permukaan dan air bawah tanah (KLH, 2004).

Salah Satu metode yang dapat

digunakan untuk meneliti penyebaran indikasi air tanah dangkal terkontaminasi lindi adalah metode geolistrik. Metode ini merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mendekteksi fluida konduktif seperti polutan cair dalam tanah.

Umumnya lindi mempunyai COD dan BOD yang tinggi, TSS dan senyawa nitrogen dan berbagai jenis logam berat (Notodarmojo, 2005). Lindi sebagai polutan yang mengandung ion-ion logam berat cenderung memiliki tahanan jenis lebih rendah dibandingkan dengan air tanah. Hasil penelitian terdahulu oleh Ngadimin dan Handayani (2000) melakukan penelitian monitoring rembesan limbah model fisik di laboratorium dan berhasil memperkirakan penyebaran kontaminan cair dalam tanah yang diasosiasikan sebagai fluida konduktif dengan anomali konduktif (resistivitas  $<10 \Omega.m$ ), selanjutnya Putra, I. K. (2012) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa lapisan batuan yang mengandung air terkontaminasi lindi memiliki tahanan jenis (resistivitas  $<10 \Omega.m$ ).



Gambar 2 Skema Konfigurasi Wenner-Schlumberger Teknik Mapping.

Konfigurasi Wenner-Schlumberger adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor "n" untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 (atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2. Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah  $2na + a$ . Proses penentuan resistivitas menggunakan 4

buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus.

Metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan metode geolistrik yang menerapkan spasi elektroda potensial tetap (a) dan spasi elektroda potensial arus (na) dengan n adalah faktor pembesaran dari a

$$\rho_{as} = K \frac{\Delta V}{I}$$

dimana :

$\rho_{as}$  : resistivitas semu konfigurasi *Wenner-Schlumberger* ( $\Omega m$ ).

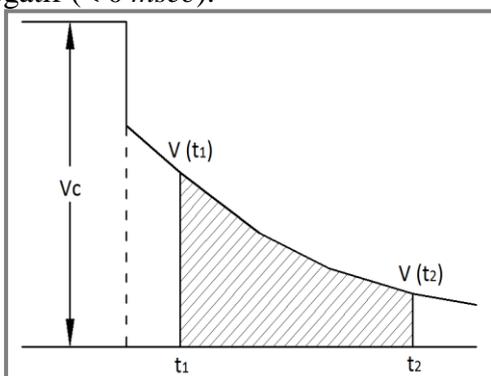
K : faktor geometri konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (m).

$\Delta V$  : nilai beda potensial (volt).

I : kuat arus listrik (ampere).

(Merry, Y dan Tri, P. 2017).

*Chargeability* merupakan kemampuan suatu batuan untuk menyimpan muatan listrik saat batuan dialiri arus listrik. Lindi sebagai polutan yang mengandung komponen fisik dan kimia tentu juga memiliki sifat *chargeability* tertentu. Hasil penelitian terdahulu oleh Petrus, A. D. Lazar. (2015) dalam hasil penelitiannya berhasil menunjukkan bahwa air tanah terkontaminasi lindi memiliki nilai tahanan jenis ( $< 10 \Omega.m$ ) dan pada air tanah terkontaminasi lindi memiliki nilai *chargeability* ( $< 0 msec$ ). Selanjutnya Zera, T. and Nurmilasari. (2010) menunjukkan bahwa air tanah dengan salinitas tinggi (bersifat asin) memiliki nilai *chargeability* negatif ( $< 0 msec$ ).



Gambar 3 Grafik Peluruhan Potensial Sekunder Dalam Waktu  $t_1$  Sampai  $t_2$ . Pengukuran menggunakan dua

elektroda arus sebagai injeksi arus dan dua elektroda sebagai pengukur dua beda potensial, saat arus listrik dihentikan maka potensial antaran kedua elektroda pengukuran akan turun ke tingkat tanggap sekunder dalam waktu ( $t_1$ ). Potensial tidak segera kembali ke nilai nol melainkan meluruh dengan nilai tertentu dalam waktu ( $t_2$ ).

Peluruhan potensial dalam satuan waktu didefinisikan sebagai integral potensial sekunder ( $V_s$ ) sebagai fungsi waktu  $V_s(t)$ . Untuk mendapatkan nilai *chargeability* semu ( $m_a$ ) maka nilai integral  $V_s(t)$  dibagi dengan nilai potensial primer ( $V_c$ ). Definisi tersebut dapat dituangkan dalam persamaan sebagai berikut

$$m_a = \frac{1}{V_c} \int_{t_1}^{t_2} V_s(t) dt$$

dimana :

$m_a$  : *chargeability* semu

$V_c$  : potensial primer

$V_s$  : potensial sekunder

$t_1, t_2$  : domain waktu 0.1 sampai 10 detik (Telford, 1976 dalam Petrus, A. D. Lazar. 2015).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah data geolistrik resistivitas dan *chargeability* dalam pemodelan inversi. Pemodelan inversi merupakan interpretasi komputer untuk memodelkan suatu data secara interpretasi untuk memperoleh suatu model atau nilai yang dicari.

Salah satu program komputer yang menggunakan metode inversi untuk memodelkan data adalah program *Res2dinv*. Program *Res2dinv* melakukan pemodelan inversi untuk menghasilkan sebuah gambaran (penampang) dua dimensi (2-D) tentang sebaran nilai-nilai resistivitas semu ( $\rho_a$ ) dan *chargeability* ( $m_a$ ) di bawah permukaan. (Loke, 1999 dalam Petrus, A. D. Lazar. 2015).

Metode iteratif smoothness-constrained dalam pemodelan inversi program *Res2dinv* secara matematik memiliki persamaan sebagai berikut.

$$(J^T J + uF)d = J^T g$$

dengan:

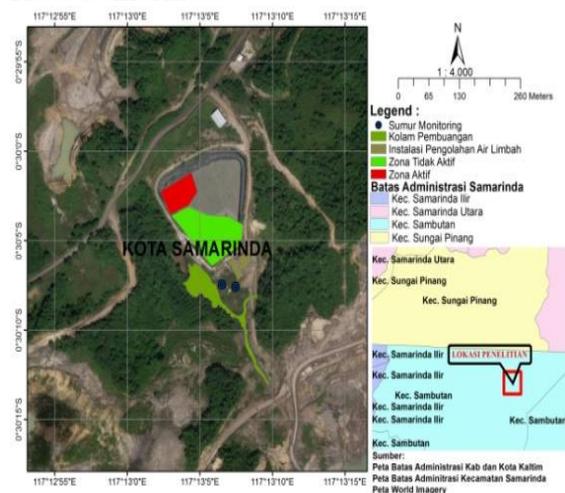
$$F = F_x F_x^T + F_z F_z^T$$

dimana :

- $F_x$  : filter kerataan horizontal
- $F_z$  : filter kerataan vertical
- $J$  : matriks derivative parsial Jacobian
- $J^T$  : pengubah urutan  $J$
- $u$  : faktor redaman
- $d$  : model vektor gangguan
- $g$  : vektor pertentangan

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga pada bulan Februari sampai dengan Juni 2018 bertempat di lokasi TPA Sambutan Kota Samarinda.



Gambar 3 Peta Lokasi Penelitian.

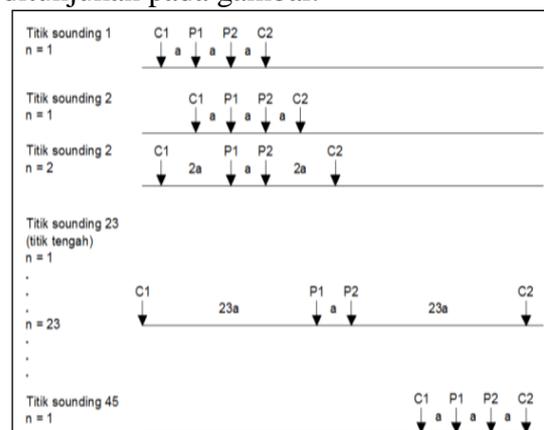
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah global position system (GPS), kompas-klinometer, meteran, resistivity meter (*multichannel*), sumber arus DC (accu) 12 V 35 A, 48 elektroda (*stain lees steel*), 2 roll kabel penghubung elektroda (*multicore*).

Penelitian ini diawali dengan tahap studi literature terkait yaitu melakukan kajian kepustakaan mengenai teori-teori pendukung dan juga mempersiapkan peta daerah lokasi penelitian.

Selanjutnya peninjauan langsung ke daerah pengukuran atau lokasi pengambilan data untuk melakukan pemetaan geologi yaitu berupa pencari struktur batuan yang terdapat di

permukaan (singkapan) sekitar TPA, menentukan lintasan pengukuran geolistrik yang akan dilakukan, menentukan panjang lintasan dan koordinat lintasan menggunakan GPS (*Global Positioning System*), kemudian pemetaan geomorfologi yaitu pengamatan bentuk topografi are sekitar dan pengukuran profil topografi lintasan geolistrik. Pemetaan topografi dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang potensi areal limpasan lindi yang bersumber dari TPA. Pengukuran profil lintasan geolistrik dilakukan untuk memperoleh data dalam mengatur spasi elektroda dengan menggunakan Kompas Klinometer.

Setelah itu, pengukuran nilai-nilai variabel geolistrik lapisan batuan dilakukan dengan metode geolistrik konfigurasi schlumberger menggunakan alat geolistrik MAE tipe X612-EM. MAE tipe X612-EM merupakan alat ukur multichannel yang dilengkapi dengan 48 elektroda. Pengukuran dilakukan di setiap titik sounding dengan spasi antar elektroda potensial tetap dan spasi antar elektroda potensial-arus na. Spasi a terkecil adalah 4.5 meter yang diperbesar maximum n kali faktor pembesaran pada setiap line (line 1 sampai dengan line 5) seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 4 Model Lintasan Pengukuran Konfigurasi Wenner Schlumberger.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari kuat arus listrik ( $I$ ), beda potensial listrik ( $\Delta V$ ), faktor

geometri ( $K$ ), peluruhan potensial ( $V_s$ ), domain waktu ( $t$ ). Variabel listrik ( $I$ ), beda potensial listrik ( $\Delta V$ ) dan faktor geometri ( $K$ ) digunakan untuk mendapatkan nilai *resistivitas* semu ( $\rho_a$ ). Variabel beda potensial listrik ( $\Delta V$ ), peluruhan potensial ( $V_s$ ) dan domain waktu ( $t$ ) digunakan untuk mendapatkan nilai *chargeabilitas* semu ( $m_a$ ). Selain itu terdapat variabel tambahan berupa karakteristik geomorfologi dan geologi lokasi penelitian.

Selanjutnya, nilai-nilai *resistivitas* semu ( $\rho_a$ ) dan *chargeability* semu ( $m_a$ ) hasil perhitungan diolah menggunakan program *Res2dinv* untuk mendapatkan penampang (gambar) berupa sebaran air tanah dangkal terkontaminasi lindi dalam tampilan 2-D (dua dimensi). Hasil dari pengolahan program *Res2dinv* akan dianalisis untuk memperoleh kedalaman lapisan air tanah dangkal terkontaminasi lindi. Kemudian, data-data kedalaman tersebut digunakan untuk memodelkan sebaran air tanah dangkal terkontaminasi lindi dalam tampilan 3-D (tiga dimensi) menggunakan program *Rockwork*.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Sistem Pengelolaan Sampah di TPA Sambutan

Pengolahan sampah adalah perlakuan terhadap sampah yang bertujuan memperkecil atau menghilangkan masalah-masalah yang berkaitan dengan lingkungan. Untuk itu suatu TPA harus menerapkan sistem pengelolaan berdasarkan suatu standar kelayakan terhadap lingkungan. Di TPA Sambutan sudah menggunakan pengelolaan dengan tingkat beban pencemaran rendah terhadap lingkungan adalah sistem *sanitary landfill*. Sistem *Sanitary Landfill* adalah penutupan sampah dengan lapisan tanah yang dilakukan sedemikian rupa sesuai petunjuk yang ditetapkan, sehingga tidak lagi terlihat sampah yang terbuka. Metode ini harus memenuhi teknik perancangan yang

berwawasan lingkungan. Dengan demikian, penerapan dari sistem tersebut tentunya mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan.

Berdasarkan hasil peninjauan di lapangan, pengelolaan sampah pada TPA Sambutan dilakukan dengan system *sanitary landfill*. Sistem pengelolaan sampah pada TPA ini sebenarnya sudah cukup baik dan standar kelayakan lingkungan yang dilengkapi dengan adanya lapisan kedap air pada lantai atau dasar penumpukan sampah (geomembran) dan sumur monitoring (pantau). Sistem pengolahan limbah seperti drainase (parit atau selokan) dan kolam pengendapan serta instalasi pengelolaan air limbah (IPAL) yang berfungsi sebagai mestinya.

Hasil tinjauan tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem *sanitary landfill* dalam sistem pengelolaan sampah di TPA Sambutan Kota Samarinda memperkecil dampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu dampak adalah terjadinya kontaminasi lindi terhadap air tanah dangkal. Tidak terdapat dampak yang ditunjukkan oleh adanya indikasi pencemaran berdasarkan hasil analisa geolistik.

Menurut peneliti, jika ditinjau dari sistem pengelolaan sampah yang dapat mengurangi faktor penyebab terjadinya pencemaran air tanah dangkal di sekitar TPA Sambutan. Hal tersebut adalah penerapan sistem pengolahan sampah yang di gunakan berdasarkan suatu standar kelayakan terhadap lingkungan dan memenuhi teknik perancangan yang berwawasan lingkungan juga dilengkapi dengan adanya lapisan kedap air pada lantai atau dasar penumpukan sampah (geomembran) dan sumur monitoring (pantau). Sistem instalasi pengolahan limbah seperti drainase (parit atau selokan) dan kolam pengendapan serta pengelolaan air limbah (IPAL) yang berfungsi sebagai mestinya. Sehingga memperkecil terjadi air lindi merembes dan masuk ke dalam tanah yang mengakibatkan pencemaran

lingkungan khususnya tercemarnya air tanah dangkal di sekitar tempat pembuangan akhir sampah.

Jika dilihat dari sistem pengelolaan sampah di TPA Sambutan dan hasil pemodelan geolistrik maka dapat disimpulkan bahwa sistem yang diterapkan sudah cukup baik dan tidak menimbulkan masalah lingkungan khususnya salah satu masalah yang di timbukan berupa indikasi pencemaran terhadap air tanah. Tetapi jika dilihat hasil data geolistrik terdapat sebaran indikasi air tanah di sekitar TPA yang memiliki peluang terjadinya kontaminasi oleh lindi.

#### 4.2 Karakteristik Geomorfologi dan Geologi di Sekitar TPA Sambutan Kota Samarinda

Faktor geomorfologi berkaitan dengan bentuk kelerengan dimana bentuk kelerengan dari suatu permukaan bumi sangat mempengaruhi kecepatan air yang mengalir di permukaan. Kecepatan alir dalam air tertentu sangat mempengaruhi besarnya air limpasan dan air yang terinfiltrasi ke dalam tanah.

Berdasarkan hasil pengukuran topografi, lokasi penelitian memiliki dua satuan geomorfologi yakni satuan perbukitan bergelombang sedang sampai terjal dan satuan dataran. Kedua satuan geomorfologi tersebut memiliki pengaruh dalam proses limpasan dan proses infiltrasi air lindi ke dalam tanah.

Berdasarkan hasil pemodelan inversi data geolistrik menunjukkan adanya beberapa indikasi sebaran air tanah yang berpotensi terkontaminasi lindi dalam air tanah dangkal yang kemungkinan terbentuk oleh proses infiltrasi air limpasan yang berasal dari TPA.

Proses limpasan yang dapat terjadi di sekitar TPA dilihat dari karakteristik geomorfologi air lindi yang berasal dari TPA melimpas pada daerah di sekitarnya. Limpasan akan terjadi jika intensitas curah hujan tinggi sehingga volume air limbah

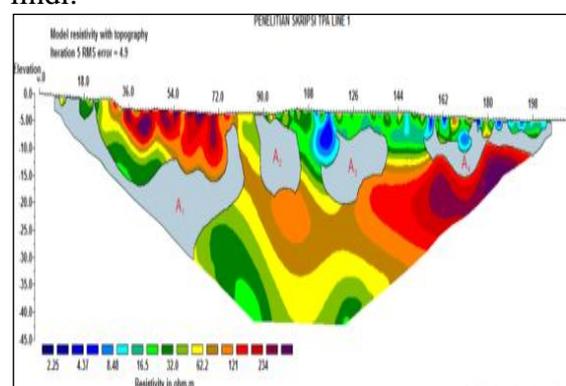
lebih besar dari volume kolam pengendapan dan drainase dalam waktu tertentu.

Faktor geologi berkaitan dengan jenis tanah penutup (*top soil*), jenis lapisan batuan dan struktur lapisan batuan. Tanah penutup (*top soil*) dan batuan memiliki nilai porositas dan kapasitas infiltrasi tertentu yang berpengaruh pada jumlah air yang masuk dan bergerak melalui pori-pori tanah dan batuan tersebut. Selanjutnya, struktur lapisan batuan memiliki karakteristik tertentu yang berpengaruh pada pola pergerakan dan penyebaran air bawah tanah.

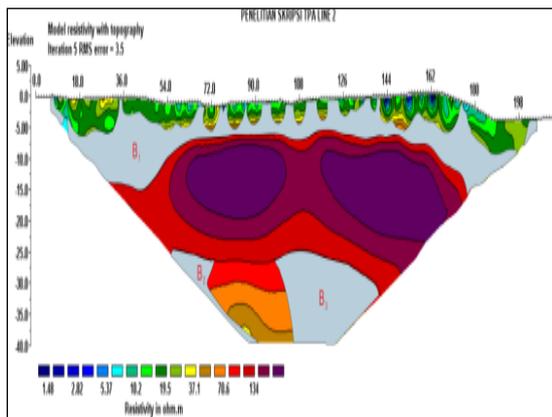
Dari hasil peninjauan, lokasi TPA Sambutan dan sekitarnya memiliki kedudukan  $\pm N 86^\circ E / 27^\circ$ . Lapisan batuan di lokasi ini berupa lapisan batupasir, lapisan batulempung, lapisan batupasir lempungan dan lapisan batulempung pasiran yang ditutupi lapisan penutup berupa tanah pasiran dan tanah lempungan.

#### 4.3 Model Sebaran Indikasi Air Tanah Sekitar TPA Sambutan Kota Samarinda

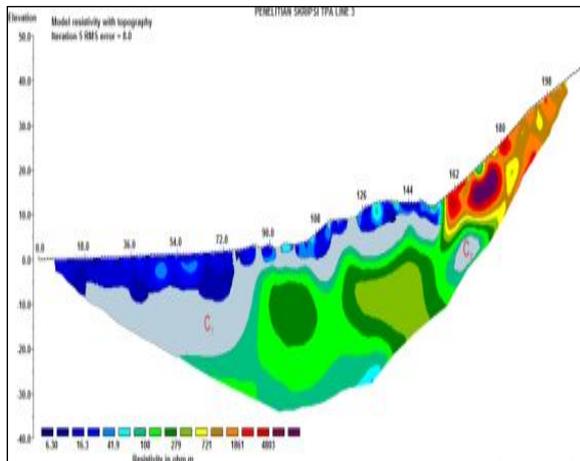
Dari hasil analisa kelima lintasan geolistrik menunjukkan tidak terdapat indikasi keberadaan akumulasi lindi tetapi jika dari hasil model dua dimensi (2-D) pada *line* 1 sampai dengan *line* 5 terdapat sebaran air tanah di sekitar TPA yang memiliki potensi terjadinya kontaminasi lindi.



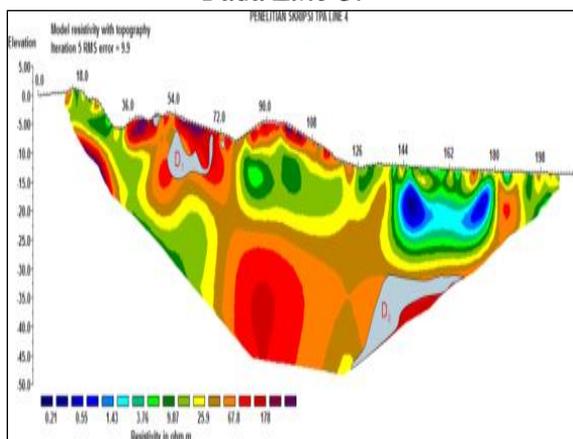
Gambar 5 Hasil Analisa Jenis Dan Kedalaman Indikasi Air Tanah Dangkal Pada *Line* 1.



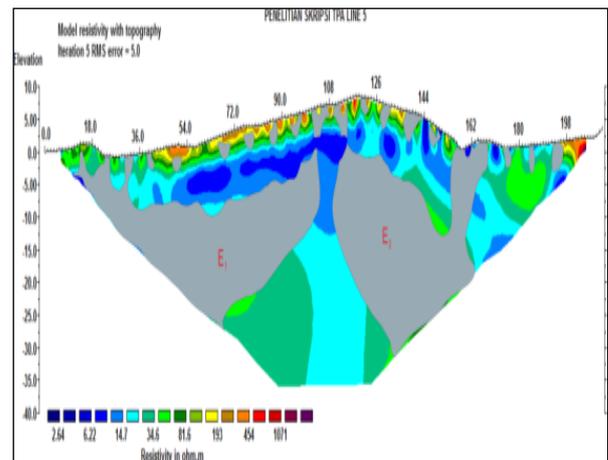
Gambar 6 Hasil Analisa Jenis Dan Kedalaman Indikasi Air Tanah Dangkal Pada Line 2.



Gambar 7 Hasil Analisa Jenis Dan Kedalaman Indikasi Air Tanah Dangkal Pada Line 3.



Gambar 8 Hasil Analisa Jenis Dan Kedalaman Indikasi Air Tanah Dangkal Pada Line 4.

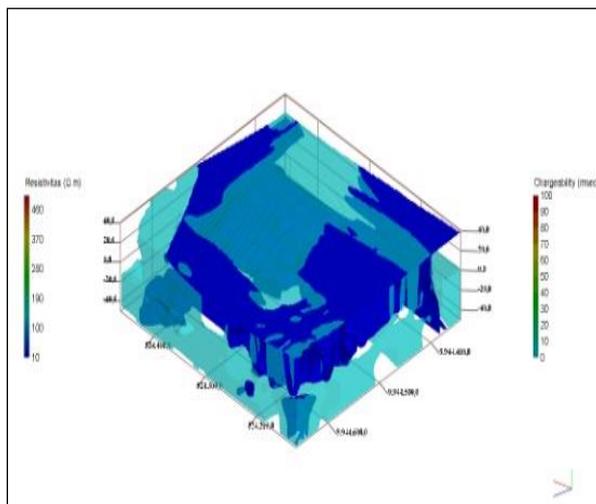


Gambar 9 Hasil Analisa Jenis Dan Kedalaman Indikasi Air Tanah Dangkal Pada Line 5.

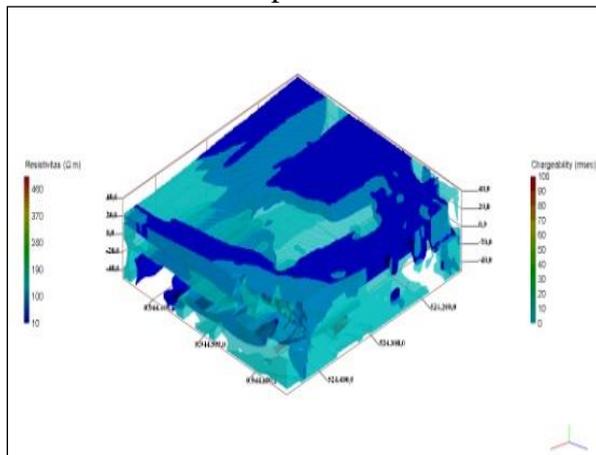
Kemudian model tiga dimensi (3-D) dibuat berdasarkan hasil analisa sebaran air tanah di sekitar TPA yang memiliki potensi terjadinya kontaminasi lindi dalam model dua dimensi (2-D) pada 5 lintasan pengukuran geolistik (*line 1* sampai dengan *line 5*). Dari hasil tersebut dibuat data secara detail yang diperoleh dari hasil pemodel dua dimensi (2-D).

Selanjutnya, dengan mengikuti prosedur tentang pembuatan model menggunakan bantuan program *Rockwork*, maka diperoleh hasil model tiga dimensi (3-D) sebaran air tanah di sekitar TPA Sambutan Kota Samarinda yang memiliki potensi terjadi kontaminasi lindi.

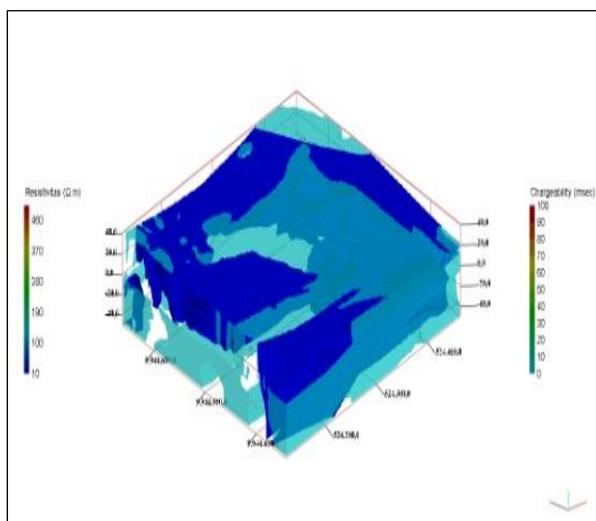
Dari hasil konfirmasi model tiga dimensi (3-D) dengan nilai resistivitas  $10 \Omega.m$  sampai dengan  $100 \Omega.m$  dan nilai *chargeability*  $0 msec$  sampai dengan  $10 msec$  untuk memperoleh model sebaran air tanah yang berpotensi terkontaminasi lindi bedasar dari kenampakan Utara-Barat, Utara-Timur, Selatan-Barat, Selatan-Timur dan kenampakan Atas.



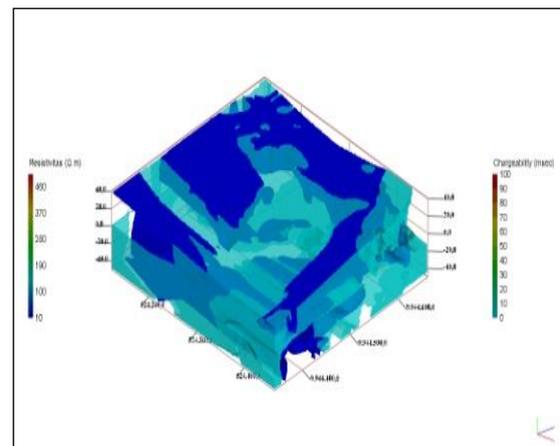
Gambar 10 Model Tiga Dimensi Sebaran Air Tanah Tampak Utara-Barat.



Gambar 11 Model Tiga Dimensi Sebaran Air Tanah Tampak Utara-Timur.



Gambar 12 Model Tiga Dimensi Sebaran Air Tanah Tampak Selatan-Barat.



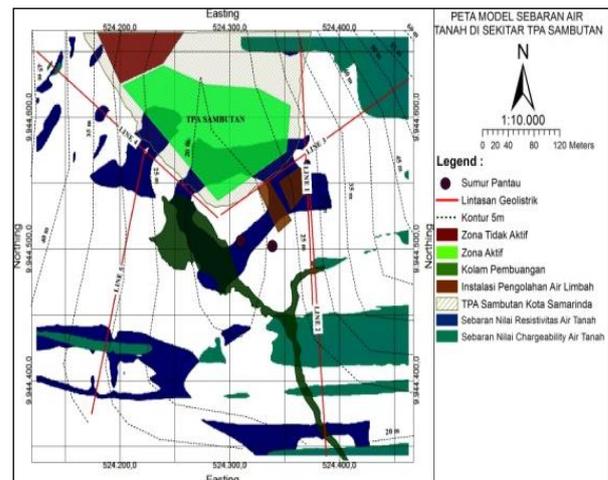
Gambar 1 Model Tiga Dimensi Sebaran Air Tanah Tampak Selatan-Timur.

Berdasarkan sifat fisik batuan, lapisan pasir atau kerikil adalah salah satu formasi geologi yang dapat bertindak sebagai penyusun air tanah. Secara garis besar ada dua jenis media penyusun air tanah yaitu sistem media pori dan sistem media rekahan. Kedua sistem ini memiliki karakter air tanah yang berbeda satu sama lain. Pada sistem media berpori, air tanah mengalir melalui rongga antara butir yang terdapat dalam suatu batuan, misalnya batupasir dan batuan alluvial. Dengan satuan geomorfologi yang terpetakan ngacu tergolong dalam satuan perbukitan bergelombang sedang sampai terjal dan satuan dataran. Seperti pada teori proses pembentukan air tanah di bawah permukaan pada zona tidak jenuh yang terdiri dari air berpori dan air tanah dangkal cenderung memiliki pola aliran vertikal juga dapat bergerak ke segala arah yang berasal dari air hujan dan air permukaan melalui proses resapan (*infiltrasi*).

Pada Gambar 10, 11, 12 dan 13 menunjukkan model tiga dimensi resistivitas dan chargeability indikasi sebaran air tanah pada bagian selatan-barat yang berpotensi terkontaminasi lindi dari lintasan geolistik line 1 sampai line 5. Berdasarkan hasil analisis pada line 1 di peroleh sebaran nilai resistivitas indikasi air tanah sebesar 16.5  $\Omega.m$  sampai dengan 62.2  $\Omega.m$  dan sebaran nilai chargeability

indikasi air tanah sebesar 9.71 msec dengan kedalaman pada zona A<sub>1</sub> 0 sampai 3 meter, zona A<sub>2</sub> 3.75 sampai 20 meter, zona A<sub>3</sub> 6.25 sampai 15 meter, zona A<sub>4</sub> 5 sampai 15 meter dengan elevasi yang terukur 0 sampai -5.02 meter. Pada hasil analisa line 2 di peroleh sebaran nilai resistivitas indikasi air tanah sebesar 10.2  $\Omega.m$  sampai 70.6  $\Omega.m$  dan sebaran nilai chargeability indikasi air tanah sebesar 6.32 msec dengan kedalaman pada zona B<sub>1</sub> 0 sampai 16.25 meter, zona B<sub>2</sub> 25 sampai 40 meter, zona B<sub>3</sub> 25 sampai 40 meter dengan elevasi yang terukur 0 sampai -3.79 meter. Pada hasil analisa line 3 di peroleh sebaran nilai resistivitas indikasi air tanah sebesar 16.3  $\Omega.m$  sampai 41.8  $\Omega.m$  dan sebaran nilai chargeability indikasi air tanah sebesar 9.43 msec dengan kedalaman pada zona C<sub>1</sub> 0 sampai 21.25 meter, zona C<sub>2</sub> 2.25 sampai 7.25 meter dengan elevasi yang terukur 0 sampai 43.08 meter. Pada hasil analisa line 4 di peroleh sebaran nilai resistivitas indikasi air tanah sebesar 9.87  $\Omega.m$  sampai 67.8  $\Omega.m$  dan sebaran nilai chargeability indikasi air tanah sebesar 10.0 msec dengan kedalaman pada zona D<sub>1</sub> 6.25 sampai 15 meter, zona D<sub>2</sub> 31.25 sampai 47.25 meter dengan elevasi yang terukur 0 sampai -13.58 meter. Pada hasil analisa line 5 di peroleh sebaran nilai resistivitas indikasi air tanah sebesar 14.7  $\Omega.m$  sampai 81.6  $\Omega.m$  dan sebaran nilai chargeability indikasi air tanah sebesar 6.66 msec dengan kedalaman pada zona E<sub>1</sub> 0 sampai 27.50 meter, zona E<sub>2</sub> 0 sampai 31.25 meter dengan elevasi yang terukur 0 sampai 8.59 meter.

Dari hasil konfirmasi model tiga dimensi (3-D) untuk memperoleh peta model sebaran air tanah yang berpotensi terkontaminasi lindi sebagai berikut.



Gambar 14 Peta Model Sebaran Air Tanah Tampak Atas.

Pada Gambar 14 menunjukkan peta sebaran air tanah di sekitar lokasi penelitian dengan nilai resistivitas 10  $\Omega.m$  sampai dengan 10  $\Omega.m$  dan nilai chargeability 0 msec sampai dengan 10 msec yang berpotensi terkontaminasi lindi.

Berdasarkan uraian di atas menunjukkan bahwa keberadaan sebaran air tanah di sekitar TPA berpotensi memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Dampak negatif yang timbul adanya kontaminasi lindi terhadap air tanah akibat dari pengelolaan TPA Sambutan Kota Samarinda. Untuk itu, perlu adanya usaha-usaha penanggulangan yang dilakukan baik oleh instansi-instansi terkait maupun pihak-pihak berkompeten lainnya dalam menangani potensi air tanah di sekitar TPA Sambutan Kota Samarinda.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penulis memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Dari hasil analisa data geolistrik tidak ditemukan adanya kontaminasi lindi terhadap air tanah.

Dari hasil analisa data geolistrik terdapat sebaran indikasi air tanah di sekitar TPA yang berpotensi terkontaminasi oleh lindi.

Hasil pemodelan geolistrik menunjukkan adanya potensi indikasi air tanah dari lintasan 1 sampai lintasan 5 dengan sebaran nilai resistivitas  $10,2 \Omega.m$  sampai dengan  $81,6 \Omega.m$  dan sebaran nilai chargeability  $6,32 msec$  sampai dengan  $10,0 msec$  pada kedalaman 0 meter sampai dengan 47,25 meter dengan elevasi yang terpetakan -13,58 sampai dengan 43,08 meter. Indikasi sebaran air tanah tersebar di bagian utara-barat, utara-timur, selatan-barat, dan selata-timur membentuk zona-zona berdasarkan hasil konfirmasi dalam model dua dimensi (2-D) dan model tiga dimensi (3-D).

#### DAFTAR PUSTAKA

- KLH. 2004. "Peraturan Perundang-undangan". Jilid 2. Jakarta.
- Lazar, P. A. D. 2015. "Pemodelan Sebaran Indikasi Air Tanah Dangkal Terkontaminasi Lindi Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Di Sekitar TPA Bukit Pinang". Tesis Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Loke, M. H. 1999. "Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A practical guide to 2-D and 3-D survey". Malaysia: Penang.
- Ngadimin and Handayani, G. 2000. "Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Alat Monitoring Rembesan Limbah". Journal of Mathematical Science. Vol.2 No. 06.
- Purwati, T. 2017. "Visualisasi Tiga Dimensi Kontaminasi Melamin Di Area "X" Bontang Dengan Metode Gelistik Konfigurasi Dipole-Dipole Dan Analisi Sampel Coring". Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Putra, I. K. 2012. "Identifikasi Arah Rembesan dan Letak Akumulasi Lindi dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner – Schlumberger di TPA Temesi Kabupaten Gianyar". Denpasar: Universitas Udayana.
- Supriatna, S, dkk. 1995. "Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan, skala 1 : 250.000". Puslitbang Geologi Bandung.
- Notodarmojo, S. 2005. "Pencemaran Tanah dan Air Tanah". Bandung: ITB.
- Telford, W. M. et al. 1976. "Applied Geophysics First Edition". Cambridge University Press. Cambridge. New York.
- Telford et al. 1990. "Applied Geophysic". London: Cambridge University Press.
- Yuliana, M. 2017 "Penentuan Luas dan Volume Kontaminan Melamin Di Area X Bontang Berdasarkan Nilai Resistivitas Geolistrik Dan Sampel Coring". Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Zera, T. and Nurmilasari. 2010. "Penentuan Lapisan Air Tawar dan Air Asin di Daerah Kudus dengan Metode Geolistrik Polarisasi Terimbas". Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010. Jakarta: Prodi Fisika. FST UIN Syarif Hidayatullah.