

IDENTIFIKASI ARAH REMBESAN DAN LETAK AKUMULASI LINDI DENGAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) TAMANGAPA MAKASSAR

Rosdiana, Muh.Said L, Rahmaniah¹

ros.geophysics@gmail.com ,muhammadsaidlanto83@gmail.com,
nia.physics08.uin@gmail.com,

¹Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

Abstract: This research aimed to identify the location of accumulation and distribution direction of the spread of leachate at landfills Tamangapa around Makassar Multichannel Resistivity meter resistivity measurements using the form of the voltage injected into the subsurface through a predetermined trajectory as much as six trajectory. The method used is Geolistrik resistivity method with Wenner-Schlumberger configuration. Data processing is done by using RES2DINV to generate a 2D cross-section of data below the surface, and use Voxler 3 to determine distribution direction and location of the accumulation of leachate seepage of leachate . Based on the location of the results obtained by the accumulation of leachate generated from landfill waste decomposition Tamangapa Makassar interpreted to be at a depth of 2.50-18.52 m with apparent resistivity values from 0.0090-5.00 Ω m at coordinates 5⁰17'727"LS and 119⁰49'084"BT elevation 16-20 m above sea level. While the distribution of leachate seepage direction around Tamangapa Makassar interpretation in sector 1 seepage eastward direction which is at coordinates 5⁰17'594"LS and 119⁰49'202"BT with a depth of 2.50-12.80 m. In the second sector is interpreted towards see page of leachate to the west which is at coordinates 5⁰17'727"LS and 119⁰49'084"BT with a depth of 2.50-31.87 m.

Keywords: Lindi, Direction Seepage, Topography, Geolistrik, Wenner Schlumberger

1. PENDAHULUAN

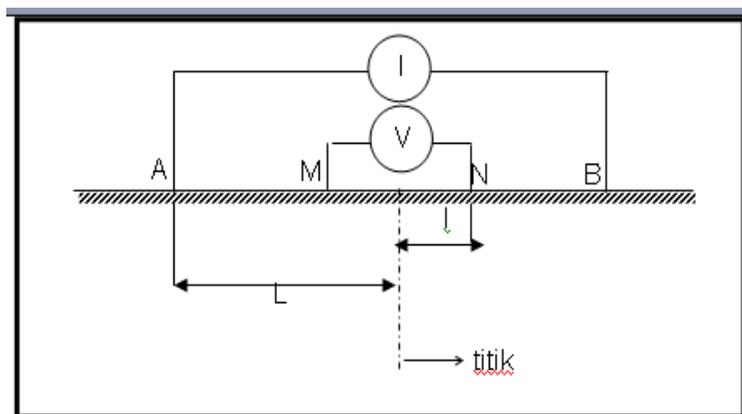
Lindi adalah limbah cair yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan, dan membilas materi-materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Dari proses ini dapat diramalkan bahwa kualitas dan kuantitas lindi sangat bervariasi dan berfluktuasi. Dapat dikatakan bahwa kuantitas lindi yang dihasilkan akan banyak bergantung pada masuknya air dari luar, sebagian besar dari air hujan, disamping dipengaruhi oleh aspek operasional yang diterapkan seperti aplikasi tanah penutup, kemiringan permukaan, kondisi iklim dan sebagainya.

Lokasi TPA sampah Tamangapa Antang memiliki luas sekitar 10 ha yang telah digunakan sejak 1995. Selain dari pada itu TPA Sampah Tamangapa yang sedianya dirancang untuk kebutuhan selama 10 tahun, namun kenyataannya bahwa hingga saat ini TPA tersebut masih digunakan, yang berarti telah berumur hampir 20 tahun. Dengan melihat kenyataan ini dapat diasumsikan bahwa di daerah TPA Sampah Tamangapa Antang Kota Makassar telah terjadi pencemaran lingkungan yang dapat menimbulkan efek terhadap sanitasi lingkungan di daerah ini.

Dampak yang dapat ditimbulkan oleh TPA Sampah Tamangapa Antang adalah terutama terhadap kualitas airtanah dangkal. Pencemaran terhadap airtanah dangkal yang diakibatkan oleh perembesan limbah cair dari TPA sampah, dan dapat pula mencemari sumur penduduk di sekitarnya. Pencemaran ini telah dirasakan oleh penduduk sekitar TPA tersebut terutama bagi yang memanfaatkan airtanah bebas sebagai sumber air bersih. Disamping pencemaran airtanah juga polusi udara dengan bau yang menyengat.

Besarnya volume sampah di TPA Antang pada tahun 1999 sebanyak 3.352,1 m³/hari, sedangkan untuk tahun 2001 jumlah sampah meningkat menjadi 3.900 m³/hari dan pada tahun 2010 diprediksi menjadi 9582 m³/hari. Volume sampah sebanyak ini akan mencemari lingkungan utamanya terhadap airtanah disekitar TPA sampah. Kondisi seperti itu menjadi permasalahan lingkungan yang harus diperhatikan sejak sekarang.

Konfigurasi Wenner-Schlumberger dapat digunakan untuk *resistivity mapping* maupun *resistivity sounding*. Cara pelaksanaan pengukuran untuk resistivity mapping, jarak spasi elektroda dibuat tetap untuk masing-masing titik amat (titik sounding). Sedang untuk resistivity sounding, jarak spasi elektroda diubah-ubah secara gradual untuk titik amat. Untuk aturan elektroda Wenner-Schlumberger, spasi elektroda arus jauh lebih lebar dari spasi elektroda potensial seperti pada gambar berikut:



Gambar 1 Susunan elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Loke, 2004)

2. METODE PENELITIAN

Penentuan Lokasi

Lokasi pengambilan data ini yaitu di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa Kecamatan Manggala Makassar.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, yaitu dengan menginjeksikan arus DC (*Direct Current*) ke bawah permukaan bumi melalui dua batang elektroda arus dan elektroda potensial.

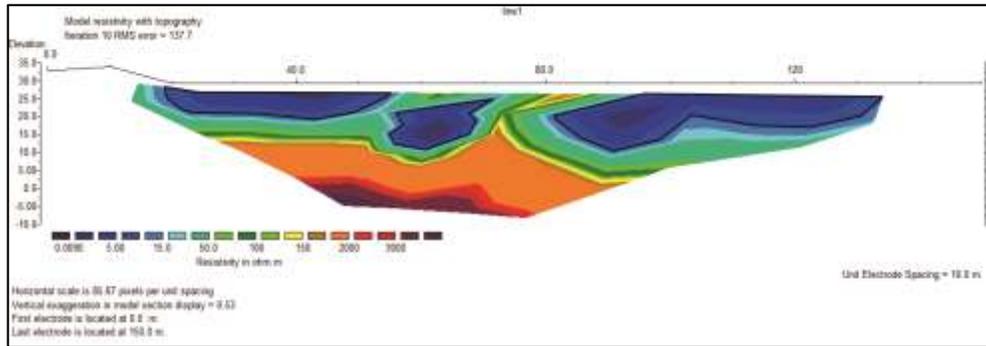
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Telah dilakukan penelitian yang secara administratif terletak di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis daerah ini terletak pada koordinat $5^{\circ}10'16,776''$ - $5^{\circ}11'6,1284''$ LS dan $119^{\circ}29'6,128''$ $119^{\circ}29'49,1912''$ BT.

Lintasan 1

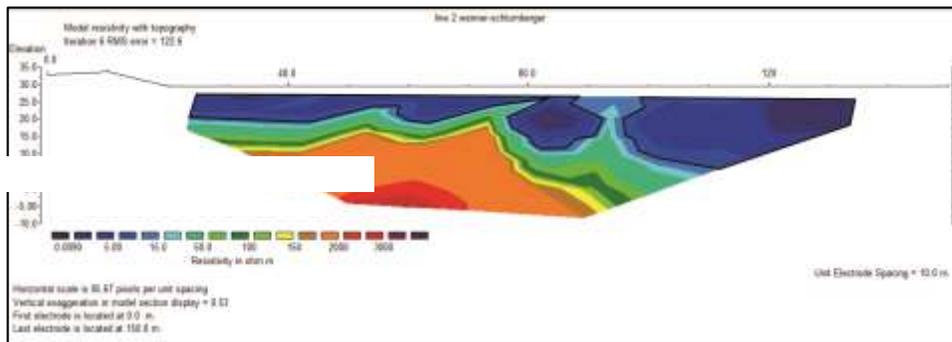
Pada lintasan 1 ini terletak pada koordinat $5^{\circ}17'492''$ LS dan $119^{\circ}49'229''$ BT menggunakan spasi terkecil 10 m dengan panjang lintasan pengukuran 150 m, kedalaman maksimal yang terukur berdasarkan hasil inversi yaitu 31,9 m dengan nilai resistivitas berada pada rentang 0,0090-3000 Ω m. Gambar 2 merupakan data hasil inversi dengan nilai topografi. Pada gambar terlihat bahwa lindi diduga terdapat pada tiga daerah akumulasi. Daerah pertama lindi diinterpretasikan berada pada titik 20-55 m dengan kedalaman 2,50-7,50 m, daerah kedua diinterpretasikan berada pada titik 56-75 m dengan kedalaman 7,50-12,80 m, dan daerah ketiga diinterpretasikan berada pada titik 80-132 m dengan kedalaman 7,50-12,80 m terlihat zona anomali dengan nilai resistivitas rendah yaitu $\rho_a < 10 \Omega$ m. Berdasarkan hal tersebut maka zona anomali resistivitas rendah yang terlihat ini diinterpretasikan sebagai lindi. Nilai resistivitas yang terukur adalah sebesar 0,0090-5,00 Ω m. Hal ini sesuai dengan tabel nilai resistivitas yang menjadi acuan.



Gambar 2 Penampang Hasil Inversi Lintasan 1

Lintasan 2

Pada lintasan kedua terletak pada koordinat 5°17'485"LS dan 119°49'228"BT.

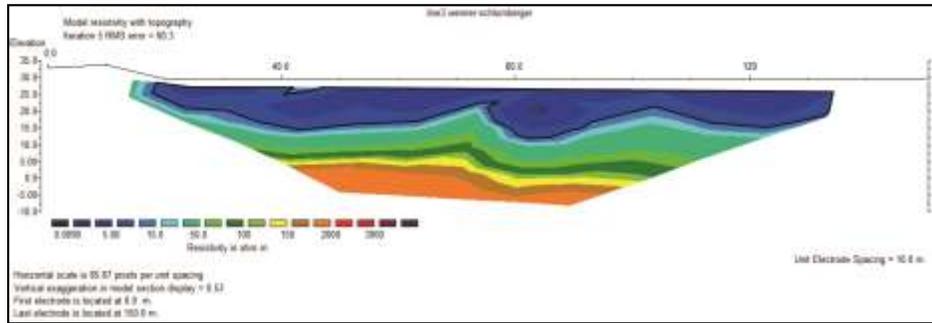


Gambar 3 Penampang Hasil Inversi Lintasan 2

Pada gambar 3 terlihat bahwa diduga terdapat tiga daerah akumulasi lindi. Daerah pertama lindi di interpretasikan berada pada titik 25-82 m dengan kedalaman 2,50-7,50 m, daerah kedua diinterpretasikan berada pada titik 82-93 m dengan kedalaman 2,50-18,50 m, daerah ketiga diinterpretasikan berada pada titik 98-132 m dengan kedalaman 2,50-18,5 m terlihat zona anomali dengan nilai resistivitas rendah yaitu $\rho_a < 10\Omega m$. Berdasarkan hal tersebut maka zona anomali resistivitas rendah yang terlihat ini diindikasikan sebagai lindi. Nilai resistivitas yang terukur adalah sebesar 0,0090-5,00 Ωm .

Lintasan 3

Pada lintasan ketiga terletak pada koordinat 5°17'594"LS dan 119°49'202"BT.

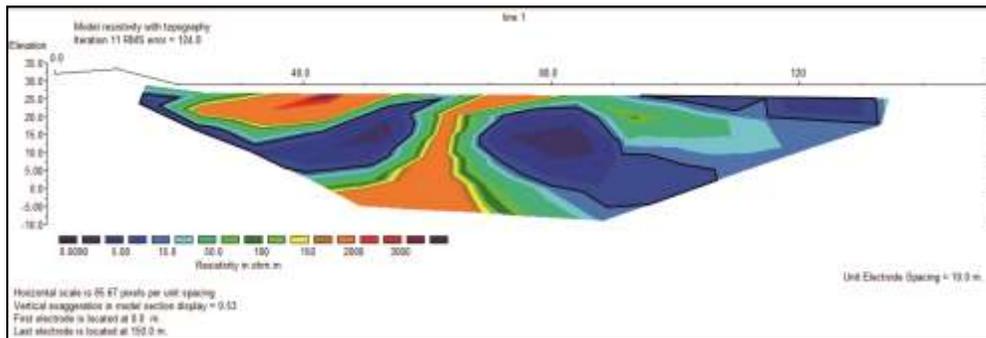


Gambar 4 Penampang Hasil Inversi Lintasan 3

Pada gambar 4 terlihat bahwa daerah akumulasi lindi diduga memanjang dari titik 19 m hingga 132 m dengan kedalaman 2,50-18,50 m, terlihat zona anomali dengan nilai resistivitas rendah yaitu $\rho_a < 10\Omega m$. Berdasarkan hal tersebut maka zona anomali resistivitas rendah yang terlihat ini diindikasikan sebagai lindi. Nilai resistivitas yang terukur adalah sebesar 0,0090–5,00 Ωm . Hal ini sesuai dengan tabel nilai resistivitas yang menjadi acuan.

Lintasan 4

Pada lintasan keempat terletak pada koordinat 5°17'801"LS dan 119°48'970"BT.

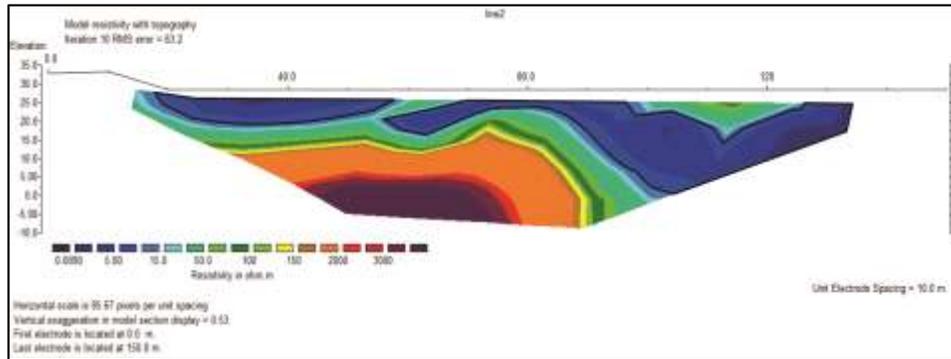


Gambar 5 Penampang Hasil Inversi Lintasan 4

Pada gambar 5 terlihat bahwa lindi diduga terdapat pada tiga daerah akumulasi. Daerah pertama diinterpretasikan lindi berada pada titik 15-62 m dengan kedalaman 2,50-7,50 m, daerah kedua diinterpretasikan berada pada titik 70,5-130 m dengan kedalaman 2,50-31,50 m, dan daerah ketiga diinterpretasikan berada pada titik 92–131 m dengan kedalaman 2,50–7,50 m terlihat zona anomali dengan nilai resistivitas rendah yaitu $\rho_a < 10\Omega m$. Nilai resistivitas yang terukur adalah sebesar 0,0090–5,00 Ωm . Hal ini sesuai dengan tabel nilai resistivitas yang menjadi acuan.

Lintasan 5

Pada lintasan kelima terletak pada koordinat 5°17'742"LS dan 119°49'096"BT.

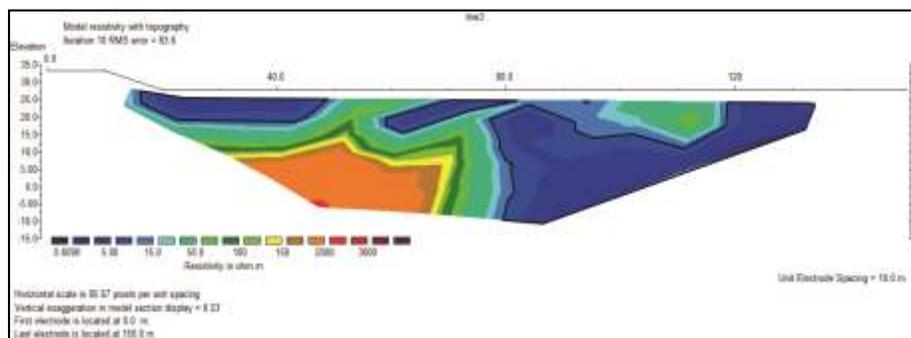


Gambar 6 Penampang Hasil Inversi Lintasan 5

Pada gambar 6 terlihat bahwa lindi diduga terdapat pada dua daerah akumulasi. Daerah pertama diinterpretasikan lindi berada pada titik 19-59 m dengan kedalaman 2,50-7,50 m, dan daerah kedua diinterpretasikan berada pada titik 55-133 m dengan kedalaman 2,50-18,52 m terlihat zona anomali dengan nilai resistivitas rendah yaitu $\rho_a < 10 \Omega m$. Berdasarkan hal tersebut maka zona anomali resistivitas rendah yang terlihat ini diindikasikan sebagai lindi. Nilai resistivitas yang terukur adalah sebesar 0,0090–5,00 Ωm . Hal ini sesuai dengan tabel nilai resistivitas yang menjadi acuan.

Lintasan 6

Pada lintasan keenam terletak pada koordinat 5°17'727"LS dan 119°49'084"BT.



Gambar 7 Penampang Hasil Inversi Lintasan 6

Pada gambar 7 terlihat bahwa lindi diinterpretasikan terdapat pada tiga daerah akumulasi. Daerah pertama lindi berada pada titik 18-49 m dengan kedalaman 2,50-7,50 m, daerah kedua diduga berada pada titik 59-82 m dengan kedalaman 2,50-31,87 m, dan daerah ketiga diduga berada pada titik 77–133 m

dengan kedalaman 2,50-31,9 m terlihat zona anomali dengan nilai resistivitas rendah yaitu $\rho_a < 10\Omega\text{m}$. Berdasarkan hal tersebut maka zona anomali resistivitas rendah yang terlihat ini diindikasikan sebagai lindi. Nilai resistivitas yang terukur adalah sebesar 0,0090-5,00 Ωm . Hal ini sesuai dengan tabel nilai resistivitas yang menjadi acuan.

Berdasarkan hasil pendugaan litologi menggunakan parameter resistivitas dan studi-studi terkait, maka interpretasi dalam inversi data dapat dilakukan dengan mengamati penampang 2D untuk menduga letak akumulasi lindi, dalam hal ini anomali resistivitas rendah berada pada $\rho_a < 10\Omega\text{m}$ yang merupakan indikasi keberadaan lindi (*leachate*).

Tabel 1 Nilai resistivitas dan interpretasi litologi batuan penyusun untuk semua lintasan yang diteliti

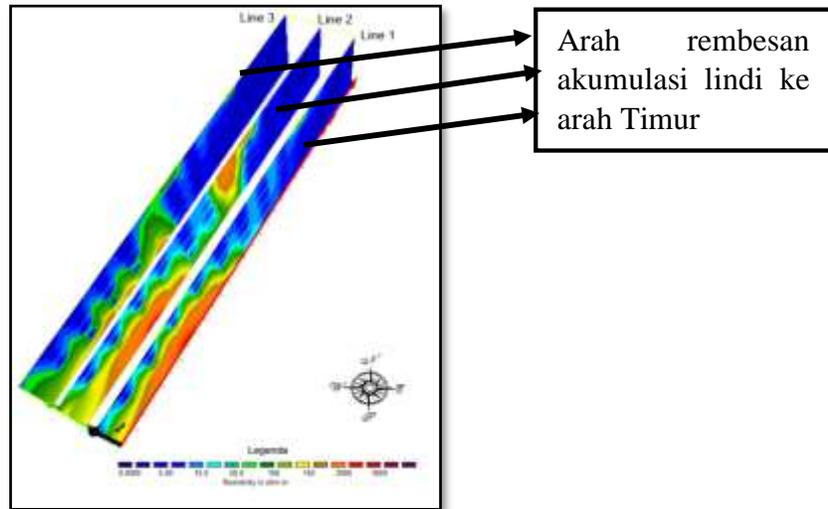
Resistivitas (Ωm)	Litologi Batuan	Rata-rata kedalaman (m)
0 – 9,8	Cairan lindi (<i>leachate</i>)	2,50 – 18,52
15 - 100	Tanah penutup berupa lempung (<i>clay</i>)	7,50 – 12,75
100 - 150	Breksi vulkanik	12,75
150-1000	Batuan tufa	24,88
2000-3000	Batu pasir (<i>sandstone</i>)	24,88 -31,87

Sumber: Data primer, 2015

Litologi batuan di atas berdasarkan kondisi geologi daerah TPA Tamangapa Makassar yang terletak di lereng perbukitan landai bagian selatan yang diapit oleh dua lembah berarah utara-selatan. Rata-rata ketinggian TPA ini berkisar antara 16 m hingga 20 m di atas permukaan laut.

Arah rembesan lindi di Tempat Pembuangan Akhir Tamangapa (TPA) Makassar

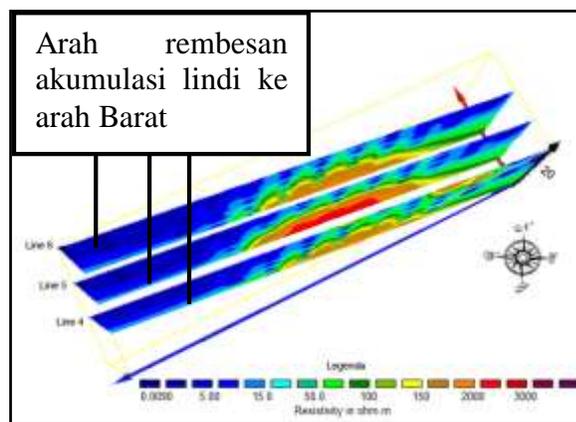
Seperti yang terlihat pada gambar 8 yang merupakan hasil prinsip ekstrapolasi 3D terlihat bahwa arah rembesan lindi pada sektor 1 itu cenderung ke arah Timur, hal ini terlihat berdasarkan letak akumulasi lindi yang menumpuk, selain itu topografi dari lintasan juga sangat mempengaruhi. Hal ini menunjukkan bahwa lindi tersebut merembes atau mengalir, selain itu juga merembesnya lindi diakibatkan oleh adanya gaya gravitasi.



Gambar 8 Sayatan vertical arah Timur – Barat profil *pseudo* 3D (sektor 1)

Pada gambar 9 arah rembesan lindi cenderung ke arah barat, seperti yang terlihat pada gambar sayatan vertikal arah timur ke barat lindi berakumulasi di bagian arah barat yang berwarna biru tua dengan nilai resistivitas kurang dari 10 Ω m. Arah rembesan ini mengikuti pola kemiringan tanah, dan letak topografi lintasannya. Pada bagian sebelah barat terdapat hutan yang berdekatan dengan pemukiman masyarakat sekitar.

Kontaminan telah mencemari sumur penduduk dan mengakibatkan air tanah di daerah TPA Antang sudah tidak memenuhi baku mutu air yang diperbolehkan untuk dikonsumsi.



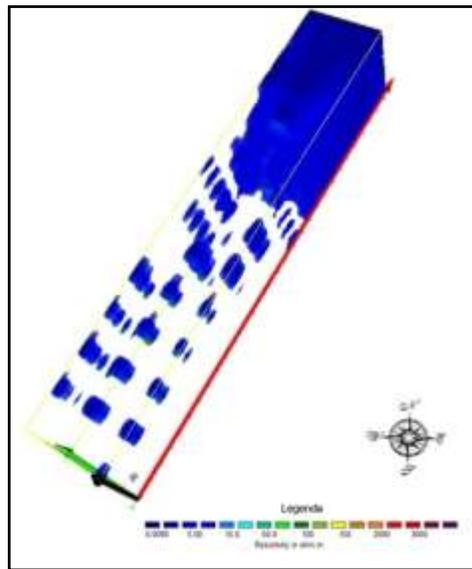
Gambar 9 SayatanvertikalarahTimur-Baratprofil *pseudo* 3 (Sektor 2)

Terpisahny akumulasi lindi tersebut disebabkan oleh adanya material yang keras di dalam tanah misalnya batu atau material lainnya. Kedalaman masing-masing

akumulasi lindi semakin ke kiri akumulasi lindi semakin terlihat dalam. Hal ini menunjukkan bahwa lindi tersebut merembes atau mengalir dari arah timur ke barat dimana di arah barat dari TPA kontur tanah lebih rendah. Selain itu juga merembesnya lindi diakibatkan oleh adanya gaya gravitasi.

Analisa profil *pseudo 3D*

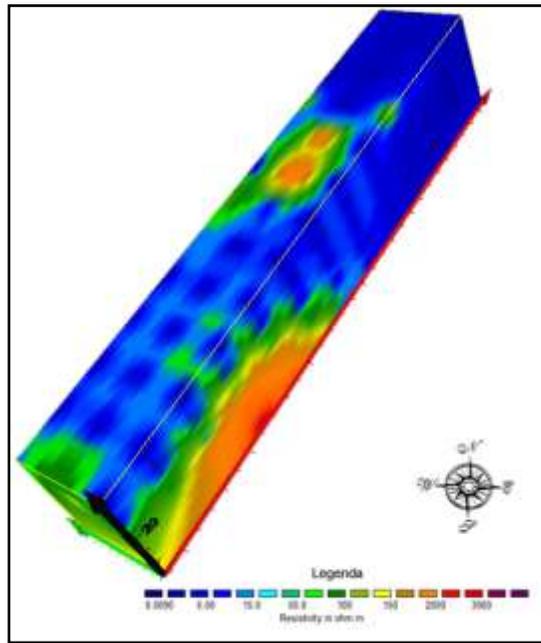
Penggabungan penampang 2D yang terdiri dari lintasan 1 sampai dengan lintasan 3 dilakukan untuk memperoleh model kotak resistivitas 3D dengan prinsip ekstrapolasi. Tiga penampang 2D dari lapangan digabungkan untuk mendapatkan model 3D seperti terlihat pada Gambar 10 berikut:



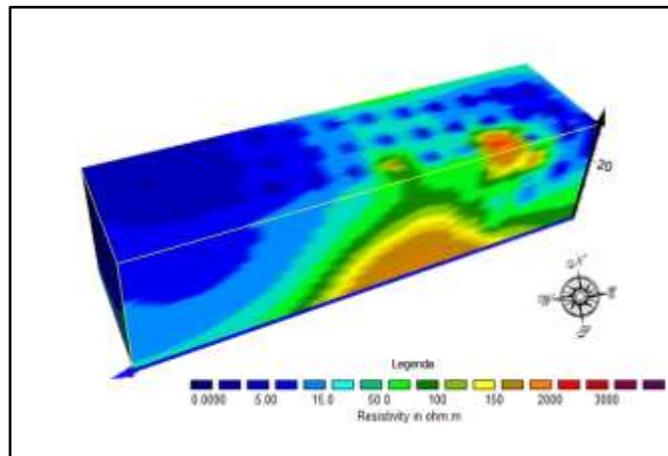
Gambar 10 Letak akumulasi lindi (*leachate*)

Walaupun model ini merupakan hasil ekstrapolasi, namun cukup memberikan gambaran yang jelas tentang letak akumulasi lindi dengan resistivitas rendah $\rho_a < 10 \Omega m$ yang ditandai dengan warna biru tua. Pada metode geolistrik dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* menunjukkan hasil yang mengindikasikan keberadaan lindi yaitu dengan nilai resistivitas di bawah $10 \Omega m$. Jika diperhatikan kedalaman masing-masing akumulasi lindi, semakin ke kiri akumulasi lindi terlihat semakin dalam.

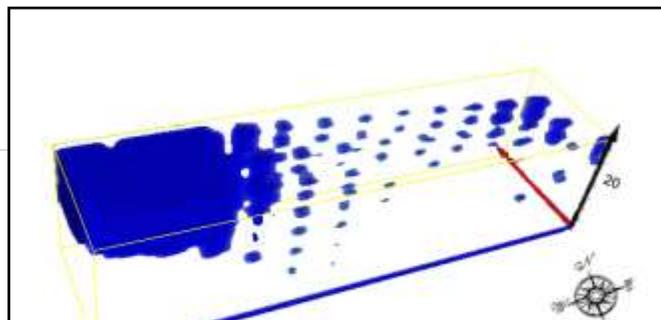
Pada gambar 11 terlihat dengan jelas letak akumulasi lindi (*Leachate*) pada penggabungan penampang 2D yang terdiri dari lintasan 1 sampai dengan lintasan 3 letak akumulasi lindi berada di bagian sebelah timur yang berada pada koordinat $5^{\circ}17'594''LS$ dan $119^{\circ}49' 202''BT$ yang berdampingan dengan danau yang ada disekitar TPA, hal inilah yang menyebabkan danau yang ada di sekitar TPA tersebut mengalami pencemaran. Sedangkan di danau tersebut masyarakat sekitar biasanya menangkap ikan lalu kemudian dikonsumsi untuk makanan sehari-hari mereka. Tentunya ini akan sangat berbahaya bagi kesehatan mereka.



Gambar 11 Profil *Pseudo* 3D sektor 1



Gambar 12 Profil *Pseudo* 3D sektor 2



Gambar 13 Letak akumulasi lindi (*leachate*)

Pada gambar 13 terlihat dengan jelas letak akumulasi lindi yang berwarna biru. Pada penggabungan penampang 2D yang terdiri dari lintasan 4 sampai dengan lintasan 6 letak akumulasi lindi berada di bagian sebelah barat. Karena seperti diketahui bahwa lindi itu mengalir atau mengalami perembesan sehingga pada sektor 2 ini pola aliran lindi mengikuti topografi lintasan yang cenderung curam pada bagian barat. Letak akumulasi lindi juga terlihat jelas pada gambar 11 yang berakumulasi di bagian sebelah barat pada koordinat $5^{\circ}17'727''$ LS dan $119^{\circ}49'084''$ BT.

4. PENUTUP

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Distribusi arah rembesan lindi di sekitar TPA Tamangapa Makassar diinterpretasikan pada sektor 1 arah rembesan ke arah timur yang berada pada koordinat $5^{\circ}17'594''$ LS dan $119^{\circ}49'202''$ BT dengan kedalaman 2,50 m – 12,80 m. Pada sektor 2 diinterpretasikan arah rembesan lindi ke arah barat yang berada pada koordinat $5^{\circ}17'727''$ LS dan $119^{\circ}49'084''$ BT dengan kedalaman 2,50 m – 31,87 m.
2. Berdasarkan hasil penelitian bahwa letak akumulasi lindi yang dihasilkan dari pembusukan sampah TPA Tamangapa Makassar diinterpretasikan rata-rata berada pada kedalaman 2,50 m – 18,52 m dengan nilai resistivitas semu $0,0090 \Omega\text{m} - 5,00 \Omega\text{m}$ pada sektor 1 letak akumulasi lindi berada di bagian sebelah timur yang berada pada koordinat $5^{\circ}17'594''$ LS dan $119^{\circ}49'202''$ BT. Pada sektor 2 lindi berakumulasi di bagian sebelah barat pada koordinat $5^{\circ}17'727''$ LS dan $119^{\circ}49'084''$ BT dengan elevasi 16 – 20 m di atas permukaan laut.

DAFTAR PUSTAKA

- A.M, Imran., 2005, Perkembangan Polutan Dalam Air Tanah Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Antang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, *Jurnal*, Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Arifin, M. Fauzi. 2014. *Tinjauan Geohidrologi Lokasi TPA Sampah Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan (Studi Kasus TPA Sampah Tamangapa Antang)*. Prosiding Seminar Nasional Geofisika. Universitas Hasanuddin.

- Arifin, F. 2001. *Tinjauan Geohidrologi Sebagai Salah Satu Pertimbangan Dalam Pemilihan Lokasi TPA Sampah (Studi Kasus TPA Sampah Tamangapa Makassar)*. Makassar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Husin, Y.A. dan E. Kustaman. 1992. *Metode dan Tehnik Analisis Kualitas Air*. Bogor: PPLH – Lembaga Penelitian IPB.
- Loke, M.H, 2004. *Rapid 2D Resistivity & IP Inversion using the least-square method, Geotomo Software*. Malaysia.