

Analisis Deliniasi Lindi TPA Gampong Jawa Berdasarkan Permodelan 2D Resistivitas dengan Metode Geolistrik

Analysis of Leachate Delineation of TPA Gampong Jawa Based on 2D Resistivity Modeling Using Geoelectric Method

Bella Fitria¹, Intan Maharani¹, Lukmannul¹ dan Didik Sugiyanto*^{1,2}

¹Program Studi Teknik Geofisika, Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

²Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala

Received July, 2018, Accepted September, 2018

Penanggulangan sampah di Indonesia dilakukan secara konvensional, yaitu sampah diletakkan di tempat terbuka yang jauh dari pusat kota dan dibiarkan membusuk dengan sendirinya. Namun penumpukan sampah tersebut dapat mengakibatkan terjadinya rembesan lindi di bawah permukaan yang sangat membahayakan bagi masyarakat di sekitaran Tempat Pembuangan Akhir (TPA). TPA Gampong Jawa adalah salah satu TPA yang menanggulangi sampah secara konvensional, maka dibutuhkan penelitian untuk mengidentifikasi adanya zat lindi di bawah permukaan tanah untuk meminimalisir bahaya bagi masyarakat sekitar TPA. Metode geolistrik merupakan salah satu metode untuk melihat struktur bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas. Penelitian ini dilakukan pada 4 lintasan dengan panjang lintasan disesuaikan berdasarkan kondisi lapangan TPA Gampong Jawa dengan arah lintasan utara – selatan dan barat – timur. Data hasil pengukuran berupa data resistivitas yang kemudian dilakukan permodelan menggunakan *software res2Dinv* sehingga diperoleh model 2D bawah permukaan daerah penelitian. Hasil interpretasi model menunjukkan pada lintasan 1 diperoleh adanya lindi pada kedalaman 4 hingga 15 m, Lintasan 2 diperoleh dari kedalaman 9 hingga 20 m, Lintasan 3 diperoleh dari kedalaman 14 hingga 30 m, Sedangkan Lintasan 4 diperoleh dari kedalaman 3 hingga 22,4 m.

The produced waste must be managed seriously by the government of Indonesia to prevent the occurrence of environmental pollution. The waste management in Indonesia had been done conventionally, that was, garbage was put in the open place away from downtown and left to rot by itself. However, the accumulation of waste can lead to leach seepage under the surface that is very dangerous for the people around the landfill. TPA Gampong Jawa is one of the landfill that managed waste conventionally, so the research is needed to identify the existence of substance leachate under the surface of the soil to minimize the danger to the community around the landfill. Geoelectric method is one method to see the subsurface structure based on resistivity value. This research was conducted on 4 trajectories with adjustable trajectory length based on field condition of Gampong Jawa landfill with direction of north-south and west-east path. Data measurement resulted in the form of resistivity data which then done modelling using software res2Dinv to obtain 2D model under the surface of research area. The results of the model interpretation showed that leachate exist in trajectory 1 at depth of 4 to 15 m, on trajectory 2, at 9 to 20 m, on the trajectory 3, at 14 to 30 m, while trajectory 4 at 3 to 22.4 m, respectively.

Keywords *Geoelectric Method, Resistivity, 2D Modelling, Leachate, TPA Gampong Jawa*

Pendahuluan

Manusia dan lingkungan (alam) memiliki hubungan yang sangat erat, keduanya saling memberi dan menerima pengaruh besar satu sama lain. Perubahan Lingkungan yang tercemar tidak lepas

dari aktivitas manusia yang dalam memanfaatkan alam selalu meninggalkan sisa dapat berupa sampah dan limbah yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap air, udara dan tanah. Terlebih pada limbah bahan kimia yang dapat meracuni tubuh manusia.

Negara Indonesia sebagian besar melakukan penanggulangan pembuangan sampah secara konvensional, yaitu sampah diletakkan di tempat terbuka yang jauh dari pusat kota dan dibiarkan membusuk dengan sendirinya. Tempat terbuka tersebut dapat dikatakan sebagai Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Walau penempatan TPA jauh dari pusat kota, namun hal ini bukanlah cara yang efisien dengan meninggalkan sampah dibiarkan membusuk begitu saja. Karena dapat menimbulkan pencemaran polusi udara akibat bau dan polusi air. Lindi adalah cairan yang dihasilkan dari air (misalnya hujan) yang melalui tumpukan sampah maupun dari biodegradasi sampah organik. Lindi mengandung partikel tersuspensi dan membawa materi terlarut yang dimana jika dilepaskan begitu saja, akan memiliki dampak potensial pada lingkungan sekitar dan kesehatan manusia (Kerry, 2014).

Pertambahan jumlah penduduk juga menjadi pemicu semakin meningkatnya jumlah sampah pada TPA. Daerah TPA tersebut salah satunya yaitu berada pada daerah Gampong Jawa, Banda Aceh yang mengakibatkan pencemaran lingkungan yang terus bertambah. Karena hal tersebut pemerintah Banda Aceh membuat TPA yang menggunakan metode *sanitary landfill* dengan fasilitas yang begitu canggih yang ditempatkan di Gampong Jawa, Kuta Raja, Banda Aceh. Namun kelayakan TPA tersebut bergantung pada kondisi geologi dan hidrologi setempat beserta konstruksi bangunan. Tanpa mempertimbangkan aspek-aspek tersebut maka, akan menimbulkan pencemaran lingkungan akibat Bahan

Buangan Berbahaya (B3) dari TPA, seperti terjadinya rembesan lindi yang dapat mencemari air permukaan, air tanah dangkal, polusi udara, air sungai Krueng Aceh yang berdekatan dengan TPA Gampong Jawa serta pencemaran tanah. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi kelayakan TPA regional Gampong Jawa dalam upaya menghindari pencemaran lingkungan, terutama pencemaran tanah akibat rembesan lindi dan pencemaran air sungai yang berdekatan dengan TPA. Penelitian ini dapat dilakukan dengan metode Geofisika permodelan 2D.

Metodologi

Penelitian ini terletak di TPA Gampong Jawa, Banda Aceh. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengambilan data di lapangan dan pengolahan data. Pengambilan data di lapangan dilakukan di kawasan area TPA Gampong Jawa, Banda Aceh. Sedangkan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik *supersting* dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* yang dilakukan di kawasan TPA gampong Jawa, Banda Aceh. Desain pengambilan data terdiri dari 4 lintasan dengan panjang lintasan yang berbeda. Panjang lintasan disesuaikan dengan kondisi lapangan daerah penelitian yaitu dari 112 m hingga 256 m. Lintasan pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian TPA Gampong Jawa Banda Aceh

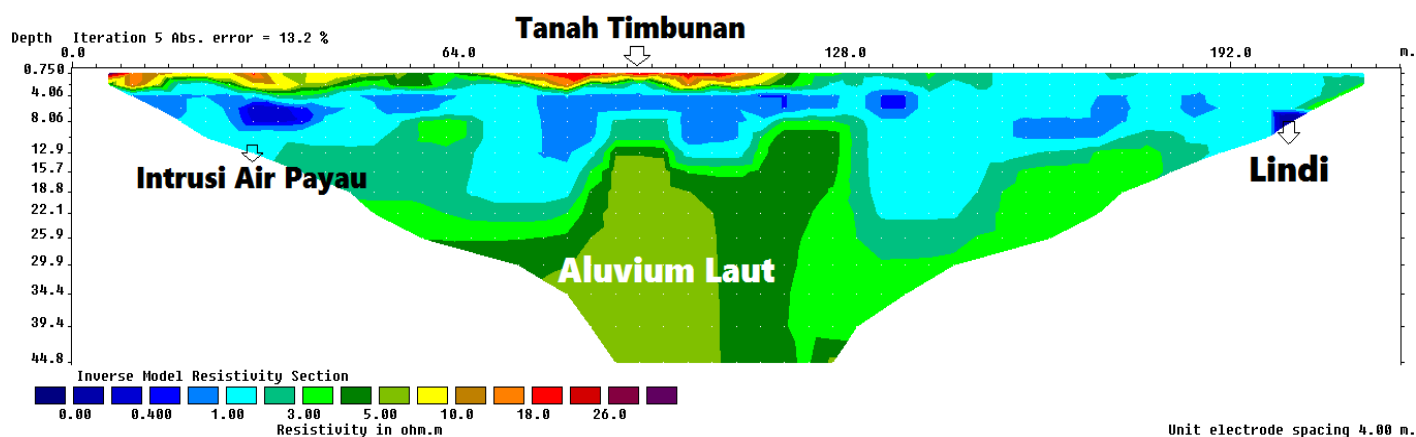
Pengolahan data lapangan yang didapatkan akan dianalisa menggunakan *software Res2Dinv*. Dari nilai resistivitas yang telah diketahui, kemudian dilanjutkan dengan tahapan interpretasi data untuk menghasilkan gambaran mengenai penyebaran rembesan lindi di daerah tersebut. Pengujian kandungan fluida lindi disekitaran TPA Gampong Jawa dilakukan di beberapa tempat yang terdiri dari 4 lokasi yaitu di kolam lindi, rawa, muara sungai, dan sungai yang berada dekat dengan TPA. Sehingga diperoleh 4 sampel yang diuji. Uji sampel tersebut dilakukan di kantor BARISTAND Aceh dengan parameter yang dicari yaitu logam berat diantaranya Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), dan tembaga (Cu).

Hasil Penelitian

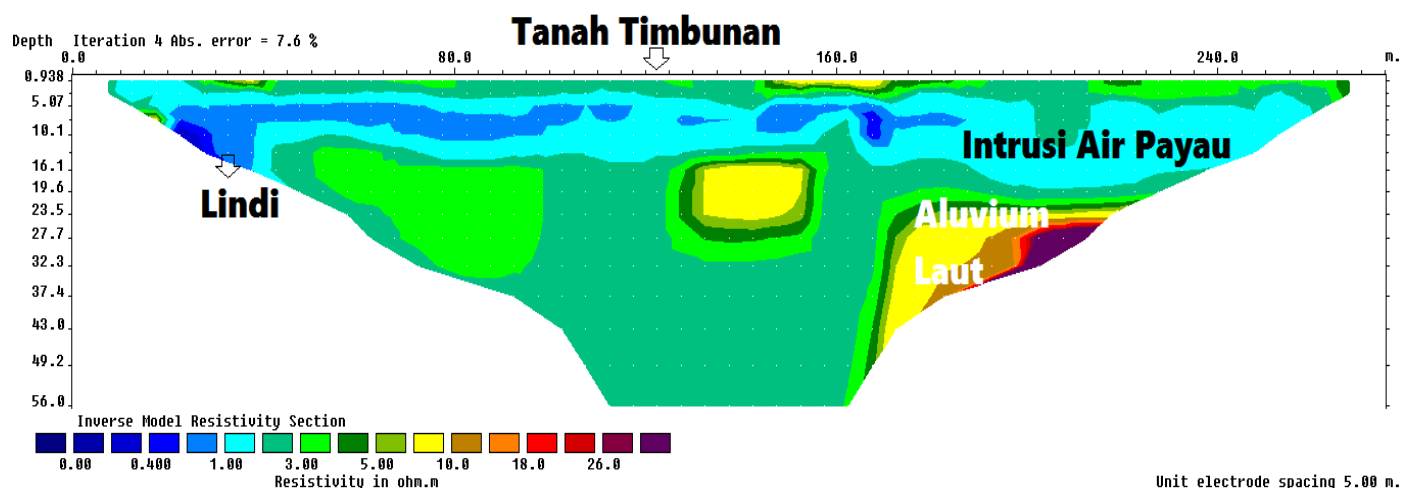
Hasil pengolahan data untuk lintasan 1 berupa penampang 2D resistivitas struktur bawah permukaan seperti yang tampak pada Gambar 2. Daerah pengambilan data pada lintasan 1 berada dekat dengan kolam lindi dan kolam rawa yang bersebelahan dengan bentangan lintasan dengan panjang lintasan 220 m. Pengolahan data pada lintasan ini dilakukan 3 kali literasi dengan *Root Means Square* (RMS) error 13,2 %. Pada lintasan ini didapatkan kedalaman penetrasi mencapai 44,8 m dan variasi nilai resistivitas antara 0,00 – 30 Ω m. Model penampang pada lintasan ini menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat lapisan yang terkontaminasi oleh lindi namun dalam jumlah yang kecil. Air lindi pada penampang model bawah permukaan berada pada lapisan dengan resistivitas rendah, hal ini dikarenakan air memiliki konduktivitas yang tinggi. Pada Lapisan atas dengan kedalaman 0,75 – 22 m diklasifikasikan sebagai tanah

timbunan dengan nilai resistivitas 3 - 5 Ω m yang citrakan dengan warna hijau hingga kuning. Pada Lapisan ini dengan kedalaman >4 m sudah dipengaruhi oleh dekomposisi air lindi dan air payau yang mengalir di bawah permukaan karena memiliki densitas yang rendah, sehingga menjadi jalan mengalirnya fluida. Air lindi diklasifikasikan pada kedalaman 4 – 15 m dengan nilai resistivitas 0,00 – 0,400 yang dicitrakan dengan warna biru. Intrusi air payau berada di sekitaran air lindi dengan nilai resistivitas 1,00 yang dicitrakan dengan warna biru tua. Lapisan pada kedalaman 22 – 44,8 m dengan nilai resistivitas >5 Ω m diklasifikasikan sebagai Aluvium Laut yang dicitrakan dengan warna hijau pekat hingga ungu. Lapisan ini merupakan lapisan tanah dasar, hal ini dikarenakan daerah tersebut berada sangat dekat dengan laut.

Hasil pengolahan data untuk lintasan 2 tampak pada Gambar 3. Daerah pengambilan data pada lintasan 2 berada dekat dengan gunung tumpukan sampah dengan panjang lintasan 275 m. Pengolahan data pada lintasan ini juga dilakukan 3 kali literasi dengan RMS error 7,6 %. Pada lintasan ini didapatkan kedalaman penetrasi mencapai 56,0 m dan variasi nilai resistivitas antara 0,00 – 30 Ω m. Model penampang pada lintasan ini menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat lapisan yang terkontaminasi oleh lindi. Pada Lapisan atas dengan kedalaman < 20 m diklasifikasikan sebagai tanah timbunan dengan nilai resistivitas 3 - 5 Ω m yang dicitrakan dengan warna hijau. Pada Lapisan ini dengan kedalaman 0,938 m sudah dipengaruhi oleh dekomposisi air payau dan air lindi yang mengalir dibawah permukaan karena memiliki densitas yang rendah, sehingga menjadi jalan mengalirnya fluida.



Gambar 2 Penampang 2D resistivitas untuk lintasan 1

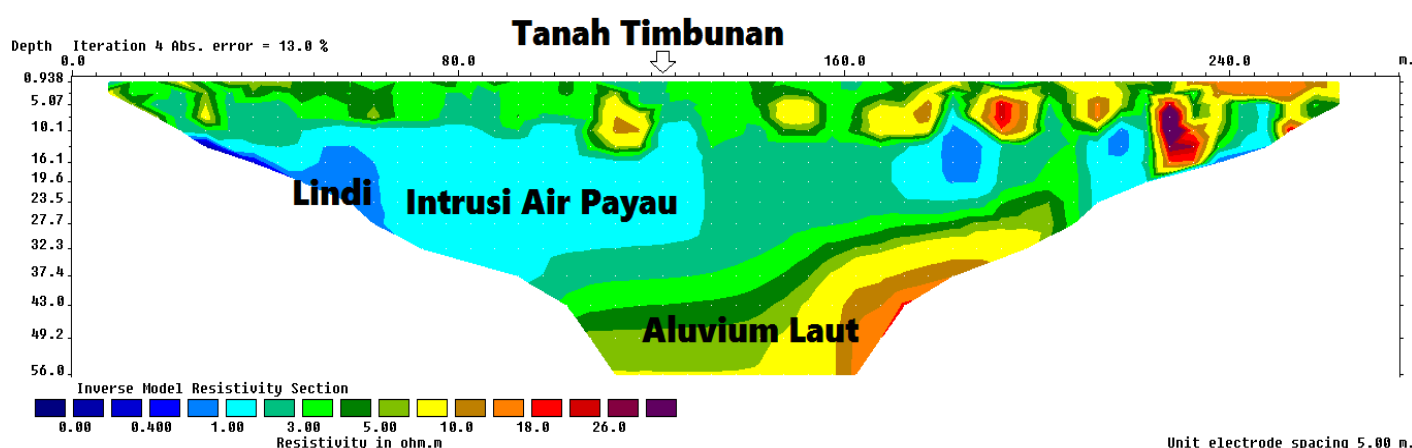


Gambar 3 Penampang 2D resistivitas untuk lintasan 2

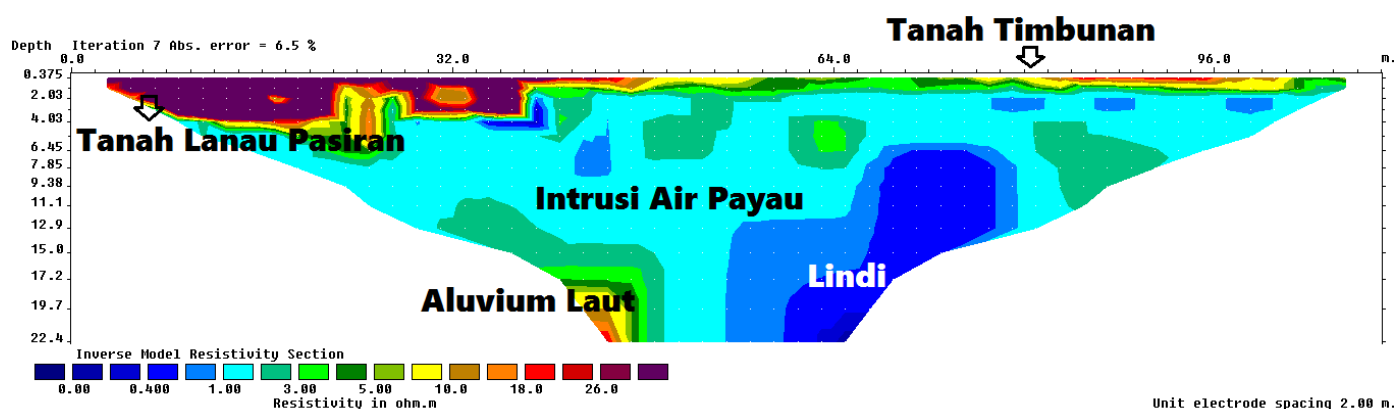
Air lindi diklasifikasikan pada kedalaman 9 – 20 m dengan nilai resistivitas 0,00 – 0,400 yang dicitrakan dengan warna biru tua. Intrusi air payau berada di sekitaran air lindi yaitu pada kedalaman 0,938 – 23 dengan nilai resistivitas 1,00 yang dicitrakan dengan warna biru. Lapisan pada kedalaman > 20 m dengan nilai resistivitas > 5 Ω m diklasifikasikan sebagai Aluvium Laut yang dicitrakan dengan warna hijau pekat hingga ungu. Lapisan ini merupakan lapisan tanah dasar, hal ini dikarenakan daerah tersebut berada sangat dekat dengan laut.

Hasil pengolahan data untuk lintasan 3 tampak pada Gambar 4. Daerah pengambilan data pada lintasan 3 berada diatas gunung dan sebelah dengan tumpukan sampah dengan panjang lintasan 275 m.

Pengolahan data pada lintasan ini juga dilakukan 3 kali literasi dengan RMS error 13,00 %. Pada lintasan ini didapatkan kedalaman penetrasi mencapai 56,0 m dan variasi nilai resistivitas antara 0,00 – 30 Ω m. Model penampang pada lintasan ini menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat lapisan yang terkontaminasi oleh lindi. Pada Lapisan atas dengan kedalaman 0,938 - 35 m diklasifikasikan sebagai tanah timbunan dengan nilai resistivitas 3 - 5 Ω m yang dicitrakan dengan warna hijau. Pada Lapisan ini pada kedalaman 13,5 m sudah dipengaruhi oleh dekomposisi air payau dan air lindi yang mengalir dibawah permukaan karena memiliki densitas yang rendah, sehingga menjadi jalan mengalirnya fluida.



Gambar 4 Penampang 2D resistivitas untuk lintasan 3



Gambar 5 Penampang 2D resistivitas untuk lintasan 4

Air lindi diklasifikasikan pada kedalaman 14 – 30 m dengan nilai resistivitas 0,00 – 0,400 yang dicitrakan dengan warna biru tua. Intrusi air payau berada di sekitaran air lindi yaitu pada kedalaman 13,5 – 37 dengan nilai resistivitas 1,00 yang dicitrakan dengan warna biru. Lapisan pada kedalaman 35 m dengan nilai resistivitas $> 5 \Omega\text{m}$ diklasifikasikan sebagai Aluvium Laut yang dicitrakan dengan warna hijau pekat hingga ungu. Lapisan ini merupakan lapisan tanah dasar karena daerah tersebut berada sangat dekat dengan laut.

Hasil pengolahan data untuk lintasan 4 tampak pada Gambar 5. Daerah pengambilan data pada lintasan ini berada bersebelahan terhadap kolam lindi dengan bentangan lintasan dengan panjang lintasan 112 m. Pengolahan data pada lintasan ini juga dilakukan 3 kali literasi dengan RMS error 6,5 %. Pada lintasan ini didapatkan kedalaman penetrasi mencapai 22,4 m dan variasi nilai resistivitas antara 0,00 – 30 Ωm . Model penampang pada lintasan ini menunjukkan bahwa di lokasi penelitian terdapat lapisan yang terkontaminasi oleh lindi. Pada Lapisan atas dengan kedalaman 0,375 - 5 m diklasifikasikan sebagai tanah lanau pasiran dengan nilai resistivitas $> 18 \Omega\text{m}$ yang dicitrakan dengan warna merah hingga ungu. Air lindi diklasifikasikan tersebar dari kedalaman 3 – 22,4 m dengan nilai resistivitas 0,00 – 0,400 yang dicitrakan dengan warna biru tua. Intrusi air payau tersebar dari kedalaman 6 – 22,4 m dengan nilai resistivitas 1,00 yang dicitrakan dengan warna biru. Lapisan pada kedalaman 18 – 22,4 m dengan nilai resistivitas $> 5 \Omega\text{m}$ diklasifikasikan sebagai Aluvium Laut yang dicitrakan dengan warna hijau pekat hingga ungu. Lapisan ini merupakan lapisan tanah dasar, hal ini dikarenakan daerah tersebut berada sangat dekat dengan laut.

Air lindi yang berada pada sekitaran daerah TPA Gampong Jawa selanjutnya di uji untuk melihat kadar kandungan zat kimia dengan 4 sampel yang diambil pada tempat yang berbeda pada tanggal 23 mei 2018. Sampel tersebut diambil yaitu berada pada kolam lindi, rawa yang berdekatan dengan kolam lindi, muara sungai dan sungai yang dekat dengan TPA Gampong Jawa. Sampel yang diambil kemudian dibawa ke BARISTAND Banda Aceh untuk dianalisa kandungan logam, diantaranya yaitu timbal (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan kromium (Cr). Hasil uji sampel dapat dilihat pada Tabel 1, kemudian dibandingkan dengan standar kualitas air menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 yang tampak pada Tabel 2. Berdasarkan hasil perbandingan data pada kedua tabel tersebut dapat dinyatakan bahwa sampel yang memiliki logam berat yang lebih besar berada pada kolam lindi dan kolam rawa yang bersebelahan dengan kolam lindi. Hal ini menunjukkan bahwa kolam rawa sudah dipengaruhi oleh air lindi yang meresap ke bawah permukaan tanah. Uji sampel yang diperoleh juga menunjukkan bahwa semakin jauh dengan titik lindi maka logam berat yang diperoleh semakin kecil. Uji sampel zat kimia pada muara sungai dan sungai dekat dengan TPA Gampong Jawa menunjukkan bahwa logam berat diperoleh dalam jumlah yang kecil berdasarkan data baku mutu. Logam berat dengan jumlah yang kecil tersebut dikarenakan terjadinya pelarutan dengan air sungai dengan jumlah yang besar sehingga hasil yang diperoleh tidak membahayakan bagi makhluk hidup yang berada di biota laut dan sungai.

Tabel 1 Hasil analisa kandungan fluida sampel uji

Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji			
			Kolam Lindi	Rawa	Muara Sungai	Sungai
Timbal (Pb)	SNI. 6989. 8. 2009	mg/L	< 0,0012 ^{#)}	< 0,0012 ^{#)}	< 0,0012 ^{#)}	< 0,0012 ^{#)}
Kadmium (Cd)	SNI. 6989. 16. 2009	mg/L	0,00329	< 0,0012 ^{#)}	< 0,0012 ^{#)}	< 0,0012 ^{#)}
Tembaga (Cu)	SNI. 6889. 6. 2009	mg/L	< 0,004 ^{#)}	< 0,004 ^{#)}	< 0,004 ^{#)}	< 0,004 ^{#)}
Kromium (Cr)	SNI. 6989. 17. 2009	mg/L	0,1238	0,0680	< 0,00001 ^{#)}	< 0,00001 ^{#)}

Keterangan: ^{#)} Batas Pembacaan Alat Uji

Tabel 2 Baku mutu air laut untuk biota laut (Kepmen No 51 tahun 2004)

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Timbal (Pb)	mg/L	0,008
Kadmium (Cd)	mg/L	0,001
Tembaga (Cu)	mg/L	0,008
Kromium (Cr)	mg/L	0,005

Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada Lintasan 1 sebaran lindi di bawah permukaan diperoleh pada kedalaman paling rendah dibanding lintasan lainnya. Tingkat polutan tertinggi terdapat pada lintasan 4 dengan tingkat ketebalan mencapai 22,4 meter dan terendah pada lintasan 3 dengan ketebalan mencapai 30 m.

Referensi

- Damanhuri, E. 2012. *Teknik Pembuangan Akhir Sampah, Jurnal Teknik Lingkungan ITB*. Bandung.
- Ishaq, ZM. 2008. *Studi Resistivitas Dan Gravitasi Untuk Investigasi Akuifer Air Bawah Tanah Di Kampus UI Depok*. Tesis. Program Pascasarjana Fisika FMIPA, UI.
- Kusmayadi. J. E. 2012. *Identifikasi Unsur-unsur Pencemaran Kualitas Air Tanah Dangkal di Daerah Dago dan Sekitarnya. Kodya Bandung (Laporan Penelitian Sarjana Teknik Geologi)*. Universitas Pajajaran, Bandung.
- Reynolds, M.J. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Wiley-Blackwell.
- R. Kerry Rowe, Yan Yu. 2014. *The Effect Of Leachate Input Characteristics On The Leachate Collected After Passage Through A Leachate Collection System*. The 9th International Conference "ENVIRONMENTAL ENGINEERING". Sangkoro, Djoko. 1979. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta. Erlangga.
- Singh, K.B, Lokhande, R.D and Prakash, A. 2004. *Multielectrode Resistivity Imaging Technique For The Study Of Coal Seam*. Central Mining Research Institute. Journal of Scientific and Industrial Research. Vol. 63. pp 927-930
- Suriawiria, U. 2005. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta : Papas Sinar Sinanti.
- Syafrizal. 2013. *Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Kawasan Karst Laweung Menggunakan Metode Resistivitas 2D*. Tugas Akhir. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Telford, W.M., et al 1976. *Applied Geophysics: USA*, Combridge University Press.
- Tchobanoglous, George and Theisen, H., et al. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGrawHill, Inc., N.Y.
- Tchobanoglous, George dan F.L Burton, 2003. *Wasterwater Engineering: Tereatmentand Reuse*. 4 ed. McGraw-Hil.Inc. New York.
- Zohdy, A.A.R, Eaton, G.P. dan Mabey, D.R, 1980. *Application of Surface of Geophysics to Groundwater Investigation*. United States Departement of The Interior, Washington.