

# INVESTIGASI REMBESAN LIMBAH CAIR MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS: STUDI KASUS TPA SUMOMPO, MANADO

Gerald H. Tamuntuan<sup>\*)</sup>, As'ari, Friska Datunsolang

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat, Manado - 95114

<sup>\*)</sup> Email: gtamuntuan@gmail.com

## Abstrak

Telah dilakukan investigasi rembesan limbah cair atau lindi di sekitar TPA Sumompo Manado dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole. Pengukuran geolistrik dilakukan pada jarak 50 m, 100 m, dan 250 m dari kolam lindi. Hasil menunjukkan bahwa adanya sebaran zona-zona resistivitas rendah pada kedalaman 2,5 hingga 10 m. Hal ini mengindikasikan telah terjadi resapan dan akumulasi lindi di bawah permukaan, terutama pada Lintasan 1. Zona resistivitas rendah pada Lintasan 2 dan 3 diduga kuat adalah air tanah permukaan yang berpotensi tercemar oleh lindi.

**Keywords:** Geolistrik resistivitas, limbah cair, TPA Sumompo

## Abstract

The infiltration of liquid waste or landfill leachate around Sumompo Landfill Site, Manado, has been investigated using geoelectrical resistivity method. Data has obtained by using dipole-dipole configuration at a distance of 50 m, 100 m, and 250 m from the leachate pond. Results showed that there are distributions of zones with low value of resistivity at the depth of 2.5 to 10 m. This indicates that there has been infiltration as well as accumulation of leachate below the surface around the Sumompo landfill site, especially on the track 1. The low resistivity zones below the track 2 and 3 is strongly estimated as surface ground water that potentially contaminated by leachate.

**Keywords:** Geoelectrical resistivity, liquid waste, Sumompo Landfill Site

## 1. Pendahuluan

Bencana sebagai akibat dari ketidakseimbangan dan kelalaian pengelolaan lingkungan merupakan salah satu isu 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/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 [1]. Proses peresapan atau rembesan limbah ini sulit diamati atau dideteksi karena prosesnya terjadi di bawah permukaan bumi dan jika limbah tersebut mencapai daerah aquifer maka akan mencemari air tanah yang kemungkinan di konsumsi oleh masyarakat yang berada di sekitar lokasi TPA.

Salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk kajian pencemaran lingkungan adalah metode geolistrik [2]. Metode ini pada

prinsipnya menggunakan konsep perambatan arus listrik pada medium bumi yang heterogen dimana rasio antara perbedaan potensial yang terukur dan besar injeksi arus listriknya akan merefleksikan nilai resistivitas berbagai medium di bawah permukaan bumi [3]. Kontras resistivitas antara medium atau batuan serta kehadiran limbah selanjutnya dengan analisis yang akurat dapat diidentifikasi. Lebih lanjut rembesan dan distribusi dari limbah tersebut dapat dipetakan secara spasial dan temporal. Adapun kajian tentang pemanfaatan metode geolistrik untuk mengidentifikasi rembesan ataupun distribusi limbah cair di bawah permukaan pernah dilakukan sebelumnya di beberapa tempat [2, 4, 5, 6].

TPA Sumompo merupakan lokasi penimbunan sampah dari kota Manado. Fasilitas ini dibangun untuk mendukung kualitas lingkungan kota Manado, namun demikian kajian untuk mendeteksi terjadinya rembesan dan penyebaran bawah permukaan dari limbah cair beracun yang berasal dari TPA ini serta kemungkinan terjadinya terobosan ke daerah aquifer yang berpeluang dikonsumsi oleh masyarakat sekitar belum pernah dilakukan. Oleh karena itu sebagai mitigasi bencana dalam bentuk pencemaran lingkungan yang dapat merugikan kesehatan masyarakat secara meluas maka perlu dilakukan

penelitian untuk deteksi dini pencemaran limbah cair dari TPA Sumompo, Manado.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di daerah sekitar Tempat Pengolahan Akhir (TPA) Sumompo, Manado. Peta lokasi penelitian dan desain awal bentangan survei pemetaan geolistrik berdasarkan *terrain based map* menggunakan Google Earth dapat dilihat pada Gambar 1. Bentangan didesain untuk 3 lintasan pengukuran dengan masing-masing lintasan mempunyai panjang sekitar 72 m dan jarak spasi elektroda 3 m. Pengambilan data geolistrik dilakukan dengan menggunakan alat *Resistivity & IP meter MAE 612EM*. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi Dipole-Dipole.



**Gambar 1.** Lokasi TPA Sumompo dan desain bentang pengukuran geolistrik (garis merah adalah bentang pengukuran geolistrik).

Pengolahan data geolistrik resistivitas 2D diawali dengan menghitung faktor geometri ( $K$ ) berdasarkan konfigurasi serta jarak antar elektroda yang digunakan. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai tahanan jenis semu ( $\rho_a$ ) dari data kuat arus ( $I$ ) dan beda potensial ( $V$ ). Untuk mendapatkan profil sebaran resistivitas 2D, maka dapat dilakukan proses inversi 2D dengan menggunakan perangkat lunak RES2DINV [7].

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran geolistrik yang telah diolah menggunakan RES2DINV pada tiga lintasan di sekitar TPA Sumompo disajikan dalam Gambar 3a - 3c. Nilai resistivitas penampang vertikal 2D terlihat bervariasi pada setiap lintasan. Kedalaman efektif yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah sekitar 14 m. Proses pengolahan data tidak menyertakan koreksi topografi sehubungan dengan setiap lintasan pengukuran berada pada lokasi yang relatif datar.

Lindi merupakan cairan yang relatif konduktif sehingga memiliki nilai resistivitas yang kecil. Lindi maupun tanah yang tersaturasi dengan lindi dapat

memiliki resistivitas dibawah  $10 \Omega\text{m}$  [8] (lihat pada Tabel 1). Sehubungan dengan hal tersebut maka penskalaan citra resistivitas dari hasil pengukuran hanya diatur pada interval 1 -  $250 \Omega\text{m}$ . Nilai resistivitas diatas  $250 \Omega\text{m}$  dalam hal ini secara otomatis ditunjukkan dengan citra warna yang sama.

**Tabel 1.** Nilai resistivitas lindi dan material yang terkontaminasi lindi

No	Material	Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )
1	Lindi	$\sim 3$
2	Pasir tersaturasi Lindi	4,97 – 5,04
3	Tanah tersaturasi Lindi	3,15 - 4
4	Sampah tersaturasi Lindi	6,03 – 7,16

Sumber [8]

Lintasan satu berjarak 50 m dari kolam lindi. Keseluruhan permukaan lintasan ini masih didominasi oleh sampah sehingga diperkirakan lokasi tersebut berada di atas tumpukan sampah. Dari hasil citra resistivitas yang diperoleh, diduga kuat telah terjadi rembesan lindi yang berpotensi mencemari air tanah permukaan pada lokasi ini. Hal ini terlihat dari penyebaran nilai resistivitas rendah berkisar 4 hingga  $50 \Omega\text{m}$  yang terdapat pada dua bagian lintasan ini, yaitu pada jarak 6 hingga 30 m dan pada jarak 47 hingga 64 m. Kedua bagian ini dipisahkan oleh zona dengan resistivitas relatif tinggi,  $> 250 \Omega\text{m}$ , yang diduga adalah timbunan sampah yang belum terdegradasi. Zona dengan resistivitas  $< 10 \Omega\text{m}$  pada 19 – 24 m dan kedalaman antara 2,5 hingga sekitar 6 m diduga kuat sebagai daerah akumulasi lindi atau zona yang tersaturasi lindi dibawah permukaan. Adapun zona resistivitas rendah dekat permukaan antara jarak 33 – 36 m diinterpretasikan sebagai hasil rembesan lindi yang berasal dari selokan lindi yang melintas pada jarak sekitar 35 m dari posisi elektroda pertama.

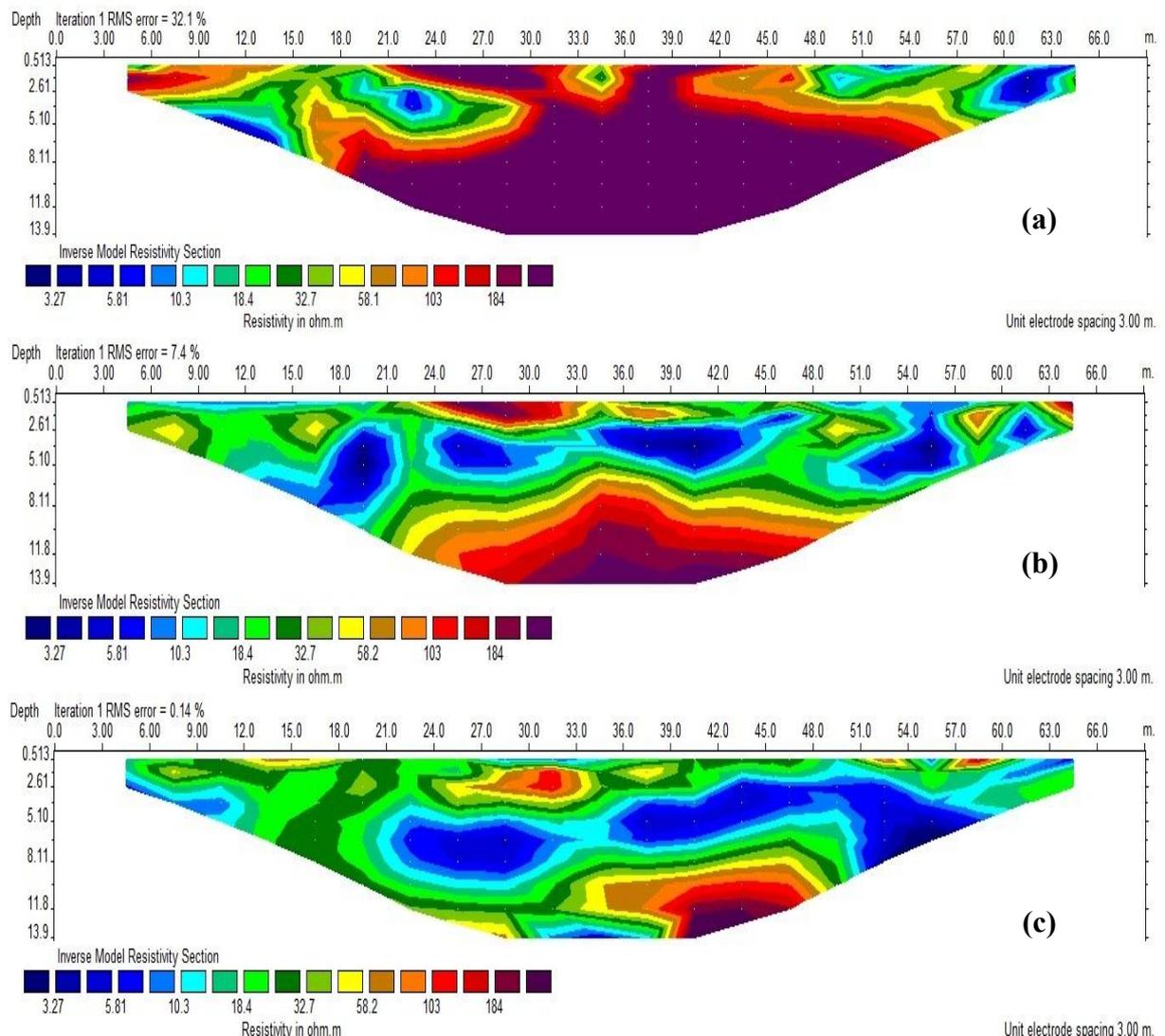
Lintasan 2 berjarak 100 m dari kolam lindi dan bukan merupakan daerah tumpukan sampah. Citra resistivitas menunjukkan adanya sebaran zona dengan nilai resistivitas rendah, dibawah  $10 \Omega\text{m}$ , pada sepanjang lintasan tersebut dengan kedalaman bervariasi mulai dari dekat permukaan hingga kedalaman sekitar 10 m (Gambar 2b). Ada dua kemungkinan berkaitan dengan zona resistivitas rendah tersebut. Kemungkinan pertama adalah zona air permukaan, dan yang kedua adalah zona akumulasi lindi dibawah permukaan. Dilihat dari waktu pengukuran yang dilaksanakan pada suasana musim penghujan saat itu, yaitu bulan April 2015, maka kemungkinan pertama adalah lebih tepat. Namun demikian, posisi Lintasan 2 yang memiliki elevasi lebih rendah dari Lintasan 1 maupun kolam limbah dan tumpukan sampah TPA memungkinkan terjadinya resapan limbah ke lokasi tersebut. Tanah

dengan sifat porositas relatif tinggi, terlihat dari adanya akumulasi zat cair, hingga kedalaman 10 m dan efek gravitasi sangat memungkinkan Bergeraknya limbah ke daerah Lintasan 2 baik secara adveksi ataupun difusi. Dengan demikian, air permukaan pada Lintasan 2 sangat berpotensi tercemar limbah cair lindi.

Lintasan 3 (berjarak 250 m dari kolam lindi) memiliki perilaku yang relatif sama dengan pada Lintasan 2. Nilai resistivitas rendah yang diperkirakan sebagai zona saturasi air permukaan tersebar hampir didapati sepanjang lintasan tersebut, kecuali pada jarak 14 – 19 m dari elektroda pertama. Zona air permukaan pada jarak 48 – 60 m telah diverifikasi dengan ditemukannya sumur warga dengan kedalaman sangat rendah di sekitar daerah tersebut. Adapun keberadaan selokan yang berasal dari kolam lindi pada antara jarak 24 – 27 m atau antara elektroda 8 dan 9, tidak memberikan tanda adanya rembesan limbah. Pencemaran sebagai efek dari rembesan

limbah TPA masih tetap potensial sehubungan dengan lokasi lintasan ini relatif lebih rendah dibandingkan dengan dua lintasan sebelumnya.

Citra resistivitas pada daerah sekitar TPA Sumompo, Manado secara umum memperlihatkan potensi pencemaran air tanah oleh cairan lindi. Rembesan lindi yang kemudian terakumulasi di bawah permukaan pada Lintasan 1 menunjukkan bahwa daerah ini telah tercemar. Luas pencemarannya dapat diperkirakan dari citra yang dihasilkan. Potensi pencemaran air tanah permukaan semakin kecil seiring bertambahnya jarak dari TPA. Relatif pendeknya lintasan yang digunakan berimbas pada kedalaman penampang vertikal pengukuran resistivitas yang hanya 14 m. Kemungkinan ditemukannya pencemaran sebagai hasil rembesan dari kolam lindi dan lokasi penampungan sampah yang dapat mencemari air tanah dalam dapat diperoleh dengan menambah panjangnya lintasan pengukuran.



**Gambar 2.** Citra resistivitas bawah permukaan disekitar TPA Sumompo, Manado (a) Lintasan 1, (b) Lintasan 2, (c) Lintasan 3.

#### 4. Kesimpulan

Pengukuran geolistrik tahanan jenis di sekitar TPA Sumompo, Manado menunjukkan adanya zona-zona resistivitas rendah yang diperkirakan sebagai zona akumulasi limbah cair/lindi bawah permukaan ataupun zona-zona air tanah permukaan. Pada daerah yang dekat dengan TPA, zona resistivitas rendah diduga kuat merupakan daerah yang tersaturasi lindi, sedangkan pada jarak 100 m atau lebih dari TPA, zona-zona tersebut adalah daerah tersaturasi air di dekat permukaan yang berpotensi tercemar lindi.

Epo dumpsite, Lagos, Nigeria, *J. Appl. Sci. Env. Manage.* 12. 2 (2011), p. 361-364

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sam Ratulangi yang telah membiayai penelitian ini melalui skim Penelitian Unggulan Universitas Sam Ratulangi tahun 2015.

#### Daftar Acuan

- [1] T.H. Christensen, P. Kjeldsen, P.L. Bjerg, D.L. Jensen, J.B. Christensen, A. Baun, H.J. Albrechtsen, and G. Heron, *Biogeochemistry of landfill leachate plumes*, *Applied Geochemistry*. 16 (2001), p. 659-718
- [2] Ngadimin, and G. Handayani, *Aplikasi metode geolistrik untuk alat monitoring rembesan limbah (penelitian model fisik di laboratorium)*, *JMS*. 6. 1 (2001), p. 43-53
- [3] Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics* 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge, University Press (1990), p. 522-577
- [4] Suhendra, *Pencitraan konduktivitas bawah permukaan dan aplikasinya untuk identifikasi penyebaran limbah cair dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2D*, *Jurnal Gradien*. 2. 1 (2006), p. 105-108
- [5] S.C. Wahyono, and N. Sari, *Penentuan kontaminasi limbah cair dengan metode geolistrik*, *J. Sains MIPA*. 13. 3 (2007), p. 183-189
- [6] M.I. Oladapo, O.O. Adeoye-Oladapo, F.S. Adebobuyi, *Geoelectric study of major landfills in the Lagos Metropolitan Area, Southwestern Nigeria*, *International Journal of Water Res. and Env. Eng.* 5. 7 (2013), p. 387-398
- [7] M.H. Loke, and R.D. Barker, *Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections using a quasi-Newton method*, *Geophysical Prospecting*. 44 (1996), p. 131-152.
- [8] L. Adeoti, S. Oladele, and F.O. Ogunlana, *Geo-electrical investigation of leachate impact on groundwater: a case study of Ile-*