

Pemetaan Sebaran Air Lindi TPA Bakung Pada Air Tanah Menggunakan TDS dan *Electro conductivity*

Ofik Taupik Purwadi ^{(1)*}, Alifah Risa Naprida ⁽¹⁾, Ayu Dwi Cahyarani ⁽¹⁾,
Dhea Alfiana ⁽¹⁾, Rustadi ^{(2,a)*}

⁽¹⁾Jurusan Teknik Sipil (PS Teknik Lingkungan), Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

⁽²⁾Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

Email : ^(a*)rustadi.1972@eng.unila.ac.id

Diterima (25 Januari 2025), Direvisi (21 Februari 2025)

Abstract. Waste disposal sites at Bakung is a waste storage facility in Bandar Lampung, the land area reaches 14.2 ha and 90% has been covered by piles of garbage. The chemical reaction of various types of waste with rainwater has produced liquid waste fluid (leachate). Total dissolve solid (TDS) and electro conductivity (EC) measurements were carried out on groundwater in nine wells that were randomly distributed using the Walfont EZ 9909SP instrument. Leachate from Waste disposal sites Bakung has resulted in exposure to contamination in shallow groundwater with a TDS value of 332 - 516 Ppm exceeding the threshold of 300 Ppm. Exposure to leachate in groundwater results in an increase in electrical conductivity in water ranging from 660 - 1030 mS / cm. Leachate from Bakung TPA has a west to east distribution orientation, with exposure reaching a radius of 1.5 km. More detailed mapping is needed on groundwater in Bakung TPA to obtain the position of the source of the leak.

Keywords: Landfill leachate, Bakung, TDS and electro conductivity mapping

Abstrak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung menjadi sarana penampungan sampah di Bandar Lampung, luas lahan mencapai 14,2 ha dan 90% telah tertutup oleh tumpukan sampah. Reaksi kimia berbagai jenis sampah dengan air hujan, telah menghasilkan fluida limbah cair (air lindi). Pengukuran TDS dan *electro conductivity* dilakukan pada air tanah di sembilan sumur yang terdistribusi secara random menggunakan alat Walfont EZ 9909SP. Air lindi dari TPA Bakung telah menghasilkan paparan cemaran pada air tanah dangkal dengan nilai TDS 332 - 516 Ppm melebihi ambang batas 300 Ppm. Paparan air lindi pada air tanah menghasilkan peningkatan daya hantar kelistrikan pada air berkisar 660 – 1030 mS/cm. Air lindi dari TPA Bakung memiliki orientasi penyebaran barat ke timur, dengan paparan telah mencapai radius 1,5 km. Diperlukan pemetaan lebih detil pada air tanah di TPA Bakung untuk mendapatkan posisi sumber kebocoran

Kata kunci: Air lindi Bakung, TDS dan *electro conductivity mapping*.

PENDAHULUAN

Limbah padat bagian tidak terpisahkan dari aktivitas manusia [1,2]. Ketika manusia menetap di satu lokasi, memiliki efek yang tidak menguntungkan terkait produksi

limbah meningkat secara signifikan dan terakumulasi untuk jangka waktu yang lebih lama. Perkembangan wilayah urban, standar hidup yang lebih tinggi, pertumbuhan komersial dan industri yang tidak berkelanjutan, perkembangan ekonomi yang

pesat, dan populasi yang meningkat drastis adalah beberapa penyebab utama produksi limbah padat di seluruh dunia [2,3]. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2023 menyebutkan jumlah timbunan sampah nasional mencapai angka 31,9 juta ton.

Sampah telah menjadi permasalahan di perkotaan [4], akibat kemampuan pelupusan dan daur ulang lebih rendah dari produksi harian. Kota Bandar Lampung sebagai ibukota Provinsi Lampung, tahun 2023 memiliki jumlah penduduk 1,1 juta jiwa. Produksi sampah harian yang dihasilkan 800 – 900 ton. TPA Bakung sebagai fasilitas penampungan sampah akhir, saat ini menerima kiriman 800 – 900 ton/hari. Luasan lahan TPA sekitar 14,2 hektar yang telah beroperasi sejak tahun 1994, telah terisi 90% gunung sampah [5].

Di TPA Bakung menerapkan sistem *open dumping* (pembuangan terbuka) [5], serupa dengan TPA lainnya di Indonesia. Sistem ini banyak digunakan di negara berkembang disebabkan keterbatasan teknologi dan biaya pengolahan sampah. Metode ini prinsipnya hanya membuang sampah dan menumpuknya tanpa ada penutupan. Menghasilkan perlapisan antara material sampah sisa hasil pemilahan yang tertutup oleh lapisan tanah dan lempung.

Sampah padat bercampur dengan rembesan air hujan dalam rentang waktu panjang, mengalami proses dekomposisi dan reaksi kimia menghasilkan berbagai gas dan limbah cair. Pembentukan limbah cair (air lindi) dari tempat pembuangan akhir sampah padat dianggap sebagai masalah utama terkait dampak negatif terhadap kualitas lingkungan, khususnya sumber daya air [6,7,8]. Air lindi terdiri dari air internal dalam sampah, air yang dihasilkan oleh biodegradasi sampah, dan curah hujan di area tempat pembuangan akhir [9, 10].

Pemetaan potensi dampak kebocoran dari air lindi di lingkungan TPA, senantiasa dilakukan secara berkala. Namun kendala

sumber pembiayaan, pendekatan tersebut tidak dapat dilaksanakan. Kajian awal potensi cemaran air lindi di TPA Bakung, terhadap air tanah dangkal dilakukan secara terbatas melalui analisa variabel TDS dan *electro conductivity* (EC) di sejumlah sumur milik warga.

METODE PENELITIAN

1. Tataan Geologi dan Hidrogeologi

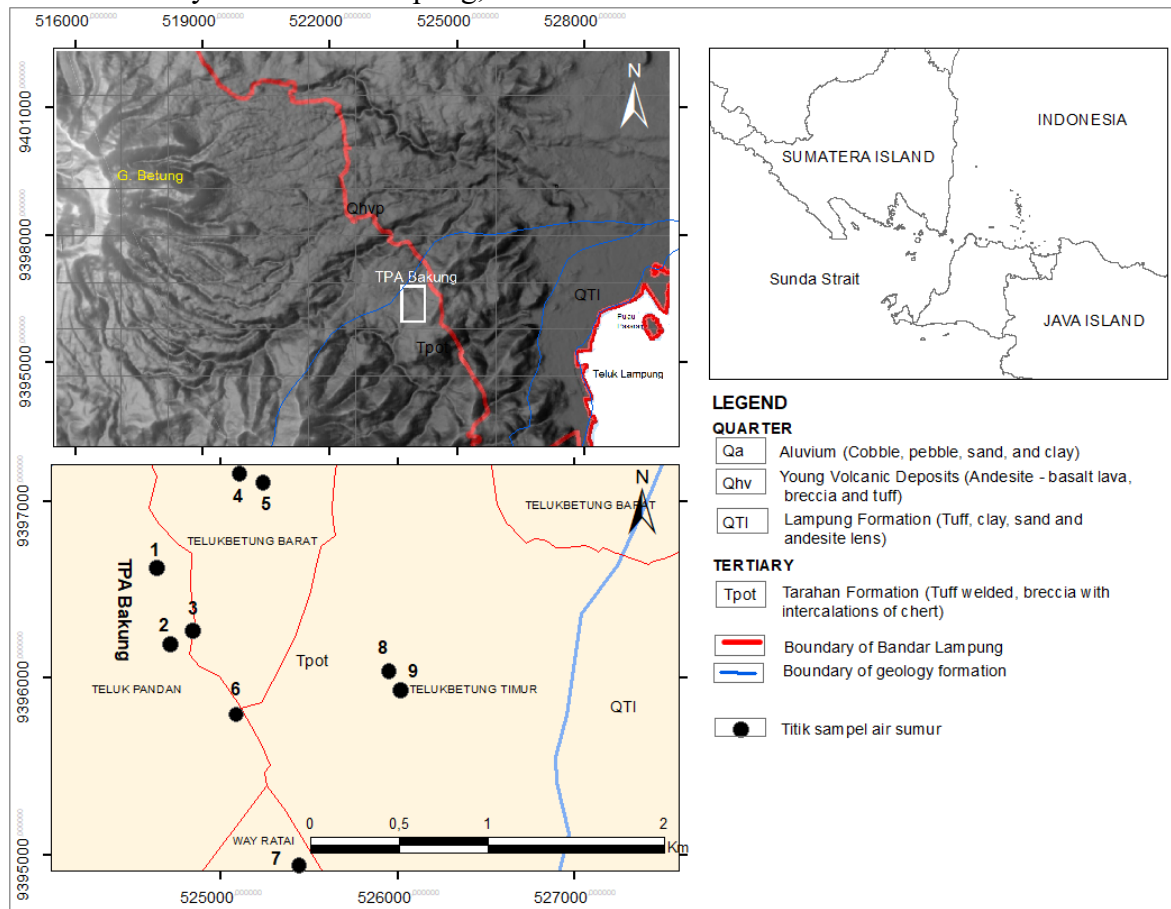
TPA Bakung terletak di Jalan Tulung Buyut Kelurahan Bakung, Kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung. Morfologi lokasi TPA berupa dataran bergelombang dan berjarak 5 km dari Gunung Betung sebagai kawasan resapan yang terdapat di bagian barat TPA (Gambar 1).

Morfologi perbukitan dan dataran bergelombang ditafsirkan sebagai produk dari lajur vulkanik berumur Kuarter Formasi Gunungapi Muda (Qhv). Penyusun Formasi Gunungapi Muda berupa; lava andesit – basal, breksi, tufa dan intrusi batuan beku tipikal menengah.

Topografi area TPA berada pada ketinggian 60 – 70 m di atas permukaan air laut, dan tersusun oleh Formasi Tarahan (Tpot) berumur Tersier sebagai produk awal dari formasi sedimen di Bandar Lampung. Simpang siur pembentukan akuifer dan interkoneksi yang terdapat pada Formasi Gunungapi Muda, Formasi Lampung (Qtl) dan Formasi Tarahan menjadi penting dipahami untuk telaah kecepatan dan alur aliran air di bawah permukaan.

Komposisi penyusun Formasi Tarahan ditafsirkan sebagai produk vulkanik berumur Tersier. Tersusun oleh perselingan tufa, lempung, pasir, dan sisipan – sisipan batuan beku menengah. Penyusun tersebut juga ditemukan pada Formasi Lampung berumur Kuarter yang menjadi penyusun

utama di wilayah Bandar Lampung, selain



Gambar 1. Morfologi, peta geologi dan distribusi titik pengujian TDS dan EC

Informasi sistem hidrogeologi daerah penelitian masih terbatas. Interpretasi hidrogeologi daerah penelitian bersifat umum, memaparkan sistem hidrogeologi kompleks yang dipengaruhi oleh lava andesit – basal pada Formasi Gunungapi Muda. Sedangkan Pada Formasi Tarahan, dapat terbentuk perlapisan antara akuifer dan akuitar yang dipengaruhi oleh lingkungan sedimen berumur Tersier [12].

2. Pengukuran TDS dan *Conductivity*

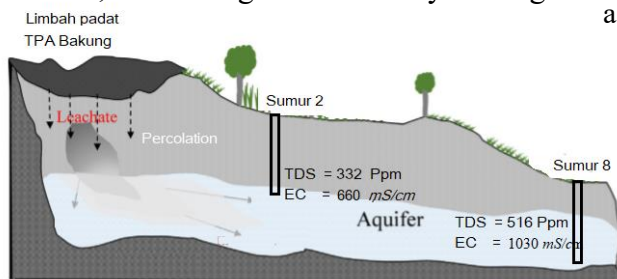
Pemetaan air tanah oleh peluang kebocoran air lindi dari TPA Bakung, dilakukan secara acak berdasarkan ketersediaan sumur masyarakat. 10 titik sampel air dari sumur dengan kedalaman

berbeda (Gambar 1), dilakukan pengujian TDS dan EC menggunakan alat ukur kualitas air Walfont EZ 9909SP. Metode pengambilan sampel dilakukan langsung pada sumur dan ditaruh di gelas ukur. Pengukuran TDS dan EC dilakukan langsung pada sampel air. Nilai hasil pengukuran kemudian dicatat di buku catatan disertai dengan informasi titik koordinat. Seluruh data pengukuran sampel air dilakukan pada musim kemarau bulan Agustus 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian TDS dan *conductivity* pada 9 sampel berbeda (Gambar 1) diperlihatkan pada Tabel 1. *Total dissolved*

solid (TDS) adalah senyawa anorganik yang hanya lokasi sumur 3 berjarak 300 m dari TPA yang ditemukan dalam air, seperti garam, logam telah terjadi paparan rembesan air lindi. berat, dan berbagai macam senyawa organik



Gambar 2. Model tentatif paparan air lindi dari TPA Bakung pada akuifer dangkal (sumur dengan kedalaman < 15 m) (modifikasi dari [1])

yang terlarut dalam air. Secara alami, air baku untuk kebutuhan air minum tidak memiliki bau atau rasa. Perubahan pada kadar air dapat mengubah tekstur dan rasa, sehingga air tidak layak dikonsumsi. TDS menjadi pendekatan efektif untuk uji cepat kelebihan anorganik pada air tanah. Untuk alasan kesehatan, batasan yang dianjurkan untuk nilai TDS adalah kurang dari 300 Ppm. Sementara untuk nilai EC kurang dari 200 mS/cm [13].

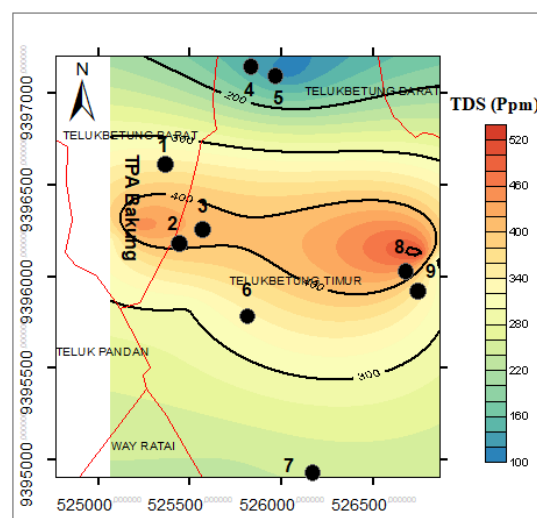
Terdapat 3 titik sumur dengan kedalaman < 15 m dengan nilai TDS > 300 Ppm, diantaranya sumur; 2, 6 dan 8. Sedangkan untuk sumur dengan kedalaman 25 – 35 m, nilai TDS > 275 Ppm terdapat pada sumur; 3 dan 9. Untuk sumur 7 sudah mencapai nilai TDS = 231 Ppm.

Nilai TDS pada sampel air di sumur 2, 6, dan 8 dengan kedalaman < 15 m dikuatkan dengan sifat kelistrikan air yang bersifat konduktif > 600 mS/cm, secara khusus pada sampel air di sumur 8 mencapai 1030 μ S. Sedangkan pada sumur dengan kedalaman 25 – 35 m, *conductivitas* pada air di sumur 3 dan 9 berkisar 560 – 905 mS/cm.

Terdapat anomali nilai TDS dan EC pada sampel air dengan kedalaman sumur < 15 m. Pada titik 8 yang berjarak 1,2 km dari TPA lebih tinggi dibandingkan titik 2 dengan jarak kurang dari 300 m. Adapun nilai TDS cenderung lebih rendah seiring bertambahnya kedalaman posisi akuifer di bawah permukaan. Pada akuifer di kedalaman 30 m,

Aliran perkolasi secara lateral dan vertikal dari air lindi di TPA Bakung ditafsirkan melalui model sederhana pada Gambar 2. Tidak terdapat informasi terkait material penyusun pada sumur 1 di TPA Bakung, sumur 2 dan sumur 8. Posisi dan ketebalan lapisan berperan sebagai akuitar dan akuifer. Variabel porositas, permeabilitas dan kemampuan aliran air di bawah permukaan (perkolasi) pada lapisan akuitar serta akuifer.

Variabel intrisik hidrogeologi sangat penting diperoleh untuk mendapatkan gambaran kecepatan rembesan air lindi serta arah penyebaran. Merujuk pada nilai TDS, air lindi telah berasosiasi dengan air tanah dangkal dengan kedalaman < 15 m. Pola penyebaran ditafsirkan melalui peta sebaran TDS pada Gambar 3, berarah barat ke timur.



Gambar 3. Pola sebaran air lindi berdasar nilai TDS > 300 Ppm

Untuk air tanah dengan kedalaman akuifer 25 – 35 m, terdapat beberapa lokasi yang telah menunjukkan nilai TDS mendekati 300 Ppm. Hal yang menarik adalah 2 sumur dengan kedalaman 80 serta 100 m di area TPA, menunjukkan pengukuran pada sampel air menghasilkan nilai TDS rendah kisaran 90 Ppm dan EC sekitar 180 mS/cm. Keberadaan lapisan akuitar yang menjadi penyekat antara

lapisan akuifer dangkal dengan akuifer yang lebih dalam, menghambat rembesan air lindi di area TPA Bakung.

Tabel 1. Hasil pengukuran TDS dan EC pada air tanah di sekitar TPA Bakung

No Sampel	Topografi (m)	Kedalaman sumur (m)	TDS (Ppm)	EC (mS/cm)	Fisik air
1	68	80	90	180	Jernih (berbau)
2	16	10	332	660	Kuning dan keruh
3	16	30	455	905	Jernih
4	12	25	125	254	Jernih
5	8	40	102	203	Jernih
6	15	9	300	608	Jernih
7	13	25	231	470	Jernih
8	6	12	516	1030	Berwarna kuning
9	5	27	279	560	Jernih

KESIMPULAN

Tempat pembuangan sampah (TPA) Bakung telah mengalami kebocoran air lindi dan menghasilkan cemaran pada air tanah dangkal dengan kedalaman sumur kurang dari 15 m. Nilai TDS berkisar 332 - 516 Ppm melebihi ambang batas 300 Ppm. Dampak dari pencampuran air lindi pada air tanah dangkal, menghasilkan daya hantar kelistrikan pada air berkisar 660 – 1030 mS/cm. Pola penyebaran memiliki orientasi barat ke timur, dengan paparan telah mencapai radius 1,5 km dari TPA Bakung.

REFERENCES

- [1] D. Abiriga, L. S. Vestgarden, and H. Klempe, "Groundwater contamination from a municipal landfill: Effect of age, landfill closure, and season on groundwater chemistry," *Sci. Total Environ.*, vol. 737, pp. 1–11, 2020.
- [2] N. Kamboj, A. Bisht, V. Kamboj, and A. Bisht, "Leachate disposal induced groundwater pollution: A threat to drinking water scarcity and its management," *Adv. Environ. Pollut. Manag. Wastewater Impacts Treat. Technol.*, pp. 54–76, 2020.
- [3] G. Chen, Y. Sun, Z. Xu, X. Shan, and Z. Chen, "Assessment of shallow groundwater contamination resulting from a municipal solid waste landfill-A case study in Lianyungang, China," *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 12, pp. 1–18, 2019.
- [4] S. Mishra, D. Tiwary, and A. Ohri, "Leachate characterisation and evaluation of leachate pollution potential of urban municipal landfill sites," *Int. J. Environ. Waste Manag.*, vol. 21, no. 4, pp. 217–230, 2018.
- [5] D. A. Iryani, M. Ikromi, D. Despa, and U. Hasanudin, "Characterization of Municipal Solid Waste (MSW) and Estimation of Greenhouse Gas Emissions at Bakung Site Landfill, Bandar Lampung City," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 9, no. 2, pp. 218–228, 2019.
- [6] G. Przydatek and W. Kanownik, "Impact of small municipal solid

- waste landfill on groundwater quality,” *Environ. Monit. Assess.*, vol. 191, no. 3, pp. 1–14, 2019.
- [7] P. Alam, A. H. Khan, R. Islam, E. Sabi, N. A. Khan, and T. I. Zargar, “Identification of prevalent leachate percolation of municipal solid waste landfill: a case study in India,” *Sci. Rep.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–15, 2024.
- [8] L. Wang, Z. Zhu, X. Xie, and J. Wu, “Research Progress and Hotspots on Disposal of Landfill Leachate: A Bibliometric Analysis Using Knowledge Mapping Method,” *Polish J. Environ. Stud.*, vol. 33, no. 3, pp. 2373–2381, 2024.
- [9] H. I. Abdel-Shafy, A. M. Ibrahim, A. M. Al-Sulaiman, and R. A. Okasha, “Landfill leachate: Sources, nature, organic composition, and treatment: An environmental overview,” *Ain Shams Eng. J.*, vol. 15, no. 1, p. 102293, 2024.
- [10] L. Lindamulla, N. Nanayakkara, M. Othman, S. Jinadasa, G. Herath, and V. Jegatheesan, “Municipal Solid Waste Landfill Leachate Characteristics and Their Treatment Options in Tropical Countries,” *Curr. Pollut. Reports*, vol. 8, no. 3, pp. 273–287, 2022.
- [11] S.A. Mangga, T. Amirudin, S. Suwarti, Gafoer dan Sidarto., *Peta geologi Lembar Tanjung Karang, Sumatera*. 1993, PPPG, Indonesia.
- [12] H. Setiadi dan S. Ruhijat, , *Peta hidrogeologi lembar Tanjung Karang*. 1993, Direktorat geologi tata lingkungan
- [13] A. F. Rusydi, “Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 118, no. 1, 2018.