SEBARAN LINDI DI SEKITAR TPA BATU LAYANG PONTIANAK BERDASARKAN NILAI *SELF-POTENTIAL*

Adriati[1], Muhardi[1*], Yuris Sutanto[2], Yoga Satria Putra[1], Radhitya Perdhana[1]
[1] *Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 78124, Indonesia*
[2] *Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 78124, Indonesia*
email: muhardi@physics.untan.co.id

ABSTRAK

Sebaran lindi dapat menyebabkan pencemaran pada air tanah di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran lindi di sekitar TPA Batu Layang. Identifikasi sebaran lindi dilakukan berdasarkan sebaran nilai self-potential di permukaan. Pengukuran dilakukan menggunakan metode self potential (SP) dengan konfigurasi fixed base. Konfigurasi ini menggunakan 2 buah elektroda, 1 buah elektroda berada di titik referensi (base) dan elektroda lainnya berpindah-pindah di sepanjang lintasan (rover) untuk mengukur nilai self-potensial di titik pengukuran. Pengukuran di lapangan mengaplikasikan 4 lintasan dengan panjang masing-masing 110 m, jarak antar lintasan sebesar 5 m, dan jarak elektroda (porous pot) sebesar 5 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai self-potential yang diperoleh sebesar 7,62 mV hingga -12,38 mV. Akumulasi aliran lindi diinterpretasi memiliki nilai self-potensial yang relatif lebih rendah dengan nilai anomali -8 mV hingga -14 mV. Nilai potensial tinggi terdapat di bagian selatan, sedangkan nilai potensial rendah terdapat di bagian utara lokasi penelitian. Dengan demikian, aliran lindi diduga terakumulasi pada arah barat yang berdekatan dengan tumpukan sampah TPA Batu Layang.

Kata Kunci: *Fix-base; Lindi; Tempat Pembuangan Akhir; Porous pot; Self-potential*

ABSTRACT

[Title: Leachate Distribution Around Batu Layang Landfill, Pontianak, Based on Self-Potential Values] *Leachate distribution can cause pollution to groundwater around landfills. This research aims to map the leachate distribution around the Batu Layang landfill. The leachate distribution was identified based on the distribution of self-potential values on the surface. Measurements were conducted using the self-potential (SP) method with a fixed base configuration. This configuration uses two electrodes, one electrode is at the reference point (base), and the other electrode moves along the track (rover) to measure the self-potential value at the measurement point. Measurements in the field applied four tracks with a length of 110 m each, a distance between tracks of 5 m, and an electrode (porous pot) distance of 5 m. The results showed that the self-potential values obtained were 7.62 mV to -12.38 mV. The accumulation of leachate flow is interpreted to have relatively lower potential values with anomalous values of -8 mV to -14 mV. High self-potential values are found in the south of the study site, while low self-potential values are found in the north. Thus, leachate distribution is thought to accumulate in the northern part of the study site or areas close to the Batu Layang landfill waste pile.*

Keywords: *Fix-base; Leachate; Landfill; Porous pot; Self-potential*

PENDAHULUAN

Kota Pontianak dilintasi oleh garis Khatulistiwa, secara geografis terletak pada koordinat 0°2'24" LU - 0°05'37'' LS dan 109°16'25" BT - 109°23'01" BT. Secara umum, kota ini berada pada dataran rendah dengan elevasi 0,10 m sampai 1,50 m di atas permukaan laut. Batu layang merupakan kelurahan di Kota Pontianak yang mempunyai Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Penerapan sistem *open dumping* pada TPA Batu Layang berpotensi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan terutama pada air tanah, yang disebabkan oleh rembesan lindi (Kaharudin et al., 2023; Muliadi et al., 2019). Keberadaan TPA yang dibangun di lahan gambut dapat mempercepat sebaran lindi menyebar ke area sekitarnya. Lahan gambut akan dengan mudah menyerap dan mengalirkan air baik secara vertikal maupun lateral (Apriasti, 2016). Rembesan lindi sangat tergantung pada sifat fisik lahan gambut yang memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi sehingga termasuk dalam tanah yang jenuh air (Sampurno et al., 2018).

Meningkatnya volume sampah yang disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk di Kota Pontianak

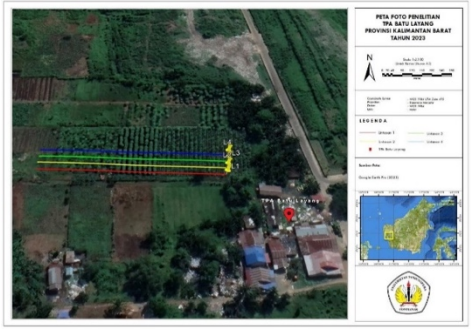
dapat meningkatkan pencemaran air tanah oleh lindi di sekitar TPA. Meningkatnya volume sampah yang dibuang di TPA dapat meningkatkan produksi lindi, sehingga memperluas penyebarannya. Lindi berasal dari sampah yang terdiri dari senyawa anorganik, logam, dan senyawa organik (Hartini & Yulianto, 2018). Masalah ini dapat diatasi dengan pengelolaan sampah yang lebih baik, terutama dalam mencegah penyebaran lindi.

Rembesan lindi sangat tergantung pada parameter fisis tanah, terutama porositas dan permeabilitas. Tanah gambut memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi sehingga termasuk dalam tanah yang jenuh air (Agus & Subiksa, 2008). Hal ini tidak dapat dilihat langsung oleh masyarakat karena proses tersebut terjadi di bawah permukaan tanah. Oleh karena itu perlu adanya penelitian yang dapat memetakan sebaran lindi di sekitar TPA.

Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan metode yang dapat mengukur nilai *self-potential* yaitu metode *self-potential* (SP). Metode ini bersifat pasif karena memanfaatkan potensial listrik alami. Salah satu penyebab utama terjadinya potensial listrik di permukaan adalah rembesan air di bawah tanah (Thanh et al., 2020). Potensial listrik alami dari dalam bumi disebabkan oleh proses elektrokinetik, difusi, dan mineralisasi (Telford et al., 1990). Metode ini efektif digunakan untuk kegiatan eksplorasi dangkal atau tidak lebih dari 100 m, sehingga sering dilakukan dalam studi lingkungan (Soupios & Karaoulis, 2015), aliran fluida panas bawah permukaan (Pratama et al., 2017), dan pemetaan sebaran lindi (Prasetya et al., 2022; Bavitra, 2018).

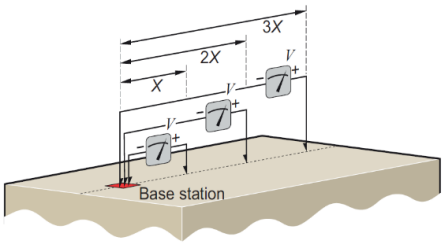
METODE

Penelitian dilaksanakan dengan melakukan pengukuran dan pengamatan secara langsung di bagian barat TPA Batu Layang Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Pengambilan data dilakukan dengan 4 lintasan dengan panjang setiap lintasan masing-masing 110 m, jarak masing-masing lintasan dan jarak antar *porous pot* adalah 5 m. Adapun lokasi dan desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini pengambilan data *self-potential* menggunakan metode SP, dengan konfigurasi *fixed-base*. Salah satu elektroda diletakkan pada titik referensi dan elektroda lainnya berpindah-pindah sepanjang lintasan dan dengan jarak yang tetap. Skema konfigurasi *fixed-base* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema konfigurasi *fixed base* (Dentith & Mudge, 2014)

Peralatan yang digunakan pada peneliitan ini yaitu multimeter digital, elektroda *porous pot,* larutan garam tembaga sulfat (CuSO4), kawat tembaga, meteran, kabel rol, *Global Positioning System* (GPS), cangkul, peta desain lintasan, dan alat komunikasi. Data yang diperoleh di lapangan diolah menggunakan 2 perangkat lunak yaitu Microsoft Excel dan *Surfer 10*. Hasil dari perangkat lunak Microsoft Excel yaitu grafik nilai *self-potential* terhadap jarak, sedangankan dari perangkat lunak *Surfer 10* yaitu peta kontur isopotensial.

Sebaran nilai *self-potential* yang terukur di permukaan disebabkan oleh potensial elekrokinetik karena keberadaan fluida yang mengalir pada medium berpori. Potensial elektrokinetik ΔV ditunjukkan oleh persamaan Helmholtz-Smoluchowski, seperti pada Persamaan (1) (Reynolds, 1997).

$$\Delta V = \frac{\xi \varepsilon}{\eta \sigma_W} \Delta P \qquad (1)$$

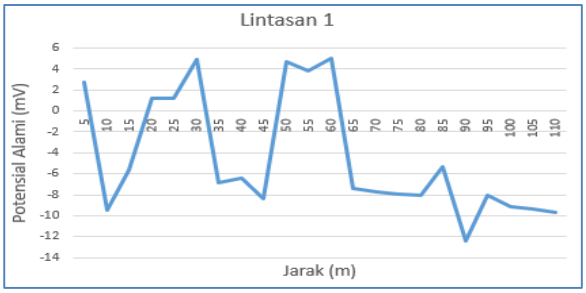
Keterangan :

ξ = potensial zeta (*solid and liquidphases*)
ε = konstanta dielektrik fluida
η = viskositas (kekentalan) fluida
σ_W = konduktivitas fluida
ΔP = perbedaan tekanan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengambilan data *self-potential* (potensial alami) pada setiap lintasan ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai potensial yang tertinggi pada lintasan pertama berada pada elektroda ke 12 dengan nilai 5,04 mV dan terendah pada elektroda ke 18 dengan nilai -12,38 mV. Nilai potensial yang tertinggi pada lintasan kedua berada pada elektroda ke 22 dengan nilai 7,44 mV dan terendah pada elektroda ke 9 dengan nilai -9,7 mV. Nilai potensial yang tertinggi pada lintasan ketiga

berada pada elektroda ke 14 dengan nilai 7,62 mV dan terendah pada elektroda ke 18 dengan nilai -7,06 mV. Nilai potensial yang tertinggi pada lintasan keempat berada pada elektroda ke 16 dengan nilai potensial sebesar 4,9 mV dan terendah pada elektroda ke 18 dengan nilai -7,5 mV.



(a)

(b)

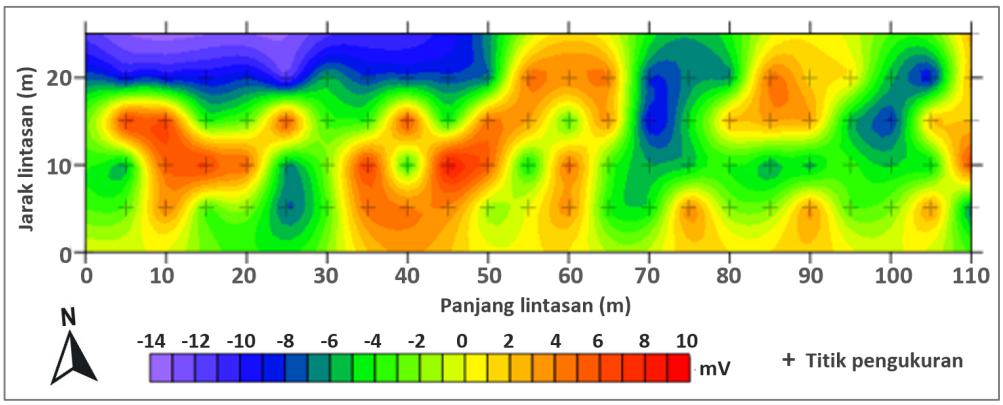
(c)

(d)

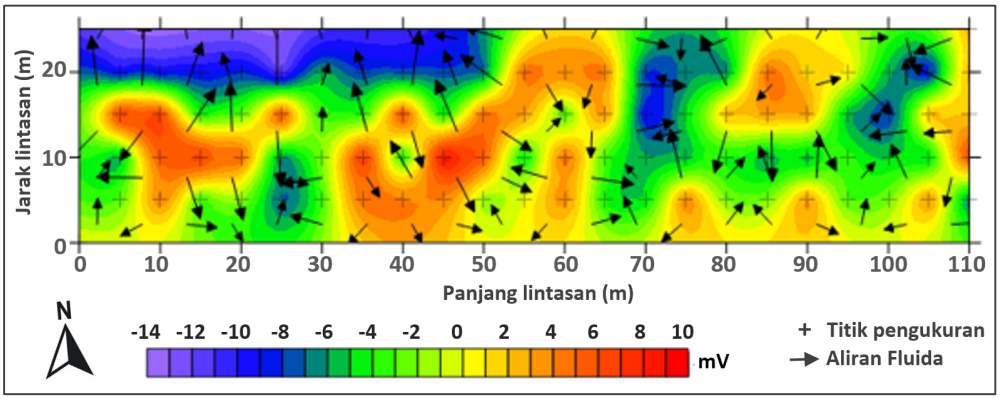
Gambar 3. Nilai potensial alami; (a) lintasan 1, (b) lintasan 2, (c) lintasan 3, dan (d) lintasan 4

Berdasarkan nilai sebaran potensial alami yang sudah diperoleh dan dikoreksi harian data di *baseline,* dapat dihasilkan sebaran potensial alami pada lokasi penelitian. Sebaran nilai potensial alami dibuat berupa *mapping* (pemetaan) isopotensial sebaran nilai potensial alami menggunakan perangkat lunak *Surfer 10*. Hasil isopotensial sebaran nilai potensial alami dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil identifikasi arah aliran fluida pada Gambar 5, aliran fluida dipengaruhi oleh potensial elektrokimia dan potensial elektrokinetik (Muhardi, et al., 2021). Pergerakan elektrolit pada air lindi diduga menyebabkan terjadinya potensial elektrokimia. Nilai potensial alami pada daerah ini bernilai lebih negatif dari pada daerah yang tidak tercemar oleh lindi (Kaharudin et al., 2023). Pengaruh dari potensial elektrokinetik memperlihatkan bahwa akumulasi nilai potensial alami yang bernilai negatif cenderung berada pada topografi yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya gravitasi, sehingga aliran fluida akan mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Aliran fluida ini diinterpretasikan air lindi karena nilai potensial alami yang dominan lebih negatif.

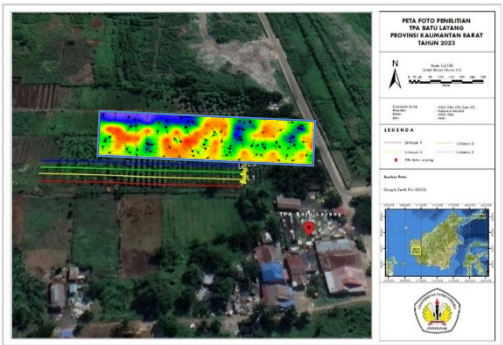


Gambar 4. Sebaran nilai *self-potential*



Gambar 5. Arah fluida yang diinterpretasi berdasarkan nilai *self-potential*

Pola sebaran anomali yang berwarna biru hingga ungu dengan nilai -8 mV sampai -14 mV menunjukkan nilai potensial yang rendah karena adanya akumulasi aliran fluida atau lindi di bawah permukaan (Muhardi, et al., 2021). Sedangkan pola sebaran anomali yang menunjukkan berwarna merah menuju terang yakni dengan nilai 6 mV sampai 10 mV merupakan nilai anomali yang lebih tinggi. Nilai potensial yang rendah diduga merupakan indikasi adanya sebaran lindi ke area tersebut (Prasetya et al., 2022).



Gambar 6. *Overlay* sebaran nilai *self-potential* dan arah aliran fluida di lokasi penelitian

Sebaran nilai potensial yang terukur tersebut cukup bervariatif, hal tersebut diduga adanya aktifitas warga di daerah yang tidak jauh dari sekitar TPA yang berkebun, pemukiman penduduk, dan adanya permukaan tanah yang tidak rata. Berdasarkan persebaran nilai potensial alami, akumulasi lindi diinterpretasikan memiliki nilai potensial rendah yang berada di bagian utara lokasi penelitian, sedangkan nilai potensial relatif tinggi berada di bagian selatan lokasi penelitian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Hal ini disebabkan karena bagian utara ini berdekatan dengan tumpukan sampah. Secara umum, lindi diduga mengalir dan terakumulasi ke arah utara lokasi penelitian. Dengan demikian, aliran lindi di lokasi penelitian diduga cenderung terakumulasi pada arah barat atau berdekatan dengan tumpukan sampah TPA Batu Layang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah nilai *self-potential* yang diperoleh sebesar 7,62 mV hingga -12,38 mV. Akumulasi aliran lindi diinterpretasi memiliki nilai *self-potential* yang relatif lebih rendah dengan nilai anomali -8 mV hingga -14 mV. Nilai potensial tinggi terdapat di bagian selatan, sedangkan nilai potensial rendah terdapat di bagian utara lokasi penelitian. Dengan demikian, aliran lindi diduga terakumulasi pada arah barat yang berdekatan dengan tumpukan sampah TPA Batu Layang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kepala Laboratorium Geofisika dan Sistem Informasi Geografis, Program Studi Geofisika, Universitas Tanjungpura yang telah memberikan izin dalam penggunakan peralatan metode *self-potential*.

DAFTAR PUSTAKA

Agus, F., & Subiksa, I. G. M. (2008). Lahan Gambut : Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. In *Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF)*. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.08.031

Apriasti, E. R. (2016). Pola Sebaran Air Lindi di TPA Batu Layang Pontianak Dengan Metode Geolistrik Wenner-Schlumberger. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, *4*(1), 1–10. https://doi.org/10.26418/jtllb.v4i1.15437

Bavitra. (2018). Interpretasi Sebaran Aliran Fluida Kontaminan Menggunakan Metode Self-

Potential (SP) Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Sarimukti, Kabupaten Bandung Barat. In *Institut Teknologi Bandung*.

Dentith, M., & Mudge, S. (2014). *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*. Cambridge University Press.

Hartini, E., & Yulianto, Y. (2018). Kajian Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Ciangir terhadap Kualitas Air dan Udara. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, *4*(1), 27–32.

Kaharudin, Arman, Y., & Muhardi. (2023). Application of Self-Potential Method in Mapping Leachate Flow Around Rasau Jaya Landfills , Kubu Raya Regency. *Jurnal Geocelebes*, *7*(1), 8–16. https://doi.org/10.20956/geocelebes.v7i1.20524

Muhardi, Kaharudin, & Anwar, M. (2021). Application of Self-Potential Method to Observe Groundwater Flow in Tanjungpura University Area, Pontianak. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*, *4*(2), 17–22. https://doi.org/10.12928/irip.v4i2.4020

Muhardi, Perdhana, R., Kaharudin, Sirait, C. B., Jayanto, D. N., Soleh, M., Aprilianti, P., & Eva, T. (2021). Aplikasi Metode Self-Potential untuk Mengamati Aliran Air Tanah di Jalan Perdana Kota Pontianak, Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 175–180. https://doi.org/10.26418/pipt.2021.4

Muliadi, Zulfian, & Muhardi. (2019). Identifikasi Ketebalan Tanah Gambut Berdasarkan Nilai Resistivitas 3D: Studi Kasus Daerah Tempat Pembuangan Akhir Batu Layang Kota Pontianak. *Positron*, *9*(2), 86–94. https://doi.org/10.26418/positron.v9i2.34821

Prasetya, I. N., Putra, Y. S., Muhardi, Muliadi, & Perdhana, R. (2022). Interpretasi Sebaran Lindi di Sekitar TPA Salatiga Kabupaten Sambas Menggunakan Metode Self-Potential. *Jurnal Fisika Unand*, *11*(4), 523–530. https://doi.org/10.25077/jfu.11.4.523-530.2022

Pratama, A. A., Bahri, A. S., & Warnana, D. D. (2017). Pemodelan Pola Aliran Fluida Panas Manifestasi Hidrotermal Songgoriti, Kota Batu Menggunakan Metode Self-Potential. *Jurnal Teknik ITS*, *6*(2), 233–236.

Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley & Sons Ltd.

Sampurno, J., Muid, A., Zulfian, & Latief, F. D. E. (2018). Characterization the geometry of the peat soil of Pontianak using fractal method. *Journal of Physics: Conference Series*, *1040*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1040/1/012044

Soupios, P., & Karaoulis, M. (2015). Application of Self-Potential (SP) Method for Monitoring Contaminants Movement. *8th Congress of the Balkan Geophysical Society*, 1–5. https://doi.org/10.3997/2214-4609.201414147

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics* (Second Edi). Cambridge University Press.

Thanh, L. D., Thai, N. C., Hung, N. M., Thang, N. C., & Huong, L. T. T. (2020). Self-Potential Method for Detection of Water Leakage Through Dams. *Earth Science Malaysia*, *4*(2), 152–155. https://doi.org/10.26480/esmy.02.2020.152.155