

# Aplikasi Metode Self-Potential untuk Mengetahui Sebaran dan Arah Aliran Lindi di Wilayah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Alak Kota Kupang

Yanti Boimau<sup>\*</sup>), Wenti M. Maubana

Program Studi Fisika, Universitas San Pedro, Kupang, Nusa Tenggara Timur

\*Email korespodensi : yantiboimau27@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v20i3.14893>

Submitted: 29<sup>th</sup> November, 2022; Accepted: 23<sup>rd</sup> October, 2023

**ABSTRAK**-Penelitian dengan menggunakan metode Self-potential telah dilakukan di daerah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kecamatan Alak, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui arah aliran dan sebaran limbah air lindi. Akuisisi data Pada penelitian ini digunakan sistem loop tertutup dalam proses pengambilan data potensial. Sistem loop tertutup ini artinya pengambilan data potensial dimulai pada titik pertama dan akan berakhir pada titik tersebut. Terdapat 3 lintasan loop dengan jarak antar elektroda *porous spot* 10 m. berdasarkan nilai sebaran potensial dari peta isopotensial didapatkan nilai potensial terendah adalah -35 mV dan nilai tertinggi adalah 40 mV, sehingga pada daerah penelitian dapat diduga arah aliran lindi dari tenggara menuju ke barat daya hal ini didukung oleh efek topografi mempengaruhi aliran fluida bawah permukaan yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah. Berdasarkan hasil penelitian ini berupa sebaran dan arah aliran lindi dapat memberikan informasi untuk pemetaan daerah beresiko tinggi tercemar pada lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Alak, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur.

**KATA KUNCI:** *Self-potential; peta isopotensial; aliran lindi; Alak*

**ABSTRACT**-The research using the Self-potential method has been carried out at the Final Processing Site (TPA) area of Alak District, Kupang City, East Nusa Tenggara. The purpose of this study is to determine the direction of leachate waste flow and distribution. Data acquisition in this study used a close-loop system in the process of collecting potential data. This closed-loop system means that potential data collection starts at one point and will end at that point. There are 3 loop paths with a distance of 10m between the porous spot electrodes. Based on the potential distribution value of the isopotential map, the lowest potential value is -35 mV, and the highest value is 40 mV, therefore, this study area can be assumed that the leachate flow direction is from the southeast to the southwest. This case is supported by the influence of the topographical effects where the subsurface fluid flows from a high place to a low place. Based on the results of this study, the leachate flow direction and distribution can provide information for mapping high-risk areas of contamination at the Final Processing Site (TPA) in Alak, Kupang City, East Nusa Tenggara.

**KEYWORDS :** *self-potential; isopotential map; leachate flow; Alak*

## PENDAHULUAN

Sampah adalah salah satu permasalahan penting dari perkembangan satu kota, pesatnya pertumbuhan penduduk dan meningkatnya aktivitas ekonomi menjadi kondisi yang mendorong terjadinya peningkatan produksi sampah (Sayrani & Tamunu, 2020)

Sampah jika tidak dikelola secara baik akan menimbulkan pencemaran lingkungan baik lewat udara maupun tanah. Kota kupang merupakan ibu kota provinsi Nusa Tenggara Timur yang mengalami pertumbuhan penduduk secara signifikan, bersamaan dengan perkembangan penduduk dan pola konsumsi masyarakat yang berubah maka

terjadi peningkatan volume sampah yang beragam. Pengelolaan sampah di Kota Kupang dilakukan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Alak.

TPA Alak berlokasi di Kecamatan Alak kota Kupang yang dibangun pada tahun 1997 dan mulai beroperasi sejak tahun 1998. TPA dengan luasan 9,14 Ha, dalam prosesnya telah menimbulkan dampak terhadap lingkungan sekitar. Berdasarkan data lapangan, TPA menerima sampah sekitar mencapai 100 ton/hari dan meningkat menjadi 200 ton/ hari di musim penghujan tahun 2018 (Djani et al., 2019).

Sampah yang masuk pada TPA Alak tidak melalui proses pemilahan terlebih dahulu, sampah dibuang begitu saja dalam sebuah tempat pemrosesan akhir tanpa ada perlakuan apapun dan tidak ada penutupan tanah. Tingginya volume sampah yang masuk ke TPA akibat sampah tidak dipilah sebelum dibuang, dimana 80% diantaranya merupakan sampah basah yang seharusnya tidak masuk ke TPA hal ini dapat menyebabkan terjadinya perembesan sampah/lindi pada tanah dan menyebabkan pencemaran pada tanah, khususnya pada air tanah di lokasi disekitar TPA. Perembesan tergantung pada sifat fisik dari tanah dasar TPA seperti permeabilitas, porositas, dan tekanan piezometric (Djani et al., 2019). Lindi (*leachate*) sendiri merupakan limbah cair yang berasal dari sampah basah atau sampah *organic* yang terkena air hujan, mengalir dan merembes dan Jika air lindi tersebut tidak diolah dengan baik maka dapat merembes ke dalam tanah dan menyebar disekitar Lokasi tersebut (Sari, 2017).

Metode pengoperasian sampah pada TPA Alak tidak sesuai dengan kaidah *controled landfill* tanpa instalasi pengolahan lindi (mengarah pada sistem open dumping) sangat berpotensi menyebabkan lindi tersebut meresap dan menyebar kedalam tanah (Neonufa & Tualaka, 2020).

Jika lindi meresap masuk ke lapisan tanah berpori maka dapat mencemari kualitas air tanah. Air lindi/air limbah sampah merupakan fluida pada umumnya mengalir karena pengaruh gravitasi. Elevasi permukaan tanah

diatas muka laut rata-rata menjadi faktor penyebab utama penyebaran air lindi. Namun demikian, proses kapilaritas, osmosis dan fenomena elektrokinetik adalah juga faktor-faktor yang bisa mempengaruhi aliran penyebaran limbah ini. Ketiga proses tersebut secara natural mampu melawan pengaruh gravitasi. Dominasi batuan tertentu berpengaruh pada proses kapilaritas. Tingginya konsentrasi air lindi dibandingkan air tanah mendorong terjadinya proses osmosis. Begitu juga dengan proses elektrokinetik, terjadinya aliran fluida karena pengaruh gravitasi bisa membangkitkan proses *streaming* potensial (Rosyid Syamsu, Koenoso Ramadoni, 2011). Untuk mengetahui arah penyebaran limbah air lindi dan sudah sejauh mana tingkat penyebarannya serta memetakan daerah beresiko tinggi tercemar pada Lokasi TPA Alak maka dapat dilakukan pengukuran dengan metode *Self-Potential*.

Metode *self-potential* lebih dikenal dengan metode SP merupakan metode pasif dalam geofisika yang mengukur perbedaan dari potensial alamiah bumi menggunakan dua elektroda yang tertancap pada permukaan bumi sebagai akibat dari proses mekanik dan elektrokimia. Metode *self-potential* ini lebih banyak digunakan dalam bidang *Engineering Geology* (seperti penentuan kedalaman batuan dasar), pencarian reservoir air, metode pendukung dalam pencarian *geothermal* dan untuk mengidentifikasi sebaran limbah di bawah permukaan (Boimau & Susilo, 2018).

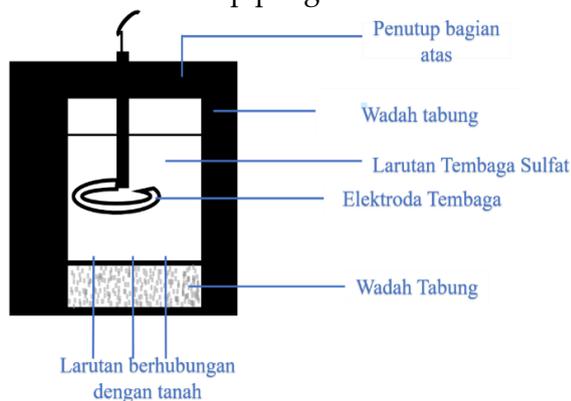
#### **Konsep Dasar Self-Potential**

Potensial yang diukur bernilai positif (+) atau negatif (-) yang merupakan faktor penting dalam interpretasi dari anomali *self-potential*. Dikatakan *self-potential* karena potensial dihasilkan oleh sejumlah sumber alamiah itu sendiri tanpa adanya injeksi ke bawah permukaan bumi. Potensial alamiah tanah terdiri dari dua komponen, dimana salah satunya konstan yang tidak berubah serta yang lainnya berubah terhadap waktu. Komponen yang konstan disebabkan proses elektrokimia, serta komponen yang berubah disebabkan variasi perbedaan kisaran potensial dari induksi arus bolak balik (AC) oleh badai listrik

dan variasi dari medan magnetik bumi, yang dipengaruhi pula oleh curah hujan. Dalam eksplorasi mineral, masing-masing komponen dari *self-potential* disebut potensial mineral dan potensial background. Potensial background muncul akibat aliran fluida, aktifitas biolistrik tumbuhan, variasi konsentrasi elektrolit dalam air tanah dan peristiwa geokimia yang lain. Amplitudonya bervariasi, namun pada umumnya lebih kecil dari 100 milivolt (Nuha et al., 2017)

### Pengukuran *Self-Potential*

Pengukuran metode *Self-Potential* cukup sederhana: Masing-masing elektroda dibuat dari elektroda tembaga yang dicelupkan pada larutan tembaga sulfida yang dapat menyerap melalui porous base pada pot, sebagai porous yang kontak dengan tanah yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Proses akuisisi data metode *self-potential* dilakukan dengan dua teknik yaitu teknik basis tetap (*fixed base*), pada teknik ini salah satu elektroda (*porous pot*) diletakkan pada satu titik tetap dan elektroda lainnya berpindah-pindah sepanjang lintasan dengan jarak yang tetap dan berada pada satu titik referensi, sedangkan elektroda yang lain berpindah-pindah untuk setiap pengukuran. Teknik lompatan katak (*leap frog*), pada Teknik jenis yang lain ini kedua elektroda dipindah-pindah dalam setiap pengukuran.



Gambar 1 Porous Pot Elektroda

Beda potensial yang yang terbaca merupakan beda potensial antara elektroda yang berpindah dengan elektroda tetap (titik referensi). Pengkutuban dari masing-masing elektroda harus dijaga agar tidak berubah sehingga tidak menimbulkan bias. Elektroda yang terhubung dengan kutub positif pada

pengukuran pertama harus terhubung dengan kutub negatif pada pengukuran kedua, begitu seterusnya. Potensial yang terukur merupakan potensial antara dua elektroda yang berpindah pada setiap pengukuran. Nilai potensial antara dua elektroda porous pot tersebut diukur dengan menggunakan voltmeter dengan sensitivitas 0,1 mV dan impedansi masukan 10–100 m $\Omega$  (Hermans et al., 2014).

### METODE PENELITIAN

#### Akuisi Data

Akuisisi data dilakukan di TPA Alak Kota Kupang, yang diawali dengan pembuatan peta desain survei. Peta desain survei bertujuan mengetahui batas-batas daerah target pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pengambilan data potensial pada setiap titik dilakukan sebanyak lima kali.

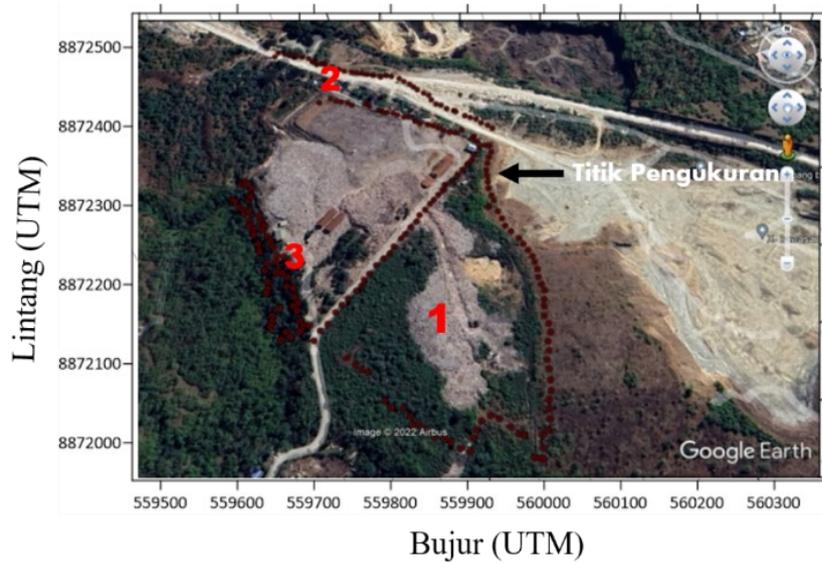
Pada Penelitian ini dilakukan pengukuran sebanyak 3 *looping*. Hasil akuisisi data merupakan nilai potensial dan belum menunjukkan nilai yang sebenarnya hal ini diakibatkan oleh perbedaan nilai pada titik ukur yang berulang pada waktu yang berbeda. Oleh karena itu hasil akuisisi data harus dikoreksi sehingga dapat diasumsikan sebagai data potensial penyebab anomali benda, aliran fluida (*lindi*) ditargetkan.

#### Pengolahan Data *Self-Potential*

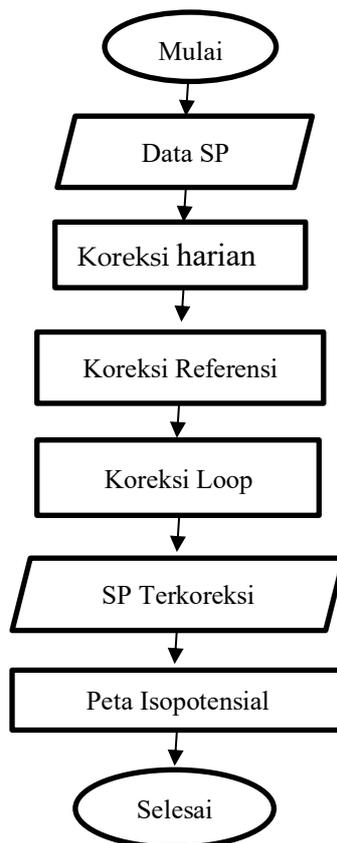
Data-data yang telah diperoleh dari pengukuran di lapangan kemudian diolah dengan tahapan seperti pada diagram alir pada Gambar 3.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan peta isopotensial pada Gambar 3 nilai potensial yang diperoleh pada daerah penelitian bervariasi berkisar dari -35 mV- 40 mV. Nilai potensial dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu nilai potensial rendah dengan nilai -35–0mV, sedang 1–20mV dan tinggi 21–40mV. Anomali potensial paling rendah pada daerah penelitian ditemukan pada zona pengukuran *looping* 1 dengan titik pengukuran lebih mendominasi yang bernilai rendah yaitu -35 mV, pada pengukuran *looping* 2 terdapat beberapa titik pengukuran yang bernilai potensial rendah namun lebih mendominasi nilai potensial tinggi, sedangkan pada pengukuran *looping* 3 nilai potensial



Gambar 2 Peta Desain Survey



Gambar 3 diagram alir pengolahan data metode *self-potential*

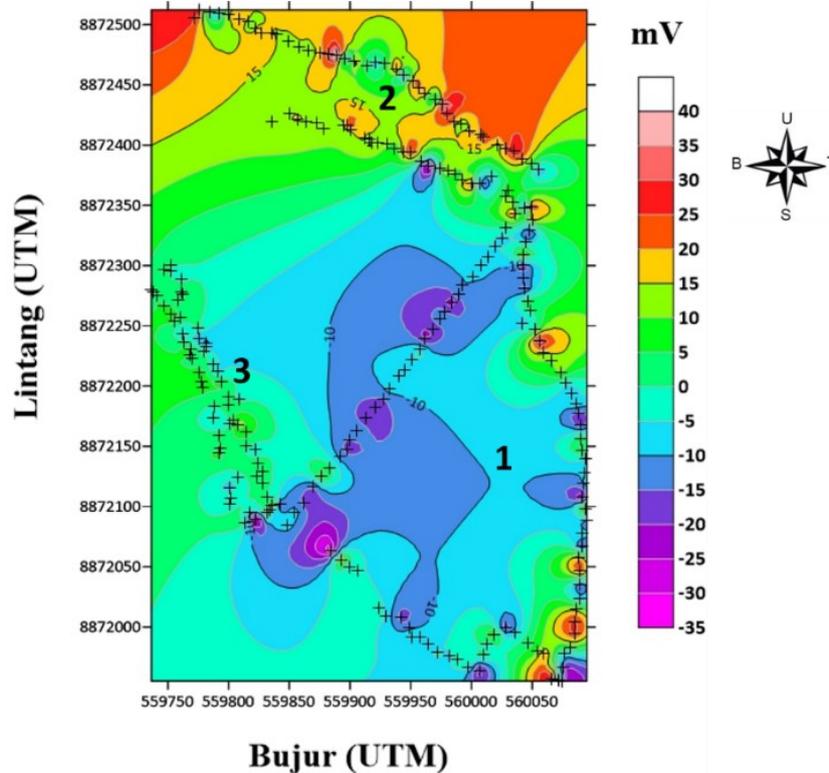
menunjukkan bahwa zona tersebut berada pada nilai potensial rendah dan sedang. Potensial ini muncul karena adanya proses elektrokinetik dibawah permukaan. sebaran nilai potensial dapat bersifat konduktif dan resistif. Tanah yang bersifat konduktif adalah tanah yang mampu menghantarkan arus listrik di bawah permukaan tanah, sedangkan tanah yang bersifat resistif adalah tanah yang

mampu menghambat arus listrik di bawah permukaan tanah. Tanah yang bersifat konduktif dapat dilihat dari nilai potensial negatif, sedangkan tanah yang bersifat resistif dapat dilihat dari nilai potensial positif. Jika nilai potensial semakin negatif, maka semakin besar sifat konduktif tanahnya dan jika nilai potensial semakin positif, maka semakin besar pula sifat resistif tanahnya (Haraty et al., 2022).

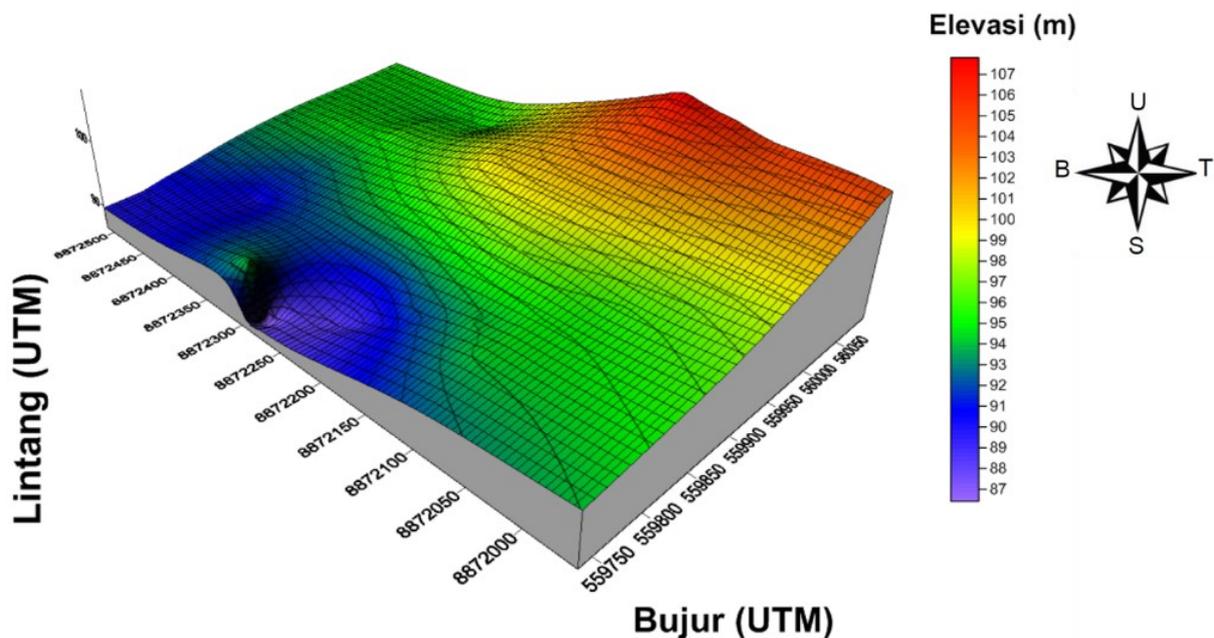
Berdasarkan peta isopotensial (gambar 4) dapat diinterpretasikan bahwa daerah penelitian merupakan zona konduktif. Hal ini dapat dilihat dengan rendahnya nilai potensial yang terukur yaitu bernilai negatif. anomali *self-potential* disebabkan oleh efek elektrokinetik dan topografi. Pengaruh efek topografi menunjukkan aliran fluida bawah

permukaan mengalir dari tempat tinggi menuju tempat rendah (Srigutomo et al., 2010).

Berdasarkan peta isopotensial pada Gambar 4 dan peta topografi pada Gambar 5 pada lokasi tersebut dapat diduga arah aliran lindi pada TPA Alak kota Kupang, dari tenggara menuju ke barat daya hal tersebut didasarkan pada rendahnya nilai potensial



Gambar 4 Peta Isopotensial daerah penelitian



Gambar 5 Peta topografi daerah penelitian

yaitu termasuk dalam kelompok rendah dan sedang. Hal ini berdasarkan peta topografi daerah penelitian pada bagian timur dan tenggara memiliki topografi yang lebih tinggi, jika dikorelasikan dengan sifat aliran fluida yang mengalir dari tempat tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah maka aliran fluida pada daerah penelitian dari tenggara menuju barat daya. Hal ini didukung oleh kondisi lapangan yang mana tumpukan sampah yang membusuk lebih dominan di daerah barat daya lokasi penelitian.

Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa semakin kecil nilai anomali potensial diri atau bernilai negatif, maka akumulasi aliran fluida ke suatu daerah relatif besar (Boimau et al., 2023). Efek topografi sangat berpengaruh pada hasil penelitian ini, daerah penelitian tenggara memiliki topografi yang lebih tinggi dari pada daerah barat daya sehingga hal ini sesuai dengan sifat aliran fluida yang mengalir dari kondisi topografi yang lebih tinggi ke topografi yang lebih rendah (Nuha et al., 2017).

Logam-logam berat yang terurai menjadi cairan elektrolit berupa cairan lindi yang mencemari lapisan tanah. Tanah yang memiliki nilai konduktivitas tinggi pada umumnya memiliki ruang pori yang terisi oleh fluida. Dengan adanya sebaran dan arah aliran lindi pada TPA Alak akan membantu untuk penelitian selanjutnya untuk mengetahui kedalaman dan juga sejauh mana pencemaran lindi yang terjadi pada sekitar lokasi TPA Alak kota Kupang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil interpretasi data secara kualitatif pada peta isopotensial gambar 4. Daerah penelitian merupakan zona konduktif yang terlihat dari rendahnya nilai potensial yang terukur. Nilai potensial terendah pada daerah penelitian yaitu -35 mV dan tertinggi yaitu 40 mV. sebaran dan arah aliran lindi pada TPA Alak yaitu mendominasi pada *looping* 1 dan *looping* 3 dengan arah aliran diduga berarah dari tenggara menuju barat daya berdasarkan peta isopotensial dan topografi daerah penelitian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Alak dan Universitas San Pedro yang telah mendukung proses akuisisi data dan terlaksananya penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) melalui hibah Penelitian Dosen Pemula.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boimau, Y., Maubana, W. M., & Cintya Adelia, K. A. (2023). Pemodelan Anomali Aliran Sungai Bawah Tanah Menggunakan Data Self-Potential. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 11(01), 39–46. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v11i1.3080>
- Boimau, Y., & Susilo, A. (2018). *Identification of Underground River Flow in Karst Area of Sumber Bening-Malang, Indonesia Based on Geoelectrical Self-Potential and Resistivity Data*. 5(3), 6–12.
- Djani, W., Wadu, J., & Lake, P. (2019). Kebijakan Pengelolaan Sampah Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Dinas Kebersihan Dan Lingkungan Hidup Kota Kupang. *Journal of Business Studies*, 4(2), 50–67.
- Haraty, S. R., Arliska, E. A., Septialara, A., Universitas, G., Oleo, H., & Tenggara, S. (2022). PENDUGAAN KANDUNGAN AIR DEKAT PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE SELF POTENTIAL DI KABUPATEN KONAWE ESTIMATION OF WATER CONTENT NEAR-SURFACE USING. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 08(02), 103–112.
- Hermans, T., Nguyen, F., & Robert, T. (2014). *Geophysical Methods for Monitoring Temperature Changes in Shallow Low Enthalpy Geothermal Systems*. August. <https://doi.org/10.3390/en7085083>
- Neonufa, S. N. I., & Tualaka, T. M. C. (2020). Identifikasi Strategi Pengembangan Kawasan Sekitar TPA Alak. *GEWANG: Gerbang Wacana Dan ...*, 2(1). <http://ejurnal.undana.ac.id/gewang/articled/view/2223>

- Nuha, D. Y. U., Maryanto, S., & Santoso, D. R. (2017). Determination of the direction of hot fluid flow in cangar area, arjuno-welirang volcano complex, east java using self potential method. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 07(02), 123–132. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v7n2.p123-132>
- Rosyid Syamsu, Koenoso Ramadoni, N. P. (2011). Estimasi aliran air lindi tpa bantar gebang bekasi menggunakan metoda sp. *Jurnal Fisika*, Vol. 1(1), 54–59.
- Sari, R. N. (2017). *Karakteristik Air Lindi ( Leachate ) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang*. 6(1), 93–99.
- Sayrani, L. P., & Tamunu, L. M. (2020). Kewargaan dan Kolaborasi Pemecahan Masalah Publik : Studi Isu Sampah di Kota Kupang. *Timorese Journal of Public Health*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.35508/tjph.v2i1.2191>
- Srigutomo, W., Novana, C. E., Singarimbun, A., Agustine, E., Puradimaja, D. J., Sunarya, A. S., Pratomo, P. M., & Susilawati, A. (2010). Self Potential Modeling for Investigation of Shallow Structure in Volcanic Region : a Study Case at Domas Crater , Tangkuban Parahu Volcano , West Java. *Indonesian Journal of Physics*, 21(2).