

Pemetaan Pola Sebaran Limbah Cair Di TPA Patioso Kabupaten Kolaka Sebagai Upaya Mitigasi Lingkungan Menggunakan Metode Geolistrik

Sudarwin Kamur^{1*}, Ahmad Iskandar², Trani³

^{1,2,3}. Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka, Indonesia.

DOI: 10.29303/goescienceed.v6i1.523

Article Info

Received: 29 Oktober 2024

Revised: 4 November 2024

Accepted: 5 November 2024

*Correspondence:

Sudarwinkamur89@gmail.com

Abstract: Penelitian ini dilakukan akibat menumpuknya sampah di daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Patioso Kabupaten Kolaka. Meningkatnya jumlah penduduk mengakibatkan pencemaran air tanah dan air permukaan cenderung meningkat, terutama yang diakibatkan oleh penumpukan sampah tersebut sehingga dapat mengganggu kesehatan masyarakat pada umumnya. Urgensi penelitian ini dilakukan sebagai upaya mitigasi dalam bentuk pemetaan pola sebaran limbah cair yang diakibatkan oleh keberadaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Patioso Kabupaten Kolaka, sehingga masyarakat bisa menghindari titik-titik potensial tercemarnya air tanah sebelum dilakukan pembangunan rumah tinggal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola sebaran limbah cair di Kelurahan Induha Kecamatan Latambaga Kabupaten Kolaka. Metode geolistrik memegang peranan penting dalam upaya mengetahui pola sebaran limbah cair di TPA Patioso. Metode resistivitas yang digunakan pada penelitian ini berkonfigurasi *Wenner dan Wenner-schlumberger*. Hasil pengukuran di inversi menggunakan *software Res2DinV*, untuk selanjutnya dianalisis. Lintasan pengukuran menggunakan spasi 7 meter dengan kedalaman pembacaan data 17,4 m. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di beberapa tempat di daerah penelitian sudah tercemar limbah cair dengan nilai resistivitas 0-20 Ω m. Hasil pengukuran menunjukkan nilai resistivitas 0-2344302 Ω m yang tersusun atas batuan alluvium dan lempung, sekis, gneiss dan kuarsit. Sebaran limbah cair yang mengkontaminasi air tanah tersebar di beberapa tempat di RW 1 Lamolotipo RT 2 Patioso, Kelurahan Induha, Kecamatan Latambaga, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara.

Keywords: Limbah cair, Geolistrik, Wenner, Air Tanah

Citation: Kamur, S., Iskandar, Triani. (2025). Pemetaan Pola Sebaran Limbah Cair Di TPA Patioso Kabupaten Kolaka Sebagai Upaya Mitigasi Lingkungan Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)* 5(3), 64-69.

Pendahuluan

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan alam untuk melangsungkan kehidupannya selalu meninggalkan sisa yang tidak bisa dimanfaatkan lagi sehingga dianggap sebagai barang buangan, yaitu sampah dan limbah. Sampah adalah buangan padat atau polutan umum yang dapat merusak tampilan atau keindahan lingkungan, menyebabkan munculnya penyakit, menyumbat saluran air, mencemari air, dan memiliki banyak efek buruk lainnya (Azteria, dkk., 2021; Astin, dkk., 2020; Adnan, dkk., 2024).

Di Perkotaan untuk menjaga kebersihan lingkungan sering kali masyarakat ataupun pemerintah membuang sampah ke area yang jauh dari pemukiman penduduk atau yang biasa di sebut dengan tempat Pembuangan Akhir (TPA), namun ada saja masyarakat yang bermukim di daerah yang dekat di lokasi TPA seperti di Kabupaten Kolaka. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Patioso yang berada di RW 1 Lamolotipo RT 2 Patioso, Kelurahan Induha, Kecamatan Latambaga, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Sampah akan membusuk lebih cepat di tempat pembuangan sampah, terutama sampah basah yang terdiri dari sampah organik. Cuaca tropis di Indonesia turut mempercepat reaksi kimia (Batubara, R., Dkk., 2022; Purwanti, S., Dkk., 2022). Penyebaran limbah cair di dalam tanah relatif sulit di deteksi karena prosesnya didalam tanah sehingga memerlukan alat khusus (El-Gawad, Dkk., 2018; Tamuntuan, G.H., 2015)

Metode geolistrik resistivitas, yang menggunakan variasi resistivitas, dapat mendeteksi kontaminan cair atau limbah dalam tanah yang sering dikaitkan dengan fluida konduktif (Pujiastuti, R., dkk., 2014; Wahyono, 2007). Metode geolistrik resistivitas mengukur perbedaan potensial dengan menginjeksikan dua elektroda arus dan 2 elektroda tegangan ke dalam tanah (Usman, B, dkk., 2017; Ibrahim, dkk., 2025; Alzahrani, dkk., 2022).

Dalam beberapa penelitian terdahulu metode geolistrik dapat digunakan untuk mendeteksi pencemaran air tanah (Datunsolang, F., 2015) melakukan penelitian untuk mengidentifikasi rembesan limbah cair di TPA Sumompo dan berhasil memperkirakan penyebaran kontaminan cair pada pada tersebut yang terdapat pada kedalaman 2-10 meter. Penelitian untuk indentifikasi perembesan serta distribusi limbah cair dibawa permukaan juga telah banyak dilakukan baik dalam skala laboratorium maupun lapangan (Kayode, O, T, dkk., 2022; Arifin, M, H, dkk., 2020; Omeiza, J, dkk., 2023).

Penelitian diatas belum meneliti secara khusus permasalahan setiap wilayah yang ada dengan kondisi geologi yang berbeda pada setiap daerah. Dari semua

penelitian tersebut belum ada satupun yang yang dituangkan dalam peta sebagai bentuk mitigasi untuk masyarakat tentang pola sebaran limbah cair di daerahnya yang berpotensi membahayakan kesehatan mereka. Dengan adanya peta tentang pola sebaran limbah cair di daerah mereka masyarakat bisa memahami tentang potensi bahaya yang bisa timbul akibat adanya TPA dan sebisa mungkin menghindarinya pada saat sebelum dilakukan pembangunan rumah tinggal atau pemukiman disekitar TPA.

Peneliti sebelumnya tentang limbah cair menggunakan satu konfigurasi baik wenner-schlumberger maupun wenner saja. Penggunaan dua konfigurasi pada penelitian ini untuk memanfaatkan kelebihan dan mengurangi kelemahan dari masing-masing konfigurasi pada analisis limbah cair. Dengan memadukan penggunaan dua konfigurasi ini dapat mendeteksi limbah cair dibawah permukaan tanah dengan lebih akurat. Pada penelitian ini juga dilakukan analisa geologi untuk mengetahui kondisi litologi atau batuan penyusun air tanah yang tercemar limbah di lokasi penelitian. Limbah dari timbunan sampah pada TPA Patioso dapat menimbulkan cairan yang membahayakan yang disebut lindi. Saat ini di sekitar TPA masyarakat membangun rumah tinggal atau pemukiman, sebaran limbah cair di TPA Patioso berpotensi membahayakan kesehatan mereka. Dengan adanya peta tentang pola sebaran limbah cair di daerah mereka masyarakat bisa memahami tentang potensi bahaya yang bisa timbul akibat adanya TPA dan sebisa mungkin menghindarinya pada saat sebelum dilakukan pembangunan rumah tinggal atau pemukiman disekitar TPA. Dalam Penelitian ini dilakukan Pemetaan Pola Sebaran Limbah Cair Di TPA Patioso Kabupaten Kolaka Sebagai Upaya Mitigasi Lingkungan Menggunakan Metode Geolistrik konfigurasi wenner.

Metode

Lokasi penelitian ini di tempatkan di Kelurahan Induha, Kecamatan Latambaga, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara menggunakan 3 tahap pada pelaksanaannya. Tahapan-tahapan tersebut dimulai dari tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan di akhiri dengan analisis data. Pada Tahap pertama meliputi persiapan perlengkapan geolistrik tipe S-Field Multicannel yang terdiri dari aki 12 volt, GPS, elektroda, roll meter palu, kabel, laptop dan kompas untuk menentukan arah lintasan pengukuran.

Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data menggunakan geolistrik di Kecamatan Latambaga, Kabupaten Kolaka Propinsi Sulawesi Tenggara. Geolistrik yang dijalankan menggunakan konfigurasi *Wenner dan Wenner Schlumberger* di 4 titik lokasi yang tersebar di Kecamatan Latambaga. Konfigurasi *Wenner dan wenner-schlumberger* dipengaruhi oleh besar kecilnya a dan variasi n

(Kamur, S dkk., 2020). Berikut disajikan peta lintasan pengukuran geolistrik yang terletak di Kelurahan Induha Kecamatan Latambaga Kabupaten Kolaka pada gambar berikut :

Tabel 1. Nilai resistivitas batuan dan mineral menurut Loke dalam (Kamur, S, Dkk.,2024)

Material		Resistivity (Ohm m)	Conductivity (Siemen/m)
Igneous and Metamorphic Rocks	Granite	$5 \times 10^2 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
	Basalt	$10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 10^{-3}$
	Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2,5 \times 10^{-8} - 1,7 \times 10^{-3}$
	Marble	$10^2 - 2,5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
	Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Sedimentary Rocks	Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^{-4} - 0,125$
	Shale	$20 - 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-4} - 0,05$
	Limestone	$50 - 4 \times 10^2$	$2,5 \times 10^{-3} - 0,02$
Soils and waters	Clay	1 - 100	0,01 - 1
	Alluvium	10 - 800	$1,25 \times 10^{-3} - 0,1$
	Groundwater (fresh)	10 - 100	0,01 - 0,1
Chemicals	Sea water	0,2	5
	Iron	$9,074 \times 10^{-8}$	$1,102 \times 10^7$
	0,01 M Potassium Chloride	0,708	1,413
	0,01 M Sodium chloride	0,843	1,185
	0,01 M acetic acid	6,13	0,163
Xylene	$6,998 \times 10^{16}$	$1,429 \times 10^{-17}$	



Gambar 1. Peta Lintasan Geolistrik di Kelurahan Induha Kecamatan Latambaga Kabupaten Kolaka

Tahap akhir terdiri dari penelitian ini meliputi beberapa hal, seperti : interpretasi dengan didukung data-data penunjang lainnya seperti geologi dan topografi untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini, Pembuatan peta pola sebaran limbah cair di TPA Patioso, dan Penarikan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya. Penarikan kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian. Saran dikemukakan untuk memberikan masukan terhadap permasalahan yang diteliti.

Metode geolistrik resistivitas dilakukan dengan cara memasang 4 elektroda untuk arus dan tegangan yang ditancapkan kedalam tanah yang di ukur beda potensialnya (Omeiza, dkk., 2023; Ibrahim, dkk., 2023; Alzahrani, dkk., 2022; Wahyono, 2007). Sedangkan Konfigurasi *Wenner* dan *wenner-schlumberger* merupakan konfigurasi pengambilan data geolistrik dalam pelaksanaan eksplorasi geofisika (Manrulu, R. 2018). Dalam pengambilan data lapangan mengikuti susunan elektroda sesuai rencana pengambilan data setiap konfigurasi.

Data lapangan yang diolah selanjutnya diinterpretasikan menggunakan nilai-nilai yang terdapat pada tabel resistivitas beberapa batuan dan mineral berikut:

Hasil dan Pembahasan

Pola sebaran limbah cair di TPA Patioso Kelurahan Induha Kecamatan Latambaga Kabupaten Kolaka dapat diperkirakan dengan menggunakan data geologi, kedalaman air tanah yang tercemar, dan pengukuran geolistrik dari 4 lintasan geolistrik yang tersebar di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil analisis data pengukuran dapat di gambarkan seperti Gambar 1 sampai dengan gambar 4, maka hasil resistivitinya dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1. Nilai pengukuran resistivitas 0-20 Ω m pada gambar 2 di bawah dengan kedalaman 1,5-17,4 meter, merupakan lapisan alluvium pasir , diduga pada lapisan ini air tanah sudah tercemar. Hal ini sebabkan karena pengukuran dilakukan di dekat area pembuangan sampah (Gambar 2).

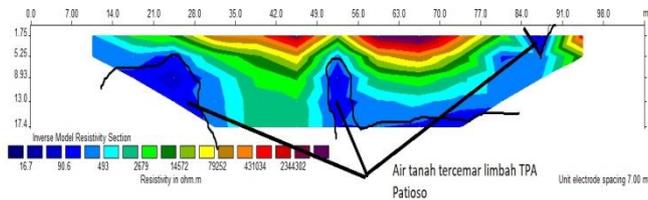


Gambar 2. Proses pengambilan data pada lintasan 1

2. Nilai pengukuran resistivitas 20 - 100 Ω m, di duga lapisan ini diidentifikasi sebagai lapisan lapukan batuan sekis dan gneiss.
3. Nilai pengukuran resistivitas 100-1000 Ω m,

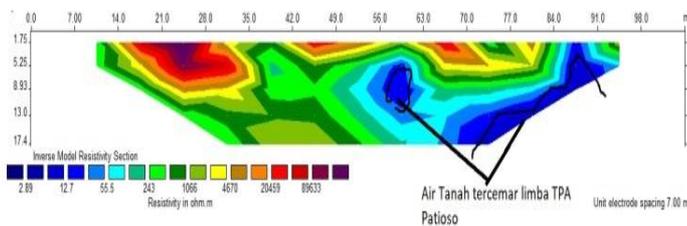
merupakan lapisan batuan beku yang berupa bongkah yang terdiri sekis, gneiss dan kuarsit

4. Nilai Pengukuran resistivitas ≥ 1000 merupakan lapisan batuan yang lebih kompak yang terdiri dari batuan sekis, gneiss dan kuarsit.



Gambar 3. Hasil analisis data geolistrik pada lintasan 1

Hasil pengukuran geolistrik resistivitas pada lintasan 2 dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Hasil analisis data geolistrik pada lintasan 2

Berdasarkan hasil resistivitinya, maka pada lintasan 2 dapat diinterpretasi sebagai berikut:

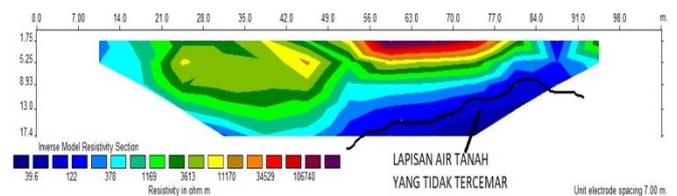
1. Nilai pengukuran resistivitas 0-20 Ω m pada gambar 2 di bawah dengan kedalaman 1,5-17,4 meter, merupakan lapisan alluvium pasir, diduga pada lapisan ini air tanah sudah tercemar yang terletak pada bentangan pengukuran 56-63 m dan 70-95 m. Hal ini disebabkan adanya saluran pembuangan limbah cair yang rusak (gambar 5)
2. Nilai pengukuran resistivitas 20 - 100 Ω m, diduga lapisan ini diidentifikasi sebagai lapisan lapukan batuan sekis dan gneiss .
3. Nilai pengukuran resistivitas 100-1000 Ω m, merupakan lapisan batuan beku yang berupa bongkah yang terdiri sekis, gneiss dan kuarsit.
4. Nilai Pengukuran resistivitas ≥ 1000 merupakan lapisan batuan yang lebih kompak yang terdiri dari batuan sekis, gneiss dan kuarsit.



Gambar 5. Saluran Pembuangan limbah cair yang rusak

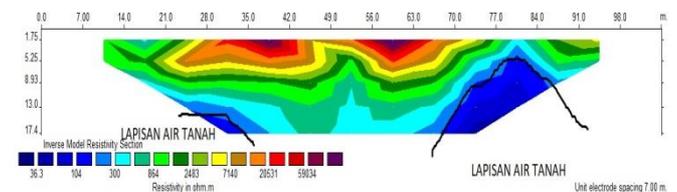
Interpretasi selanjutnya dilakukan pada data resistivitas analisis geolistrik pada Gambar 4 adalah sebagai berikut:

1. Nilai pengukuran resistivitas 39,6-100 Ω m, diduga lapisan ini diidentifikasi sebagai lapisan lapukan batuan sekis dan gneiss . Pada lapisan ini air tanahnya belum tercemar.
2. Nilai pengukuran resistivitas 100-1000 Ω m, merupakan lapisan batuan beku yang berupa bongkah yang terdiri sekis, gneiss dan kuarsit.
3. Nilai Pengukuran resistivitas ≥ 1000 merupakan lapisan batuan yang lebih kompak yang terdiri dari batuan sekis, gneiss dan kuarsit.



Gambar 6. Hasil analisis data geolistrik pada lintasan 3

Pengukuran terakhir dilakukan pada lintasan 4 dengan hasil analisis data geolistrik sebagai berikut:



Gambar 7. Hasil analisis data geolistrik pada lintasan 4

1. Nilai pengukuran resistivitas 36,3-100 Ωm , diduga lapisan ini diidentifikasi sebagai lapisan lapukan batuan sekis dan gneiss berupa pasir dan kerikil. Pada lapisan ini air tanahnya belum tercemar.
2. Nilai pengukuran resistivitas 100-1000 Ωm , merupakan lapisan batuan beku yang berupa bongkah yang terdiri sekis, gneiss dan kuarsit.
3. Nilai Pengukuran resistivitas ≥ 1000 merupakan lapisan batuan yang lebih kompak yang terdiri dari batuan sekis, gneiss dan kuarsit.

Berdasarkan hasil data interpretasi di atas, maka di daerah penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa tempat yang sudah tercemar limbah cair/lindih. Variasi nilai resistivitas pengukuran yang dihasilkan dimulai dari 0 hingga 2344302 Ωm . Terdapat perbedaan resistivitas pada setiap lintasan. Dari hasil penelitian menunjukkan tidak semua lintasan pengukuran tercemar limbah cair dari TPA Patioso.

Limbah cair pada lokasi penelitian terdeteksi pada lintasan 1 dan lintasan 2. Pada lintasan 1 dan 2 limbah cair terdeteksi dengan nilai resistivitas 0-20 Ωm yang tersebar di beberapa tempat sepanjang lintasan pengukuran. Limbah cair bersifat konduktif sehingga memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dibawah 20 Ωm (Datunsolang, F,Dkk., 2015). Pada lintasan 2 yang merupakan kawasan pemukiman warga ada yang sudah tercemar air tanahnya sepertinya yang di tunjukkan pada gambar 8, hal ini di sebabkan rusaknya saluran air pembuangan limbah cair, sehingga menyebabkan air tanah terkontaminasi limbah cair.

Pola sebaran limbah cair cenderung bergerak dari arah Timur Laut ke arah Barat Daya. Semakin dekat pemukiman warga dengan TPA Patioso, maka semakin tercemar air tanahnya. Pada lintasan 1 dan 2 sangat tidak baik untuk jadikan kawasan pemukiman, mengingat area ini di beberapa tempat air tanahnya sudah tercemar, kecuali jika sumber air warga berasal dari air yang tidak memiliki keterkaitan dengan TPA Patioso. Pola sebaran arah limbah cair di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini :



Gambar 9. Peta Arah Aliran limbah cair TPA Patioso

Struktur geologi juga sangat berperan penting terhadap air tanah yang sudah tercemar. Dari hasil penelitian menunjukkan air tanah tercemar cenderung terdapat pada lapisan lapukan gneiss, sekis dan kuarsit. Lapukan batuan tersebut berpengaruh terhadap besar kecilnya tingkat porositas dan permeabilitas (Prayogo, 2016 ; Iskandar, dkk., 2022; Kamur, S.,dkk.,2024). Secara geologis Kelurahan Induha tersusun atas batuan Kompleks Mekongga yang tersusun atas batuan Gneiss, Sekis dan Kuarsit (Peta Geologi Lembar Lasusua Kendari Tahun, 1993).

Pada lintasan 3 dan 4 tidak ditemukan air tanah yang terkontaminasi dengan limbah cair dari TPA Patioso sehingga area ini sangat baik untuk dijadikan kawasan pemukiman warga. Secara umum pada kedua lintasan ini nilai resistivitas batuan di atas 20 Ωm .

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di TPA Patioso Kelurahan Induha Kecamatan Latambaga yang menggunakan metode *wenner dan wenner schlumberger* diperoleh data sebaran limbah cair di daerah tersebut di terdapat di beberapa lintasan pengukuran. Air tanah yang tercemar Limbah cair di Kelurahan Induha khususnya di sekitar area TPA Patioso terletak pada lintasan 1 dan lintasan 2 dengan koordinat LS 121° 31'24,6" BT 4° 01'09,2" dan LS 121° 31,1'17" BT 4° 01'13".

Ucapan Terimakasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah membantu dalam proses penelitian yang meliputi Unsur Pimpinan Kampus Usn Kolaka dan Petugas Kebersihan TPA Patioso.

Daftar Pustaka

- Alzahrani, H., Abdelrahman, K., & Hazaea, S.A. (2022). Use of geoelectrical resistivity method for detecting near-surface groundwater potential zones at Riyadh city, Saudi Arabia. *Journal of King Saud University-Science*, 34 (7), 102253. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.10225>
- A.M.S. Abd El-Gawad , A.S. Helaly, M.S.E. Abd El-Latif.2018. Application of geoelectrical measurements for detecting the ground-water seepage in clay quarry at Helwan, southeastern Cairo, Egypt. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, Volume 7, Issue 2, <https://doi.org/10.1016/j.nriag.2018.04.003>
- Astin N, Fauzan A, Rahman E.2020. Faktor-Faktor yang berhubungan dengan perilaku masyarakat dalam pembuangan sampah tangga ke sungai di desa pamarangan kanan kabupaten tabalong tahun 2019. *MTPH Journal*, Vol 4, No. 2, ISSN: 2549-189X; e-ISSN: 2549-2993
- Baso Usman, Rahma Hi Manrulu, Aryadi Nurfalaq, Emi

- Rohayu. 2017. IDENTIFIKASI AKUIFER AIR TANAH KOTA PALOPO MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI SCHLUMBERGER. *Jurnal Fisika*, Vol.14 No.2 <http://dx.doi.org/10.20527/flux.v14i2.4091>
- Batubara R, Mardiansyah R, Sukma A.M.2022. PENGADAAN TONG SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK DIKELURAHAN INDRO KECAMATAN KEBOMAS GRESIK. *Journal Of Community Service*, Vol.4 No.1, <http://dx.doi.org/10.30587/dedikasimu.v4i1.3797>
- Datunsolang F, Tamuntuan G, As'ari.2015. Identifikasi Rembesan Limbah cair dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner-schlumberger studi kasus TPA Sumompo,Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol.15 No. 2,
- Elkhedr Ibrahim , Kamal Abdelrahman , Talal Alharbi , Abdelbaset , Naif Al-Otaibi. 2024. Delineation of seawater intrusion in the Yanbu industrial area, northwest Saudi Arabia, using geoelectric resistivity sounding survey. *Journal of King Saud University - Science*, Volume 36, Issue 4 103110 <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103110>
- Gerald H. Tamuntuan. 2015. INVESTIGASI REMBESAN LIMBAH CAIR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS: STUDI KASUS TPA SUMOMPO, MANADO. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, Vol 4
- Hassan Alzahrani, Kamal Abdelrahman, Saddam Ali Hazaea. 2022. Use of geoelectrical resistivity method for detecting near-surface groundwater potential zones at Riyadh city, Saudi Arabia. *Journal of King Saud University - Science* , Volume 34, Issue 7, 102253 <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102253>
- Ibrahim, E., Abdelrahman, K., Alharbi, T., Abdelbaset, Al-Otaibi, N. (2024). Delineation of seawater intrusion in the Yanbu industrial area, northwest Saudi Arabia, using geoelectric resistivity sounding survey. *Journal of King Saud University – Science*, 36 (4), 1-11. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103110>
- Iskandar, A., Kamur, S., Nasarudin, & Yulianto, A. (2022). Potensi Air Tanah Sebagai Sumber Air Baku Masyarakat Di Desa Holimombo Kecamatan Wabula Kabupaten Buton. *LaGeografia*, 20(2), 160-168.
- Joseph Omeiza, et al. 2023. Evaluation of Groundwater contamination and the Health Risk Due to Landfills using integrated geophysical methods and Physiochemical Water Analysis. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. Volume 8, 100523 <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100523>
- Kamur, S., Awal, S., & Iskandar, A. (2020). Identifikasi Bidang Gelincir Zona Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Di Ruas Jalan Toraja-Mamasa. *Majalah Geografi Indonesia*, 34 (2), 101-107.
- Kamur, S., Iskandar, A., Awal, S., & Nasarudin, N. (2024). Analisis Potensi Air Tanah Di Kecamatan Molawe Kabupaten Konawe Utara Menggunakan Geolistrik S-Field Multichannel Metode Wenner. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)* 5(3), 314-319. doi: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v5i3.333>
- Manrulu, R.H., Nurfalaq, A., & Hamid, I.D. (2018). Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger Di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo. *Jurnal Fisika FLUX*, 15 (1), 6-12.336.
- Mohd Hariri Arifin , et al. 2020. Data for the industrial and municipal environmental wastes hazard contaminants assessment with integration of RES2D techniques and Oasis Montaj software. *Data In Brief*, Volume 33, December 2020, 106595 <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106595>
- Muhammad Adnan, et al. 2024. Heavy metals pollution from smelting activities: A threat to soil and groundwater. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 274, 1 April 2024, 116189, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116189>
- O.T. Kayode , A.P. Aizebeokhai , A.M. Odukoya . 2022. Geophysical and contamination assessment of soil spatial variability for sustainable precision agriculture in Omu-Aran farm, Northcentral Nigeria. *Heliyon*, VOLUME 8, ISSUE 2, E08976
- Suhendra.2006. Pencitraan Konduktivitas Bawah Permukaan dan Aplikasinya untuk Identifikasi Penyebaran limbah cair dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2D. *Jurnal Gradien*. 2 (1), 105-108 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08976>
- Prayogo, T. (2014). Kajian Kondisi Air Tanah Dangkal Daerah Wonomarto Kabupaten Lampung Utara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 15(2): 107-114.
- Purwanti S.2022. Partisipasi Masyarakat Terhadap Pengurangan Sampah Organik dan An-Organik. *Wijayakusuma National Conference*, Vol.3 No.1, <https://doi.org/10.56655/winco.v3i1.175>
- Rumyati Pujiastuti, Yudha Arman, Yoga Satria Putra.2014. PENYELIDIKAN PENGARUH REMBESAN LIMBAH KARET BAWAH PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK. *Prisma Fisika*, Vol.2 No.2 <http://dx.doi.org/10.26418/pf.v2i2.6579>
- Veza Azteria, et al.2021. Aktualisasi Diet Limbah (Sampah) Padat. *Jurnal ABDIMAS*, Vol 2, No. 4, <https://doi.org/10.31004/abdidas.v2i4.342>
- Wahyono, S.C, & Sari, N. (2007). Penentuan Kontaminasi Limbah Cair Dengan Metode Geolistrik. *Jurnal Sains MIPA*, 13(3), 183-189.

