

APLIKASI METODE GEOLISTRIK DIPOLE-DIPOLE DAN GEOKIMIA DALAM PENENTUAN REMBESAN LINDI PADA LAPISAN TANAH DI SEKITAR TPA MUARA FAJAR PEKANBARU

Aldianti Rizki Musdalifah Hutagalung*, Usman Malik

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: aldianti.htg@gmail.com

ABSTRACT

Leachate is the result of degradation of filter, especially in location where the final management (TPA) can seep into the soil to contaminate groundwater sources. This research has been conducted geoelectric resistivity measurement to identify the presence of leachate seepage and spread around the landfill. Research conducted around TPA Muara Fajar Pekanbaru using Dipole-Dipole configuration on two tracks with a track length of 133 meters and 100 meters. The measurement data is then inverted using Res2Dinv software to produce a 2D resistivity profile. The analysis results show on line 1 there is leachate distribution at a depth of 8.86 meters, whereas on line 2 there is no leachate distribution. In addition, the leachate sample test results using the geochemical method showed that the leachate at TPA Muara Fajar Pekanbaru did not meet the leachate quality standard. The results of the sample test for the quality of well water from residents around the TPA are still in accordance with the quality of clean water, because leachate seepage has not reached the residential area.

Keywords: Geoelectric, Leachate, Dipole-Dipole, TPA.

ABSTRAK

Lindi merupakan hasil degradasi sampah pada lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dapat meresap ke dalam tanah hingga mencemari sumber air tanah. Telah dilakukan penelitian pengukuran geolistrik resistivitas yang bertujuan untuk mengidentifikasi adanya rembesan serta penyebaran lindi di sekitar TPA. Penelitian dilaksanakan di sekitar TPA Muara Fajar Pekanbaru dengan menggunakan konfigurasi Dipole-Dipole pada dua lintasan dengan panjang lintasan 133 meter dan 100 meter. Data pengukuran selanjutnya diinversi menggunakan software Res2Dinv hingga menghasilkan profil resistivitas 2D. Hasil analisis menunjukkan pada lintasan 1 terdapat sebaran lindi di kedalaman 8,86 meter, sedangkan pada lintasan 2 tidak terdapat sebaran lindi. Selain itu, hasil uji sampel lindi menggunakan metode geokimia menunjukkan bahwa lindi di TPA Muara Fajar Pekanbaru tidak memenuhi standar baku mutu lindi. Hasil uji sampel kualitas air sumur warga di sekitar TPA masih sesuai dengan kualitas air bersih, dikarenakan rembesan lindi belum sampai ke pemukiman warga.

Kata kunci: Geolistrik, Lindi, Dipole-Dipole, TPA.

Diterima 26-04-2021 | Disetujui 26-05-2021 | Dipublikasi 31-07-2021

PENDAHULUAN

Pencemaran air merupakan persoalan yang khas terjadi. Sumber pencemaran air terutama disebabkan aktivitas manusia dan dipicu secara kuadratik oleh pertumbuhan penduduk [1]. Contohnya sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan contoh sampah yang mengalami degradasi dan proses pembusukan

akan menghasilkan limbah cair beracun yang disebut lindi (*leachate*) dan meresap ke dalam tanah. Proses perasapan atau rembesan limbah ini sulit diamati atau dideteksi karena prosesnya terjadi dibawah 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 [2].

TPA sampah di Muara Fajar menerapkan metode *open dumping* dalam pengelolaan sampah. Operasi TPA dengan menerapkan metode *open dumping* memiliki kecenderungan mencemari lingkungan, dimana pembentukan lindi yang tidak terkontrol dapat mencemari air bawah tanah dan air permukaan [3]. Pada Gambar 1 menunjukkan lokasi TPA yang dijadikan sebagai objek penelitian. Cara mengetahui pertambahan persebaran limbah

cair (lindi) pada lapisan tanah disekitaran TPA menggunakan metode geolistrik Dipole-Dipole. Konfigurasi Dipole-Dipole secara umum memiliki daya penyelidikan kedalaman yang dangkal. Keunggulan dari konfigurasi ini adalah sangat baik untuk penetrasi kedalaman dengan kesensitifan tinggi untuk arah horizontal, sehingga konfigurasi ini sangat baik untuk survei *mapping horizontal*.



Gambar 1. Peta lokasi TPA Muara Fajar Pekanbaru.

Lindi dapat didefinisikan sebagai cairan yang timbul dari hasil dekomposisi biologis sampah yang telah membusuk dan mengalami pelarutan akibat masuknya air eksternal kedalam timbunan sampah. Lindi bersifat toksik karena adanya zat pengotor dalam timbunan yang mungkin berasal dari buangan limbah industri, debu, lumpur hasil pengolahan limbah, limbah rumah tangga yang berbahaya, atau dari dekomposisi yang normal terjadi pada sampah [4]. Dengan demikian nilai resistivitas polutan air lindi lebih rendah daripada air tanah. Resistivitas air bersih adalah antara 10 – 100 Ωm sehingga resistivitas air lindi lebih kecil dari 10 Ωm [5].

Penurunan kualitas air tanah di lokasi TPA rentan terjadi karena pembuangan limbah yang belum sesuai prosedur. Air tanah yang sudah tercemar oleh lindi tidak layak dikonsumsi

karena sudah mengandung polutan [6]. Geolistrik merupakan metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran beda potensial, arus, dan medan elektromagnet yang terjadi secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi [7]. Berbagai jenis konfigurasi dari metode geolistrik menentukan faktor geometri (k) dan konfigurasi inilah yang menentukan hasil untuk interpretasi penentuan nilai resistivitas bawah permukaan.

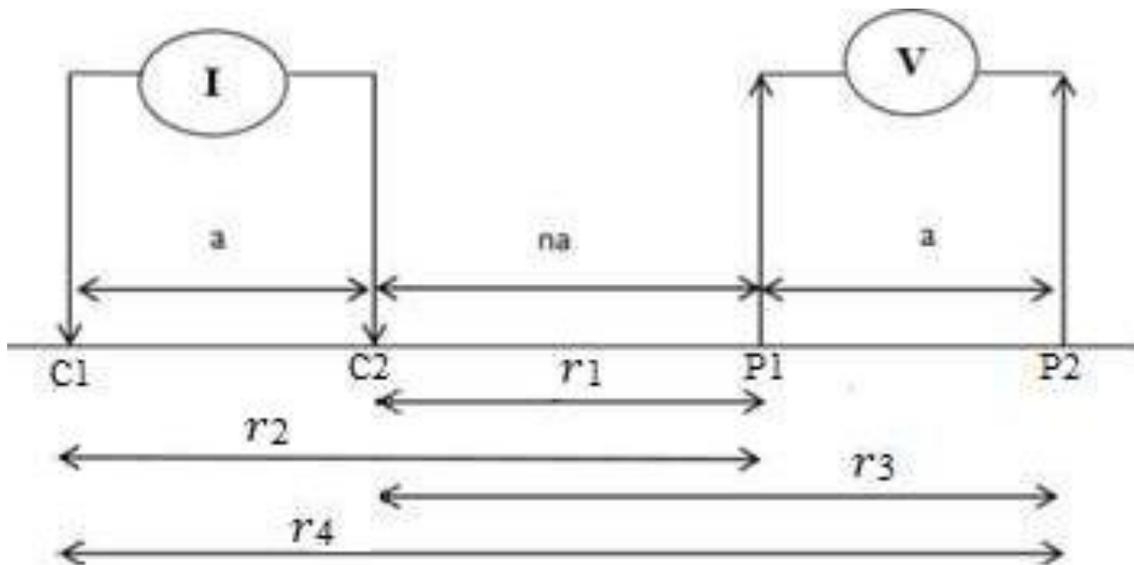
Pada Gambar 2 menunjukkan konfigurasi Dipole-Dipole yang secara umum memiliki daya penyelidikan kedalaman yang dangkal dibanding konfigurasi Wenner. Konfigurasi ini mempunyai keunggulan yang sangat baik dalam penyelidikan data secara horizontal dibanding konfigurasi Wenner. Konfigurasi

Dipole-Dipole yaitu konfigurasi dimana sepasang elektroda antara arus dan potensial terpisah, jarak spasi antar elektroda C_1-C_2 dan P_1-P_2 adalah a , sedangkan untuk jarak C_1 dan P_1 adalah na , atau lebih singkat dinyatakan jarak antar Dipole-Dipole harus lebih besar. Dengan ΔV adalah beda potensial yang terjadi diantara jarak dua elektroda sehingga diperoleh persamaan tahanan jenis semunya (ρ) [9-12].

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} k \quad (1)$$

$$k = \pi a n (n+2) (n+1) \quad (2)$$

dimana, tahanan jenis semu batuan ρ_a (Ωm), beda potensial elektroda ΔV (V), kuat arus I (A), faktor geometri elektroda k .



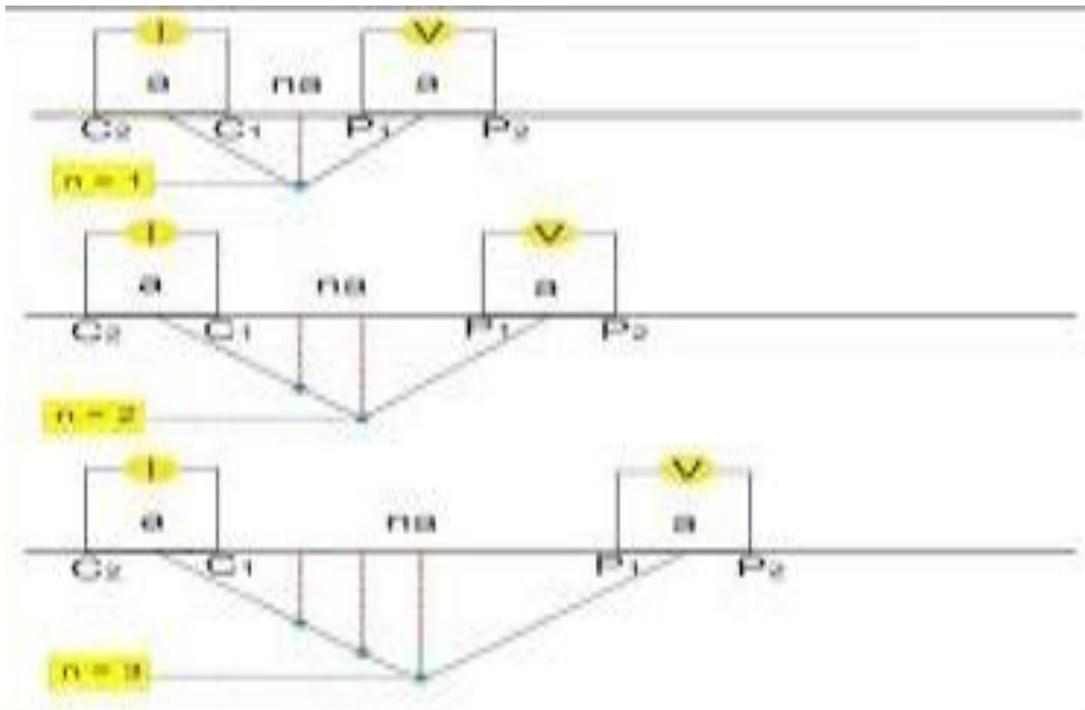
Gambar 2. Rangkaian elektroda konfigurasi Dipole-Dipole [8].

METODE PENELITIAN

Pengukuran Data Geolistrik

Proses pengambilan data di lapangan dimulai dengan menentukan titik pengukuran. Penentuan arah bentangan elektroda didasarkan pada setiap titik yang telah ditentukan untuk mengetahui rembesan lindi tersebut. Digunakan 2 titik lintasan dengan panjang lintasan sekitar 133 meter dan 100 meter. Cara kerja dari konfigurasi ini dapat dilihat dari susunan

elektroda pada Gambar 3. Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu a . Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian memindahkan elektroda arus pada spasi n berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir di penampang tersebut.



Gambar 3. Konfigurasi Dipole-Dipole.

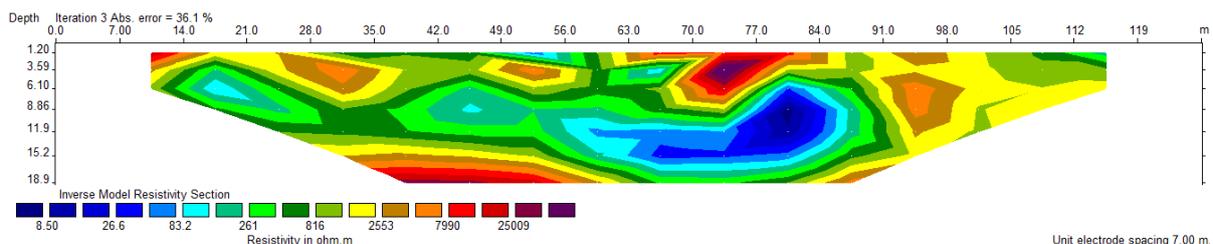
Pengolahan Data Geolistrik

Data yang diperoleh pada proses pengukuran dengan metode geolistrik adalah variable beda potensial (ΔV) dan kuat arus (I). Penelitian ini menggunakan spasi 7 meter pada lintasan 1 dan spasi 5 meter pada lintasan 2. Nilai-nilai pada data yang telah diperoleh dapat digunakan untuk menentukan nilai resistansi (R) dan faktor geometri (k), dan resistivitas semu (ρ_a). Nilai tersebut akan diolah menggunakan *Excel*. Kemudian data tersebut disusun sesuai dengan aturan *Res2Dinv*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Analisa Pengolahan Data Geolistrik

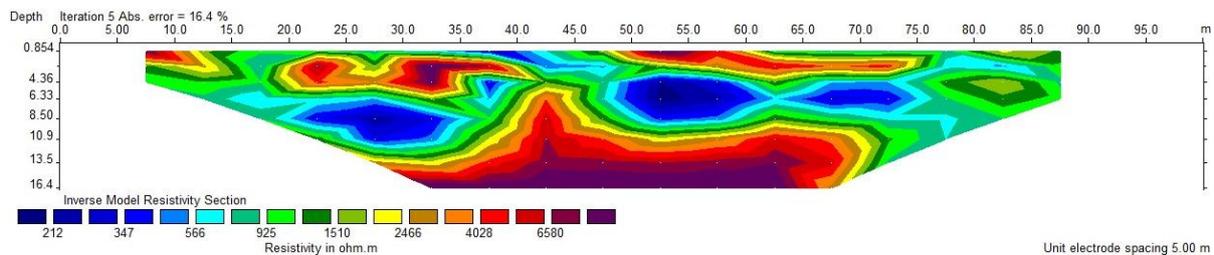
Lintasan 1 memiliki panjang lintasan 133 meter dengan kedalaman mencapai 18,9 meter. Jarak spasi antar elektroda pada lintasan 1 sebesar 7 meter. Lokasi lintasan 1 ini berada di dekat TPA dengan jarak 50 meter dari lokasi TPA. Lintasan 1 membentang dari arah Utara ke Selatan.



Gambar 4. Penampang resistivitas model 2D lintasan 1.

Gambar 4 menunjukkan model 2D resistivitas pada lapisan 1. Lapisan bawah permukaan daerah penelitian terdiri dari beberapa lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda. Lapisan berwarna biru tua yang terletak di kedalaman 8,86 meter memiliki nilai tahanan jenis kurang dari 10 Ωm yang diestimasi sebagai zona terkontaminasi lindi memiliki nilai resistivitas 8,5 Ωm . Terlihat air

lindi yang merembes masuk ke dalam tanah pada posisi panjang lintasan 80,5 meter dan diselimuti oleh zona saturasi air bawah permukaan dengan nilai resistivitas 26,6 Ωm di kedalaman 6 hingga 15 meter. Selanjutnya daerah yang memiliki harga resistivitas tinggi diasumsikan sebagai batuan dari daerah penelitian.



Gambar 5. Penampang Resistivitas Model 2D Lintasan 2.

Gambar 5 menunjukkan keberagaman jenis lapisan bawah permukaan yang tidak homogen pada lintasan 2. Lintasan 2 memiliki panjang lintasan 100 meter dengan kedalaman mencapai 16 meter. Jarak spasi antar elektroda pada lintasan 2 adalah 5 meter. Lokasi lintasan 2 ini berada di daerah pemukiman yang berjarak 700 meter dari lokasi TPA. Lintasan 2 membentang dari arah Timur Laut ke arah Barat Daya. Pada lapisan pertama didominasi oleh daerah berwarna biru dengan nilai resistivitas 212 Ωm merupakan lapisan yang menyimpan air bawah permukaan hingga kedalaman 8,5 meter. Seperti yang diketahui air tanah memiliki nilai resistivitas 10 – 300 Ωm . Dapat diartikan bahwa pada lintasan 2 ini tersebar sebaran air bawah permukaan yang membuktikan bahwa warga yang tinggal di daerah pemukiman lintasan 2 ini masih mendapatkan sumber air bersih yang belum tercemar lindi. Diketahui lindi memiliki nilai resistivitas kurang dari 10

Ωm dan terlihat pada model penampang 2D tidak terdapat nilai resistivitas lindi tersebut. Hal ini dikarenakan jarak dari lokasi pemukiman ke TPA yang cukup jauh, dan juga umur TPA yang masih beroperasi lebih kurang 1 tahun, menandakan belum terlalu lama aktivitas pengolahan sampah dan lindi yang berlangsung [13].

Hasil dan Analisa Sampel Lindi dan Air Sumur Metode Geokimia

Air Lindi

Uji sifat kimia perlu dilakukan agar mengetahui kandungan dari air lindi apakah sesuai dengan standar baku mutu atau tidak. Pengambilan sampel air lindi dilakukan di TPA Muara Fajar Pekanbaru. Berikut ini adalah hasil uji sampel air lindi TPA yang dilakukan dengan parameter BOD dan COD.

Tabel 1. Nilai konsentrasi air lindi TPA Muara Fajar Pekanbaru.

Parameter	Hasil Analisis	Baku Mutu	Keterangan
BOD	331 mg/L	150	Melebihi baku mutu
COD	2.069 mg/L	300	Melebihi baku mutu

Tabel 1 menunjukkan kadar BOD pada air lindi di TPA Muara Fajar adalah 331 mg/L yang melewati kadar maksimum baku mutu lindi. Kadar maksimum baku mutu lindi untuk parameter BOD adalah 150 mg/L. Limbah dengan kadar BOD tinggi tidak dapat mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen. Apabila limbah yang memiliki kadar BOD yang tinggi mencemari lingkungan maka organisme atau makhluk hidup di sekitar lingkungan yang membutuhkan oksigen tidak dapat bertahan hidup dan akan mati. Hasil uji kadar COD pada air lindi adalah 2.069 mg/L, dimana kadar tersebut sudah melebihi standar baku mutu lindi untuk

parameter COD senilai 300 mg/L. Konsentrasi COD yang tinggi menunjukkan bahwa adanya bahan pencemar organik dalam jumlah tinggi yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit untuk manusia. Sedangkan dampaknya untuk lingkungan sekitar adalah dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut di dalam badan air menjadi rendah, bahkan habis. Faktor ini dapat mengakibatkan oksigen sebagai sumber kehidupan bagi makhluk hidup yang berada di dalam air seperti hewan dan tumbuhan air tidak dapat terpenuhi, sehingga makhluk air tersebut akan mati dan tidak dapat berkembang biak dengan baik [14-15].

Tabel 1. Nilai konsentrasi air sumur warga di sekitar TPA Muara Fajar Pekanbaru.

Parameter	Hasil Analisis	Baku Mutu	Keterangan
BOD	1,9 mg/L	6	Memenuhi baku mutu
COD	3,49 mg/L	12	Memenuhi baku mutu

Air Sumur Warga

Untuk mengetahui kualitas air pada titik lokasi pengambilan sampel apakah sudah tercemar lindi atau tidak, dapat diuji dengan beberapa parameter, yaitu parameter BOD dan COD. Dari Tabel 2 didapatkan hasil uji air sumur warga untuk parameter BOD senilai 1,9 mg/L. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu air bersih Permenkes RI No. 82 Tahun 2001 yaitu 16 mg/L maka air sumur warga masih tergolong kedalam air bersih yang dapat dikonsumsi. Nilai COD merupakan jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air. Berdasarkan hasil penelitian sampel air sumur warga yang diteliti pada pemeriksaan COD

adalah lebih kecil dari 3,49 mg/L dimana kadar tersebut memenuhi standar baku mutu air bersih untuk parameter COD 12 mg/L. Dari hasil pengujian kadar COD ini, menunjukkan bahwa air sumur warga masih layak dikonsumsi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Dipole-Dipole di TPA Muara Fajar Pekanbaru, dapat disimpulkan bahwa sebaran air lindi hanya didapatkan di lintasan 1 yang berada dekat dengan TPA, sedangkan pada lintasan 2 tidak ditemukan sebaran air lindi. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran air lindi belum

sampai ke wilayah pemukiman warga. Kualitas air lindi di TPA Muara Fajar untuk parameter BOD dan COD tidak sesuai dengan standar baku mutu lindi. Dan untuk kualitas air sumur warga yang berada di sekitaran TPA belum tercemar oleh lindi dan masih layak di konsumsi karena sesuai dengan standar baku mutu air bersih.

REFERENSI

1. Wijyantari, Meitri, I. A. (2019). Pemodelan Skala Laboratorium Pencemaran Air Tanah oleh Limbah Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Spektran*, *7*(2), 172–177.
2. Tamuntuan, G. H., As'ari, & Datunsolang, F. (2015). Investigasi Rembesan Limbah Cair Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas: Studi Kasus TPA Sumompo, Manado. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF 2015*, *4*, ISSN 2339-0654.
3. Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Jakarta: Kanisius.
4. Anaperta, Y., Octavia, A., & Yulhendra, D. (2018). Aplikasi Metode Geolistrik dalam Penentuan Rembesan Studi Kasus TPA Sampah Pasaman Barat. *Jurnal Bina Tambang*, *3*(4).
5. Loke, M. H. (1999). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys*. Malaysia: Penang.
6. Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: Institut Pertanian Bogor.
7. Kanata, B., Zubaidah, T., Utama, W., Warnana, D. D., & Arumdati, N. (2008). *Sifat Kelistrikan Batuan*. Surakarta: Jurusan Fisika Universitas sebelas Maret.
8. Darsono, Nurlaksito, B., & Legowo, B. (2012). Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *Indonesian Journal of Applied Physics*, *2*(1).
9. Lowrie, W. (2007). *Fundamental of Geophysics*. New York: Cambridge University.
10. Silvia, R. & Malik, U. (2021). Sebaran air tanah menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole. *Komunikasi Fisika Indonesia*, *18*(1), 18–21.
11. Abdillah, F. & Malik, U. (2021). Pemetaan sebaran mata ir panas di daerah objek wisata Desa Pawan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner. *Komunikasi Fisika Indonesia*, *18*(1), 35–41.
12. Putri, C. S. & Malik, U. (2020). Analisa kedalaman air panas menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di objek wisata air panas Pawan. *Komunikasi Fisika Indonesia*, *17*(2), 87–91.
13. Sapitri, T. E. & Malik, U. (2020). Identifikasi air tanah di Perumahan Graha Mustamindo Permai 3 menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger. *Komunikasi Fisika Indonesia*, *17*(3), 150–154.
14. Rangkuti, M. Z. I., Salomo, S., & Malik, U. (2020). Perbandingan nilai

suseptibilitas magnetik air laut menggunakan metode quincke di pantai Sumatera Bagian Tengah. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **17**(1), 41–45.

15. Ariani, A., Malik, U., & Husin, A. (2020). Analisis efek gerhana matahari total 9 Maret 2016 terhadap kandungan total elektron ionosfer. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **17**(1), 50–54.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)