

Pendugaan Kedalaman Rembesan Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Alak Kota Kupang Berdasarkan Metode Geolistrik Resistivitas

Wenti Marlensi Maubana^{1,*}, Lidia Paskalia Nipu²

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas San Pedro, Kupang, 85112, Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Perancangan, Universitas San Pedro, Kupang, 85112, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 20 Januari 2024
Direvisi: 25 Februari 2024
Diterima: 23 April 2024

Kata kunci:

Alak
Lindi
Resistivitas
Schlumberger
TPA

Keywords:

Alak
Leachate
Resistivity
Schlumberger
Landfill Site

Penulis Korespondensi:

Wenti Marlensi Maubana
Email: wentimmaubana@gmail.com

ABSTRAK

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger telah diterapkan untuk memperkirakan kedalaman rembesan lindi TPA Alak Kota Kupang. Survei geolistrik menggunakan *resistivity meter* tipe Naninura NRD-300 HF dengan jarak elektroda potensial antara 0,5 meter - 10 meter. Pengambilan data dilakukan pada empat lintasan yang mewakili lokasi TPA. Lintasan 1 di utara barat laut dengan panjang Lintasan 300 meter, Lintasan 2 di barat laut sepanjang 275 meter, Lintasan 3 di timur tenggara dengan panjang Lintasan 300 meter, dan Lintasan 4 di barat daya sepanjang 300 meter. Data geolistrik diolah dengan model inversi untuk memperkirakan kedalaman rembesan lindi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai resistivitas berkisar antara 0,242 Ωm sampai dengan 535 Ωm . Diduga rembesan lindi mulai menyebar pada kedalaman 0,5 meter dari permukaan yang mengalir ke bawah tanah sampai kedalaman 89,5 meter pada lempung pasiran.

The Schlumberger configuration resistivity geoelectric method has been applied to estimate the depth of leachate seepage at the Alak landfill in Kupang. The geoelectric survey used a Naninura NRD-300 HF type resistivity meter with potential electrode spacing between 0.5 meters - 10 meters. Data were collected on four trajectories representing the landfill location. Track 1 in the northwest with a track length of 300 meters, Track 2 in the northwest along 275 meters, Track 3 in the southeast east with a track length of 300 meters, and Track 4 in the southwest along 300 meters. Geoelectric data was processed with an inversion model to estimate the depth of leachate seepage. The results showed that the resistivity values ranged from 0.242 Ωm to 535 Ωm . It is suspected that leachate seepage began to spread at a depth of 0.5 meters from the surface flowing underground to a depth of 89.5 meters in passive clay.

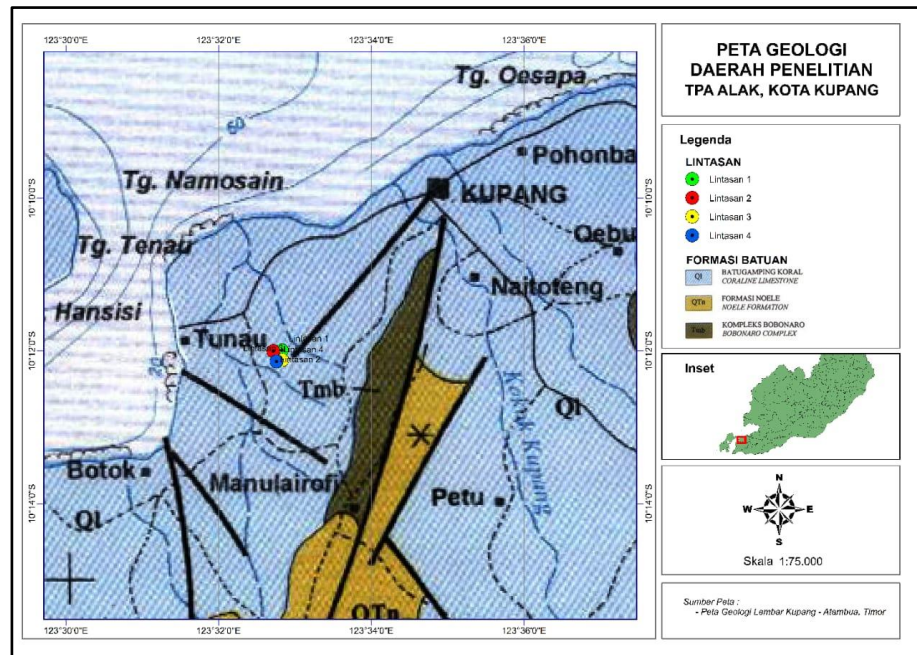
Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Masalah lingkungan menjadi persoalan yang perlu mendapatkan perhatian, salah satunya adalah sampah. Sampah merupakan bahan buangan dari kegiatan sehari-hari, seperti kegiatan rumah tangga, perkantoran, rumah penginapan, hotel, rumah makan, dan industri. (Daruwati Ika, 2020). Merujuk pada data Sustainable Waste Indonesia (SWI) (2017), Indonesia diperkirakan menghasilkan 64 juta ton sampah setiap tahunnya. Dari angka tersebut, baru 7% yang didaur ulang, sementara 69% diantaranya menumpuk di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), dan 24% sisanya dibuang sembarangan. Peningkatan populasi manusia berpengaruh pada peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Selain itu, aktivitas penduduk yang tinggi secara tidak langsung berdampak pada peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan setiap harinya. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan seperti pencemaran air, tanah dan udara. Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan penanganan permasalahan sampah dengan mengelola sampah secara komunal TPA (Priyanti, Wahyono dan Siregar, 2014). TPA harus diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan pencemaran atau gangguan pada masyarakat di sekitarnya (Agustin dan Wachidah, 2021).

TPA Alak berlokasi di Kecamatan Alak, Kota Kupang yang dibangun pada tahun 1997 dan mulai beroperasi sejak tahun 1998 dengan luasan $\pm 9,14$ Ha. Alur sistem pengumpulan sampah di Kota Kupang masih menggunakan paradigma lama, yaitu sampah yang dibuang masyarakat dikumpulkan di tempat pembuangan sampah sementara (TPS) kemudian sampah-sampah ini diangkut dengan menggunakan truk sampah dan dibuang di TPA Alak. Pengelolaan sampah di TPA Alak pada saat ini cenderung menggunakan sistem *controlled landfill*, namun belum diterapkan secara optimal atau masih mengarah ke sistem *open dumping* (Neonufa dan Tualaka, 2020). Penelitian sebelumnya (Neonufa dan Tualaka, 2020), mengenai identifikasi strategi pengembangan wilayah di sekitar lokasi TPA, hasil identifikasi menunjukkan bahwa kondisi yang mempengaruhi kualitas TPA antara lain kerusakan fasilitas seperti kondisi perpipaian saluran lindi yang telah tertimbun tumpukan sampah yang menyebabkan pembuangan lindi menjadi tidak lancar sehingga terjadi perembesan lindi yang berdampak pada kualitas air tanah dan potensi polusi bau. Selain itu, kondisi bak pembuangan tinja sebagian besar tidak dapat digunakan lagi. Tidak ada zona penyangga dalam kawasan TPA sehingga menimbulkan dampak pada lingkungan sekitar, seperti bau, ceceran sampah, lindi, dan lalat. Penyebaran air lindi terjadi apabila tanah/batuan dasar merupakan lapisan yang dapat melewatkan air lindi. Air lindi yang mengalir melalui pori-pori atau rekahan bawah permukaan dapat diketahui arah dan kedalaman rembesan sehingga dilakukan pengukuran menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dan pengamatan daerah sekitarnya (Arsyadi dkk., 2017).

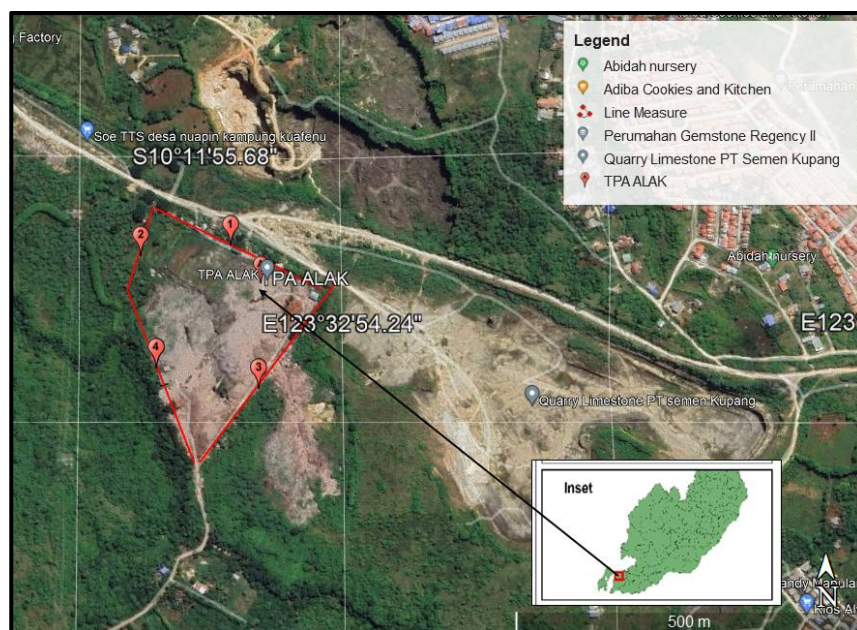
Metode geolistrik merupakan salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di bumi dan cara mendeteksinya. Deteksi meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi secara alami atau sebagai akibat dari injeksi arus ke dalam bumi (Boimau, Maubana dan Pakaenoni, 2021). Keunggulan konfigurasi *Schlumberger* adalah mampu memetakan sebaran resistivitas vertikal sehingga diperoleh informasi kedalaman yang akurat (Erwanto, Afandi dan P, 2017). Dalam kajian teknik dan lingkungan, metode geolistrik berperan dalam menentukan akumulasi rembesan lindi dengan nilai resistivitas berkisar di bawah $10 \Omega\text{m}$ (Agustin dan Wachidah, 2021). Berdasarkan penelitian sebelumnya, (Nugroho, Darsono dan Ramelan, 2018), (Hakim, Hairunisa dan Nurjumiyati, 2017), dan (Pratiwi, Susanti dan Dewi, 2018), metode ini terbukti andal dalam menganalisis kedalaman rembesan lindi bawah permukaan. Tujuan utama survei geolistrik resistivitas ini adalah untuk pendugaan kedalaman rembesan air lindi di tempat pembuangan akhir alak. Hasil penelitian memberikan informasi terkait kedalaman rembesan lindi di daerah penelitian. Interpretasi data dilakukan dengan menganalisis lapisan batuan berdasarkan nilai hitung yang dikorelasikan dengan nilai resistivitas dan peta geologi daerah penelitian. Berdasarkan peta geologi (Gambar 1), daerah penelitian didominasi oleh satuan batugamping karang (Q1) diantaranya batupasir, lempung pasir, lanau dan pasir (S. Rosidi, H.M.D., Tjokrosapoetro, S., 1996).



Gambar 1 Peta geologi daerah penelitian

II. METODE

Akuisisi data geolistrik dilakukan dengan menggunakan *resistivity meter* tipe Naninura NRD-300 HF dengan jarak elektroda potensial antara 0,5 meter sampai 10 meter. Pengukuran dilakukan pada 4 lintasan yang mewakili setiap sisi lokasi TPA. Pengambilan data dilakukan dengan metode *sounding*. Data yang diperoleh berupa nilai arus (I), nilai potensial (V), lintang, bujur, elevasi, dan panjang lintasan. Data yang diperoleh, kemudian diolah dan dianalisis secara kuantitatif menggunakan Ms. Excel dan software IPI2WIN. Lokasi pengambilan data di TPA Alak yang merupakan tempat pembuangan akhir sampah di Kota Kupang. Tempat ini berlokasi di Kelurahan Alak, Kecamatan Alak, Kota Kupang. Gambar 2 menunjukkan lintasan pengukuran di daerah penelitian.



Gambar 2 Lintasan pengukuran di daerah penelitian TPA Alak

Terdapat 4 lintasan pengukuran di daerah penelitian. Lintasan 1 di bagian utara barat laut, Lintasan 2 di barat laut, Lintasan 3 di timur tenggara, dan Lintasan 4 di barat daya. Data lintasan pengukuran di daerah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data lintasan pengukuran di daerah penelitian

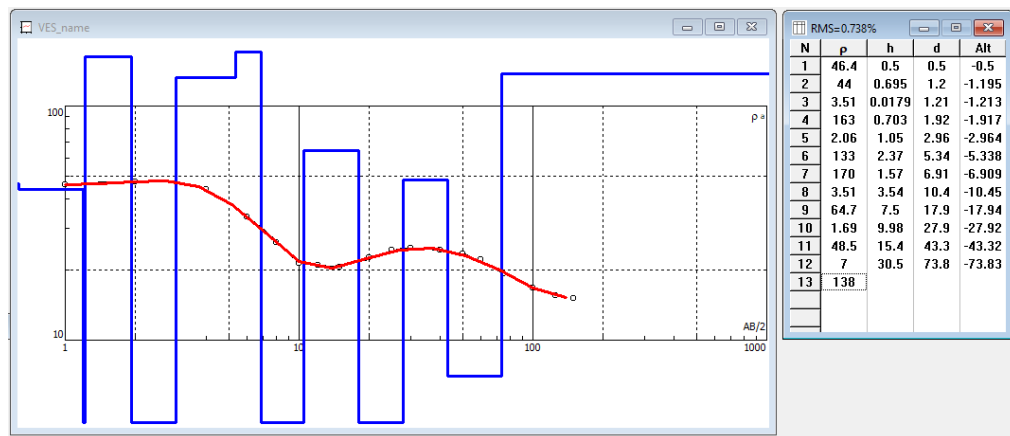
No	Lintasan	Koordinat		Ketinggian (m)	Panjang Lintasan (m)
		Longitude (E)	Latitude (S)		
1	Lintasan 1	123°32' 49,81"	10°11'59,38"	90	300
2	Lintasan 2	123°32' 43,05"	10°11'59,96"	86	275
3	Lintasan 3	123°32' 50,12"	10°12'07,02"	103	300
4	Lintasan 4	123°32' 45,57"	10°12'08,11"	95	300

III. HASIL DAN DISKUSI

Interpretasi data mengacu pada peta geologi daerah penelitian dan nilai resistivitas material bawah permukaan. Batuan dengan nilai resistivitas rendah diperkirakan mengakumulasi rembesan lindi. Nilai resistivitas lindi di bawah 10 Ω m. Gambar 3 sampai Gambar 6 menunjukkan semua interpretasi termasuk nilai resistivitas (ρ), ketebalan (h), kedalaman (d), dan lapisan mineral/batuan (N).

3.1 Lintasan 1

Gambar 3 menunjukkan informasi Lintasan 1, terdapat 3 jenis lapisan batuan dengan rentang nilai resistivitas dari 7 Ω m sampai 163 Ω m. Tingkat error adalah 0,738%.



Gambar 3 Informasi lintasan 1

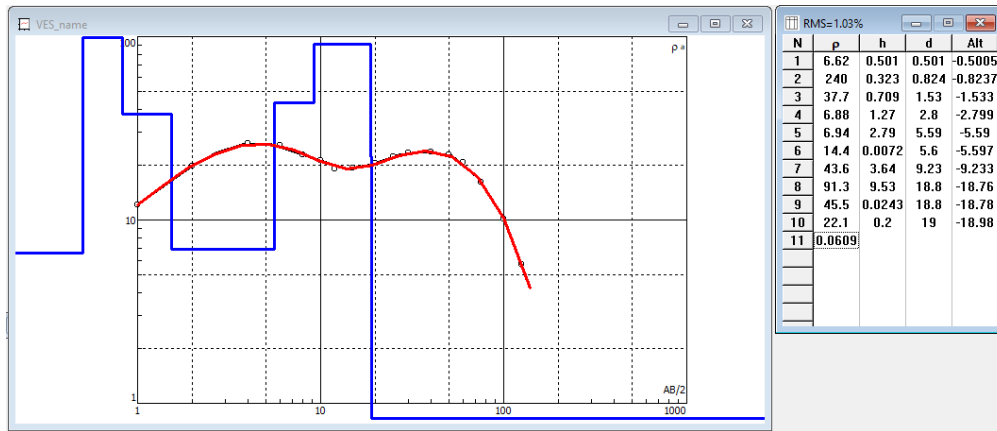
Hasil interpretasi lapisan batuan terhadap korelasi nilai resistivitas dan litologi di daerah penelitian untuk Lintasan 1 dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2 Interpretasi Lintasan 1

N	Nilai Resistivitas (Ω m)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Litologi
1	46,4	0,5	0,5	Lanau, pasiran
2	44	0,695	1,2	Lanau, pasiran
3	3,51	0,0179	1,21	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
4	163	0,703	1,92	Batupasir
5	2,06	1,05	2,96	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
6	133	2,37	5,34	Batupasir
7	170	1,57	6,91	Batupasir
8	3,51	3,54	10,4	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
9	64,7	7,5	17,9	Lanau, pasiran
10	1,69	9,98	27,9	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
11	48,5	15,4	43,3	Lanau, pasiran
12	7	30,5	73,8	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi

3.1 Lintasan 2

Gambar 4 menunjukkan informasi Lintasan 2, terdapat 3 jenis lapisan batuan dengan rentang nilai resistivitas dari 6,62 Ωm sampai 240 Ωm . Tingkat error adalah 1,03%.



Gambar 4 Informasi lintasan 2

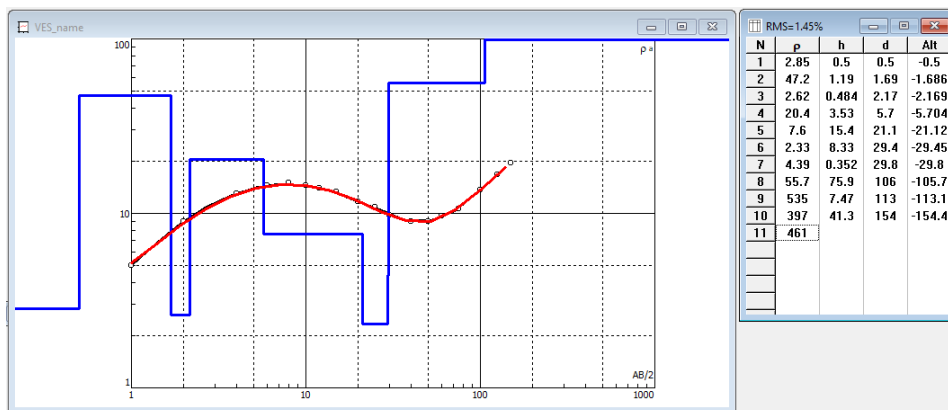
Hasil interpretasi lapisan batuan terhadap korelasi nilai resistivitas dan litologi di daerah penelitian untuk Lintasan 2 dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3 Interpretasi Lintasan 2

N	Nilai Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Litologi
1	6,62	0,501	0,501	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
2	240	0,323	0,824	Batupasir
3	37,7	0,709	1,53	Lanau, pasiran
4	6,68	1,27	2,8	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
5	6,94	2,79	5,59	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
6	14,4	0,0072	5,6	Lanau, pasiran
7	43,6	3,64	9,23	Lanau, pasiran
8	91,3	9,53	18,8	Lanau, pasiran
9	45,5	0,0243	18,8	Lanau, pasiran
10	22,1	0,2	19	Lanau, pasiran

3.2 Lintasan 3

Gambar 5 menunjukkan informasi Lintasan 3, terdapat 4 jenis lapisan batuan dengan rentang nilai resistivitas dari 2,62 Ωm sampai 535 Ωm . Tingkat error adalah 1,45%.



Gambar 5 Informasi lintasan 3

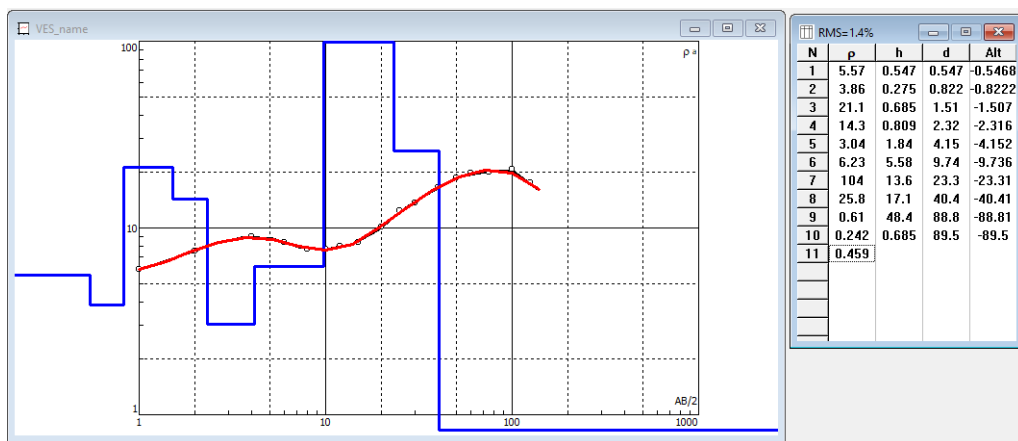
Hasil interpretasi lapisan batuan terhadap korelasi nilai resistivitas dan litologi di daerah penelitian untuk Lintasan 3 dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4 Interpretasi Lintasan 3

No	Nilai Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Litologi
1	2,85	0,5	0,5	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
2	47,2	1,19	1,69	Lanau, pasiran
3	2,62	0,484	2,17	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
4	20,4	3,53	5,7	Lanau, pasiran
5	7,6	15,4	21,1	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
6	2,33	8,33	29,4	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
7	4,39	0,352	29,8	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
8	55,7	75,9	106	Lanau, pasiran
9	535	7,47	113	Batugamping
10	397	41,3	154	Batupasir

3.2 Lintasan 4

Gambar 6 menunjukkan informasi Lintasan 4, terdapat 3 jenis lapisan batuan dengan rentang nilai resistivitas dari 0,242 Ωm sampai 104 Ωm . Tingkat error adalah 1,4%.



Gambar 6 Informasi lintasan 4

Hasil interpretasi lapisan batuan terhadap korelasi nilai resistivitas dan litologi di daerah penelitian untuk Lintasan 4 dapat dilihat pada Tabel 5:

Tabel 5 Interpretasi Lintasan 4

No	Nilai Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Litologi
1	5,57	0,547	0,547	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
2	3,86	0,275	0,822	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
3	21,1	0,685	1,51	Lanau, pasiran
4	14,3	0,809	2,32	Lanau, pasiran
5	3,04	1,84	4,15	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
6	6,23	5,58	9,74	Lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan air lindi
7	104	13,6	23,3	Lanau, pasiran
8	25,8	17,1	40,4	Lanau, pasiran
9	0,61	48,4	88,8	Air lindi
10	0,242	0,685	89,5	Air lindi

Hasil interpretasi menunjukkan bahwa nilai resistivitas berkisar antara 0,242 Ωm sampai dengan 535 Ωm . Variasi nilai resistivitas disebabkan oleh perbedaan kandungan mineral di bawah

permukaan. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa litologi daerah penelitian terdiri atas lapisan batugamping dengan nilai resistivitas 535 Ωm , batupasir dengan nilai resistivitas 133 Ωm - 394 Ωm , lanau pasiran dengan nilai resistivitas 14,4 Ωm - 104 Ωm , lempung pasiran yang diduga mengandung rembesan lindi dengan nilai resistivitas 1,69 Ωm - 7,6 Ωm . Sementara itu, air lindi mempunyai nilai resistivitas sebesar 0,242 Ωm - 0,61 Ωm .

Berdasarkan hasil interpretasi diduga rembesan lindi menyebar mulai dari kedalaman 0,5 meter - 89,5 meter yang ditunjukkan dengan nilai resistivitas berkisar antara 0,242 Ωm - 7,6 Ωm . Jika dikorelasikan dengan peta geologi dan nilai resistivitas, akumulasi rembesan lindi diduga berada pada lapisan lempung pasiran. Air lindi tersebut diduga berasal dari air hujan yang meresap ke dalam tanah dan bercampur dengan sampah organik dan non organik. Air lindi mengalir melalui celah-celah batuan dan terakumulasi di bawah permukaan bumi. Pada penelitian ini air lindi merembes melalui lempung pasiran yang merupakan lapisan batuan yang dapat menyimpan dan melewatkan material cair.

IV. KESIMPULAN

Hasil interpretasi data geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger menunjukkan hasil bahwa dugaan rembesan lindi mulai menyebar pada kedalaman 0,5 meter sampai 89,5 meter. Nilai resistivitas lindi berkisar dari 0,242 Ωm - 7,6 Ωm dan diduga terakumulasi pada lapisan lempung pasiran yang merupakan lapisan batuan yang dapat menyimpan dan melewatkan material cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, N. dan Wachidah, S. F. (2021) 'Analisis Sebaran Pencemaran Lindi (Leachate) Berdasarkan Sifat Kelistrikan Batuan Menggunakan Metode Geolistrik', *Kurvatek*, 6(1), pp. 41–48. doi: 10.33579/krvtk.v6i1.2091.
- Arsyadi, A. Q. dkk. (2017) 'Studi Sebaran Air Lindi Berdasarkan Korelasi Data Resistivitas 2D, Data Uji Laboratorium dan Data Pemboran Tpa Ngipik Kabupaten Gresik', *Jurnal Geosaintek*, 3(3), p. 173. doi: 10.12962/j25023659.v3i3.3216.
- Boimau, Y., Maubana, W. M. dan Pakaenoni, Y. (2021) 'Pendugaan Air Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas di Desa Matabesi', *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 1(2), pp. 87–91.
- Daruwati Ika (2020) 'Penerapan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner untuk Mengetahui Dugaan Rembesan Polutan Sampah di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Desa Tanjung Belit Kabupaten Rokan Hulu', *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 1, pp. 22–27.
- Erwanto, Z., Afandi, A. dan P, N. R. (2017) 'Resistivitas Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar TPA Bulusan Banyuwangi', *Prosiding SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, pp. 1–13.
- Hakim, A. R., Hairunisa, H. dan Nurjumiyati, N. (2017) 'Studi Akumulasi Rembesan Air Lindi dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Mapping', *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(2), pp. 239–248. doi: 10.29303/jpft.v3i2.419.
- Neonufa, S. N. I. dan Tualaka, T. M. C. (2020) 'Identifikasi Strategi Pengembangan Kawasan Sekitar TPA Alak', *Gewang*, 2(1).
- Nugroho, C., Darsono, D. dan Ramelan, A. H. (2018) 'Aplikasi Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk Pemetaan Sebaran Leachate di Sekitar TPA Putri Cempo Surakarta', *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 14(1), p. 1. doi: 10.12962/j24604682.v14i1.2864.
- Pratiwi, D. P., Susanti, N. dan Dewi, I. K. (2018) 'Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Mapping untuk Mengetahui Rembesan Air Lindi di TPA Talang Gulo Jambi', *JoP*, 4(1), pp. 18–22.
- Priyanti, D. D., Wahyono, S. C. dan Siregar, S. S. (2014) 'Pendugaan Pencemaran Air Tanah di Tempat Pembuangan Sampah Landasan Ulin Timur dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger', *Jurnal Fisika FLUX*, 11(1), pp. 68–77. Available at: <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/f/article/view/2622>.
- S. Rosidi, H.M.D., Tjokrosapoetro, S., G. (1996) "Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua, Timor". Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sustainable Waste Indonesia (SWI) (2017) *Data Sampah*, <https://sw-indo.com>.