

PENDUGAAN KEBERADAAN LINDI DI DAERAH PEMBUANGAN SAMPAH AKHIR MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK

ESTIMATION OF LEACHATE PRESENCE AT A FINAL WASTE DISPOSAL SITE USING THE GEOELECTRIK METHOD

Trimadona¹⁾, Roni Alida²⁾, Azka Roby Antari³⁾, Mirza Adiwarman⁴⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Eksplorasi Produksi Minyak dan Gas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

⁴⁾ Program Studi Teknik Pertambangan Batubara Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

Corresponding Author E-mail: *trimadona@pap.ac.id*

Abstract: Ground water pollution cause of the leachate seep came from landfills is a serious threat for environment and the health of local people. The research from various location of landfills shows that geoelectrical methods resistivity is a geophysics tools that effective to identified the distribution and flow pattern of leachate below the surface without ruin the soil structure. Common methods that being used on this sumption is implicate wanner, schlumberger configuration that have cross-section view 2D resistivity. Data processing usually use a software such as Res2Dinv. The interpretation results shows consistent that pollution zone cause by leachate mark with lower resistivity value, usually below 10 Ω m. Various research shows that the mark of leachate are average between 4-6 Ω m in a gap 17-19 meter. leachate discovered leaking in the depth up to 4 meter and tend to follow topographic slope to a lower plain.

Keywords: Resistivity, Leachate, groundwater pollution..

Abstrak: Pencemaran air tanah akibat rembesan lindi (leachate) dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan ancaman serius bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar. Penelitian di berbagai lokasi TPA menunjukkan bahwa metode geolistrik resistivitas merupakan alat geofisika yang efektif untuk mengidentifikasi distribusi dan pola aliran lindi di bawah permukaan tanpa merusak struktur tanah. Metodologi yang umum digunakan dalam pendugaan ini melibatkan konfigurasi Wenner, Schlumberger untuk memperoleh gambaran penampang resistivitas 2 dimensi (2D). Pengolahan data biasanya dilakukan dengan perangkat lunak seperti Res2Dinv. Hasil interpretasi menunjukkan secara konsisten bahwa zona tercemar lindi ditandai dengan nilai resistivitas yang sangat rendah, umumnya di bawah 10 Ω m. Beberapa temuan spesifik mencatat nilai resistivitas lindi berada pada rentang 4 – 6 Ω m di jarak lintasan 17-19 meter. Lindi ditemukan merembes pada kedalaman hingga 4 meter dan cenderung mengalir mengikuti kemiringan topografi menuju dataran yang lebih rendah.

Kata kunci: Resistivitas, Lindi (Leachate), Pencemaran Air Tanah.

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah yang masih belum terpecahkan di Indonesia khususnya di kota Palembang. Sampah yang dihasilkan bisa mencapai 1.000-1.260 ton per hari. Hal ini makin diperparah dengan minimnya ketersediaan lahan penampungan sampah, rendahnya disiplin warga terhadap pemilahan jenis sampah dan yang paling utama adalah dampak terhadap lingkungan seperti banjir, pencemaran air bersih di daerah sekitar pembuangan sampah.

Sampah memberikan efek yang sangat buruk terhadap lingkungan jika tidak dikelola dengan benar salah satunya adalah penyebaran air sampah atau lindi atau *leachate*. Lindi atau

leachate adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah, membawa materi terlarut dan tersuspensi hasil dekomposisi sampah organik/anorganik. Cairan ini biasanya berwarna gelap dan berbau tajam ini muncul akibat air hujan yang meresap ke dalam timbunan sampah, berpotensi mencemari air tanah dan lingkungan sekitar.

Kebudayaan lindi sangat berpengaruh pada kehidupan sehari-hari warga disekitar tempat pembuangan sampah khususnya yang menggunakan air sumur atau air tanah bor. Untuk itu dilakukan penelitian terkait pendugaan keberadaan lindi di TPS yang ada agar dapat menjadi acuan warga sekitar dalam menggunakan air bersih.

Keberadaan air lindi di TPA menunjukkan bahwa proses hidrologi di area tersebut masih berlangsung, meskipun dalam kondisi yang berbeda dibandingkan dengan lingkungan alami. Air lindi mengandung zat-zat berbahaya yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar dan kesehatan masyarakat jika tidak dikelola dengan baik.

Kontaminan berbahaya yang ada pada lindi yaitu konsentrasi senyawa organik dan anorganik tinggi, bakteri patogen, logam berat (seperti seng (Zn) dan raksa (Hg)), serta zat kimia berbahaya lainnya. Kontaminan ini akan memberikan dampak bagi lingkungan yaitu dapat mencemari tanah, air tanah, dan sungai di sekitar tempat pembuangan sampah (TPA). Kontaminan senyawa ini akan berdampak besar bagi Kesehatan khususnya bagi Masyarakat/warga yang berada di sekitaran TPA. Salah satu dampak Kesehatan berupa diare, iritasi kulit hingga penyakit serius jika air tanah tersemar dikonsumsi..

2. TEORI DASAR

Nilai tahanan jenis listrik (resistivitas) dari lapisan tanah atau batuan dapat dihitung dari hubungan antara arus, tegangan, dan konfigurasi elektroda.

Hukum dasar Metode Resistivitas adalah Hukum Ohm, yang menyatakan kuat arus (I) dalam suatu konduktor berbanding lurus dengan beda potensial atau tegangan (V) dan berbanding terbalik dengan hambatan (R), dan dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$V = I \times R$$

Dimana:

V = beda potensial (Volt)

I = kuat arus (Ampere)

R = hambatan listrik (Ohm)

Karena resistivitas (ρ) merupakan sifat material, maka hubungan antara resistivitas, hambatan, panjang, dan luas penampang dapat ditulis:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Dimana:

ρ = resistivitas bahan (Ohm·m)

l = panjang bahan (m)

A = luas penampang bahan (m²)

Dalam pengukuran geolistrik, elektroda digunakan untuk menginjeksikan arus dan mengukur beda potensial. Nilai resistivitas yang terukur di permukaan dinamakan resistivitas semu/ *apparent resistivity*. *Apparent resistivity* dinyatakan sebagai oleh persamaan:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

Dimana:

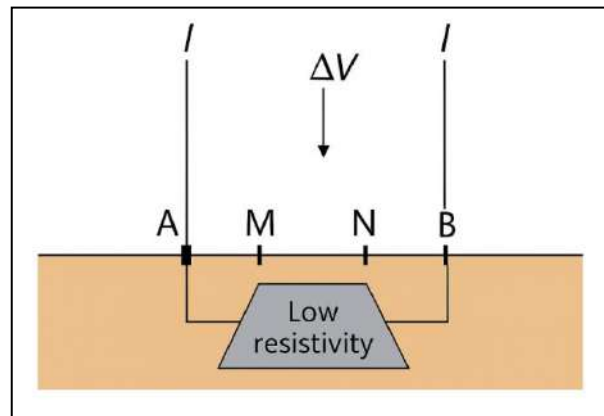
ρ_a = resistivitas semu (Ohm·m)

ΔV = beda potensial (Volt)

I = arus listrik yang diinjeksi (Ampere)

K = faktor geometri (m)

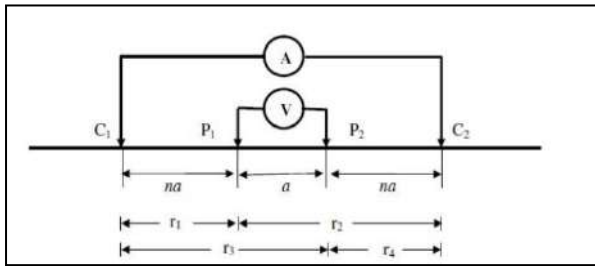
Faktor geometri (K) merupakan parameter yang ditentukan oleh jarak antar elektroda dalam konfigurasi tertentu. Gambar 2.1 adalah gambar susunan elektroda pada metode resistivitas.



Gambar 2.1 Susunan Elektroda Pengukuran Resistivity

Pada penelitian ini konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi wenner. Konfigurasi wenner adalah salah satu metode geolistrik resistivitas yang paling umum digunakan untuk mengukur tahanan jenis (resistivity) bawah permukaan. Metode ini dipakai di bidang geofisika untuk eksplorasi air tanah, mineral, atau studi lapisan tanah.

Prinsip Konfigurasi Wenner yaitu menggunakan empat elektroda yang ditanam sejajar dalam satu garis lurus di permukaan tanah. Jarak antar elektroda dibuat sama besar a meter dan dua elektroda luar berfungsi sebagai elektroda arus ($C1$ & $C2$), sedangkan dua elektroda dalam berfungsi sebagai elektroda potensial ($P1$ & $P2$), seperti ditunjukkan pada gambar 2.2.

**Gambar 2.2** Konfigurasi Wenner

Keterangan:

a = spasi antar elektroda (sama semua).

C1, C2 = elektroda arus.

P1, P2 = elektroda potensial.

Dengan keterangan tersebut, akan digunakan formula untuk tahanan jenis semu (ρ_a), yaitu;

$$\rho_a = 2\pi a \frac{V}{I}$$

Dimana:

ρ_a = tahanan jenis semu (ohm-meter, Ωm)

a = jarak antar elektroda (m)

V = beda potensial yang terukur (volt)

I = arus yang diinjeksikan (ampere)

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Jenis-jenis Batuan

Material	Nilai Resistivitas (Ωm)
Udara	∞
Pirit	0,01 – 100
Kuarsa	500 – 800.000
Kalsit	1×10^{12} - 1×10^{13}
Batu Pasir	$1 - 6,4 \times 10^8$
Pasir	1 – 1.000
Lempung	1 – 100
Airtanah	0,5 – 300
Napal dan Tufan	6 – 95
Aluvium	100 – 800

Tabel 2.2 Nilai Resistivitas Batuan Permukaan

Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan
1-20	Tanah/airtanah tercemar
10-100	Tanah/airtanah
150-400	Aluvium, lempung, batu pasir dan batu kapur

Nilai konstanta geometri untuk konfigurasi Wener adalah $K = 2\pi a$. Dalam

penelitian ini menggunakan Konfigurasi Wenner yang memiliki kelebihan diantaranya mudah dalam pemasangan elektroda, sensitif terhadap variasi vertikal lapisan tanah atau cocok untuk *sounding*.

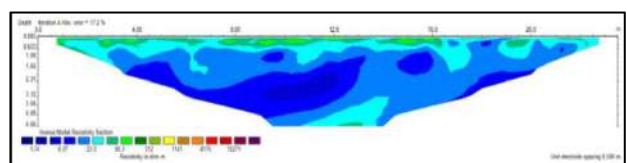
3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas. Resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah melalui elektroda arus, kemudian mengukur beda potensial yang timbul pada elektroda potensial.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di daerah TPA X dengan panjang lintasan sekitar 24 m. lintasan pertama ini merupakan lintasan yang masih relative jauh dari tumpukan sampah, namun air limbah sampah sudah sampai pada lintasan ini. jarak tumpukan sampah utama dengan lintasan sekitar 150 meter.

Ciri-ciri lintasan yang lembab cenderung basah, bau sampah yang menyengat, aliran air berwarna keruh, TPA ini sudah lama beroperasi (lebih dari 10 tahun). Dari ciri-ciri fisik diatas, diindikasikan bahwa resapan air lindi sudah menyebar ke bawah permukaan.

**Gambar 4.1** Resistivitas Penampang Bawah Permukaan

Penampang resistivitas lintasan diatas berada di selatan TPA dengan jarak sekitar 150 m dari TPA tetapi memiliki elevasi yang lebih rendah. Hasil pemodelan terlihat adanya kontaminasi lindi pada sepanjang lintasan dan sedalam hingga hampir 5 meter. Hal ini dapat disebabkan adanya aliran air saat musim hujan dari TPA ke daerah lintasan ini. Secara umum nilai resistivitas kecil ($< 1 \Omega\text{m}$) pada permukaan hingga kedalaman 5 meter

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian metode resistivitas di area pembuangan sampah akhir di daerah X menggunakan alat yang hanya mampu mencapai kedalaman 500 cm. Pada lintasan yang diamati, terlihat bahwa kontaminan keberadaan lindi sangat merata sepanjang lintasan. Di permukaan nilai relatif sedang dikarenakan adanya campuran dengan air hujan sehingga nampak di permukaan lebih tinggi nilai resistivitasnya. Namun pada kedalaman 0,5 meter, terindikasi adanya nilai resistivitas yang cenderung sangat kecil berdasarkan referensi nilai resistivitas berada di bawah 10 Ohm.m. Nilai resistivitas yang kecil ini berada pada 1 hingga 7 Ohm.m yang mengindikasikan bahwa lindi telah meresap hingga di dalam tanah (hingga 5 meter).

Melihat Lokasi TPA sangat dekat dengan pemukiman warga, dan banyak warga yang memanfaatkan air tanah untuk keperluan sehari hari, diharapkan ada penelitian lanjutan terkait adanya sebaran kontaminan lindi pada daerah sekitar TPA ini.

DAFTAR PUSTAKA

Loke M.H. 2001. *Electrical Imaging Survey for Environment and Engginering Studies. A Practical Guide to 2D and 3D Surveys.*

Meju MA,. 2000. *Geoelectrical Investigation of Old Abandoned, Covered Landfill Sites in Urban Areas: Model Development with a Genetic Diagnosis Approach. Journal of Applied Geophysics*, vol. 44, No. 2-3, pp. 115-150.

Nugroho C, Darsono, Ramelan AR. 2018. *Aplikasi Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk Pemetaan Sebaran Leachate di Sekitar TPA Putri Cempo Surakarta*, Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Vol.14 No. 1.

Sutra N, Soemitro RAA, Warnana DD, Mukunoki T, Ekaputri JJ, Arsyadi AQ, Yadi K. 2020. *The Impact of Open Dumping Method in Ngipik Landfill Invertigated with Electrical Resistivity Tomography (ERT) and Very Low-Frequency Electromagnetic (VLF-EM)*, *International Journal of GEOMATE*, Vol. 19, issue 73, pp. 116-125.

Telford MW, Sheriff RE, and Gerdart LP. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.