

Identification of Leaching Zone Around Dump Station in Pasirimpun, West Java, Indonesia Using Resistivity and Induced Polarization Method

Identifikasi Zona Pelindian pada Area Pembuangan Sampah Pasirimpun, Jawa Barat, Indonesia, Menggunakan Metode Resistivitas dan *Induced Polarization*

Nugraha, A.A. *, Ilmanto A.A., Jonathan J., Rashad R.M. dan Maghrifa S.

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesa No 10, Bandung, 40132

*Email: alfinari97@gmail.com

Submit: 2018-08-14; Revised: 2018-11-16; Accepted: 2018-12-25

Abstract: *The presence of dump stations around resident's houses besides resulting air pollution, it is also affecting the cleanliness of water used by society to meet their daily needs. Location where we researched is at ex-Pasirimpun Dump Station, Karang Pamulang Village, Kecamatan Cicadas, Bandung. Although Pasirimpun Dump Station has been closed and turned function into Taman Abdi Negara, it is feared that there is a water pollution caused by leach zone. Geophysical measurements by geoelectric method are performed to prove the leaching zone. This study aims to determine the depth of the leaching zone, its position against the groundwater level, and what potential harm can caused by the leaching zone. The methodology that is used are direct observation, interviews, and literature studies. Our measurements is done by using schlumberger configuration and Induced Polarization (IP) method on morphology that tend to be flat with a length of 141 meters stretch and a space of 3 meters. Groundwater faces are mapped to be correlated with the depth of the existing leaching zone. The result of measurement is processed by using Res2dinv (demo version), Resmod and Surfer 9. From the results of literature studies, there is a leaching zone in the area with a depth of about 30 meters. By knowing this leaching zone, we hope that there will be cooperation between government and society to avoid the impacts of leaching zone on the water which they consumed. One way to know, is to drill deeper water level from the leach zone.*

Keywords: *Leached zone, Resistivity, Bandung*

Abstrak: Keberadaan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) disekitar perumahan warga, selain mencemari udara ternyata juga berdampak pada kebersihan air yang digunakan oleh warga sekitar untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Lokasi penelitian terletak di bekas TPS Pasirimpun, Desa Karang Pamulang, Kecamatan Cicadas, Kotamadya Bandung. Meskipun TPS Pasirimpun telah ditutup dan beralih fungsi menjadi Taman Abdi Negara, dikhawatirkan terdapat pencemaran air akibat adanya zona pelindian. Pengukuran geofisika dengan metode geolistrik

dilakukan untuk membuktikan adanya zona pelindian tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman zona pelindian, kedudukannya terhadap muka air tanah, dan potensi bahaya apa yang diakibatkan dengan adanya zona pelindian tersebut. Metodologi yang digunakan adalah observasi langsung, wawancara, dan studi literatur. Pengukuran geolistrik dengan metode Resistivity konfigurasi schlumberger serta metode IP (Induced Polarization) pada morfologi yang cenderung datar dengan panjang bentangan 141 meter dan spasi 3 meter. Muka air tanah dipetakan untuk dapat dikorelasikan dengan kedalaman zona pelindian yang ada. Hasil pengukuran diolah menggunakan aplikasi Res2dinv (demo version), Resmod dan Surfer 9. Dari hasil studi literatur, zona pelindian pada daerah tersebut berada pada kedalaman sekitar 30 meter. Dengan mengetahui zona pelindian di daerah Pasirimpun, diharapkan ada kerjasama antara pemerintah dan masyarakat untuk menghindari pengambilan air konsumsi warga pada daerah yang terkena pengaruh pelindian air. Salah satu caranya ialah dengan melakukan pemboran air lebih dalam dari zona pelindiannya.

Kata kunci: Zona pelindian, Resistivitas, Bandung

1 PENDAHULUAN

Air lindi didefinisikan sebagai suatu cairan yang dihasilkan dari pemaparan air hujan pada timbunan sampah. Dalam definisi lain, air lindi (*leachate*) juga mengandung pengertian sebagai cairan yang menginfiltrasi melalui tumpukan sampah dan telah mengekstraksi material terlarut maupun tersuspensi. Komposisi air lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sampah terdeposit, jumlah curah hujan di daerah TPS dan kondisi spesifik tempat pembuangan tersebut. Air lindi pada umumnya mengandung senyawa-senyawa organik (Hidrokarbon, Asam Humat, Sulfat, Tanat dan Galat) dan anorganik (Natrium, Kalium, Kalsium, Magnesium, Khlor, Sulfat, Fosfat, Fenol, Nitro-

gen dan senyawa logam berat) yang tinggi. Konsentrasi dari komponen-komponen tersebut dalam air lindi bisa mencapai 1000 sampai 5000 kali lebih tinggi dari pada konsentrasi dalam air tanah (Maramis, 2008). Cairan pekat dari TPS yang berbahaya terhadap lingkungan dikenal dengan istilah leachate atau air lindi. Cairan ini berasal dari proses perkolasi/percampuran (umumnya dari air hujan yang masuk kedalam tumpukan sampah), sehingga bahan-bahan terlarut dari sampah akan terekstraksi atau berbau.

Geolistrik merupakan salah satu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksinya dilakukan dipermukaan bumi yang umumnya bertujuan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan berdasarkan variasi sifat-sifat fisik batuan. Pendeteksian ini meliputi pengukuran beda potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Metode geolistrik telah digunakan sejak zaman dahulu dan lebih difokuskan untuk mencari air bawah tanah.

Dengan semakin majunya penelitian dan perkembangan teknologi, ditemukanlah bahwa metode geolistrik juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi rembesan serta distribusi limbah cair. Salah satu penelitian tersebut dilakukan oleh Ngadimin dan Handayani (2001). Beberapa metode yang bisa digunakan untuk keperluan ini adalah metode resistivitas dan *induced polarization (IP)*. Metode resistivitas atau tahanan jenis merupakan salah satu metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas dari batuan di bawah permukaan bumi sedangkan induced polarization (IP) adalah metode geofisika yang menginjeksikan arus listrik ke batuan lalu kemudian mematakannya lalu arus tad aakn tersimpan dan mengalami peluruhan/penurunan arus listrik. Satuan yang umumnya digunakan dalam metode tahanan jenis adalah ohm.meter ($\Omega.m$) sedangkan pada metode IP satuan yang digunakan adalah ms. Salah satu konfigurasi metode tahanan jenis yang banyak digunakan adalah *Schlumberger*.

Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Pasirimpun, Desa Karang Pamulang, Kecamatan Cicadas, Kotamadya Bandung sudah ditutup sekitar bulan Desember 1998 dan beralih fungsi menjadi taman kota setelah ditimbun dengan tanah penutup setebal ±20 meter. Komposisi sampah bekas TPS Pasir Impin terdiri dari bahan basah (organik), plastik, karet, barang pecah belah, kain/bahan tekstil, kertas, dan logam, dengan warna lapisan umumnya hitam (Iskandarsyah, 2007). Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Johanis (2002), diketahui bahwa bekas TPS Pasirimpun memberikan dampak pencemaran daerah akibat pembusukan sampah.

Dalam penelitian ini telah dilakukan survey terhadap kedalaman zona pelindian, serta kedudukannya terhadap muka air tanah, untuk mengetahui potensi bahaya yang diakibatkan dari adanya zona pelindian tersebut. Lapisan lindi memiliki nilai resistivitas rendah ($< 10\Omega.m$) dan nilai chargeability yang rendah pula (< 20 ms) (Abdulrahman, dkk. 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, diperoleh hasil bahwa dengan meningkatnya konsentrasi ion akibat adanya air lindi yang terdifusi akan berefek pada turunnya nilai IP. Hal ini terjadi karena adsorpsi kation pada turannya nilai IP. Berkurangnya efek IP pada *host rock* ini menyebabkan nilai *chargeability* menjadi kecil.



Gambar 1. Peta administratif Kelurahan Karang Pamulang, Bandung, Lokasi Penelitian Bekas Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Pasir Impun ditandai dengan kotak warna merah

2 DATA DAN METODOLOGI

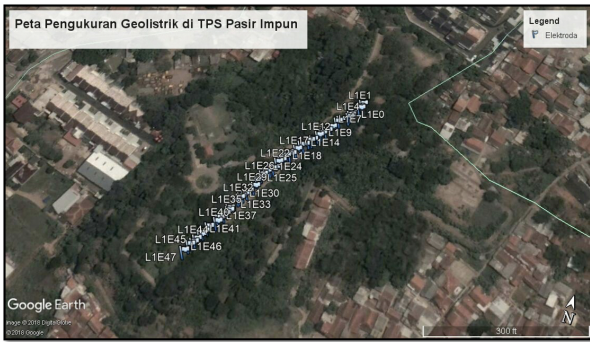
2.1 Data

Pengambilan data penelitian dilaksanakan di daerah bekas Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Pasirimpun, Kabupaten Bandung (Gambar 1). Pengambilan data ini dilaksanakan pada tanggal 22 Mei 2018. Secara geografis daerah penelitian bekas TPA Pasir Impun terletak di sebelah timur pusat kota Bandung tepatnya pada koordinat 9236241 – 9237622 lintang selatan dan 795772 – 796370 bujur timur. Luas total bekas TPA Pasir Impun adalah 35700 m² dengan luas penimbunan 17500 m².

Pengamatan lokasi penelitian menggunakan metode survey. Survey ini bertujuan untuk menentukan batasan area pengambilan data geolistrik serta data kedalaman beberapa sumur yang ada disekitar lingkungan TPS dengan cara mewawancarai warga sekitar. Dengan ini, variabel penelitian yang digunakan ialah muka air tanah dan keberadaan dari zona leaching. Perlengkapan yang digunakan ialah alat geolistrik, kabel, elektroda, GPS, aki, meteran, palu, tali raffia dan alat tulis. Populasi pada penelitian ini adalah masyarakat di sekitar lokasi TPS Pasirimpun. Sampel akan ditetapkan secara Simple Random Sampling.

Pada penelitian ini, jenis survey geofisika yang digunakan adalah sounding. Tujuan sounding adalah untuk mengetahui variasi tahanan jenis atau *chargeability* batuan terhadap kedalaman (variasi secara vertikal).

Pengambilan data dilakukan dengan satu kali bentangan dimana bentangan tersebut terdiri dari 48 elektroda, spasi 3 meter dan total panjang lintasan 141 meter. Arah



Gambar 2. Peta lintasan pengukuran geolistrik di area Tempat Pembuangan Sampah Pasirimpun

Subsurface section	Resistivity	Chargeability
Mixture of leachate and waste	Low (<10 Ωm) (Dahlin et al. 2010)	High (>70 ms) (Dahlin et al. 2010)
Saturated clay (uncontaminated)	Low (<10 Ωm) (Guérin et al. 2004)	High (>70 ms) (Slater et al. 2006; Bredde and Kemna 2012; Gazzy et al. 2012b)
Unsaturated waste	High (>1000 Ωm) (Leroux et al. 2007; Dahlin et al. 2010)	High (>70 ms) (Dahlin et al. 2010)
Unsaturated soil	High (>1000 Ωm) (Leroux et al. 2007)	Low (<20 ms) (Leroux et al. 2007)
Leachate Plume	Low (<10 Ωm) (Guérin et al. 2004; Kaya et al. 2007)	Low (<20 ms) (Gallas et al. 2011)
Saturated waste (without leachate)	Intermediate (30-150 Ωm) (Dahlin et al. 2010)	High (>70 ms) (Dahlin et al. 2010)
Saturated soil (uncontaminated)	Intermediate (30-150 Ωm) (Guérin et al. 2004; Dahlin et al. 2010)	Low (<20 ms) (Dahlin et al. 2010)

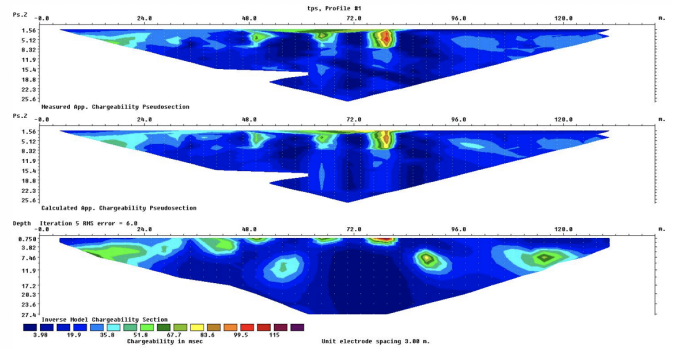
Gambar 3. Tabel acuan nilai resistivity dan chargeability model inversi yang digunakan dalam penelitian ini

bentangan lintasan, yaitu timur laut-barat daya atau NE-SW pada permukaan yang relatif datar. Morfologi daerah penelitian harus relatif datar untuk memudahkan proses pengolahan data. Pengambilan data geolistrik resistivitas dan IP menggunakan alat Ares (*automatic resistivity*) dengan konfigurasi schlumberger. Dapat dilihat pada Gambar 2.

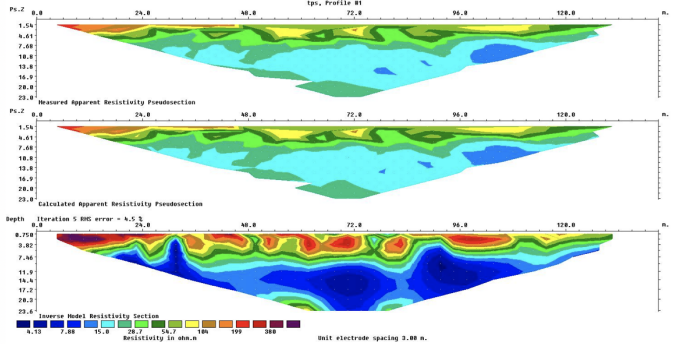
Pengolahan data geolistrik dilakukan dengan proses inversi menggunakan perangkat lunak RES2dinv (demo version), dan Rsesmod. Prinsip dari proses inversi ini adalah memperkirakan/mencari model yang menghasilkan data teoritik yang paling cocok dengan data pengamatan. Selain data geolistrik, diperlukan juga data kedalaman beberapa sumur yang ada di sekitar lingkungan TPS untuk mengetahui rata-rata kedalaman muka air tanah disekitar TPS tersebut. Pengolahan data muka air tanah dari sumur warga dilakukan dengan menggunakan aplikasi Surfer 9. Adapun data input untuk pengolahan data geolistrik resistivity dan IP ialah jarak elektrode, jumlah elektrode, tahanan jenis ($\Omega.m$), chargeability (ms), dan topografi sedangkan untuk data input kedalaman muka air tanah warga ialah koordinat X dan Y dari sumur serta kedalaman muka air sumur tersebut yang diperoleh dari GPS Garmin.

2.2 Hasil dan Pembahasan

Dengan menggunakan perangkat lunak Res2dinv (demo version), didapat hasil berupa penampang resistivity dan chargeability dari konfigurasi Schlumberger. Pengolahan data dilakukan sebanyak lima kali iterasi untuk memperkecil faktor error, dalam hal ini nilai dari RMSE (*Root Mean Square Error*). Nilai RMSE berdasarkan hasil iterasi adalah



Gambar 4. Profil Penampang 2D Resistivity menggunakan konfigurasi Schlumberger

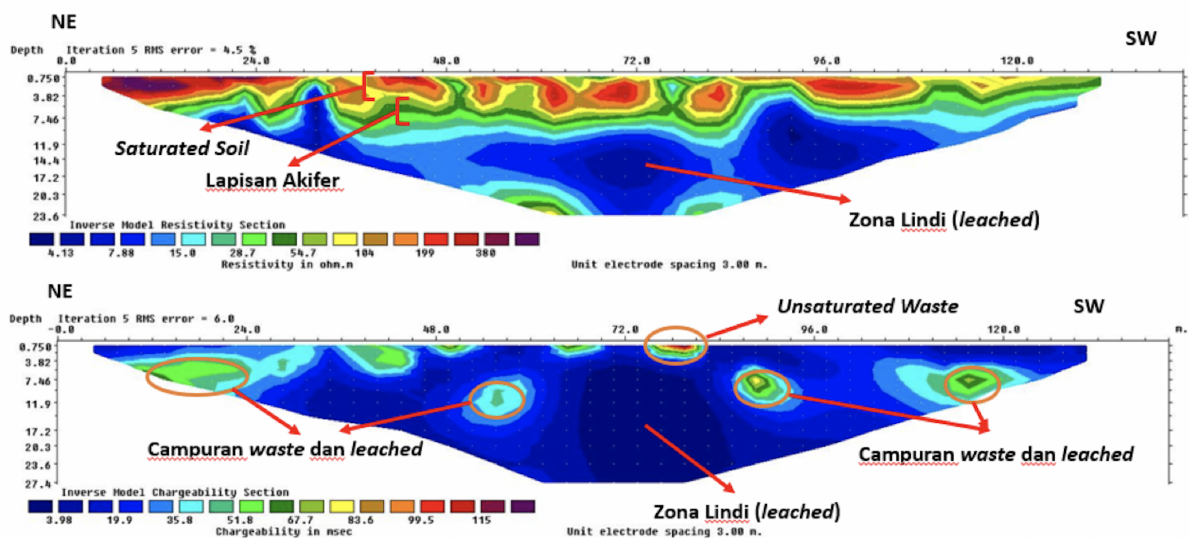


Gambar 5. Profil Penampang 2D Chargeability menggunakan konfigurasi Schlumberger

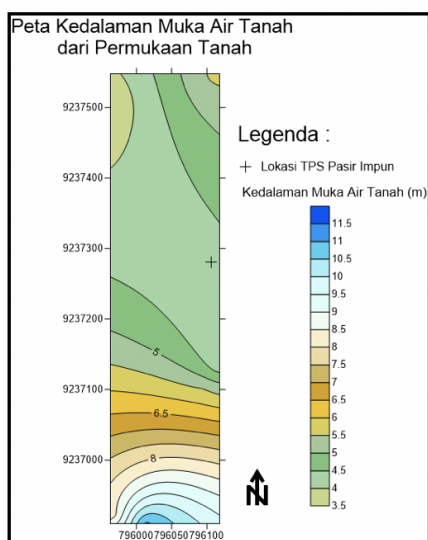
sebesar 4,5% dimana menurut teori, nilai RMSE di bawah 5% termasuk model yang cukup bagus karena hasil pemodelan akan mendekati data observasi yang sebenarnya. Hasil dari pemodelan di perangkat lunak disajikan pada Gambar 4 dan 5.

Untuk kedalaman dangkal (0-3 meter), mengacu pada tabel dalam Gambar 3, kemungkinan lapisan tersebut merupakan saturated soil yang belum terkontaminasi oleh air lindi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai resistivity yang tinggi walaupun nilai dari chargeability-nya rendah. Pada kedalaman tersebut, juga hadir sebagian kecil saturated waste yang ditandai dengan nilai resistivity dan chargeability tinggi di dekat permukaan. Dari kedua penampang dapat terlihat bahwa zona leaching berada dalam zona akuifer, dapat dilihat dari Gambar 6.

Sementara itu, data muka air tanah ditunjukkan pada Gambar 6, dapat diinterpretasikan bahwa muka air tanah berada cukup dalam pada bagian selatan peta dan semakin ke utara kedalaman muka air tanah semakin kecil. Kedalaman muka air tanah ini dikukur dari permukaan tanah. Dengan mengintegrasikan penampang resistivity, chargeability, dan mengacu pada tabel 1 terdapat 2 karakteristik lindi, yaitu: (1) *Mixture of leached and waste*; (2) *Leached plume*. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa zona leaching sudah mulai terlihat dari kedalaman sekitar 5 meter. Terlihat juga kedalaman 0-3,8 meter adalah saturated soil dan lapisan akuifer pada kedalaman sekitar



Gambar 6. Interpretasi zona lindi di area pembuangan sampah Pasirimpun



Gambar 7. Profil kedalaman muka air tanah pada lokasi penelitian

3,8-12 meter. Kedalaman air tanah dari permukaan sekitar 3,5-11,5 meter (diukur dari sumur-sumur warga), maka dapat dikatakan bahwa zona leaching sudah memasuki lapisan akuifer.

3 KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur, survey, pengukuran data, dan analisis data yang diperoleh, pada daerah bekas TPS Pasir Impun dapat disimpulkan bahwa (1) Terdapat 2 jenis lindian yaitu: (a) Mixture of leached and waste; (b) Leached plume. Dimana zona lindi mulai terlihat pada kedalaman 5 meteran dan semakin dominan seiring bertambahnya kedalaman. (2) Lapisan akuifer pada kedalaman 3,8-12 meter dan muka air tanah terletak pada kedalaman sekitar 3,5-11,5

meter. (3) Kondisi tersebut menyebabkan lapisan akuifer dapat terkontaminasi oleh zona lindi yang ada. Hal ini perlu menjadi perhatian serius bagi pemerintah setempat, untuk menindaklanjuti kemungkinan tercemarnya daerah sekitar menjadi lebih parah. Salah satu caranya dengan membuat lubang bor air yang lebih dalam dari zona lindi.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada konsultan Geoscan dan semua pihak yang turut serta membantu menyelesaikan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulrahman A, dkk. (2016). Characterization of active and closed landfill sites using 2D resistivity/IP imaging: case studies in Penang, Malaysia. *Environmental Earth Sciences*.

Breede K, Kemna A (2012) Spectral induced polarization measurements on variably saturated sand-clay mixtures. *Near Surf Geophys* 10(6):479–489. doi:10.3997/1873-0604.2012048

Dahlin T, Rosqvist H, Leroux V (2010) Resistivity-IP for landfill applications. *First Break* 28(8):101–105 (id: 2344519)

Gallas JDF, Taioli F, Malagutti Filho W (2011) Induced polarization, resistivity, and self-potential: a case history of contamination evaluation due to landfill leakage. *Environ Earth Sci* 63(2):251–261. doi:10.1007/s12665-010-0696-y

Gazoty A, Fiandaca G, Pedersen J, Auken E, Christiansen A, Pedersen J (2012b) Application of time-domain induced polarization to the mapping of lithotypes in a landfill site. *Hydrol Earth Syst Sci* 16(6):1793–1804. doi:10.5194/hess-16-1793-2012

Guerin R, Munoz ML, Aran C, Laperrelle C, Hidra M, Drouart E, Grellier S (2004) Leachate recirculation: moisture content assessment by means of a

geophysical technique. *Waste Manage* 24(8):785-794. doi:10.1016/j.wasman.2004.03.010

- Iskandarsyah T, Yan W. M. (2007). Peran batuan dasar TPA dalam mereduksi penyebaran air lindian sampah (leachate) secara alamiah di daerah bekas TPA Pasirimpun. UNPAD Kaya MA, Ozurlan G, Sengul E (2007) Delineation of soil and groundwater contamination using geophysical methods at a waste disposal site in Cankaya, Ankara, Turkey. *Environ Monit Assess* 135(1-3):441-446. doi:10.1007/s10661-007-9662-x
- Leroux V, Dahlin T, Svensson M (2007) Dense resistivity and induced polarization profiling for a landfill restoration project at Harlov, Southern Sweden. *Waste Manage Res* 25(1):49-60. doi:10.1177/0734242X07073668
- Slater L, Ntarlagiannis D, Wishart D (2006) On the relationship between induced polarization and surface area in metal-sand and clay-sand mixtures. *Geophysics* 71(2):A1-A5. doi:10.1190/1.2187707