

DETEKSI PERSEBARAN AIR LINDI MENGGUNAKAN INVERSI VLF-EM STUDI KASUS TPA NGIPIK

Khairul Yadi¹⁾, Dwa Desa Warnana¹⁾, Juan Pandu Gya Nur Rochman¹⁾, Nila Sutra²⁾, Ria Asih A. Soemitro²⁾

¹⁾Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

¹⁾13khairulyadi@gmail.com, ²⁾nila.sutra@gmail.com

Abstrak. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Ngipik menggunakan sistem Open Dumping, sehingga dengan sistem ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan salah satunya melalui air lindi yang dihasilkan dari sampah. Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi air lindi menggunakan metode Inversi VLF-EM. Dari hasil pengolahan data VLF menggunakan inversi diperoleh nilai resistivitas daerah yang teridentifikasi adanya air lindi berkisar 1.6-2.5 yang sudah tersebar hingga kedalaman 15 m. Hal ini mengidentifikasi bahwa air lindi sudah tersebar di Area TPA Ngipik.

Kata Kunci : Air Lindi, Resistivitas, TPA Ngipik, VLF-EM

Abstract. Ngipik landfill uses Open Dumping system, so with this system will cause environmental pollution, one of them through leachate water generated from waste. Research has been conducted to identify leachate water using VLF-EM Inversion method. From VLF data processing results using inversion and laboratory measurement obtained resistivity value of area which the existence of leachate water is identified ranged from 1.6-2.5 Ω m which have spread to 15 m depth. This indicates that leachate water is already scattered in Ngipik landfill.

Keywords: Leachate, Resistivity, Ngipik landfill, VLF-EM

PENDAHULUAN

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Ngipik terletak di Kecamatan Ngipik Kabupaten Gresik. TPA Ngipik sendiri merupakan salah satu TPA yang dalam perencanaannya menerapkan sistem *sanitary landfill*, namun dalam praktek lapangannya akhirnya dipergunakan sistem *Open Dumping* sehingga dengan sistem ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan salah satunya melalui air lindi yang dihasilkan dari sampah (Anonim. 2016).



Gambar 1. Aliran air lindi yang tidak terkontrol

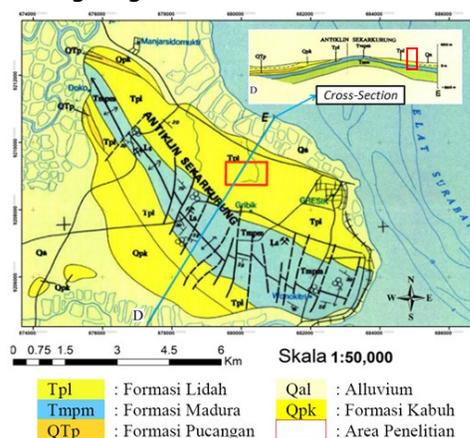
Air lindi memiliki sifat toksik sehingga berpotensi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan terutama pencemaran air tanah (Mahardika et al. 2010). Untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk menentukan pola sebaran lindi.

Salah satu metoda geofisika yang dapat dimanfaatkan dalam pendeteksian pola persebaran

air lindi adalah dengan metode VLF-EM. Metode VLF-EM merupakan metode geofisika yang memanfaatkan prinsip elektromagnetik menggunakan sumber gelombang radio frekuensi yang rendah 10-30 kHz (Santos, 2006). Metode ini mampu membedakan struktur bawah permukaan melalui nilai resistivitas yang diukur (Shofyan dkk.,2016; Sungkono dkk., 2014).

DASAR TEORI

Geologi Regional



Gambar 2. Peta Geologi Regional Gresik (Sukardi, 1992)

Dari peta geologi, Regional Gresik terdiri dari beberapa formasi diantaranya ;

1. Formasi Aluvium (Qal), terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung dan pecahan cangkak fosil.
2. Formasi Pucangan (QTp), Bagian atas terdiri dari batupasir tufan berlapis baik, umumnya berstruktur perairan dan silang siur. Bagian bawah terdiri dari batupasir tufan berlapis baik, bersisipan konglomerat dan batulempung, kaya akan fosil moluska dan plangton.
3. Formasi Kabuh (Qpk), terdiri dari batupasir, kerikilan, berwarna kelabu muda, berbutir kasar, berstruktur perairan dan silang siur, konglomerat terpilah buruk, kemas terbuka dan struktur lapisan bersusun.
4. Formasi Lidah (Tpl), terdiri dari batulempung biru, batulempung kecoklatan, kenyal, pejal dan keras bila kering, miskin fosil, terdapat batulempung pasiran yang tipis.
5. Formasi Madura (Tm_{pm}) yang Bagian atas terdiri dari batu gamping terumbu, putih, pejal, berongga halus, mengandung foram besar dan pecahan ganggang, tanahnya kecokelatan atau kehitaman. Bagian bawah terdiri dari batu gamping kapuran, sangat ringan, agak keras, putih kekuningan, pejal, mengandung moluska, dan pecahan ganggang
6. Formasi Wonocolo (Tm_w), terdiri dari batulempung gampingan dengan selingan tipis batugamping, batupasir galukonit dilapisan bawah, dan napal pasiran bersisipan kalkerenit.

Dari hasil *cross-section* DE pada Gambar 1. menunjukkan bahwa daerah penelitian TPA Ngipik berada di dalam Formasi Wonocolo (Tm_w), Formasi Madura (Tm_{pm}) berumur Tersier dan atasnya adalah Formasi Lidah (T_{pl}) berumur Tersier.

Air Lindi

Air Lindi adalah suatu cairan yang berasal dari proses dekomposisi sampah yang melarutkan senyawa berbahaya (Prihastini, 2011).

Sampah yang tertimbun dilokasi TPA mengandung zat organik, jika hujan turun akan menghasilkan air lindi dengan kandungan mineral dan zat organik tinggi, bila kondisi aliran air lindi dibiarkan mengalir kepermukaan tanah dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitarnya. Salah satu sifat fisika air yang biasa digunakan untuk polutan air yang konduktivitas listrik, sehingga dari sifat konduktivitas listrik pada

polutan maka kita dapat mengetahui jenis dari polutan tersebut dari harga resistivitas limbah.

Metode VLF-EM

Pengukuran metode VLF-EM ((Very Low Frequency-Electromagnetik) menggunakan transmitter yang berasal dari sinyal pemancaran radio yang diterima oleh alat VLF-EM berupa gelombang permukaan yang berjalan dan menyebar sejauh ribuan mil. Kondisi geologi mengakibatkan adanya perubahan arus listrik gelombang EM. Medan magnet yang disebabkan oleh gelombang EM ini dikenal dengan medan magnet primer (Jeng et al., 2007). Medan magnet primer akan meningkat ketika gelombang mengenai benda konduktif. Benda konduktif tersebut akan menjadi sumber medan magnet sekunder setelah dikenai oleh medan magnet primer. Dengan mengukur medan magnet sekunder dan membandingkan dengan medan magnet primer serta medan listrik yang dihasilkan, maka karakteristik kelistrikan dibawah permukaan dapat ditentukan (Telford et al., 1990).

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

TPA Ngipik merupakan salah satu tempat pembuangan akhir sampah di Kabupaten Gresik, yang secara geografis berada di antara 7° 9'10.6" S dan 112°37'55.41" E.

Alat dan Bahan

Pengukuran dilapangan pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Peralatan dan Bahan di Lapangan

Alat dan Bahan	Jumlah
VLF-EM	1 Set
Meteran	1 Set
Laptop	1 Buah
GPS	1 Buah
Kompas	1 Buah
Payung	1 Buah

Metode Pengukuran

Berikut ini lintasan yang dilakukan pengukuran VLF pada lokasi penelitian.



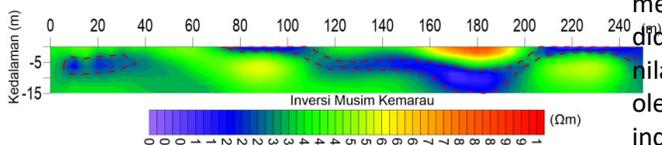
Gambar 3. Lintasan Pengukuran di Lapangan

Gambar 3. merupakan desain akuisisi lapangan yang terdiri dari 3 lintasan yang menyebar di area TPA Ngipik dengan spasi 5 meter untuk setiap lintasan pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

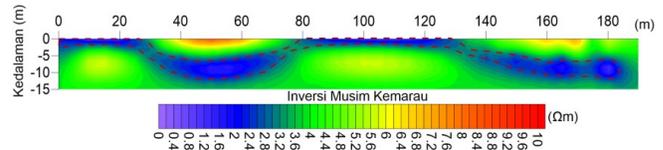
Pada analisa kuantitatif ini merupakan hasil dari Proses Inversi yang dilakukan dengan menggunakan software INV2DVLF. Inversi menggunakan software tersebut menghasilkan penampang 2 dimensi dengan parameter nilai resistivitas.

Dari hasil pemboran di area TPA ini menunjukkan bahwa hingga kedalaman 30 meter, hasil yang didapatkan ialah lempung. Hal ini menunjukkan bahwa daerah penelitian ini hingga kedalaman 30 m masih masuk kedalam Formasi Lidah (Tpl).



Gambar 4. Penampang Hasil Lintasan 1

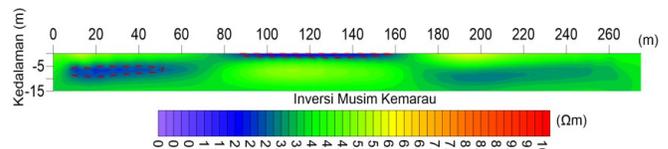
Lintasan 1 berada sangat berdekatan langsung dengan TPA 1 yang sudah overload. Lintasan 1 dengan panjang 250 meter memiliki arah pengukuran utara-selatan yang titik pertama di utara. Pada hasil pengukuran Gambar 4. menunjukkan bahwa dari hasil inversi anomali diduga berada disepanjang lintasan yang memiliki nilai resisnya berkisar 1.6-2.5 Ω m yang ditunjukkan oleh kontur berwarna biru. Nilai tersebut di indikasikan sebagai adanya akumulasi fluida lindi.



Gambar 5. Penampang Hasil Inversi Lintasan 2

Lintasan 2 berada diantara ditengah-tengah dari TPA Ngipik. Tepatnya akses jalan yang berada diantara TPA 1 dan TPA 3 yang sangat berdekatan langsung dengan TPA 2 yang sudah. Lintasan 2 dengan panjang 190 meter memiliki arah pengukuran utara-selatan menuju Telaga Ngipik, yang titik pertama di utara.

Pada hasil pengukuran Gambar 5. menunjukkan bahwa dari hasil inversi anomali diduga berada disepanjang lintasan yang memiliki nilai resisnya berkisar 1.6-2.5 Ω m yang ditunjukkan oleh kontur berwarna biru. Nilai tersebut di indikasikan sebagai adanya akumulasi fluida lindi.



Gambar 6. Penampang Hasil Inversi Lintasan 3

Lintasan 3 berada sebelah sebelah selatan dari TPA Ngipik tepatnya diselatan dari TPA yang sudah overload dan berdekatan dengan Telaga Ngipik Timur. Lintasan 1 dengan panjang 190 meter memiliki arah pengukuran Tenggara-barat laut menuju Telaga Ngipik, yang titik pertama di tenggara.

Pada hasil pengukuran Gambar 6. menunjukkan bahwa dari hasil inversi anomali diduga berada disepanjang lintasan yang memiliki nilai resisnya berkisar 2.0-2.5 Ω m yang ditunjukkan oleh kontur berwarna biru. Nilai tersebut di indikasikan sebagai adanya akumulasi fluida lindi.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan air lindi yang teridentifikasi di lokasi di TPA Ngipik memiliki nilai resistivitas berkisar 1.6-2.5 Ω m yang sudah tersebar hingga kedalaman 15m.

Saran

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut, menggunakan metode geofisika lainnya seperti geolistrik untuk memastikan sebaran air lindi dan area yang lebih luas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudari Nila Sutra atas dukungan dana penelitian ini dari Penelitian Pendidikan Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. *RPJMD Kabupaten Gresik Tahun 2016-2021*. BAPPEDA KAB GRESIK :Gresik
- Jeng, Y., Lin, M.-J., Chen, C.-S., Wang, Y.-H., 2—7. Noise Reduction and Data Recovery for a VLF Survey using a nonlinear Decomposition Methode, *Geophysics*, 5 72, F223-F235.
- Mahardika, A., Muhammad D.Z., dan Akhmad A.L. (2010). *Mendeteksi Dampak Polutan Sampah Terhadap Air Tanah Permukiman di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dengan Menggunakan Metode Geolistrik*. Program Kreativitas Mahasiswa-Gagasan Tertulis, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Prihastini, L. (2011). *Dampak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Winongo Terhadap Kualitas Lingkungan Hidup*, *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes* 7 Volume II Nomer 1, Januari 2011 ISSN : 2086-3098.
- Santos, Fernando A.M. at al. 2006. *Mapping groundwater contamination around a landfill facility using the VLF-EM method-A case study*. Centro de Geofisika da Universidade Lisboa. Lisbon.
- Shofyan, M.S., Hilyah, A., R, J.P.G.N., 2016. Penerapan Metode Very Low Frequency Electromagnetic (VLF-EM) Untuk Mendeteksi Rekahan Pada Daerah Tanggulangin, Sidoarjo. *J. Geosaintek* 2, 129–134.
- Sukardi. (1992). *Peta Geologi Lembar Surabaya & Sapulu, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sungkono, Bahri, A.S., Warnana, D.D., Monteiro Santos, F.A., Santosa, B.J., 2014. Fast, simultaneous and robust VLF-EM data denoising and reconstruction via multivariate empirical mode decomposition. *Comput. Geosci.* 67, 125–138. doi:10.1016/j.cageo.2014.03.007
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. 1990. *Applied Geophysics*.
-