



THE SUBSURFACE RESISTIVITY STUDIES IN GAMPONG JAWA WASTE DISPOSAL BANDA ACEH

Fadhli Syamsuddin, Marwan Abu Bakar, Nur Mala

Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Syiah Kuala, Darussalam 23111, Banda Aceh
Email: fadhli@fmipa.unsyiah.ac.id

Abstract. The research has been carried out about determining the subsurface resistivity values by using the VLF method in waste disposal (TPA) Gampong Jawa Banda Aceh. Measurement target is for investigate allegations of contaminant substances are disposed by the public at these locations based on the response of the magnetic and electric fields. The tools used are the T-VLF device with two electrodes and using three stations, namely the transmitter JJF4 Japan, NWC Australia and UMS Moscow. Broad expanse of measurements on L1 and L2 is 200 m, L3 and L4 is 150 m. There are 74 measuring points with spacing of 10 m. The result of this experiment showed that the four layers can be divided into two layers with different resistivity values. The first layer at a depth of 0-15 m with apparent resistivity of 2-25 Ω m, allegedly at this layer contained the contaminant substances. The second layer at a depth of 15 m with apparent resistivity of 25-101 Ω m, in this layer are water-resistant coating that can withstand water into and out of the landfill.

Keywords: VLF method, waste disposal (TPA) Banda Aceh, apparent resistivity

I. PENDAHULUAN

Sampah adalah kumpulan berbagai material yang tidak terpakai lagi yang merupakan sisa proses kegiatan manusia, baik yang berasal dari rumah tangga maupun dari industri. Meningkatnya produksi sampah di suatu daerah tidak terlepas dari pertumbuhan penduduk dan juga aktifitas masyarakat. Sampai saat ini, kota-kota besar di Indonesia masih mengelola sampah secara konvensional, yaitu sampah ditaruh ditempat terbuka untuk dibiarkan membusuk dengan sendirinya. Tempat terbuka seperti ini dikatakan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang disentralisasi disatu kawasan tertentu yang jauh dari pusat kota dengan metode *sanitary landfill*. Walaupun penempatan TPA jauh dari pusat kota, permasalahannya belum juga selesai, artinya pembuangan sampah membusuk dengan sendirinya masih menjadikan permasalahan bagi lingkungan sekitarnya. Permasalahannya antara lain polusi udara karena baunya dan polusi air karena penangan air lindinya (*leacheate*) yang kurang bagus, serta juga wabah penyakit yang ditimbulkan oleh sampah-sampah organik.

Pengelolaan sampah di kota Banda Aceh dilakukan oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP). Kegiatan yang dilakukan dimulai dari pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan sampai pada akhirnya ke TPA sampah. Lokasi TPA Kota Banda

Aceh, berada di daerah Gampong Jawa yang terletak di bagian utara Kota Banda Aceh. Lokasi TPA ini berdekatan dengan muara Krueng Aceh, yang berjarak 3.5 km dari pusat kota dan luas lahan yang disediakan 21 Ha [1].

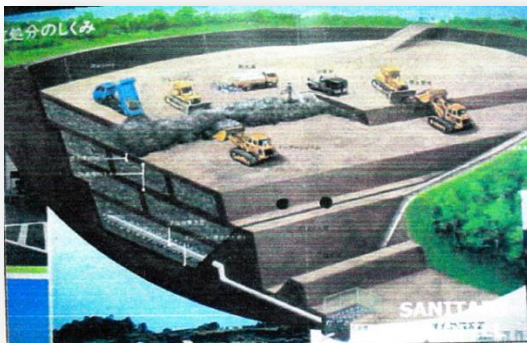
Gambar 1. Tumpukan sampah di Gampong Jawa.



TPA Gampong Jawa ini dibangun sejak tahun 1990 dan pengolahan sampah dilakukan secara *open dumping*, yaitu sampah dibuang begitu saja di lokasi TPA, sehingga menimbulkan dampak pencemaran. Di antaranya bau yang tidak sedap, sampah berserakan, dan menjadi sarang bibit penyakit. Setelah kejadian tsunami pada Desember

2004, pengolahan sampah di lokasi TPA berubah, dari yang awalnya secara *open dumping* menjadi *sanitary landfill*, yaitu sampah yang dibuang ditutup dengan tanah dan dipadatkan dengan alat berat. Kemudian di lapisan atasnya dituangkan sampah berikut tanah secara berlapis dan dipadatkan lagi [5].

Pengelolaan TPA sampah yang kurang baik yang tidak memenuhi dan memperhatikan kaidah pengelolaan sampah dapat menimbulkan permasalahan yang lebih serius di kemudian hari. Umumnya sampah organik dan anorganik tidak dipisahkan di TPA. Sehingga menimbulkan kekhawatiran akan adanya rembesan air lindi akibat timbunan sampah yang dapat mencemari air tanah bawah permukaan di lokasi tersebut. Air tanah yang tercemar oleh limbah cair, seperti logam berat atau fluida beracun lainnya, dapat membahayakan masyarakat di sekitarnya. Oleh karena itu, informasi mengenai pola penyebaran limbah cair di bawah permukaan sangat diperlukan untuk menghindarkan masyarakat dari bahaya pencemaran limbah cair dari TPA sampah tersebut.



Gambar 2. Konstruksi TPA Gampong Jawa Banda Aceh [1].

Untuk mengatasi permasalahan di atas, perlu dilakukan pengkajian sifat kelistrikan bawah permukaan melalui nilai resistivitas lapisan tanah dengan menggunakan metode *very low frequency* (VLF). Metode VLF merupakan salah satu metoda elektromagnetik yang bertujuan untuk mengukur konduktivitas atau resistivitas listrik berdasarkan induksi gelombang elektromagnetik sekunder. Gelombang ini merupakan gelombang hasil induksi elektromagnetik yang berfrekuensi sangat rendah berkisar antara 15 – 30 KHz yang tersebar di permukaan bumi dan ionosfer. Dalam pengukuran medan primer akan menghasilkan arus pada medan sekunder, yaitu medan dari pemancar elektromagnetik VLF dengan medan dari obyek benda geologi yang tergantung dari posisi benda konduktif. Oleh karena itu, pengukuran dari medan total (primer + sekunder) pada permukaan bumi

dapat membantu dalam pendeteksian struktur konduktif pada suatu areal pengukuran [2].

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran limbah cair atau air lindi di lokasi TPA Gampong Jawa melalui penentuan nilai resistivitas bawah permukaan menggunakan metode VLF.

II. METODOLOGI

Lokasi Penelitian

TPA Gampong Jawa merupakan lokasi tempat pembuangan akhir sampah yang terdapat di kota Banda Aceh, sehingga seluruh sampah yang ada di dalam Kota Surabaya dan sekitarnya berakhir dibawa ke sana. Secara geografis, TPA Gampong Jawa ini berada di antara 112°37'58 BT-112°38'01 BT dan 7°13'02 LS - 7°13'19 LS, yang secara geologis berada di dekat muara sungai Krueang Aceh yang termasuk dalam lembar Banda Aceh.

Alat dan Bahan

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

Tabel 1. Peralatan dan Bahan

| No. | Alat dan Bahan | Jumlah |
|-----|------------------------------|------------|
| 1 | Peralatan T-VLF IRIS | 1 set |
| 2 | Baterai 1,5 volt | 6 buah |
| 3 | Baterai 9 volt | 1 buah |
| 4 | Elektroda | 2 buah |
| 5 | Meteran | 1 buah |
| 6 | GPS | 1 buah |
| 7 | Kompas geologi | 1 buah |
| 8 | Kabel | Secukupnya |
| 9 | <i>Interpex 1D Inversion</i> | 1 set |

Metode Pengukuran

Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh transmiter VLF yang terdiri dari sebuah medan magnetik (**H**) dan medan listrik (**E**), arus listrik dialirkan ke dalam bumi dimana bumi dianggap homogen yang tersusun dari lapisan-lapisan horizontal, dengan medan magnet yang dihasilkan secara horizontal berada dalam arah antenna pada berikut:

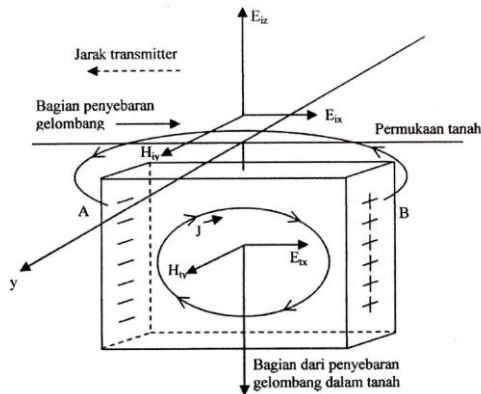
*Pendeteksian lapisan konduktor dengan anomali medan **H***

Dalam kasus ini, sebuah gelombang tanah VLF tiba pada bagian daerah yang tertutup dari suatu pengukuran, diilustrasikan dalam Gambar 3. Hal

ini sering disebut sebagai "polarisasi medan listrik E", letak vektor E dalam bidang vertikal sampai pada bidang yang tertutup dan medan H merupakan perpotongan garis yang tersembunyi dan untuk bagian yang optimal menyebabkan arus dalam konduktor letaknya sesuai dengan lapisan geologi.

Anomali medan E dan resistivitas semu

Medan listrik di dalam tanah hanya menghasilkan medan E_{ix} yang baik. Jumlah dari medan listrik (osilasi) pengisian densitas ini dihasilkan pada permukaan dari konduktor pada A dari B (**Gambar 3**) dalam interaksi dengan batuan atau logam. Pada medan listrik E_{iz} yang kedua berlawanan dengan E_{ix} yang menyertainya sepanjang titik anomali yang bagian terkuatnya berada di atas konduktor. Jika medan listrik diukur sepanjang titik yang berbeda dari anomali dengan cara antenna listrik (sebuah kabel) diletakkan tegak lurus anomali, di atas medan yang konduktor akan menjadi minimum.



Gambar 3. Konduktor yang terhubung secara paralel ke bagian penyebaran dari gelombang VLF di dalam tanah (polarisasi E) [4].

Untuk peralatan VLF, perbandingan medan E dengan medan H merupakan bagian dari "Ω" dan disebut sebagai gelombang impedansi. Sehingga untuk $\mu = \mu_0$ akan diperoleh resistivitas semu dari lapisan tanah yang diukur, yaitu:

$$|E / H| = (\mu\epsilon\rho)^{1/2} \quad (2.1)$$

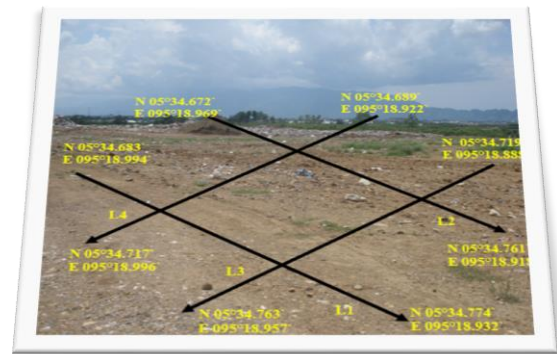
$$\rho = \frac{1}{2\pi\mu_0\nu} \left| \frac{E}{H} \right|^2 \quad (2.2)$$

dimana :

- ρ : Resistivitas semu (Ωm)
- μ_0 : Permeabilitas magnet ($4\pi \cdot 10^{-7} \Omega \text{ s m}^{-1}$)
- ν : Frekuensi (Hz)
- E : Medan listrik (V/m)
- H : Medan magnet (A/m) [6]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

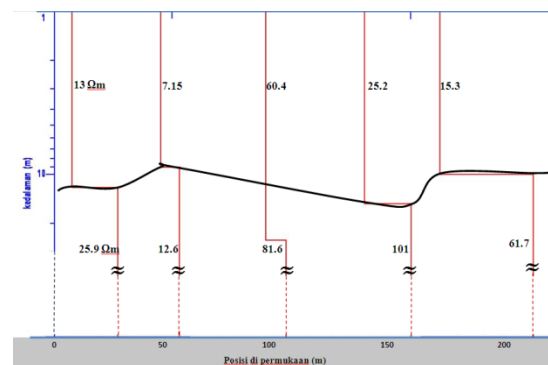
Data hasil pengukuran yang diperoleh dengan menggunakan instrumen T-VLF untuk resistivity mode adalah intensitas medan E dan intensitas medan H, serta koordinat titik pengukuran yang diukur dengan GPS. Sumber gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam pengukuran dengan T-VLF ini berasal dari stasiun pemancar JJF4 Jepang (22.200 Hz), NWC Australia (22.300 Hz), dan UMS Moskow (17.100 Hz). Sedangkan koordinat titik pengukuran seperti terlihat pada Gambar 4.



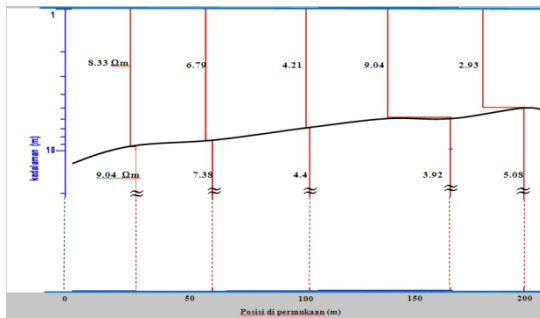
Gambar 4. Koordinat dan arah lintasan pengukurannya.

Data-data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan adalah beda fase (Φ°), medan listrik (E) dan medan magnet (H). Kemudian dengan menggunakan Persamaan (2.2) dapat diperoleh nilai resistivitas semu (ρ). Selanjutnya data kedalaman penetrasi (*skindepth*) dan nilai resistivitas semu digunakan sebagai parameter input untuk pengolahan data inversi dengan menggunakan software *Interpex 1D Inversion*. Dari hasil pengolahan data inversi ini, diperoleh grafik penampang kedalaman terhadap resistivitas sebenarnya dari lokasi yang diteliti, seperti pada Gambar 5 di bawah ini.

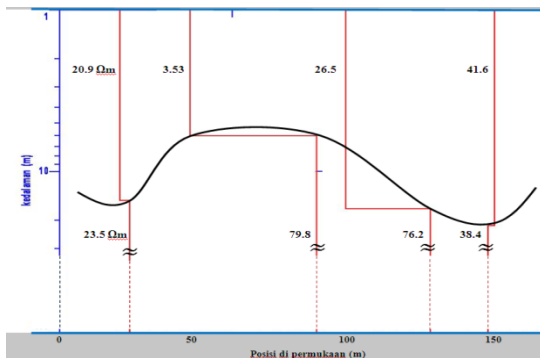
Lintasan L1



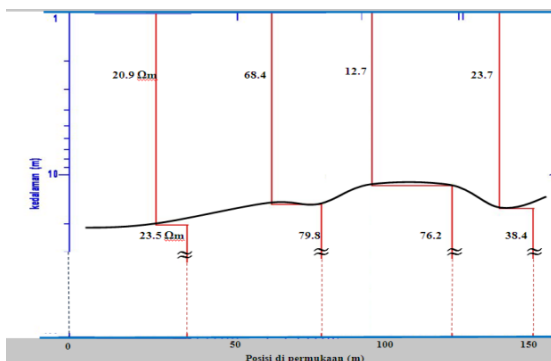
Lintasan L2



Lintasan L3



Lintasan L4



Gambar 5. Penampang resistivitas bawah permukaan pada lokasi TPA untuk lintasan L1, L2, L3, dan L4

Dari hasil inversi data pengukuran dapat dilihat bahwa ketebalan lapisan yang terdeteksi di lokasi TPA ini berkisar antara 0 m sampai 20 m. Penampang kedalaman dari masing-masing lintasan memperlihatkan adanya perbedaan nilai resistivitas tanah yang cukup signifikan, dimana nilai resistivitas dilapisan kedua cenderung lebih besar. Hal ini mengindikasikan bahwa lapisan kedua ini merupakan lapisan impermeable (kedap air)

dibagian lapisan dasar lokasi penimbunan sampah. Sehingga tidak ada air yang keluar maupun masuk melalui lapisan tanah tanah tersebut. Namun demikian, pada beberapa titik pengukuran terlihat mengalami peningkatan nilai resistivitas, hal ini memungkinkan karena titik pengukuran tepat mengenai lapisan pembatas (lapisan penutup antara).

KESIMPULAN

1. Secara keseluruhan dari keempat lintasan pengukuran di TPA Gampong Jawa diperoleh keadaan bawah permukaan dengan nilai resistivitas yang rendah ($3 \Omega m - 25 \Omega m$) di bagian atas atau pada kedalaman 0 – 15 m dan lapisan di bawahnya dengan nilai resistivitas yang lebih tinggi (antara $25 \Omega m - 100 \Omega m$).
2. Perbedaan nilai resistivitas ini menunjukkan bahwa TPA Gampong Jawa memiliki konstruksi yang bisa menahan keluar masuk air, dalam hal ini air lindi dari TPA itu sendiri maupun air sungai yang terdapat sekitar TPA tersebut..

REFERENSI

1. Anonimous, 2008, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Banda Aceh, Banda Aceh
2. S.E. Hartantyo, 2005, *Interpretasi Keberadaan Urat Sulfida Menggunakan Model Dua Lapis Kunezt Terhadap Data Elektromagnetik VLF-R Di Daerah Sangon, Kulon Progo, Yogyakarta*. BSS 191 (1): 1-6.
3. IRIS Instruments, 1997, *T-VLF Operating Manual Book*, IRIS Instrument, Paris.
4. J.M. Reynolds, 1997, *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley & Sons Ltd. UK.
5. Sudarwin, 2008, *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang*. Thesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
6. W.M. Telford, L.P. Geldart, and R.E. Sheriff. 1990, *Applied Geophysics* 2nd ed. Cambridge University Press, USA.