

Studi Rembesan Polutan Sampah Berdasarkan Metode Konduktivitas Elektromagnetik di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batulayang Kota Pontianak

Menas Aswan¹⁾, Joko Sampurno¹⁾, dan Yoga Satria Putra¹⁾

¹⁾Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Tanjungpura
Email :menas_aswan@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan studi untuk mengetahui arah sebaran dan letak akumulasi lindi yang disebabkan oleh polutan sampah di sekitar TPA Batu Layang, menggunakan metode *EM-Conductivity* untuk menentukan distribusi nilai konduktivitas listriknya. Dari hasil interpretasi data, pada kedalaman 3 meter diperoleh nilai konduktivitas antara 10-60 mS/m, sedangkan untuk kedalaman 6 meter diperoleh konduktivitas antara 20-80 mS/m. Dari hasil tersebut diduga rembesan lindi mengalir dari arah Utara ke Selatan sejauh 74 meter dari titik awal penelitian. Akumulasi lindi di TPA Batu Layang diperkirakan berada pada koordinat UTM 49 N; X: 313300-313420, Y: 2680-2700, di Selatan tumpukan sampah lokasi penelitian.

Kata kunci: *EM-conductivity, lindi, konduktivitas.*

1. Pendahuluan

Di kota-kota besar untuk menjaga kebersihan digunakan cara menyingkirkan sampah ke tempat yang jauh dari pemukiman atau yang biasa disebut Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Namun dari pembuangan akhir tersebut ternyata menimbulkan permasalahan baru yaitu adanya sebaran limbah cair. Hal ini disebabkan karena sampah hanya ditumpuk dan menggunung tanpa adanya lapisan geotekstil dan saluran lindi. Akibatnya adalah terjadi pencemaran air tanah dan udara di sekitar TPA.

Metode *EM-conductivity* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui sebaran air tanah. Pengaplikasian metode ini adalah untuk menentukan distribusi nilai konduktivitas listrik dalam satuan S/m (Siemens/meter). Dengan mengetahui besaran tersebut, dapat ditafsirkan bagaimana sifat-sifat dan kondisi di bawah permukaan bumi salah satunya distribusi air tanah baik secara vertikal maupun horizontal.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Batu layang Pontianak merupakan salah satu contoh TPA yang menerapkan sistem Open Dumping. Sampah yang dibuang di tempat ini kebanyakan adalah sampah organik yang berasal dari pasar-pasar dan sampah rumah tangga. Hal ini menyebabkan sampah lebih cepat membusuk dan menghasilkan polutan yang dapat mencemari air tanah.

Berdasarkan permasalahan di atas perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui arah sebaran dan letak akumulasi lindi di sekitar TPA Batu Layang. Pada Penelitian ini sebaran lindi tersebut akan dipetakan dengan menggunakan metode *EM-Conductivity*.

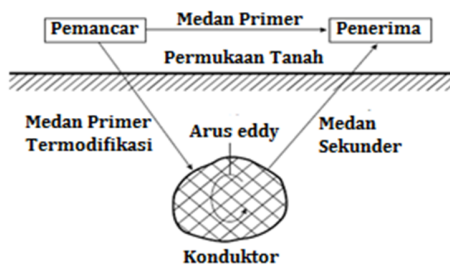
2. LandasanTeori

Metode EM adalah salah satu metode geofisika untuk mengetahui anomali di bawah permukaan yang memanfaatkan sifat medan magnet dan medan listrik (Buttler, 2010).

Medan Konduktivitas EM-31 sering digunakan dalam upaya mencari perubahan struktur dalam tanah yang mungkin mengindikasikan adanya timbunan, pipa atau sumur kering (McNeill, 1980).

Survei elektromagnetik (EM) pada dasarnya diterapkan untuk mengetahui respons bawah permukaan menggunakan perambatan gelombang elektromagnetik yang terbentuk akibat adanya arus bolak-balik dan medan magnetik. Medan elektromagnetik primer dihasilkan oleh arus bolak-balik yang melewati sebuah kumparan yang terdiri dari lilitan kawat. Respons bawah permukaan berupa medan elektromagnetik sekunder dan resultan medan terdeteksi sebagai arus bolak-balik yang menginduksi arus listrik pada koil penerima (*receiver*) sebagai akibat adanya induksi elektromagnetik. Secara detil, tahapannya sebagai berikut (Frohlich, 1982) :

- a. Medan EM primer dihasilkan dengan melewati arus AC melalui kumparan kawat (*transmitter*).
- b. Medan EM yang dihasilkan akan merambat di atas dan di bawah permukaan.
- c. Jika ada material konduktif di bawah permukaan, komponen magnetik dari gelombang EM menginduksi arus eddy (AC) di dalam konduktor.
- d. Arus *eddy* menghasilkan medan EM sekunder yang terdeteksi oleh penerima.
- e. Penerima juga mendeteksi medan primer (medan yang terdeteksi adalah kombinasi dari medan primer dan sekunder yang memiliki fase dan amplitudo berbeda).
- f. Setelah kompensasi pada bidang utama (yang dapat dihitung dari posisi relatif dan orientasi dari kumparan), baik besaran dan fase relatif bidang sekunder dapat diukur.
- g. Resultan dari medan primer dan sekunder memberikan informasi tentang geometri, ukuran dan sifat listrik dari konduktor bawah permukaan.



Gambar 1. Skema pengukuran metode EM. (Frohlich, 1982).

Pada instrumen survei elektromagnetik, koil penerima mendeteksi medan primer dan sekunder dengan beda fase tertentu. Besaran fisis yang terdeteksi berupa konduktivitas bahan dalam satuan Siemen/meter yang merupakan kebalikan dari resistivitas. Seperti pada survei konduktivitas, konduktivitas yang terukur merupakan konduktivitas semu sesuai dengan persamaan (Kearey *et al.*, 2002) :

$$\sigma_a = \frac{4}{\omega \mu_0 s^2} \left(\frac{H_s}{H_p} \right) \quad (1)$$

Dimana, σ_a = konduktivitas semu (Siemen/m)

H_s = medan magnet sekunder (Tesla)

H_p = medan magnet primer (Tesla)

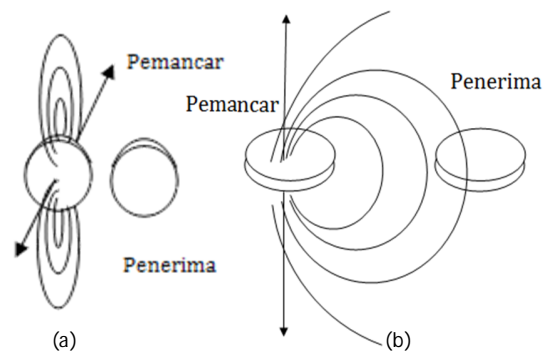
μ_0 = permeabilitas ruang hampa

s = jarak antara koil pemancar dan koil penerima (meter)

ω adalah:

$$\omega = 2\pi f \quad (2)$$

Metode EM domain frekuensi memaparkan sinyal kontinu dengan frekuensi pasti. Contoh dari instrumen EM domain frekuensi adalah Geonics EM31 dan EM34. Instrumen ini pada umumnya menggunakan cara pemetaan untuk mengetahui variasi di bawah permukaan. Jarak pasti antar koil dari EM31 adalah 3,67 meter dengan frekuensi kerja 9,8 kHz. Penetrasi kedalaman untuk sistem *loop horizontal coplanar* (HCP) dapat mencapai 3 meter dan untuk penetrasi kedalaman sistem *loop vertical coplanar* (VCP) dapat mencapai kedalaman 6 meter. Dengan menggabungkan dua teknik di atas akan didapatkan pengukuran konduktivitas lebih jelas sebagai fungsi instrumen untuk kedua dipol vertikal dan horisontal (Sianturi. *dkk*,2012).



Gambar 2. (a) sistem *loop vertical coplanar* (VCP) dan (b) sistem *loop horizontal coplanar* (HCP)

3. Metodologi

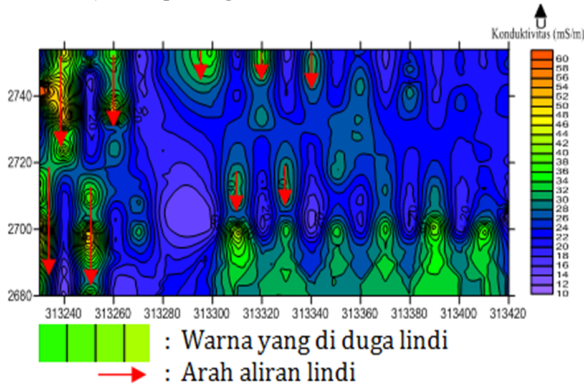
Metode penelitian meliputi studi literatur, mempelajari prinsip dan aplikasi EM, karakter sebaran limbah cair, mempelajari perangkat lunak *Software Surfer 9* dan cara kerja alat *GF Instrument conductivity meter*. Selanjutnya menentukan lokasi penelitian dan dilakukan akuisisi data sebelum di *Plotting* untuk memperoleh peta kontur. Analisis dilakukan untuk mengetahui arah sebaran dan letak akumulasi lindi di TPA Batu Layang.

Pengukuran yang dilakukan oleh Rachman, (2008) diperoleh nilai konduktivitas lindi wilayah TPA Batulayang berkisar antara 41-47 mS/m. Nilai konduktivitas tersebut digunakan sebagai acuan

untuk menentukan keberadaan letak akumulasi lindi.

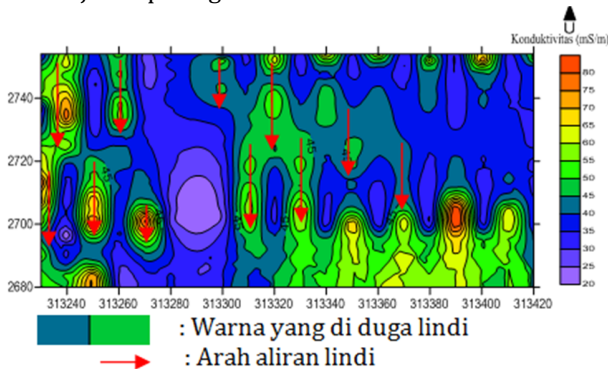
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengolahan data yang menunjukkan arah rembesan lindi pada kedalaman 3 meter ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Arah rembesan lindi pada kedalaman 3 meter

Hasil dari pengolahan data yang menunjukkan arah rembesan lindi pada kedalaman 6 meter ditunjukkan pada gambar 4.



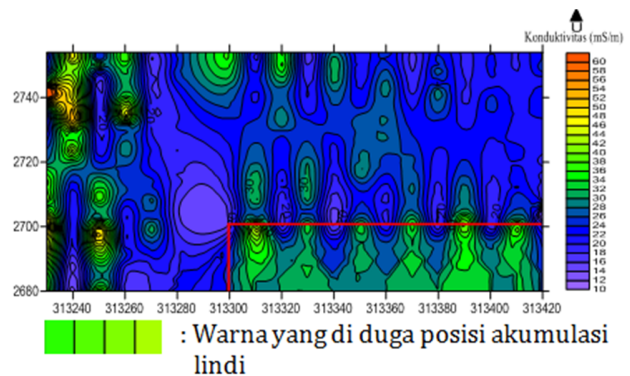
Gambar 4. Arah rembesan lindi pada kedalaman 6 meter

Dari gambar 3 dan 4 dapat dijelaskan bahwa, sebaran lindi dengan nilai konduktivitas antara 41-47 mS/m diperkirakan mengalir sejauh 74 meter (arah Selatan). Dari gambar tersebut terlihat bahwa, konduktivitas pada daerah yang terletak dekat dengan tumpukan sampah ternyata lebih rendah dari pada daerah di titik Timur dan titik Selatan. Hal ini membuktikan bahwa aliran lindi diperkirakan mengalir ke arah Selatan dengan melewati jalan dan parit. Daerah Selatan penelitian diperkirakan merupakan tempat rembesan lindi yang mengalir dari pusat tumpukan sampah. Faktor utama yang mempengaruhi lindi merembes ke arah Selatan (perkebunan) disebabkan topografi wilayah

tersebut lebih rendah dibandingkan dengan tempat tumpukan sampah. Rembesan lindi ke wilayah sekitar perkebunan juga ditunjukkan oleh selalu basahnya lahan perkebunan serta suburnya tanaman-tanaman yang berada di area perkebunan tersebut.

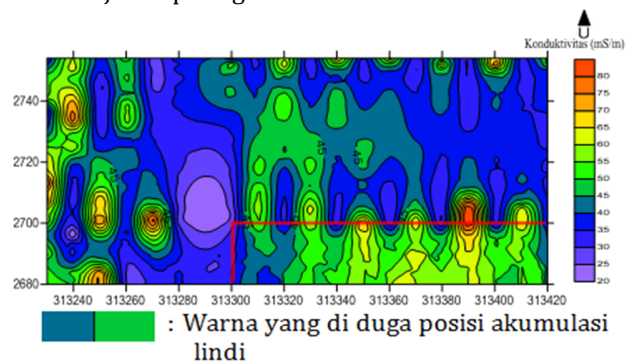
Rembesan lindi diperkirakan mengalir ke arah Selatan dari lokasi penelitian yang terdapat pemukiman warga. Seperti halnya fluida yang lain, limbah cair ini menyebar mengikuti topografi bawah tanah yang ada di daerah tersebut. Jika limbah ini terus menyebar, maka dapat membahayakan bagi warga di sekitar karena kandungan polutan sampah akan terus merembes memasuki sumur penduduk.

Hasil dari pengolahan data yang menunjukkan Akumulasi lindi pada kedalaman 3 meter ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Akumulasi lindi pada kedalaman 3 meter

Hasil dari pengolahan data yang menunjukkan arah rembesan lindi pada kedalaman 6 meter ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Akumulasi lindi pada kedalaman 6 meter

Dari gambar 5 dan 6 dapat dijelaskan bahwa akumulasi lindi dengan nilai konduktivitas antara 41-47 mS/m diduga berada pada koordinat UTM 49 N; X:313300-313420, Y:2680-2700 (arah

Selatan). Dari gambar tersebut terlihat bahwa, daerah Selatan berwarna biru-hijau diperkirakan sebagai tempat akumulasi lindi, dikarenakan daerah ini lebih rendah dan juga merupakan arah rembesan lindi dari tumpukan sampah. Pada kedalaman 3 meter di bawah permukaan tanah akumulasi penyebaran lindi sama dengan pada kedalaman 6 meter, namun nilai konduktivitas lindi pada kedalaman 6 meter lebih tinggi. Hal ini diperkirakan terjadi karena di bawah permukaan tanah terdapat akumulasi lindi dan mineral lainnya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari penyelidikan dengan metode *EM-Conductivity* diketahui bahwa arah rembesan lindi mengalir dari Utara ke arah Selatan sejauh 74 meter dari titik awal penelitian. Sebaran lindi ini diduga berakumulasi di sekitar koordinat UTM 49 N; X:313300-313420, Y:2680-2700 (arah Selatan).

Daftar Pustaka

- Buttler, D. K., 2010, *Near Surface Geophysics*. The McGraw-Hill Companies, Inc., United States.
- Frohlich, Bruno., 1982, *Electromagnetic Surveying in Current Middle Easter Archaeology : Application and Evaluation*, Society of Exploration Geophysicists Press, Washington DC.
- Kearey, P., Brooks, M., dan Hill, I., 2002, *An Introduction to Geophysical Exploration*, Edisi ke-3, Blackweell Science Ltd, Malden, USA, Australia, Carlton, France.
- McNeill, J.D., 1980, *Electromagnetic Terrain Conductivity Measurement*, Geonic Technical Note TN-6.
- Sianturi, Guntur., 2012, *Pemodelan Dan Inversi Numerik Untuk Sistem Loop-Loop Elektromagnetik Domain Frekuensi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung (Skripsi).