

Investigasi Tangki Bawah Permukaan dengan Menggunakan *Conductivity Multi Depth* (CMD) di Perta Arun Gas (PAG) Lhokseumawe

Investigation of Buried Tank by Using Conductivity Multi Depth (CMD) at Perta Arun Gas (PAG) Lhokseumawe

Asrillah¹, Marwan^{1,2,*}, Muzakir Zainal¹

¹Jurusan Teknik Kebumihan Prodi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Unsyiah

²Jurusan Fisika FMIPA Unsyiah

Received Mei, 2017, Accepted June, 2017

Investigasi keberadaan tank/bunker yang tertimbun telah dilakukan dibagian area PT Perta Arun Gas (PAG) Lhokseumawe dengan menggunakan metode *Conductivity Multi Depth* (CMD) yang dilengkapi dengan satu set alat CMD. Enam buah lintasan pengukuran yang memiliki panjang 66 m dan memiliki spasi diantaranya 1 m telah didesain untuk mencakup area dugaan target. Hasil investigasi menunjukkan bahwa adanya keberadaan tangki/bunker. Keberadaan tangki/bunker tersebut sebagai hasil interpretasi nilai-nilai konduktivitas listrik yang bervariasi mulai dari 1210-1320 $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ atau setara dengan -227,26 sampai dengan -227,82 ppt. Dari variasi nilai konduktivitas listrik, maka dapat disketsa dimensi dari tangki/bunker dimana tangki tersebut terdiri dari 3 bagian dengan ukuran yang berbeda. Bagian pertama memiliki diameter 1 m dan panjang 8 m. Bagian kedua memiliki diameter 2,8 m dan panjang 11 m, sedangkan bagian terakhir memiliki diameter 2,5 m dan panjangnya 19 m, sehingga panjang keseluruhan tangki adalah 38 m. Kedalaman tangki tersebut dari bagian yang paling kecil ke besar secara berturut-turut adalah 1 m, 3 m dan 4 m. Secara umum dapat dikatakan bahwa metode ini berhasil diaplikasikan untuk mendeteksi benda-benda logam yang tertanam.

The investigation of buried tank was performed at the part of PT. Perta Arun Gas (PAG) area, Lhokseumawe by using the Conductivity Multi Depth (CMD) method and equipped by one-set of the apparatus. The six spreads of data acquisition whose 66 m long for every spread and 1 m spacing between them were set intending to cover the subsurface target and get a good resolution of its image. The result shows that there is an existed tank. This finding was derived according to electrical conductivity values where generally they vary from 1210 to 1320 $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ or equivalent to -227,26 until -227,82 ppt. From this various electrical conductivity the image of tank/bunker was sketched. The tank is consisted of three different sizes where the first part has the diameter 1 m in length and 8 m long. The second part is 2,8 m in diameter and has 11 m long, while the last part has a dimension 2,5 m in diameter and 19 m long. So that the total length of the tank is 38 m. Furthermore the depth of every part from the smallest to biggest is in average 1 m, 3 m dan 4 m respectively. In conclude it can be said this method proved that its application in detecting the burried metal objects is effectively successful.

Keywords: CMD, Konduktivitas Listrik, PAG

Pendahuluan

Penentuan lokasi benda-benda yang tertanam (*buried objects*) seperti tangki, pipa, kabel sangat penting untuk diketahui. Keberadaan benda-benda tersebut umumnya berada pada kawasan penduduk dan industri yang mempunyai latar belakang kebutuhannya masing-masing. Untuk mengetahui lokasi dan geometri dari objek-objek yang tertanam di bawah permukaan, salah satu metode geofisika yaitu *Conductivity Multi Depth* (CMD) dapat memberikan hasil yang lebih efektif. Metode CMD tersebut menggunakan gelombang elektromagnetik (EM). Dengan menggunakan gelombang EM, metode CMD memiliki konsep dan aplikasi yang sama dengan metode elektromagnetik yang lainnya, seperti Gradiometer (Chin, D. C et al., 1999). Metode ini juga dikenal dengan *Electrical Conductivity Object Locator* (ECOL) yang menggunakan peta konduktivitas listrik untuk membedakan benda asing yang tertimbun di bawah permukaan tanah, dimana benda asing tersebut memiliki konduktivitas berbeda dengan konduktivitas tanah/material bumi yang disekelilingnya. Metode elektromagnetik merupakan salah satu metode dalam eksplorasi geofisika yang umumnya digunakan untuk pencarian bahan-bahan yang memiliki sifat konduktivitas yang lebih tinggi. Dalam pengukurannya metode elektromagnetik sangat praktis baik dari segi waktu maupun biaya.

Metode CMD menggunakan gelombang EM yang dipancarkan melalui *transmitter* sebagai medan magnetik utama kemudian menginduksikan konduktor (medium bawah permukaan) menghasilkan medan magnetik sekunder sebagai respon dari perubahan litologi, kehadiran air tanah, kontaminasi tanah karena mengandung zat-zat konduktif, adanya benda-benda infrastruktur di bawah permukaan, fondasi dan elemen-elemen baja serta adanya benda-benda yang bersifat feromagnetik seperti kabel, pipa dan lain-lain. Besarnya medan magnetik sekunder yang dihasilkan oleh benda-benda konduktif tersebut diukur oleh *receiver* dan kemudian diubah menjadi parameter konduktivitas listrik semu, (mS/m) (Cygil, A et al., 2015). Peta konduktivitas semu (Csabafi, R et al., 2012) yang tidak sefase (*out-of-phase values*) dapat menjelaskan interpretasi tentang geologi, sementara konduktivitas semu yang sefase (*inphase*) dapat menggambarkan nilai rata-rata suseptibilitas magnetik.

Metode elektromagnetik dapat digunakan untuk menentukan lokasi dari anomali (objek yang dicari) dengan akurat berdasarkan perbedaan nilai konduktivitas yang ada disekitarnya. Jika terdapat benda-benda yang tertanam di bawah permukaan dan terbuat dari bahan-bahan logam, besi, seperti tangki atau bunker dengan mudah ditentukan dengan menggunakan metode CMD ini.

Aplikasi lain dari metode CMD ini juga diterapkan dalam bidang pertanian yaitu untuk mengukur konduktivitas dari tanah. Peta konduktivitas tanah dapat digunakan sebagai indikator langsung untuk sifat fisik tanah pertanian, seperti sifat kelembaban (Corwin and Lesh, 2003). Kelembaban tersebut terkait langsung dengan jumlah kandungan air dalam tanah yang menjadi bagian penting untuk produktivitas pertanian (Tromp-van Meerveld and MacDonnell, 2009). Survei metode CMD ini dengan dilakukan dengan memancarkan gelombang EM di atas permukaan tanpa adanya kontak fisik secara langsung dengan permukaan tanah, dimana sensor yang terdapat pada alat CMD mengukur medan EM yang menghasilkan induksi arus atau medan EM sekunder yang berbanding lurus dengan nilai konduktivitas tanah bawah permukaan (Marwan, 2015).

Area penelitian ini berada dalam kawasan PT. Perta Arun Gas (PAG) yang merupakan anak perusahaan pertamina yang mempunyai bisnis pengalihan terminal penerima (*receiving terminal*) untuk pencairan gas alam. Area tersebut merupakan bekas area PT. Arun NGL. Co. Secara administratif area penelitian termasuk dalam kecamatan Muara Satu Kota Lhokseumawe. Kawasan pengukuran data merupakan lokasi pesisir pantai yang umumnya terdiri dari pasir dan tanah timbun. Area pengukuran banyak terdapat konstruksi industri yang berbahan dasar besi, sehingga sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran.

Sehubungan dengan adanya perencanaan konstruksi bangunan di area tersebut oleh PT. PAG, maka penelitian ini dilakukan untuk menentukan kedalaman dan geometri dari tangki/bunker yang tertanam. Tangki yang tertanam tersebut merupakan bekas penggunaan PT. Arun NGL. Co.

Metodologi

Peralatan pengukuran yang digunakan pada penelitian ini adalah *Conductivity Multi Depth* (CMD) seperti yang dirincikan pada Tabel 1 dan Gambar 1. Sebelum pengukuran data untuk

penentuan lokasi keberadaan tangki/bunker, maka terlebih dahulu dilakukan pengecekan keadaan lokasi untuk menentukan lintasan dan sketsa pengukuran seperti pada Gambar 2. Pengambilan data dilakukan dengan enam lintasan, dimana panjang setiap lintasan berjarak 66 m. Enam lintasan ini diperkirakan dapat mencakup area pemetaan target.

Tabel 1. Daftar Peralatan Penelitian

No	Peralatan Penelitian	Jumlah
1.	Consul Display CMD	1 unit
2.	Kabel Probe	1 unit
3.	Charger Adaptor	1 unit
4.	Car Charger	1 unit
5.	Kabel Download	1 unit
6.	Slot Baterai Eksternal	1 unit
7.	Sabuk Pinggang dan Aksesoris	1 unit
8.	Sabuk penyangga ke punggung	1 unit
9.	Sabuk penyangga ke bahu	1 unit
10.	Batang sensor CMD	1 unit

Spasi antar setiap lintasan pengukuran memiliki jarak 1 m, dengan desain tersebut diharapkan akan mendapatkan hasil dengan akurasi dan resolusi yang lebih bagus mengenai keberadaan dari tangki/bunker tersebut. Pengukuran data di lapangan dilakukan oleh satu operator seperti tampak pada Gambar 3.



Gambar 1 Satu set alat CMD



Gambar 2 Layout pengukuran data. Garis warna merah menunjukkan 6 lintasan pengukuran data.



Gambar 3 Proses pengukuran data dengan menggunakan CMD

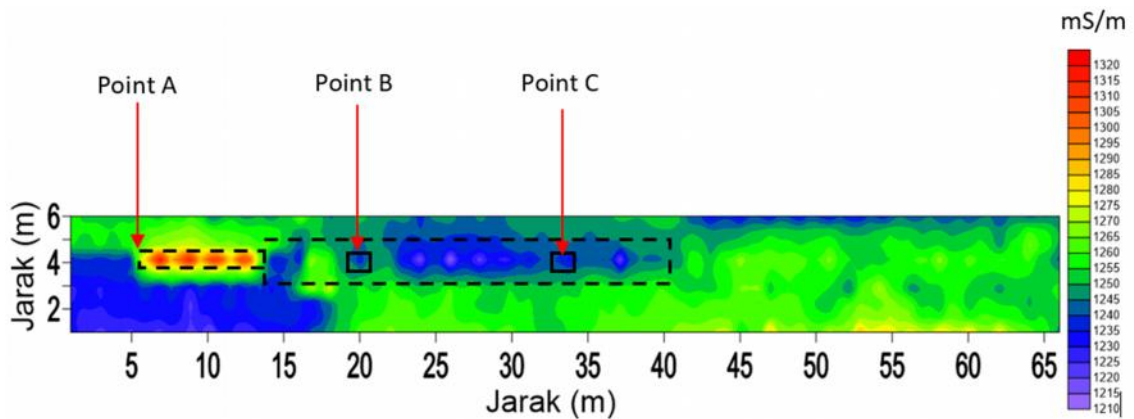
Hasil Penelitian

Pengolahan data *Conductivity Multi Depth* (CMD) menggunakan software *Surfer 8* untuk mendapatkan kontur nilai konduktivitas, sehingga dapat menggambarkan posisi bunker berdasarkan perbedaan nilai konduktivitas dari besi bunker dengan area disekitarnya. Pada proses pengolahan data sendiri digunakan beberapa jenis filter data yang tersedia pada software *Surfer 8* untuk menghilangkan *noise* dari data yang terukur. Dengan demikian akan didapatkan data dengan kualitas yang lebih bagus.

Data yang didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan metode ini berupa nilai konduktivitas listrik bawah permukaan dalam satuan miliSiement per meter (mS.m^{-1}), dan suseptibilitas magnetik dalam *part per thousand* (ppt). Suseptibilitas dengan satuan ppt digunakan sebagai parameter kedua (konduktivitas semu) dalam bentuk *inphase* yang juga merupakan kuantitas yang relatif dalam satuan ppt dari medan magnetik utama dan terkait erat dengan suseptibilitas material yang diukur (Anonimous, 2016). Menurut *Instrument Conductivity Multi Depth* (CMD) mengukur variasi yang sangat kecil dari konduktivitas listrik dan suseptibilitas relatif, sehingga metode ini dapat digunakan dalam menentukan keberadaan benda yang terbuat dari besi (bunker). Pada penelitian sebelumnya (Clay, 2001) menyatakan data suseptibilitas dan konduktivitas listrik yang diperoleh dapat mempresentasikan bentuk dari konstruksi dibawah permukaan. Respon nilai konduktivitas listrik pada pengukuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. Peta kontur konduktivitas yang diperoleh dari hasil pengukuran terdapat variasi nilai antara $1210\text{-}1320 \text{ mS.m}^{-1}$. Pada area titik pengukuran yang diduga terdapat tangki/bunker (garis putus putus

pada Gambar 4) sebagian didominasi oleh nilai konduktivitas tinggi dan konduktivitas yang rendah. Pada jarak 5–13 m terdapat area tangki/bunker yang terlihat di permukaan dengan dominasi oleh nilai konduktivitas yang rendah. Pada jarak 13–40 m terdapat area tangki/bunker yang tidak terlihat

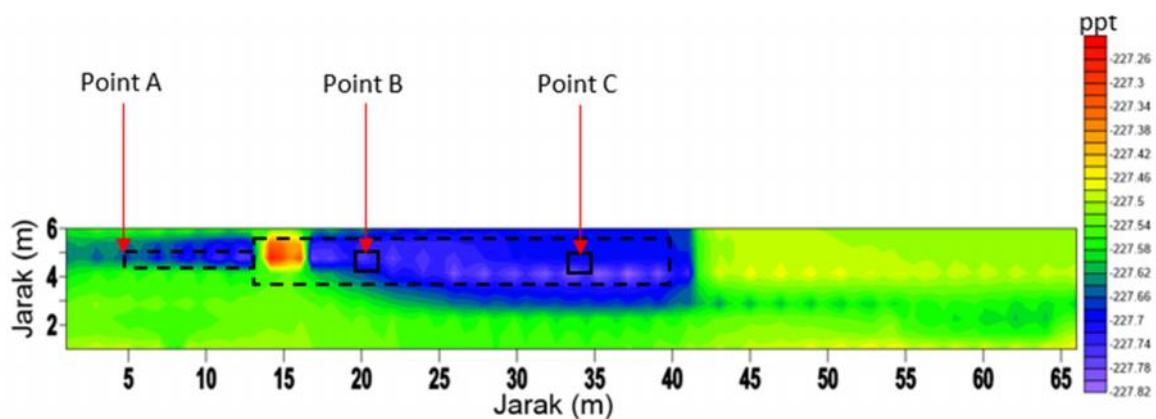
dipermukaan dengan didominasi oleh nilai konduktivitas yang lebih rendah di area sekitarnya. Dominasi nilai konduktivitas yang rendah pada jarak 0–18 m diakibatkan respon dari tumpukan pipa besi yang ada di area tersebut (Gambar 5).



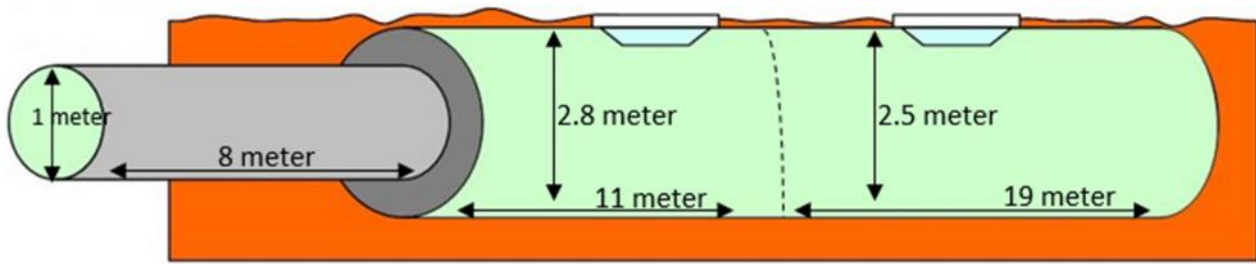
Gambar 4 Peta kontur konduktivitas listrik dari induksi elektromagnetik. Garis putus – putus menunjukkan lokasi tangki/bunker.



Gambar 5 Kontur Suseptibilitas pada lokasi pengukuran. Foto citra satelit menunjukkan lokasi pengukuran dan area disekitarnya.



Gambar 6 Peta kontur suseptibilitas magnetik dari induksi elektromagnetik. Garis putus–putus menunjukkan lokasi tangki/bunker.



Gambar 7 Sketsa hasil interpretasi dari metode conductivity multi-depth. Menunjukkan dimensi dari bunker.

Parameter yang kedua diperoleh dari pengukuran induksi elektromagnetik berupa susceptibilitas relatif. Besarnya nilai susceptibilitas relatif dipengaruhi oleh sifat kemagnetan suatu material yang diinduksikan pada komponen in-phase. Peta kontur susceptibilitas magnetik dari hasil pengukuran komponen in-phase dapat dilihat pada Gambar 6. Peta kontur susceptibilitas magnetik yang diperoleh dari hasil pengukuran terdapat variasi nilai -227.82 sampai dengan -227.26 ppt. Area pengukuran yang terdapat tangki/bunker ditunjukkan dengan garis putus-putus secara umum memiliki respon susceptibilitas yang lebih rendah dengan area disekitarnya. Pada jarak 5–13 m memiliki respon yang rendah, hal ini merupakan respon dari material tangki/bunker yang tertimbun di bawah permukaan. Jarak 13–16 m merupakan respon dari material tangki/bunker yang dapat dilihat di atas permukaan. Sedangkan pada jarak 16–42 m merupakan respon dari material tangki/bunker yang tidak terlihat di permukaan.

Gambar 7 menunjukkan dimensi dari tangki/bunker berdasarkan interpretasi respon dari hasil konduktivitas dan susceptibilitas magnetik seperti terlihat pada Gambar 6 yang kemudian dikonstruksikan berupa dimensi dari tangki/bunker. Gambar 7 juga mendeskripsikan bagian tangki/bunker menjadi tiga bagian. Bagian pertama memiliki dimensi dengan diameter 1 m, panjang 8 m. Bagian kedua memiliki dimensi dengan diameter 2,8 m, panjang 11 m. Sedangkan pada bagian ketiga memiliki dimensi dengan diameter 2,5 m, dan panjang 19 m, sehingga panjang total tangki/bunker adalah 38 m. Semua kedalaman rata-rata dari ketiga bagian tersebut dari yang kecil hingga yang besar secara berturut-turut adalah 1 m, 3 m dan 4 m dari permukaan.

Kesimpulan

Metode Conductivity Multi Depth (CMD) terbukti efektif untuk mendeteksi benda-benda yang tertimbun. Tangki/bunker yang tertanam di area yang termasuk dalam wilayah kerja PT. Perta Arun Gas (PAG) dapat dideteksi dengan jelas. Terdapat gambaran/dimensi tangki yang disketsa berdasarkan interpretasi respon dari hasil konduktivitas dan susceptibilitas magnetik. Terdapat tiga bagian tangki dengan ukuran dimesi yang berbeda yaitu bagian pertama yang berdiameter 1 m dengan panjang 8 m. Bagian kedua dengan diameter 2,8 m dan memiliki panjang 11 m dan bagian yang ketiga berdiameter 2,5 m dengan panjang 19 meter. Ketiga bagian tangki/bunker yang memiliki dimensi yang berbeda tersebut memiliki panjang total 38 meter dan berada antara kedalaman dari setiap bagian pertama, kedua dan ketiga secara berturut-turut adalah 1, 3 dan 4 meter dari permukaan.

Referensi

- Anonimous. 2016. Short Guide for Electromagnetic Conductivity Mapping and Tomography. GF Instrument, s.r.o. Purky ova 144. Brno.
- Chin, D. C., Srinivasan DR. R., dan Ball, R. E. 1999. Discrimination of Buried Plastic and Metal Objects in Subsurface Soil. World Scientific. New Jersey.
- Clay. 2001. Why Two Ways are Always Better than One. Southeastern Archeology. 20 (1) : 31-34.
- Corwin, D.L dan Lesch, S.M. 2003. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principle, and guidelines. Agronomy Journal. 95: 455-471.
- Csabafi, R., Heged s, E., Kakas, K. L., dan Prónay, Z. 2012. Investigating Near-Surface Geophysical Methods to Detect

- Anthropogenic Events. Hungarian Institute of Geology and Geophysics. Budapest.
- Cygal, A., Stefaniuk, M., Kret, A., dan Kurowska, M. 2015. The Application of Electrical Resistivity Tomography (ERT), Induced Polarization (IP) And Electromagnetic Conductivity Meter (ECM) Methods For The Marwan. 2015. A Preliminary Study of The Application of Electromagnetic Conductivity Meter on Soil Properties of Paddy Cultivation Areas at Wue Village, Jantho, Aceh Besar District, Indonesia.
- Tromp-van Meerveld, H.J. and McDonnell, J.J. 2009. Assessment of multi-frequency electromagnetic induction for determining soil moisture patterns at the hill-slope scale. *Journal of Hydrology*. 368: 56–67.