

IDENTIFIKASI PIPA BAWAH LAUT MENGGUNAKAN DATA GEOMAGNET, PERAIRAN BALIKPAPAN, KALIMANTAN TIMUR

SUBSEA PIPES IDENTIFICATION USING GEOMAGNETIC DATA, BALIKPAPAN WATERS, EAST KALIMANTAN

Subarsyah* dan Ali Albab

Balai Besar Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan

*subarsyah@esdm.go.id

Jl. Dr. Djunjunan No. 236 Bandung

Diterima : 14-07-2022, Disetujui : 05-12-2022

ABSTRAK

Transmisi gas dari sumur produksi melalui pipa bawah laut menuju titik distribusi merupakan hal yang sangat penting. Kebutuhan akan gas alam yang sangat tinggi seringkali mendorong pemasangan jaringan pipa gas baru begitupun ketika terjadi gangguan terhadap jaringan pipa yang lama. Pemasangan jaringan pipa baru membutuhkan informasi mengenai lokasi jaringan pipa terpasang. Identifikasi jaringan pipa bawah laut dapat dilakukan dengan survei magnetometer dan menerapkan pengolahan data yang dapat mempermudah identifikasi, tahapan pengolahan data akan dilakukan pada rute pipa bawah laut di Perairan Balikpapan untuk mengidentifikasi keberadaan pipa bawah laut yang sudah terpasang. Metode pengolahan data dilakukan dengan analisis signal sehingga jalur pipa gas bawah laut dapat teridentifikasi dengan lebih baik. Data magnet di Perairan Balikpapan dapat mengidentifikasi setidaknya 4 (empat) jalur pipa gas bawah laut terpasang. Penggunaan metode analisis sinyal memberikan gambaran yang lebih jelas keberadaan pipa gas bawah laut.

Kata kunci: Analisis Sinyal, Anomali Magnet, Balikpapan, Pipa

ABSTRACT

Gas transmission from production wells through subsea pipelines to distribution points is very important. The very high demand for natural gas often prompts the installation of new gas pipelines as well as when there is a disruption to the pipeline network that requires the installation of new pipelines. The installation of a new pipeline requires information on the location of the installed pipeline. Identification of submarine pipelines can be done with a survey magnetometer and apply data processing that can facilitate identification, the data processing stage will be carried out on the pipeline route in the Balikpapan Waters to identify the presence of the existing subsea pipeline. The data processing method is carried out by signal analysis so that underwater gas pipelines can be better identified. Magnetic data in Balikpapan Waters can identify at least five (5) installed submarine gas pipelines. The signal analysis method useful technique to provide a clearer picture of the existence of an underwater gas pipeline.

Keyword: Signal Analysis, Magnetic Anomaly, Balikpapan, Pipeline

PENDAHULUAN

Tingginya tuntutan konsumsi bahan bakar gas dan minyak bumi mempercepat perkembangan fasilitas infrastruktur migas di kawasan Perairan Balikpapan, Kalimantan Timur. Beberapa fasilitas infrastruktur migas yang terdapat di lokasi perairan ini adalah jaringan pipa transmisi minyak dan gas bawah laut, sumur pemboran dan anjungan migas lepas pantai. Mengacu pada lampiran Keputusan Menteri ESDM No. 225 K/11/MEM/2010 tentang Rencana Induk Jaringan Transmisi dan Distribusi Gas Bumi Nasional Tahun 2010 – 2025 di wilayah perairan ini terdapat beberapa fasilitas jaringan pipa migas bawah laut.

Gangguan terhadap proses transmisi bahan bakar gas dan minyak bumi dalam hal ini yang menggunakan pipa gas bawah laut sering terjadi, baik akibat kondisi alami maupun faktor buatan. Kondisi alami atau faktor alam yang sering terjadi adalah gelombang dan arus laut yang seringkali menyebabkan *free span* yang akan menyebabkan getaran pada pipa bawah laut. *Free span* pada pipa ini sangat berbahaya terhadap konstruksi pipa itu sendiri, yang nantinya dapat mengakibatkan kerusakan. Efek jangka panjang dari fenomena *free span* adalah terjadinya *bending* akibat beban statis yang timbul pada pipa, sementara itu beban siklis berakibat pipa terkena beban dinamis. Fenomena *vortex shedding* ditimbulkan akibat beban dinamis, dimana disebabkan getaran atau osilasi pada pipa. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu evaluasi atau analisa terhadap *freespan*

yang terjadi. Aktifitas buatan yang umum terjadi adalah aktifitas manusia, berupa aktifitas nelayan pada saat menggunakan jangkar yang tidak memperhatikan rambu-rambu dan lalai akan keberadaan pipa dasar laut, jangkar ini akan mengakibatkan terjadinya kebocoran pada pipa.

Dengan pertimbangan sering terjadinya gangguan terhadap keberadaan pipa gas bawah laut dan tuntutan penambahan suplai bahan bakar migas yang seringkali menyebabkan adanya penambahan ataupun penggantian jalur pipa baru, maka konstruksi pipa bawah laut membutuhkan informasi akurat terkait posisi pipa gas yang telah terpasang.

Identifikasi infrastruktur bawah laut terutama pipa gas bawah laut dapat dilakukan menggunakan survei magnetometer yang disertai dengan metode pengolahan data tertentu sehingga akan memperjelas posisi dari infrastuktur bawah laut tersebut. Identifikasi keberadaan pipa gas bawah laut dengan menggunakan metode ini dilakukan di wilayah Perairan Balikpapan.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan survei magnetometer secara umum akan memperlihatkan indikasi keberadaan pipa bawah laut baik di atas maupun di bawah permukaan dasar laut. Indikasi ini berupa perubahan intensitas kemagnetan di sekitar pipa bawah laut, dimana idealnya dalam sebuah profil lintasan magnet akan menunjukkan perubahan intensitas magnet berupa pola sinusoidal, Subarsyah, dkk, 2011.



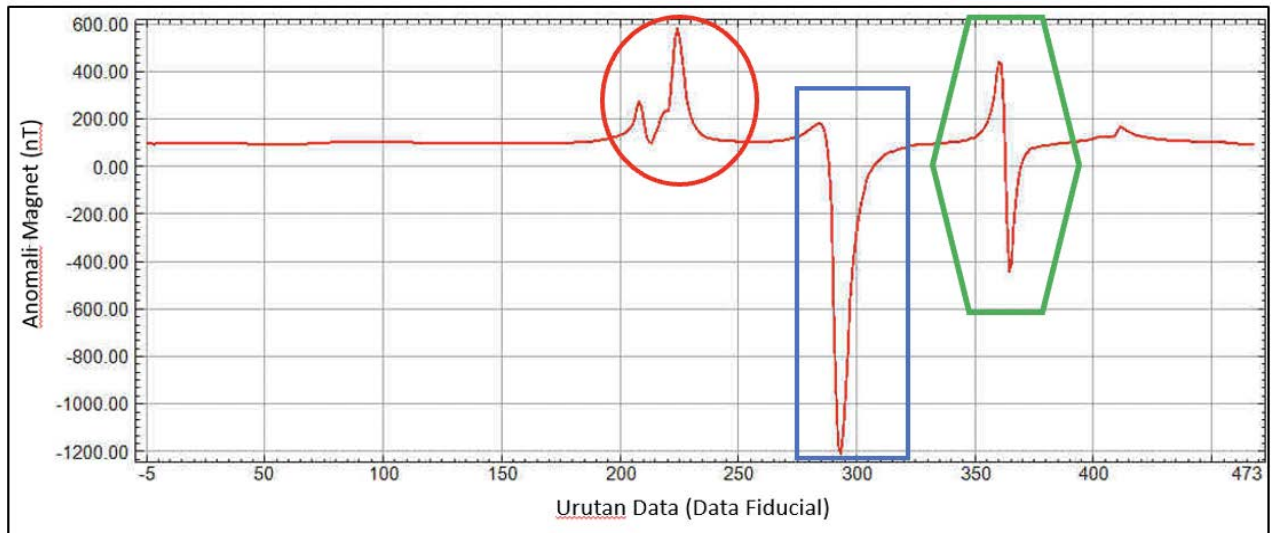
Gambar 1. Lokasi kegiatan penyelidikan

Metode pengolahan untuk mempermudah delinesasi keberadaan pipa bawah laut menggunakan metode analisis sinyal, yang diperoleh melalui kombinasi *horizontal* dan *vertical derivative*. Namun dalam perhitungannya akan sangat mudah dengan menggunakan FFT atau Hilbert Transform. Untuk data di Perairan Balikpapan ini akan dilakukan dengan penerapan FFT

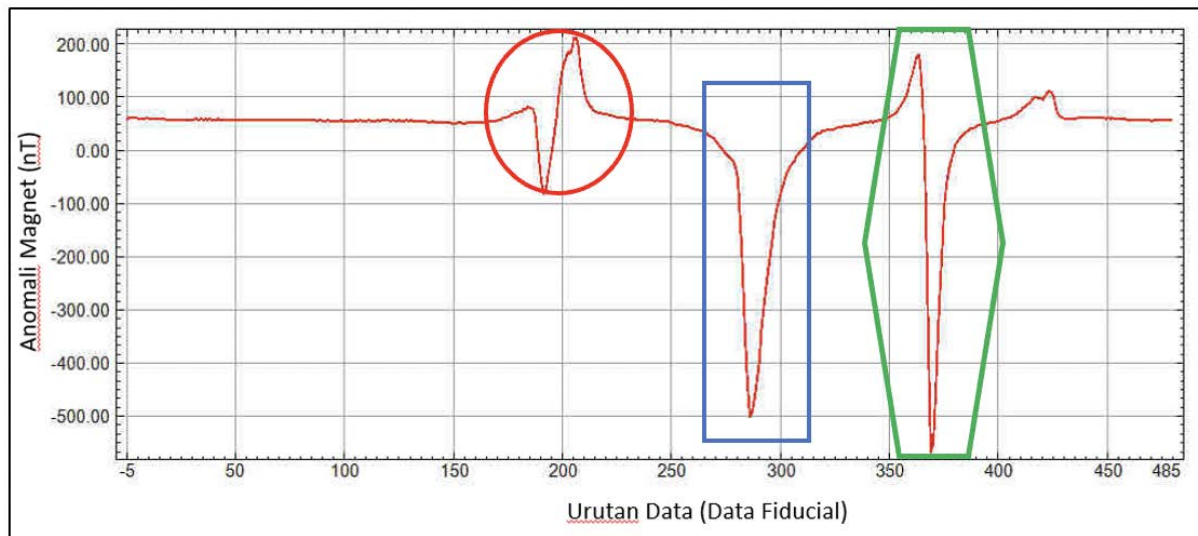
merupakan turunan pertama medan magnet terhadap *X*, *Y*, dan *Z* dalam nT/m.

HASIL PENELITIAN

Respon ideal anomali magnetik terhadap keberadaan pipa bawah laut adalah pola sinusoidal, sedangkan hasil pengukuran memperlihatkan pola anomali magnetik yang



Gambar 2. Penampang anomali magnet TPLS 1, pengukuran pertama



Gambar 3. Penampang anomali magnet TPLS 1, pengukuran kedua

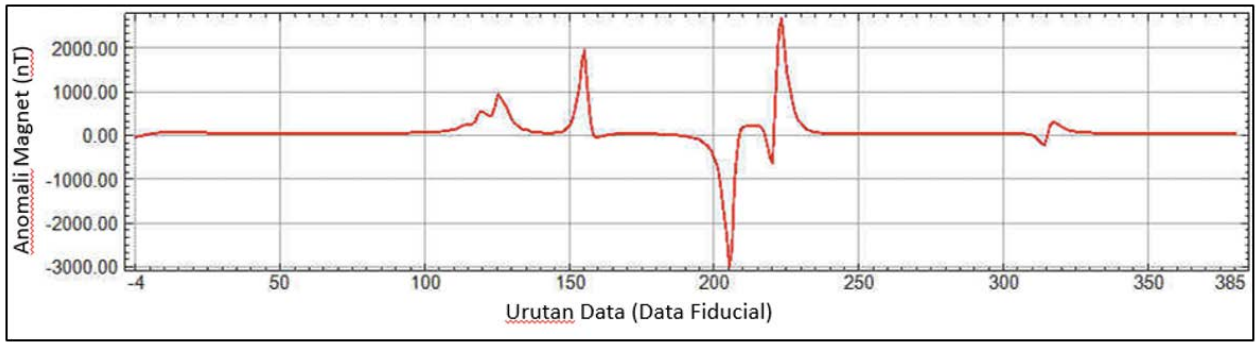
2D. Setelah diperoleh *horizontal* dan *vertical derivative* kemudian dilakukan perhitungan analisis sinyal menggunakan formula, Nabighian, 1972, Roest, et. al, 1992, dibawah ini.:

$$AS = \sqrt{\left(\frac{\partial T}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial Y}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial Z}\right)^2} \quad (1)$$

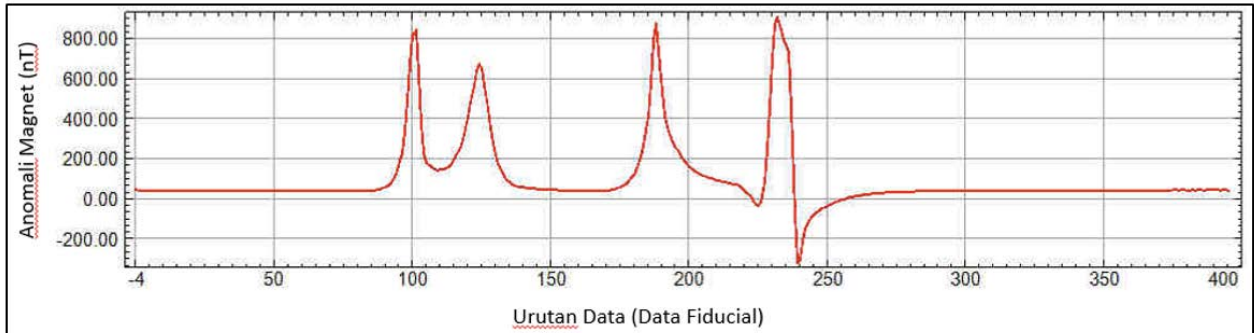
AS merupakan analisis sinyal dalam nT/m, *T* merupakan anomali magnet dalam nT,

bervariasi, baik itu yang mendekati ideal atau sebaliknya memperlihatkan pola cosinusoidal. Profil lintasan magnetik di bawah ini, memperlihatkan pola anomali magnetik akibat keberadaan pipa bawah laut yang dilakukan sebanyak dua kali pada lintasan yang sama. Masing-masing pengukuran pada lintasan yang sama memperlihatkan pola yang berbeda, dan .

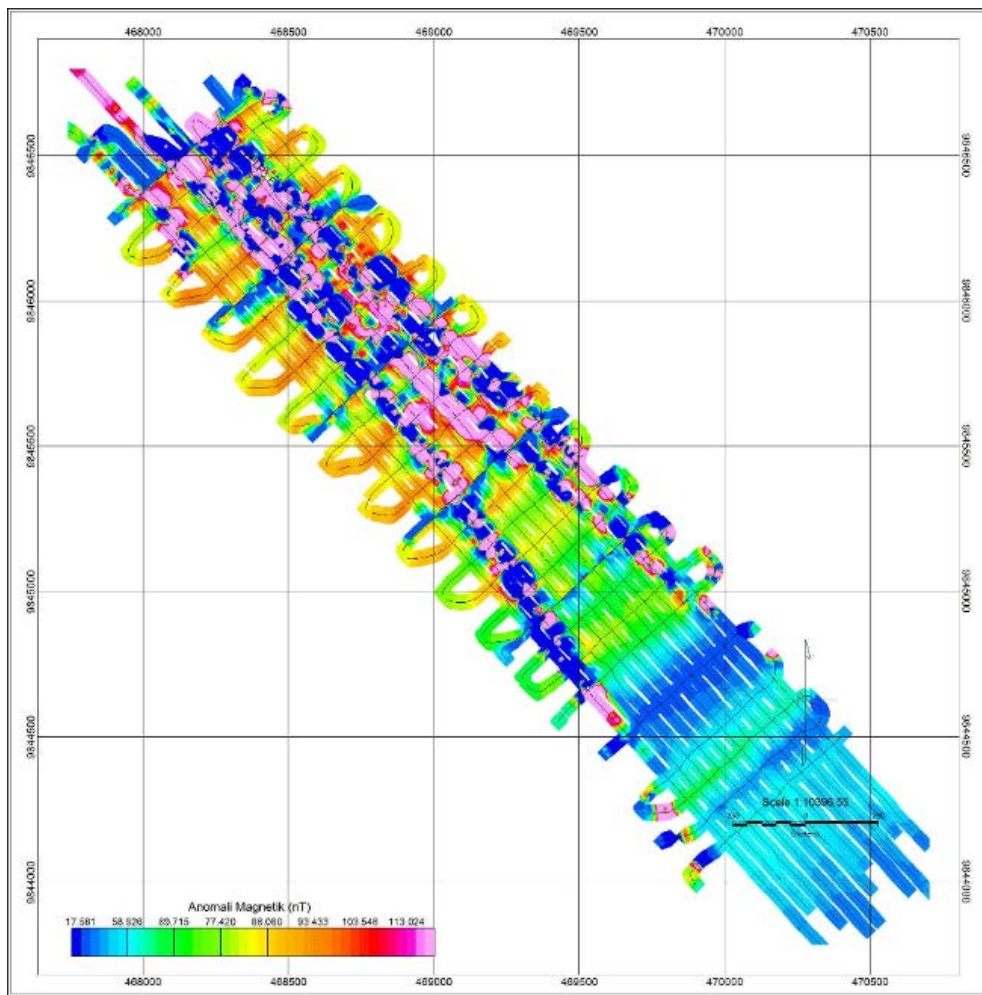
Pola anomali magnet akibat keberadaan pipa bawah laut (pola dengan lingkaran merah) tidak memperlihatkan pola ideal (). Sementara pada , memperlihatkan pola anomali magnetik yang mendekati bentuk ideal.



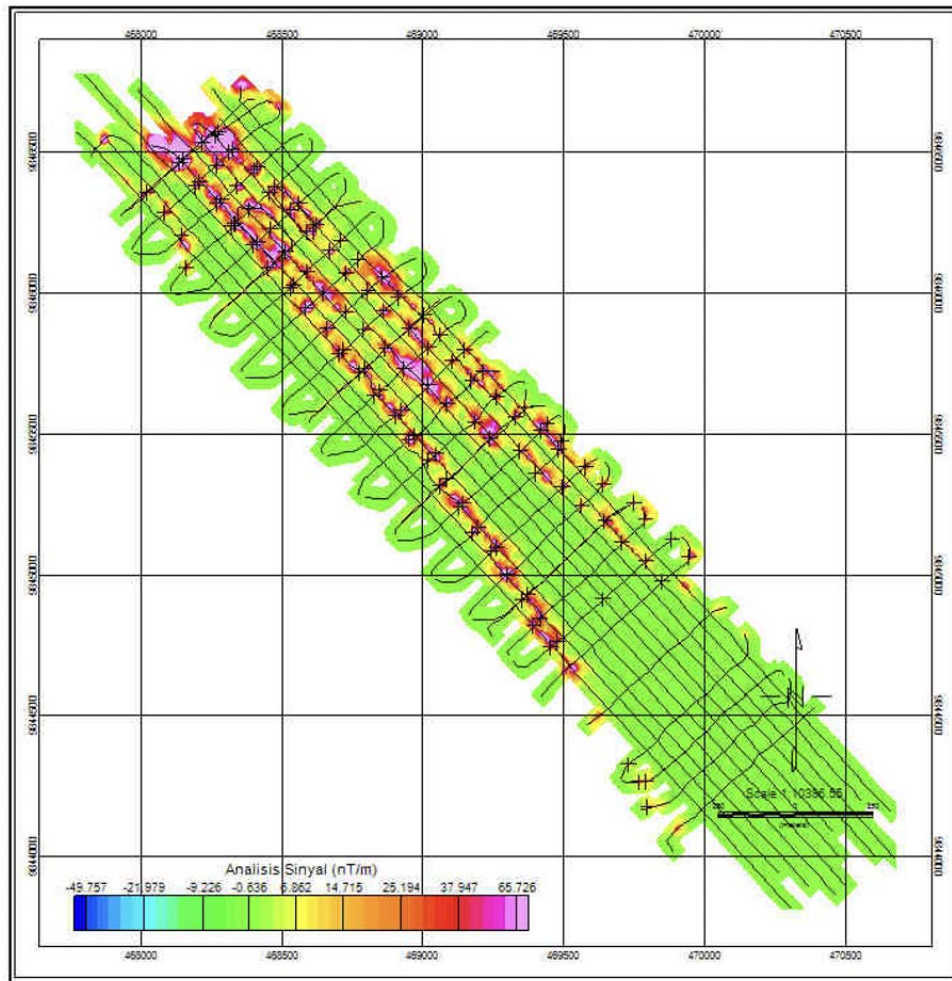
Gambar 4. Penampang anomali magnet TTBH11, menunjukkan ada 5 anomali magnet merupakan indikasi dari keberadaan pipa bawah laut



Gambar 5. Penampang anomali magnet TPLS3, menunjukkan ada 5 anomali magnet merupakan indikasi dari keberadaan pipa bawah laut



Gambar 6. Anomali magnet di area pipa eksisting, Perairan Balikpapan



Gambar 7. Hasil analisis sinyal di area pipa existing, Perairan Balikpapan

Nilai anomali magnetik yang terekam pun relatif sama sekitar 400 nT. Anomali magnet kedua, kotak biru, memperlihatkan pola anomali magnet yang mendekati pola cosinusoidal baik pada maupun pada . Besaran anomali magnetnya berbeda jauh, masing-masing dengan nilai 1200 nT dan 500 nT. Anomali magnetik ketiga, segienam-hijau, memperlihatkan anomali magnet yang dengan pola sinusoidal pada , dan pola sinusoidal dengan fase tertentu pada gambar 3. Besaran anomali magnetnya relatif sama sekitar 800 nT.

Secara keseluruhan dari data profil anomali magnet teridentifikasi setidaknya ada empat pipa bawah laut, Gambar 4 dan 5. Pada Peta anomali magnet memperlihatkan pola anomali magnet tinggi dan rendah (biru dan merah muda) terdistribusi dari bagian barat laut sampai bagian tengah dan tenggara. Pola distribusi ini kurang memperlihatkan arah dan lokasi dari keberadaan pipa bawah laut. Identifikasi keberadaan pipa bawah laut pada peta anomali magnet relatif lebih sulit mengingat pola anomali magnet yang dihasilkan tidak konsisten dan bervariasi mulai dari pola sinusoidal sampai cosinusoidal (Gambar 6).

Identifikasi mengenai arah dan lokasi pipa bawah laut sangat jelas terlihat dari peta hasil analisis sinyal, hal ini diindikasikan dengan pola anomali tinggi (warna

merah muda) yang membentang dari arah barat laut sampai tenggara (7). Terlihat setidaknya ada 4 jalur pipa bawah laut.

DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Pola anomali magnet dalam suatu profil lintasan sering tidak ideal akibat beberapa faktor saat dilakukan akuisisi data. Faktor penting dalam pengukuran data magnet untuk identifikasi objek di bawah dan di permukaan dasar laut diantaranya adalah; kecepatan kapal, kedalaman *towing* sensor magnetometer, frekuensi perekaman data dan perubahan posisi sensor magnetometer terhadap lintasan pengukuran, Wu Pan dan Wei Minghui, 2020. Beberapa faktor diatas tidak hanya berpengaruh terhadap pola anomali saja, akan tetapi mempengaruhi besaran anomali magnetnya.

Identifikasi keberadaan pipa bawah laut berdasarkan profil 1-D anomali magnet sangat mudah dilakukan. Pola anomali magnet yang variatif akan menyulitkan tahapan interpretasi dan identifikasi ketika digambarkan dalam sebuah peta, terlebih ketika besaran anomalnya tidak signifikan. Ketika anomali yang terekam adalah berupa pola sinusoidal maka nilai anomali magnet mempunyai besaran anomali magnet positif dan negatif, namun ketika

pola yang terekam adalah pola cosinusoidal cenderung hanya memiliki nilai anomali positif atau negatif saja.

Identifikasi keberadaan pipa bawah laut berdasarkan peta anomali magnet, , relatif lebih sulit dilakukan terutama ketika menentukan arah dan lokasi pipa tersebut. Penentuan arah pipa secara visual terganggu karena adanya anomali tinggi dan rendah (warna biru tua dan merah muda). Penggunaan analisis sinyal efektif digunakan dalam penentuan arah horizontal pipa, Guo, Zhiyong, dkk., 2015. Amplitudo hasil analisis sinyal terhadap anomali magnetik total mempunyai nilai maksimal tepat diatas kontak magnetic dalam hal ini pipa, Macleod, dkk, 2018. Kelebihan lain dari analisis sinyal adalah dapat secara efektif mereduksi *background field* dari anomali magnet, Keating, P dan Pilkington, M, 2004, sehingga secara visual anomali akibat dari keberadaan pipa akan lebih dominan muncul.

Faktor polaritas dalam metode geomagnet ini dapat dihilangkan dengan melakukan transformasi yang dikenal dengan istilah reduksi ke kutub (*reduce to pole*) atau dengan analisis sinyal menggunakan persamaan 1. Berdasarkan persamaan ini terlihat bahwa semua anomali yang bernilai negatif akan berubah menjadi positif, artinya efek polaritas dihilangkan. Hasil analisis sinyal, , memperlihatkan delineasi dari keberadaan pipa bawah laut yang lebih jelas, pipa ini membentang dari barat laut sampai tenggara.

Profil anomali magnet mengidentifikasi keberadaan pipa bawah laut, sebanyak 4 – 5 jalur. Berdasarkan peta hasil analisis sinyal secara visual hanya mengidentifikasi 4 jalur pipa bawah laut, diperkirakan ada satu jalur pipa bawah laut yang berdampingan, yaitu pada jalur pipa yang paling barat.

KESIMPULAN

Kondisi ideal pola anomali magnet sebagai akibat keberadaan pipa bawah laut sulit didapatkan dalam kondisi sebenarnya di lapangan, karena banyak faktor yang mempengaruhi. Meskipun demikian, identifikasi pipa bawah laut dapat dengan mudah dilakukan pada profil 1D anomali magnet, namun tidak mudah untuk data anomali magnetik 2D. Identifikasi dan interpretasi pada data anomali magnet 2D memerlukan tahapan analisis sinyal yang mempermudah dalam menentukan arah dan

lokasi pipa bawah laut. Berdasarkan hasil analisis sinyal teridentifikasi 4 kelurusan magnetic yang berasosiasi dengan keberadaan 4 pipa bawah laut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Kepala Balai Besar Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan yang telah menjembatani kerjasama dengan pihak PT. OC Enviro, kepada ketua dan anggota tim survei sehingga diperoleh data yang memadai. Tidak lupa juga kepada rekan-rekan lainnya yang tidak memungkinkan untuk disebutkan satu per satu.

DAFTAR ACUAN

- Keating, P., and Pilkington, M. (2004) Euler deconvolution of the analytic signal and its application to magnetic interpretation. *Geophysical Prospecting*, 52 (3).
- Nabighian, M. N., 1972, The analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section: Its properties and use for automated anomaly interpretation: *Geophysics*, 37, 507–517.
- Guo, Z., Liu, D., Pan, Q., Zhang, Y., Li, Y. and Wang Z. 2015. Vertical Magnetic Field And Its Analytic Signal Applicability in Oil Field Underground Pipeline Detection. *Journal of Geophysics and Engineering*. 12 (2015) 340–350.
- MacLeod, I. N., Jones, K., & Dai, T. F. 1993. 3-D analytic signal in the interpretation of total magnetic field data at low magnetic latitudes. *Exploration Geophysics Volume 24*, 679-688.
- Roest, W. R., Verhoef, J., and Pilkington, M., 1992, *Magnetic Interpretation Using the 3-D Analytic Signal: Geophysics*, 57, 116–125.
- Subarsyah dan Budhi, N., 2011. Penggunaan Metode Analisis Sinyal Dalam Interpretasi Data Magnet di Perairan Selat Sunda Untuk Menentukan Arah dan Posisi Pipa Bawah Laut.
- Wu Pan and Wei Minghui, 2020. Analysis of Magnetic Anomaly Characteristics of Underground Non-Coplanar Cross-buried Iron Pipelines. *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*.