

**STUDI IDENTIFIKASI KEMAGNETAN, POSITIONING DAN PENCITRAAN PIPA
BAWAH LAUT DI PERAIRAN SEMARANG**

**MAGNETIC IDENTIFICATION, POSITIONING STUDY AND UNDERSEA
PIPELINE IMAGING IN SEMARANG WATERS**

Yulianto¹, Kukuh Suryo Widodo², & Yudi Kuncoro²

¹Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

²Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

Prodi S1 Hidrografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

Jl. Ganesha No.1, RT.17/RW.2, Klp. Gading Barat., Kec. Klp. Gading, Jkt Utara
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14240

email: mbandang.8@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dua per tiga wilayahnya adalah perairan. Sebagai negara kepulauan peran pelabuhan sangat vital dalam perekonomian Indonesia. Kehadiran pelabuhan yang memadai berperan besar dalam menunjang perdagangan ekspor-impor dan berperan dalam merangsang pertumbuhan kegiatan ekonomi. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang terletak di pantai Utara Jawa Tengah merupakan satu-satunya pelabuhan di kota Semarang yang memiliki fasilitas pendukung dalam bidang perekonomian dan pertahanan yang cukup besar di Pantai Utara Jawa. Medan magnet menyerupai suatu medan dari batang magnet yang sangat besar dan pusatnya berhimpitan dengan bumi serta mempunyai gaya tarik magnet yang melingkar. Hal ini menunjukkan bahwa di seluruh permukaan bumi memiliki kuat medan magnet tersendiri. Pada perairan Semarang, Jawa Tengah merupakan pintu gerbang perekonomian pada kota-kota lain di wilayah Jawa Tengah, diharapkan aman bagi lalu lintas pelayaran menuju Pelabuhan Tanjung Emas. Untuk mendeteksi tingkat kemagnetan logam khususnya pipa bawah laut, maka dilakukan survei kemagnetan dengan menggunakan alat *Multibeam Echosounder*, *Magnetometer* dan *Side Scan Sonar* pada tanggal 08 Juli s.d 26 Agustus 2020. Hasil identifikasi kemagnetan pipa bawah laut pada area tersebut menggunakan software *Caris Hips Ships*, *Oasis Montaj*, dan *SonarWiz* untuk mengolah data bathymetri dan kemagnetan serta *image* yang dihasilkan *Side Scan Sonar* sehingga dapat mengetahui klasifikasi medan magnet, dan sumber anomali terdapat di bawah dasar laut atau di sekitar perairan. Dari hasil investigasi menggunakan *Magnetometer* dan SSS ditemukan 5 (Lima) pipa bawah laut dengan nilai intensitas kemagnetan rata-rata sebesar 10.442 nT. Dalam pendeteksian pipa bawah laut dengan menggunakan *Magnetometer* posisi pipa bawah laut masih memiliki perbedaan posisi terhadap hasil *overlay* dengan PLI 91 tahun 2019 skala 1 : 50.000 Edisi Ketujuh Desember 2016 Terkoreksi BPI No.52 – 2016.

Kata kunci: Pipa Bawah Laut, Perairan Semarang, *Multibeam Echosounder*, *Magnetometer* dan *Side Scan Sonar*.

ABSTRACT

Indonesia one of archipelago country which two-thirds territory is water. As an archipelagic country the role of ports is very vital in the Indonesian economy. The presence of adequate ports plays a major role in supporting export/import trade, and plays a role in stimulating the growth of economic activity. Tanjung Emas Port Semarang, which is located on the North coast of Central Java, is the only port in the city of Semarang that has quite large supporting facilities in the economic and defense sectors on the North Coast of Java. The magnetic field resembles the field of a very large magnetic bar and its center coincides with the earth and has a circular magnetic attraction. This shows that the entire surface of the earth has its own strong magnetic field. In the waters of Semarang, Central Java, which is the economic gateway to other cities in the Central Java region, it is hoped that it will be safe for shipping traffic to Tanjung Emas Port. To detect the level of metal magnetism, especially undersea pipes, a magnetic survey is carried out using the Multibeam Echosounder, Magnetometer and Side Scan Sonar on July 08 to August 26, 2020. The results of the identification of the underwater pipeline magnetism in the area using Caris Hips Ships, Oasis Montaj, and SonarWiz software to process bathymetry and magnetism data as well as images produced by side scan sonar so that they can determine the classification of the magnetic field, and the source of the anomaly is under the seabed or around the waters. From the results of investigations using a magnetometer and SSS, 5 (five) underwater pipes were found with an average magnetic intensity value of 10,442 nT. In detecting underwater pipes using a magnetometer, the position of the underwater pipe still has a difference in position compared to the overlay results with PLI 91 of 2019, scale 1: 50,000, Seventh Edition December 2016 Corrected by BPI No. 52 – 2016.

Key words: *Subsea Pipeline, Semarang waters, Multibeam Echosounder, Magnetometer and Side Scan Sonar.*

PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung peningkatan ekonomi nasional, diperlukan jaminan atas keselamatan dan keamanan pelayaran khususnya pada perairan alur pendekat menuju pelabuhan Tanjung Emas Semarang diperlukan upaya komperensif dalam menyajikan data kelautan yang akurat dalam bentuk pelaksanaan survei Hidrografi dan oseanografi di Pelabuhan Semarang. Sebagai representatif hal tersebut, Pushidrosal sebagai Lembaga pemetaan

laut Nasional membentuk tugas khusus untuk melaksanakan survei dan pemetaan di sekitar wilayah perairan Semarang yang meliputi akuisisi, pengumpulan, pengolahan, dan penyajian data hidrografi di perairan Semarang, Jawa Tengah. Kegiatan survei hidrografi tersebut dimaksudkan sebagai upaya dalam memperoleh keselamatan navigasi pelayaran yang aman, dengan cara mendeteksi fitur-fitur di dasar laut yang mungkin berbahaya bagi navigasi, baik alami maupun buatan manusia (IHO, 2010).

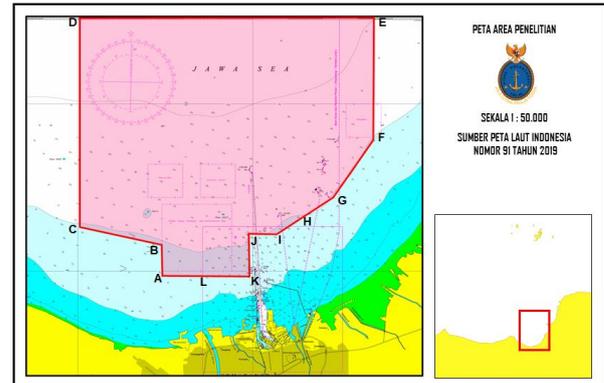
Dalam pelaksanaan survei tersebut, unit tugas Pushidrosal menggunakan beberapa peralatan pendukung berupa, Multibeam Echosounder, side scan sonar dan magnetometer yang digunakan dalam mengidentifikasi objek bawah laut yang telah tergambar pada Peta Laut Indonesia Nomor (PLI) nomor 91 skala 1 : 50.000 Edisi Ketujuh Desember 2016 Terkoreksi BPI No.52 – 2016. Dari hasil tersebut diperoleh obyek bawah laut berupa pipa dan kabel bawah laut. Keberadaan pipa dan kabel bawah laut tersebut mempengaruhi keamanan dan keselamatan pelayaran di perairan Semarang. Untuk itu, dalam upaya mendukung keselamatan pelayaran diperlukan analisa lebih lanjut terhadap identifikasi objek pipa bawah laut berdasarkan data yang telah diperoleh dalam survei Pushidrosal di Perairan Semarang.

METODE PENELITIAN

Sumber Data

Sumber data yang digunakan adalah data lapangan hasil survei hidrooseanografi di Perairan Semarang, Jawa Tengah oleh Tim Unit Survei 5 Pushidrosal yang dilaksanakan tanggal 08 Juli s.d 26 Agustus 2020 dengan area penelitian seperti terlihat pada Gambar 1.

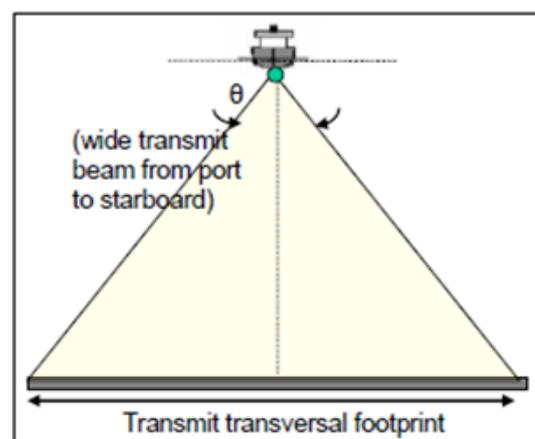
- A. 6° 54' 59.6438" LS - 110° 22' 23.4330" BT
- B. 6° 54' 04.3239" LS - 110° 22' 23.6215" BT
- C. 6° 53' 33.6258" LS - 110° 20' 00.0313" BT
- D. 6° 47' 29.0072" LS - 110° 19' 59.2106" BT
- E. 6° 47' 28.8636" LS - 110° 28' 39.4636" BT
- F. 6° 50' 59.6496" LS - 110° 28' 40.2240" BT
- G. 6° 52' 22.3101" LS - 110° 27' 43.5630" BT
- H. 6° 53' 10.9526" LS - 110° 26' 49.1692" BT
- I. 6° 53' 44.0988" LS - 110° 25' 51.6371" BT
- J. 6° 53' 46.6048" LS - 110° 24' 59.8766" BT
- K. 6° 55' 00.0355" LS - 110° 25' 00.2002" BT



Gambar 1. Area Penelitian.

Teknik Pengumpulan Data *Multibeam Echosounder*

Multibeam echosounder adalah *echosounder* yang memiliki sapuan yang luas yang digunakan dalam pengukuran dasar laut menggunakan prinsip *multibeam* (IHO, 2010). Pada awal perkembangannya MBES merupakan pengembangan dari *singlebeam echosounder* yang menggunakan 1 transmisi *beam* untuk menentukan kedalaman. MBES menggunakan pancaran gelombang suara yang berasal dari *transducer* yang memiliki kemiringan berbeda-beda tiap *beam*, sehingga MBES dapat mengukur kedalaman bukan dibawah lunas kapal melainkan juga sisi samping luar dari kapal, lihat gambar 2.



Gambar 2. Sapuan multibeam Echosounder. (Vrignaud, 2014)

MBES bekerja dengan memanfaatkan gelombang akustik yang merambat di air dengan prinsip dasar yang dimiliki oleh sonar. Dalam perkembangannya MBES memiliki dua macam sistem dalam pemancaran gelombang suara yakni sistem *sweep* dan *swath*. Sistem *sweep* merupakan sistem MBES yang memancarkan *singlebeam* namun dengan multi pancaran. Sedangkan dalam sistem *swath* MBES menggunakan satu pancaran gelombang yang memiliki lebar dan panjang yang membentuk sebuah kolom (de Jong *et al.*, 2003). Pada sistem *swath* MBES memiliki lebar sapuan yang dapat diatur sehingga dapat diperoleh coverage area yang lebih besar, akan tetapi dengan sapuan yang lebih lebar berdampak pada menurunnya nilai resolusi pancaran dari sebuah MBES.

Pemeruman dilaksanakan dengan menggunakan perahu motor yang telah dilengkapi dengan *Multibeam Echosounder* (MBES) T20P, alat penentu posisi DGPS *Nett R9s*, *software PDS 2000* untuk akuisisi data/*Automatic Data Logging (ADL)*, *Post M V* dan MRU (*Motion Relative Unit*) yang secara *real time* memberikan nilai koreksi terhadap sensor *multibeam* akibat gerakan relatif kapal (*roll*, *pitch* dan *yaw*) selama melaksanakan akuisisi data. Pemeruman dilaksanakan *Full Coverage*, lajur utama didesain sejajar kontur umum kedalaman atau garis pantai. Pelaksanaan akuisisi data menggunakan MBES T20P

Magnetometer

Magnetometer digunakan dalam survei geofisika untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan bumi berdasarkan sifat kemagnetannya.

Magnetometer laut merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur intensitas medan magnet di laut. *Magnetometer* mampu mengukur dan mencatat penyimpangan medan magnet yang disebabkan oleh adanya bahan feromagnetik (Camidge *et al.*, 2009). Perbedaan maupun selisih nilai kemagnetan yang terdapat pada suatu daerah disebut juga dengan anomali magnetik lokal dengan nilai yang dimiliki lebih tinggi dari pada nilai regionalnya (Arini *et al.*, 2013). Magnetometer mampu digunakan untuk mendeteksi obyek seperti pipa, kabel, ranjau maupun benda logam lainnya. Umumnya survei magnetik menggunakan peralatan magnetometer dalam pendeteksian anomali kemagnetan di bawah permukaan air. Jika memungkinkan, magnetometer digunakan selama penyapuan sonar dasar karena ini akan memberikan bukti tambahan tentang keberadaan bahan besi di atas atau di bawah dasar laut, walaupun posisi yang dihasilkan bersifat relative atau tidak tepat (IHO, 2010).

Magnetometer digunakan dalam survei geofisika untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan bumi berdasarkan sifat kemagnetannya. *Magnetometer* laut merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur intensitas medan magnet di laut. *Magnetometer* mampu mengukur dan mencatat penyimpangan medan magnet yang disebabkan oleh adanya bahan feromagnetik (Camidge *et al.*, 2009). Perbedaan maupun selisih nilai kemagnetan yang terdapat pada suatu daerah disebut juga dengan anomali magnetik lokal dengan nilai yang dimiliki lebih tinggi dari pada nilai regionalnya

(Arini *et al.*, 2013). Magnetometer mampu digunakan untuk mendeteksi obyek seperti pipa, kabel, ranjau maupun benda logam lainnya.

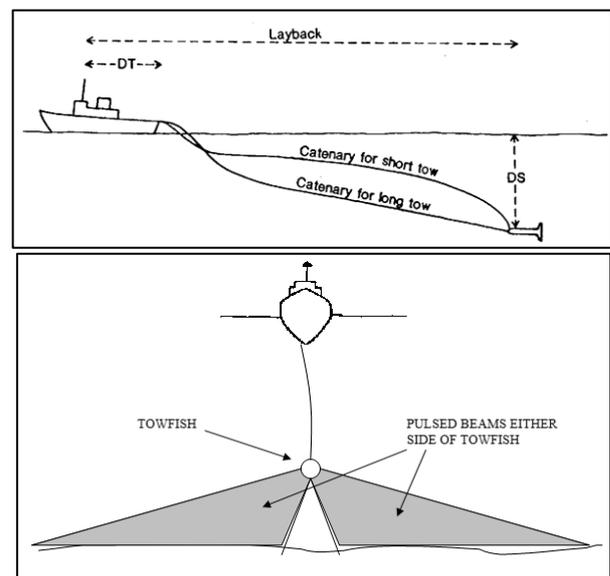
Dalam akuisisi data menggunakan Magnetometr Input raw data dari hasil akuisisi dalam format .INT, data yang telah di input selanjutnya dilaksAnakan tahap interpolasi dengan menggunakan metode linear untuk menghilangkan nilai *noise anomali* yang terdapat pada area survey. setelah dilaksanakan input data selanjutnya dilaksanakan *georeferencing*. Data yang telah ter-*georeferensi* selanjutnya dilaksanakan proses *gridding* dengan menggunakan *tool Kriging*. Setelah data dilaksanakan *gridding* tahap selanjutnya adalah melaksanakan koreksi nilai pengaruh regional dengan memasukkan koreksi deklinasi dan inklinasi yang diperoleh dari hasil perhitungan kalkulator magnetik Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).

Side Scan Sonar (SSS)

SSS adalah sebuah peralatan dalam pencitraan benda-benda di dasar laut dapat menghasilkan berbagai variasi gambar. Metode visualisasi digunakan untuk membantu interpretasi untuk mengamati objek di dasar laut. Gambar yang dihasilkan dari hasil perekaman side scan sonar memberikan suatu gambar (*image*) dari dasar laut yang beresolusi tinggi serta memberikan informasi tentang tekstur sedimen dan struktur bentuk dasar laut. Selain menemukan bangkai kapal SSS juga menyediakan banyak informasi dasar laut lainnya. Data ini, jika digabungkan dengan sampel dasar laut dan kontur kedalaman dapat menghasilkan klasifikasi dasar laut, yang diperlukan

dalam operasi amfibi, peranjauan, dan kapal selam. (IHO, 2010).

Sistem instalasi SSS dapat menggunakan system *hull mounted* maupun atau system *towing* derek. Akan tetapi pengaruh geometri kapal dan akustik kapal maka system *towing* memungkinkan memperoleh interpretasi data citra yang lebih baik (Gambar 3).



Gambar 3. Instalasi SSS.
(Blakely, 1999).

Pencitraan dasar laut difokuskan di area survei investigasi dengan menggunakan SSS *Geometric G-882 SX* yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran permukaan dasar laut (*sea bed*). Akuisisi data SSS menggunakan metode *towing* (tarik). Ketinggian towfish yang digunakan pada SSS saat akuisisi bervariasi antara 8 s.d 20 persen dari jarak sekala yang digunakan (NOAA, 2013). Dalam akuisisi data side scan sonar memerlukan perhitungan lajur akuisisi untuk diperoleh pertampalan citra antar lajur yang baik sehingga perlu memperhitungkan jarak spasi antar lajur.

Menurut RAN, (1999) akuisisi menggunakan jarak spasi lajur (Tabel 1).

Tabel 1. Perhitungan spasi SSS (RAN, 1999)

| Category | Type of Survey | Sonar Line Spacing | Minimum overlap with adjacent line |
|----------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| MCM | MCM Route Survey | See AHOI 0719 | |
| Special | Special Routes | 50m | 25m |
| Coastal | Depth range 0-20m | 100m | 25m |
| | Depth range 20-30m | 100m | 25m |
| | Depth range 30-50m | 200m | 25m |
| | Depths > 50m | 300m | 50m |

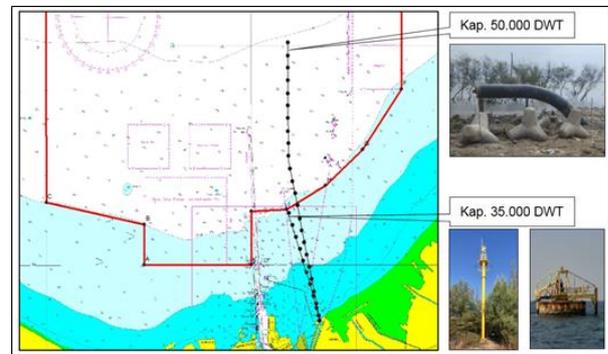
Dari hasil perhitungan maka spasi lajur yang digunakan adalah 50 meter dengan *range scale* 20 meter dan lebar sapuan 150 meter. Hasil input data mentah kedalam perangkat lunak *SonarWiz 5* dengan format *.smb* kemudian dilaksanakan koreksi *Signal processing*, *bottom track*, *navigasi*, dan *layback offset*. Hasil ekstraksi berupa data *mosaic* yang merupakan hasil koreksi nilai beberapa parameter. Data *mosaic* tersebut selanjutnya dapat diekstraksi kedalam format *.tiff* yang selanjutnya dapat disajikan pada perangkat lunak GIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Pipa Bawah Laut

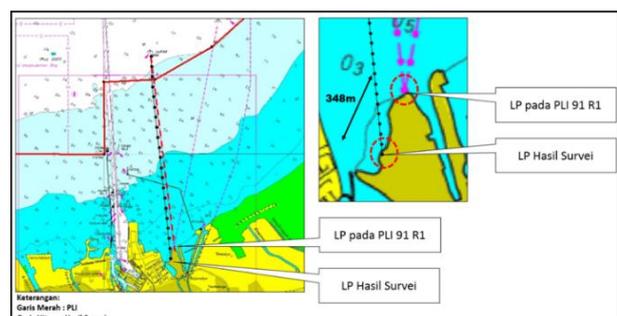
Berdasarkan referensi PLI Nomor 91 R1 skala 1:50.000 terdapat 3 (Tiga) pipa bawah laut, dari hasil investigasi menggunakan SSS, *Magnetometer* dan SBP serta penentuan posisi menggunakan DGPS *Nett R9s*, ditemukan 5 (Lima) pipa bawah laut, didapatkan data, Pipa bawah laut milik PT. Pertamina (Persero) kapasitas 35.000 DWT, belum tergambar dengan koordinat *Single Point Mooring* (SPM) pada posisi 06° 53' 16.800" LS - 110° 26' 47.090 BT" dan *Landing Point* pada posisi 06° 56' 16.180" LS - 110° 26' 40.410 BT" dibangun pada tahun 2010. Pada Pipa bawah laut milik PT. Pertamina

(Persero) kapasitas 50.000 DWT, belum tergambar dengan koordinat *Landing Point* 06° 56' 16.180" LS - 110° 26' 40.410" BT sedangkan *Single Point Mooring* (SPM) masih dalam tahap pembangunan, lihat gambar 4.



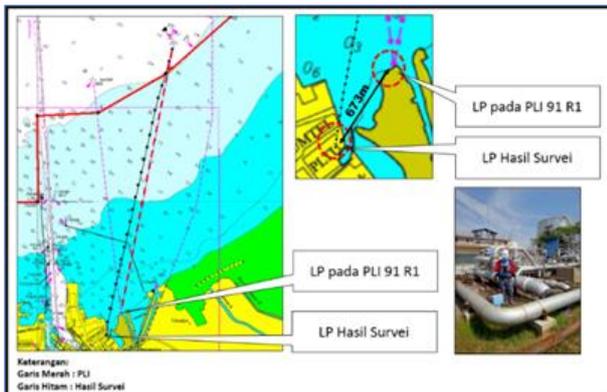
Gambar 4. Jalur Pipa Pertamina (Pushidrosal, 2020)

Pipa bawah laut PT. Pertamina (Persero) kapasitas 35.000 DWT *back up*. Terdapat perbedaan jalur pipa dan *landing point* pipa bawah laut. Pada Peta Laut Indonesia Nomor 91 R1 skala 1:50.000 dan Nomor 91 R2 skala 1:15.000, *landing point* pada koordinat 06° 56' 34.361" LS - 110° 26' 11.268" BT dari hasil survei *landing point* pada koordinat 06° 56' 49.520" LS - 110° 26' 07.111" BT, sedangkan *Single Point Mooring* (SPM) sama dengan di Peta Laut Indonesia Nomor 91 R1 pada posisi 06° 53' 16.800" LS - 110° 26' 47.090 BT (Gambar 5).



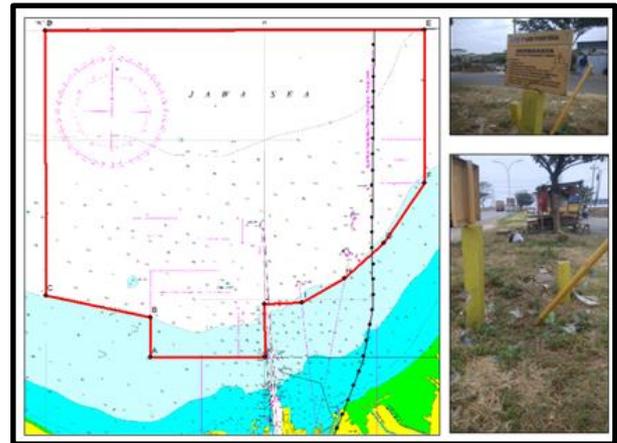
Gambar 5. Landing Point Pipa PT. Pertamina. (Pushidrosal, 2020)

Pipa bawah laut PT. Indonesia Power, terdapat perbedaan jalur pipa dan *landing point*. Pada PLI Nomor 91 R1 skala 1:50.000 dan Nomor 91 R2 skala 1:15.000, *landing point* pada koordinat 06° 56' 34.361" LS - 110° 26' 11.268" BT dari hasil survei *landing point* pada koordinat 06° 56' 53.382" LS - 110° 25' 58.199" BT, sedangkan *Single Point Mooring* (SPM) sama dengan di Peta Laut Indonesia Nomor 91 R1 pada posisi 06° 52' 46.430" LS - 110° 26' 53.660 BT (Gambar 6).



Gambar 6. Jalur Pipa PT. Indonesia Power
(Pushidrosal, 2020)

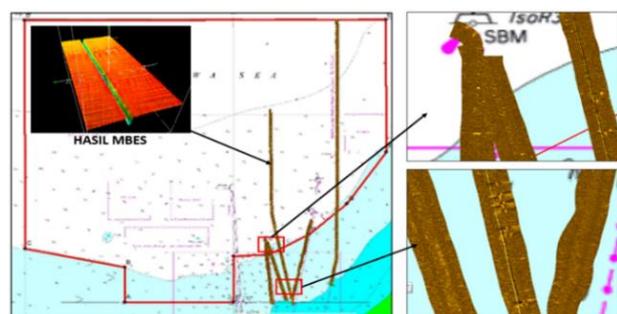
Pipa bawah laut Kalimantan Jawa Gas, Tambak Lorok-Kepodang (Muria PSC) sesuai dengan hasil laporan *Technical Officer* pada kegiatan pembangunan dan pengoperasian ruas transmisi dan BPI no 49-593-2015. Setelah di *overlay* dengan Peta Laut Indonesia Nomor 91 R1 dan 91 R2 posisi pipa laut sesuai dengan hasil laporan sebelumnya, lihat gambar 7.



Gambar 7. Jalur Pipa Gas Kalimantan-Jawa.

(Pushidrosal, 2020)

Hasil interpretasi SSS diperoleh objek dengan lebar rata – rata 8m. Menurut peraturan pemerintah nomor 129 Tahun 2016 tentang alur pelayaran di laut dan bangunan dan/atau instalasi di perairan menyatakan bahwa instalasi pipa dari garis pantai menuju arah lepas pantai sampai dengan kedalaman perairan kurang dari 20 (dua puluh) meter, instalasi pipa harus dipendam 2 (dua) meter di bawah permukaan dasar perairan (*natural seabed*), sedangkan pada perairan mulai dari kedalaman 20 (dua puluh) meter atau lebih, instalasi pipa dapat digelar di atas permukaan dasar perairan *natural seabed*) dan harus diusahakan tetap stabil pada posisinya dan pemendaman harus duduk stabil pada posisinya.



Gambar 8. Deteksi SSS
(Pushidrosal, 2020)

Penggunaan SSS dalam Pencitraan dasar laut dilaksanakan terhadap sepanjang jalur pipa bawah laut yang terdapat pada PLI Nomor 91 R1 pada kedalaman 3.5 meter sampai dengan 20 meter, lihat gambar 8.

Pengukuran Kemagnetan.

Hasil pengolahan anomali kemagnetan pada area survei menunjukkan beberapa nilai intensitas anomali magnetik yang disebabkan adanya perbedaan nilai kemagnetan di sekitar area survei. Data medan magnetik total yang didapat dari pengukuran di lapangan masih tercampur medan magnetik utama bumi dan efek magnetik harian. Untuk memperoleh data anomali medan magnetik total yang menjadi target penelitian, maka perlu dilakukan koreksi yang terdiri atas koreksi harian dan koreksi IGRF, (2020). (*International Geomagnetik Reference Field*) (Tabel 2). Koreksi harian bertujuan untuk mereduksi efek magnetik harian, sedangkan koreksi IGRF untuk menghilangkan efek medan magnetik utama bumi serta koreksi inklinasi dan deklinasi dengan nilai sebagai berikut:

Tabel 2. Koreksi Inklinasi dan Deklinasi (IGRF, 2020)

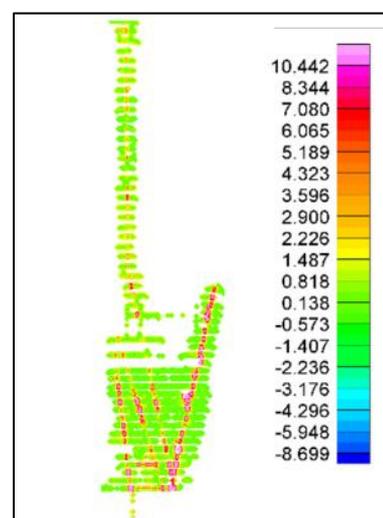
| F (nT) | D (Derajat) | I (Derajat) | H (nT) | Z (nT) | X (nT) | Y (nT) |
|---------|-------------|-------------|--------|-----------|----------|--------|
| 44532.6 | 0.711549 | -30.1755 | 38498 | -22384.29 | 38495.03 | 478.09 |

Data anomali magnetik total yang diperoleh setelah dilakukan koreksi-koreksi tersebut, selanjutnya divisualisasikan menggunakan perangkat lunak *Oasis montaj* dengan metode *gridding Kriging* dengan griding 10 meter.

Pengukuran kemagnetan dilaksanakan pada jalur pipa bawah laut yang terdapat dalam PLI Nomor 91 R1 dan

hasil survei, menggunakan *Magnetometer Geometrics G882* untuk memastikan adanya obyek-obyek (*spot*) yang dapat menimbulkan bahaya pelayaran. Hasil dari pengukuran kemagnetan terhadap pipa bawah laut, terdapat 5 (Lima) jalur pipa bawah laut yang berhasil dideteksi yaitu 3 (Tiga) pipa bawah laut milik PT. Pertamina (Persero), 1 (Satu) pipa milik PT. Indonesia Power dan 1 (Satu) Pipa milik Kalimantan Jawa Gas, Tambak Lorok-Kepodang (Muria PSC).

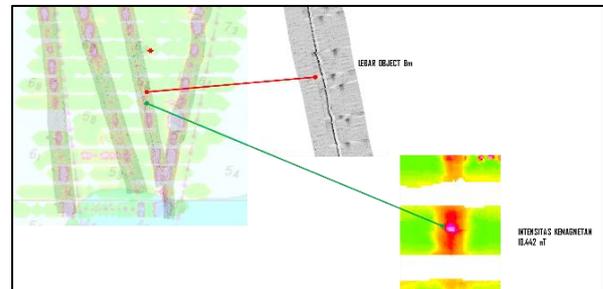
Dari hasil pengolahan data diperoleh nilai intensitas magnetic maksimum sebesar 10.442 *Nt* (*baca, nanoTesla*). Pada beberapa penelitian sebelumnya dilaksanakan identifikasi intensitas kemagnetan pada pipa bawa laut di perairan yang dilakukan Jayanto (2021), diperoleh Hasil nilai anomali pada lajur target teridentifikasi pipa menunjukkan nilai rata-rata 14.058 *nT*. Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh selisih nilai intensitas akustik sebesar 3,616 *nT*. Hal ini dimungkinkan oleh perbedaan nilai komponen total kemagnetan pada perairan Indonesia yang berbeda (Gambar 9).



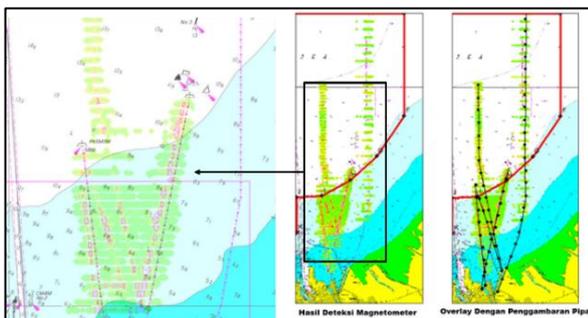
Gambar 9. Pengolahan Data Magnetometer. (Pushidrosal, 2020)

Selanjutnya data hasil pengolahan magnetometer, diplot kembali menggunakan symbol menggunakan tool *blakely test* sehingga diperoleh posisi target dengan kekuatan sinyal yang dihasilkan dari pengolahan anomali kemagnetan di sekitar area survei dengan PLI 91 tahun 2019. Hasil overlay intensitas magnetic memiliki kesesuaian posisi dengan PLI 91 tahun 2019, namun pada beberapa posisi masih memiliki perbedaan posisi yang dimungkinkan karena Teknik generalisasi dan penggunaan skala peta yang berbeda dengan pelaksanaan survei (Gambar 10).

ekstraksi anomali sehingga data posisi dan kemagnetan dapat dianalisa posisinya menggunakan perangkat lunak *Arc G/S* (Prahasta, 2002).



Gambar 10. *Overlay Data Magnetometer dengan SSS.* (Pushidrosal, 2020)



Gambar 10. *Overlay Data Magnetometer dengan PLI No 91 tahun 2019.* (Pushidrosal, 2020)

Overlay Data Side Scan Sonar Dan Magnetometer

Proses Identifikasi visual dengan menggunakan bentuk gambaran *surface* dasar laut tidak dapat dilaksanakan apabila pipa terpendam di dasar laut, namun dapat diidentifikasi menggunakan magnetometer. Citra hasil pengolahan magnetometer dalam proses identifikasi tersebut digunakan dalam identifikasi pipa terpendam dengan mengukur nilai anomali perbedaan kemagnetan pipa tersebut. Hasil anomali kemagnetan pipa selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk *base map* citra magnetometer serta

Pada gambar 10 terlihat bahwa umumnya magnetometer dapat mengidentifikasi nilai anomali kemagnetan yang mendekati bentukan pipa melalui hasil *gridding*, namun apabila identifikasi pipa melalui hasil *plotting* nilai kemagnetan, umumnya hasil magnetometer tidak dapat mengidentifikasi hasil pola pipa dengan baik yang karena adanya sebaran anomali selain pipa terdeteksi di area tersebut, untuk itu diperlukan metode *filtering* data yang baik sehingga hasil dari plot posisi nilai kemagnetan dapat menunjukkan data identifikasi yang benar. Sedangkan interpretasi SSS dapat menunjukkan posisi yang lebih baik pada pipa yang terdapat di permukaan dengan intensitas akustik yang diperoleh, akan tetapi SSS tidak dapat mengidentifikasi pipa yang terendam di dasar laut. Hal ini dimungkinkan karena perbedaan nilai intensitas akustik yang diperoleh sangat kecil sehingga hasil nilai intensitas hambur balik akustik yang diperoleh sangat kecil sehingga tidak dapat mengidentifikasi bentukan pipa yang ada.

Dari hasil pengukuran kemagnetan pipa laut dan fitur bawah laut yang telah dilaksanakan, hasil tersebut sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa survei magnetik laut digunakan untuk memetakan benda feromagnetik di laut, metode magnetik terbukti merupakan metode yang paling efektif untuk menentukan lokasi logam besi yang tertutupi sedimen dasar laut ataupun terkubur di dasar laut (Weiss, et al., 2007)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil investigasi menggunakan *Magnetometer* dan SSS ditemukan 5 (Lima) pipa bawah laut dengan nilai intensitas kemagnetan rata-rata sebesar 10.442 nT. Dalam pendeteksian pipa bawah laut dengan menggunakan *Magnetometer* posisi pipa bawah laut masih memiliki perbedaan posisi terhadap hasil overlay dengan PLI 91 tahun 2019 skala 1 : 50.000 Edisi Ketujuh Desember 2016 Terkoreksi BPI No.52 – 2016. Sedangkan hasil interpretasi dengan menggunakan SSS dapat memberikan gambaran yang lebih jelas terhadap posisi pipa.

Saran

Dalam proses investigasi posisi pipa dan kabel bawah laut secara lebih spesifik memerlukan kombinasi peralatan akuisisi magnetometer dan SSS. Diperlukan metode dan teknik khusus dalam pengolahan data magnetometer dengan memperhitungkan metode *filtering* dan *gridding* data hasil akuisisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada tim survei dan pemetaan laut Pushidrosal, Unit Tugas Kerta wardana 03-2020 yang telah membantu dalam pelaksanaan survei dan penyediaan data. Demikian pula kami, menyampaikan terima kasih kepada Komandan beserta seluruh Civitas akademika Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut atas dukungan dan bimbingan dalam penyusunan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, D., Suprayogi, A., & Awaluddin, M. (2013). Aplikasi Magnetometer dan Side Scan Sonar Untuk Pemetaan Sebaran Anomali Kemagnetan Dasar Laut (Studi Kasus Perairan Lohgung , Palang, Tuban, Jawa Timur). *Jurnal Geodesi Undip*, 2(4), 134. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2013.3700>
- Blakely, R. (1999). *Potential Theory in Gravity and Magnetic*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Breiner, S. (1999). Applications Manual For Portable Magnetometers. Geometrics 2190 Fortune Drive San Jose, California 95131, California U.S.A.
- Camidge, K., Holt, P., Johns, C., Randall, L., & Schmidt, A. (2009). *Developing magnetometer techniques to identify submerged archaeological sites*. Cornwall: Historic Environment, Environment, Planning & Economy Cornwall Council. Report No:2010R012

- de Jong, C., Lachapelle, G., Skone, S., & Elema, I. 2003. *Hydrography. 2nd Edition*. Delft: Delft University Press.
- IGRF (*International Geomagnetik Reference Field*) (2020) <https://www.ncei.noaa.gov/> Data tentang efek medan magnetik utama bumi, diakses pada 08 Agustus 2020.
- IHO. (2010). C-13 Manual On Hydrography. In I. H. Organization, *Manual On Hydrography Chapter 4*. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Jayanto, H., Manik, H. M., & Adi, A. P. (2021). Analisis Akustik Backscatter untuk Pemprofilan Dasar Laut guna Penentuan lokasi Duduk Kapal Selam (Studi Kasus Di Perairan Laut Jawa Utara Segmen 8). *Jurnal Chart Datum*, 7(2), 143–162. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v7i2.217>
- NOAA. (2013). *Magnetic Component. Available at : www.ngdc.gov*. Diakses pada tanggal 30 Juli 2020
- Prahasta E. (2002). Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis, Bandung : Informatika.
- Pushidrosal,(2016) Peta Laut Indonesia (PLI) Nomor 91 skala 1: 50.000 Edisi Ketujuh Desember 2016 Terkoreksi BPI No.52 –2016.
- Pushidrosal, (2020) Laporan survei Perairan Semarang, Tidak dipublikasikan.
- RAN. (1999). *Handout Introduction Hydrography*. In H. School, *Handout*. HMAS Pinguin.
- Vrignaud, C. (2014). *OSV190 Project : theoretical training–Part4–Multibeam Qualification. SHOM*.
- Weiss J.D.,D C van der Laan and D M McRae. *Status of CORC cables and wires for use in high-field magnets and power systems a decade after their introduction*. D C van der Laan et al 2019 *Supercond. Sci. Technol.* 32 033001. Superconductor Science and Technology, 32(3).

