

STUDI PENGGUNAAN MAGNETOMETER DALAM PEMBUATAN PETA SEBARAN LOGAM UNTUK MENDUKUNG PEMASANGAN PIPA BAWAH LAUT

Syukron Khotibul Umam¹, Yuwono¹, Subarsyah²

¹ Program Studi Teknik Geomatika ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

² Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung-40174

Abstrak

Magnetometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu benda logam dengan cara mendeteksi anomali magnetiknya. Pengolahan data survei magnetik menggunakan alat magnetometer dengan memanfaatkan ukuran anomali magnetik, sehingga dapat menyediakan informasi spasial berupa peta sebaran benda logam untuk menunjang pemasangan pipa bawah laut di Selat Sunda.

Pengambilan data dilakukan terhadap 13 lintasan regional pada area seluas 27 km x 500 m dengan spasi antar lintasan lebih kurang 40 m. Proses akuisisi data dilakukan dengan menggunakan alat SeaSPY Magnetometer.

Pengolahan data diawali dengan koreksi IGRF untuk mendapatkan anomali medan magnet total. Kemudian dilakukan proses gridding dengan spasi 3 meter untuk memperapat data dan hasilnya adalah digunakan untuk proses derivative vertikal dan horizontal untuk mencari nilai gradiennya. Kemudian, terakhir dilakukan proses analisis sinyal.

Hasil interpretasi kualitatif menunjukkan adanya anomali dipole magnetik pada kilometer point ke-138 yang disinyalir sebagai anomali dari jalur pipa yang membentang dari arah barat daya ke timur laut, dengan rentang intensitas magnetik sebesar -216.945 nT hingga +110.593 nT. Hasil yang didapatkan dari analisis sinyal merubah sifat dipolar anomali magnetik menjadi monopolar yang menyebabkan rentang intensitas magnetik berubah antara 0 sampai dengan 42.253 yang tergambar dalam peta sebaran benda logam.

Kata kunci : Magnetometer, Anomali Magnetik, Peta Sebaran Benda Logam

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan terbesar didunia yang mempunyai potensi kelautan yang sungguh sangat berlimpah, baik di *nearshore* maupun di *offshore*. Hal ini menuntut sumberdaya manusia indonesia yang memiliki kemampuan lebih tentang ilmu hidrografi dan geologi laut untuk menghadapi tantangan bagi pembangunan nasional Indonesia, terutama pada sektor kelautan.

Kegiatan utama dalam penerapan ilmu hidrografi dan geologi laut adalah survei bawah laut, yaitu untuk menggambarkan keadaan, detail obyek, serta lapisan tanah bawah laut. Sehingga, survei bawah laut juga biasa digunakan untuk menentukan lokasi yang baik untuk jalur pipa atau kabel bawah laut. Salah satu alat yang digunakan untuk survei bawah laut adalah magnetometer, yang mampu mendeteksi variasi-variasi kecil dalam medan magnet bumi yang dihasilkan dari

kedekatan obyek magnetik (terutama benda logam). Oleh karena itu, selain digunakan untuk eksplorasi dan eksploitasi mineral/tambang, alat magnetometer juga sering digunakan untuk menentukan lokasi yang baik untuk jalur pipa bawah laut.

Hal ini dikarenakan, pemasangan pipa bawah laut merupakan salah satu pekerjaan dilaut yang sangat berharga karena biaya pemasangannya yang cukup besar. Sehingga, diperlukan suatu metode yang aman dan tepat sasaran sesuai dengan kebutuhan pekerjaan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian tentang perencanaan pemasangan pipa bawah laut dengan menggunakan magnetometer. Sehingga, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi lokasi benda logam disekitar jalur pemasangan pipa bawah laut.

Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk mengetahui keberadaan benda logam yang

tenggelam di bawah laut terutama lokasi terakhir dari jalur pipa yang sudah ada yang akan dilewati oleh jalur pipa yang baru dengan cara menyajikan data hasil magnetometer tersebut kedalam suatu peta. Selanjutnya digunakan sebagai data pendukung pemasangan pipa bawah laut.

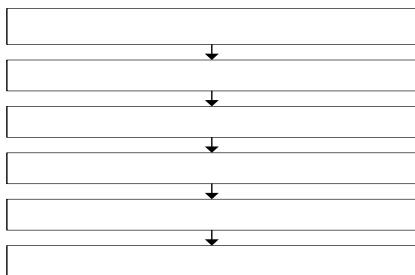
Lokasi yang digunakan untuk penelitian penelitian berada di daerah rencana pembangunan pemasangan pipa bawah laut yaitu diantara Pulau Sumatera dan Pulau Jawa (Selat Sunda) yang menghubungkan Labuhan Maringgai dengan Muara Bekasi. Akan tetapi, panjang koridor survei yang dilakukan hanya sepanjang kurang lebih 27 km dan lebarnya kurang lebih 500 m dengan *start of line* pada kilometer point ke-133 dan *end of line* pada kilometer point ke-160 di Muara Bekasi.



Gambar 1. Lokasi penelitian

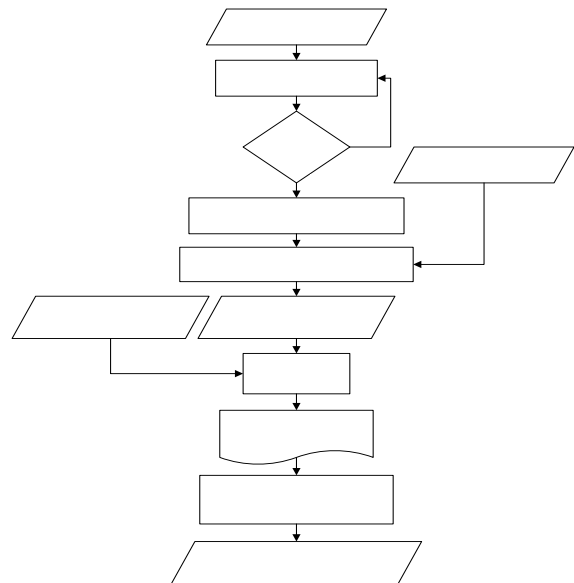
METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Perangkat Keras (*Hardware*) yang berupa *Personal Computer* (PC) Core(TM)2 Duo CPU T6500 @ 2.10 Ghz, memori DDR 1979 MB, hardisk 320 GB, *printer* Canon iP 1980. Dan Perangkat Lunak (*Software*), sistem operasi *Windows XP*, sistem aplikasi *software Matlab 7.0*, sistem aplikasi *software Surfer 8*, sistem aplikasi *software Autodesk Land Desktop 2004*, sistem aplikasi *Microsoft Office 2007*



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian

Tahap Pengolahan Data

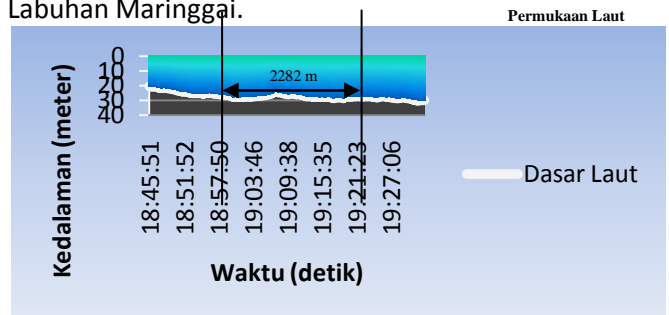


Gambar 3. Diagram alir tahapan pengolahan data

HASIL DAN ANALISA

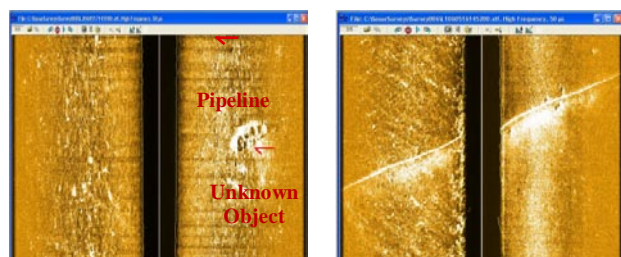
Hasil Survei Batimetri

Hasil rekaman yang diperoleh serta data digital menunjukkan bahwa daerah penelitian mempunyai kedalaman bervariasi antara 16 sampai 27 meter. Perubahan kedalaman terjadi secara bergradasi mulai dari pantai Muara Bekasi dan berangsur bertambah dalam menuju ke Labuhan Maringgai.



Gambar 4. Contoh rekaman hasil pemeruman dengan morfologi bergelombang ringan

Hasil Survei Side Scan Sonar

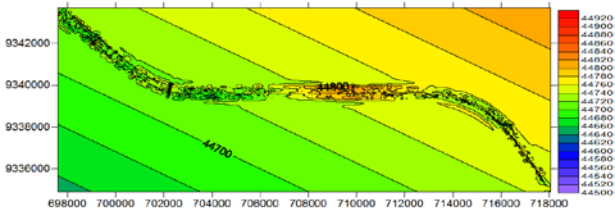


Gambar 5. Contoh kenampakan obyek pada citra side scan sonar

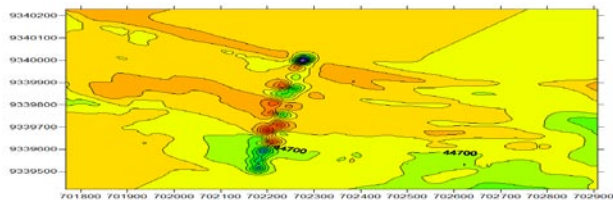
Hasil perekaman citra yang didapat dari instrumen side scan sonar ini, mendapatkan target yang terdeteksi yaitu substrat dasar laut dan target yang terdeteksi cukup signifikan yaitu berupa pipa. Target yang terdeteksi ini diinterpretasikan berdasarkan rona, yaitu rona gelap, rona sedang, dan rona terang. Semakin terang suatu rona dari target yang terdeteksi maka nilai pantulannya akan semakin tinggi. Semakin terang rona dari target yang terdeteksi, semakin keras bahan dari target yang didapat maka akan semakin kuat nilai pantulan sinyalnya.

Hasil Penelitian Survei Magnetik

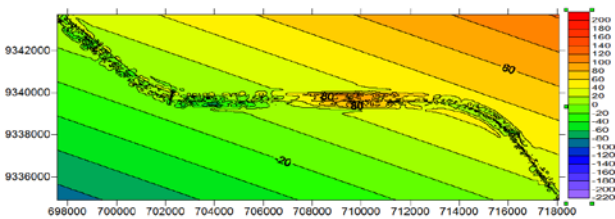
a. Koreksi IGRF



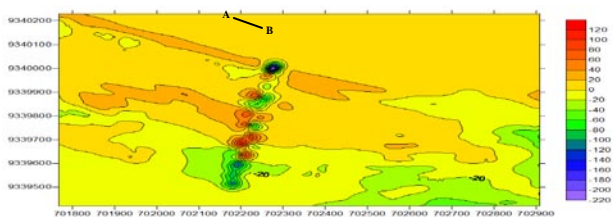
Gambar 6. Hasil loading file magnetometer sesuai koridor survei



Gambar 7. Hasil loading file magnetometer untuk jalur pipa



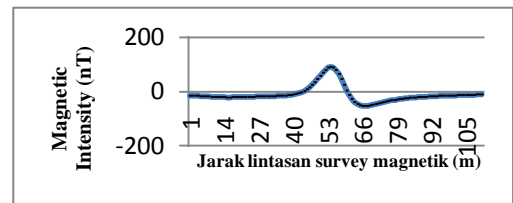
Gambar 9. Hasil koreksi IGRF sesuai koridor survei



Gambar 10. Hasil koreksi IGRF untuk jalur pipa

IGRF (*International Geomagnetik Reference Field*) merupakan nilai kuat medan magnetik utama bumi. Harga IGRF di daerah penelitian bervariasi antara 44705.767 nT sampai 44731.2 nT, yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perhitungan data anomali magnetik. Harga IGRF yang dipakai untuk menghitung data anomali magnetik di daerah penelitian yaitu harga IGRF yang berlaku mulai dari tahun 2005.

Jika dilihat penampang melintang dari koridor survei pada lintasan ke tujuh anomali magnetik yang sudah terkoreksi dengan nilai IGRF, menunjukkan bahwa anomali magnetik tersebut menunjukkan puncak positif sekitar 90 nanotesla dan puncak negatif 50 nanotesla dan fundamental panjang gelombangnya sekitar 30 meter.



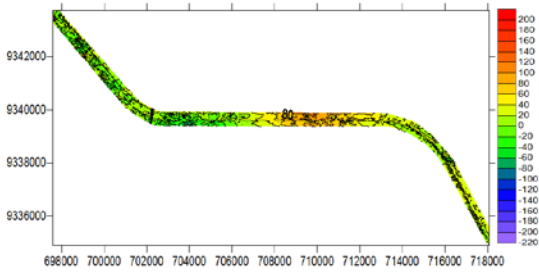
Gambar 11. Anomali magnetik pada lintasan 7 di atas jalur pipa

b. Proses Gridding

Semakin kecil ataupun semakin besar spasi yang digunakan dalam proses gridding dengan interval yang sama, maka untuk mencari pusat dari anomali medan magnetik akan jauh lebih sulit. Sehingga, hal ini akan berpengaruh terhadap proses selanjutnya untuk mencari pusat anomali dari medan magnetik tersebut yaitu proses *derivative* horizontal dan vertikal yang mengakibatkan nilai pusat anomali berasosiasi dengan anomali disekitarnya.

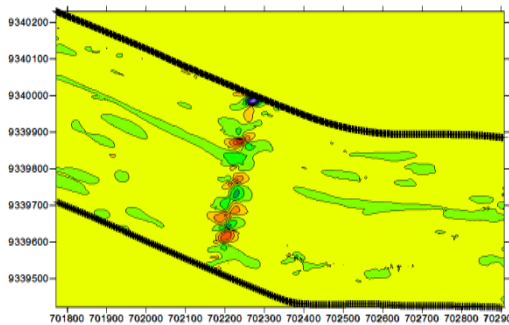
c. Proses Slice

Jalur survei yang diagonal dan terdapat identifikasi diluar koridor survei, membuat proses *slice* harus dilakukan. Hal ini akan berpengaruh terhadap interpretasi arah anomali magnetik dari jalur pipa tersebut. Akan tetapi, interpretasi sementara dari anomali magnetik jalur pipa pada saat dilakukan proses ini, membuat gambar yang terbentuk masih terpengaruh oleh anomali regional. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses selanjutnya agar data yang dihasilkan merupakan murni dari anomali magnetik pipa.

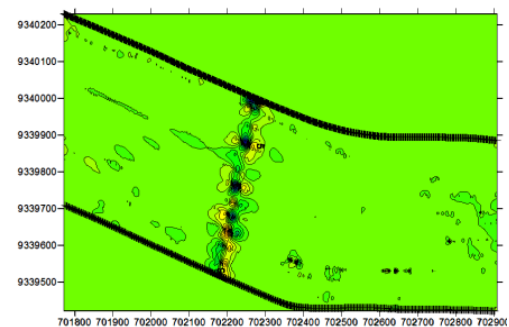


Gambar 12. Hasil proses *slice* sesuai koridor survei

d. **Derivative Horizontal dan Vertikal**



Gambar 13. *Derivative* horizontal



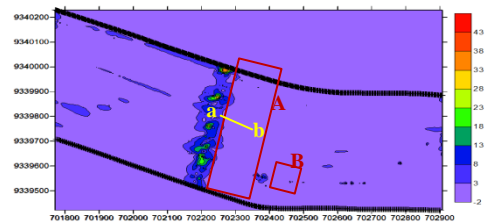
Gambar 14. *Derivative* vertikal

Analisa yang dilakukan secara visual terhadap anomali magnetik hasil dari implementasi algoritma *derivatif* menunjukkan kenampakan kesamaan-kesamaan posisi dan arah anomali, yakni klosur positif dan negatif yang selalu berdampingan. Sehingga, bisa disimpulkan bahwa benda penyebab anomali magnetik berupa dua kutub (*dipole*) magnetik.

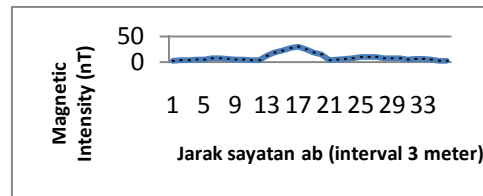
e. **Analisis Sinyal**

Terdapat 2 lokasi anomali magnetik. Anomali A berupa jalur pipa yang merupakan sasaran yang ingin diketahui koordinatnya dan anomali B ada kemungkinan berupa sebaran pasir yang mengandung besi tergantung hasil dari contoh sedimen dasar laut yang diambil (lihat gambar 15).

Jika dilihat penampang melintang dari anomali magnetik dengan klosur positif tersebut menunjukkan bahwa anomali magnetik tersebut menunjukkan puncak positif sekitar 24 nanotesla dan tanpa adanya puncak negatif dengan fundamental panjang gelombangnya sekitar 27 meter. Jika dibandingkan dengan gambar anomali magnetik pada lintasan 7 di atas jalur pipa (Gambar 11). Terjadi perubahan yang cukup signifikan pada lintasan yang sama. Sehingga, hal ini sangat membantu pada saat interpretasi untuk menentukan lokasi pipa.



Gambar 15. Anomali magnetik dengan klosur positif



Gambar 16. Anomali magnetik dengan klosur positif pada lintasan 7

ANALISA

Peta Batimetri

Pola garis kontur batimetri umumnya beraturan dimana sedikit sekali kontur yang melingkar karena hanya pada KP 133 sampai KP 136. Namun, secara keseluruhan kondisi dasar laut makin dalam ke arah barat laut. Jarak antara garis kontur kedalaman yang umumnya sangat renggang dengan interval garis kedalaman yang hanya 1 meter menunjukkan bahwa morfologi dasar laut di daerah penelitian relatif datar hingga landai.

Bila diamati peta batimetri secara lebih mendalam maka daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 2 zona yaitu :

Zona 1 adalah daerah dekat Muara Bekasi yang mempunyai perubahan kedalaman secara berangsur dan halus yaitu mulai dari kedalaman

16 meter sampai kedalaman 24 meter dengan rentang jarak sekitar 12 km.

Zona 2 adalah daerah yang mempunyai perubahan kedalaman secara berangsur, namun kasar yaitu mulai dari kedalaman sekitar 25 meter sampai sekitar 27 meter dalam rentang jarak sekitar 9 km.

Citra Side Scan Sonar

Setelah dilakukan pengolahan data side scan sonar secara *post processing* untuk meningkatkan pemahaman akan suatu obyek melalui interpretasi. Hasil interpretasi dari instrumen side scan sonar tersebut, menunjukkan bahwa target yang terdeteksi pada daerah survei dari Labuhan Maringgai sampai ke Muara Bekasi sebagian besar terdiri dari substrat dasar laut seperti berupa lumpur dan lumpur berpasir, dan objek keras lainnya. Hasil interpretasi juga menemukan adanya jalur pipa yang membentang dari timur laut sampai barat daya yang bisa dilihat dari sinyal seismik yang diperoleh dari dasar laut, teramati adanya reflektor yang cukup kuat dan/atau kontinyu pada saat dilakukan survei.

Analisa Anomali Magnetik

Pengambilan data magnet dilakukan bersamaan dengan kegiatan seismik dengan arah lintasan umumnya barat laut sampai tenggara serta hampir barat sampai timur. Arah ini memungkinkan untuk mendapatkan pembacaan harga intensitas medan magnet total yang stabil dan amplitudo sinyal yang besar.

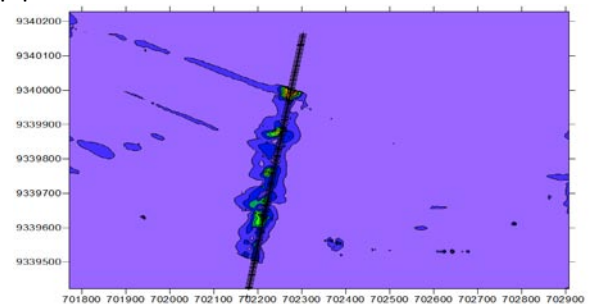
Variasi harian medan magnet bumi disekitar daerah penelitian tidak dilakukan pengamatan, karena posisi *base station* lebih jauh dari 100 mil dari daerah survei. Sehingga, pengaruhnya relatif sangat kecil terhadap intensitas magnet total itu sendiri. Selain itu, untuk mengetahui ada tidaknya badai magnetik bisa dilihat dari data medan magnet total yang terukur.

Pola kontur anomali magnetik tersebut sebenarnya tidak berhubungan langsung dengan batuan sedimen tetapi lebih mencerminkan terhadap kemagnetan pipa. Hal tersebut karena pipa pada umumnya mempunyai kontras kemagnetan (suseptibilitas) yang tinggi sedangkan batuan sedimen (pasir, serpih, batu gamping,

rijang) sederajat dengan air garam, air tawar, maupun udara. Sehingga, tidak merubah anomali magnetik dengan cara apapun dan umumnya mempunyai suseptibilitas yang rendah.

Analisa Persebaran Benda Logam

Hasil yang ditunjukkan oleh citra side scan sonar menampilkan jalur pipa yang dimulai tepat di tengah puncak intensitas magnetik sampai puncak intensitas magnetik yang berada di sebelah timur. Berdasarkan hasil interpretasi anomali magnetik secara kualitatif yang nantinya akan digunakan untuk menginterpretasi posisi pipa dengan mempertimbangkan data side scan sonar sebagai validasi. Maka, dapat dibedakan menjadi 3 bagian yaitu berdasarkan tinggi intensitas magnetik absolut, berdasarkan tinggi intensitas magnetik (tengah anomali), dan berdasarkan kelurusan pipa.



Gambar 17. Interpretasi jalur pipa berdasarkan citra side scan sonar

a. Berdasarkan Tinggi Intensitas Magnetik Absolut

Pendekatan awal dari interpretasi ini yaitu dengan memilih nilai anomali magnetik yang tertinggi. Hal ini senada dengan interpretasi citra side scan sonar yang menunjukkan jalur pipa yang dimulai tepat di tengah puncak intensitas magnetik sampai puncak intensitas magnetik yang berada di sebelah timur. Jalur pipa sedikit melengkung dibandingkan dengan interpretasi citra side scan sonar. Hal ini akibat dari nilai anomali magnetik yang berada di tengah anomali memiliki intensitas magnetik yang sangat tinggi dibanding intensitas magnetik sekitar.

b. Berdasarkan Tinggi Intensitas Magnetik (Tengah Anomali)

Pendekatan awal dari interpretasi ini hampir sama dengan interpretasi berdasarkan tinggi intensitas magnetik absolut, yang membedakan hanyalah

pipa yang berada di sebelah selatan tidak berada di puncak intensitas magnetik di sebelah timur. Melainkan berada di tengah atau diantara puncak intensitas magnetik. Untuk menarik kesimpulan dari interpretasi ini yaitu dengan menggabungkan hasil perhitungan *derivative* horizontal dan vertikal beserta analisis sinyal yang digunakan untuk mengubah anomali magnetik yang dipolar menjadi monopolar.

c. Berdasarkan Kelurusan Pipa

Interpretasi ini merupakan pengembangan dari interpretasi berdasarkan tinggi intensitas magnetik dengan menitik beratkan tengah anomali. Dimana hasil percobaan interpretasi jalur pipa berdasarkan *derivative* horizontal dan vertikal diprioritaskan terhadap kelurusan pipa dalam rentang 500 meter. Meskipun interpretasi ini mengutamakan kelurusan pipa, tetapi tidak sepenuhnya mengesampingkan nilai intensitas magnetik yang ada disepanjang jalur pipa. Sehingga, interpretasi yang didapatkan berupa jalur pipa yang lurus dengan berada di atas anomali magnetik yang ditimbulkannya.

KESIMPULAN

Kedalaman dasar laut di daerah penelitian umumnya berkisar antara 16 hingga 27 meter. Perubahan kedalaman terjadi secara bergradasi mulai dari Muara Bekasi berangsur bertambah dalam menjauhi Muara Bekasi.

Hasil interpretasi dari instrumen side scan sonar menunjukkan bahwa target yang terdeteksi pada daerah survei sebagian besar terdiri dari substrat dasar laut seperti berupa lumpur, lumpur berpasir, dan objek keras lainnya serta ditemukan jalur pipa yang membentang dari timur laut sampai barat daya.

Harga anomali intensitas magnet total yang direduksi terhadap intensitas medan magnetik utama bumi disetiap titik pengamatan menunjukkan interval harga yang bervariasi dengan kisaran -216.945 nanotesla sampai +110.593 nanotesla.

Teknik analisis sinyal dapat membantu memberi batasan-batasan dalam melakukan interpretasi anomali magnetik untuk mendapatkan solusi yang lebih unik karena sifatnya yang membentuk fungsi diatas sumber anomalnya dan merubah anomali magnetik yang bersifat dipolar menjadi monopolar.

Hasil yang ditunjukkan oleh citra side scan sonar menampilkan jalur pipa yang dimulai tepat di tengah puncak intensitas magnetik sampai puncak intensitas magnetik yang berada di sebelah timur.

Interpretasi jalur pipa berdasarkan tinggi intensitas magnetik absolut menunjukkan jalur pipa sedikit melengkung dibandingkan dengan interpretasi citra side scan sonar.

Interpretasi jalur pipa berdasarkan tinggi intensitas magnetik dengan menitik bertkan tengah anomali menunjukkan jalur pipa sedikit melengkung. Akan tetapi, posisi pipa disebelah selatan berada di tengah atau diantara puncak intensitas magnetik.

Interpretasi jalur pipa berdasarkan kelurusan pipa menunjukkan jalur pipa yang lurus dengan berada di atas anomali magnetik yang ditimbulkannya.

SARAN

Dalam pembuatan peta persebaran benda logam sehingga mampu mengetahui keberadaan benda logam yang tenggelam di bawah laut terutama lokasi terakhir dari jalur pipa yang sudah ada.

Dengan cara lebar koridor survei sebaiknya lebih dari 1 km untuk mengetahui kemenerusan dan kelengkungan dari jalur pipa.

Studi literatur sebaiknya dilakukan terlebih dahulu dengan peta batimetri untuk mengetahui gambaran morfologi daerah penelitian sehingga dapat menghindarkan survei yang dilakukan searah dengan jalur pipa yang akan dideteksi.

Dalam melakukan pengolahan data dan interpretasi selalu berpatokan pada kondisi morfologi sebagai korelasi agar didapatkan hasil interpretasi yang lebih akurat dan unik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2006. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Astari, R.R. 2010. *Pengaruh Variasi Komposisi dan Proses Pendinginan Terhadap Karakteristik Magnet Barrium Ferrite*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Breiner, S. 1999. *Applications Manual for Portable Magnetometers*. California: Geometrics
- Dharma, V.C.A. 2008. *Interpretasi Hasil Pencitraan Side Scan Sonar Pada Survei Rencana Penggelaran Kabel Bawah Laut*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Djunarsjah, E. 2003. *Catatan Kuliah: Hidrografi 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Ismail. 2010. *Metode Geomagnetik*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Lekkerkerk, H. J., Robert, V. dkk. 2006. *Handbook of Offshore Surveying: Book Two*. London: Clarkson Research Services Limited
- Lekkerkerk, H. J., Tim, H. dkk. 2006. *Handbook of Offshore Surveying: Book One*. London: Clarkson Research Services Limited
- Meisajiwa, S.H. 2008. *Interpretasi Hasil Pencitraan SBP (Sub-Bottom Profiler) Untuk Mendukung Rencana Pemasangan Kabel Bawah Laut*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Morris, P. 2004. *SeaSPY Marine Magnetometer*. <URL: http://edconprj.com/Services/documents/SeaSPY_mag.pdf>. Dikunjungi pada tanggal 5 Juli 2011, Jam 18.36
- Mubin, S. 2009. *Studi Anomali Geomagnetik di Bawah Permukaan Daerah Watukosek*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Niko, H. 2010. *Klasifikasi Magnet*. <URL: <http://hardiananto.wordpress.com/2010/05/07/klasifikasi-magnet/>>. Dikunjungi pada tanggal 6 Oktober 2010, Jam 14.25
- Paembonan, A.Y. 2010. *Metode Geomagnet*. <URL: <http://fisikabumiuniversitasnegarimakassar.blogspot.com/>>. Dikunjungi pada tanggal 6 Oktober 2010, Jam 11.45
- Pasek, M.R. 2009. *Survei Kelautan*. <URL: <http://www.ilmukelautan.com/sig-dan-penginderaan-jauh/pemetaan-sumberdaya-kelautan/426-survei-kelautan>>. Dikunjungi pada tanggal 6 Oktober 2010, jam 18.29
- Poetraffic. 2010. *Metode Geomagnet*. <URL: <http://poetraffic.wordpress.com/2010/10/06/motode-geomagnet/>>. Dikunjungi pada tanggal 6 Oktober 2010, Jam 11.30
- Prasetya, A. 2010. *Sekilas Tentang Medan Magnet Bumi*. <URL: <http://ridtz.blogspot.com/2010/06/sekilas-tentang-medan-magnet-bumi.html>>. Dikunjungi pada tanggal 1 April 2011, Jam 4.46
- Pratama, P.Y. 2008. *Optimasi Jalur Terbaik Kabel Bawah Laut dari Perspektif Kehidrografian*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Riess, W.C. 1998. *Possible Shipwreck and Aboriginal Sites on Submerged Land*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Soegiono. 2007. *Pipa Laut*. Surabaya: Airlangga University Press
- Sulistianto, D. 2009. *Estimasi Sumberdaya Bijih Besi Berdasarkan Analisis Data Anomali Magnetik Di Blangpidie, Aceh Barat Daya Dengan Menggunakan Sinyal Analitik Dan Permodelan Magnetik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Tarigan, M.P. 2010. *Prekursor gempa bumi dengan metode magnet*. <URL: <http://geofisika43.blogspot.com/2010/08/prekursor-gempa-bumi-dengan-metode.html>>. Dikunjungi pada tanggal 1 April 2011, Jam 5.11
- Triton. 2008. *Using Layback in Isis or SS-Logger* <URL: http://www.tritonimaginginc.com/site/content/public/downloads/Guides/Layback/New_layback.htm>. Dikunjungi pada tanggal 1 April 2011, Jam 14.46
- Wiguna. 2010. *Siklus Matahari Kita*. <URL: <http://edusogem.blogspot.com/2010/10/siklus-matahari-setiap-sebelas-tahun.html#links>>. Dikunjungi pada tanggal 1 April 2011, Jam 4.38