



Pemanfaatan Citra *Side Scan Sonar* untuk Identifikasi Objek Bawah Laut

Utilization Of Side Scan Sonar Images To Identification Underwater Objects

Eko Prayetno¹, Hilmiyati Ulinnuha²

¹ Alumni Departemen Teknik Geodesi FT-UGM, Indonesia

² Staf Pengajar Departemen Teknik Geodesi FT-UGM, Indonesia

Penulis Korespondensi: Hilmiyati Ulinnuha | **Email:** hilmiyatiulinnuha01@ugm.ac.id

Diterima (*Received*): 31/Mar/2020 Direvisi (*Revised*): 17/Jun/2020 Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 17/Jun/2020

ABSTRAK

Perairan Teluk Lamong adalah bagian dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Pelabuhan ini termasuk dalam salah satu pelabuhan tersibuk di Indonesia. Karena kondisi ini, perlu untuk mempelajari kondisi dasar bangunan infrastruktur air dan bawah air. Hal ini untuk memberikan informasi tentang keamanan jalur pelayaran dan pendaratan lego jangkar terhadap posisi infrastruktur bawah laut. Penelitian ini melibatkan kegiatan eksplorasi seperti deteksi dan penyapuan objek di dasar laut menggunakan instrumen *side scan sonar* dan pengambilan sampel sedimen menggunakan *Van Veen Grab Sampler*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi kabel laut dan jaringan pipa di perairan Teluk Lamong, dan untuk mengevaluasi aturan pemendam kabel dan pipa bawah laut sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 tahun 2016. Hasil dari ini kegiatan ini adalah peta kabel laut dan jaringan pipa yang ditampilkan terhadap Lembar Lukisan Lapangan Teluk Lamong. Target kabel bawah laut yang direkam berada di Jalur A dengan target kabel yang terdeteksi adalah 2 (dua) jalur kabel. Sedangkan pipa laut terletak di Jalur B. Hasil pendektasian ditampilkan terhadap Peta Laut Indonesia No. 84 untuk menentukan posisi kabel laut dan jaringan pipa. Masing-masing target kabel bawah laut dan jaringan pipa dianalisis berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 tahun 2016 tentang regulasi perendaman bangunan bawah air. Hasil analisis kabel dan pipa menunjukkan sudah memenuhi standar pemasangan, meskipun pada kedalaman yang dangkal. Kesesuaian ini dilihat berdasarkan pada diktum 2 (dua) aturan pemendam bahwa pemendam tidak berlaku untuk posisi bangunan bawah laut saling bersilangan.

Kata Kunci: Teluk Lamong, *side scan sonar*, *van veen grab sampler*, kabel laut, pipa laut

ABSTRACT

Lamong Bay waters are part of the Port of Tanjung Perak Surabaya. This port is included in one of the busiest ports in Indonesia. Due to these conditions, it is necessary to study the basic conditions of water and underwater infrastructure buildings. This is to provide information about the safety of the shipping lanes and the landing of the lego anchor on the underwater infrastructure position. This study involves exploration activities such as the detection and sweeping of objects at the bottom of the sea using side scan sonar instruments and taking sediment samples using Van Veen Grab sampler. The purpose of this study is to identify condition of sea cables and pipelines in Lamong Bay waters, and to evaluate the rules of immersion of submarine cables and pipelines in accordance with the Minister of Transportation Regulation No. PM 129 of 2016. The results of this activity will be in the form of a map of sea cables and pipelines which will be attached to the Lamong Bay Field Painting Sheet. The submarine cable target recorded is in Line A with the cable target detected 2 (two) cable lines. Whereas the sea pipe is located at Line B. The results of the inspection are to be placed on the Indonesian Sea Map No. 84 to determine the position of sea cables and pipelines. Each of the submarine cable and pipelines target was analyzed by Minister of Transportation Regulation No. PM 129 of 2016 concerning the regulation of immersion of underwater buildings. The results of cable and pipelines analysis show that the water has met the installation standards, even though they are at shallow depths. This suitability is seen based on dictum 2 (two) rules of burial that burials do not apply to the position of the underwater buildings crossing each other.

Keywords: *Lamong Bay, side scan sonar, Van Veen Grab sampler, sea cables, pipelines*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Teluk Lamong merupakan area pelabuhan Tanjung Perak yaitu pelabuhan yang terdapat di Surabaya, Jawa Timur. Pelabuhan ini terletak pada $7^{\circ} 11' 54''$ LS, $112^{\circ} 43' 22''$ BT dan secara administratif, pelabuhan Tanjung Perak termasuk ke dalam Kelurahan Perak Timur, Kecamatan Pabean Cantikan, Kota Surabaya. Tanjung Perak merupakan pelabuhan terbesar dan tersibuk kedua di Indonesia setelah Pelabuhan Tanjung Priok dan juga sebagai pusat perdagangan menuju kawasan Indonesia bagian timur. Perairan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya memiliki karakteristik dengan kondisi topografi dasar laut landai dan bergelombang relatif kecil serta berbatasan langsung dengan laut Jawa (Permana, 2014). Perbedaan kondisi ini menyebabkan perbedaan karakteristik masing-masing perairan tersebut. Dengan pelabuhan yang cukup sibuk maka dibutuhkan studi mengenai kondisi dasar perairan, seperti eksplorasi laut dan perikanan, serta pembangunan infrastruktur bawah laut. Dengan demikian perlu dilakukan eksplorasi melalui beberapa kegiatan seperti penelitian, pendeteksian, penyapuan, dan menentukan objek yang berada di dasar laut.

Kegiatan ini dilakukan di area perairan pelabuhan Tanjung Perak untuk mengetahui kondisi dasar laut di wilayah sekitar perairan dan objek-objek buatan yang terekam pada instrumen *side scan sonar*. Hal ini penting dilakukan karena dengan mengetahui dasar laut perairan tersebut, dapat menjadi pertimbangan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur, pemantauan kondisi objek bangunan bawah laut, serta keamanan jalur pelayaran. Pemantauan kondisi bawah laut umumnya dilakukan untuk mengetahui posisi objek laut tersebut tidak bersinggungan terhadap objek laut lainnya, dan memberikan informasi mengenai jalur keamanan pelayaran terutama pada penurunan lego jangkar kapal, sehingga tidak merusak bangunan laut yang sudah ada. Untuk mendukung keamanan tersebut, pemasangan pipa bawah laut dan kabel bawah laut dapat dilakukasn sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 Tahun 2016 tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/atau instalasi di perairan.

Proses perekaman dasar laut memiliki peran penting untuk mendukung informasi mengenai gambar dasar laut baik berupa kenampakan dasar laut alami atau buatan dan morfologi dasar laut itu sendiri. Dalam pelaksanaan perekaman tersebut harus didukung kegiatan pengambilan citra dasar laut guna memastikan potensi yang akan dikembangkan dikemudian hari. Pengukuran sinyal hambur balik target dasar laut secara kuantitatif ini perlu dilakukan untuk dapat mengetahui karakteristik dasar laut tersebut.

Dalam kegiatan eksplorasi laut, salah satu metode efektif dan efisien yaitu dengan menggunakan metode Hidroakustik (Blondel, 2009). Metode Hidroakustik

merupakan metode dengan memanfaatkan gelombang suara yang mampu merambat hingga dasar laut dan beberapa lapisan dibawahnya yang kemudian akan dipantulkan kembali dan diterima sebagai pantulan balik (Schneider *et al.*, 2001).

Proses penggambaran fitur dasar laut dapat menggunakan teknologi *Sub Bottom Profiler* (SBP) dan *Side Scan Sonar* (SSS). Metode pengukuran dengan *Sub Bottom Profiler* dapat digunakan untuk melakukan pemodelan lapisan sedimen di suatu area (Rahili & Cahyono, 2019). *Side Scan Sonar* (SSS) merupakan pengembangan sonar yang mampu menunjukkan dalam gambar dua dimensi permukaan dasar laut (Junaedi, 2015). Instrumen ini mampu membedakan ukuran partikel penyusun permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, atau jenis lainnya (Bartholoma, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk penggambaran kondisi pipa dan kabel bawah laut, sehingga penggambaran fitur dasar laut menggunakan instrumen SSS. Untuk mendukung klasifikasi dasar laut dibutuhkan juga pengambilan data substrat perairan. Data substrat ini digunakan untuk memberikan kenampakan sampel dasar laut untuk menginterpretasi kenampakan dasar laut khususnya pada perairan Teluk Lamong. Dalam pengambilan data substrat ini digunakan instrumen *Van Veen Grab Sampler* dengan pengambilan *sample* di beberapa titik jalur pemeruman (*sounding*) diperairan Pelabuhan Tanjung Perak.

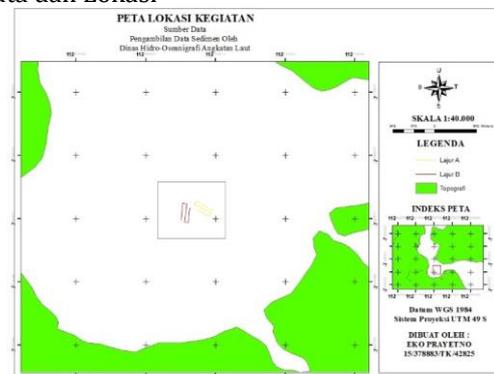
1.2. Tujuan

Tujuan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi posisi objek kabel laut dan pipa laut pada kolam perairan Teluk Lamong.
2. Mengevaluasi kondisi objek kabel laut dan pipa laut terhadap aturan pemendaman kabel bawah laut dan pipa laut sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 Tahun 2016 tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/atau Instalasi di Perairan terhadap kondisi kabel laut dan pipa laut.
3. Menganalisis jenis sedimen kolam perairan Teluk Lamong.

2. Data dan Metodologi

2.1. Data dan Lokasi

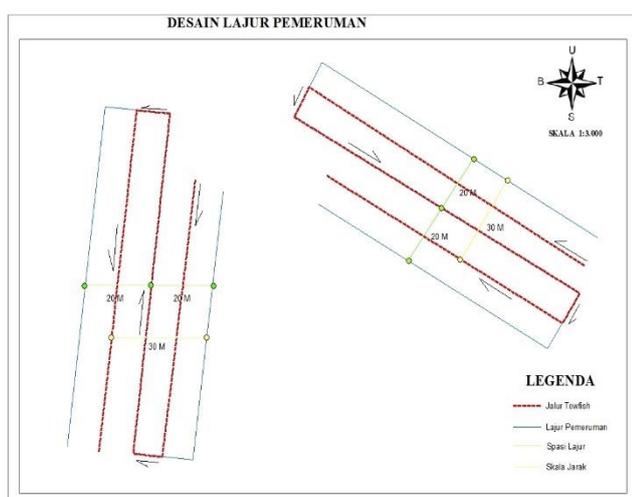


Gambar 2.1 Peta Lokasi Kegiatan Pengukuran

Data yang digunakan pada kegiatan ini merupakan data hasil pengukuran *side scan sonar* dan pengambilan *sample* sedimen, serta Lembar Lukis Lapangan yang dilakukan oleh Dinas Hidro-Oseanografi Angkatan Laut pada Perairan Teluk Lamong, Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya.

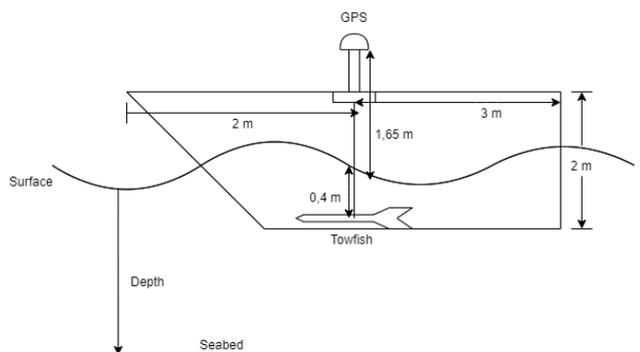
2.2. Metodologi

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan instrumen *side scan sonar* C-MAX CM2 *Digital Towfish* dapat dioperasikan dengan menggunakan dua buah frekuensi, yaitu frekuensi (500 kHz) dan frekuensi (100 kHz). Pada survei ini menggunakan frekuensi 325 kHz dengan spasi lajur 20 m dan *range scale* 30 m serta lebar pancaran ke kanan 50 m dan 50 m pada sisi kiri sehingga dapat tersapu 100%, dengan toleransi batas kecepatan kapal 6 knot untuk kestabilan dalam proses pengukuran.



Gambar 2.2 Desain Lajur Pemeruman

Kegiatan pengukuran ini berada pada perairan dangkal, sehingga *towfish* cukup ditambatkan disamping kapal. Hal ini karena kedalaman *towfish* perlu diperhitungkan agar tidak terjadi *noise* pada data jika terlalu dekat dengan dasar laut, selain itu juga berpengaruh terhadap faktor keamanan instrumen.

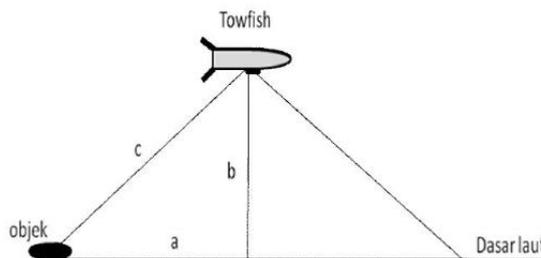


Gambar 2.3 Instalasi Peralatan Survei

Pengoperasian instrumen *side scan sonar* C-MAX CM2 *Digital Towfish* dipadukan dengan metode pengukuran posisi yang akurat, sehingga diperlukan untuk mendapatkan ketelitian posisi yang baik, yaitu dengan menggunakan alat *Differential Global Positioning System* (DGPS) *Trimble Net R9* sebagai penentu titik posisi survei.

Pengambilan contoh substrat dilakukan dengan menggunakan peralatan *Van Veen Grab sampler*. Pengambilan data substrat dilakukan untuk mengetahui jenis substrat yang mendominasi pada area survei. Contoh substrat diambil pada area sesuai dengan rencana operasi dan dilakukan secara acak. Pada area survei diambil 8 titik *sample* secara acak (*random*). Pengambilan contoh ini disesuaikan dengan titik yang telah ditentukan dengan menggunakan *Van Veen Grab sampler* dengan luas bukaan sebesar 20 x 20 cm².

Hasil pengukuran instrumen *side scan sonar* kemudian dilakukan *post processing* menggunakan perangkat lunak *Sonar Wiz 7.0*. Pengolahan dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan koreksi data yaitu koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi geometrik antara lain yaitu koreksi *bottom tracking* dan *slant range correction*. Koreksi *bottom tracking* dilakukan pada *track line* dengan melakukan digitasi pada area *first return* atau hambur balik pada dasar laut yang pertama dan memasukan kecepatan suara dalam air. Koreksi *slant range* merupakan proses koreksi untuk menghitung jarak horizontal suatu objek di dasar laut dengan titik dasar laut di bawah *towfish*.



Gambar 2.4 Koreksi Slant Range (Blondel, 2009)

$$a^2 = c^2 - b^2 \quad (1)$$

Dalam Hal ini :

a : *Slant range correction*

b : Tinggi *towfish* terhadap dasar laut

c : *Slant range*

Hasil dari penerapan koreksi *slant range* ini akan menghilangkan *blind zone* dan berpindah ke posisi yang representatif dari dasar laut yang sebenarnya dan memetakan kembali piksel dari posisinya terlihat ke posisi sebenarnya dengan melakukan komputasi dari waktu kembali dan tinggi wahana sonar (Chang, 2010). Koreksi radiometrik terdiri dari koreksi *Beam Angle Correction* (BAC), *Automatic Gain Control* (AGC), *Time Varying Gain* (TVG), dan *Empirical Gain Normalization* (EGN). Koreksi *beam angle* digunakan untuk mengoreksi variasi intensitas *beam* yang dipancarkan *towfish* ke dasar laut. Koreksi

Automatic Gain Control (AGC) untuk menormalisasi pantulan balik dari sonar agar tidak terpengaruh oleh geometri dasar laut. *Time Varying Gain* (TVG) dilakukan pada pemrosesan data *Side Scan Sonar* karena sistem sonar akan menghasilkan area cakupan *beam* yang memiliki warna lebih gelap maupun lebih terang bergantung pada tipe tekstur dasar laut. Koreksi TVG ini digunakan untuk meningkatkan intensitas sinyal dengan amplifikasi. Tahap koreksi *Empirical Gain Normalization* (EGN) dilakukan untuk *gain* yang dinormalisasi agar *backscatter* sonar *output* tidak bergantung pada sudut dan dapat membangun mosaik yang dinormalisasi, memberikan kontras dan kecerahan yang baik pada data *side scan sonar*.

Data yang sudah dilakukan koreksi kemudian dilakukan interpretasi secara visual dengan menggunakan metode interpretasi penginderaan jauh. Interpretasi visual dalam hal ini yaitu interpretasi kualitatif. Interpretasi kualitatif digunakan untuk memperoleh sifat fisik material dan bentuk objek, baik dengan mengetahui derajat kehitaman (*hue saturation*), ukuran (*size*) dan bentuk (*shape*), derajat kehitaman (*hue saturation*), bayangan (*shadow*), tekstur dan pola (*pattern*) dari objek atau target. Berdasarkan bentuk eksternal, target dapat dibedakan menjadi dua, yaitu objek alam (*natural targets*) dan objek buatan manusia (*man made targets*). Interpretasi secara kualitatif tersebut kemudian digunakan dalam identifikasi objek. Kekuatan gelombang pantulan berhubungan dengan tekstur objek, secara umum gelombang pantulan yang relatif tinggi berhubungan dengan objek kekasaran tinggi, gelombang pantulan yang relatif rendah berhubungan dengan objek kekasaran rendah. Fenomena gelombang pantulan (*backscatter*) permukaan dasar laut memiliki hubungan dengan kekasaran dan kekerasan permukaan (Gardner et al, 1991).

Berdasarkan atas hasil sebaran rona akibat perbedaan kekuatan pantulan gelombang akustik dari objek di dasar laut yang berhubungan dengan jenis material sedimen penutup, maka rekaman *side scan sonar* daerah survei dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu sebagai berikut:

1. Rona Terang (*High Sonar Reflectivity*)

Rona terang diperkirakan sebagai material dasar laut yang keras baik itu berupa jatuhnya benda logam, beton, dan singkapan terumbu karang tua yang dicirikan dengan rona yang sangat terang dan terlihat kontras dengan lingkungan sekitarnya.

2. Rona Sedang (*Moderate Sonar Reflectivity*)

Rona sedang diperkirakan sebagai objek dasar laut yang agak keras. Rona sedang dapat berupa lapisan sedimen berbutir lebih kasar dengan sebaran (pecahan) terumbu karang kecil

3. Rona Gelap (*Low Sonar Reflectivity*)

Rona gelap diperkirakan sebagai objek dasar laut yang bersifat homogen, lunak, dan relatif datar. Rona gelap tersebut diduga sebagai dasar laut yang dialasi oleh lapisan sedimen berbutir halus (lanau, lumpur, atau pasir).

Proses interpretasi visual dijadikan sebagai identifikasi objek bawah laut. Posisi objek bawah laut tersebut disesuaikan dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 Tahun 2016 tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/atau Instalasi di Perairan pada Bab IX (Sembilan) Bangunan atau Instalasi di Perairan. Peraturan tersebut antara lain Pasal 64 Ayat (1) a mengenai Peraturan Pemendam Pipa Laut, Pasal 64 Ayat (1) b mengenai Peraturan Pemendam Kabel Laut, dan Pasal 65 Ayat 1 dan 2 mengenai Pengecualian Pemendam Pipa Laut dan Kabel Laut. Adapun isi setiap pasal dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pasal 64 Ayat (1) a

1. dari garis pantai menuju arah lepas pantai sampai dengan kedalaman perairan kurang dari 20 meter , instalasi pipa harus dipendam 2 meter di bawah permukaan dasar perairan (*natural seabed*).

2. pada perairan mulai dari kedalaman 20 meter atau lebih, instalasi pipa dapat digelar di atas permukaan dasar perairan dan harus diusahakan tetap stabil pada posisinya.

3. pemendam harus duduk stabil pada posisinya.

- b. Pasal 64 Ayat (2) a

1. dari garis pantai sampai dengan kedalaman perairan 10 meter kabel dipendam sedalam 2 meter

2. dari kedalaman air 10 sampai dengan 15 meter, kabel dipendam sedalam 1 meter

3. kedalaman 15 meter sampai dengan kurang dari 28 meter, kabel dipendam sedalam 0,5 meter, sedangkan pada perairan dengan kedalaman lebih dari 28 meter, kabel dapat digelar didasar perairan.

- c. Pasal 65 Ayat 1 dan 2

Aturan pemendam tidak diberlakukan apabila telah dilakukan kajian penilaian analisa resiko (*risk assessment*) pada lokasi tertentu. Lokasi sebagaimana yang dimaksud terdapat pada ayat 2 adalah sebagai berikut :

1. dasar perairan yang keras (batu atau karang)

2. persilangan (*crossing*) dengan instalasi *existing*

3. pengaruh terhadap daya hantar

4. daerah lain yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

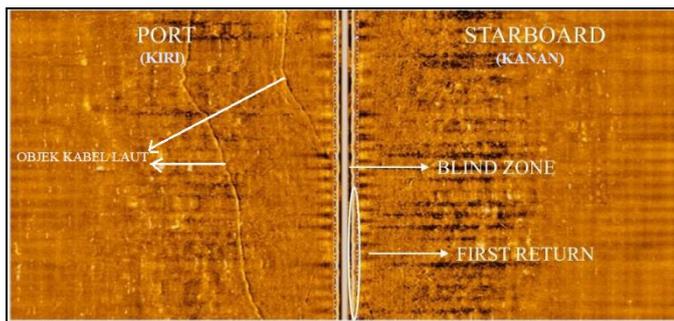
Dalam evaluasi objek bawah laut terhadap Peraturan Menteri Perhubungan PM 129 tahun 2016, diperlukan informasi mengenai kedalaman perairan. Kedalaman perairan tersebut, diperoleh dari Lembar Lukis Lapangan wilayah Teluk Lamong tahun 2019.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Koreksi Data *Side Scan Sonar*

Koreksi yang dilakukan pada data *side scan sonar* adalah koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Pada Gambar 3.1 menunjukkan citra *side scan sonar* tanpa koreksi. Pada citra tanpa koreksi, sejumlah piksel hanya terdapat pada kedua sisi nadir (*center of the swath*) area

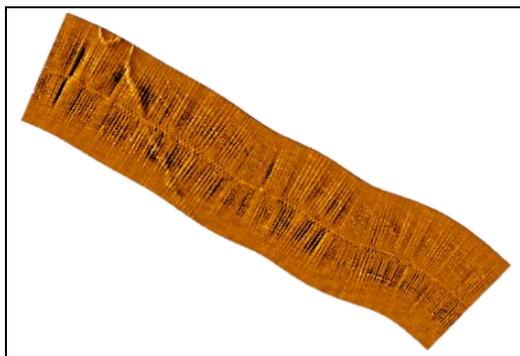
sisi kiri (*port*) dan kanan (*starboard*). Pada sisi nadir tidak berisi informasi tentang permukaan dasar laut (*blind zone*).



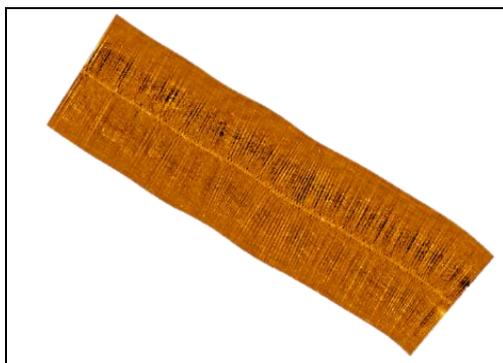
Gambar 3.1 Area *First Return*

Hasil Pemrosesan data citra *side scan sonar* dengan koreksi geometrik yaitu koreksi *bottom tracking*, *slant range* serta koreksi radiometrik yaitu koreksi *Beam Angle Correction (BAC)*, *Automatic Gain Control (AGC)*, *Time Varying Gain (TVG)*, dan *Empirical Gain Normalization (EGN)* yang diproses pada seluruh lajur secara berurutan disajikan pada tiap bagian gambar.

Pada *raw data* tanpa koreksi radiometrik pada lajur A lintasan 1 ditampilkan pada Gambar 3.2 dan lajur A lintasan 2 ditampilkan pada Gambar 3.3. Citra tersebut sudah terkoreksi secara geometrik yaitu koreksi *slant range correction*.

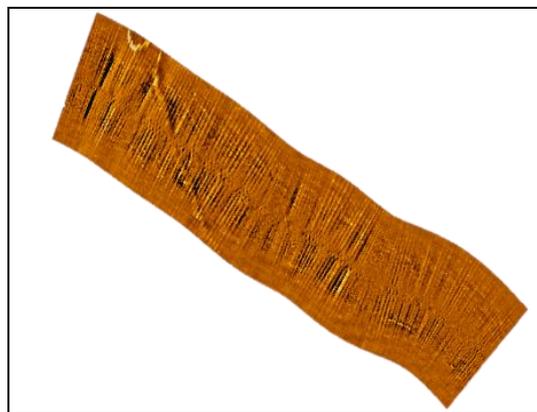


Gambar 3.2 Tanpa Koreksi Radiometrik Lintasan 1

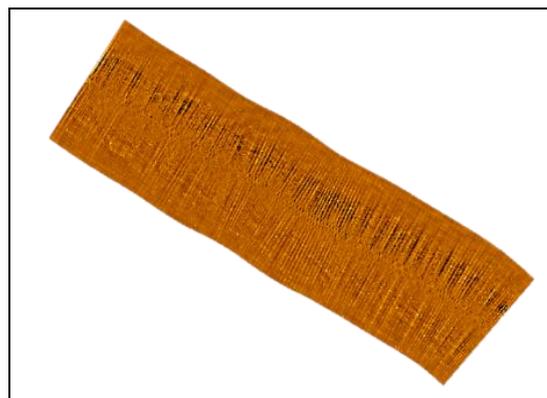


Gambar 3.3 Tanpa Koreksi Radiometrik Lintasan 2

Koreksi *beam angle correction (BAC)* ditampilkan pada Gambar 3.4 dan pada Gambar 3.5. Apabila proses ini tidak dilakukan maka gambaran objek yang berada dekat dengan wahana sonar akan termampatkan dibandingkan dengan objek yang berada jauh dari wahana sehingga posisi yang terlihat bukan posisi sebenarnya dari objek tersebut. Setelah dilakukan koreksi *slant range* maka posisi objek maupun dasar laut akan terkoreksi pada posisi sebenarnya.

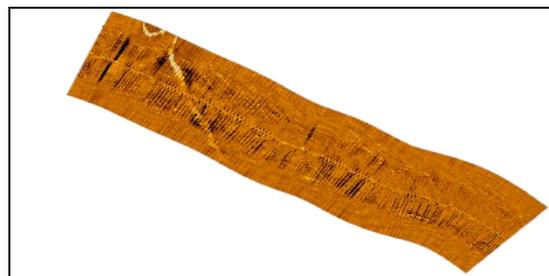


Gambar 3.4 Koreksi BAC Lintasan 1

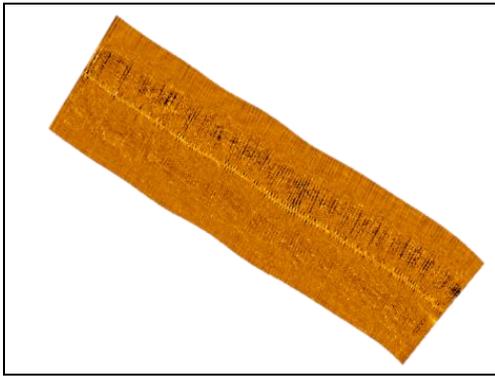


Gambar 3.5 Koreksi BAC Lintasan 2

Koreksi *Automatic Gain Control (AGC)* pada Gambar 3.6 dan pada Gambar 3.7. Koreksi *Automatic Gain Control (AGC)* dapat mengurangi atenuasi jarak dan efek lainnya. Atenuasi adalah melemahnya sinyal hambur balik akibat adanya jarak yang semakin jauh, yang harus ditempuh oleh sinyal tersebut (Hurriyah, 2013).

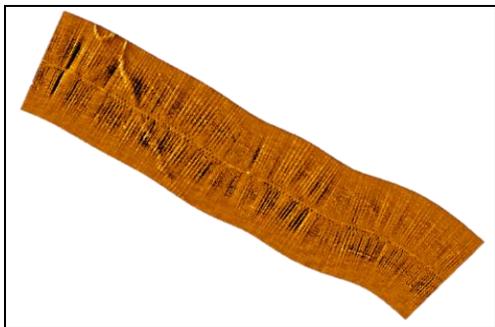


Gambar 3.6 Koreksi AGC Lintasan 1

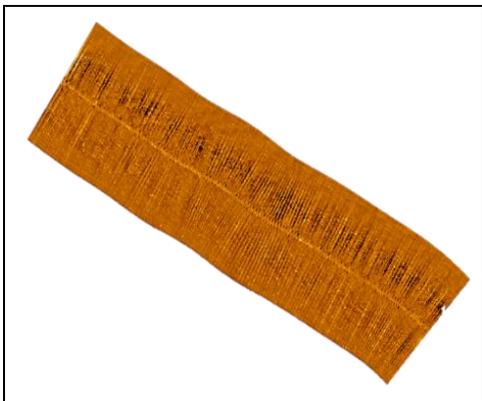


Gambar 3.7 Koreksi AGC Lintasan 2

Hasil koreksi *Time Varying Gain* (TVG) ditunjukkan pada Gambar 3.8 dan pada Gambar 3.9. Pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9 citra *side scan sonar* sudah mengalami perubahan pada bagian yang terlihat memiliki intensitas yang tinggi.

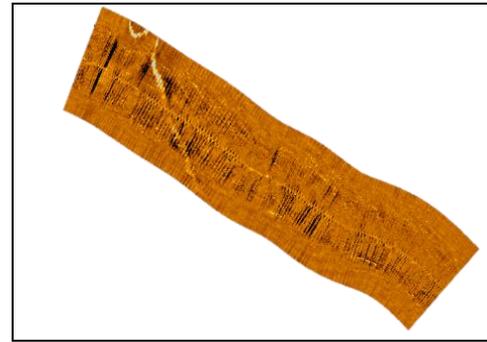


Gambar 3.8 Koreksi TVG Lintasan 1

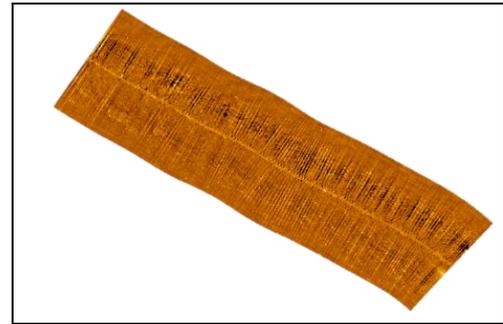


Gambar 3.9 Koreksi TVG Lintasan 2

Penerapan *Empirical Gain Normalization* (EGN) pada Gambar 3.10 dan Gambar 3.11 akan berpengaruh terhadap *gain* yang telah dinormalisasi pada *pixel* di citra tersebut. Intensitas yang paling kuat pada citra sebelum dikoreksi berada di area tepat dibawah *towfish*, semakin jauh maka akan berkurang, dapat dilihat dari warna yang tampak terang dan gelap.

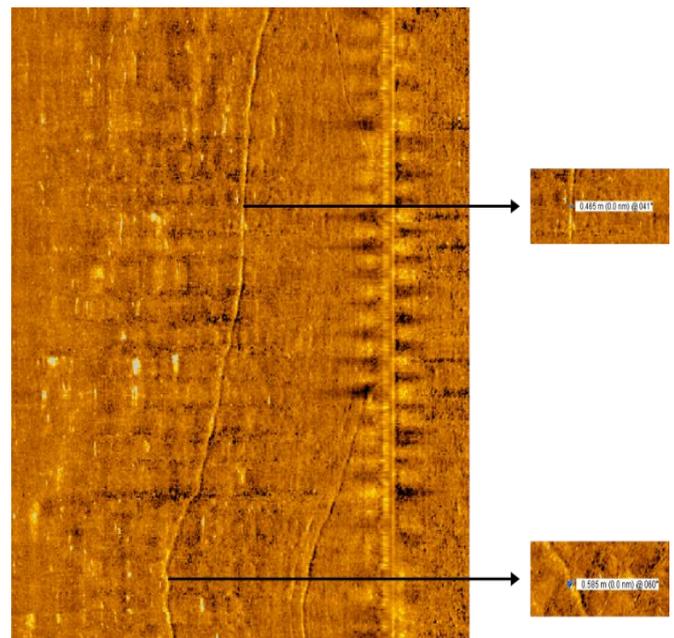


Gambar 3.10 Koreksi EGN Lintasan 1



Gambar 3.11 Koreksi EGN Lintasan 2

3.2. Hasil Interpretasi Objek Laut



Gambar 3.12 Dimensi Kabel Laut

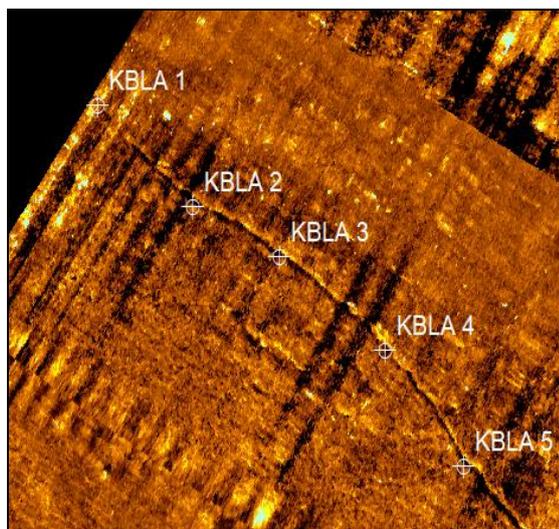
Pada kegiatan ini terdapat 2 (dua) lajur pemeruman yaitu lajur A dan lajur B. Pada lajur A intepretasi visual diduga merupakan instalasi objek laut. Objek laut yang diperkirakan merupakan alur kabel laut. Kabel laut yang terekam pada kegiatan ini terdapat dua kabel yang terbentang menjadi dua jalur yaitu jalur 1 (satu) dan jalur 2 (dua). Kabel laut berada pada area sisi kiri (*port*) dan sisi

kanan (*starboard*) citra *Side Scan Sonar*. Pendeteksian kabel tersebut diasumsikan sebagai kabel A dan kabel B. Perkiraan bangunan laut berupa kabel dilihat berdasarkan dimensi dari objek dasar laut itu sendiri. Dimensi dari objek laut itu sendiri diukur berdasarkan perangkat lunak *Sonar Wiz* kemudian ditampilkan pada Gambar 3.12.

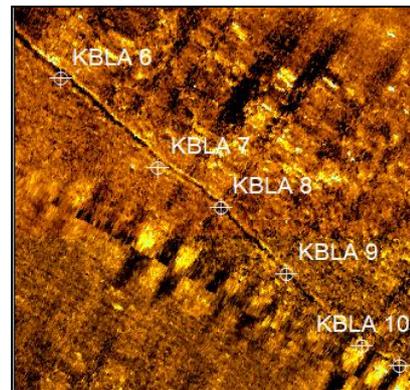
Pengambilan dimensi objek laut dilakukan secara interpretasi terhadap visual citra *side scan sonar* yang diduga merupakan kabel laut. Interpretasi dilakukan dengan pengukuran diatas peta. Dimensi yang diperoleh memiliki lebar kisaran 30 dan 50 cm dan panjang antar lengkungan tidak begitu jauh. Ukuran tersebut jika merujuk kepada ukuran diameter jenis-jenis instalasi bangunan laut maka diduga merupakan kabel laut. Hal tersebut karena diameter hasil ukuran objek yang diduga kabel laut memiliki kedekatan nilai diameter yang hampir sama terhadap ukuran diameter kabel laut tipe kabel daya/listrik. Bentuk target juga memiliki karakteristik seperti garis panjang membentuk alur dengan pola lengkungan.

Pendefinisian nama kabel (KBLA dan KBLB) pada kegiatan kali ini bukanlah nama kabel yang sebenarnya. Pendefinisian ini digunakan untuk membedakan kenampakan target yang ada pada citra *side scan sonar*. *Fish height* merupakan tinggi *towfish* terhadap permukaan dasar laut. *Ping number* merupakan nilai *ping* pengambilan target. Setiap gambar terlihat adanya guratan berwarna hitam. Guratan tersebut merupakan bayangan (*shadow*) dari objek terumbu karang. Adanya proses koreksi *Beam Angle Correction* untuk menghilangkan *Blind Zone* pada nadir (posisi alat saat melakukan perekaman). Koreksi ini dilakukan secara manual sehingga masih terdapat gerutan di area *first return*. Berikut ini disajikan posisi kabel laut.

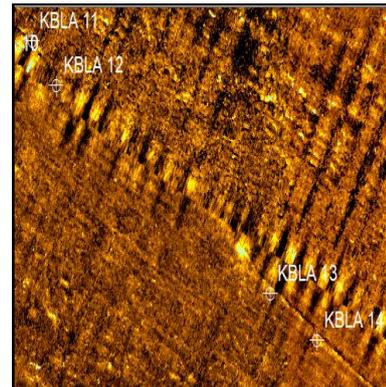
1. Posisi Kabel Laut A pada Lajur A



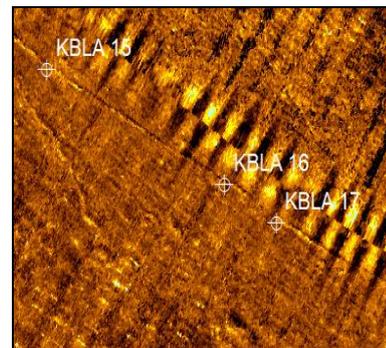
Gambar 3.13 Posisi Kabel Ke-1 s.d ke-5



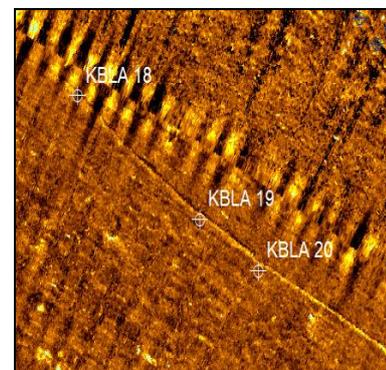
Gambar 3.14 Posisi Kabel Ke-6 s.d ke-10



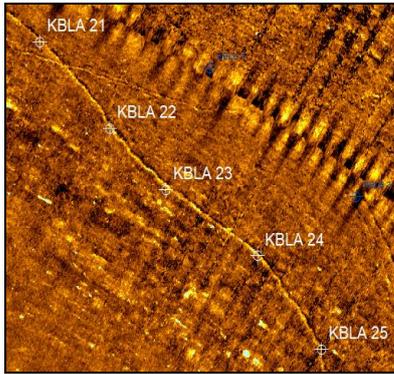
Gambar 3.15 Posisi Kabel Ke-11 s.d ke-14



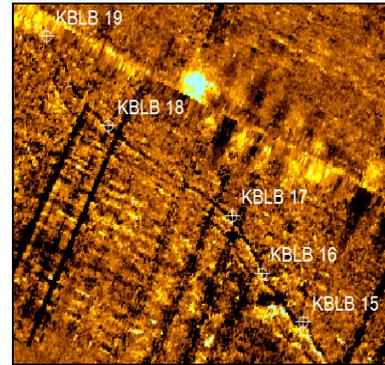
Gambar 3.16 Posisi Kabel Ke-15 s.d ke-17



Gambar 3.17 Posisi Kabel Ke-18 s.d ke-20

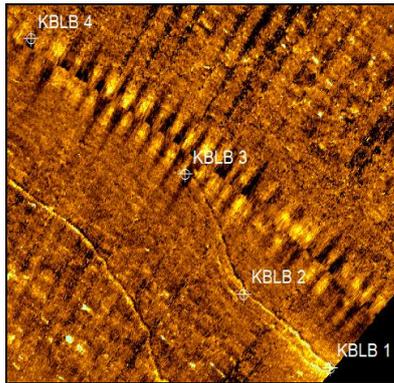


Gambar 3.18 Posisi Kabel Ke-21 s.d ke-25

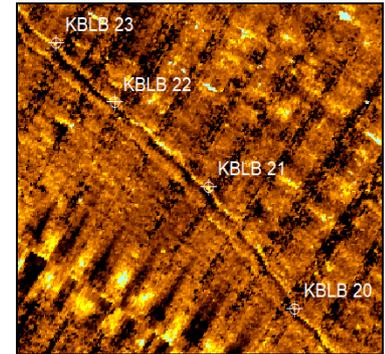


Gambar 3.22 Posisi Kabel Ke-15 s.d ke-19

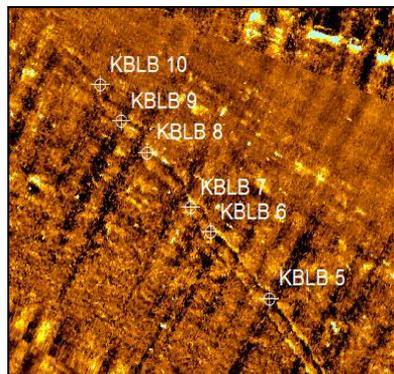
2. Posisi Kabel Laut B pada Lajur A



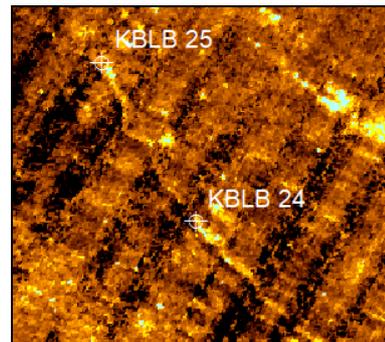
Gambar 3.19 Posisi Kabel Ke-1 s.d ke-4



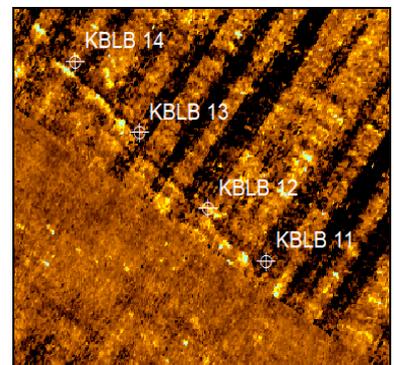
Gambar 3.23 Posisi Kabel Ke-20 s.d ke-23



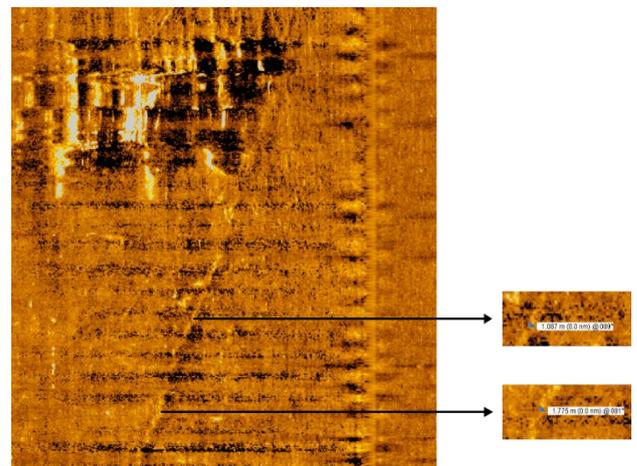
Gambar 3.20 Posisi Kabel Ke-5 s.d ke-10



Gambar 3.24 Posisi Kabel Ke-24 s.d ke-25

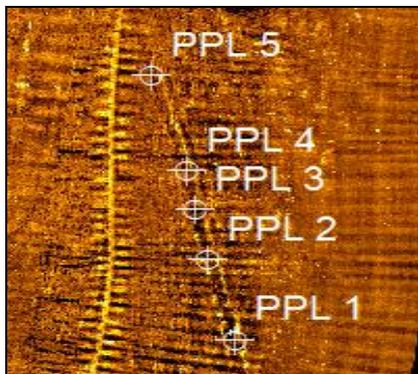


Gambar 3.21 Posisi Kabel Ke-11 s.d ke-14

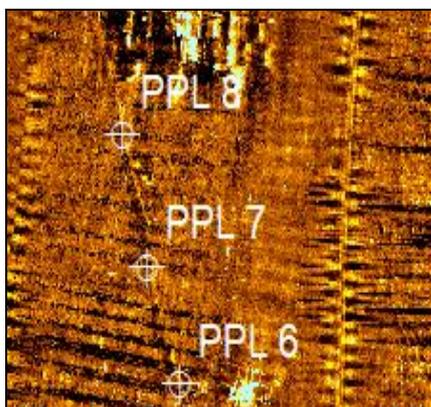


Gambar 3.25 Dimensi Pipa Laut

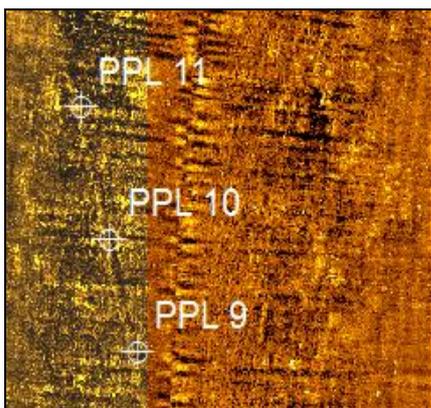
Pada lajur B merupakan alur pipa laut dengan dimensi pipa ditunjukkan pada Gambar 3.25. Pengambilan koordinat pipa dilakukan secara interpretasi berdasarkan bagian pipa pada *side scan sonar*. Posisi pipa berada disebelah sisi kiri dan sisi kanan citra *side scan sonar* dengan posisi pengambilan citra diagonal terhadap pipa. Citra pipa laut disajikan dalam Gambar 3.26 sd Gambar 3.28 berikut ini.



Gambar 3.26 Posisi Kabel Ke-1 s.d ke-5



Gambar 3.27 Posisi Kabel Ke-6 s.d ke-8



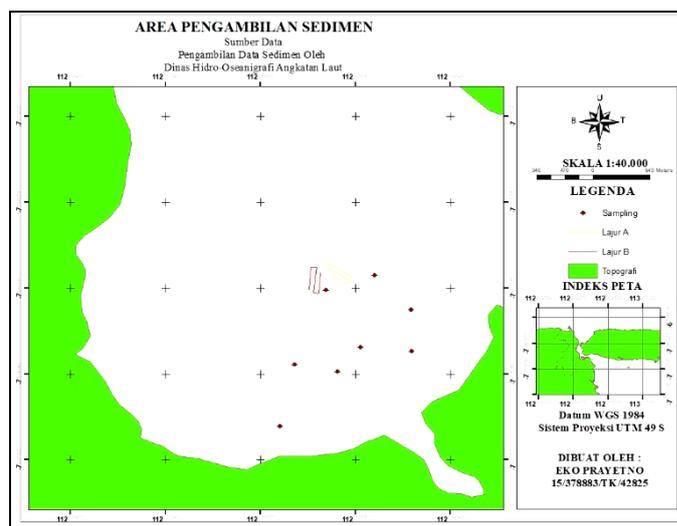
Gambar 3.28 Posisi Kabel Ke-9 s.d ke-10

3.3. Hasil Sedimen Dasar Laut

Hasil sedimen pada perairan Teluk Lamong yaitu sedimen fraksi lumpur (*mud*). Pengambilan *sample*

sedimen dilakukan pada 8 titik *sampling* oleh Tim Dinas Hidro-Oseanografi Angkatan Laut. Fraksi lumpur pada perairan Teluk Lamong memiliki diameter ukuran partikel yang kecil. Perairan Teluk Lamong termasuk perairan di laut utara pulau Jawa, sehingga partikel sedimen seperti lumpur masih mendominasi pada perairan ini. Kedalaman sedimen diperoleh berdasarkan *overlay* terhadap kedalaman dari Lembar Lukis Lapangan Teluk Lamong. Area pengambilan *sample* sedimen pada kegiatan ini ditampilkan pada Gambar 3.29.

Hasil *sampling* sedimen menunjukkan persebaran fraksi lumpur dari area bibir pantai sampai dengan batasan cakupan area survei. Lumpur sebagai fraksi lebih halus akan mengendap pada perairan kedalaman yang semakin dalam. Begitupun sebaliknya fraksi sedimen kasar akan berada pada kedalaman yang lebih rendah (Mulyadi, H.,dkk.,2015). Faktor pengendapan sedimen terjadi akibat adanya pengaruh arus perairan pelabuhan terhadap komposisi penyusun lapisan permukaan dasar laut yang mengakibatkan pergerakan partikel penyusun dasar laut bergerak dan berpindah sehingga pada akhirnya mengendap (Mulyadi, H.dkk, 2015). Hal ini juga memungkinkan partikel lumpur masih mendominasi.



Gambar 3.29 Area Pengambilan *Sample* Sedimen

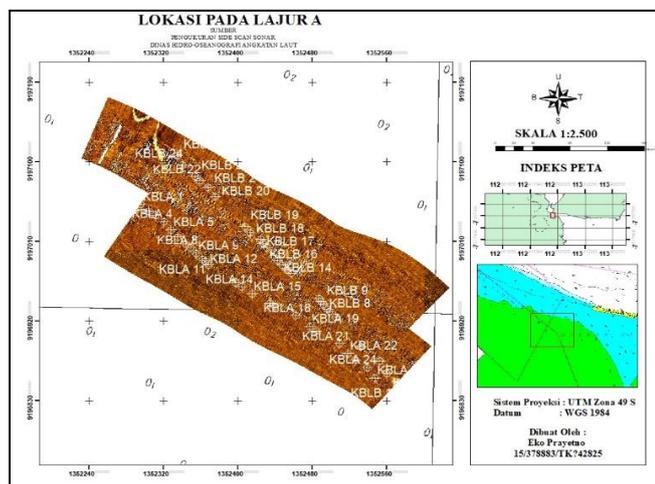
3.4. Analisis Aturan Pemendaman Kabel Laut dan Pipa Laut

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 Tahun 2016 tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/atau Instalasi di Perairan pada Bab IX Bangunan atau Instalasi di Perairan Pasal 64 Ayat (1) menyebutkan aturan pemendaman kabel dan pipa laut. Berikut ini merupakan hasil analisis kesesuaian aturan pengelaran kabel dan pipa laut :

1. Analisis aturan terhadap Lajur A

Alur kabel laut dapat diidentifikasi sesuai atau tidak sesuai aturan Menteri Perhubungan mengenai

pemandaman kabel laut. Oleh karena itu, harus diketahui pula informasi kedalaman area alur kabel tersebut. Dalam hal ini hasil identifikasi objek dasar laut citra *side scan sonar* pada Lajur A ditampilkan terhadap informasi kedalaman hasil Lembar Lukis Lapangan wilayah pelabuhan Teluk Lamong Surabaya. Lembar Lukis Lapangan yang diperoleh berupa konsistensi *.geoTIFF* dengan sistem proyeksi UTM Zona 49 S yang disesuaikan terhadap sistem proyeksi pengukuran *side scan sonar*. Hasil pertampalan kedua data tersebut disajikan dalam Gambar 3.30.



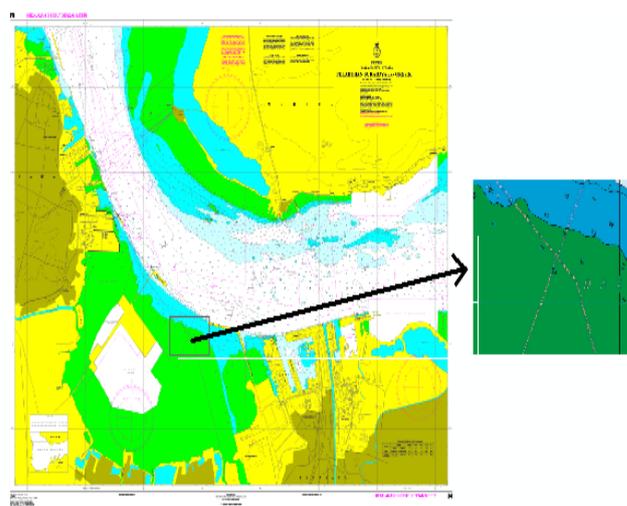
Gambar 3.30 Lokasi Kabel Laut pada Lajur A

Kedalaman yang tertera dalam Lembar Lukis Lapangan tersebut merupakan kedalaman yang sudah disurutkan terhadap *mean sea level* (1,65 meter). Kedalaman tersebut menunjukkan kedalaman cukup dangkal karena berada pada kedalaman kolam pelabuhan. Sehingga tampak kedalaman pada area survei berkisar 0.1 meter s.d 0.2 meter. Hal ini memungkinkan proses identifikasi posisi objek terhadap peraturan pergelaran kabel laut. Kedalaman pada peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 Tahun 2016, tertera bahwa pergelaran dan pemendaman kabel laut merujuk pada kedalaman laut dihitung dari garis pantai sampai kedalaman yang dituju.

Kedalaman menurut aturan tersebut, kabel seharusnya dipendam 2 meter dibawah lapisan dasar laut. Namun kedalaman area survei memiliki kedalaman kurang dari 1 meter. Dalam Peraturan Menteri Perhubungan PM 129 tahun 2016 pada pasal 65 ayat 1 menyebutkan pengecualian pemendaman pada lokasi tertentu. Lokasi yang dimaksud yaitu sebagai berikut :

1. dasar perairan yang keras (batu atau karang)
2. persilangan (*crossing*) dengan instalasi *existing*
3. pengaruh terhadap daya hantar
4. daerah lain yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan

Dalam hal ini kabel laut yang terdeteksi terlebih dahulu dievaluasi terhadap Pasal 65 ayat 1 Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 tahun 2016. Evaluasi terhadap diktum 1 (satu) mengenai dasar perairan, dasar perairan yang dimaksud yaitu dasar perairan dengan susunan partikel sedimen berupa sedimen keras (batu atau karang). Pada kegiatan ini sedimen yang dihasilkan dari hasil pengambilan *sample* berupa lumpur (*mud*) dan juga terlihat pada citra *side scan sonar*. Partikel lumpur merupakan partikel yang cukup halus penyusun lapisan dasar laut pada Teluk Lamong. Oleh karena itu kabel seharusnya dilakukan pemendaman sedalam 2 meter, akan tetapi berdasarkan atas diktum 2 (dua) yang menyebutkan bahwa bangunan laut yang saling bersilangan (*crossing*) tidak diberlakukan pemendaman. Persilangan bangunan laut dapat dilihat pada Peta Laut Indonesia No. 84 dalam Gambar 3.31.

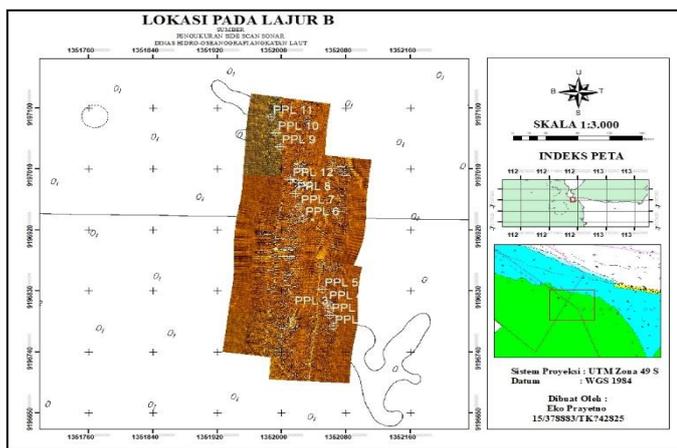


Gambar 3.31 Peta Laut Indonesia No. 84 tahun 2013

Aturan ini berlaku jika pemasangan kabel laut dilihat berdasarkan analisa resiko yang tertera pada diktum 3 (tiga), maka pemendaman tidak diberlakukan. Sehingga pada kegiatan ini kabel laut yang terdeteksi sudah memenuhi aturan pemendaman Menteri Perhubungan PM 129 tahun 2016.

2. Analisis aturan terhadap Lajur B

Pada lajur B juga dilakukan pertampalan terhadap lembar lukis lapangan yang sama, yaitu lembar lukis lapangan Teluk Lamong Surabaya. Kedalaman pada area lajur B menunjukkan kedalaman berkisar 0 meter sampai dengan 0.1 meter. Dengan kedalaman pada area ini tidak begitu jauh terhadap kedalaman pada area lajur A. Sehingga kedalaman pada area ini juga termasuk kedalaman yang dangkal. Hasil *overlay* ditunjukkan pada Gambar 3.32.



Gambar 3.32 Lokasi Pipa Laut pada Lajur B

Menurut Aturan Menteri Perhubungan No. PM 129 Tahun 2016, tertera bahwa kedalaman mulai dari garis pantai sampai dengan kedalaman 20 meter, pipa laut harus dipendam sedalam 2 meter dibawah dasar perairan (*Natural Seabed*). Akan tetapi pipa laut yang terpasang bersilangan terhadap kabel laut pada lajur A. Hal ini juga dapat dilihat pada Peta Laut Indonesia No. 84 (delapan puluh empat) pada Gambar 3.31. Sehingga pipa laut yang terdeteksi pada lajur B sudah sesuai dengan aturan pemendaman yang berlaku. Dalam hal ini yaitu Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 129 tahun 2016.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari kegiatan penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil identifikasi objek dasar laut pada lajur A merupakan 2 (dua) kabel laut, dengan posisi kabel berada pada kedalaman berkisar 0 m sampai dengan 0.1 m dengan kedalaman yang sudah disurutkan terhadap *Mean Sea Level* (1,65 m). Objek dasar laut pada lajur B merupakan pipa laut dengan kedalaman berkisar 0.1 m diatas *Mean Sea Level* (1,65 m).
2. Kondisi kabel laut pada lajur A sudah memenuhi aturan pemendaman kabel laut, demikian pula pipa laut pada lajur B. Kesesuaian aturan pemendaman kabel laut dan pipa laut ini didasarkan atas analisa resiko, dengan posisi pipa laut dan kabel laut saling bersilangan (*crossing*) sehingga kabel laut dan pipa laut digelar diatas dasar laut meskipun berada pada kedalaman kurang dari 10 m dan 20 m.
3. Tipe sedimen hasil *random sampling* pada area Teluk Lamong pada 8 titik *sample* didominasi oleh sedimen lumpur (*mud*).

5. Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

6. Referensi

- Bartholoma. (2006). Acoustic bottom detection and seabed classification in the German Bight, Southern North Sea : Wilhelmshaven, Germany. Vol(26) : 177-184.
- Blondel. (2009). *The Handbook of Sidescan Sonar*. Springer, Praxis: Chichester.
- Burguera, dan Oliver. (2016). High-Resolution Underwater Mapping Using SideScan Sonar PloS ONE 11(1): e0146396. doi:10.1371/journal.pone. 0146396.
- Carter L., Burnett D., Drew S., Marle G., Hagadorn L., Bartlett-McNeil D., and Irvine N. (2009). *Submarine Cables and the Oceans – Connecting the World*. UNEP-WCMC Biodiversity Series No. 31. ICPC/UNEP/UNEP-WCMC.
- Collier, dan Brown. (2004). Correlation of sidescan backscatter with grain size distribution of surficial seabed sediment. *Journal of Marine Geology*, 214 :431-449.
- Fish P. John dan Carr Arnold H. (1990). *a guide to the generation and interpretation of side scan sonar data*. Cataumet, MS : American Underwater Search and Survey Ltd
- Foster DJ, Mosher CC, Hassanzadeh S. (1994). Wavelet transform methods for phase identification in three component seismograms. *Bulletin of Seismological Society of America*. 87 (6): 1598-1612.
- Hurriyah. (2013). Atenuasi Gelombang (Studi Pada Gelombang Seismik). EKSAKTA Vol. 2 Tahun XIV Juli 2013.
- IHO (International Hydrographic Organization) S-44.2018. *Chapter 4 Seafloor Classification and Feature Detection*
- Junaedi. (2015). *Pemrosesan Citra Sinyal Hambur Balik Tekstur Dasar Laut pada Alur Masuk Pelabuhan Benoa Menggunakan Side Scan Sonar (C-Max CM2)*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kenny AJ, C. I. (2003). An Overview of Seabed Mapping Technologies in the Context of Marine Habitat Classification. *ICES Journal of Marine Science* (60): 411-418.
- Kinsler, & Frey:Coppens. (1982). *Fundamentals of Acoustics. 3rd Editio*. New York: John Wiley & Sons.
- Lurton X. (2002). *An Introduction to Underwater Acoustic*. Springer, Praxis. Chichester. UK
- Milkert, & Fiedler. (2002). Processing and mosaicking digital Side Scan Sonar image:two examples from the western Baltic Sea. *Baltica*. 15: 40-48.

- Mulyadi, H. , Mubarak, Yoswaty, D. (2014). Jurnal Sebaran Fraksi Sedimen Dasar Permukaan di Perairan Pantai Pulau Topang Provinsi Riau Dinamika Lingkungan Indonesia 2 (1): 26-31.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 129. (2016). *Alur Pelayaran di laut dan Bangunan dan/atau Instalasi di Perairan.*
- Permana, AfrialDio (2014) *Analisis Karakteristik Pasang Surut Perairan Pelabuhan Tanjung Perak dan Perairan Sendang Biru Malang Dengan Menggunakan Metode Admiralty.* Universitas Brawijaya.
- Rahili,N., & Cahyono., B.K. (2019). 3D Modeling and Volume Estimation of Riverbed Layers Based on Sub Bottom Profiler Measurement Data. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 2(1). 113-120. <https://doi.org/10.22146/jgise.39974>
- Schneider P., Burczynski J., Monteoliva A., and Valle A. (2001). *Results From Submerged Aquatic Plant Assessment Using Digital Echosounder Technique.* International Council for the Exploration of the Sea. Joint session of FTFB and FAST Working Groups. 23-27 April 2001. Penacastillo. Spanyol
- Urlick. (1967). *Principles of underwater sound for engineers.* Tata McGraw-Hill Education.