

## PEMANFAATAN DATA KOLOM AIR *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* UNTUK MENDETEKSI KEBOCORAN PIPA GAS BAWAH LAUT

Dody Ahmad Farid Ibrahim<sup>1</sup>, Danar Guruh Pratomo<sup>2</sup>, Nur Riyadi<sup>3</sup>, Dwi Jantarto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

<sup>2</sup>Dosen Peneliti dari Institute Teknologi Surabaya, ITS Surabaya

<sup>3</sup>Peneliti dari Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut, Pushidrosal

<sup>4</sup>Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

### ABSTRAK

*Multibeam Echosounder* merupakan salah satu instrument akustik bawah air yang digunakan untuk survei hidrografi. *Multibeam Echosounder* selain memiliki kemampuan untuk mengakuisisi data batimetri, dapat juga untuk mengakuisisi jenis data lain yang dapat diteliti lebih dalam lagi dan dianalisis. Salah satu contohnya adalah data kolom air. Data kolom air mampu mendeteksi dan memvisualisasikan obyek yang ada pada kolom air yang sebelumnya tidak dapat terlihat jika hanya menggunakan data batimetri saja. Data kolom air dapat melakukan survei investigasi kolom air untuk mengamati obyek yang terletak diantara permukaan perairan dan dasar perairan. Pada penelitian ini, data batimetri dan data kolom air yang berasal dari *Multibeam Echosounder EM2040 Dual Head* akan digabungkan untuk mencari dan menganalisis kebocoran pipa gas bawah laut. Pendeteksian kebocoran pipa gas bawah laut ini dilakukan dengan menentukan pola dan ciri spesifik dari gelembung udara di dalam laut. Obyek yang terdapat di kolom air memiliki nilai intensitas pantulan gelombang yang berbeda, dengan menentukan ambang batas intensitas gelombang kita dapat membedakan obyek yang terdapat di kolom air.

**Kata Kunci:** *Multibeam Echosounder EM2040 Dual Head*, Data Kolom Air, Pendeteksian Kebocoran Pipa Gas Bawah Laut.

### ABSTRACT

*Multibeam Echosounder* is one of the underwater acoustic instruments used for hydrographic surveys. *Multibeam Echosounder* in addition to having the ability to acquire bathymetry data, can also be used to acquire other types of data that can be examined further and analyzed. One example is the water column data. The water column data is capable of detecting and visualizing objects in the water column that previously could not be seen if only using bathymetry data. The water column data can conduct an investment survey of the water column to observe objects located between the surface of the water and the bottom of the water. In this study, bathymetry data and water column data from *Multibeam Echosounder EM2040 Dual Head* will be combined to search for and analyze the leakage of subsea gas pipes. Detection of leakage of underwater gas pipes is done by determining the pattern and specific characteristics of air bubbles inside the sea. Object contained in the water column has a different intensity of wave reflection, by determining the wave intensity threshold we can distinguish objects found in the water column.

**Keywords:** *Multibeam EM2040 Dual Head Echosounder*, *Water Column Data*, *Underwater Gas Pipe Leak Detection*.

## 1. PENDAHULUAN

Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal) adalah Kotama Pembinaan TNI Angkatan Laut yang berkedudukan langsung di bawah Kepala Staf Angkatan Laut (Kasal). Pushidrosal bertugas membantu Kasal dalam menyelenggarakan pembinaan hidro-oseanografi meliputi survei, penelitian, pemetaan laut, publikasi, penerapan lingkungan laut dan keselamatan navigasi pelayaran, baik untuk kepentingan TNI maupun untuk kepentingan umum, dan menyiapkan data dan informasi wilayah pertahanan di laut dalam rangka mendukung tugas pokok TNI Angkatan Laut (Pushidrosal, 2016). Pushidrosal mempunyai kewenangan dan legalitas tunggal di bidang hidrografi dalam menyiapkan dan menyediakan data serta informasi hidro-oseanografi. Data hidro-oseanografi itu berupa Peta Laut (peta kertas maupun peta navigasi elektronik) dan publikasi nautika terutama di seluruh wilayah perairan Indonesia.

Peta laut dibuat berdasarkan hasil dari survei pemeruman. Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (*seabed surface*). Proses penggambaran dasar perairan tersebut (sejak pengukuran, pengolahan hingga visualisasi) disebut dengan survei batimetri (Muhajir, 2012). Pengukuran kedalaman merupakan bagian terpenting dari pemeruman. Salah satu teknologi untuk mendapatkan data batimetri adalah dengan menggunakan alat survei *Multibeam Echosounder*. Prinsip kerja *Multibeam Echosounder* adalah dengan pengukuran jarak dengan memanfaatkan gelombang akustik yang dipancarkan dari transduser. Transduser adalah bagian dari alat perum gema yang mengubah energi listrik menjadi mekanik (untuk membangkitkan gelombang suara) dan sebaliknya. Gelombang akustik merambat pada medium air hingga menyentuh dasar perairan dan dipantulkan kembali ke transduser.

*Multibeam Echosounder* (MBES) merupakan alat yang digunakan dalam proses pemeruman dalam suatu survei hidrografi. Pemeruman (*Sounding*) sendiri adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (*Seabed Surface*). Sedangkan survei hidrografi adalah proses penggambaran dasar perairan tersebut, sejak pengukuran, pengolahan, hingga visualisasinya (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). *Multibeam echosounder* dapat menghasilkan data batimetri dengan

resolusi tinggi (0,1 m akurasi vertikal dan kurang dari 1 m akurasi horizontalnya) (Urick, 1983). Sonar *Multibeam Echosounder* tidak hanya digunakan untuk mengambil data batimetri saja, namun *Multibeam Echosounder* juga dapat mengambil data backscatter dan data kolom air dari suatu objek guna proses investigasi. Di wilayah laut Indonesia banyak terdapat bangkai kapal yang tenggelam (wreck), gunung api bawah laut, dan juga jalur pipa dari lokasi pengeboran minyak bumi dan gas lepas pantai. Dengan alat *Multibeam Echosounder*, maka dapat memperoleh data maupun informasi yang lebih detail dari objek-objek tersebut.

Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian tentang pendeteksian kebocoran pipa gas bawah laut dengan menggunakan alat survei batimetri *Multibeam Echosounder* yang merupakan instrument hidroakustik yang banyak digunakan dalam survei batimetri. Dari data batimetri dan data kolom air yang diambil dengan menggunakan *Multibeam Echosounder* akan diekstrak dan disajikan dalam bentuk citra kolom air untuk memperlihatkan kebocoran pipa gas bawah laut sehingga dapat diketahui lokasi terjadinya kebocoran tersebut. Kemampuan instrumental alat tersebut dalam melakukan pemindaian dasar laut sampai ke permukaan, mempunyai akurasi yang sangat tinggi dan cangkupan yang luas (Anderson, J.T., D.V. Holliday, R. Kloser, D.G. Reid, dan Y. Simrad, 2008). Pemanfaatan alat *Multibeam Echosounder* dalam setiap survei yang dilakukan mengacu kepada spesifikasi teknis *International Hydrography Organization* (IHO) untuk memenuhi standart ketelitian survei hidrografi.

## 2. Metode Penelitian

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di perairan Dermaga Pondok Dayung Baru, Jakarta Utara, Provinsi DKI Jakarta pada posisi 05° 05' 28" LS – 05° 05' 48" LS dan 106° 52' 17" BT – 106° 52' 37" BT. Pengambilan data batimetri dan data kolom air dilaksanakan pada tanggal 24 April 2018 pada tiga kedalaman yaitu kedalaman 5 meter, 8 meter dan 10 meter. Pengambilan data batimetri dan data kolom air tersebut dilakukan dengan alat *Multibeam Echosounder* yang terdapat pada *Sounding Vessel KRI Spica – 934*. Selain pengambilan data batimetri dan data kolom air, dilakukan juga pengambilan data pasang surut dan kecepatan suara sebagai data pendukung pada saat tahapan pengolahan.

### B. Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data batimetri, data kolom air, data pasang surut dan data *sound velocity*. Akuisisi data batimetri dan kolom air dilakukan dengan Multibeam Echosounder Kongsberg tipe EM 2040 dual head yang terdapat pada sounding vessel KRI Spica – 934. Pengambilan data batimetri dan data kolom air dilakukan menggunakan Sounding Vessel KRI Spica – 934 dengan instrumen Multibeam Echosounder EM 2040C dengan frekuensi 400 kHz dan sudut bukaan 60°. Penelitian dilakukan pada tiga kedalaman yaitu kedalaman 5m, 10m, dan 12m dengan objek pipa besi yang ditunjukkan pada gambar 3.7. Pipa tersebut telah dimodif dengan panjang 1,2 m dan diameter 5 inci serta diberi lubang  $\pm 5$  mm sebanyak 5 lubang.

Pipa yang telah dimodif tersebut kemudian ditenggelamkan di pada kedalaman yang telah ditentukan dan dihembus dengan udara dari tabung selam dengan kekuatan tekanan 150 bar. Pengambilan data kolom air dilakukan menggunakan cepat sounding vessel 4 knot dengan jumlah 6 lajur (3 lajur dengan dengan dihembus udara dari tabung selam dan 3 lajur tidak dihembus dengan udara).

Data pasang surut direcord dengan menggunakan alat mini tide, sedangkan data *sound velocity* diambil dengan menggunakan alat CTD MIDAS SVX2. Instrumen ini diletakkan di sekitar area penelitian, pada posisi 05° 05' 49" LS – 106° 52' 34" BT yang dimulai dari tanggal 20 April 2018 pukul 10.45 WIB sampai dengan tanggal 25 April 2018 pukul 08.55 WIB. Pengamatan pasang surut dilakukan selama 5 hari dengan interval 10 menit dimana rentang waktu tersebut dimaksudkan agar didapatkan data pasang surut pada kondisi pasang tinggi dan pasang rendah, sehingga dapat dilakukan perhitungan surutan pasut untuk menghitung tinggi pasut dari *chart datum*.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari objek yang digunakan untuk penelitian, perangkat keras dan perangkat lunak. Objek yang digunakan untuk penelitian terdiri dari sounding vessel, pipa yang telah dimodif dan tabung selam dengan tekanan 150 bar. Untuk perangkat keras yang digunakan adalah laptop. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah Windows 10, *Caris Hips and Sips 9.0* dan *Surfer 9*.

### C. Metode Pengolahan Data

#### 1) Pengolahan Data Batimetri

Pengolahan data multibeam secara umum dengan software CARIS HIPS and SIPS 9.0 dimulai dengan konfigurasi kapal atau pembuatan file kapal (*Vessel Config*). File kapal

ini memuat informasi mengenai koordinat setiap sensor yang direferensi terhadap titik pusat kapal. Proses berikutnya terdiri dari pembuatan project, menentukan sistem koordinat yang digunakan dan melakukan konversi data sesuai dengan jenis multibeam yang digunakan dan penyimpanan session yang akan menampilkan urutan objek yang ditampilkan dalam *Windows Display*.

Proses selanjutnya yang harus dilakukan adalah melakukan beberapa koreksi terhadap data sensor seperti *Navigation Editor*, *Swath Editor*, dan *Altitude Editor* pada fase *Clean Auxiliary Sensor Data*. Koreksi pasang surut (*tide*) dilakukan sebelum proses penggabungan (*merge*) file dan juga perhitungan *Total Propagation Uncertainty (TPU)* dilakukan sehingga kita dapat membuat lembar kerja baru (*New Field Sheet*). Kemudian input data yang ada diolah sampai dengan muncul base surface dan angka kedalaman supaya bisa di ekstrak kedalam *ekstension .txt*. Sebelum dilakukan ekstraksi data, hasil pengolahan *surface* pada software *CARIS HIPS and SIPS* telah terlebih dahulu dilakukan *cleaning* terhadap *noise* yang timbul pada saat akuisisi data.

Hasil akhir yang diharapkan dari pengolahan data tersebut berupa peta batimetri yang selanjutnya akan di export. Perangkat lunak ini memberikan berbagai macam format file untuk hasil export data. Pada penelitian ini format file yang digunakan adalah ASCII.

#### 2) Pengolahan Data Kolom Air

Dalam penelitian ini, ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk mendeteksi kebocoran gas dalam laut. Tahap pertama adalah tahap ekstraksi data kolom air dan batimetri. Data awal yang didapatkan adalah data mentah dengan format (\*.all) untuk data batimetri dan format (\*.wcd) untuk data kolom air yang selanjutnya dapat diolah menggunakan perangkat lunak CARIS HIPS and SIPS 9.0.

Tahap kedua adalah pengolahan data batimetri hasil pengambilan data di lapangan. Pada tahap ini dilakukan gridding dan cleaning pada data batimetri dari *Multibeam Echosounder EM2040 Dual Head*. *Noise* yang ada pada data batimetri harus dihilangkan untuk menghasilkan DTM (*Digital Terrain Model*) permukaan dasar laut yang baik, sehingga jika terdapat objek di dasar laut akan terlihat dengan jelas.

Tahap ketiga adalah tahap pengolahan data kolom air. Pada tahap ini objek yang ada di kolom air akan diidentifikasi untuk menemukan gelembung yang keluar dari kebocoran pipa. Langkah pertama adalah dengan menentukan

area pencarian di kolom air. Penentuan area pada kolom air ini berdasarkan beam, sample, swath, dan sektor. Langkah kedua adalah menampilkan *water column across* yang terdapat di dalam perangkat lunak *CARIS HIPS and SIPS 9.0*. Hal ini dilakukan untuk mempersempit area pencarian sehingga mengurangi waktu pengolahan data. Langkah ketiga yaitu memisahkan antara objek air dengan objek gelembung dengan mengatur nilai intensitasnya yang terdapat pada menu *CARIS HIPS and SIPS 9.0*.

Tahap keempat adalah tahap interpretasi dan analisis data kolom air. Langkah pertama pada tahap ini adalah mencari objek yang diidentifikasi sebagai gelembung. Objek tersebut dapat dilihat dari bentuk maupun dari hasil grafik pada software *CARIS HIPS and SIPS 9.0*. Jika terdapat objek gelembung, maka tampilan gelembung tersebut akan terlihat seperti garis vertikal yang beraturan. Selain itu, pada tampilan *across track view* maupun *side track view* akan terlihat perbedaan grafik yang mencolok berupa spike tajam yang mengarah pada objek gelembung tersebut. Spike pada pengolahan data tersebut merupakan LIM (*Local Intensity Minimum*). LIM adalah intensitas gelombang akustik yang memiliki nilai paling tinggi dalam sebuah daerah pencarian di dalam data kolom air. Pencarian LIM ini bertujuan untuk memastikan objek yang ada pada citra kolom air tersebut adalah gelembung, bukan merupakan noise. Setelah menemukan gelembung di kolom air, langkah selanjutnya adalah menggabungkan antara data batimetri hasil *cleaning* dengan data kolom air hasil *filtering*. Dari hasil penggabungan data batimetri dengan data kolom air yang telah diinterpretasikan, selanjutnya dapat menganalisis posisi dan titik kedalaman kebocoran pipa gas tersebut..

Tahap kelima adalah menentukan menentukan posisi kebocoran dengan cara mengekspor data batimetri dari hasil penggabungan data kolom air dan data batimetri yang telah dianalisis dengan format ASCII. Kemudian data dalam format ASCII tersebut diolah dengan menggunakan *surfer 9* dengan koordinat geografis Cartesian (*Easting* dan *Northing*). Selanjutnya posisi yang telah didapat dari hasil plot tersebut dikonversikan kedalam format lintang bujur.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

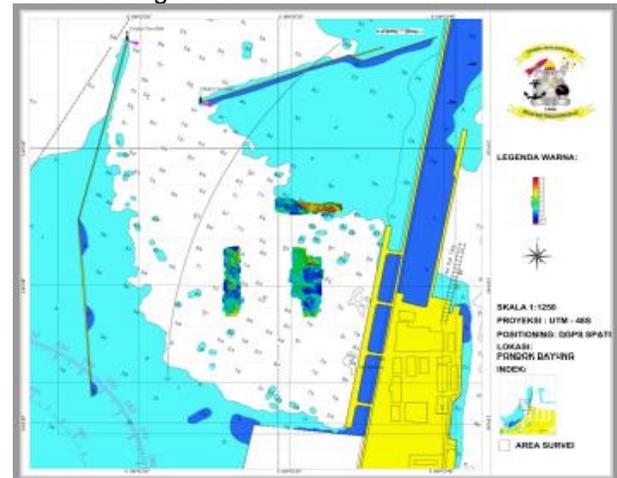
#### A. Hasil Base Surface Di Tiga Kedalaman

Langkah pertama yang dilakukan untuk membuat tampilan *base surface* yaitu

pengolahan data batimetri yang telah diperoleh di lapangan. Pada tahapan ini data batimetri yang masih berupa data mentah (*raw data*) digabungkan dengan data pasang surut yang telah disurutkan. Hal ini dilakukan untuk mengkoreksi kedalaman pada saat pengambilan data di lapangan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar nilai kedalaman yang diperoleh dari hasil pengolahan dengan *CARIS HIPS and SIPS 9.0* dapat mendekati nilai kedalaman sebenarnya di area penelitian. Setelah itu dilaksanakan tahapan *cleaning* terhadap data batimetri yang berupa noise (*dianggap noise*).

Tampilan batimetri yang dihasilkan melalui pengolahan data batimetri pada *CARIS HIPS and SIPS 9.0* merupakan visualisasi gambar topografi dasar laut secara 2 dimensi dan juga dapat divisualisasikan secara 3 dimensi. Perbedaan masing-masing kedalaman ditunjukkan oleh gradasi warna, dari hasil pengolahan yang masih berupa tampilan *base surface*.

Gambar 1 merupakan visualisasi dari batimetri di lokasi penelitian pada tiga kedalaman dengan menggunakan instrumen akustik *Multibeam Echosounder EM 2040 Dual Head* yang merupakan hasil dari pengolahan menggunakan software *CARIS HIPS and SIPS 9.0*. Kedalaman perairan yang terdalam digambarkan dengan warna biru, sedangkan untuk perairan dangkal digambarkan dengan warna merah. Berikut adalah hasil pengolahan 2 dimensi di tiga kedalaman :



Gambar 1. Hasil Base Surface di tiga kedalaman.

Gambar yang dihasilkan dari pengolahan dengan menggunakan software *CARIS HIPS and SIPS 9.0* relatif lebih *smooth*. Berdasarkan gradasi warna yang ada, terlihat bahwa warna-warna tersebut akan mengerucut dengan ditandai berkurangnya intensitas warna, mulai

dari warna ungu, warna biru, warna hijau, warna kuning dan yang paling dangkal yaitu warna merah. Warna merah pada daerah yang dilingkari warna hitam diilustrasikan sebagai puncak gelembung yang berhasil dideteksi melalui kegiatan pemeruman. Gelombang suara yang dihasilkan oleh instrumen *Multibeam Echosounder EM 2040 Dual Head* mampu untuk melakukan pemeruman hingga kedalaman terdalam di lokasi penelitian sehingga daerah disekitar gelembung tersebut dapat ikut divisualisasikan.

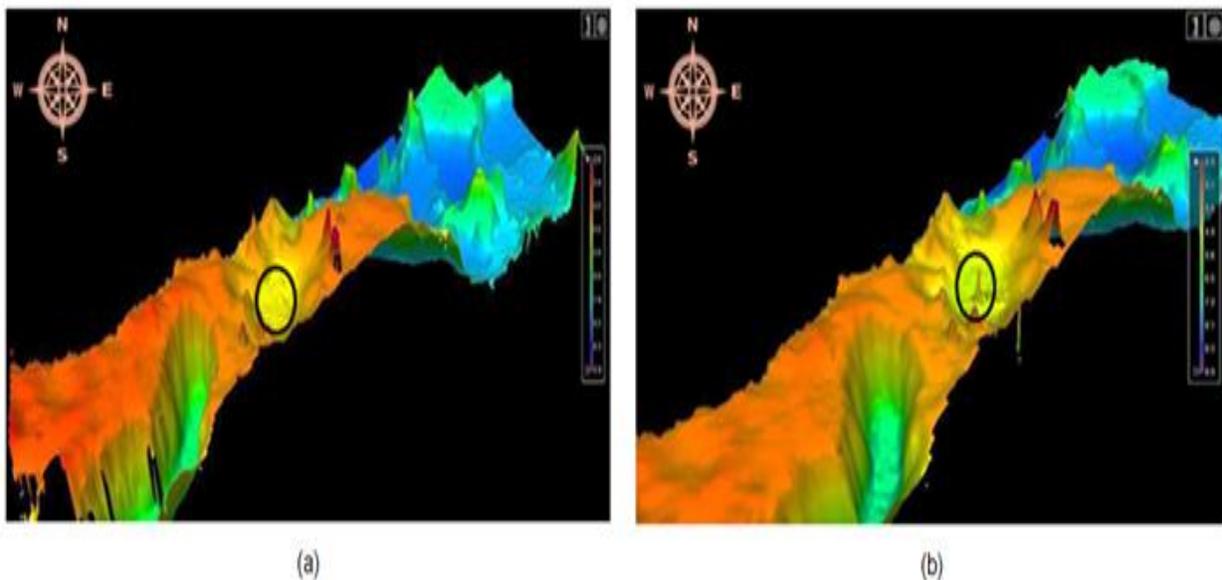
#### B. Topografi Dasar Laut Di Tiga Kedalaman

Data *multibeam* yang diperoleh melalui pengambilan data di lapangan dengan menggunakan *Sounding Vessel KRI Spica 934* dapat diekstrak untuk mendapatkan hasil topografi dasar laut. Lokasi penelitian merupakan perairan yang digolongkan sebagai perairan dangkal. Hal ini dapat dilihat dari nilai kedalaman yang berkisar antara 2-10 meter. Proses akuisisi data dengan menggunakan perangkat akustik ini memerlukan sejumlah koreksi agar diperoleh data yang akurat. Koreksi terhadap pergerakan kapal selama di laut atau yang lebih dikenal dengan istilah *Degree of Freedom (DoF)* seperti *pitch*, *roll*, *heave*, dan *time delay* sangat diperlukan.

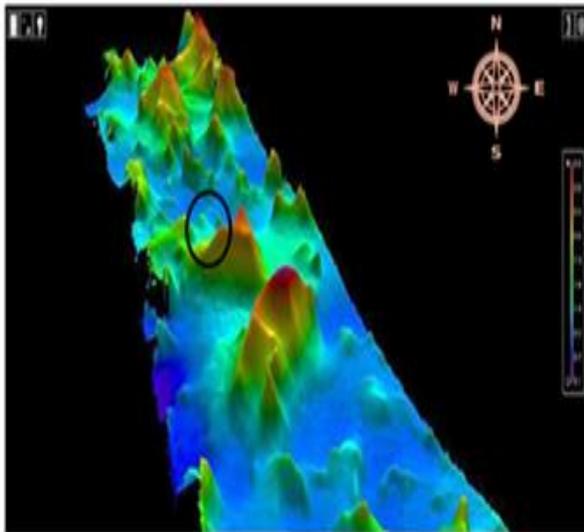
Untuk koreksi posisi kapal dapat dilakukan menggunakan *Differential Global Positioning System (DGPS)* *SeaStar 3610* yang memiliki nilai akurasi sebesar 0,3 meter milik *Sounding Vessel KRI Spica 934*.

Tingkat keakuratan dari kegiatan survei harus selalu dijaga agar data yang dihasilkan mampu memberikan informasi yang mendekati akurat. Lokasi penelitian berada pada orde spesial berdasarkan IHO tahun 1998. Orde spesial diperuntukkan bagi wilayah perairan pelabuhan. Profil batimetri dapat diperoleh dengan cara memplotkan nilai-nilai kedalaman selama melakukan kegiatan pemeruman. Informasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan peta batimetri terdiri dari posisi dan nilai kedalaman yang terukur.

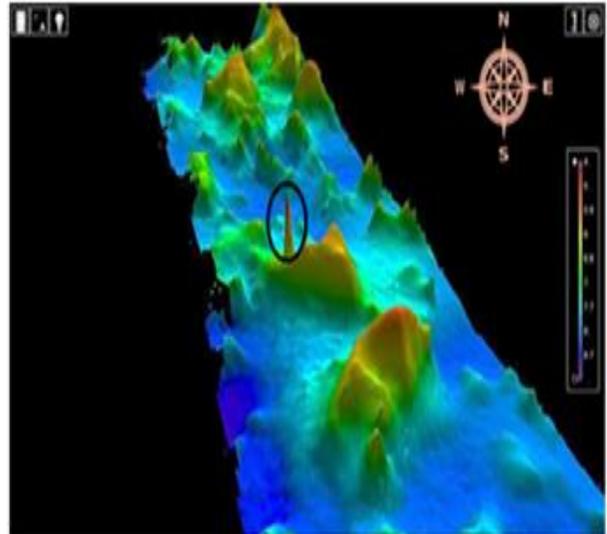
Batimetri dari beberapa line survei dengan menggunakan instrumen *Multibeam Echosounder EM 2040 Dual Head* ditampilkan secara 3 dimensi. Dari 6 lajur survei baik batimetri maupun data kolom air, dapat divisualisasikan ke dalam tampilan 3 dimensi. Berikut merupakan perbandingan antara tampilan 3 dimensi tanpa dihembus udara dengan tampilan 3 dimensi yang dihembus dengan udara di tiga kedalaman.



Gambar 2. Tampilan 3 dimensi hasil pengolahan batimetri gelembung udara di perairan dermaga Pondok Dayung Barupada software *CARIS HIPS and SIPS 9.0* di kedalaman 5 meter. (a) tanpa dihembus udara dan (b) dihembus dengan udara

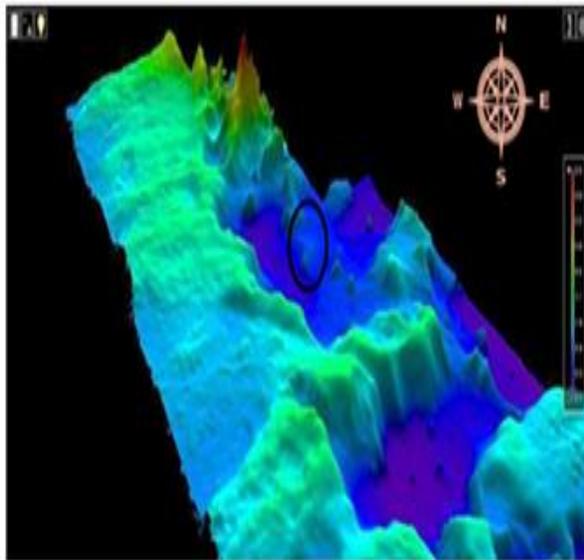


(a)

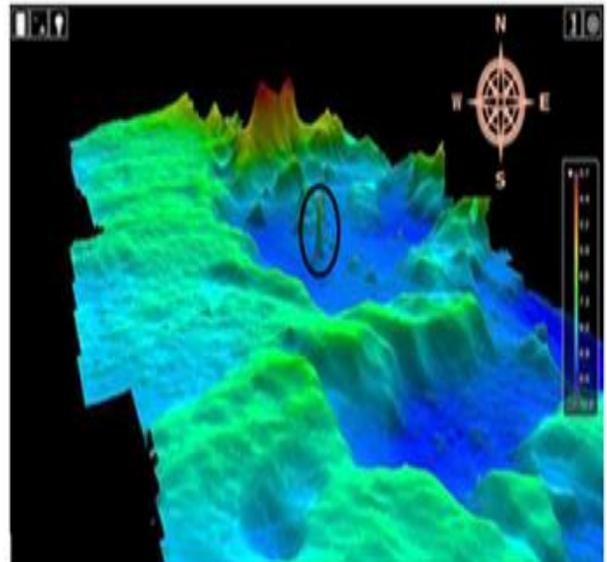


(b)

Gambar 3. Tampilan 3 dimensi hasil pengolahan batimetri gelembung udara di perairan dermaga Pondok Dayung Barupada *software CARIS HIPS and SIPS 9.0* di kedalaman 8 meter. (a) tanpa dihembus gelembung udara dan (b) dihembus dengan udara



(a)



(b)

Gambar 4. Tampilan 3 dimensi hasil pengolahan batimetri gelembung udara di perairan dermaga Pondok Dayung Barupada *software CARIS HIPS and SIPS 9.0* di kedalaman 10 meter. (a) tanpa dihembus udara dan (b) dihembus dengan udara

Pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 (a) dan (b) terlihat jelas perbedaan antara hasil topografi 3 dimensi lajur yang dihembus dengan udara dengan lajur yang tidak dihembus dengan udara. Gambar (b) terdapat tampilan objek seperti duri yang diindikasikan sementara sebagai objek gelembung udara. Sedangkan gambar (a) tidak adak objek seperti duri (dasar laut rata). Hal tersebut dapat dilihat di dalam lingkaran berwarna hitam bahwa tidak ada objek yang menyerupai seperti duri.

Berdasarkan ketiga gambar di atas, dapat terlihat bahwa puncak gelembung tersebut memiliki puncak yang lancip seperti duri. Objek ini diindikasikan sebagai sebuah puncak gelembung. Hasil yang diperoleh melalui gambar ini cukup memberikan informasi mengenai gelembung yang keluar dari pipa yang bocor. Namun untuk mendapatkan informasi lain seperti dimensi gelembung secara keseluruhan, tampilan ini belum

dapat memberikan informasi secara lengkap. Bentuk dasar laut dari data *Multibeam Echosoundery* yang telah diolah dengan menggunakan *CARIS HIPS and SIPS 9.0* masih berbentuk topografi dasar laut yang tidak rata. Nilai kedalaman perairan pada ketiga gambar di atas berada pada rentang 2 meter hingga 10 meter di bawah permukaan laut.

### C. Deteksi Gelembung

Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk mendeteksi adanya objek gelembung udara, diantaranya yaitu :

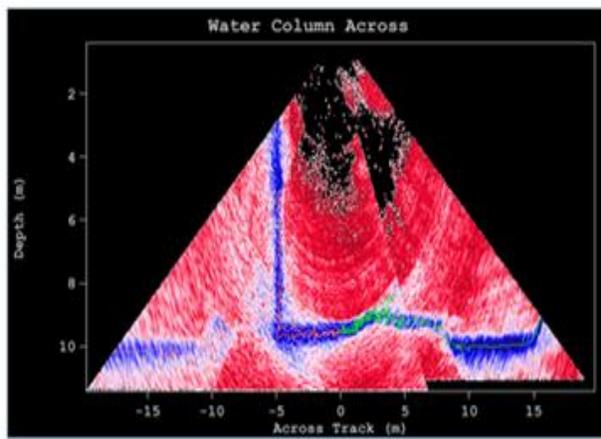
#### 1) Ekstraksi Data Kolom Air

Data batimetri dengan format (.all) dan data kolom air dengan format (.wcd) yang akan

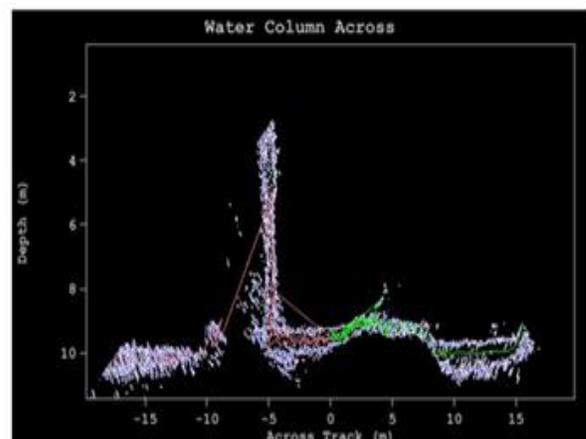
digunakan, selanjutnya dijadikan ke dalam satu folder yaitu *folder preprocess* yang selanjutnya akan dilakukan import data dan *conversion wizard* ke dalam folder HDCS. Selanjutnya data dengan format (.all) dan (.wcd) tersebut dapat diolah menggunakan metode *cube*. Data batimetri (.all) perlu diolah terlebih dahulu sebelum mengolah data kolom air. Setelah melaksanakan *cleaning* terhadap data batimetri, dapat dilaksanakan ke tahap pengolahan data kolom air (.wcd). Selanjutnya data kolom air tersebut diatur nilai intensitasnya agar tampilan objek gelembung dapat terlihat dengan jelas. Data kolom air hasil pengolahan tersebut kemudian digabungkan dengan data batimetri.

#### 2) Visualisasi Data Kolom Air

Setelah melakukan pemilihan line data kolom air (.wcd), kita dapat melihat visualisasi data kolom air dengan cara mengklik simbol "*Swathed*" pada jendela kerja software *CARIS HIPS and SIPS 9.0*. hal itu bermaksud untuk menunjukkan data kolom air yang sesuai dengan line yang akan dipilih. Data kolom air selanjutnya dapat dilihat pada jendela *Water Column Across Track*.



(a)



(b)

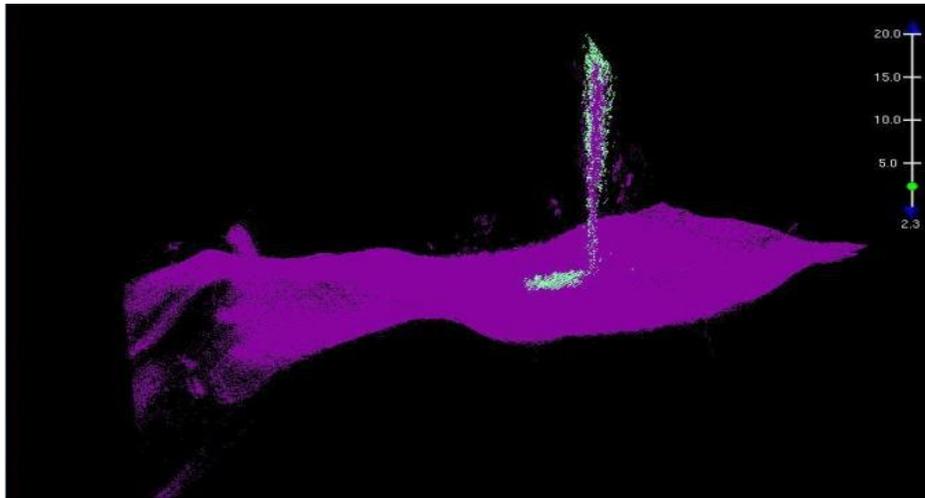
Gambar 5. Tampilan Data Kolom Air Pada *Water Column Across Track View*. (a) sebelum dilaksanakan proses *Filtering* dan (b) setelah dilaksanakan proses *Filtering*.

Pada tampilan *Across Track Water Column Analysis Toolkit* diatas, kita dapat mengamati objek yang terdapat dikolom air sertamenganalisis objek tersebut dengan memperhatikan *beam pattern* dan intensitas pantulan gelombangakustik. Pada perangkat Lunak *CARIS HIPS and SIPS 9.0* rentang nilai intensitas pantulan gelombang akustik berkisar antar -64 dB sampai dengan 0 dB. Pada Gambar 5 (a) objek gelembung terlihat pada pola gelembung di dalam air yang ditunjukkan oleh kumpulan titik-titik vertikal berwarna biru.

Sedangkan Gambar 5 (b) merupakan hasil *filtering* dari data kolom air.

### 3) Penampalan Data Batimetri dan Data Kolom Air

Setelah melaksanakan proses *filtering* data kolom air, selanjutnya hasil pengolahan data kolom air digabungkan dengan data batimetri untuk menentukan posisi terjadinya kebocoran pipa tersebut (gelembung yang keluar dari dalam pipa). Gambar 6 menunjukkan visualisasi hasil penggabungan antara data batimetri dengan data kolom.

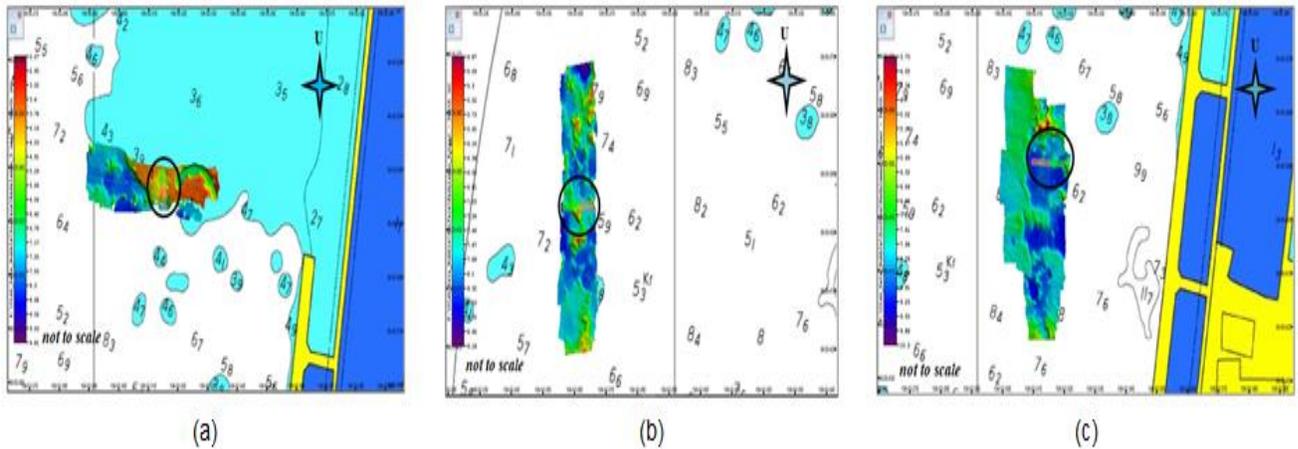


Gambar 6. Hasil Overlay antara data Batimetri dengan data Kolom Air.

Warna ungu menunjukkan hasil pengolahan data batimetri sedangkan warna biru menunjukkan hasil pengolahan data kolom air berupa gelembung udara dengan menggunakan *software CARIS HIPS and SIPS 9.0*. Dari hasil penggabungan antara data batimetri dan kolom air tersebut, dapat terlihat bahwa tidak begitu banyak perbedaan diantara kedua data tersebut. Baik dilihat dari bentuknya maupun posisi gelembung udara dari hasil pertampalannya. Deteksi Posisi Sumber Gelembung Udara

Kedalaman perairan yang berhasil dideteksi pada line survei *Multibeam Echosounder EM 2040 Dual Head* ini memiliki rentang kedalaman dari 2 meter hingga mencapai 10meter di bawah permukaan laut.

Setiap instrumen akustik memiliki cakupan yang berbeda-beda dalam melakukan pemeruman. Semakin baik kualitas alat yang digunakan, maka akan menghasilkan gambar yang lebih jelas. Dari hasil pengolahan batimetri di tiga kedalaman, selanjutnya dapat melaksanakan pengolahan data kolom air pada tiap-tiap kedalaman penelitian untuk mendeteksi dan mengetahui posisi gelembung udara yang keluar dari dalam pipa yang bocor. Selanjutnya memilih salah satu lajur dari tiga lajur penelitian yang dihembus dengan udara. Setelah itu melaksanakan *filtering* data kolom air dan kemudian melaksanakan tahapan penggabungan data batimetri dengan data kolom air untuk menentukan posisi gelembung udara tersebut.

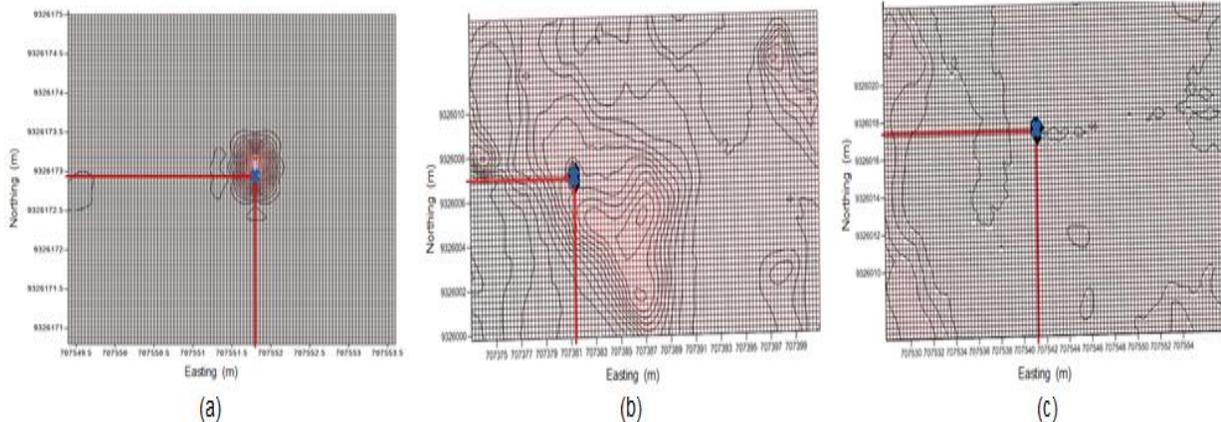


Gambar 7. Area Penelitian di tiga kedalaman. (a) 5 meter, (b) 8 meter dan (c) 10 meter

Gambar 7 merupakan lokasi data kolom air yang akan diolah pada tiga kedalaman. Setelah dilaksanakan pengolahan batimetri dan pendeteksian gelembung udara dari data kolom air, maka akan didapatkan posisi dari gelembung udara tersebut. Garis kuning yang berada di dalam lingkaran hitam merupakan posisi gelembung udara yang terdeteksi dari hasil menggabungkan hasil pengolahan data batimetri dengan hasil pengolahan data kolom air dengan menggunakan *software CARIS HIPS and SIPS 9.0*.

Setelah dilaksanakan tahapan penggabungan data batimetri dan kolom air,

maka akan didapat posisi gelembung udara pada tiga kedalaman tersebut. Untuk mendapatkan posisi dari sumber gelembung udara tersebut, selanjutnya data dari area yang terdeteksi adanya gelembung udara tersebut diekspor dalam format ASCII. Kemudian data dalam format ASCII tersebut diolah dengan menggunakan *surfer 9* dengan koordinat geografis Cartesian (*Easting* dan *Northing*) seperti pada Gambar 10. Selanjutnya posisi tersebut dikonversikan kedalam format lintang bujur.



Gambar 8. Posisi Gelembung Udara pada tiga kedalaman. (a) 5 meter, (b) 8 meter dan (c) 10 meter

Tanda silang pada Gambar 8 menunjukkan posisi semburan paling kuat yang terdeteksi pada tiap-tiap kedalaman. Dari hasil pengolahan dengan menggunakan *surfer 9*,

didapat posisi kebocoran di kedalaman 5 meter yaitu Easting 707551,7916 dan Northing 9326172,9583. Jika dikonversikan dalam koordinat lintang dan bujur, maka posisi

gelembung udara pada kedalaman 5 meter yaitu pada  $06^{\circ} 05' 34.226''$  LS -  $106^{\circ} 52' 31.455''$  BT. Posisi kebocoran di kedalaman 8 meter yaitu Easting 707381,5714 dan Northing 9326007,1428. Jika dikonversikan dalam koordinat lintang dan bujur, maka posisi gelembung udara pada kedalaman 8 meter yaitu pada  $06^{\circ} 05' 39.615''$  LS -  $106^{\circ} 52' 25.945''$  BT. Posisi kebocoran di kedalaman 10 meter yaitu Easting 707541,1428 dan Northing 9326017,4285. Jika dikonversikan dalam koordinat lintang dan bujur, maka posisi gelembung udara pada kedalaman 8 meter yaitu pada  $06^{\circ} 05' 39.272''$  LS -  $106^{\circ} 52' 31.147''$  BT.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain :

a. Hasil pendeteksian gelembung yang keluar dari pipa yang bocor dengan dimensi pipa 5 inchi dan dimensi lubang 5 mm serta dihembus dengan tekanan 150 bar dapat terdeteksi oleh *Multibeam Echosounder EM 2040 Dual Head* yang terdapat pada *Sounding Vessel KRI Spica 934* dengan proses penampalan antara data batimetri dengan data kolom air.

b. Dari hasil ekstraksi dari data mentah *Multibeam Echosounder* berupa data kolom air (\*.wcd) dan data batimetri (\*.all) dengan format ASCII dan diolah dengan menggunakan *Surfer 9*, maka akan didapat posisi lintang bujur gelembung yang keluar dari kebocoran pipa.

c. Survei investigasi suatu objek yang berada di kolom air maupun dasar laut, dapat dilakukan dengan cara penggabungan hasil pengolahan data batimetri dan kolom air dari instrumen *Multibeam Echosounder EM 2040 Dual Head* sehingga dapat menghasilkan tampilan objek yang lebih detail.

d. Hasil visualisasi dari pengolahan data kolom air ini berupa citra kolom air yang memiliki nilai intensitas pantulan gelombang akustik. Dari perbedaan nilai intensitas pantulan gelombang akustik tersebut kita dapat mengamati objek yang ada di kolom air.

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan analisa dimensi gelembung gas yang terdapat di kolom air.

b. Perlu adanya pengolahan dengan perangkat lunak lain sebagai pembanding hasil pengolahan data kolom air.

c. Dapat juga menggunakan *Autonomous Underwater Vehicle (AUV)* atau kamera bawah

laut untuk mendapatkan pencitraan langsung baik bentuk maupun ukuran dari target yang diteliti sebagai validasi.

d. Dapat dilaksanakan penelitian lanjutan dengan menggunakan ukuran pipa gas bawah laut yang sebenarnya serta dihembus dengan menggunakan gas.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Dinas Pemetaan Pushidrosal, Dinas Penyelamatan Bawah Air Koarmada 1 atas dukungan peralatan maupun pesonel dalam pelaksanaan pengambilan data di lapangan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.T., D.V. Holliday, R. Kloser, D.G. Reid, dan Y. Simrad. (2008). Acoustic seabed classification: current practice and future directions. *ICES J. Mar. Sci.*, 5, 1004-1011.
- Arnaya, N. (1992). *Akustik Kelautan*. Bogor: IPB.
- Ghazali, A. (2017). Pengolahan Data Kolom Air dari Multibeam Echosounder untuk Mendeteksi Gelembung Emisi Gas Dasar Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 5.
- Hughes Clarke, J. E. (2006). Applications of multibeam water column imaging for hydrographic survey. *The Hydrographic Journal*, 14.
- International Hydrographic Organization (IHO) S-44. (2008). *S-44*. International Hydrographic Organization (IHO).
- Moustier. (2005). *Course Multibeam Sonar Method*. Inggris: Publication Data.
- Muhajir, A. (2012, Juni 14). <https://belajargeomatika.wordpress.com>. Retrieved Juni 25, 2018, from Belajar Geomatika: <https://belajargeomatika.wordpress.com/tag/batimetri/>
- Parikesit, Bimo. Pengolahan Data *Multibeam Echosounders* Menggunakan Perangkat Lunak HipsKripsi. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika ITB. 2008.
- Poerbandono dan Djunarsjah. (2005). *Survei Hidrografi*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Pushidrosal. (2016, November 1). Retrieved Juli 2, 2018, from Pushidrosal: <http://www.pushidrosal.id/buletin/27/Kedudukan,-TugasS-&-Fungsi/>
- Pushidrosal. (2017, Maret). *Patent No. Peta Laut Indonesia No.85A*. Indonesia.
- Schneider von Deimling and C. Papenberg. ((2012)). Detection of gas bubble leakage via correlation of. *Ocean Science*.
- Sendy Brammadi, dkk. (2017). Analisis Pengolahan Data Multibeam Echosounder. *Jurnal Geodesi Undip*, 353.
- Soeprapto. (2001). *Survei Hidrografi*. Yogyakarta: Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM.

Urlick. (1983). *Principles of Underwater Sound, 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.

