

ANALISIS EFEKTIVITAS LAJUR OVERLAP DAN LAJUR SILANG SEBAGAI KONTROL KUALITAS DATA BATIMETRI MULTIBEAM ECHOSOUNDER

Eska Yosep Wiratama¹, Danar Guruh², Anang Prasetya Adi³

¹ Program Studi S-1 Hidrografi, STTAL

²Dosen Institut Teknologi Surabaya

³Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut

Penulis : eskayw54@gmail.com

ABSTRAK

Survei batimetri dengan menggunakan *Multibeam Echosounder (MBES)* sangat umum digunakan pada saat ini, berbeda dengan survei menggunakan *Singlebeam Echosounder (SBES)*. *MBES* merupakan hasil pengembangan dari alat *SBES* yang menggunakan gelombang suara/akustik yang dapat menghasilkan data batimetri dengan resolusi tinggi, *MBES* menggunakan overlap antar lajur yang sesuai dengan *IHO S-44* edisi 5 tahun 2008. Untuk mendapatkan data dengan kualitas yang tinggi, diperlukan adanya penjaminan kualitas atau *Quality Assurance (QA)* dan kontrol kualitas atau *Quality Control (QC)* yang diterapkan sejak perencanaan survei batimetri sampai dengan visualisasi data survei. Prosedur *QA* dan *QC* diterapkan untuk memberikan kepercayaan kepada pengguna atas data yang diambil. Standar minimal yang dipergunakan dalam pengujian kualitas data batimetri mengacu kepada standar *IHO S-44* edisi 5 tahun 2008. Pada penelitian ini digunakan pendekatan dengan metode *mixing* kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan ini digunakan dalam menentukan proses penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan diantaranya penelitian *mixing* kualitatif dan kuantitatif dengan menentukan instrumen pengambilan data, penentuan sampel, pengumpulan data, serta analisa data. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu metode yang efektif dalam survei batimetri dengan menggunakan *MBES*. Dimana survei tersebut dapat dipertanggungjawabkan tingkat kepercayaannya.

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, pada pengujian lajur overlap 200% dan 100%, di perairan Tanjung Priok (data primer) memiliki tingkat kepercayaan tinggi, hal ini dibuktikan pada hasil ordo tiap-tiap overlap yang mencapai prosentase ordo spesial 99,9%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan lajur silang tidak diperlukan. Hal ini didukung dengan kondisi cuaca terang dan ombak tenang. Untuk pengujian lajur overlap 50% dan 25%, dari pengambilan data batimetri pada area yang sama perairan (Tanjung Priok), tingkat kepercayaan mulai menurun sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan lajur silang diperlukan, ditunjukkan dari hasil penelitian terdapat data yang masuk pada ordo 2 serta beberapa data dinyatakan tidak memenuhi ordo (*undefined*). Semakin besar *overlap* antar lajur membuat kualitas lajur yang diuji akan lebih bagus (*overlap* 100% dan *overlap* 200%). Pada dasarnya yang mempengaruhi kualitas data terlepas dari hal-hal teknis adalah faktor

spasial yang meliputi kondisi geografis, topografi dasar laut dan area survei (laut lepas atau teluk yang terlindung dari ombak) juga faktor temporal (suhu, curah hujan, kecepatan angin, cuaca) yang dapat berubah sewaktu-waktu.

Kata Kunci : Overlap, Ordo, MBES, Standar Deviasi dan Lajur Silang.

ABSTRACT

Bathymetry surveys using Multibeam Echosounder (MBES) are very commonly used today, in contrast to surveys using Singlebeam Echosounder (SBES). MBES is the result of the development of SBES tools that use sound waves / acoustics that can produce bathymetry data with high resolution, MBES uses overlap between lanes in accordance with IHO S 44 edition 5 of 2008. To get high quality data, quality assurance is needed or Quality Assurance (QA) and quality control or Quality Control (QC) that is applied from the planning of the bathymetry survey to the visualization of survey data. QA and QC procedures are applied to give users confidence in the data retrieved. The minimum standard used in the bathymetry data quality test refers to the IHO S 44 standard edition 5 of 2008. In this study an approach with qualitative and quantitative mixing methods was used. This approach is used in determining the research process carried out in several stages including qualitative and quantitative mixing research by determining data collection instruments, determining samples, collecting data, and analyzing data. The purpose of this study is to obtain an effective method in bathymetry surveys using MBES. Where the survey can be accounted for the level of confidence.

Based on the results of data processing and analysis that have been done, there are several things that can be concluded, in the 200% and 100% overlap lane testing, in the waters of Tanjung Priok (primary data) have a high level of confidence, this is evidenced in the results of the order of each overlap reaching a special order percentage of 99.9%, so it can be concluded that the use of cross lanes is not required. This is supported by bright weather conditions and calm waves. For overlapping 50% and 25% lane testing, from the bathymetry data collection in the same area of water (Tanjung Priok), the level of trust began to decrease so that it can be concluded that the use of cross lanes is needed, indicated from the results of the study that there are data entered in ordo 2 as well as several data declared not meet the order (undefined). The greater the overlap between lanes makes the quality of the lane tested will be better (overlap 100% and overlap 200%). Basically what affects data quality apart from technical matters is spatial factors which include geographical conditions, seabed topography and survey areas (open seas or bays protected from waves) as well as temporal factors (temperature, rainfall, wind speed, weather) which can change at any time.

Keywords : Overlap, Ordo, MBES, Standard deviation and Cross Line.

Latar Belakang

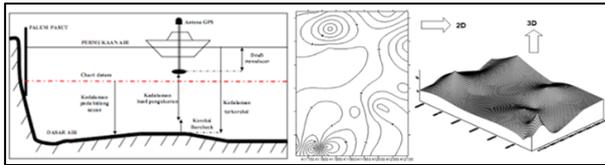
Survei batimetri merupakan salah satu kegiatan pada survei hidrografi. Survei batimetri dilakukan untuk memperoleh informasi spasial berupa data kedalaman dan profil dasar laut dalam bentuk peta batimetri atau kedalaman laut. Data yang diperoleh dari survei tersebut digunakan untuk pembuatan peta laut. Pelaksanaan survei batimetri harus mampu memberikan ketersediaan data dengan tingkat akurasi tinggi. *Multibeam Echosounder* merupakan salah satu alat yang digunakan dalam proses pemeruman dalam suatu survei hidrografi. Sebagai peralatan pengukur kedalaman modern yang menggunakan gelombang akustik, *Multibeam Echosounder (MBES)* diharapkan mampu memberikan ketersediaan data yang menyeluruh dan akurat. *MBES* merupakan hasil pengembangan dari alat *Singlebeam Echosounder* yang menggunakan gelombang suara/akustik yang dapat menghasilkan data batimetri dengan resolusi tinggi yaitu 0,1m akurasi vertikal dan kurang dari 1m akurasi horizontalnya (Urlick, 1983). Oleh karena itu, penggunaan *MBES* saat ini lebih diminati dibanding penggunaan *Singlebeam Echosounder*. Untuk mendapatkan data dengan kualitas yang tinggi, diperlukan adanya penjaminan kualitas atau *Quality Assurance (QA)* dan kontrol kualitas atau *Quality Control (QC)* yang diterapkan sejak perencanaan survei batimetri sampai dengan visualisasi data survei. Prosedur *QA* dan *QC* diterapkan untuk memberikan kepercayaan kepada pengguna atas data yang diambil. Standar minimal yang dipergunakan dalam pengujian kualitas data batimetri mengacu kepada standar IHO S 44 edisi 5 tahun 2008. Oleh

karena itu pada penelitian ini dilakukan perbandingan efektivitas lajur *overlap* yang diperoleh dari survei *MBES* dengan lajur silang dalam uji kontrol kualitas data batimetri, berdasarkan pada data yang digunakan berupa data primer diambil dari Perairan Tanjung Priok dan data sekunder diambil dari Laut Jawa serta Perairan Kwandang.

Landasan Teori

Landasan teori yang membuktikan dalam menentukan penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut :

- a. Hidrografi memiliki fungsi utama untuk pembuatan peta laut dan dokumen grafik yang berguna untuk keperluan keselamatan pelayaran dan digunakan oleh pihak-pihak terkait dengan lingkungan kelautan seperti *Ocean Engineers, Oceanographers, Marine Biologists, dan Environmental Scientists*. Disamping itu, ilmu hidrografi juga sangat dibutuhkan dalam perencanaan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya kelautan, penentuan batas yurisdiksi nasional dan penentuan batas perairan antar negara.
- b. Survei batimetri merupakan suatu aktivitas dan proses dalam menentukan posisi titik-titik di dasar permukaan air laut dengan sistem koordinat tertentu, sehingga dari data hasil survei tersebut didapatkan model bentuk topografi dasar permukaan air laut yang divisualisasikan atau dituangkan dalam peta ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Visualisasi Data Batimetri

- c. Prinsip dasar *Multibeam Echosounder* untuk memperoleh nilai kedalaman adalah *transmitter* pada *transducer* memancarkan gelombang akustik secara vertikal menuju dasar perairan dengan frekuensi tertentu, kemudian gelombang akustik tersebut dipantulkan kembali oleh dasar perairan dan diterima oleh receiver. Data yang dihasilkan dari proses tersebut adalah selang waktu dari gelombang dipancarkan hingga gelombang diterima kembali, dengan data tersebut kedalaman dasar perairan dapat diperoleh.

$$d = \frac{1}{2} (v \cdot \Delta t)$$

Keterangan:

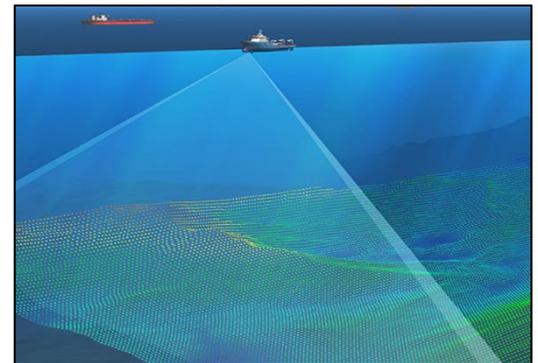
d : Kedalaman laut yang terukur pada saat pengukuran,

v : Cepat rambat gelombang akustik di medium air (meter/detik),

Δt : Selang waktu antara saat gelombang akustik dipancarkan dan saat gelombang kembali diterima (detik)

- d. *Multibeam echosounder* (MBES) menggunakan prinsip yang sama dengan *Singlebeam echosounder* (SBES) akan tetapi MBES bisa mendapatkan banyak sampel kedalaman dalam sekali pancaran. Pola pancarannya sempit namun melebar dan melintang terhadap badan kapal. Setiap *beam* akan mendapatkan sampel kedalaman, jika sampel

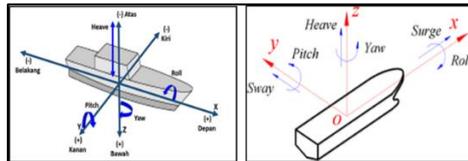
kedalaman tersebut dihubungkan akan membentuk profil dasar laut. Jika kapal bergerak maju hasil sapuan MBES tersebut menghasilkan suatu cakupan yang menggambarkan permukaan dasar laut, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pancaran Gelombang pada *Multibeam Echosounder*.

- e. Kalibrasi merupakan jenis kegiatan untuk mengetahui besarnya kesalahan yang ada dalam alat ukur yang bersangkutan. Kalibrasi diperlukan untuk menentukan kualitas alat-alat ukur termasuk alat MBES dalam penggunaannya. Proses kalibrasi yang dilakukan meliputi proses kalibrasi *offset static*, uji keseimbangan kapal (*roll, pitch, gyro*) serta kecepatan rambat akustik.
- f. *Patch Test* yaitu kegiatan pra-survei yang dilakukan untuk memperoleh nilai tertentu yang disebabkan oleh pemasangan posisi *transducer* terhadap *offset* kapal ketika melakukan survei batimetri ditujukan bagi kalibrasi sistem MBES. Nilai tersebut berupa koreksi *latency, pitch, roll*, dan *yaw*. Gerakan kapal

terhadap sistem koordinat kapal dinyatakan terhadap sistem koordinat dapat dilihat Gambar 3.

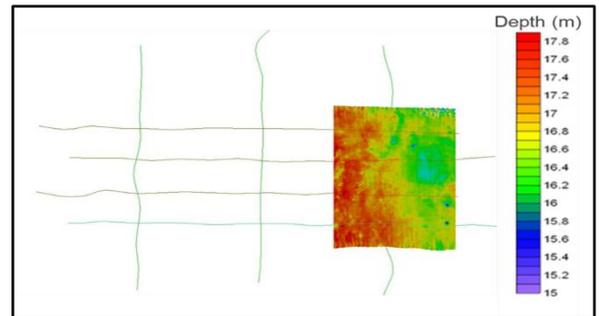


Gambar 3. Gambaran Ilustrasi Patch Test

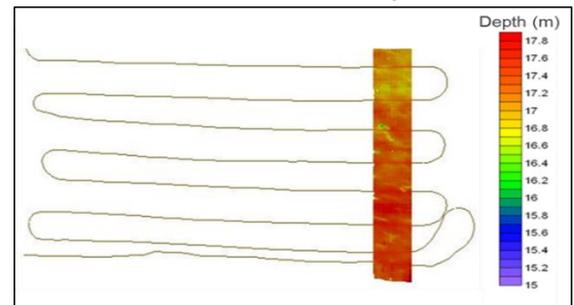
Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini digunakan pendekatan dengan metode *mixing* kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan ini digunakan dalam menentukan proses penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan diantaranya penelitian *mixing* kualitatif dan kuantitatif dengan menentukan instrumen pengambilan data, penentuan sampel, pengumpulan data, serta analisa data. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang diambil dari data lapangan dan data sekunder dari penelitian hasil survei sebelumnya.

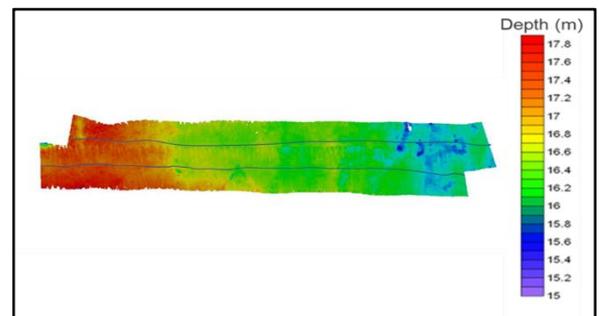
Pada tahapan ini dilakukan pengujian sampel dari hasil pengolahan batimetri berupa kedalaman dari lajur utama dibandingkan dengan lajur silang. Lajur utama dan lajur silang yang diuji berupa lajur utama dan lajur silang secara penuh dari utara ke selatan dan pada *spot* sampel di persilangan dari kedua lajur tersebut (lihat Gambar 4. dan 5.). Pengujian Lajur *Overlap* dilakukan pada lokasi yang sama seperti pengujian lajur silang. Bagian-bagian yang diuji berupa perbandingan standar deviasi dari lajur *overlap* pada lajur utama seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 1. Pengujian Lajur Utama dengan metode *overlap*.



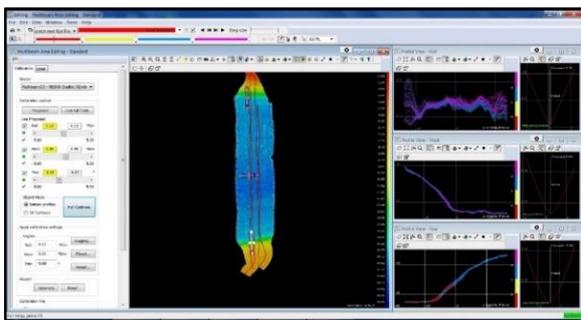
Gambar 2. Pengujian Lajur Utama Dan Lajur Silang Pada Titik Persilangan.



Gambar 3. Pengujian Standar Deviasi Lajur *Overlap* (Metode *overlap*).

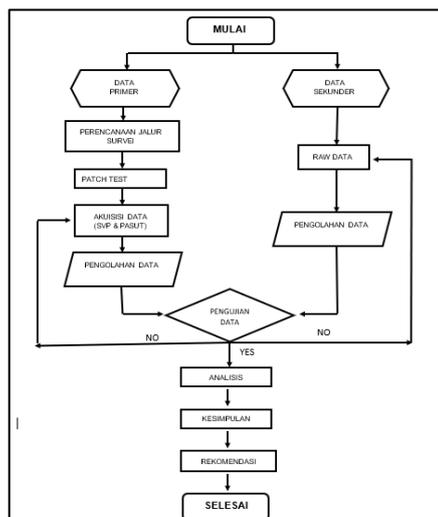
Pengolahan data kedalaman di lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *CARIS HIPS and SIPS 9.0*. Perangkat lunak tersebut diperoleh dari Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut Jakarta. *Raw data multibeam* yang berasal dari *Multibeam Echosounder* yang terpasang di KM. *Unix GT 21* yang berekstensi *(*all)* dan juga *(*pds)*. Kedua jenis data tersebut dapat secara langsung diproses pada *CARIS HIPS and SIPS 9.0*. Pengolahan data multibeam secara umum dengan software ini 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*.



Gambar 1. Hasil pelaksanaan *Patch Test*

Sebagai pedoman alur pikir pelaksanaan penelitian dari tahap penginputan data awal sampai dengan interpretasi hasil penelitian. Berikut diagram alir penelitian pada Gambar 7.

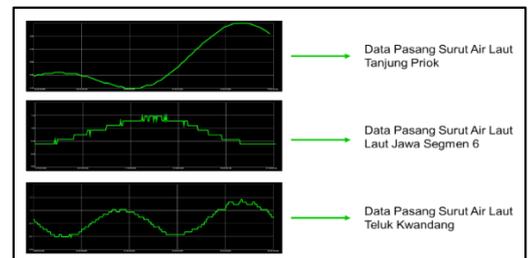


Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dimulai dari studi literatur berkaitan dengan teori teori *multibeam echosounder* dan penelitian penelitian terdahulu, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data data penelitian yaitu berupa data *sound velocity*, *raw data multibeam echosounder*, data pasang surut area penelitian. Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan perangkat lunak *software CARIS HIPS and SIPS*. Pengolahan data berupa data pasang surut, SVP, dan batimetri. Tahap berikutnya yaitu melakukan uji kualitas data survei untuk memperoleh ordo survei. Metode analisis data dengan melakukan pengolahan data batimetri.

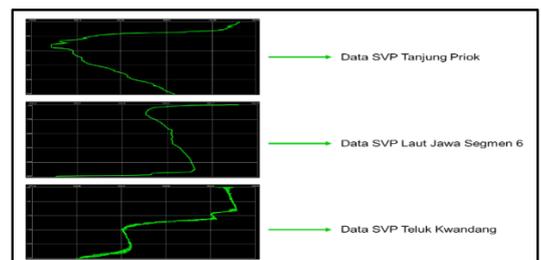
Analisis Dan Pembahasan

Data pasang surut air laut digunakan untuk pengolahan data batimetri untuk mendapatkan nilai surutan air laut terhadap *Chart Datum*.



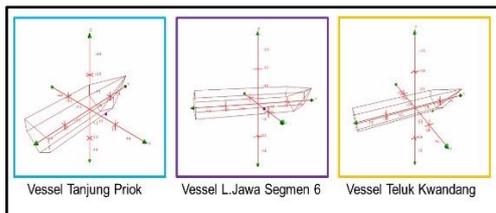
Gambar 8. Grafik Data Pasang Surut.

Data SVP digunakan untuk pengolahan data batimetri sebagai nilai koreksi pembacaan kedalaman oleh *MBES* di laut.



Gambar 9. *Plotting Sound Velocity*.

Data *Vessel* merupakan data *offset* konfigurasi letak sensor-sensor di wahana *sounding* terhadap *CoG* nya (*Center of Gravity*). Hal ini di perlukan untuk proses pengolahan data untuk mereduksi kesalahan pembacaan posisi dari kedalaman. Berikut ini adalah letak sensor terhadap *CoG*.



Gambar 10. Data *Vessel* SV KRI Spica-934.

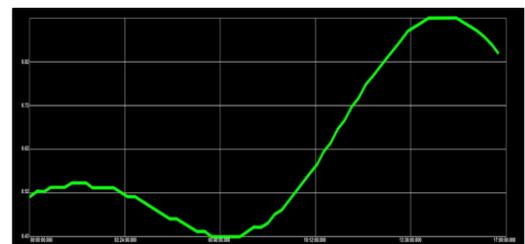
Pada tahapan ini proses pengidentifikasian masalah muncul karena kedalaman di laut merupakan *uncertainty* yang kontrol kualitasnya diwujudkan dengan pendekatan *confidence level*. *MBES* mampu memberikan data lebih banyak dan cakupan yang lebih luas apabila dibandingkan dengan *SBES*, sehingga kontrol kualitasnya pun lebih kompleks. Dalam penelitian ini akan diuji sejauh mana kontrol kualitas dari *MBES* mampu memberikan keandalan data yang nantinya akan diterapkan ke dalam peta laut yang diwujudkan dalam diagram sumber.

Pada proses identifikasi masalah ini telah dilakukan pendalaman berupa studi pendahuluan terhadap beberapa penelitian sebelumnya mengenai pengujian kontrol kualitas data dari *MBES*, sehingga mampu memperkaya penelitian ini dan memberikan masukan serta informasi mengenai penerapan metode yang ada serta aplikasinya sesuai kriteria yang ditetapkan pada *IHO S-44*.

Pengolahan data batimetri diawali dengan pengambilan data primer yaitu data *MBES* dari kapal survei di perairan tanjung priok yang berupa *raw* data batimetri dengan format *.pds* dan data pendukungnya berupa data surutan pasut, data *SVP*, serta data *Vessel* dari kapal survei tersebut (KM. *Unix 21*).

Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data sekunder yaitu data *MBES* dari *PUSHIDROSAL* Tim Survei Kwandang-Gorontalo (Sulawesi Utara) dan Tim Survei Laut Jawa Segmen 6 (enam), kedua data sekunder tersebut diambil pada tahun yang sama (Tahun 2019).

Sebelum melaksanakan pengolahan dengan *software CARIS HIPS and SIPS* dilaksanakan pembuatan surutan pasut dengan interval 15 menitan (Gambar 11) yang kemudian dikonversi ke dalam ekstensi *.tid* yang dapat dibaca oleh *software CARIS HIPS and SIPS*.



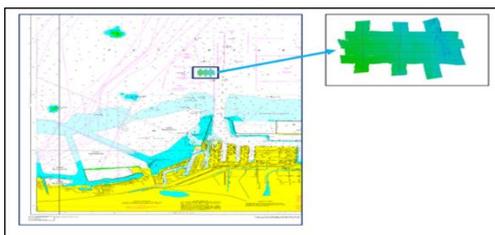
Gambar 11. Sampel Grafik Surutan Pasut Bulan Mei 2019 (Tj. Priok)

Setelah dilaksanakan pembuatan surutan kemudian dilaksanakan pembuatan *SVP* sesuai dengan Format *CARIS HIPS and SIPS* yaitu dengan ekstensi *.svp*. Setelah surutan dalam format *.tid* dan *SVP* dengan format *.svp* selesai dibuat, dilaksanakan proses ekstraksi data berupa data *MBES* dengan format *.txt* dengan *software CARIS HIPS and SIPS* untuk kemudian dikoreksi terhadap tinggi muka air terhadap *Chart Datum* dan nilai *Sound Velocity*. Setelah semua lajur terkoreksi,

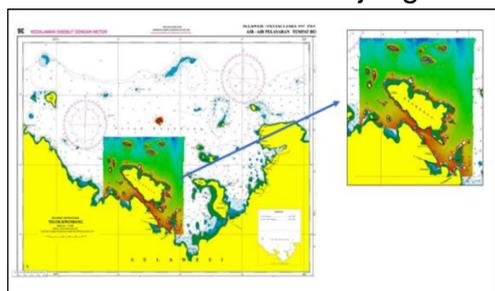
dilaksanakan pembuatan *base surface* dan *cleaning noise* untuk mendapatkan angka kedalaman (lihat Gambar 13). hasil *base surface* yang ada kemudian dilaksanakan ekstraksi data berupa data ASCII posisi dan angka kedalaman grid dengan format .txt (lihat Gambar 12.).

EASTING (m)	NORTHING (m)	DEPTH (m)
707744.50	9331041.00	15.22
707745.00	9331041.00	15.21
707745.50	9331041.00	15.22
707746.50	9331041.00	15.24
707744.50	9331041.50	15.21
707745.00	9331041.50	15.21
707744.50	9331041.50	15.23
707746.00	9331041.50	15.23
707746.50	9331041.50	15.24

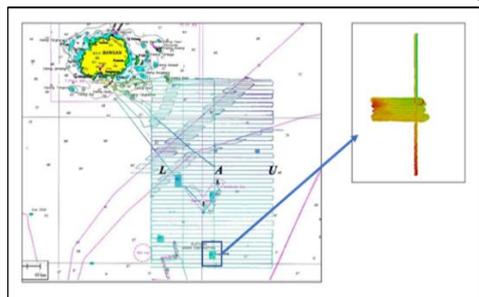
Gambar 12. Sampel data ASCII hasil ekstraksi *Base Surface*



(a) Hasil *Base Surface* Tanjung Priok



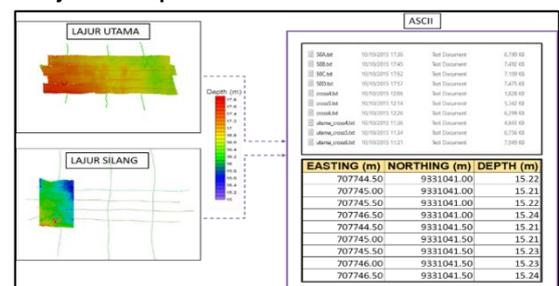
(b) Hasil *Base Surface* Teluk Kwandang



(c) Hasil *Base Surface* Laut Jawa Segmen 6

Gambar 13. Hasil *Base Surface*

Data ASCII yang diekstrak dari software *CARIS HIPS and SIPS* berisi data *position grid* dalam bentuk *easting northing* dan kedalaman grid dalam satuan meter. Ekstraksi data dari software *CARIS HIPS and SIPS* dilaksanakan berdasarkan *surface* yang dibuat, mengacu kepada metode yang akan digunakan sebagai penelitian. Untuk metode ekstraksi data ASCII dilaksanakan secara terpisah untuk lajur utama dan lajur silang sehingga akan didapatkan 2 data berupa data lajur utama dan lajur silang seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Data ASCII hasil ekstraksi Lajur utama dan Lajur Silang

Pengujian pada metode ini menggunakan *script* matlab yang telah dibuat. Data yang diuji merupakan data *grid* dengan luas masing-masing 3 area yaitu area Tanjung Priok = 392.461,22 m² (211,91 Nm), area Kwandang = 2.391.782,31 m² (1.291,45 Nm), area Laut Jawa Segmen 6= 3.629.254,83 m² (1.959,64 Nm), yang telah diekstrak ke dalam format ASCII dengan menggunakan *pixel* 0,5 x 0,5 m. Dari pengujian tersebut menghasilkan data berupa :

- Pengujian Ordo Dari data *swath* 45° yang telah diuji, hasil pengujian antar lajur utama dan lajur silang seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Overlap* 200%

SWATH	TOTAL DATA	PROSENTASE ORDO			UNDEFINED	TOTAL PROSENTASE
		SPEKIAL	1A/B	2		
		45°	342642	99.997%		
140°	467700	99.961%	0.039%	0.000%	0.000%	100.000%

1) Pada *swath* 45° total data 342642 dengan tingkat kepercayaan 99.997 % dengan ordo spesial, 0.003 % masuk pada ordo 1A/B, 0% pada ordo 2 dan data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*) juga 0%.

2) Pada *swath* 140° total data 467700 dengan tingkat kepercayaan 99.961 % dengan ordo spesial, 0.039 % masuk pada ordo 1A/B, 0 % pada ordo 2 dan 0% data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

b. Hasil pengujian antar lajur utama dan lajur silang pada *overlap* 100% seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Overlap* 100%

SWATH	TOTAL DATA	PROSENTASE ORDO			UNDEFINED	TOTAL PROSENTASE
		SPEKIAL	1A/B	2		
		45°	230895	99.771%		
140°	365284	99.885%	0.106%	0.009%	0.000%	100.000%

1) Pada *swath* 45° total data 230895 dengan tingkat kepercayaan 99.771 % dengan ordo spesial, 0.229 % masuk pada ordo 1A/B, 0% pada ordo 2 dan 0 % pada data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

2) Pada *swath* 140° total data 365284 dengan tingkat kepercayaan 99.885 % dengan ordo spesial, 0.106 % masuk pada ordo 1A/B, 0.009 %

pada ordo 2 dan 0% data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

c. Hasil pengujian antar lajur utama dan lajur silang pada *overlap* 50% seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Overlap* 50%

SWATH	TOTAL DATA	PROSENTASE ORDO			UNDEFINED	TOTAL PROSENTASE
		SPEKIAL	1A/B	2		
		45°	156335	98.748%		
140°	257891	99.103%	0.871%	0.026%	0.000%	100.000%

1) Pada *swath* 45° total data 156335 dengan tingkat kepercayaan 98.748 % dengan ordo spesial, 1.229 % masuk pada ordo 1A/B, 0.023 % pada ordo 2 dan 0 % pada data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

2) Pada *swath* 140° total data 257891 dengan tingkat kepercayaan 99.103 % dengan ordo spesial, 0.871 % masuk pada ordo 1A/B, 0.026 % pada ordo 2 dan 0% data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

d. Hasil pengujian antar lajur utama dan lajur silang pada *overlap* 25% seperti ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 0.4 Hasil Pengujian *Overlap* 25%

SWATH	TOTAL DATA	PROSENTASE ORDO			UNDEFINED	TOTAL PROSENTASE
		SPEKIAL	1A/B	2		
		45°	109171	99.922%		
140°	400971	99.639%	0.298%	0.062%	0.001%	100.000%

1) Pada *swath* 45° total data 109171 dengan tingkat kepercayaan 99.922 % dengan ordo

spesial, 0.078 % masuk pada ordo 1A/B, 0% pada ordo 2 dan data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*) juga 0%.

2) Pada *swath* 140° total data 400971 dengan tingkat kepercayaan 99.639 % dengan ordo spesial, 0.298 % masuk pada ordo 1A/B, 0.062 % pada ordo 2 dan 0.001 % data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

e. Dari data Kwandang yang telah diuji, hasil pengujian antar lajur utama dan lajur silang seperti ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 0.5 Hasil Pengujian Ordo Kwandang

KWANDANG (KEDALAMAN ±40 METER)					
TOTAL DATA	PROSENTASE ORDO			TIDAK MASUK	TOTAL PROSENTASE
	SPEKIAL	1A/B	2		
1692858	96.339%	3.095%	0.564%	0.002%	100.000%

Pada Kwandang total data 1692858 dengan tingkat kepercayaan 96.339 % dengan ordo spesial, 3.095 % masuk pada ordo 1A/B, 0.564 % pada ordo 2 dan 0.002 % data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

f. Dari data Laut Jawa Segmen 6 yang telah diuji, hasil pengujian antar lajur utama dan lajur silang seperti ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 0.6 Hasil Pengujian Ordo Laut Jawa Segmen 6

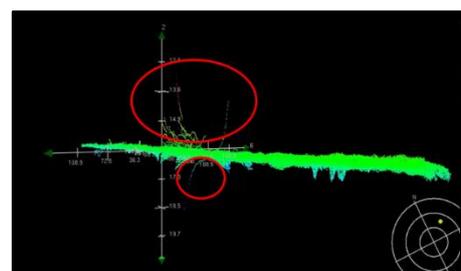
LAUT JAWA SEGMENT 6 (KEDALAMAN ±60 METER)					
TOTAL DATA	PROSENTASE ORDO			TIDAK MASUK	TOTAL PROSENTASE
	SPEKIAL	1A/B	2		
84194	68.778%	27.846%	3.368%	0.008%	100.000%

Pada Laut Jawa Segmen 6 total data 84194 dengan tingkat kepercayaan 68.778 % dengan

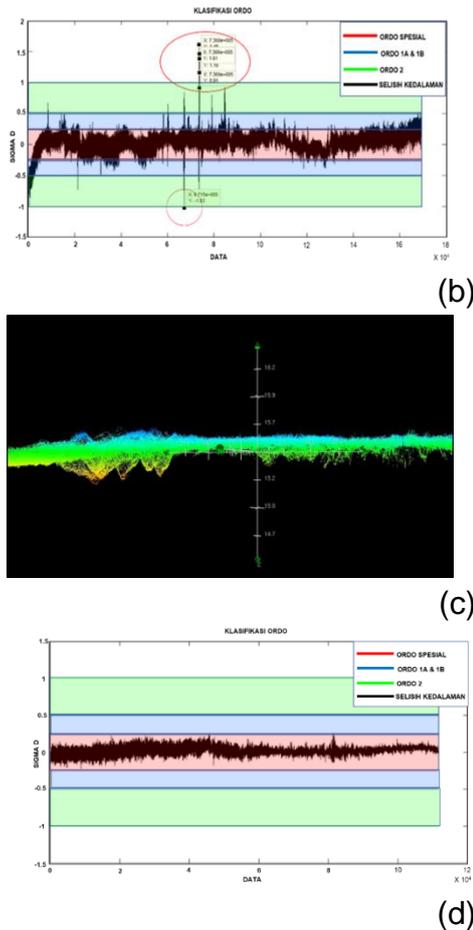
ordo spesial, 27.846 % masuk pada ordo 1A/B, 3.368 % pada ordo 2 dan 0.008 % data tidak masuk / tidak memenuhi ordo (*undefined*).

Dari hasil pengujian menggunakan metode validasi analisis terhadap lajur utama dan lajur silang menghasilkan beberapa analisis yakni :

a. Penggunaan *swath* atau sapuan pada lajur menunjukkan bahwa semakin kecil sudut bukaan *swath* maka semakin kecil juga standar deviasi pada *outerbeam* sehingga hasil pada pengujian data lebih optimal. Disamping itu juga dapat dilihat adanya *spike* pada grafik yang menunjukkan adanya data dengan standar deviasi yang cukup besar, *spike* pada data dapat diketahui pada awal proses *cleaning* melalui software *Caris Hips and Sips* dan hasil *figure* pada grafik software Matlab. Kemudian Masing-masing *spike* pada data dapat diambil dengan *Outlier* sehingga dapat diketahui data pada urutan ke berapa yang memiliki standar deviasi yang besar. Dengan begitu posisi dari *noise* yang ditunjukkan pada *spike* grafik dapat diketahui. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 15.



(a)

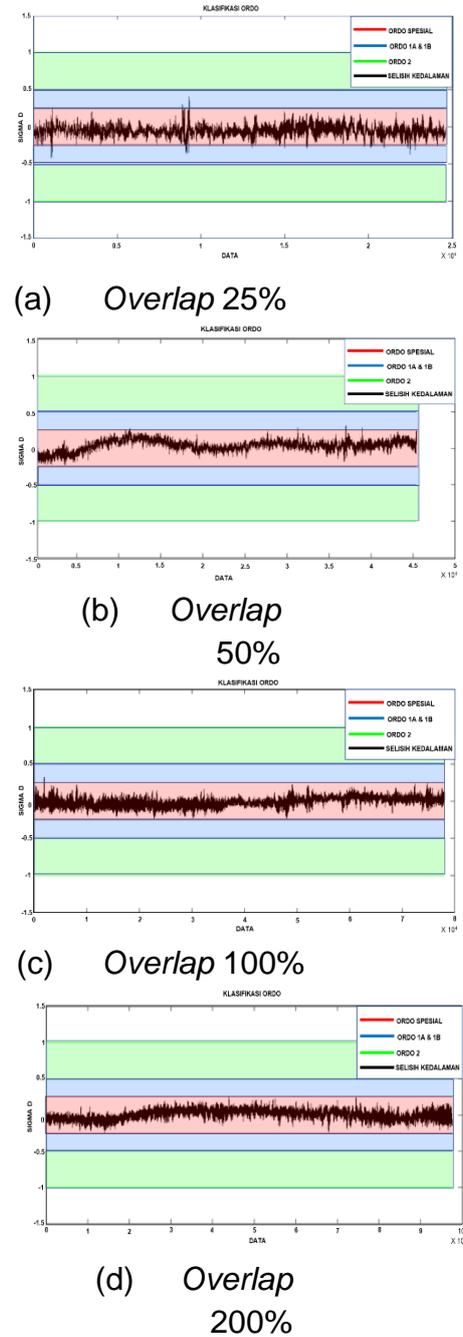


Gambar 0.4 Tampilan *Noise* dan *Spike*

Berdasarkan Gambar 15 menunjukkan (a) sampel pengambilan lajur dengan *swath* 140°, lingkaran merah adalah *noise* dari efek sapuan 140° pada software Caris Hips and Sips, (b) adalah tampilan sampel grafik *figure* hasil pengolahan *software* matlab menunjukkan beberapa lonjakan *spike* yang tidak normal pada lingkaran merah dengan menggunakan *swath* 140°, (c) sampel pengambilan lajur dengan *swath* 45° tidak ditemukan *noise* yang signifikan, (d) tampilan sampel grafik *figure* hasil pengolahan *software* matlab menunjukkan tidak adanya *spike* sehingga data berada pada ordo spesial pada *swath* 45°.

b. Semakin besar overlap antar lajur membuat kualitas lajur

yang diuji akan lebih bagus. Dapat dilihat pada Gambar 16.

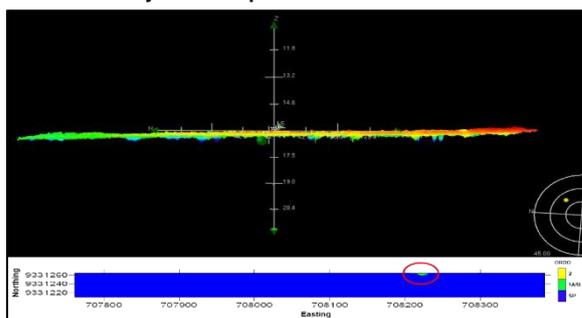


Gambar 16. Grafik Selisih Kedalaman Dari Beberapa Overlap

Dari Gambar 16 menunjukkan hasil *figure* pada *software* matlab dimana batas ordo spesial adalah garis lurus yang berwarna merah, untuk ordo 1A/B adalah batas garis lurus yang diberi warna biru sedangkan garis lurus berwarna hijau adalah batas ordo 2. (a)

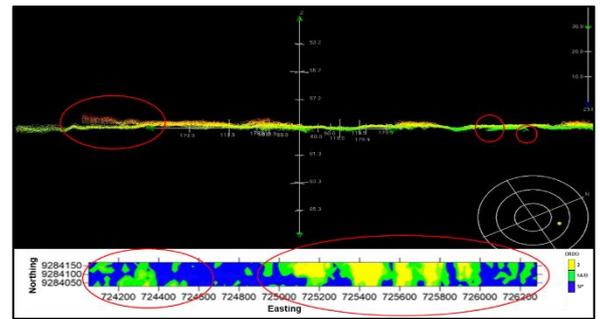
sampel lajur *overlap* 25% dapat dilihat sebagian data berada diluar dari ordo spesial, (b) sampel lajur *overlap* 50% masih ada beberapa data ada berada diluar dari batas ordo spesial, (c) sampel lajur *overlap* 100% sebagian kecil data berada diluar batas ordo spesial, (d) seluruh data masuk pada ordo spesial.

c. Pengaruh cuaca pada lajur *overlap* sangat signifikan, pada cuaca cerah, kondisi laut yang tenang akan memberikan hasil yang lebih konsisten terlihat pada Gambar 17, dibandingkan dengan area 47urvey yang kondisi lautnya berombak ataupun cuaca buruk ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 17. Sampel Data Kedalaman Saat Cuaca Terang Ombak Tenang

Pada Gambar 4.19 menunjukkan sampel grafik pada pengambilan lajur data primer di Tanjung Priok, data tersebut diperoleh dengan faktor cuaca terang kondisi laut cenderung tenang dengan kedalaman dasar laut *flat* dengan kedalaman rata-rata ± 17 meter, dengan hasil ordo mencapai 99.997 % masuk pada ordo spesial dan 0.003 % pada ordo 1A/B.



Gambar 18. Sampel Data Kedalaman Saat Cuaca Berombak ± 3 meter

Berdasarkan pada Gambar 18 salah satu sampel pada lajur di perairan Laut Jawa Segmen 6 menunjukkan bahwa adanya pengaruh cuaca yang kurang bagus memberikan efek yang berbeda, ditandai dengan lingkaran berwarna merah dimana pada saat survei dimensi perahu tidak mampu meredam tingginya gelombang, kedalaman rata-rata 59 meter diperoleh hasil prosentase ordo 68.778 % pada ordo spesial, 27.846% pada ordo 1A/B dan 0.008% masuk di ordo 2.

Kesimpulan

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

- Pada pengujian lajur *overlap* 200% dan 100%, dari pengambilan data batimetri pada perairan Tanjung Priok (data primer) memiliki tingkat kepercayaan tinggi, hal ini dibuktikan pada hasil ordo tiap-tiap *overlap* yang mencapai prosentase ordo spesial 99,9%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan lajur silang tidak diperlukan. Hal ini didukung dengan kondisi cuaca terang dan ombak tenang.

b. Untuk pengujian lajur overlap 50% dan 25%, dari pengambilan data batimetri pada area yang sama perairan (Tanjung Priok), tingkat kepercayaan mulai menurun sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan lajur silang diperlukan, ditunjukkan dari hasil penelitian terdapat data yang masuk pada ordo 2 serta beberapa data dinyatakan tidak memenuhi ordo (*undefined*).

c. Idealnya pengambilan data adalah pada saat cuaca bagus. Pengaruh cuaca pada lajur overlap sangat signifikan, kondisi laut yang tenang cuaca cerah, angin tenang akan memberikan hasil yang lebih konsisten.

d. Sedangkan untuk pengambilan data di perairan Laut Jawa Segmen 6 menunjukkan bahwa adanya pengaruh cuaca yang kurang bagus, dengan kondisi laut berombak ± 3 meter, angin kencang serta kondisi awan mendung, sehingga memberikan efek yang berbeda dimana pada saat survei dimensi perahu tidak mampu meredam tingginya gelombang, kedalaman rata-rata 60 meter diperoleh hasil prosentase ordo 68.778 % pada ordo spesial, 27.846% pada ordo 1A/B dan 0.008% masuk di ordo 2.

e. Semakin besar overlap antar lajur membuat kualitas lajur yang diuji akan lebih bagus (*overlap* 100% dan *overlap* 200%).

f. Pada penelitian ini, data yang diuji penggunaan *swath* atau sapuan pada lajur menunjukkan bahwa semakin kecil sudut bukaan *swath* (45°) maka standar deviasi akan semakin baik, sehingga

menghasilkan tingkat kepercayaan mencapai 99.9%.

g. Terdapat *noise* pada data batimetri yg disebabkan oleh Perbedaan tinggi *surface* pada lajur utama saat diolah dengan *software CARIS HIPS and SIPS*. Hal ini terjadi akibat adanya *dynamic draft* pada wahana saat akuisisi data.

h. Faktor lain yang juga mempengaruhi hasil data yakni oleng atau angguk kapal, jenis kapal itu sendiri, bentuk kapal, kecepatan kapal pada saat mengambil data. Walaupun terdapat MRU, tetap terdapat keterbatasan.

i. Pada dasarnya yang mempengaruhi kualitas data terlepas dari hal-hal teknis adalah faktor spasial yang meliputi kondisi geografis, topografi dasar laut dan area survei (laut lepas atau teluk yang terlindung dari ombak) juga faktor temporal (suhu, curah hujan, kecepatan angin, cuaca) yang dapat berubah sewaktu-waktu.

Saran

a. Masih diperlukan adanya lajur silang, apabila dalam pelaksanaan survei terjadi cuaca buruk atau lajur overlap kurang dari 100%, sebagaimana telah dilaksanakan penelitian ini untuk meningkatkan tingkat kepercayaan pada hasil survei.

b. Agar penerapan prosedur QA dan QC saat survei batimetri dilaksanakan karena mampu memberikan penjaminan atas kualitas data yang diambil. Pelaksanaan prosedur QA seperti kalibrasi peralatan diperlukan untuk

melihat standar *error* pada peralatan survei. Pada *MBES*, wajib dilaksanakan *patch test* dan *performa test*. *Patch test* diperlukan untuk melihat standar *error* dari *MBES* dalam melakukan *recording* data akibat oleng angguk dan kecepatan dari wahana yang digunakan. Sedangkan *performa test* diperlukan untuk mendapatkan sudut yang paling optimal terhadap kondisi dari area survei dalam pelaksanaan akuisisi data.

c. Proses QC secara parsial (tiap *grid*) dengan *script* Matlab, dapat digunakan sebagai alternatif pengujian data selain menggunakan *software* seperti *CARIS HIPS and SIPS*. QC secara parsial memiliki kelebihan yakni mampu menampilkan tiap-tiap posisi data yang memiliki deviasi tinggi, selain itu informasi mengenai persentase kriteria Ordo dan ZOC terhadap deviasi dari keseluruhan data yang ada juga dapat diketahui. Sehingga surveyor mampu menganalisis dengan lebih mudah dan dapat menentukan keputusan selanjutnya akan data survei yang diuji.

d. Pengujian lajur *overlap* pada lajur utama dapat digunakan sebagai prosedur QA atas kualitas dari lajur yang bersebelahan. Pengujian ini mampu memberikan informasi atas kualitas data pasut dan data *SVP* serta *noise* karena *squat and settlement*. Dengan adanya informasi ini, surveyor dapat mengambil keputusan untuk melaksanakan pengambilan ulang data batimetri apabila terdapat lajur yang memiliki deviasi tinggi.

e. Standar deviasi pada *overlap* dapat digunakan untuk

menguji kualitas lajur bukan menguji kualitas hasil survei secara keseluruhan.

f. Penelitian ini dapat dilanjutkan kembali dengan penelitian lain mengenai:

1) Analisis akurasi peta laut berdasarkan Ordo dan *CATZOC*.

2) Analisis interval lajur silang dari *MBES* berdasarkan skala penggambaran area survei.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggono, P. T. (2015). *Studi Kontrol Kualitas Vertikal Terhadap Data Batimetri Menggunakan Metode Interaktif Untuk Menentukan Orde Dan CATZOC (Studi Kasus Data Survei Pulau Selayar)*. Surabaya: Sekolah Tinggi Teknologi TNI Angkatan Laut.
- Australian Hydrographic Office (AHO). (2016). *Hydroscheme 2017-2020 Australian Hydrographic Office. Wollongong: Australian Hydrographic Service.*
- Brammadi, dkk. (2017). Analisis Pengolahan Data *Multibeam Echosounder*. *Jurnal Geodesi Undip*, 353.
- Caris Hips and Sips. (2019). *Grafik Pasut*. Jakarta: Pushidrosal.
- de Jong dkk. (2002). *Hydrography. Netherland: Delft University.*
- de Moustier, C. (1988). *State of the Art in Swath Bathymetry Survey Systems.* *International Hydrographic Review.*, Volume 65 (2), pp. 25-54.
- de Moustier, C. (1998). *Bottom Detection Methods,, Coastal Multibeam Training Course Notes. Ocean Mapping Group, Department of Geodesy and Geomatics*

- Engineering, University of New Brunswick, pp. 6.
- Galway, R. S. (2000). *Comparison of Target Detection Capabilities of the Reson Seabat 8101 and Reson Seabat 9001 Multibeam Sonars*.
- Heide, D. v. (2017). *Shallowest Point Determination with Water Column Imaging*. Maritime Institute Willem Bartentsz.
<http://commons.wikipedia.org/wiki/file:MBES.jpg>. (2016).
<http://etd.repository.ugm.ac.id>. (2000).
<https://ordercitrasatelit.wordpress.com/tag/resolusi-spasial>. (2013).
- Ibrahim, D. A. (2018). *Pemanfaatan Data Kolom Air Multibeam Echosounder Untuk Mendeteksi Kebocoran Pipa Gas Bawah Laut*.
- IHO S 44. (2008). *International Hydrographic Organization (IHO) S 44. International Hydrographic Organization (IHO)*.
International Hydrographic Review Vol 5 No 3. (2004). Application of Category of Zone of Confidence in the Australian Hydrographic Service. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Kusworo, H. (2018). *Studi Penentuan Catzoc Berdasarkan Kontrol Kualitas Data Batimetri Dari Multibeam Echosounder (MBES)*.
- Lekkerkerk, H.-j. R. (2006). *offshore Surveing: Acquisition and Processing Volume Two. Netherland: Fugro*.
- Mann, R. a. (1996). *Field Procedures for the Calibration of Shallow Water Multibeam Echosounding System. . Canada: Canadian Hydrographic. Manual Publication Number 4 (M-4)*. (2008). *International Hydrographic Organization (IHO)*.
- Miller, J. H.-C. (1997). *How Effectively Have You Covered Your Bottom. National Ocean Service Coast Survey Development Laboratory. (2017). NOAA Technical Report NOS CS 37 in Composite Coastal Bathymetry Project: Super Storm Sandy Supplemental Efforts .Maryland: National Oceanic and Atmospheric Administration*.
- Poerbandono dan Djunarsjah. (2005). *Survei Hidrografi dan Rekayasa*.
- Pratomo, D. G. (2017, maret 15). *multibeam performance: range and angular resolutions*.
- Pratomo, D. G. (2018). *MBES Bottom Detection*.
- Pushidrosal. (1994). *Indonesia Patent No. Peta Laut Indonesia NO. 36*.
- Pushidrosal. (2013). *Indonesia Patent No. Peta Laut Indonesia No.83*.
- Pushidrosal. (2013, Maret). *Indonesia Patent No. Peta Laut Indonesia No.86B*.
- PUSHIDROSAL. (2016, November 1). Retrieved from <http://www.pushidrosal.id/buletin/25/SEJ ARAH/>
- Putra, A. (2017, September 15). *Pusat Hidro Oseanografi TNI Angkatan Laut*. Retrieved from Wikipedia Indonesia:
[http://id.m.wikipedia.org/wiki/Pusat Hidro Oseanografi TNI Angkatan Laut](http://id.m.wikipedia.org/wiki/Pusat_Hidro_Oseanografi_TNI_Angkatan_Laut)
- QPS. (2018). <https://confluence.qps.nl>. Retrieved from [https://confluence.qps.nl/kongsberg-em2040-dual-head-calibration-45354193.html](https://confluence.qps.nl/qinsy/en/kongsberg-em2040-dual-head-calibration-45354193.html).
- Resurvey Working Group of North Sea Hydrographic Commission. (2016). *Harmonisation of the resurvey scheme. Netherland: North Sea Hydrographic Commission(NSHC)*.

- Sandhy, M. (2016). *Studi Kontrol Kualitas Data Multibeam Echosounder, Berdasarkan S-44 IHO (2008)*. Sekolah Tinggi Teknologi TNI Angkatan Laut.
- Soeprapto, S. : (2001). *Survei Hidrografi*. Yogyakarta: Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan*.
- Sumber : <http://etd.repository.ugm.ac.id>, S. :-3. (2000). Retrieved Juni 11, 2018, from <http://etd.repository.ugm.ac.id>
- Teledyne RESON. (2013). *Specifications subject to change without notice*.
- Trianggono. (2015). *Analisis Kualitas Pemahaman Konsep dengan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Pemecahan Masalah*.
- Triatmodjo. (2003). *Pasang Surut*.
- UKHO(United Kingdom Hydrographic Office) and MCA (Maritime and Coastguard Agency). (2016). *Survey Planning in the UK in The UK Civil Hydrography Programme*. Inggris: UKHO (United Kingdom Hydrographic Office) and MCA(Maritime and Coastguard Agency)).
- Urlick, R. J. (1983). *Principles of Underwater Sound*.
- UU No. 3 Thn. (2002). Undang – Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara.
- UU No. 34 Thn. (2004). Undang-Undang Nomor 34 tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia sebagai lembaga induk Pushidrosal.
- Wells, d. (2007). *CUBE User Manual*.
- Yantarto, D. (2006). *Pengantar Manajemen Survei*.