

**STUDI PENENTUAN CATZOC BERDASARKAN KONTROL KUALITAS DATA BATIMETRI DARI  
MULTIBEAM ECHOSOUNDER (MBES)  
(STUDI KASUS PULAU BAWEAN)**

Hery Kusworo<sup>1</sup>, Danar Guruh Pratomo<sup>2</sup>, & Anom Puji Hascaryo<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Noverber

<sup>3</sup>Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

**ABSTRAK**

Dalam operasi SAR dan pencarian target, peta laut memiliki peran penting dalam memberikan informasi mengenai karakteristik dari fitur-fitur dasar laut. Informasi ini berguna dalam mapping objek dan pengambilan keputusan dalam menentukan metode SAR. Data utama dalam peta laut adalah data batimetri yang diperoleh dengan kontrol ketat melalui prosedur Quality Assurance (QA) dan Quality Control (QC). *International Hydrographic Organization* (IHO) menetapkan sebuah standar yakni Category Zones of Confidence (CATZOC) yang merepresentasikan kualitas dari survei batimetri. Penelitian ini menggunakan lajur silang sebagai data independen dalam pengujian kualitas data batimetri yang dibandingkan dengan lajur overlap dari Multibeam Echosounder (MBES). Pengujian dilaksanakan dengan 3 metode yakni 1. menguji lajur silang dan lajur utama yang bertampalan dengan lajur silang, 2. menguji 25 spot persilangan antara lajur utama dan lajur silang dan 3. menguji lajur overlap antar lajur utama di sepanjang lajur silang. Data hasil pengujian kualitas tersebut kemudian diuji kembali dengan metode analisis statistik untuk mengetahui sejauh mana data tersebut mampu mewakili kualitas data dari area survei. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa lajur silang lebih efektif digunakan dalam pengujian data karena tidak terpengaruh oleh karakteristik dari lajur utama. Secara umum data yang diuji 97.57% CL memenuhi Orde Spesial dengan 99.84% CL memenuhi ZOC A1. Kemudian hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa data dari lajur silang mampu mewakili kualitas dari area penelitian. Pada pengujian terhadap area survei, hasil uji sampel menunjukkan bahwa kualitas dari area penelitian tidak dapat mewakili kualitas dari area survei, hal ini dikarenakan terbatasnya sampel yang ada (lajur silang) untuk menguji data lajur utama pada area survei.

**Kata kunci** : Survei Batimetri, Orde, CATZOC, Statistik, Kontrol Kualitas, Lajur Silang, Lajur Overlap.

**ABSTRACT**

*In search and rescue operations, nautical chart have an important role in providing information about the characteristics of the seabed features. This information is useful in object mapping and making decision in determining the SAR method. The main data in nautical chart are bathymetric data obtained with strict control through Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) procedures. The International Hydrographic Organization (IHO) sets a standard namely Category Zones of Confidence (CATZOC) which represents the quality of bathymetric surveys. This study uses cross lanes as independent data in testing the quality of bathymetric data compared to the overlap lane of Multibeam Echosounder (MBES). The test is carried out with 3 methods 1. testing the cross lane and main lane which overlapping with cross lanes, 2. testing the 25 crossing spots between the main lane and the cross lane and 3. testing the overlap lane between the main lanes along the cross lane. The results of the quality testing data are then tested again with statistical analysis methods to determine the extent to which the data is able to represent the quality of data from the survey area. The processing results show that cross lanes are more effectively used in testing data because they are not affected by the characteristics of the main lane. In general, the data tested 97.57% CL meets the Special Order with 99.84% CL meeting ZOC A1. Then the results of hypothesis testing indicate that the data from the cross lane can represent the quality of the research area. In testing the survey area, the sample test*

*results show that the quality of the research area cannot represent the quality of the survey area, this is due to the limited sample size (cross lane) to test the main lane data in the survey area.*

**Keywords :** *Bathymetric Survey, Order, CATZOC, Statistics, Quality Control, Cross Lane, Overlap Lane.*

## 1. Pendahuluan

Dalam mendukung pemerataan ekonomi di Indonesia, angkutan laut memberikan peran yang krusial dengan adanya program pemerintah yakni tol laut. Dengan adanya tol laut, terbukti dapat menekan harga kebutuhan di tiap daerah di Indonesia sehingga pertumbuhan ekonomi di setiap daerah dapat merata. Untuk menjamin pelaksanaan angkutan laut yang aman, keselamatan pelayaran menjadi hal yang mutlak harus dipenuhi oleh setiap pengawak dan pengguna angkutan laut.

Keselamatan transportasi laut memiliki beberapa elemen yang harus dipenuhi. Pertama adalah layak laut dan kedua adalah layak layar. Layak laut adalah terpenuhinya 12 kriteria sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam International Safety Management (ISM) Code bab IX yang diterbitkan oleh International Maritime Organization (IMO) dalam edisi 2014, layak layar adalah suatu keadaan terpenuhinya keamanan kapal untuk berlayar yang terdiri atas 4 kriteria. Keamanan kapal disini meliputi kondisi kapal dan crew kapal yang memenuhi syarat untuk menjaga keamanan kapal. Dua kriteria ini menunjukkan bahwa keselamatan pelayaran memiliki lingkup tanggung jawab dari sisi darat dalam hal ini oleh Syahbandar dan keselamatan di atas kapal menjadi tanggung jawab nahkoda.

Namun sampai saat ini masih banyak catatan hitam mengenai keselamatan pelayaran di laut. Dari tiga faktor penyebab kecelakaan yakni manusia, maintenance, dan alam, faktor manusia menjadi faktor dominan penyebab terjadinya kecelakaan. Hal ini disebabkan karena kelalaian, kurangnya keterampilan dan pengetahuan yang dimiliki oleh pengawak kapal. Berdasarkan data KNKT tahun 2017, di Indonesia telah terjadi 34 kecelakaan kapal yang menyebabkan timbulnya 42 korban jiwa (KNKT, 2017).

Dari beberapa jenis kecelakaan yang terjadi, peta laut dapat menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan terutama pada kejadian kapal kandas. Akan tetapi banyak kelebihan lain yang dimiliki oleh peta laut yakni dapat menjadi pertimbangan nahkoda pada saat terjadi kejadian darurat di laut sehingga dapat

meminimalkan terjadinya kerusakan dan korban jiwa. Disamping itu pada pelaksanaan investigasi dan SAR saat terjadinya kecelakaan, peta laut dapat memberikan informasi yang lebih mengenai fitur-fitur dan karakteristik dasar laut sehingga membantu tim SAR dalam memetakan objek dan evakuasi korban yang ada. Dengan adanya informasi dari peta laut, tim SAR mampu menentukan metode dan peralatan yang digunakan dalam investigasi dan evakuasi korban kecelakaan. Sehingga peranan peta laut yang memiliki tingkat akurasi tinggi menjadi penting.

Untuk mendapatkan peta laut dengan akurasi yang tinggi perlu adanya data yang valid untuk mendukungnya. Informasi peta laut berasal dari data hasil survei batimetri yang diolah sedemikian rupa dengan mengikuti standar-standar yang ditetapkan oleh International Hydrographic Organization (IHO) selaku lembaga hidrografi internasional. Salah satu standar dari IHO dalam memberikan jaminan atas akurasi informasi peta laut adalah CATZOC (Category Zone of Confidence). CATZOC merupakan standar minimal akurasi peta laut yang digambarkan secara sederhana pada peta laut sehingga mudah dimengerti dan dipahami dengan menggunakan pendekatan yang nyata sehingga dapat memberikan tingkat kepercayaan yang tinggi oleh pengguna peta laut. CATZOC terdiri atas 5 kategori yakni ZOC A1, ZOC A2, ZOC B, ZOC C dan ZOC D. ZOC A1 dan A2 memberikan jaminan atas akurasi posisi dan kedalaman serta cakupan atas fitur-fitur dasar laut secara menyeluruh menggunakan peralatan pengukur kedalaman yang modern saat ini. Sedangkan untuk ZOC B, C dan D dapat secara subjektif diberikan berdasarkan peralatan pengukur kedalaman yang digunakan (tradisional atau modern) serta penggambaran fitur dasar laut masih belum 100 % terjamin karena adanya gap ataupun karena keterbatasan akurasi dari peralatan yang digunakan.

Dalam mendukung keakuratan informasi pada peta laut, pelaksanaan survei batimetri harus mampu memberikan ketersediaan data dengan tingkat akurasi tinggi. Dengan adanya peralatan pengukur kedalaman modern yang

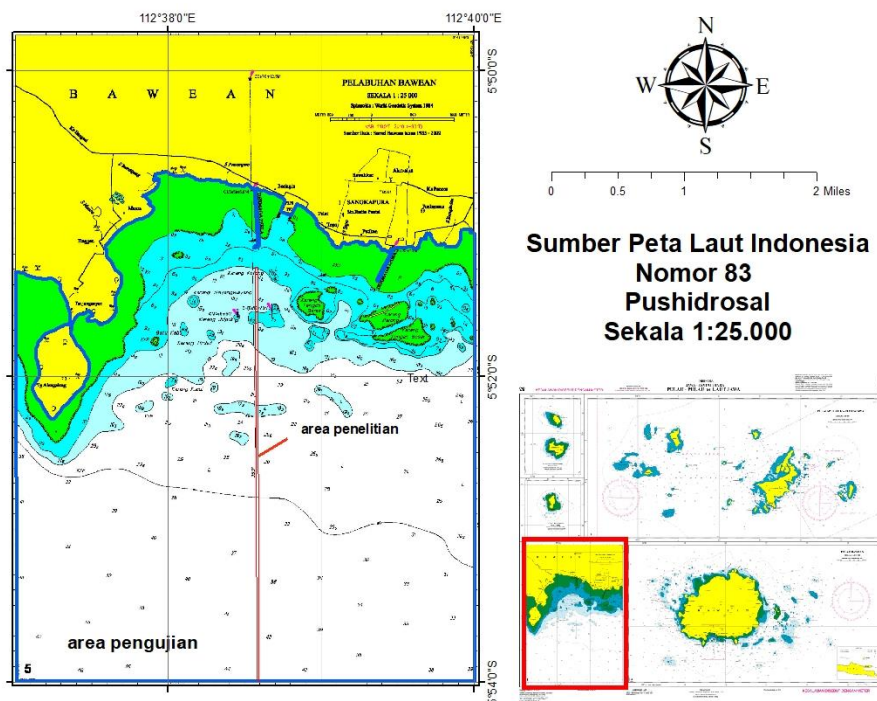
menggunakan gelombang akustik dalam melaksanakan pengukuran kedalaman, Multibeam Echosounder (MBES) diharapkan mampu memberikan ketersediaan data yang rapat dan presisi. Dalam memberikan data yang presisi saat pengambilan data di lapangan, perlu adanya penjaminan kualitas atau Quality Assurance (QA) dan kontrol kualitas atau Quality Control (QC) yang diterapkan sejak perencanaan survei batimetri. Hal ini perlu dilakukan karena angka kedalaman merupakan uncertainty yang memerlukan pendekatan berupa confidence level sehingga proses QA dan QC perlu diterapkan secara komprehensif.

Melihat peran penting dari peta laut, maka didalam penelitian ini akan dijelaskan mengenai korelasi dan peran dari kontrol kualitas data batimetri untuk mendukung penetapan CATZOC dengan melaksanakan pengujian atas lajur silang (cross line) sebagai kontrol kualitas data survei batimetri.

## 2. Bahan dan Metode

Lokasi penelitian terletak di P. Bawean dengan fokus pada Pelabuhan Bawean. Refensi peta yang digunakan adalah Peta Laut Indonesia nomer 83 dengan sekala 1:25.000. Area penelitian memiliki luas  $4443 \times 30$  meter =  $133.290$  meter<sup>2</sup>. Batas area penelitian adalah  $5^{\circ} 51'17''S$ ,  $112^{\circ}38'34''T$  dan  $5^{\circ}53'59''S$ ,  $112^{\circ}38'35''T$ . Sedangkan luas area survei adalah  $14.371.520$  m<sup>2</sup> (dihitung menggunakan polygon sehingga mendapatkan luasan area survei) yang digunakan sebagai area pengujian.

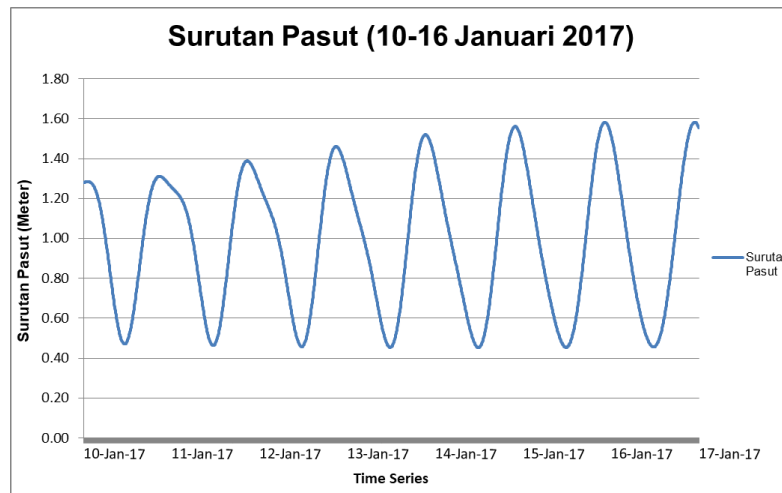
Data yang digunakan merupakan hasil survei Bawean tahun 2017 yang berupa data batimetri dari MBES yang berupa raw data dengan format *.all*, data surutan pasang surut bawean tanggal 10-16 Januari 2017, dan data *Sound Velocity Profiler (SVP)* dari *minitide*.



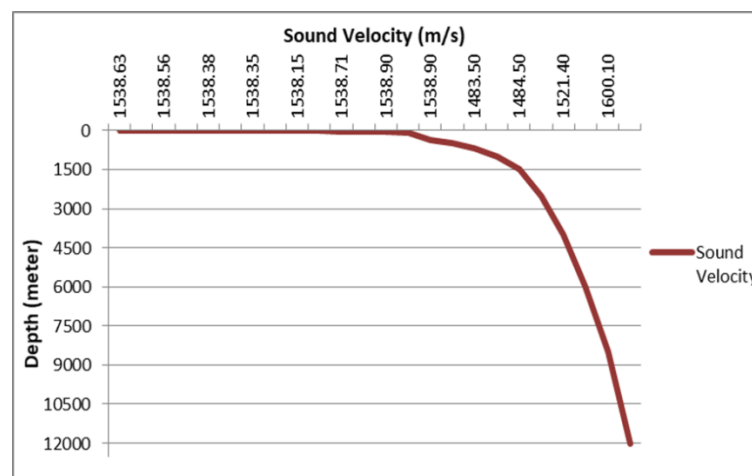
Gambar 2.1 Peta Area Survei dan Area Penelitian.  
(Sumber: Peta Laut Indonesia Nomer 83, 2014)

Software yang digunakan pada penelitian ini diantaranya CARIS HIPS and SIPS 9.0 untuk mengolah data batimetri dan menguji kategori Orde dari lajur yang diuji berdasarkan hasil surfaceny dan MATLAB 2017a untuk menguji

data batimetri dalam format ASCII yang diekstrak dari CARIS HIPS and SIPS 9.0 dengan format easting northing dan depth kemudian diuji menggunakan script matlab yang telah dibuat.



(a)



(b)

Gambar 2.2 (a) Data Pasut (b) Data SVP

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

- a. Metode 1 yakni menguji standar deviasi dari lajur silang secara keseluruhan terhadap lajur utama yang bertampalan dengan lajur silang.
- b. Metode 2 yakni menguji standar deviasi dari 25 spot persilangan antara

lajur utama dan lajur silang dengan area 30 x 30 meter.

- c. Metode 3 yakni menguji standar deviasi dari 22 lajur overlap antar lajur utama di sepanjang area lajur silang

Standar deviasi dari ketiga metode tersebut kemudian diuji kualitasnya berdasarkan standar ketelitian Orde yang ditetapkan oleh International Hydrographic Organization (IHO).

tertentu (*allowable error*) (*confidence level*; CL 95% ( $2\sigma$ )).

- $a^2$  : Jumlah konstanta *error* yang dikuadratkan .
- $b^2$  : Jumlah *error* yang dikuadratkan yang berhubungan dengan kedalaman.
- d : Kedalaman.

Pengujian kualitas berdasarkan Orde dari IHO menggunakan persamaan sebagai berikut (International Hydrographic Organization (IHO) S-44, 2008):

$$2\sigma = (a^2 + (b^2 * d^2))^{1/2}$$

Dimana,  
 $2\sigma$  : Total standar *error* maksimal yang diijinkan pada kedalaman

Sedangkan penentuan kualitas dari CATZOC diukur berdasarkan kualitas vertikalnya, hal ini dikarenakan kualitas horizontalnya merupakan akurasi hasil penggambaran data

survei pada peta laut. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Special Publication No. 57 (Edition 3.1), 2000):

$$2\sigma = (a + ((b * d) / 100))$$

Dimana :

- a : Jumlah konstanta error. (*confidence level*; CL 95% ( $2\sigma$ )).
- b<sup>2</sup> : Jumlah error yang berhubungan dengan kedalaman.
- d : Kedalaman kritis.

Hasil pengujian kualitas data berdasarkan Orde dan CATZOC terbaik kemudian dilaksanakan uji hipotesis untuk melihat apakah kualitas data mampu memenuhi kualitas dari area penelitian. Selanjutnya dari sampel pada area penelitian, digunakan uji sampling untuk melihat sampel minimal yang diperlukan sebagai identifikasi atas kualitas dari area pengujian.

Uji hipotesis yang digunakan adalah T-Student Test dengan persamaan sebagai berikut:

$$t = \frac{x - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$$

Dimana :

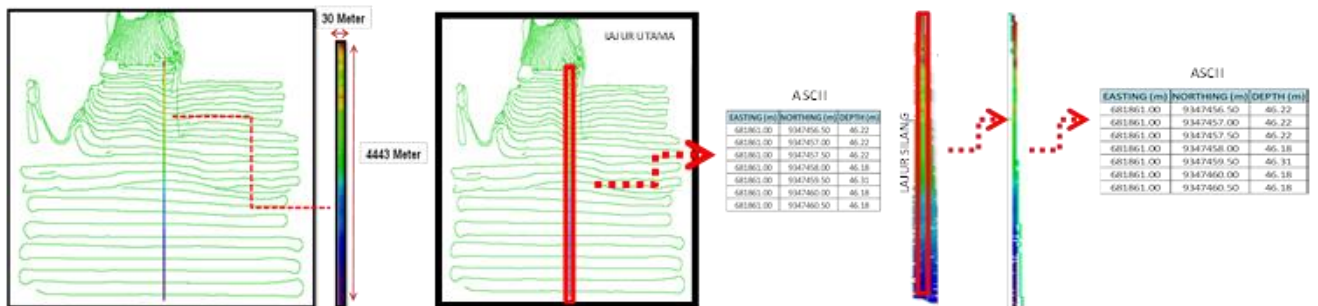
- t = T hitung.
- x = Rata-rata sampel.
- $\mu_0$  = Rata-rata spesifik (yang menjadi perbandingan).
- s = Standar deviasi sampel.
- n = Jumlah sampel.

Uji hipotesis ini digunakan untuk menguji sampel yang ada apabila tidak diketahui populasinya. Sedangkan untuk uji sampling digunakan metode slovin untuk menghitung sampel minimal yang diperlukan pada uji statistik. Persamaan yang dibentuk sebagai berikut:

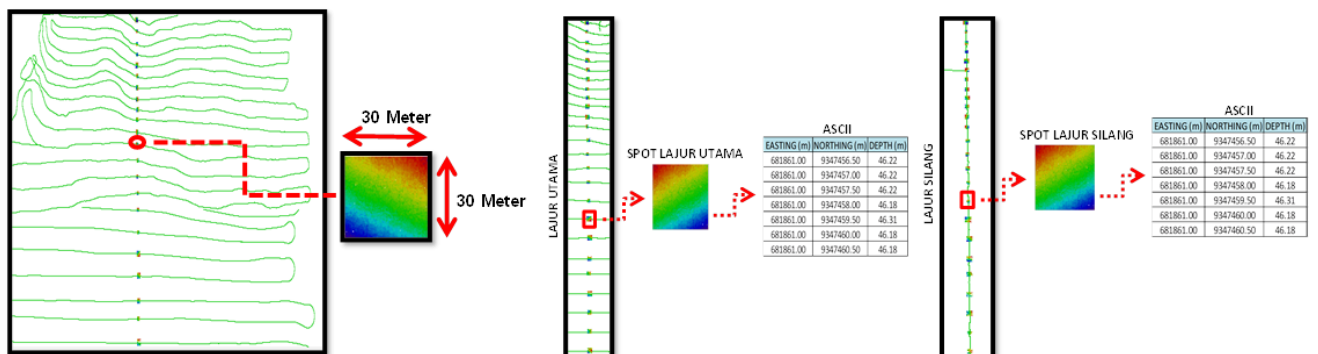
$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dimana :

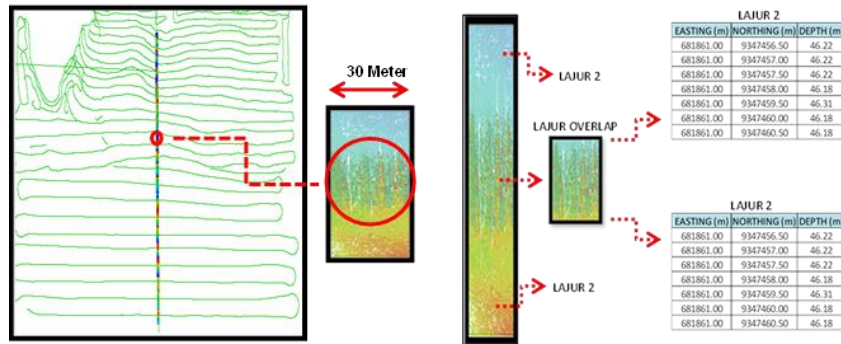
- n = Jumlah sampel.
- N = Jumlah Populasi, dan
- e = error margin.



Gambar 2.3 Pengujian Metode 1.



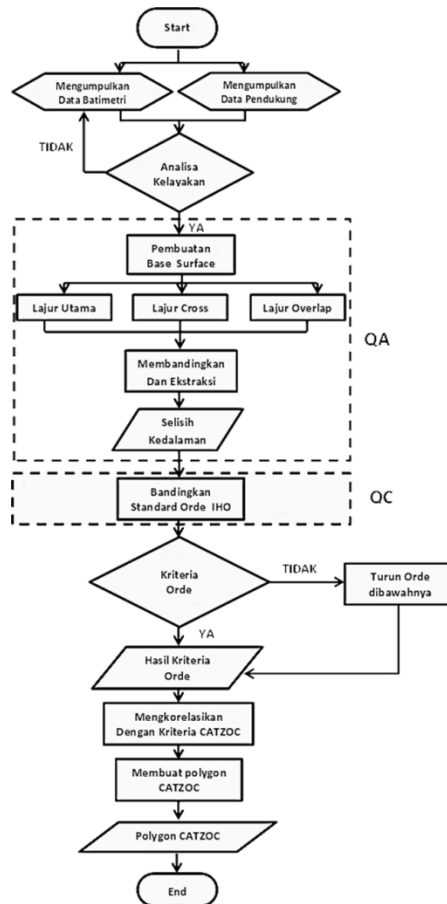
Gambar 2.4 Pengujian Metode 2.



Gambar 2.5 Pengujian Metode 3.

Secara umum pelaksanaan penelitian ini tersaji dalam diagram alir pada Gambar 2.6. dalam diagram alir dijelaskan langkah langkah yang digunakan dalam penelitian ini mulai dari

tahapan persiapan, pengolahan data, pengujian data serta intepretasi data dalam diagram reliabilitas.



Gambar 2.6 Diagram Alir Penelitian.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam pengujian ketelitian Orde pada software MATLAB merupakan hasil ekstraksi dari software CARIS HIPS and SIPS berdasarkan hasil surface yang dibuat dengan pixel 0.5 x 0.5. Sedangkan pengujian ketelitian Orde pada software CARIS HIPS and SIPS merupakan hasil komputasi dari software tersebut dengan mengacu kepada nilai

TPU(Total Propagated Uncertainty) dari data yang diinput pada software tersebut.

Pengujian dengan software MATLAB dari ketiga metode menghasilkan:

a. Metode 1

Hasil pengujian metode 1 menunjukkan bahwa 97.57%CL memenuhi Orde *Special*, 2.06%CL memenuhi Orde 1a/1b, 0.32%CL

memenuhi Orde 2 dan 0.05%CL diluar rentang dari standard Orde.

b. Metode 2

Hasil pengujian dengan metode 2 secara umum menunjukkan bahwa 98.71%CL memenuhi Orde Special, 1.26%CL memenuhi Orde 1a/1b, dan 0.03%CL memenuhi Orde 2.

Dari hasil pengujian 25 *spot* persilangan antara lajur utama dan lajur silang ditemukan sebanyak 2 *spot* yakni *spot* 1 dan *spot* 6 yang memiliki *Confidence Level* <95%. Dari hasil pengujian pada metode 2 terdapat 8 *spot* yang memiliki 100%CL untuk Orde special.

Tabel 3.1 Hasil pengujian Orde pada metode 1 (MATLAB).

ORDE	JUML DATA	PERSENTASE
ORDE SP	382121	97.57
ORDE 1A/1B	8080	2.06
ORDE 2	1244	0.32
U	197	0.05

\*Dalam persen

Tabel 3.2 Hasil pengujian Orde pada metode 2 (MATLAB).

NO	MATLAB		
	SPECIAL	1A/1B	2
1	90.28	9.72	
2	98.43	1.57	
3	99.12	0.88	
4	97.31	2.69	
5	99.82	0.18	
6	94.63	5.37	
7	99.82	0.18	
8	99.72	0.28	
9	100.00		
10	100.00		
11	100.00		
12	100.00		
13	100.00		
14	100.00		
15	99.99	0.01	
16	100.00		
17	99.87	0.13	
18	100.00		
19	96.55	3.45	
20	98.85	1.13	0.02
21	99.78	0.22	
22	99.01	0.99	
23	96.20	2.98	0.82
24	99.50	0.50	
25	98.83	1.15	0.01
	98.71	1.26	0.03

\*Dalam persen

c. Metode 3

Hasil pengujian dengan metode 3 secara umum menunjukkan bahwa 90.57%CL memenuhi Orde Special, 7.66%CL memenuhi Orde 1a/1b, 1.42%CL memenuhi Orde 2 dan 0.36 diluar rentang standar Orde. Dari hasil pengujian 22 *spot overlap* antar lajur utama disepanjang lajur silang ditemukan sebanyak 7

*spot* yang memiliki *Confidence Level* <95%. *Spot* pada lajur 19-20 memiliki confidence level paling kecil yakni 49.51%CL untuk Orde special. Disamping itu pada *spot* ini juga memiliki data yang diluar rentang Orde paling banyak yakni sebesar 6.37%CL.

Dari hasil pengujian pada metode 3 terdapat 1 *spot* yang memiliki 100%CL untuk Orde special.

Tabel 3.3 Hasil pengujian Orde pada metode 3 (MATLAB).

NO	MATLAB			UNDEFINED
	SPECIAL	1A/1B	2	
1-2	98.65	1.35		
2-3	98.78	1.22		
3-4	99.99	0.01		
4-5	96.19	3.81		
5-6	99.07	0.93		
6-7	85.39	14.61		
7-8	96.62	3.38		
8-9	95.96	4.04		
9-10	94.27	5.73		
10-11	75.35	24.65		
11-12	99.16	0.84		
12-13	100.00			
13-14	71.44	27.91	0.66	
14-15	99.83	0.17		
15-16	99.54	0.46		
16-17	99.78	0.22		
17-18	96.90	3.10		
18-19	99.01	0.99		
19-20	84.54	13.11	2.35	
21-22	49.51	28.37	15.76	6.37
22-23	97.11	2.89		
23-24	55.35	30.73	12.37	1.56
	90.57	7.66	1.42	0.36

\*Dalam persen

Script MATLAB yang digunakan untuk pengujian memberikan hasil data berupa persentase Orde terhadap keseluruhan data yang diuji secara gradasi berdasarkan nilai ambang batas dari kriteria Orde pada tiap-tiap kedalaman. Sehingga hasil kumulatif dari prosentase.

Pada metode 2 dan 3 dilakukan pengujian pada masing-masing lajur yang diuji kemudian dilaksanakan rata-rata dari keseluruhan data untuk melihat kualitas keseluruhan area penelitian. Hal ini dilakukan agar data pada metode 2 dan 3 dapat dibandingkan dengan data dari metode 1.

Dari ketiga metode tersebut meskipun secara umum metode 3 memiliki rata-rata >90% tetapi lajur yang diuji didalamnya banyak yang memiliki hasil pengujian dibawah 90%. Hal ini disebabkan karena perbedaan karakteristik dari lajur *overlap* pada lajur utama. Kondisi lajur *overlap* sangat bergantung kepada metode pengambilan data, prosedur quality assurance dan cakupan *overlap* antar lajur.

Pada metode 3 dapat dilihat pula kualitas lajur *overlap* pada lajur utama. Metode ini efektif digunakan untuk pengujian data antar lajur utama setelah dilakukan akuisisi data, sehingga surveyor dapat mengambil keputusan untuk



melaksanakan pengambilan data batimetri ulang kurang ideal. apabila ditemukan adanya lajur utama yang

Tabel 3.4 Hasil pengujian Orde pada metode 1,2 dan 3 (CARIS HIPS and SIPS).

METODE	LAJUR SILANG	Orde SP	Orde 1a	Orde 1b	LAJUR	CARIS			
		98.49	99.7	99.7		SPECIAL	1A	1B	
1	SPOT	CARIS			3	1-2	99.99	100.00	100.00
		SPECIAL	1A	1B		2-3	99.99	100.00	100.00
2	1	99.84	100.00	100.00	3-4	99.92	100.00	100.00	
	2	99.88	100.00	100.00	4-5	99.95	100.00	100.00	
	3	100.00	100.00	100.00	5-6	99.89	100.00	100.00	
	4	100.00	100.00	100.00	6-7	99.85	100.00	100.00	
	5	100.00	100.00	100.00	7-8	99.87	100.00	100.00	
	6	99.80	100.00	100.00	8-9	99.80	100.00	100.00	
	7	100.00	100.00	100.00	9-10	99.79	100.00	100.00	
	8	100.00	100.00	100.00	10-11	99.81	100.00	100.00	
	9	100.00	100.00	100.00	11-12	100.00	100.00	100.00	
	10	100.00	100.00	100.00	12-13	99.99	100.00	100.00	
	11	100.00	100.00	100.00	13-14	99.97	100.00	100.00	
	12	100.00	100.00	100.00	14-15	99.99	100.00	100.00	
	13	100.00	100.00	100.00	15-16	99.96	100.00	100.00	
	14	100.00	100.00	100.00	16-17	100.00	100.00	100.00	
	15	100.00	100.00	100.00	17-18	100.00	100.00	100.00	
	16	100.00	100.00	100.00	18-19	100.00	100.00	100.00	
	17	100.00	100.00	100.00	19-20	100.00	100.00	100.00	
	18	100.00	100.00	100.00	21-22	97.88	99.79	99.79	
	19	100.00	100.00	100.00	22-23	99.97	100.00	100.00	
	20	94.58	99.73	99.73	23-24	93.78	98.20	98.20	
	21	100.00	100.00	100.00		99.56	99.91	99.91	
	22	91.99	98.45	98.45					
	23	100.00	100.00	100.00					
	24	98.70	100.00	100.00					
	25	100.00	100.00	100.00					
		99.39	99.93	99.93					

Dalam persen

Pengujian pada software CARIS HIPS and SIPS menghasilkan:

a. Metode 1

Hasil pengujian metode 1 menunjukkan bahwa 98.49%CL memenuhi Orde Special, 99.70%CL memenuhi Orde 1a, dan 99.70%CL.

b. Metode 2

Hasil pengujian metode 2 secara umum menunjukkan bahwa 99.39%CL memenuhi Orde Special, 99.93%CL memenuhi Orde 1a, dan 99.93%CL.

c. Metode 3

Hasil pengujian metode 2 secara umum menunjukkan bahwa 99.56%CL memenuhi Orde Special, 99.91%CL memenuhi Orde 1a, dan 99.91%CL.

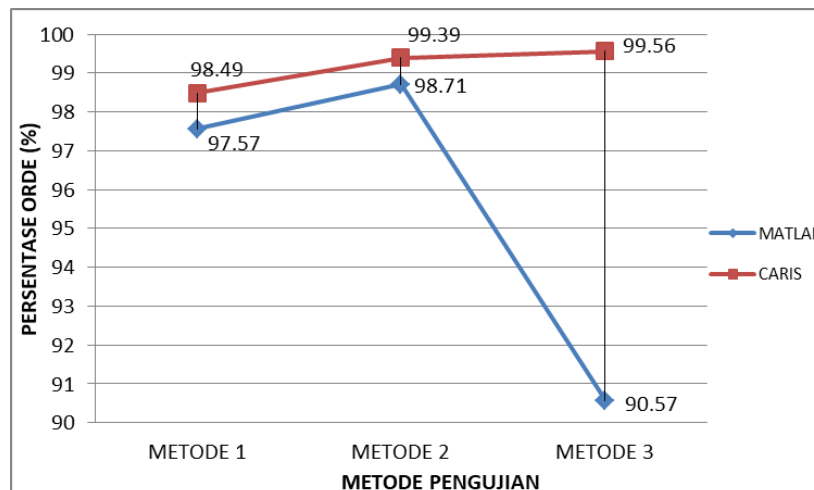
Pengujian data dengan software CARIS HIPS and SIPS memberikan hasil rata-rata >98%CL. Metode 3 memberikan hasil paling tinggi dibandingkan dengan metode 1 dan 2. Penggunaan software CARIS HIPS and SIPS melakukan pengujian data berdasarkan nilai TPU dari tiap-tiap sensor yang diinput, kemudian dilakukan pengujian menggunakan algoritma yang dibangunnya yang dibandingkan dengan nilai ambang batas dari kategori Orde.

Nilai-nilai kategori Orde yang dihasilkan tidak dilakukan gradasi antar Orde melainkan berdiri secara independen. Seperti halnya yang dilakukan pada software MATLAB, pengujian pada metode 2 dan 3 dilaksanakan di masing-masing lajur yang diuji kemudian dilakukan rata-rata dari keseluruhan data untuk melihat kualitas keseluruhan area penelitian. Hal ini dilakukan

agar data pada metode 2 dan 3 dapat dibandingkan dengan data dari metode 1.

Hasil perbandingan antara pengujian data dengan script MATLAB dan software CARIS HIPS and SIPS menggunakan 3 metode menghasilkan informasi bahwa penggunaan lajur silang lebih efektif digunakan sebagai acuan dalam kontroling kualitas dari data batimetri.

Lajur silang memberikan data secara independen dan tidak terpengaruh dengan karakteristik dari lajur utama yang diuji. Setelah diuji dengan script MATLAB dan software CARIS HIPS and SIPS, lajur silang memberikan hasil yang lebih stabil dan hasilnya tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan penggunaan lajur *overlap*.



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan antar metode terhadap Orde special.

Pada gambar 3.1 dapat dilihat bahwa hasil pengujian menggunakan lebih terlihat stabil dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan baik menggunakan software MATLAB maupun CARIS HIPS and SIPS. Pada metode 3 terjadi perubahan yang signifikan apabila dibandingkan dengan kedua software yang digunakan sebagai uji kualitas.

Setelah dilaksanakan pengujian data dari 3 metode dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan metode 1 dan 2 dengan menggunakan lajur silang lebih efektif digunakan sebagai acuan dalam pengujian data untuk mendapatkan hasil pengujian secara kuantitatif dan kualitatif. Metode 2 yang menggunakan lajur silang kemudian digunakan sebagai data dalam pengujian hipotesis. Dari 25 sampel (n) yang ada didapatkan nilai rata-rata sampel yakni 98.71 (x) dan standar deviasi sampel 2.26 (S) dengan tingkat signifikan yang akan diujikan adalah 0.05. Nilai myu ( $\mu_0$ ) ditetapkan sebesar 98 sebagai pendekatan atas nilai-nilai pada sampel yang ada.

Hipotesis yang ditentukan adalah apabila  $H_0 : \mu = 98$  maka hasil *test* diterima dan  $H_1 : \mu > 98$  maka hasil *test* tidak diterima. Hasil dari pengujian hipotesis dari sampel yang ada sebagai berikut:

$$H_0: \mu = 98 ; H_1: \mu \neq 98$$

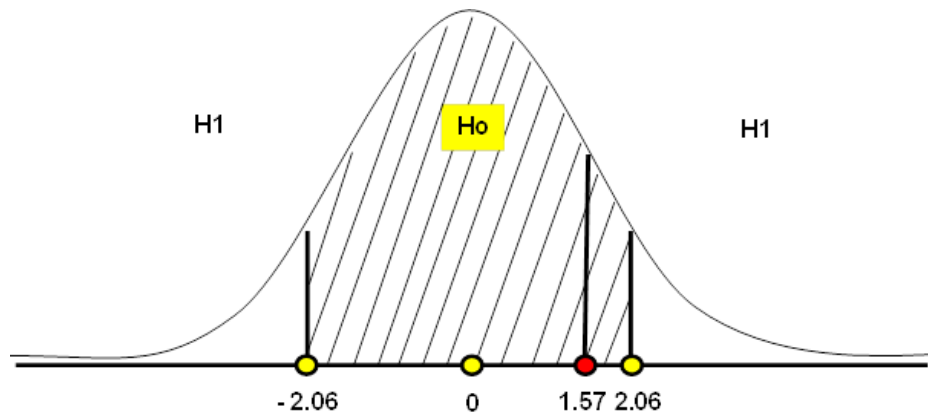
$$H_0 \text{ ditolak apabila } t_{hitung} > t_{0.025,24.0} = 2.0639$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S / \sqrt{n}} = \frac{98.71 - 98}{2.26 / \sqrt{25}} = 1.57$$

$$T_{obs} = 1.57 < t_{0.025,24.0} = 2.0639$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pada tingkat signifikan 5 %  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Sehingga secara statistik dari sampel yang ada hasil perhitungan Orde dapat memenuhi keseluruhan area penelitian.

Secara sederhana dapat digambarkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik uji hipotesis.

Dengan luas area pengujian sebesar 14.371.520 m<sup>2</sup> maka akan didapatkan 108 buah area penelitian yang selanjutnya diperhitungkan dengan sampel yang ada pada area penelitian maka akan didapatkan 2700 data populasi. Data ini kemudian dihitung dengan rumus slovin untuk mendapatkan sampel minimal. Hasil perhitungan dengan metode slovin memberikan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Metode Slovin} &= \frac{N}{1+Ne^2} \\ &= \frac{2700}{1+(2700 \times 0.05^2)} \\ &= 348.38 \end{aligned}$$

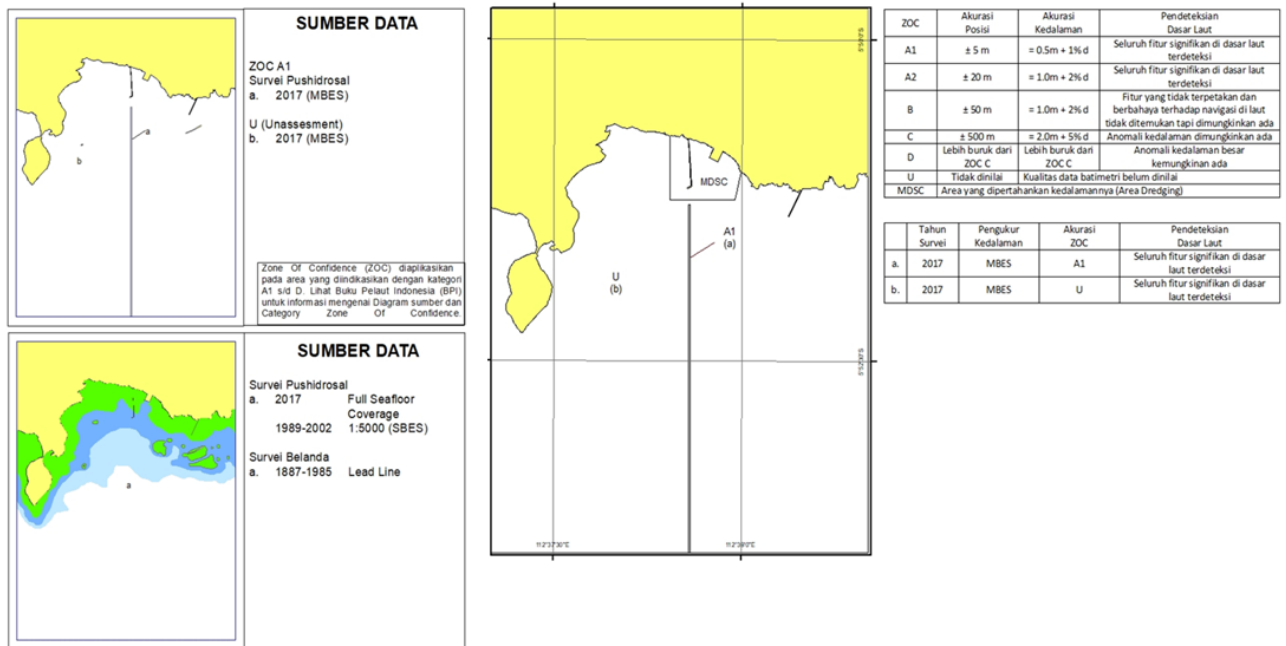
Sampel yang diperlukan minimal agar kualitas data yang diuji mampu memenuhi area survei adalah 348 data yang apabila diperhitungkan dengan sampel pada area penelitian maka akan didapatkan 13.93  $\approx$  14 lajur silang. Dengan melihat area survei yang ada maka diperlukan 13 lajur silang tambahan agar kualitas data batimetri mampu mewakili kualitas dari area survei secara keseluruhan.

Hasil dari pengujian kualitas data kemudian disajikan dalam bentuk diagram

reabilitas yakni dalam bentuk dual purposed diagram dan diagram ZOC. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis statistik, kualitas data dari area penelitian tidak mampu mewakili kualitas keseluruhan area survei sehingga dilakukan penilaian sebagai berikut:

- a. Area penelitian berdasarkan pengujian secara kuantitatif dan kualitatif diberikan penilaian ZOC A1.
- b. Secara umum area survei tidak dilakukan penilaian karena terbatasnya jumlah lajur silang yang digunakan sebagai acuan pengujian sehingga diberikan penilaian ZOC U (unassessment).
- c. Secara subjektif area survei dapat diberikan ZOC A2 dikarenakan area ini telah dilakukan pendeteksian dasar laut secara menyeluruh dengan menggunakan Multibeam Echosounder (MBES).

Hasil penggambaran dari diagram reliabilitas dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Reliabilitas (dual purposed diagram (kiri) dan Diagram ZOC (kanan))

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- Penggunaan lajur silang sebagai acuan dalam pengujian data lebih efektif digunakan dibandingkan menggunakan lajur *overlap*.
- Penggunaan lajur silang memberikan hasil yang lebih independen karena tidak bergantung pada karakter dari lajur utama.
- Lajur *overlap* lebih efektif digunakan sebagai prosedur quality assurance dari lajur utama saat akuisisi data karena dapat memberikan informasi kepada surveyor atas kualitas dari lajur utama. Hal ini memberikan keuntungan lebih kepada surveyor untuk meningkatkan kualitas data dari lajur utama dengan melakukan pengambilan data ulang.
- Kualitas dari lajur *overlap* sangat bergantung kepada metode pengambilan data MBES, kualitas pengamatan pasut terhadap area survei, squat settlement dari wahana survei, dan data SVP yang diambil.
- Secara statistik, area penelitian yang ada tidak mampu mewakili kualitas dari area survei (area pengujian) dikarenakan terbatasnya lajur silang sebagai acuan dalam uji kualitas.
- Diperlukan 13 lajur silang tambahan agar kualitas data dari pengujian dapat digunakan untuk mewakili keseluruhan area survei baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

#### 5. Saran

Penggunaan lajur silang sebagai lajur pengujian memberikan hasil yang lebih objektif karena diuji berdasarkan pembacaan kedalaman dari lajur utama dan lajur silang secara independen pada posisi yang sama tanpa melihat karakter dari lajur utama yang diuji. Oleh karena itu lajur silang harus diambil saat akuisisi data batimetri dengan memperhatikan kondisi alat dan cuaca yang terbaik agar mampu menjadi referensi dan acuan dalam pengujian data batimetri.

Lajur silang yang baik diambil setelah dilaksanakan kalibrasi dari sensor-sensor yang digunakan untuk mengambil data batimetri dan performance test agar didapatkan sudut bukaan dari MBES yang optimal digunakan pada area survei. Selain itu pengambilan lajur silang pada cuaca yang paling baik dapat meminimalkan noise dari pembacaan MBES karena adanya efek spasial dan temporal akibat perubahan cuaca dan kondisi alam dari area survei.

Perbandingan pengujian data dengan software CARIS HIPS and SIPS dan MATLAB mampu memberikan hasil yang lebih objektif dan mampu meningkatkan tingkat kepercayaan atas kualitas data batimetri yang diambil baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Disamping itu lajur silang yang dibuat idealnya tidak hanya 1 buah karena secara statistik tidak dapat diterapkan di area yang lebih luas karena karakter dari lajur utama yang berbeda-beda akibat efek temporal dan spasial. Dengan adanya lajur silang lainnya maka

lajur silang yang ada dapat dibandingkan kualitasnya sehingga apabila dilaksanakan uji statistik dari sampel ujia kualitas yang ada, kualitas dari area survei mampu terwakili baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Penelitian ini memiliki kekurangan karena keterbatasan data yang ada untuk dilakukan pengujian dan data tidak diambil secara langsung sehingga masih dimungkinkan adanya parameter lain yang belum diperhitungkan. Selain itu penggunaan metode penentuan jumlah lajur yang ada sulit untuk ditentukan pada awal survei karena perbedaan kedalaman pada area survei yang variatif. Perbedaan kedalaman yang variatif pada area survei menyebabkan cakupan pada MBES juga berbeda-beda, sehingga jumlah lajur utama yang ada tidak dapat secara pasti dihitung. Metode ini lebih efektif digunakan sebagai acuan pada post processing untuk menguji kualitas data hasil survei.

#### Referensi:

- (USACE), H. a. (n.d.). *Hydro and Surveying Publication US Army Corps of Engineers (USACE)*. US Army Corps of Engineers (USACE).
- Manual On Hydrography (Publication M-13)*. (2005). Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Manual Publication Number 4 (M-4)*. (2008). International Hydrographic Organization (IHO).
- Admiralty Maritime Data Solutions*. (2017, maret 16). Retrieved juni 12, 2018, from [www.admiralty.co.uk](http://www.admiralty.co.uk):  
<https://www.admiralty.co.uk/news/blogs/category-zones-of-confidence>
- 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.
- Czartoryski, J. (1987, Januari). Accuracy of Cartographic Processes in The Construction of Nautical Charts. *International Hydrographic Review, Monaco, LXIV (1)*.
- Hare, R. (2001). *Error Budget Analysis for U.S. Naval Oceanographic Office (NAVOCEANO) Hydrographic Survey Systems*. Missisipi: U.S. Naval Oceanographic Office (NAVOCEANO).
- International Hydrographic Organization (IHO) S-44. (2008). *S-44*. International Hydrographic Organization (IHO).
- International Hydrographic Organization (IHO) Special Publication Number 32 (SP-32) and Group of Expert on Hydrographic Surveying and Nautical Charting . (1979). *Second United Nation Regional Cartographic Conference for the Americas*. Mexico: Group of Expert on Hydrographic Surveying and Nautical Charting .
- International Hydrographic Review Vol 5 No 3. (2004). *Application of Category of Zone of Confidence in the Australian Hydrographic Service*. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- KNKT. (2017). *Capaian Kinerja Investigasi Keselamatan Transportasi Tahun 2017*. Jakarta: Komisi Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT).
- Knox, D. (n.d.). Retrieved juni 12, 2018, from [www.osseas.com](http://www.osseas.com):  
<http://www.osseas.com/crosslines.htm>
- Kongsberg. (2006). <http://digilib.itb.ac.id>. Retrieved Juni 11, 2018, from <http://digilib.itb.ac.id>:  
<http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/622/jbptitb/pp-gdl-dennykurni-31083-3-2008ta-2.pdf>
- KRI Spica-934. (2017). *Wash up Laut Jawa 2017*. Jakarta: KRI Spica-934.
- L-3. (2000). Retrieved Juni 11, 2018, from <http://etd.repository.ugm.ac.id>
- LINZ. (2001). LINZ Standards For Hydrographic Surveys (HYSEPC) V3 24th April 2001. In *LINZ Standards For Hydrographic*

- Surveys (HYSEPC) V3 24th April 2001* (p. 56). LINZ.
- Maritime Safety Authority of New Zealand. (2004). Maritime Safety Authority of New Zealand. In *Good Practise for Hydrographic Surveys in New Zealand Ports and Harbours 2004* (p. 14). Maritime Safety Authority of New Zealand.
- 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.
- National Ocean Survey (NOS). (1976). *Hydrographic Manual 4th Edition*. U.S. Department Of Commerce National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA) - National Ocean Survey (NOS).
- Peta Laut Indonesia Nomer 83. (2014). *Peta Laut Indonesia Nomer 83*. Jakarta: Pushidrosal.
- Poerbandono dan Djunarsjah. (2005).
- Publication C-13 1st Edition May 2005 (IHO). (2011). *Publication C-13 1st Edition May 2005 (Corrections to february 2011)*. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Resurvey Working Group of North Sea Hydrographic Commission. (2016). *Harmonisation of the resurvey scheme*. Netherland: North Sea Hydrographic Commission(NSHC).
- S-67 Edition 0.5 . (2017). *Mariners' Guide To Accuracy Of Electronic Navigational Charts (ENC)* . Monaco: International Hydrographic Organization .
- Sandhy, M. (2016). *Studi Kontrol Kualitas Data Multibeam Echosounder, Berdasarkan S-44 IHO (2008)*. Sekolah Tinggi Teknologi TNI Angkatan Laut.
- Special Publication No. 57 (Edition 3.1). (2000). *IHO Transfer Standard For Digital Hydrographic Data Special Publication No. 57*. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- U.S. ARMY Corps Of Engineers. (2002). Engineering and Design - Hydrographic Surveying U.S. ARMY Corps of Engineers Engineering and Design Manuals. In *U.S. ARMY Corps of Engineers Engineering and Design Manuals*. U.S. ARMY Corps Of Engineers.
- U.S. Department of Commerce - National Oceanic and Atmospheric Administration. (2011). *NOS Hydrographic Surveys Spesifications and Deliverables*. In *NOS Hydrographic Surveys Spesifications and Deliverables*. U.S. Department of Commerce - National Oceanic and Atmospheric Administration.
- 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).
- US Army Corps of Engineers (USACE). (n.d.). *Hydro and Surveying Publication US Army Corps of Engineers (USACE)*. US Army Corps of Engineers (USACE).
- Vrignaud, C. (2014). *OSV190 Project : theoretical training – Part 4 – Multibeam Qualification*. SHOM.