

STUDI PERUBAHAN ALUR PELAYARAN TELUK PALU PASCA GEMPA DAN TSUNAMI TAHUN 2018

Marli Fedrik Lukas Watuliu¹, Nawanto Budi Sukoco², Nur Riyadi³, Dikdik Satria Mulyadi⁴

¹Mahasiswa Program Studi Hidrografi, STTAL

²Peneliti pada Program Studi Hidrografi, STTAL

³Peneliti pada Komando Armada 1 TNI Angkatan Laut

⁴Peneliti pada Pusat Hidrografi dan Oseanografi Angkatan Laut, Pushidrosal

Penulis : marleewatuliu@yahoo.com

ABSTRAK

Teluk Palu terletak di Sulawesi Tengah dan memiliki beberapa pelabuhan yang ramai disinggahi oleh kapal-kapal salah satunya Pelabuhan Pantoloan. Dengan terjadinya gempa dan tsunami tahun 2018 mengakibatkan adanya perubahan yang terjadi di alur pelayaran Pelabuhan Pantoloan yang dapat mempengaruhi keamanan dalam pelayaran. Keamanan dalam pelayaran merupakan faktor yang sangat penting untuk menunjang kelancaran transportasi laut serta mencegah terjadinya kecelakaan di laut. Perubahan bentuk dasar laut yang terjadi pasca gempa dan tsunami sangat mempengaruhi dalam perubahan yang terjadi pada Alur Pelayaran.

Penelitian ini menggunakan data hasil Survei yang dilakukan oleh Pushidrosal dalam hal ini KRI Spica-934 di Teluk Palu pada tahun 2018 pasca terjadinya gempa dan tsunami. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *Multibeam Echosounder EM 302 single head*. Hasil pengolahan data menggunakan *Caris Hips and Sips* menghasilkan data *csar*. Hasil data pengolahan dioverlaykan dengan data Lembar Lukis Teliti (LLT) hasil survei tahun 2012 sebelum terjadinya gempa dan tsunami tahun 2018. Setelah dilakukan *overlay* data hasil olahan dengan LLT tahun 2012 didapatkan bahwa tidak adanya perubahan pada Alur Pelayaran Pelabuhan Pantoloan dan tidak ditemukan adanya bahaya-bahaya navigasi yang dapat mempengaruhi keselamatan alur keluar masuk kapal di Pelabuhan Pantoloan. Yang terjadi perubahan adalah pada pergeseran beberapa kontur kedalaman setelah membandingkan data survei tahun 2018 dengan LLT tahun 2012.

Kata Kunci: Teluk Palu, Alur Pelayaran, Gempa dan Tsunami, Batimetri, *Multibeam Echosounder*

ABSTRACT

Palu Bay is located in Central Sulawesi and has several busy ports visited by ships, one of which is Pantoloan Harbor. The earthquake and tsunami of 2018 resulted in changes in the shipping route of the Pantoloan Port which could affect the security in shipping. Safety in shipping is a very important factor to support smooth sea transportation and prevent accidents at sea. Changes in seabed shape that occur after the earthquake and tsunami greatly affect the changes that occur in the shipping lane.

This study uses survey data conducted by Pushidrosal, in this case, KRI Spica-934 in Palu Bay in 2018 after the earthquake and tsunami. Data is collected using Multibeam Echosounder EM 302 single head. The results of data processing using Caris Hips and Sips produce csar data. The results of the processing data were overlaid with the Research Sheet (LLT) data from the 2012 survey before the earthquake and tsunami in 2018. After overlaying the processed data with the 2012 LLT it was found that there was no change in the Pantoloan Port Sailing Channel and there were no dangers found. navigation hazards that can affect the flow of ships in and out of Pantoloan Harbor. What has changed is the shift in some depth contours after comparing the 2018 survey data with the 2012 LLT.

Keywords: Palu Bay, Shipping Channel, Earthquake and Tsunami, Bathymetry, *Multibeam Echosounder*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Palu merupakan kota yang terletak di Sulawesi Tengah, berbatasan dengan Kabupaten Donggala di Sebelah Barat dan Utara, Kabupaten Sigi di Sebelah Selatan, dan Kabupaten Parigi Moutong di Sebelah Timur. Kota Palu merupakan kota yang memiliki lima dimensi yang terdiri atas lembah, lautan, sungai, pegunungan, dan teluk. Kota Palu dan sekitarnya, merupakan wilayah yang tercatat memiliki sejarah tsunami yang banyak. Hal ini disebabkan terdapat Sesar Palu-Koro yang memanjang dari Palu ke arah Selatan dan Tenggara melalui Sulawesi Selatan bagian utara menuju ke selatan Bone sampai di Laut Banda (Pratomo, 2013). Pada tanggal 28 September 2018 pukul 18.02 WITA, terjadi gempa berkekuatan 7,4 skala richter mengguncang daerah Donggala, Palu, Sigi dan sekitarnya pada koordinat 0,18 LS dan 119,85 BT dan jarak 26 kilometer dari Utara Donggala Sulawesi Tengah dengan kedalaman 10 kilometer (Wahid & Ahmad, 2018). Selain korban jiwa, gempa dan tsunami menyebabkan sarana dan prasarana rusak salah satunya Alur Pelayaran.

Survei hidrografi merupakan proses penggambaran dasar perairan tersebut, sejak pengukuran, pengolahan, hingga visualisasinya matahari atasnya (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). *Multibeam echosounder* (MBES) adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur banyak titik kedalaman secara bersamaan yang didapat dari suatu susunan transduser (*transducer array*) (Lekkerkerk, 2006).

Penelitian ini yaitu mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada alur pelayaran Pelabuhan Pantoloan karena gempa dan tsunami. Data penelitian diperoleh dari data sekunder MBES hasil survei yang dilakukan oleh KRI SPICA-934 di Teluk Palu Pasca terjadinya gempa dan tsunami tahun 2018.

Perumusan Masalah

- Bagaimana perubahan alur pelayaran yang terjadi di Teluk Palu dalam hal ini Pelabuhan Pantoloan pasca gempa dan tsunami dengan menggunakan data survei dari KRI SPICA-934 tahun 2018?
- Bagaimana hasil perubahan yang terjadi pada alur pelayaran Pelabuhan Pantoloan dengan melakukan pengolahan data batimetri menggunakan *Caris Hips and Ship*?

Tujuan Penelitian

- Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan alur pelayaran

yang terjadi di Pelabuhan Pantoloan pasca gempa dan tsunami tahun 2018.

- Bagaimana perubahan yang terjadi pada dasar laut Alur masuk Pelabuhan Pantoloan pasca gempa dan tsunami 2018 dengan membandingkan data hasil olahan dengan LLT tahun 2012.
- Untuk mempelajari proses pengolahan data batimetri *multibeam echosounder* dengan menggunakan *software Caris Hips and Sips*.

Batasan Masalah

Area penelitian adalah sesuai dengan PLI no 175 rencana 10 tahun 2012 Pelabuhan Pantoloan, dengan menggunakan data survei tahun 2018 dan diolah menggunakan *software Caris Hips and Sips* selanjutnya dioverlaykan dengan data LLT tahun 2012.

Manfaat Penelitian

- Memberikan informasi perubahan yang terjadi pada Alur Pelayaran Pelabuhan Pantoloan bagi masyarakat atau pelaut dalam bernavigasi.
- Memberikan pengetahuan tentang proses pengolahan data *Multibeam Echosounder* (MBES) dengan menggunakan *Software Caris Hips and Sips*.

LANDASAN TEORI

Alur Pelayaran

Alur pelayaran mempunyai fungsi untuk memberi jalan kepada kapal untuk memasuki wilayah pelabuhan dengan aman dan mudah. Fungsi lain dari alur pelayaran adalah untuk menghilangkan kesulitan yang akan timbul karena gerakan kapal dan gangguan alam. (Irawan, 2011).

Alur pelayaran di dalam pelabuhan bertujuan sebagai penghubung antara daerah tempat kapal melempar sauh (kapal menunggu biasanya di luar *breakwater* apabila ada) dengan daerah perairan dekat dermaga (biasanya di dalam *breakwater*, kolam pelabuhan). Keberadaan alur pelayaran di pelabuhan salah satunya ditandai dengan adanya Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP), yang berfungsi sebagai penanda batas dari alur pelayaran.

Survei Batimetri

Survei adalah kegiatan terpenting dalam menghasilkan informasi hidrografi, seperti: penentuan posisi laut dan penggunaan sistem referensi, pengukuran kedalaman, pengukuran arus, pengukuran sedimen, pengamatan pasut, pengukuran detil situasi dan garis pantai atasnya (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Batimetri adalah metode atau teknik penentuan kedalaman laut atau

profil dasar laut dari hasil analisa data Kedalaman (International Hydrographic Organization (IHO) S-44, 2008).

Kalibrasi Multibeam Echosounder

Sistem *digital* tidak menjanjikan perolehan data yang berkualitas serta bebas dari kesalahan pengukuran kedalaman dasar laut yang diakibatkan oleh dinamika laut. 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 (Mann, 1996). Proses kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan ketelitian survei batimetri yang baik dan meminimalkan tingkat kesalahan.

Reduksi Pasang Surut

Pasang surut laut merupakan fenomena perubahan naik turunnya permukaan laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama matahari dan bulan. Dalam survei batimetri pengamatan pasang surut bertujuan untuk menentukan bidang referensi kedalaman seperti duduk tengah (*Mean Sea Level*) dan muka surutan (*Chart Datum*) serta untuk mereduksi kedalaman air laut yang sedang diukur terhadap bidang referensi vertikal.

Reduksi Kedalaman

Reduksi kedalaman dimaksudkan untuk melakukan koreksi terhadap nilai kedalaman yang terukur untuk kemudian direfrensikan terhadap bidang referensi kedalaman yang ditentukan dengan pengamatan pasang surut. Pasang surut (pasut) bertujuan untuk mencatat atau merekam gerakan vertikal permukaan air laut yang terjadi secara periodik yang disebabkan tarik-menarik antara bumi dengan benda-benda angkasa terutama bulan dan matahari (Djunarsjah, 2005).

Cepat Rambat Sound Velocity Profiler (SVP)

Kecepatan suara merupakan faktor yang sangat penting dalam survei batimetri karena perhitungan jarak atau kedalaman air laut secara akurat sangat bergantung pada kecepatan suara dan waktu untuk mengirim dan menerima gelombang suara. Untuk mengetahui profil kecepatan suara didalam air laut dapat menggunakan *Conductivity Temperature and Depth* (CTD) ataupun *Sound Velocity Profiler* (SVP) (Mike, 2008).

Seafloor Information System (SIS)

SIS merupakan sebuah *software* yang dirancang untuk menjadi antarmuka dan sistem pemrosesan data *realtime* untuk instrumen hidrografi yang diproduksi oleh *Kongsberg Maritime*. Perangkat SIS beroperasi di bawah sistem operasi Windows dan kompatibel dengan *hardware Hydrographic Work Station* (HWS). Hingga dua layar dapat digunakan pada satu HWS dan SIS dapat juga menampilkan tampilan geografis beberapa PC jarak jauh dalam jaringan (Kongsberg, 2013).

Perangkat Lunak Caris Hips and Sips

Kegiatan pengolahan data dengan *Caris Hips and Sips* merupakan rangkaian kegiatan setelah akuisisi data di lapangan untuk membuat lembar lukis teliti sebagai bukti tertulis hasil pelaksanaan survei disuatu daerah dengan menggunakan MBES. Persiapan data dan manajemen file yang rapi merupakan hal yang penting karena membantu kelancaran proses pengolahan. Sebelum dilaksanakan pengolahan, data file yang harus disiapkan adalah :

- a. File raw data MBES (*.all)
- b. File Konfigurasi Kapal (*Vessel Configuration*)
- c. File Pasut (*Tide file*)
- d. File *Sound Velocity Profile* (ASVP file)

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan komparatif. Metode penelitian kualitatif adalah suatu metode penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif yaitu suatu penelitian yang bersifat membandingkan.

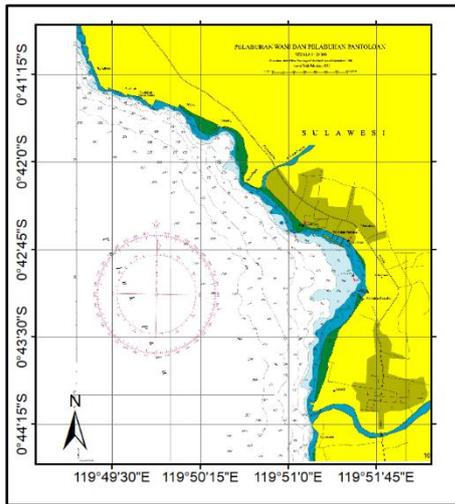
Teknik Pengumpulan Data

Data pasang surut yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan pasang surut oleh Tim Oseanografi KRI SPICA-394 menggunakan Palembang Pasut di Pelabuhan Pantoloan.

Data SVP diperoleh dari sensor SVP EM 302 yang sudah terkoreksi langsung dengan data MBES menggunakan aplikasi SIS. Sehingga data SVP sudah terkoreksi langsung pada saat pengambilan data Batimetri. Alat yang digunakan adalah *VELEPORT MINI SVS* dan pengambilan datanya di hari yang sama dengan pengambilan data batimetri yaitu sebagai koreksi kecepatan suara dalam air. Instrumen ini memiliki beberapa sensor yang mampu merekam (*recorded*) parameter

oseanografi seperti nilai konduktivitas, suhu dan tekanan.

Pengambilan data batimetri dilakukan menggunakan KRI Spica-934 dengan instrument MBES *EM 302 Single head deep water*. Dalam penelitian ini membandingkan perubahan yang terjadi pada Alur pelayaran di Pelabuhan Pantoloan pasca gempa dan tsunami 2018 dengan hasil survei tahun 2012 dalam hal ini Lembar Lukis Teliti (LLT) yang ada di Pushidrosal. Yang dilakukan pada tanggal 7 sampai 10 Oktober 2018.



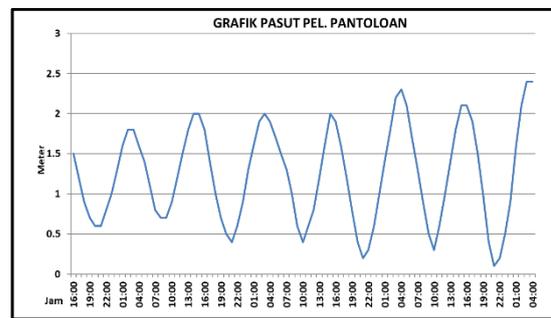
Gambar 3.1 Peta Laut Indonesia Nomor 175 (Sumber: Peta Laut Indonesia, 2012)

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

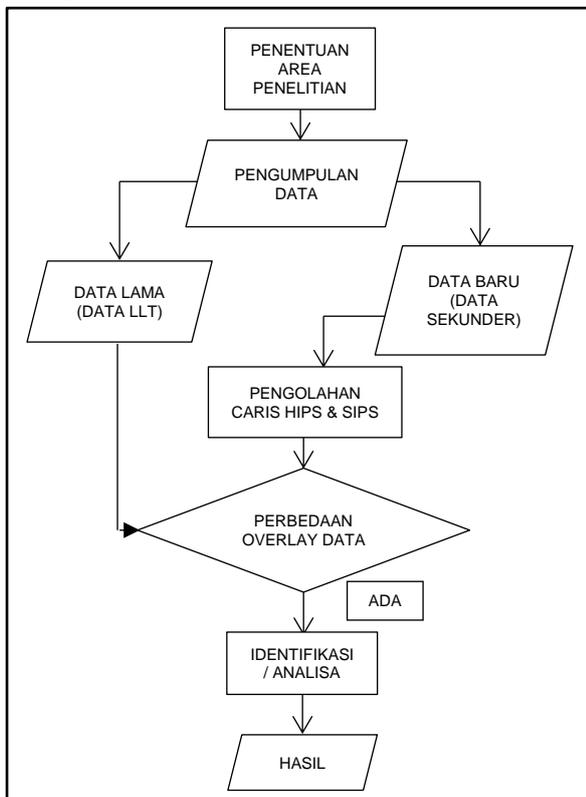
a. Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut didapat dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh KRI Spica 934 di Dermaga Pelabuhan Pantoloan. Periode pengukuran pasut adalah selama pemeruman berlangsung yang dilaksanakan pada stasiun pasut dermaga Pelabuhan Pantoloan dimulai tanggal 6 sampai dengan tanggal 10 Oktober 2018, waktu lokal (WITA/GMT+8) dengan interval pengukuran 15 menit secara otomatis. Nilai Duduk Tengah Sementara (DTS) diperoleh dari data pengamatan pasut selama 3 (tiga) piantan mulai tanggal 6 s.d 10 Oktober 2018 adalah 135 cm di atas nol palem.



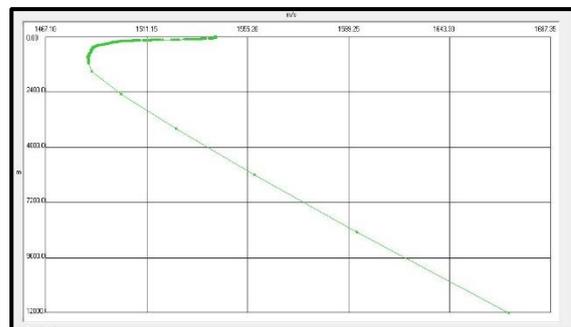
Gambar 4.3 Grafik Pasang Surut Pelabuhan Pantoloan

Diagram Alir



b. Pengolahan *Sound Velocity Profile* (SVP)

Data SVP diperoleh pada saat melaksanakan pengambilan data batimetri secara bersamaan. Koreksi SVP dilaksanakan pada waktu akuisisi data pada saat sebelum dan sesudah pelaksanaan survei. Metode pengambilan profile dilaksanakan pada daerah terdalam di areah survei. Kemudian data tersebut didownload dan diinputkan kedalam software SIS (*Seaflore Information System*).

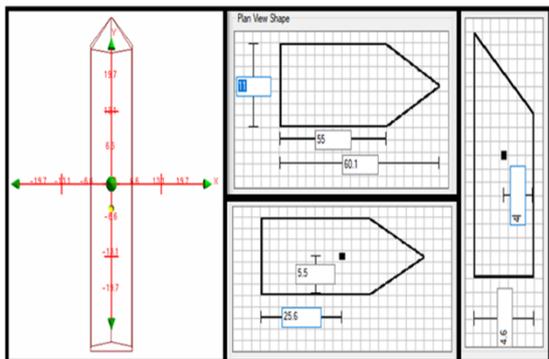


Gambar 4.5 Profil Kecepatan Suara (*Sound Velocity Profile*)

c. Konfigurasi Kapal Survei

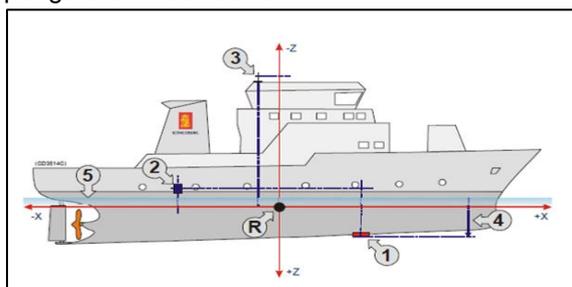
Untuk konfigurasi atau *setting* peralatan survei terhadap kapal survei (KRI SPICA-934) digunakan untuk *input* pengolahan

data di *software Caris Hips and Sips*. *Setting offset* peralatan *echosounder*, *motion sensor* dan *GPS* ke *centre of gravity (COG)*, bisa dilihat pada Gambar 4.6. KRI SPICA-394 memiliki dimensi Panjang kapal 60.1 m, lebar kapal 11.1 m dan *draft* kapal 3.5 meter.



Gambar 4.6 Data Vessel KRI SPICA-934. (Sumber: KRI Spica-934, 2018)

Dari data dimensi kapal tersebut digunakan untuk sebagai input data pada saat pengolahan hasil survei.



Gambar 4.7 Offset Kapal dengan MBES EM302 (Sumber: KRI Spica-934, 2018)

Keterangan :

- (1) *Transducer*
- (2) *Motion sensor*
- (3) *GPS antenna*
- (4) *Draught*
- (5) *Water line*
- (R) *Reference point*

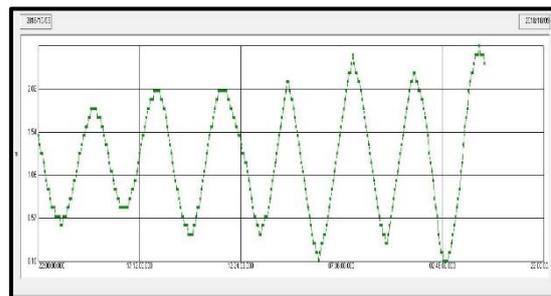
Untuk koreksi *heave*, *pitch*, *roll* kapal sudah dilaksanakan sebelum pengambilan data, *setting offset* kapal ini didapatkan dari sumber data KRI Spica.

Proses Pengolahan Data Bathimetri

Pengolahan data bathimetri diawali dengan pengumpulan data utama yaitu data MBES dari KRI SPICA-934 yang berupa *raw data* bathimetri dengan format *.all* dan data pendukungnya berupa data surutan pasut, data SVP, serta data *Vessel* dari KRI Spica-934.

Sebelum melaksanakan pengolahan dengan *software Caris Hips and Sips*

dilaksanakan pembuatan surutan pasut yang kemudian dikonversi ke dalam ekstensi *.tid* yang dapat dibaca oleh *software Caris Hips and Sips*.



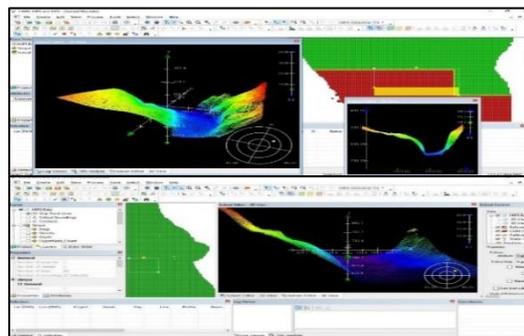
Gambar 4.10 Grafik Pasang Surut pada *Caris Hips and Sips*

Setelah dilaksanakan pembuatan surutan kemudian dalam format *.tid*, dilaksanakan proses ekstraksi data berupa data MBES dengan format *.all* dengan *software Caris Hips and Sips* untuk kemudian dikoreksi terhadap tinggi muka air terhadap *Chart Datum* dan untuk nilai *Sound Velocity* sudah terkoreksi sebelumnya pada saat pengambilan data batimetri.



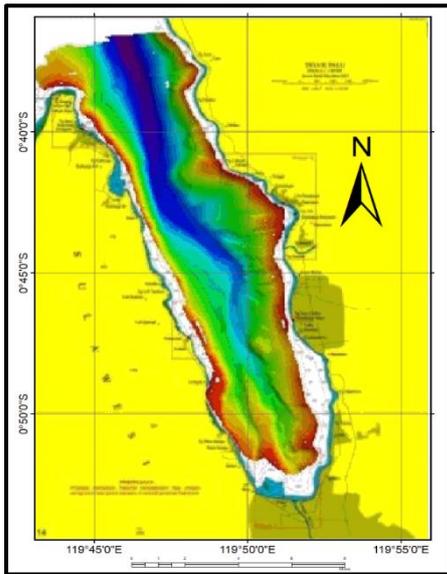
Gambar 04.11 Proses *Load Data Tide*

Setelah semua lajur dilakukan pengkoreksian selanjutnya dapat dilaksanakan pembuatan base surface dan melaksanakan proses *cleaning noise* untuk mendapatkan data bathimetri yang sudah bersih dari noise sehingga dapat melanjutkan keproses selanjutnya untuk menganalisa data.



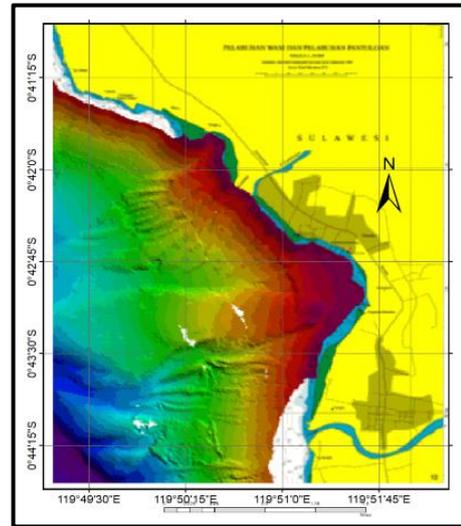
Gambar 4.12 Proses *Cleaning Noise* sebelum dan sesudah

Dalam proses *cleaning* dilaksanakan pada semua area survei sehingga mendapatkan data yang sudah bersih agar mendapatkan angka kedalaman seluruh area survei dan dapat melanjutkan untuk tahap selanjutnya. Setelah seluruh data area survei selesai di *cleaning* data di *overlay* dengan peta untuk mengecek posisi data yang digunakan sesuai dengan area pelaksanaan survei. Hasil *overlay* data setelah selesai dilakukan *cleaning noise* dengan peta sehingga menghasilkan *base surface*.



Gambar 4.13 Hasil *Base Surface* Teluk Palu.

Dalam penelitian perubahan alur pelayaran ini menitikberatkan di daerah Pantoloan dikarenakan Pelabuhan Pantoloan merupakan salah satu pelabuhan besar yang ada di Teluk Palu yang mobilitas kapal-kapal banyak yang keluar masuk di Pelabuhan tersebut. Dengan mengambil daerah penelitian Pelabuhan Pantoloan maka dilakukan pemilihan data area Pantoloan dengan membandingkan hasil olahan berupa *base surface* dengan Peta Pelabuhan Pantoloan.

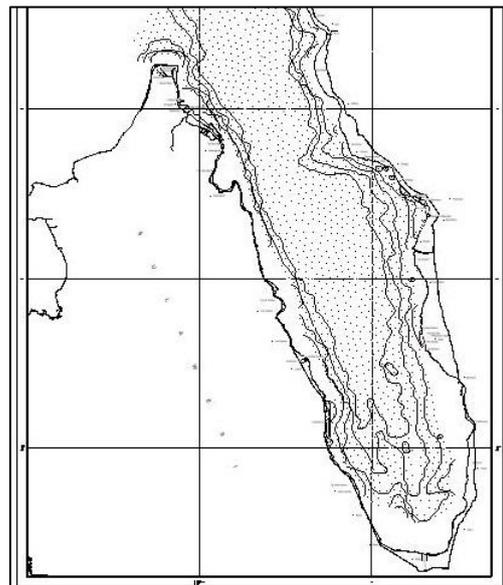


Gambar 04.14 Hasil *Base Surface* Pelabuhan Pantoloan.

Hasil Penelitian

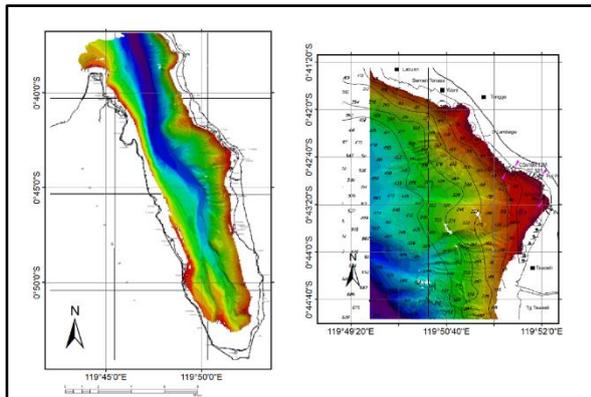
- a. Perbandingan Perubahan Alur

Perbandingan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu membandingkan antara data hasil survei pada tahun 2012 dengan hasil survei tahun 2018 pasca terjadinya gempa dan tsunami di palu. Perbandingan dilakukan pada *software Caris Hips and Sips* yaitu antara data Lembar Lukis Teliti yang berformat *.des* dengan data tahun 2018 dengan hasil olahan yang telah dilakukan oleh peneliti. Data tersebut di *overlay* dengan data sebelumnya sehingga menghasilkan data yang dapat dianalisis perbedaan alur yang terjadi di pelabuhan pantoloan.



Gambar 4.16 Lembar Lukis Teliti (LLT) tahun 2012 (Pushidrosal, 2012)

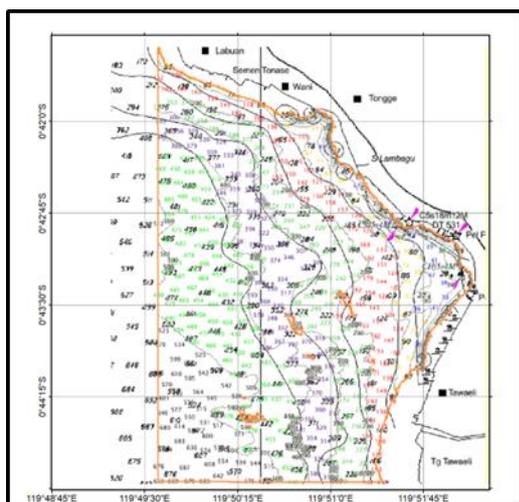
Dari hasil *overlay* data yang dilakukan dapat dilihat hasil perubahan alur yang terjadi di pelabuhan pantoloan sehingga dapat dilaksanakan identifikasi dalam perubahan alur pelayaran di pelabuhan pantoloan.



Gambar 4.17 Hasil *Overlay* Data LLT Teluk Palu dan Pantoloan

b. Identifikasi Perubahan Alur

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan identifikasi perubahan pada bentuk kontur kedalaman yang diakibatkan oleh gempa dan tsunami tahun 2018. Dengan terjadinya perubahan kontur kedalaman mengakibatkan ada beberapa titik yang dapat mengidentifikasi perubahan pada alur pelayaran di Pelabuhan Pantoloan. Sehingga dengan melakukan *overlay* data LLT dengan hasil data yang telah selesai dilaksanakan pengolahan dengan menampilkan data sonding dengan data kontur daerah Pantoloan untuk dilakukan analisa perubahan yang terjadi.



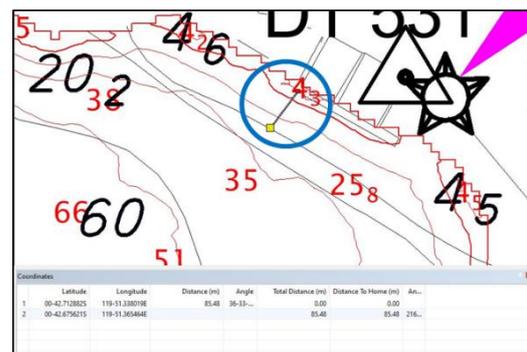
Gambar 4.18 *Overlay* LLT dengan data Olahan

Dari hasil olahan yang sudah dilaksanakan dapat dilakukan penelitian pada perubahan yang terjadi pada Pelabuhan Pantoloan dari hasil *overlay* data LLT dengan data olahan mendapatkan beberapa area terjadi perubahan bentuk kontur kedalaman daerah tersebut.

Identifikasi Perubahan Kontur

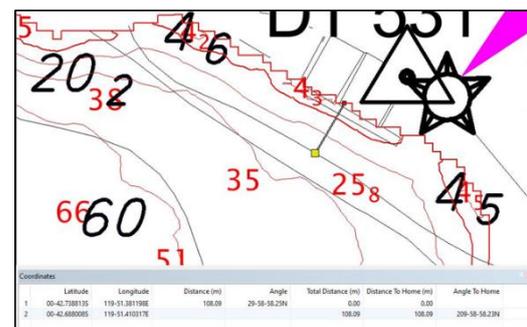
Setelah selesai melakukan *Overlay* data LLT dengan data hasil olahan selanjutnya dapat dilakukan identifikasi perubahan yang terjadi disekitaran area Pelabuhan Pantoloan. Perubahan yang terjadi sebagai berikut:

- a. Perubahan Pada Kontur 5
Berdasarkan dari hasil pengolahan data batimetri yang dilakukan setelah dibandingkan dengan data LLT tahun 2012, didapatkan bahwa setelah terjadinya gempa dan tsunami terjadi perubahan pada bentuk dasar laut di Alur masuk Pelabuhan Pantoloan pada kontur 5 yaitu terjadi pergeseran mendekati garis pantai sekitar 85.48 meter.



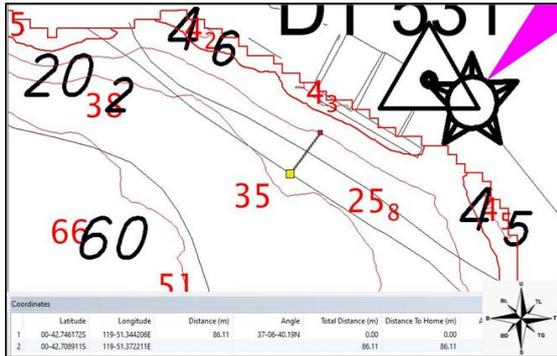
Gambar 4.19 Pergeseran pada Kontur 5 m

- b. Perubahan Pada Kontur 10
Berdasarkan dari hasil pengolahan data batimetri yang dilakukan setelah dibandingkan dengan data LLT tahun 2012, didapatkan bahwa setelah terjadinya gempa dan tsunami terjadi perubahan pada bentuk dasar laut di Alur masuk Pelabuhan Pantoloan pada kontur 10 yaitu terjadi pergeseran mendekati garis pantai sekitar 108.09 meter.



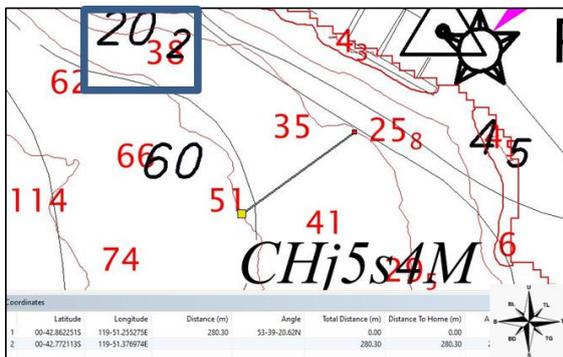
Gambar 4.20 Pergeseran pada Kontur 10 m

c. Perubahan Pada Kontur 20
 Dari hasil pengolahan data yang dilakukan setelah dibandingkan dengan data LLT tahun 2012, didapatkan bahwa setelah terjadinya gempa dan tsunami terjadi perubahan pada bentuk dasar laut di Alur masuk Pelabuhan Pantoloan pada kontur 20 yaitu terjadi pergeseran mendekati garis pantai sekitar 86.11 meter.



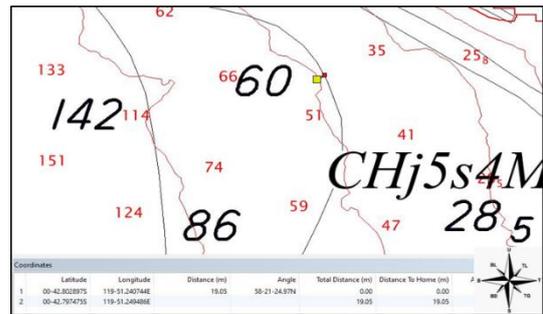
Gambar 4.21 Pergeseran pada Kontur 20 m

d. Perubahan Pada Kontur 30
 Berdasarkan dari hasil pengolahan data batimetri yang dilakukan setelah dibandingkan dengan data LLT tahun 2012, didapatkan bahwa setelah terjadinya gempa dan tsunami kedalaman disekitaran Pelabuhan Pantoloan terjadi perubahan bentuk dasar laut yaitu pada kontur 20 bergeser mendekati dermaga Pelabuhan Pantoloan sehingga menghasilkan kontur 30 sekitar 280.30 meter.



Gambar 4.22 Kontur 30 m

e. Perubahan Pada Kontur 50
 Dari hasil pengolahan data yang dilakukan setelah dibandingkan dengan data LLT tahun 2012, didapatkan bahwa setelah terjadinya gempa dan tsunami terjadi perubahan pada bentuk dasar laut di Alur masuk Pelabuhan Pantoloan pada kontur 50 tidak terjadi perubahan yang signifikan yaitu terjadi pergeseran mendekati garis pantai sekitar 19.05 meter.



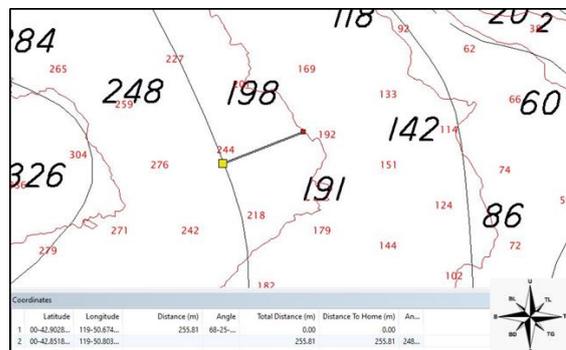
Gambar 4.23 Pergeseran Pada Kontur 50 m

f. Perubahan Pada Kontur 100
 Dari hasil pengolahan data yang dilakukan setelah dibandingkan dengan data LLT tahun 2012, didapatkan bahwa setelah terjadinya gempa dan tsunami terjadi perubahan pada bentuk dasar laut di Alur masuk Pelabuhan Pantoloan pada kontur 100 tidak terjadi perubahan yang signifikan.



Gambar 4.24 kontur 100 m

g. Perubahan Pada Kontur 200
 Dari hasil pengolahan data yang dilakukan setelah dibandingkan dengan data LLT tahun 2012, didapatkan bahwa setelah terjadinya gempa dan tsunami terjadi perubahan pada bentuk dasar laut di Alur masuk Pelabuhan Pantoloan pada kontur 200 bergeser mendekati dermaga Pelabuhan Pantoloan sehingga menghasilkan kontur 200 sekitar 255.81 meter.



Gambar 4.25 Pergeseran Pada Kontur 200 m

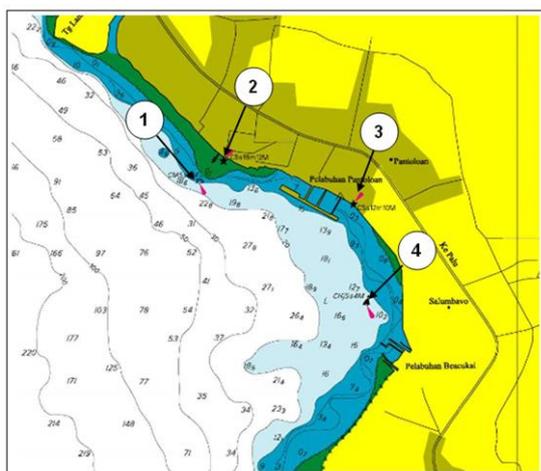
Tabel 4.1 Pergeseran Kontur Kedalaman

NO	Kontur	Bergeser	Arah
1	5	85.48 meter	45° dari Utara
2	10	108.09 meter	30° dari Utara
3	20	86.11 meter	45° dari Utara
4	30	280.30 meter	45° dari Utara
5	50	19.05 meter	45° dari Utara
6	100	Perubahan tidak signifikan	-
7	200	255.81 meter	60° dari Utara

Pergeseran yang terjadi yaitu mengarah ke Dermaga Pelabuhan Pantoloan dikarenakan arah keluar masuk alur pelayaran tersebut. Setelah selesai dilakukan perbandingan data pada penelitian ini didapatkan bahwa dengan terjadinya gempa dan tsunami tahun 2018 terdapat beberapa pergeseran pada kontur kedalaman yang berada pada alur masuk pelayaran Pelabuhan Pantoloan. Dengan adanya beberapa pergeseran pada kontur kedalaman yang terjadi di Alur masuk Pantoloan didapatkan bahwa pergeseran kontur tersebut tidak mempengaruhi pada saat bernavigasi kapal-kapal yang akan memasuki Pelabuhan Pantoloan.

Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP)

Berdasarkan referensi dari PLI No. 175 Rencana 10 tahun 2012, pada dermaga Pantoloan terdapat 4 (empat) buah SBNP, setelah dilaksanakan pengecekan SBNP hanya terdapat 3 (tiga) buah SBNP dan 1 (satu) buah SBNP hilang. (Pushidrosal L. L., 2018).



Gambar 4.28 Posisi Refrensi SBNP Pantoloan

Dengan melihat hasil data-data pengolahan dan data pengamatan yang sudah dilakukan dapat dilihat bahwa gempa dan tsunami yang terjadi pada tahun 2018 di Palu tidak ditemukan adanya perubahan pada Alur Pelayaran Pelabuhan Pantoloan. Dengan adanya referensi SBNP pada PLI dengan hasil pengamatan tim survei, pada SBNP yang ada

di Pelabuhan Pantoloan tidak adanya pergeseran pada posisi SBNP.

PENUTUP

Kesimpulan

- Dengan menggunakan hasil data survei yang dilakukan KRI SPICA-934 di Teluk Palu pasca gempa dan tsunami tahun 2018, setelah melaksanakan pengolahan data dan dilakukan *overlay* data hasil olahan dengan LLT tahun 2012 didapatkan bahwa tidak adanya perubahan pada Alur Pelayaran Pelabuhan Pantoloan dan tidak ditemukan adanya bahaya-bahaya navigasi yang dapat mempengaruhi alur keluar masuk kapal di Pelabuhan Pantoloan. Perubahan yang terjadi adalah pada pergeseran beberapa kontur kedalaman setelah membandingkan data survey tahun 2018 dengan LLT tahun 2012.
- Setelah dilakukannya pengolahan data dan membandingkan dengan data LLT sebelum terjadinya gempa dan tsunami didapatkan ada beberapa pergeseran mendekati ke Dermaga Pantoloan yaitu kontur kedalaman yang berada pada Alur Pelayaran memasuki Pelabuhan Pantoloan yaitu pada kontur 5, 10, 20, 30, 100 dan 200. Dengan hasil yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perubahan kontur yang terjadi tidak mempengaruhi pada Alur Pelayaran Pantoloan
- Dari hasil pengolahan dengan menggunakan data survei batimetri *multibeam echosounder* peneliti dapat menuangkan tahap-tahap proses pengolahan data survei batimetri di Teluk Palu dengan menggunakan *software Caris Hips and Sips* dengan hasil membandingkan data LLT dengan data olahan yang telah dilakukan sehingga dapat melakukan identifikasi perubahan pada Alur Pelayaran Pantoloan.

Saran

- Perlu adanya dilakukan update pada PLI nomor 175 untuk memberikan informasi terbaru pasca terjadinya gempa dan tsunami tahun 2018 di Palu.
- Dengan melihat hasil data yang didapatkan perlu dilakukannya survei di pesisir-pesisir pantai secara menyeluruh di Teluk Palu sehingga dapat memberikan informasi terbaru pada bentuk garis pantai apabila adanya perubahan bentuk garis pantai setelah terjadinya gempa dan tsunami dan dilakukan validasi dengan menggunakan data citra satelit.

DAFTAR PUSTAKA

- (Pushidrosal), D. (n.d.). 2012.
A.Balasubramanian, P. (2017, Juli 23). *bala1957/seawater-and-its-properties*. Retrieved juni 11, 2018, from In.Slideshare:
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.
Djunarsjah, E. (2005). *Diktat Survei Hidrografi II Pemeruman*. ITB: Bandung.
E.C. Bouwmeester and A.W. Heemink. (1993). *Optimal Line Spacing In Hydrographic Survey*. Monaco: IHO in International Hydrographic Review, LXX(I).
Haryanto. (2010). Koreksi Pasang Surut.
IN.TEC. (2014). *geophysical-geotechnical-and-hydrographic-survey*. Retrieved Juli 2, 2018, from IN.TEC: <http://www.intecmes.com/2014/services/geophysical-geotechnical-and-hydrographic-survey/>
International Hydrographic Organization (IHO). (2008). Special Publication S44 5th Edition.
International Hydrographic Organization (IHO) S-44. (2008). *S-44*. International Hydrographic Organization (IHO).
Irawan, N. (2011). Survei Hidrografi Untuk Monitoring Alur Pelayaran.
Jaya. (2011). Sound Velocity Profiler (SVP) .
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/jbptitbpp-gdl-dennykurni-31083-3-2008ta-2.pdf>
Kongsberg. (2013). In S. I. System. Norway: Kongsberg Maritime AS.
KRI Spica-934. (2018).
L-3. (2000). Retrieved Juni 11, 2018, from <http://etd.repository.ugm.ac.id>
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 On Hydrography (Publication M-13). (2005). Monaco: International Hydrographic Bureau.
Manual Publication Number 4 (M-4). (2008). International Hydrographic Organization (IHO).
Mike. (2008). Profil kecepatan suara dalam air laut.
Peta Laut Indonesia. (2012).
Poerbandono dan Djunarsjah. (2005). *Survei Hidrografi dan Rekayasa*.
Poerbandono dan Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi*. Bandung: PT. Refika Aditama, ITB.
Pratomo, R. A. (2013). *Permodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu*.
Pushidrosal. (2012).
Pushidrosal, L. L. (2018). *Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP)*. Palu.
Rawi, S. (1985). *Teori Pasang Surut*.
soeprapto. (2001).
Vrignaud, C. (2014). *OSV190 Project : theoretical training – Part 4 – Multibeam Qualification*. SHOM.
www.noaateacheratsea.com. (2010).
Yantarto, D. (2006). *Pengantar Manajemen Survei*.