

AKUISISI DAN PENGOLAHAN DATA *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* (MBES) MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *QINSy* v.8.0 (STUDI KASUS: PERAIRAN MARUNDA TELUK JAKARTA)

Dody A P Simangunsong¹, Dikdik S. Mulyadi², Endro Sigit Kurniawan², Agung Prasetyo³

¹Mahasiswa Program Studi D-III Hidro-Oseanografi, STTAL

²Dosen Tetap Prodi D-III Hidrografi, STTAL

³Praktisi Survey/Peneliti dari PT Pageo Utama

ABSTRAK

Standar ketelitian survei hidrografi, S-44 IHO edisi kelima tahun 2008, untuk orde spesial, mensyaratkan adanya penggunaan teknologi *Multibeam Echosounder* untuk mendapatkan cakupan dasar laut hingga 100% tanpa ada *gap*, sehingga pemahaman serta penguasaan teknologi *Multibeam Echosounder* beserta pengolahannya merupakan hal yang sangat penting untuk memenuhi tuntutan kebutuhan survei hidrografi pada orde spesial di Indonesia.

Tugas Akhir ini akan memberikan penjelasan tentang bagaimanakah proses akuisisi sekaligus pengolahan data *Multibeam Echosounder* dengan menggunakan perangkat lunak *QINSy*, sehingga menghasilkan data gambaran topografi dasar laut suatu perairan yang bebas dari kesalahan sistematis maupun *blunder*.

Proses akuisisi dan pengolahan data *Multibeam Echosounder* menggunakan perangkat lunak *QINSy* dapat menghasilkan kedalaman yang cukup representatif sesuai dengan standar ketelitian lingkup pekerjaan yang diberikan.

Kata kunci : *Multibeam Echosounder*, *QINSy*, Akuisisi, Olah data, Marunda, Teluk Jakarta

ABSTRACT

Standard precision of the hydrographic surveys, IHO S-44 fifth edition in 2008, for the special order, requires the utilization of Multibeam Echosounder technology to obtain seabed data coverage up to 100% without any gap of measurement, therefore the understanding and utilization mastery of Multibeam Echosounder technology is very important to fulfilling the demand of hydrographic survey, on special order requirement in Indonesia.

The Thesis will give an explanation of complete procedure of the Multibeam Echosounder acquisition process, including data processing using QINSy software, in order to derive the sea floor topography data without any systematic errors and blunders.

The acquisition and processing of Multibeam Echosounder using QINSy software to be sure produce the sufficient data in accordance with accuracy standards of the scope of work.

Keywords : *Multibeam echosounder, QINSy, Acquisition, Data processing, Marunda Coastal Waters, Jakarta*

Latar Belakang Masalah

Survei dan pemetaan Hidro-Oseanografi telah mengalami perkembangan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir seiring dengan meningkatnya kebutuhan informasi akan sumber daya laut, yang salah satunya adalah peta batimetri. Survei dan pemetaan Hidro-Oseanografi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh informasi spasial berupa bentuk topografi dasar laut dalam bentuk peta batimetri dimana proses pembuatan peta batimetri sendiri terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap pengumpulan data, pengolahan data dan penyajian data berupa informasi kedalaman. Pada tahap pengumpulan data, salah satu metode menggunakan bantuan teknologi gelombang akustik atau *Sound Navigation and Ranging* (SONAR) dengan salah satu instrumennya berupa *Multibeam Echosounder* (MBES).

Penggunaan MBES sangat dibutuhkan untuk memenuhi tuntutan kebutuhan survei hidrografi orde spesial di Indonesia yang semakin meningkat, seiring meningkatnya standar global untuk keselamatan, keamanan dan kinerja lingkungan pelayaran internasional yang dikeluarkan oleh *International Maritime Organization* (IMO) sehingga pemahaman serta penguasaan teknologi MBES merupakan hal yang sangat penting. Dengan teknologi MBES, titik-titik kedalaman yang rapat dapat diukur secara simultan, cepat dan memiliki kualitas data yang tinggi.

Kemajuan teknologi komputer telah mendorong *programmer* membuat perangkat lunak untuk mengolah hasil survei batimetri salah satunya adalah untuk mengolah data MBES. Hasil dari pengolahan data ini akan diperoleh *output* berupa peta *digital* dalam berbagai skala serta visualisasi yang beraneka ragam seperti *Digital Terrain Model* (DTM), kontur, profil dan lain sebagainya. Saat ini telah beredar di pasaran berbagai perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan data survei batimetri, baik yang bersifat komersil maupun *open source* seperti *Caris Hips Sips*, *Hypack*, *QINSy*, *Fledermaus*, *GeoSwath plus* (GS+) dan *PDS 2000*.

Tugas akhir ini membahas tentang teknik akuisisi dan pengolahan data batimetri MBES menggunakan perangkat lunak *Quality Integrated Navigation System* (QINSy) v8.0. QINSy merupakan produk dan pengembangan perangkat lunak komersil dari perusahaan *Quality Positioning Services* (QPS) yang berkantor pusat di Zeist Belanda.

Pembatasan dan Perumusan Masalah

Pembatasan masalah menjelaskan bagaimana proses akuisisi data dengan menggunakan perangkat lunak QINSy sekaligus pengolahan data MBES dengan hasil berupa data X,Y,Z menggunakan data primer yang diperoleh dari kegiatan survei batimetri PT. Pageo Utama di Perairan Marunda Teluk Jakarta serta menggunakan data *Singlebeam Echosounder* (SBES) sebagai data pembanding. **Perumusan masalah** dalam tugas akhir ini adalah bagaimana proses akuisisi dan pengolahan data MBES dengan menggunakan perangkat lunak QINSy v8.0 dan dapat meng-*export* data ke dalam format data yang bisa dibaca oleh perangkat lunak yang lain untuk diolah lebih lanjut sesuai kebutuhan pengguna.

Maksud Dan Tujuan Penelitian

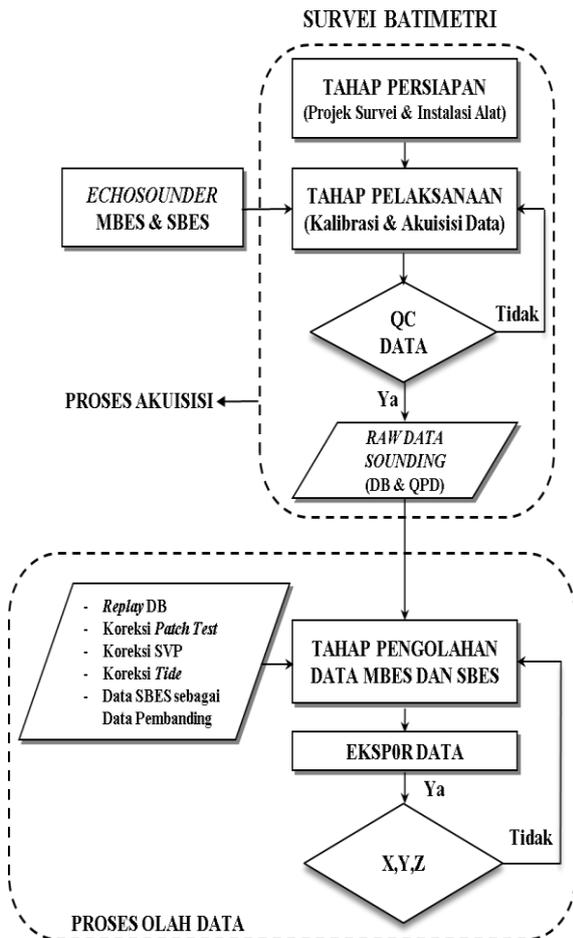
Maksud dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran tentang proses akuisisi sekaligus pengolahan data batimetri dengan menggunakan perangkat lunak selain yang sudah dimiliki Dishidros. Sedangkan **tujuan penelitian** ini adalah memberikan penjelasan bagaimana proses akuisisi dan pengolahan data batimetri menggunakan perangkat lunak QINSy untuk mendapatkan gambaran bentuk dasar laut Perairan Marunda Teluk Jakarta.

Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi pustaka, dengan mempelajari dasar-dasar teori dari bahan perkuliahan, buku-buku pustaka yang berkaitan dengan Survei batimetri, MBES dan SBES, dan *manual book* perangkat lunak QINSy yang berkaitan dengan akuisisi dan pengolahan serta penggambaran data batimetri dari SBES dan MBES.
2. Metode pengumpulan data memanfaatkan data dari hasil survei dan pemetaan Hidro-Oseanografi alur pelayaran (*channel*) milik Pertamina Hulu *Energy Offshore North West Java* (PHE ONWJ) Marunda Teluk Jakarta yang dilaksanakan oleh tim survei PT. Pageo Utama.

Alur Pikir Penelitian



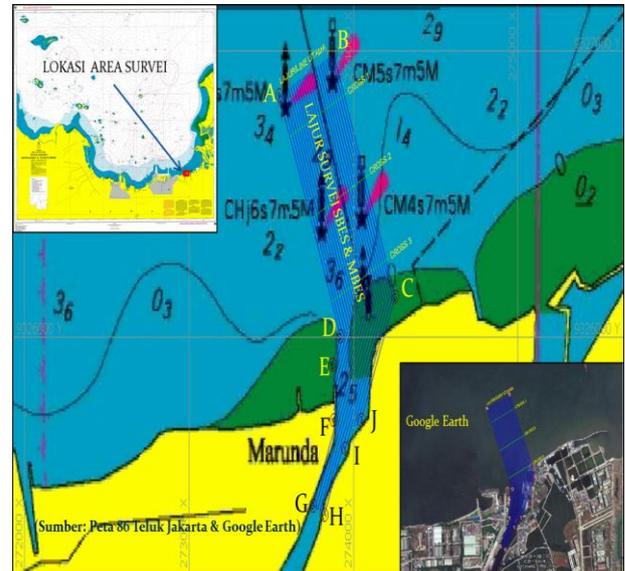
Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Survei

Survei dilaksanakan dari tanggal 09 Juni sampai 14 Juni 2014 menggunakan Poca Puskhidros di perairan PHE ONWJ Marunda Teluk Jakarta dengan batas area survei sebagai berikut :

Koordinat batas area survei:

Point	Latitude	Longitude
A	06°05'10.06"LS	106°57'14.10"BT
B	06°05'05.37"LS	106°57'24.83"BT
C	06°05'33.03"LS	106°57'36.89"BT
D	06°05'37.52"LS	106°57'26.07"BT
E	06°05'40.75"LS	106°57'24.52"BT
F	06°05'47.10"LS	106°57'24.72"BT
G	06°05'56.79"LS	106°57'20.59"BT
H	06°05'57.85"LS	106°57'22.79"BT
I	06°05'50.28"LS	106°57'26.97"BT
J	06°05'47.08"LS	106°57'30.14"BT

Untuk menentukan jarak antara lajur perum survei batimetri disesuaikan dengan sudut *beam* MBES dan berapa persen *overlap* antar lajur yang diinginkan sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

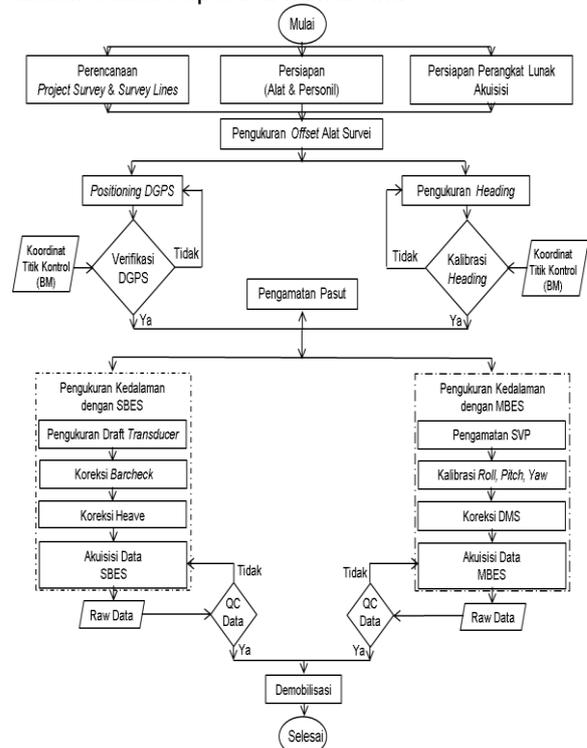


Gambar Lokasi Area Survei (Peta laut no. 86 Teluk Jakarta, Dishidros)

Akuisisi Dan Pengolahan Data Batimetri

1. Persiapan Akuisisi Data

Persiapan akuisisi data dilakukan untuk memudahkan di dalam pelaksanaan survei batimetri sesuai dengan ketentuan S-44 dapat kita lihat pada diagram alur pelaksanaan akuisisi data seperti di bawah ini.



Gambar Diagram Alur pelaksanaan akuisisi data

2. Tahap Perencanaan Survei

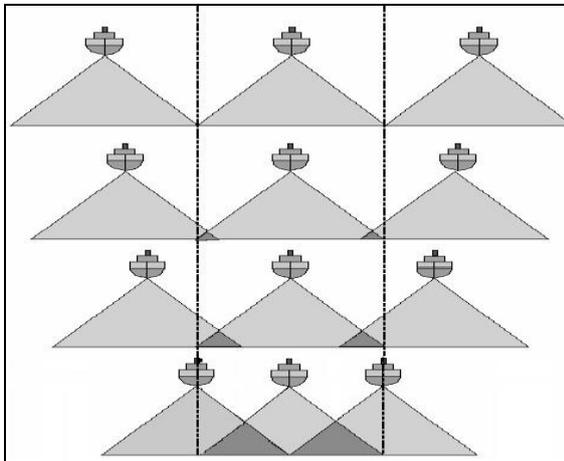
a. Membuat Projek Baru (*Manage New Project*)

Membuat project baru dimulai dengan memasukkan data berupa nama project, alat-alat survei dan jenis kapal yang digunakan, penentuan tanggal pelaksanaan survei, pemberian nama pemilik survei dan deskripsinya serta yang paling penting adalah penentuan sistem koordinat dan *zone* area survei. (Lihat lampiran B)

b. Membuat *survey lines*

Untuk membuat *survey lines* terlebih dahulu kita harus mengetahui batas-batas area survei dan perairan yang akan kita survei karena survei batimetri menggunakan MBES lebar sapuannya disesuaikan dengan perairannya dalam atau dangkal, semakin dalam perairannya maka lebar sapuannya semakin lebar dan semakin dangkal perairannya maka lebar sapuannya semakin sempit.

Untuk daerah cakupan yang akan dipetakan dengan menggunakan MBES memiliki *overlap* sesuai tingkat orde ketelitian. Sehingga masing-masing orde memiliki tingkat kerapatan antar lajur dan dapat dijelaskan pada gambar di bawah ini :



Gambar *Swath Coverage* (Hopkins, 2007)

Keterangan gambar:

Top 100% Coverage (Orde 2) = No Overlap
 Mid Top 125% Coverage (Orde 1B) = 25% Overlap
 Mid Bottom 150% Coverage (Orde 1A) = 50% Overlap
 Bottom 200% Coverage (*Special*)= 100% Overlap

Berdasarkan Gambar di atas maka dapat ditentukan jarak lajur yang harus dilakukan (*Handbook of Offshore Survey, 2006*) :

$$\text{Jarak lajur } (\ell) = 2 \tan (1/2 \alpha) \cdot Z [1 - \text{overlap \%}]$$

Contoh :

Untuk MBES *R2Sonic 2024* $\alpha = 125^\circ$; kemudian dilakukan pada kedalaman 5 m, dengan area *overlap* 25% maka jarak lajur yang harus dilakukan kapal adalah :

$$\begin{aligned} \ell &= 2 \tan (1/2 \alpha) \cdot Z [1 - \text{overlap \%}] \\ &= 2 \tan (1/2 125^\circ) \cdot 5 [1 - 25 \%] = 15.37 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan Rumus di atas, dengan *overlap* antar *beam* 25% sehingga jarak antar lajur utama 15 m dan jarak antar *cross line* 200 m, sehingga survei batimetri dapat 100% *coverage area*. Hasilnya dapat kita lihat pada Gambar 3.3 di bawah ini. (Lihat lampiran C)



Gambar Tampilan *survey lines*

3. Peralatan, Personil dan Instalasi Alat Survei

Tahap mempersiapkan peralatan dan personil merupakan tahap yang dilakukan sebelum melakukan pengukuran di lapangan yang meliputi mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan telah dicek dan sudah siap untuk digunakan, mobilisasi personil, dan pemasangan alat-alat survei di kapal.

1. Peralatan

a. Positioning System (*Veripos LD4 DGPS*)



Gambar Veripos LD4 DGPS

- b. Processor Unit MBES R2Sonic 2024, CPU, Monitor (Display) dan Navigation System (QINSy)



Gambar Processor Unit MBES, Computer dan QINSy

- c. DGPS Heading (Veripos DGPS Heading)

- d. Sound Velocity Profiler (SVP)



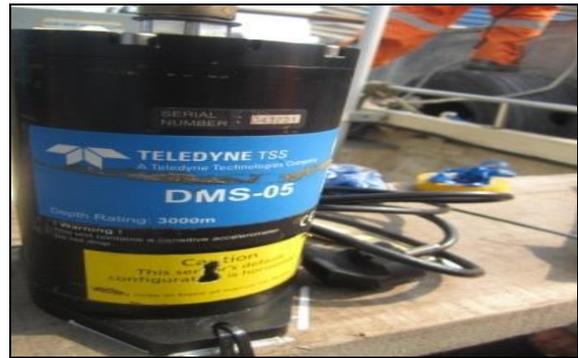
Gambar Sound Velocity Profiler (SVP)

- e. Heave Compensator (TSS DMIS-H)



Gambar Heave Compensator (TSS DMS-H)

- f. Motion Reference Unit (DMS-05 TSS)



Gambar Motion Reference Unit (DMS-05 TSS)

- g. Singlebeam Echosounder (Echotrac MK III)



Gambar Singlebeam Echosounder (Echotrac MK III)

- h. Multibeam Echosounder (R2Sonic 2024)



Gambar MBES (R2Sonic 2024)

- i. Tide Gauge (Valeport 740)



Gambar Tide Gauge (Valeport 740)

2. Personil

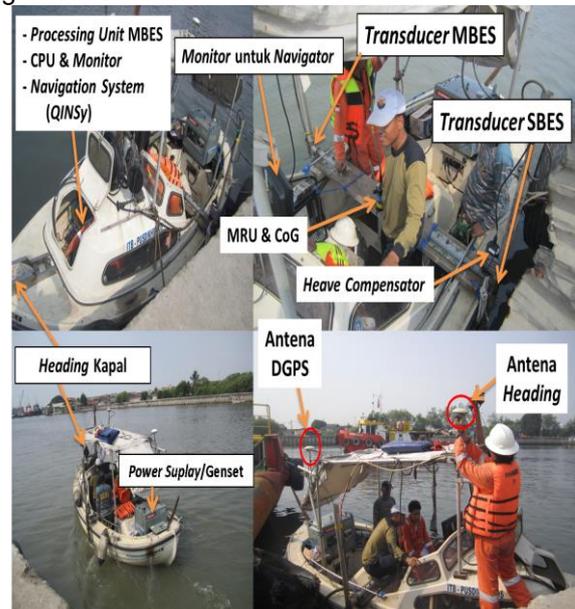
Sebelum pemasangan sistem operasi survei batimetri agar dapat bekerja secara efektif dan terkoordinir dengan dipimpin oleh seorang *Team Leader*, maka dilakukan pembagian tugas pada setiap personil dengan membagi menjadi beberapa tim antara lain : tim *surveyor*, tim teknisi dan tim prosesor

3. Instalasi alat survei

- Memasang semua perlengkapan *desktop computer* dan layar untuk navigator.
- Mengukur parameter-parameter yang diperlukan seperti lebar dan panjang kapal juga jarak antara *transducer* ke antena GPS, kedalaman *transducer* dari permukaan air, dan lain-lain.
- Pemasangan MRU yang dapat dipasang di titik *gravity* (CoG) atau di dekat *transducer* MBES supaya di saat bergerak dalam memancarkan *beam*, MRU pun akan menyesuaikan sehingga mudah dalam proses koreksi serta posisi CoG yang riil dan minimum terhadap gerakan sehingga dapat ditentukan *offset* kapal dan ukuran akurat dari sistem ke CoG.
- Pasang GPS dengan meng-*install* dan menghubungkan terhadap PPS atau menggunakan RTK, yang bertujuan agar dapat mensinkronisasikan waktu antara satelit dan GPS dalam hal ini sistem GPS menggunakan *Differential* GPS. Kemudian ukur kedudukan horisontal dan vertikal dari antena GPS terhadap koordinat kapal. Dengan DGPS ini, dapat mereduksi jenis kesalahan serta bias dari sinyal GPS dengan memanfaatkan minimal dua penerimaan sinyal GPS.
- Pasang alat DGPS *heading* dengan syarat bahwa petunjuk arah tersebut harus searah/segaris terhadap *heading* kapal serta antena GPS. Sehingga disaat kapal bergerak akan searah/lurus antara DGPS *Heading* dengan *heading* kapal.
- Pasang *transducer* MBES dengan menggunakan tiang atau pipa penyangga, menghidupkan MBES untuk mensinkronisasikan MBES dengan GPS.
- Pasang *heave compensator* untuk mendapatkan koreksi dari kesalahan yang disebabkan naik turunnya kapal.
- Memasang sumber tenaga listrik seperti generator pada tempat yang aman dan tidak mengganggu.
- Pasang *processing unit* MBES, CPU dan monitor-monitor yang kemudian diintegrasikan pada masing-masing sistem (*port*) ke prosesor MBES yang dapat

ditampilkan pada setiap monitor yang dihubungkan dengan kabel (transmisi data, *power* dan komponen instrument) dan telah *online*. Sehingga data yang didapat berupa waktu saat pengambilan (t), sudut penyimpangan *heading* kapal dari arah lajur kapal/*yaw* (α), posisi kapal berdasarkan GPS (X,Y,h), kedalaman berdasarkan SBES (Z) serta kedalaman berdasarkan MBES (Z_1,Z_2,Z_n), bahwa n = banyaknya pancaran yang dipancar dan diterima.

Setelah semua peralatan terinstall dan terintegrasi dapat kita lihat seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar Pemasangan dan instalasi alat-alat survei di kapal

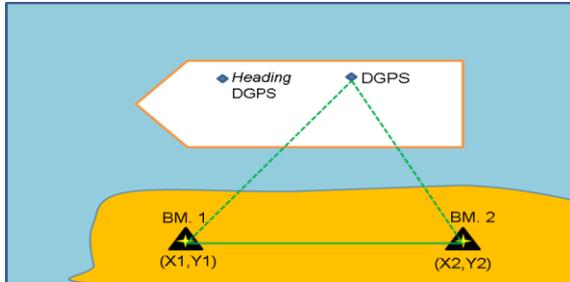
4. Pelaksanaan Kalibrasi

Pelaksanaan kalibrasi ini sesuai prosedur pelaksanaan kalibrasi untuk prinsip kerja MBES adalah sebagai berikut :

a. Verifikasi DGPS

Verifikasi DGPS ini dilakukan di dermaga dasar (*jetty*) sebelum survei dilakukan tujuannya untuk mengetahui selisih posisi koordinat antena DGPS yang dibandingkan dari hasil pengukuran dari 2 buah titik *Bench Mark* (BM) yang diketahui koordinatnya di darat menggunakan *Total Station* dengan hasil *record* koordinat horizontal dari antena DGPS itu sendiri. Apabila selisih ukuran hasil verifikasi melebihi ketelitian/akurasi alat DGPS maka perlu dilakukan :

- Pengecekan parameter geodetik yang dimasukkan pada GPS.
- Verifikasi koordinat horisontal (*easting, northing*) 2 titik kontrol yang digunakan.
- Pengecekan ukuran *offset* antena GPS dengan *offset record* koordinat antena GPS.

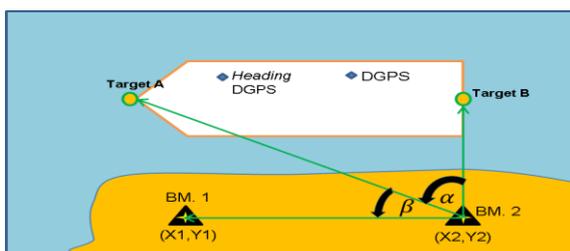


Gambar Verifikasi DGPS

Gambar di atas merupakan tahap verifikasi DGPS yang menjadi salah satu tugas yang dikerjakan oleh seorang *surveyor*.

b. Kalibrasi Heading

Kalibrasi *heading* yang ditunjukkan pada Gambar 3.15 perlu dilakukan sebelum survei selanjutnya, hal ini bertujuan untuk mengoreksi seberapa besar perbedaan arah DGPS *Heading* yang direkam dengan arah kapal yang sesungguhnya. Arah kapal sesungguhnya dapat diketahui dengan mengukur azimuth dengan 2 buah prisma target yang berada di kapal tepatnya di titik A (haluan/*bow*) dan di titik B (buritan/*stern*). Semakin jauh jarak antara 2 prisma tersebut maka representasi hasil pengukurannya akan lebih maksimal. Kemudian hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan DGPS *Heading* yang direkam.



Gambar Kalibrasi Heading

Tahapan kalibrasi *heading* :

- Diketahui koordinat titik BM1 dan BM2 di pelabuhan, hitung azimuth dari BM2 ke BM1.
- Dirikan alat di BM2 kemudian bidik ke target A dan B serta ke BM1, ukur sudut dan jarak ke target A dan B serta ke BM1.
 - Sebelum membidik, *timing* dengan *logging* DGPS *Heading* harus sama.
 - Kemudian hitung titik koordinat target A dan B.

- Setelah itu hitung azimuth dari target A dan B.
- Hitung selisih antara azimuth hitungan dengan azimuth hasil pengukuran DGPS *Heading*.
- Kemudian masukkan koreksi azimuth tersebut ke dalam perangkat lunak navigasi.

Apabila di saat survei tidak terdapat BM di pelabuhan maka pengukuran kalibrasi dapat menggunakan *Sunshot method* (pengukuran azimuth Matahari).

3. Kalibrasi MRU

Pelaksanaan kalibrasi MRU itu langsung diproses pada Komputer *Online* di dalam unit perangkat lunak *QINSy Console* selama 15 menit tanpa ada *surveyor* di dalam *sounding boat* untuk mendeteksi keseimbangan kapal berdasarkan pergerakan rotasi *roll, pitch, dan yaw*.

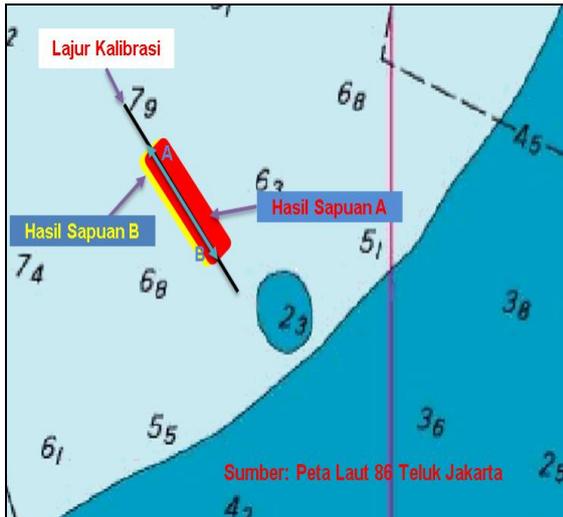
4. Kalibrasi *Multibeam Echosounder (Patch Test)*

Kegiatan *patch test* dilaksanakan sebelum pelaksanaan survei dengan menentukan lajur-lajur pada area survei yang memiliki dasar laut relatif datar dan yang memiliki daerah *slope* (kemiringan dasar laut) sesuai dengan persyaratan yang ditentukan (yang telah dijelaskan di bab sebelumnya), sehingga lajur tersebut yang akan dilintasi saat pelaksanaan akuisisi data untuk mendapatkan nilai *patch test* dan memenuhi parameter kalibrasi.

Kegiatan *patch test* meliputi :

a. Kalibrasi Roll

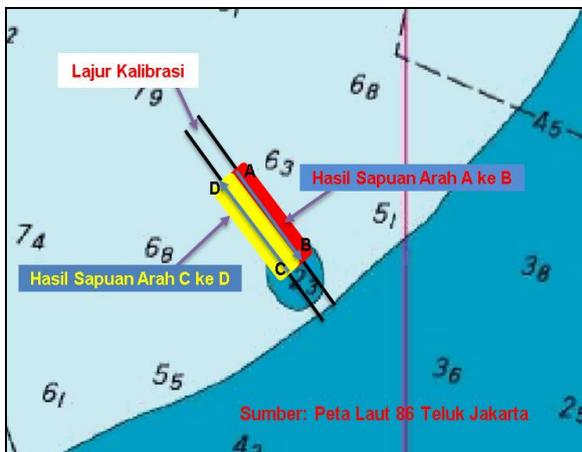
Kalibrasi *roll* diawali dengan menentukan satu lajur kalibrasi pada area survei yang dasar lautnya relatif datar dan permukaan air relatif tenang, kemudian melakukan akuisisi data pada lajur kalibrasi dengan melintas dua kali dengan arah berlawanan dan kecepatan kapal sama.



Gambar Pelaksanaan Kalibrasi Roll

b. Kalibrasi Pitch

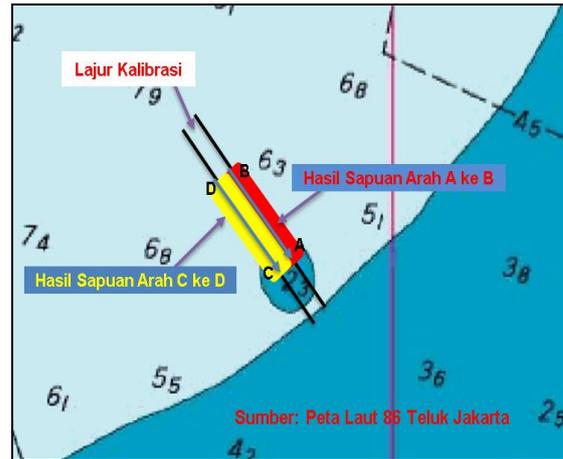
Kalibrasi *pitch* diawali dengan menentukan dua lajur kalibrasi pada area survei yang memiliki daerah *slope* dan permukaan air relatif tenang, kemudian melakukan akuisisi data pada masing-masing lajur kalibrasi dengan *overlap* antar *beam* 50% dengan arah berlawanan (bolak-balik) dan kecepatan kapal sama.



Gambar Pelaksanaan Kalibrasi Pitch

c. Kalibrasi Yaw

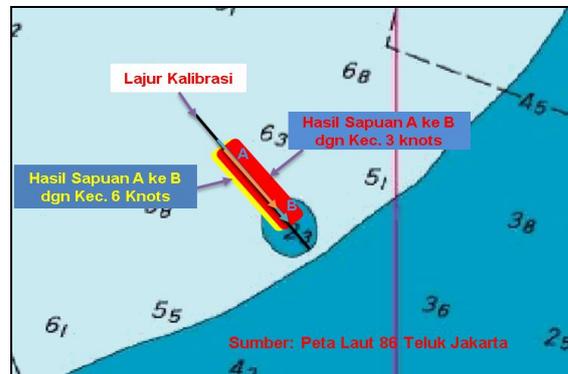
Kalibrasi *pitch* diawali dengan melakukan identifikasi objek di dasar laut untuk dipilih sebagai objek acuan (dapat berupa batu besar atau objek yang diam dan mudah diidentifikasi) dan menentukan dua lajur kalibrasi pada area survei yang memiliki daerah *slope* dan permukaan air relatif tenang, kemudian melakukan akuisisi data pada masing-masing lajur kalibrasi dengan *overlap* antar *beam* 50% dengan arah yang sama dan kecepatan kapal sama.



Gambar Pelaksanaan Kalibrasi Yaw

d. Kalibrasi Latency

Kalibrasi *latency* diawali dengan menentukan satu lajur kalibrasi pada area survei yang memiliki daerah *slope* dan permukaan air relatif tenang, kemudian melakukan akuisisi data pada lajur kalibrasi dengan melintas dua kali dengan arah sama dan kecepatan kapal berbeda, misalkan akuisisi data pertama dengan kecepatan kapal 6 knots dan akuisisi data kedua dengan kecepatan kapal 3 knots pada lajur dan arah yang sama.



Gambar Pelaksanaan Kalibrasi Latency

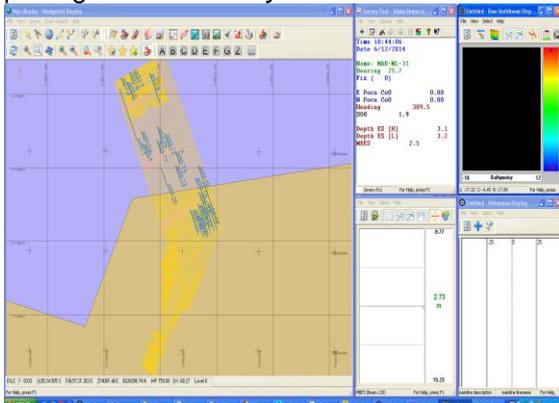
5. Pelaksanaan Akuisisi Data

1. Akuisisi Data dan Data Recording

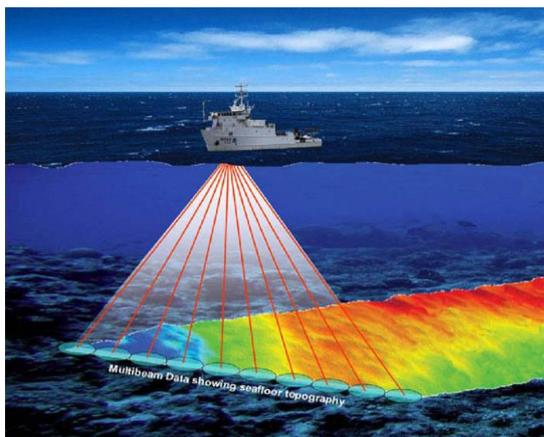
Setelah setiap sistem tersebut telah terpasang, maka yang awal dihidupkan adalah DGPS dan DGPS *Heading* dengan ditunggu menyesuaikan kestabilan dari *heading* kapal. Jika semua sistem dihidupkan maka dapat ditampilkan pada layar untuk menandakan terhubungnya semua sistem ke *post processing* MBES bahwa data telah masuk.

Proses akuisisi data survei dilakukan dengan didahului dengan penentuan lajur perum utama maupun lajur *cross* yang akan dipetakan. Data kemudian disimpan dan

dengan syarat bahwa proses kalibrasi telah dilakukan pada saat waktu yang sama. Suatu MBES *R2Sonic 2024* ini mengeluarkan 256 *beam* sebanyak 20 kali persekon dan menghasilkan 18 juta X,Y,Z dalam per jam, sehingga saat *recording data* para *surveyor* dapat membatasi jumlah *recording data* X,Y,Z pada perangkat lunak *QINSy Online* untuk mempermudah pengolahan data hasil akuisisi data tersebut. Berikut ini adalah proses pengambilan data yang ditampilkan pada perangkat lunak *QINSy Online* :



Gambar Tampilan *QINSy Online* saat Akuisisi



Gambar Pancaran gelombang pada *Multibeam Echosounder* saat akuisisi

MBES ini dalam proses pengambilan data menggunakan perangkat lunak *QINSy Online* berdasarkan lajur yang telah direncanakan. Setelah diintegrasikan dari data yang *online* (kalibrasi serta data posisi) maka akan menghasilkan data yang bergeoreferensi.

2. Kontrol kualitas (*Quality Control*)

kontrol kualitas (*Quality Control*) merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengecek/mengontrol semua sensor alat survei yang ada di kapal pada saat akuisisi data apakah sudah bekerja dengan baik dan data hasil pengukuran apakah sudah sesuai

dengan lingkup pekerjaan yang diberikan atau tidak. Apabila data sudah sesuai, maka data sudah siap untuk diproses lebih lanjut (pengolahan data).

6. Pelaksanaan Pengolahan Data.

1. Tahap Persiapan Data.

Persiapan data dan manajemen *file* yang rapi merupakan hal yang penting karena dapat membantu kelancaran proses pengolahan. Data yang harus dipersiapkan meliputi : data dimensi kapal dan *offset* peralatan survei, data *patch test*, data *sounding* dalam format QPD, data surutan, data kecepatan suara (*sound velocity*) dan catatan-catatan penting pada saat pelaksanaan survei, kemudian peralatan yang digunakan dalam mengolah data adalah terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang meliputi :

Perangkat keras

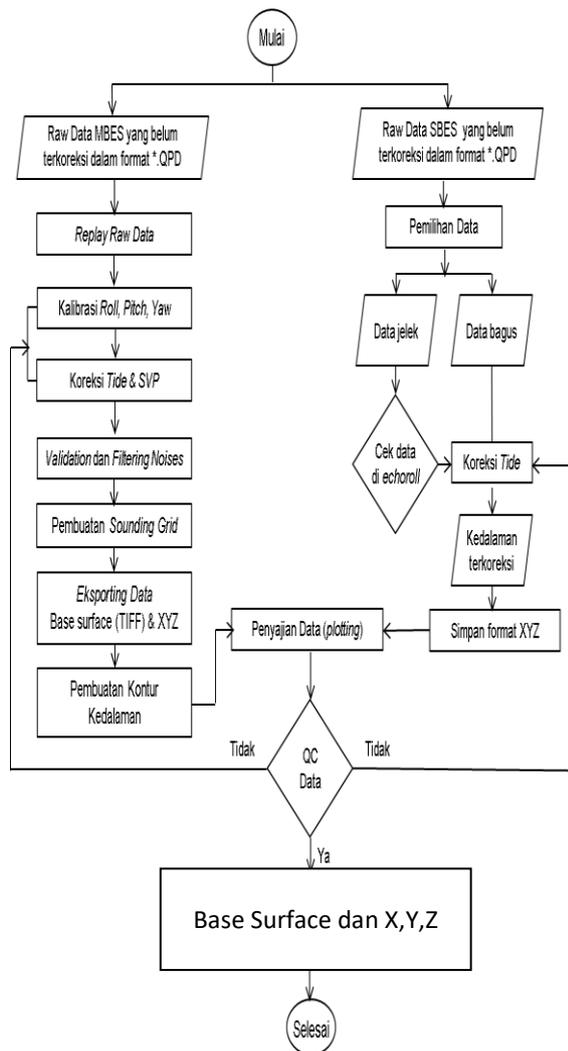
- a. Seperangkat komputer dengan spesifikasi :
 - ❖ Komputer : *Intel® Core™ i7-3770CPU @ 3.40GHz*
 - ❖ *Memory* : 4 GB
 - ❖ *Graphic card: NVIDIA GeForce GT 620 (1GB)*
 - ❖ *Operating System: Windows 7 Ultimate*
- b. *Flasdisk Kingstone 8GB*
- c. *Hardisk Seagate 1Tera*

Perangkat lunak

- a. *QINSy v8.0* (milik PT. Pageo Utama) untuk akuisisi data dan pengolahan data MBES.
- b. *Microsoft Office 2010* dimana *Microsoft Excel* untuk memproses data SBES sebagai data pembanding dan *Microsoft Word* untuk penulisan pelaporan.
- c. *Notepad* untuk menampilkan output data MBES dan SBES dalam bentuk ASCII.

3. Tahap Pengolahan Data.

Proses pengolahan data dalam tugas akhir ini menggunakan perangkat lunak *QINSy*. Gambar di bawah ini merupakan alur kerja untuk pengolahan data MBES dan data SBES sebagai data pembanding untuk data MBES.



Gambar Diagram Alur pelaksanaan pengolahan data

1. Proses Pengolahan Data MBES dan SBES

Replay Raw Data

Data yang didapat dari pelaksanaan pemeruman dalam format *.DB dimasukkan kedalam nama *file project* yang sudah dibuat dengan memutar ulang *database (Replay)* sehingga DTM-nya terbentuk dan formatnya berubah menjadi *.QPD, selanjutnya mengecek apakah *bearing* dan nama *survey lines* di saat akuisisi data sesuai dengan saat *replay database*.

Pengolahan kalibrasi Roll, Pitch dan Yaw

Pengolahan *patch test* dilakukan untuk mendapatkan nilai koreksi posisi *transducer* yang terletak didalam kapal, sehingga nilai tersebut dikoreksikan keseluruhan *raw data*. Jika peralatan MBES terletak secara permanen di dalam kapal maka dalam pelaksanaan

kegiatan *patch test* cukup sekali, dengan catatan pelaksanaan *patch test* sudah sesuai dengan ketentuan yang berlaku, selama kapal tersebut mampu atau layak melaksanakan kegiatan pemeruman, namun jika peralatan MBES sifatnya *portable* maka pelaksanaan *patch test* selalu dilaksanakan terus sebelum pelaksanaan kegiatan pemeruman dimulai. Pengolahan *patch test* dilakukan dengan *tool Calibrate Transducer Alignment* pada *Validator*.

Pembersihan Noises (Validator)

Setelah *database surface* di-replay sehingga format data hasil akuisisi di konversi menjadi format *.QPD yang diolah dengan *Validator*. Pemeriksaan data dapat dilakukan per *Swath* atau beberapa *Swath* sekaligus. Bila terdapat *outliers* yang merupakan *noises*, lakukan pengkotakan terhadap *outliers* tersebut menggunakan *clip outside* atau *clip inside* dan *clip outside poligon* atau *clip inside poligon* dan kemudian pilih perintah *reject* dengan klik kanan, sedangkan untuk mengembalikan data yang salah *reject* tersebut menggunakan *Enable Inside Poligon*. *Validator* dimulai dengan *setting filter* otomatis untuk melihat hasil sapuan tiap-tiap lajur akibat sudut *beam* terluar dengan memasukkan beberapa parameter, antara lain batas sudut yang akan digunakan serta batas kedalaman minimum dan maksimum.

Memasukkan Data Surutan

Data surutan berisikan informasi mengenai waktu dan tinggi muka air rata-rata yang sudah disurutkan terhadap *chart datum*. Data ditulis dalam bentuk *table* dan dilakukan *plotting* untuk melihat hasilnya. Memasukkan data surutan selama survei berlangsung berupa tanggal, waktu, *interval* waktu dan nilai surutan dengan modul *Tide Data Manager* pada *Processing Data Manajer QINSy*.

Memasukkan Data Profil SVP

Untuk mengetahui nilai perambatan gelombang suara dalam lapisan air digunakan alat ukur SVP. Nilai yang diperoleh dimasukkan kedalam modul *Velocity Profile Editor* pada *QINSy Console*, untuk diplot hasilnya. Parameter yang dimasukkan antara lain tanggal dan waktu pengambilan data, posisi, kedalaman dan kecepatan gelombang suara serta titik koordinat pengambilan data SVP.

Visualisasi *Sounding Data*

Base Surface merupakan hasil dari metode *gridding* yang diterapkan pada data MBES. Setelah *base surface* terbentuk, dapat dilakukan visualisasi 2D dan 3D dari data dalam bentuk DTM. Pada *QINSy Console*, pilih *Sounding Grid Utility* dan gunakan parameter kedalaman (*Mean Value*) untuk membuat tampilan 2D dan 3D. Untuk melihat perbedaan data kedalaman, dapat dilakukan *overlay* dengan mengaktifkan seluruh permukaan DTM-nya.

Export To *GeoTiff* dan *ASCII*

Data MBES dan SBES hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak *QINSy 8.0* selanjutnya diekspor ke *GeoTiff* dan *ASCII* untuk membuat lembar lukis dan membuat kontur kedalaman yang sudah terkoreksi.

Pembuatan Kontur Kedalaman

Pembuatan kontur dilaksanakan menggunakan *Sounding Grid Utility* dengan *Tools Generate bathymetry* pada perangkat lunak *QINSy*. Pembuatan *interval* kontur kedalaman disesuaikan dengan ketentuan yang telah ditentukan sebelumnya.

Koreksi Angka Kedalaman data MBES dengan data SBES

Setelah dilakukan pengolahan data MBES dan SBES dari hasil kegiatan survei hidrografi khususnya pengukuran batimetri perlu adanya koreksi kedalaman antara kedua data kedalaman tersebut yang sudah direncanakan. Meskipun penggunaan MBES ini dapat dilakukan secara *overlapping*, namun perlu juga dilaksanakan kegiatan pemeruman dengan cara membandingkan data SBES pada data MBES agar koreksi lebih teliti. Besarnya toleransi antara angka kedalaman pada MBES dan SBES sesuai dengan S-44. Koreksi ini dilakukan dengan mengubah *base surface* MBES kedalam format *Triangulated Irregular Network (TIN)* dan mengkonversinya menjadi data raster yang dikoreksikan ke angka kedalaman SBES sebagai data pembanding, sehingga memiliki posisi yang sama dengan dua angka kedalaman yang berbeda. Selisih dari kedua angka kedalaman tersebut digunakan sebagai toleransi untuk

memenuhi standarisasi ketelitian survei berdasarkan S-44.

HASIL DAN PEMBAHASAN

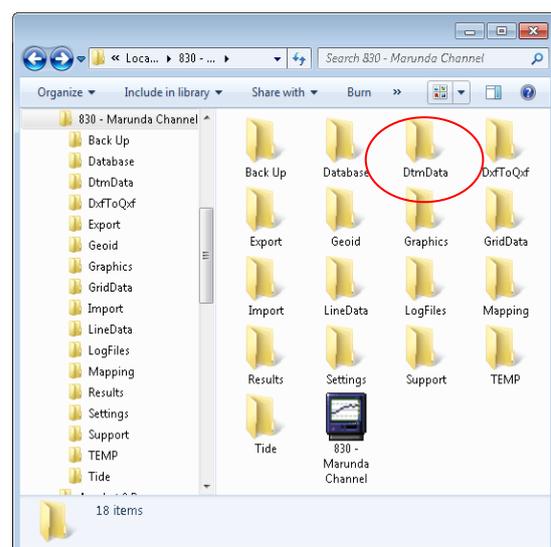
Pada bab ini membahas mengenai hasil akuisisi dan pengolahan data MBES dan data SBES sebagai data pembanding yang diolah menggunakan perangkat lunak *QINSy*.

1. Pelaksanaan Akuisisi Data

Survei batimetri dilaksanakan menggunakan kapal POCA Pusdikhidros yang dilengkapi dengan peralatan survei yang diintergrasikan dengan perangkat lunak *QINSy*.

Untuk pengambilan data MBES, sistem penyapuan dilaksanakan di sepanjang area survei dengan jarak antar lajur perum sebesar 15 m, lebar sapuan menggunakan *swath sector beam* sebesar 125° dari *transducer* sehingga *overlap* antar *beam* sebesar 25% sehingga area survei 100% *coverage area*.

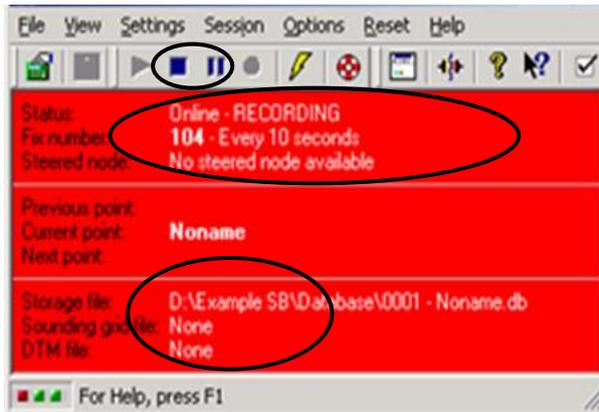
Dalam pelaksanaan survei semua alat yang digunakan dalam keadaan baik dan melaksanakan survei secara optimal. Pemasangan peralatan tersebut sesuai dengan perencanaan survei, sehingga bisa didapat posisi peralatan survei yang terintegrasi dengan *offset* kapal dengan diukur menggunakan pita ukur. Posisi peralatan survei dan *offset* kemudian diintergrasikan kedalam *QINSy Navigation Online*.



Gambar *Folder* tempat penyimpanan data

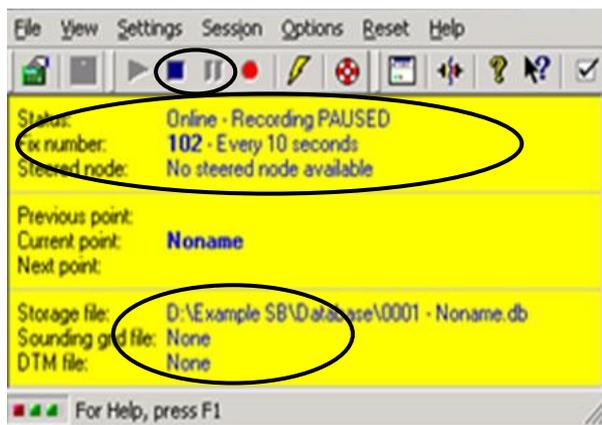
2. Recording Data

Recording Data dilaksanakan Setelah instalasi alat, pembuatan projek survei dilaksanakan dan semua sensor alat telah terhubung dengan benar terhadap perangkat lunak QINSy. Pada saat pelaksanaan *recording* data dengan menekan tombol *start* dan tampilan pada QINSy Online akan berwarna merah (*Recording*) serta hasil data akuisisi secara otomatis tersimpan pada *Storage file* seperti pada Gambar di bawah ini.



Gambar QINSy Online saat Recording Data

Recording data dilaksanakan pada setiap koridor lajur perum yang telah ditentukan, jika satu lajur perum telah selesai dilaksanakan, maka untuk melanjutkan ke lajur perum yang lain terlebih dahulu menekan tombol *Pause* dan tampilan pada QINSy Online akan berwarna kuning (*Paused*) seperti pada Gambar di bawah ini.



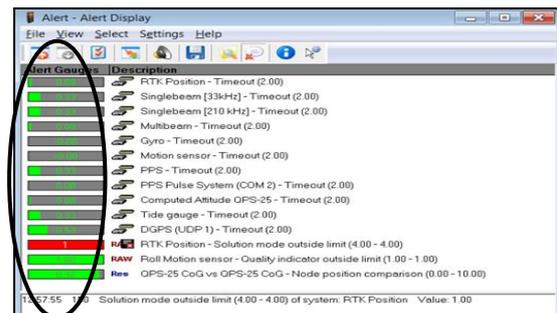
Gambar QINSy Online saat berhenti Recording Data

3. Realtime Quality Control

Realtime Quality Control dilaksanakan saat pengambilan data di lapangan, bertujuan untuk monitor kejadian-kejadian saat akuisisi data berlangsung dengan mencatat di dalam *log book* untuk mempermudah dalam

pengolahan data. Hal-hal yang harus dilaksanakan adalah :

- Konektivitas antara monitor *transducer* MBES, *positioning*, dan *heading* kapal terhadap QINSy.
- Monitoring* pada *Alert Display* karena berhubungan dengan semua sensor alat semua berfungsi dengan baik dan benar seperti pada Gambar 4.5, tanda hijau memperlihatkan bahwa sensor alat bekerja dengan baik dan tanda merah memperlihatkan bahwa sensor alat tidak bekerja.
- Monitor adanya penyimpangan sapuan pada monitor *transducer* MBES dengan selalu mengontrol *Pulse Length*, *Swath sector beam* (besar sudut *beam*), *Max Range* (jarak jangkauan), dan *Frequency* yang sewaktu-waktu akan berubah yang disebabkan oleh perubahan profil dasar laut.

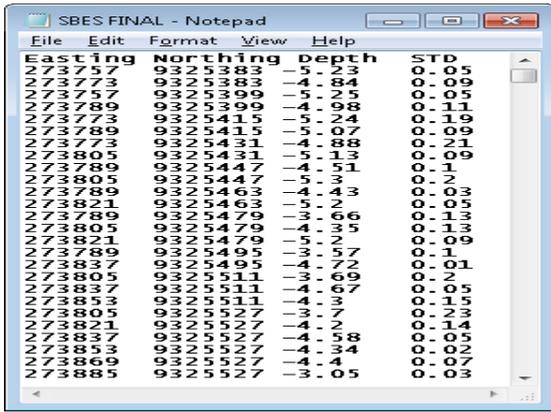


Gambar Alert Display pada QINSy

4. Hasil Akuisisi Data

Setelah melakukan akuisisi data SBES dan MBES dimana masing-masing alat sudah dilakukan kalibrasi, maka akan diperoleh *raw data* yang meliputi :

- Raw data SBES, terdiri dari *easting*, *northing* dan data kedalaman yang belum terkoreksi dengan *tide*. *Raw data* hasil pengukuran SBES dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar Contoh format data SBES

2. *Raw data* MBES, terdiri dari *easting*, *northing* dan data kedalaman yang belum terkoreksi hasil akuisisi dari perangkat lunak QINSy.

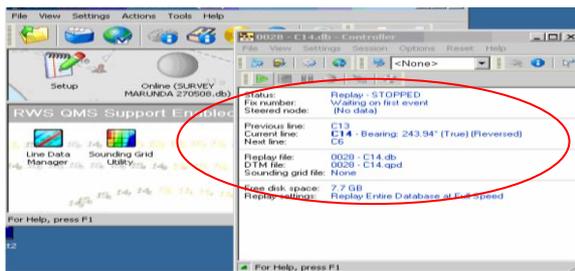
Dengan memiliki 3 jenis format data:

- *.db → database file data MBES
- *.qpd → untuk input pengolahan data MBES kedalam perangkat lunak QINSy.
- *.grd → data grid untuk pembentukan DTM-nya.

5. Pengolahan Data

a. *Replay Raw Data*

Replay Raw Data dilaksanakan dengan memutar ulang (*Replay*) database format *.DB dengan menggunakan *Tool Replay* pada *QINSy Console* sehingga membentuk *DTM file* dengan format *.QPD dan *bearing*-nya telah sesuai dengan *bearing* saat pelaksanaan survei (*True*) seperti yang ditampilkan pada Gambar di bawah ini.

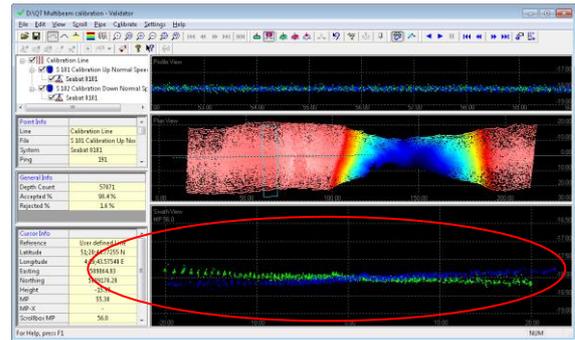


Gambar Proses *Replay Raw Data*

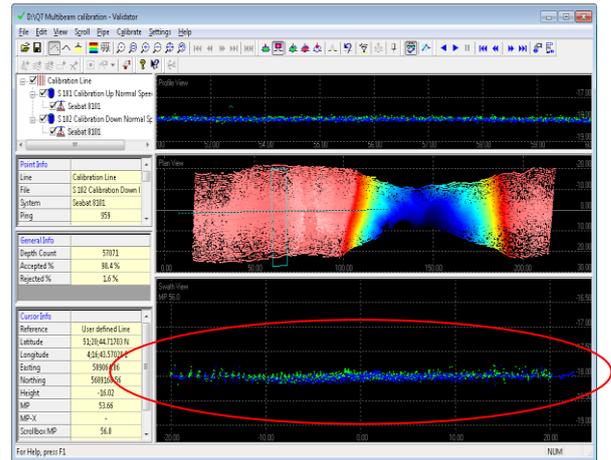
b. Pengolahan Kalibrasi *Roll*, *Pitch*, dan *Yaw* (*Patch Test*).

Kegiatan *patch test* ini meliputi data yang sebelum dan setelah dilakukan kalibrasi secara visual dapat ditampilkan sebagai berikut :

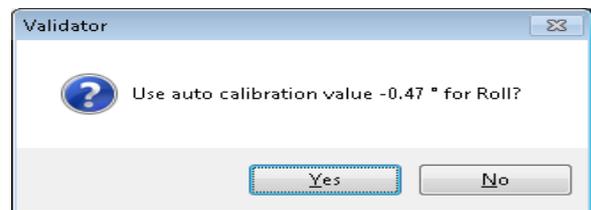
Kalibrasi *Roll*



Gambar Sebelum Kalibrasi *Roll*

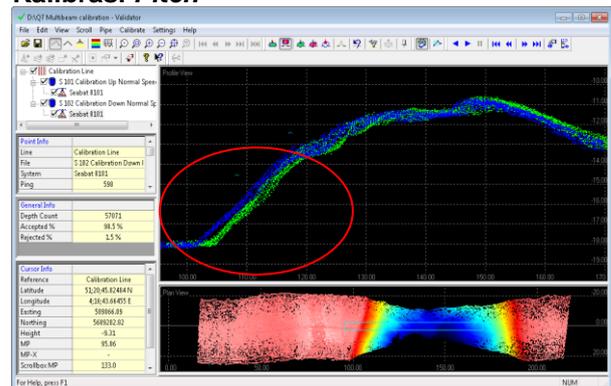


Gambar Sesudah Kalibrasi *Roll*

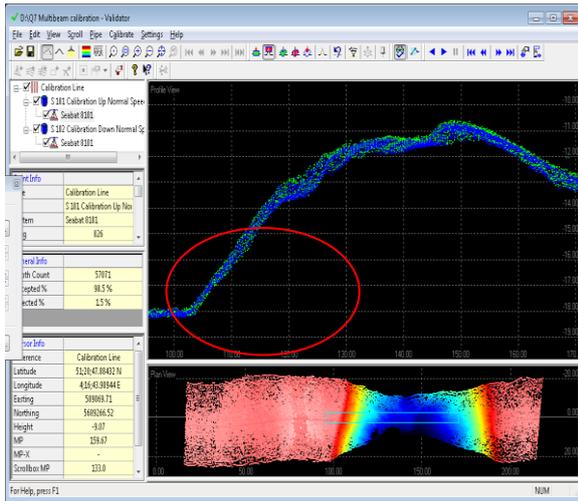


Gambar Hasil Kalibrasi *Roll*

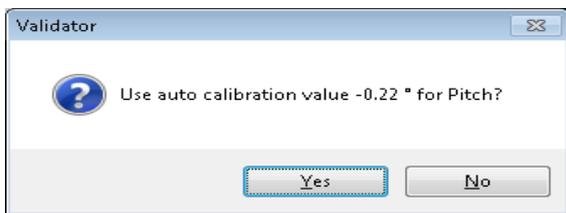
Kalibrasi *Pitch*



Gambar Sebelum Kalibrasi *Pitch*



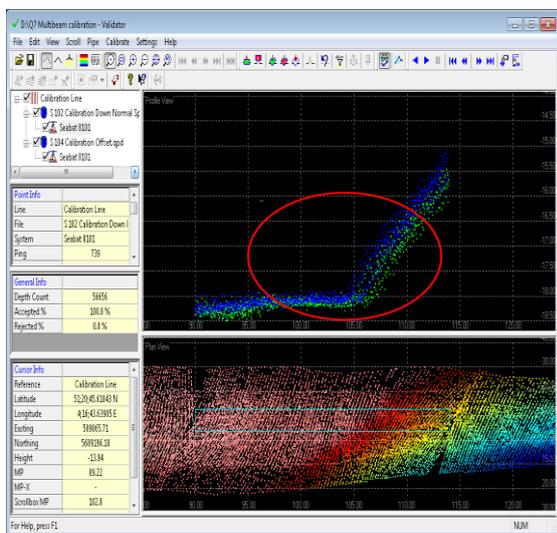
Gambar Sesudah Kalibrasi Pitch



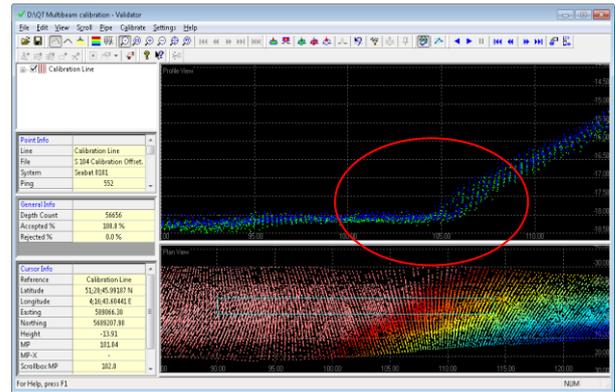
Gambar Hasil Kalibrasi Pitch

Pada Gambar di atas, bahwa kedua warna menjelaskan arah yang berlawanan pada lajur yang sama dengan kecepatan yang sama serta seabed yang terdapat gradien miring (*slope*). Setelah melakukan kalibrasi kedua warna akan terlihat berimpit. Maka dengan melakukan *Auto Calibration Pitch* melalui QINSy maka dengan melakukan perataan (*adjustments*) sehingga diperoleh hasil kalibrasi *pitch* sebesar -0.22° .

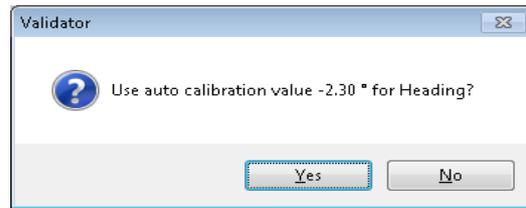
Kalibrasi Yaw



Gambar Sebelum Kalibrasi Yaw



Gambar Sesudah Kalibrasi Yaw



Gambar Hasil Kalibrasi Yaw

Pada Gambar di atas, bahwa kedua warna menjelaskan arah yang sama pada dua lajur yang sejajar yang dilakukan dua kali dengan kecepatan yang sama serta seabed yang terdapat gradien miring (*slope*). Setelah melakukan kalibrasi kedua warna di atas akan terlihat berimpit. Maka dengan melakukan *Auto Calibration Yaw* melalui QINSY maka dengan melakukan perataan (*adjustments*) sehingga diperoleh hasil kalibrasi yaw/*heading* sebesar -2.30°

Verifikasi DGPS

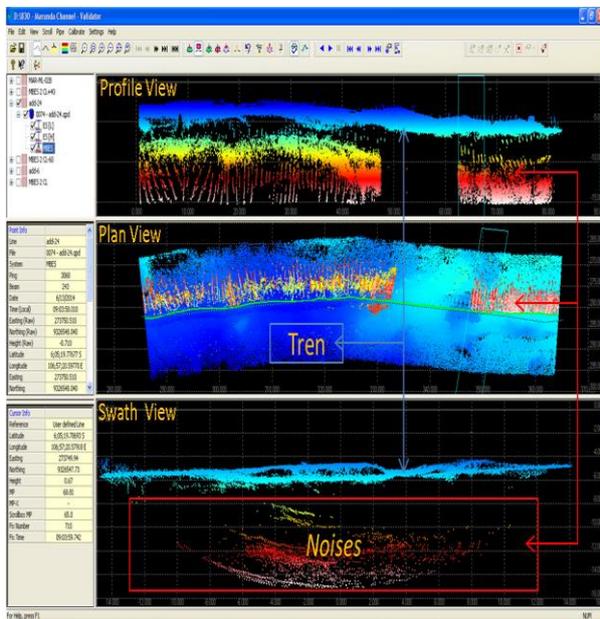
Pelaksanaan verifikasi DGPS dilaksanakan dengan melaksanakan pengukuran titik koordinat DGPS menggunakan *Total Station* (TS) dengan menggunakan referensi titik koordinat di darat (*Bench Mark*), sehingga diketahui bahwa jarak pergeseran titik koordinat hasil pengukuran TS sebesar **0.798 m** dengan arah **$178^{\circ} 26' 28.98''$** terhadap titik koordinat hasil perekaman DGPS memenuhi standar ketelitian kontrol horisontal pada orde spesial, yaitu < 2 m.

Kalibrasi Heading

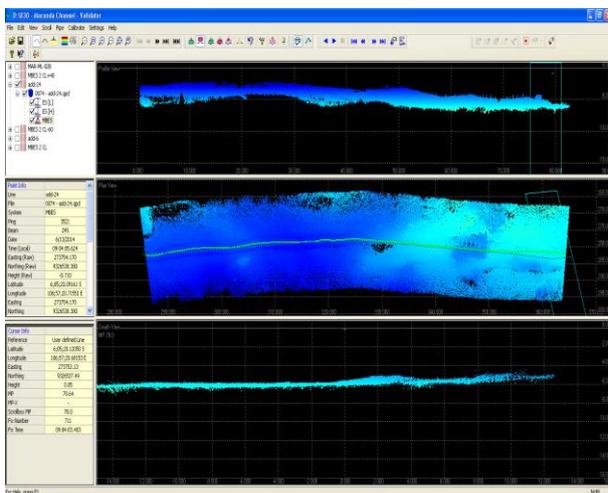
Selisih hitungan antara azimuth hitungan dengan azimuth hasil pengukuran DGPS *Heading* sebesar 0.31° . Kemudian hasil koreksi azimuth tersebut dimasukkan ke dalam perangkat lunak navigasi saat pembuatan proyek survei pada QINSy Console.

c. Validasi data untuk *filtering Noises*

Validasi data di bawah dengan View *Validate* untuk menampilkan *tool cleaning spikes* seperti *clip inside/clip outside* dan *clip inside polygon/clip outside polygon*. Hasil *Validator* yang terdiri dari *profile view* (tampilan *beam* dilihat dari samping), *plan view* (tampilan *beam* dilihat dari atas), *swath view* (tampilan *beam* dilihat dari belakang atau depan kapal) yang tergambar dirangkaian Gambar 4.17 terlihat adanya penyimpangan-penyimpangan sehingga perlu dilakukan *cleaning spikes* pada sudut *beam* terluar yang mengalami penyimpangan (hasil setelah *cleaning spikes* dapat dilihat pada Gambar di bawah ini. Hal ini terjadi karena rata-rata hasil sapuan sudut *beam* terluar mendapatkan data kurang baik.



Gambar Hasil *Validator* sebelum di-*cleaning*



Gambar Hasil *Validator* setelah di-*cleaning*

Proses *data cleaning* pada *validator* hanya bisa dilakukan per lajur perum. Gambar validasi di atas dilaksanakan hanya pada satu lajur. Validasi dilakukan untuk semua lajur sampai semua lajur perum tervalidasi.

d. Validasi Hasil Data Pemeruman sesuai dengan S-44 IHO

Berdasarkan S-44, standar ketelitian survei hidrografi untuk hasil data pemeruman yang dilakukan harus memenuhi tingkat kepercayaan maksimum 95% (*Maximum allowable Total Vertical Uncertainty (TVU) 95% Confidence level*) pada orde masing-masing (orde spesial, orde 1A, orde 1B dan orde 2) yang digunakan sebagai syarat untuk pengambilan data di lapangan. Standar ketelitian tersebut dapat kita lihat pada Tabel dengan menggunakan Rumus di bawah ini.

Tabel Standar Ketelitian Kontrol Vertikal Survei Hidrografi untuk Survei Batimetri

Orde Khusus	Orde 1A,	Orde 1B	Orde 2
a = 0.25 m	a = 0.5 m	a = 0.5 m	a = 1 m
b = 0.0075	b = 0.013	b = 0.013	b = 0.023

$$\sigma = \pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Keterangan :

σ = standar deviasi (m)

a = Konstanta kesalahan kedalaman, yaitu jumlah dari semua konstanta kesalahan kedalaman lain

b = Faktor pengganti kesalahan kedalaman lain

d = kedalaman (m)

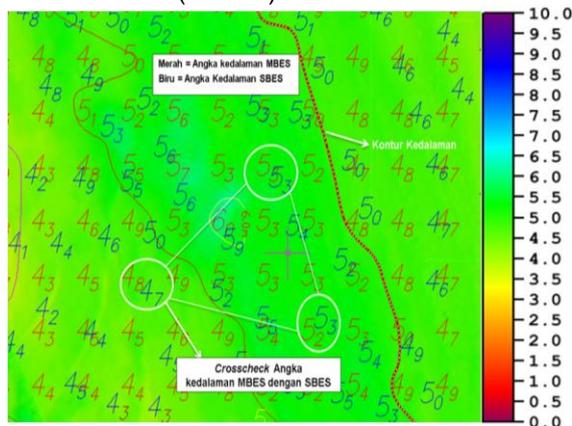
b x d = Kesalahan kedalaman lain, yaitu jumlah semua kesalahan kedalaman yang lain

Dari Rumus di atas sehingga didapat nilai toleransi hasil koreksi angka kedalaman MBES, angka kedalaman SBES serta angka kedalaman MBES yang di-*overlapping* dengan angka kedalaman SBES sebagai data pembandingan seperti pada penjelasan di bawah ini.

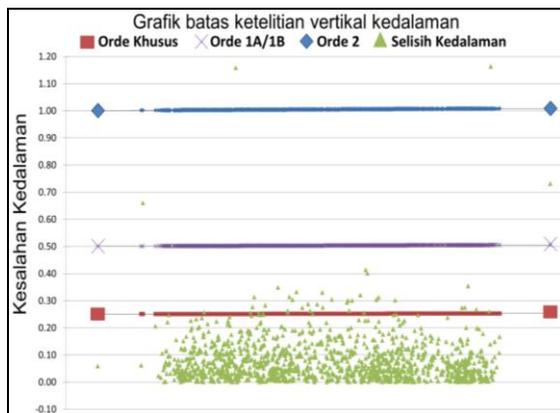
Hasil toleransi dari koreksi angka kedalaman data MBES dengan angka kedalaman data SBES sebagai data pembandingan

Pada posisi 06° 05' 57.57" LS - 106° 57' 21.31" BT dengan angka kedalaman data MBES sebesar 4.76 m dan data SBES dengan angka kedalaman sebesar 4.87 m, selisih kedalaman antara lajur silang SBES dan lajur utama 0.11 m. Gambar 4.17 merupakan

gambar persilangan antara lajur utama MBES dengan lajur silang SBES, apabila data MBES di overlap dengan keseluruhan data SBES terjadi selisih angka kedalaman dengan selisih 1 dm sd 2 dm (< 2 dm).



Gambar Persilangan antara angka kedalaman data MBES dengan data SBES



Grafik Batas ketelitian vertikal kedalaman data MBES dan data SBES

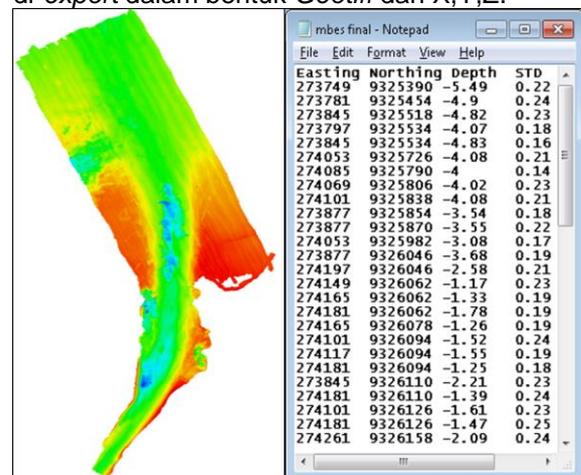
Table Hasil koreksi angka kedalaman data MBES dan data SBES

NO	Posisi		Kedalaman		Selisih (m)	Orde	Ketentuan IHO Edisi Ke 5		
	X	Y	Semua SBES	Semua MBES			Khusus (m)	1A/1B (m)	2 (m)
1	273769	9325379	-4.79	-4.77	0.024	ORDO KHUSUS	0.253	0.504	1.006
2	273777	9325379	-4.83	-4.53	0.102	ORDO KHUSUS	0.252	0.504	1.006
3	273801	9325379	-1.48	-1.54	0.059	ORDO KHUSUS	0.250	0.500	1.001
4	273761	9325387	-5.23	-5.31	0.079	ORDO KHUSUS	0.253	0.505	1.007
5	273777	9325387	-4.87	-4.76	0.109	ORDO KHUSUS	0.253	0.504	1.006
6	273761	9325395	-5.25	-5.41	0.158	ORDO KHUSUS	0.253	0.505	1.007
7	273769	9325395	-5.27	-5.26	0.015	ORDO KHUSUS	0.253	0.505	1.007
8	273777	9325395	-4.84	-4.92	0.075	ORDO KHUSUS	0.253	0.504	1.006
9	273809	9325395	-2.27	-2.33	0.062	ORDO KHUSUS	0.251	0.501	1.001
10	273769	9325403	-5.23	-5.29	0.056	ORDO KHUSUS	0.253	0.505	1.007
11	273785	9325403	-5.00	-4.83	0.171	ORDO KHUSUS	0.253	0.504	1.007
1257	274040	9326575	-3.86	-3.85	0.008	ORDO KHUSUS	0.252	0.502	1.004
1258	274045	9326575	-3.72	-3.84	0.079	ORDO KHUSUS	0.252	0.502	1.004
1259	274050	9326575	-3.67	-3.80	0.133	ORDO KHUSUS	0.252	0.502	1.004
1260	274055	9326575	-3.77	-3.80	0.033	ORDO KHUSUS	0.252	0.502	1.004
1261	274060	9326575	-3.83	-3.72	0.105	ORDO KHUSUS	0.252	0.502	1.004
1262	274065	9326575	-3.55	-3.49	0.054	ORDO KHUSUS	0.251	0.502	1.003
1263	274070	9326575	-3.49	-3.41	0.084	ORDO KHUSUS	0.251	0.502	1.003
1264	274075	9326575	-3.44	-3.41	0.025	ORDO KHUSUS	0.251	0.502	1.003
1265	274080	9326575	-3.42	-3.36	0.058	ORDO KHUSUS	0.251	0.502	1.003
Jml Total Data = 1265						Orde			Tidak Masuk
Persentase data			Spesial	1A/1B	2				0.16%
Jumlah Data			96.84%	2.85%	0.16%				2
Tingkat Kepercayaan			96.84%	99.68%	99.84%				Memenuhi Orde Khusus
Keterangan			Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi				

Berdasarkan Gambar, Grafik, dan Tabel di atas data angka kedalaman MBES = 4.76 m dan data angka kedalaman SBES = 4.87 m, sehingga didapat selisih kedalaman pada titik tersebut yaitu 0.11 m kemudian didapat rata rata titik kedalaman tersebut = 4.82 m. Maka didapatkan nilai standar deviasi (σ) berdasarkan orde spesial ($a = 0.25$ dan $b = 0.0075$) pada kedalaman rata-rata (4.82 m) yaitu $= \pm 0.253$. Untuk memenuhi toleransi 95% selisih koreksi angka kedalaman MBES dengan SBES harus memenuhi nilai $2.\sigma = 0.506$ sedangkan selisih angka kedalaman tersebut 0.11 terpenuhi. Sehingga pada setiap titik kedalaman yang sama maka harus didapatkan data kedalaman yang sama pula baik dari MBES maupun SBES dalam hal ini memenuhi ketelitian S-44.

6. Export Data

Setelah hasil kalibrasi *roll*, *pitch* dan *yaw* dimasukkan nilai koreksinya ke semua data yang telah terkoreksi dengan nilai *Sound Velocity* dan pasang surut (*tide*) selanjutnya membuat *sounding grid*-nya sehingga diketahui hasil *base surface* yang akan di-export. Keseluruhan data yang telah terkoreksi di-export dalam bentuk *Geotiff* dan X,Y,Z.

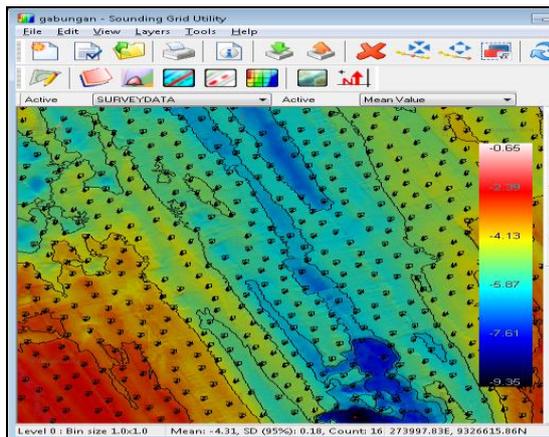


Gambar Base surface dalam bentuk Geotiff dan X,Y,Z

7. Pembuatan Kontur Kedalaman

Pembuatan kontur dilaksanakan setelah seluruh *sounding grid* terbentuk dan terkoreksi menggunakan *Tools Generate bathymetry* pada perangkat lunak *QINSy*. Interval pembuatan kontur kedalaman dilaksanakan dengan *interval* per 1 m, yaitu kontur 0 (nol), kontur 1 (satu), kontur 2 (dua), kontur 3 (tiga), kontur 4 (empat), kontur 5 (lima), kontur 6 (enam) dan kontur 7 (tujuh). Gambar 4.21

merupakan kontur kedalaman yang dibuat menggunakan perangkat lunak QINSy.



Gambar Kontur kedalaman per 1m

Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data MBES menggunakan perangkat lunak QINSy di Perairan Marunda Teluk Jakarta pada Tugas Akhir ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Survei batimetri menggunakan MBES dan SBES, *data recording*-nya dapat dilaksanakan secara bersamaan menggunakan QINSy dengan efektif dan fleksibel.
2. Penyimpangan sapuan MBES dapat diminimalisir dengan selalu mengontrol *Pulse Length*, *Swath sector beam* (besar sudut *beam*), *Max Range* (jarak jangkauan), dan *Frequency* pada monitor *transducer* MBES yang sewaktu-waktu akan berubah yang disebabkan oleh perubahan profil dasar laut.
3. Perekaman data MBES pada saat akuisisi, jumlah data yang direkam dapat dibatasi perekamannya oleh QINSy Online tanpa mengurangi kualitas data, sehingga memudahkan saat proses pengolahan data.
4. Pengolahan data MBES menggunakan QINSy hanya dapat menghasilkan hingga *base surface* (X,Y,Z), sehingga masih membutuhkan perangkat lunak tambahan seperti *AutoCad Map* untuk menampilkan hasil akhir seperti lembar lukis atau peta batimetri.
5. Proses pengolahan data MBES menggunakan perangkat lunak QINSy

relatif tidak sulit dan lebih mudah, sehingga pengolahan data MBES per *line* sepanjang 1 km menghabiskan waktu relatif singkat dan tidak terlalu lama dikerjakan hingga menghasilkan *base surface* yang telah terkoreksi.

6. Perkiraan Morfologi dasar laut perlu dipertimbangkan pada saat menentukan spasi lajur perum agar terjadi overlap antar lajur perum.

Saran

Dari hasil pengolahan data MBES menggunakan perangkat lunak QINSy di Perairan Marunda Teluk Jakarta pada Tugas Akhir ini menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penulis menyarankan bagi Mahasiswa yang akan mengambil tema tugas akhir tentang pengolahan menggunakan perangkat lunak QINSy dapat melaksanakan *Validation Data* dengan menggunakan *Qloud* untuk membandingkan *base surface* yang dihasilkan, sedangkan untuk menggambarkan hasil *base surface* tersebut kedalam lembar lukis menggunakan *QINSy Mapping* dan untuk proses akuisisi data menggunakan perangkat lunak *Seafloor information System* (SIS) untuk membandingkan DTM yang dihasilkan.
2. Akuisisi dan pengolahan data MBES menggunakan perangkat lunak QINSy dapat direkomendasikan sebagai perangkat lunak alternatif selain yang sudah dimiliki oleh Dishidros.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, F.M.L.2010. *Pengukuran kedalaman dan Klasifikasi Dasar Laut Menggunakan Instrumen Sea Beam 1050 D Multibeam Sonar*. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Badan Informasi Geospasial Pusat Pemetaan Dasar Kelautan dan Kedirgantaraan (PPDKK), *Norma Pedoman Prosedur Standar dan Spesifikasi* (NPPSS) Survei Hidrografi.
- Davis, K.S., Slowey, N.C., Stender, I.H., Fiedler, H., Bryant, W.R. and Fechner, G. (1996): *Acoustic backscatter and sediment textural properties of inner shelf sands*,

- northeastern Gulf of Mexico*. *Geo-Marine Letters*, 16 (3): 273-278; Berlin.
- Denny K.S., 2008. *Aplikasi Multibeam Echosounder System (MBES) untuk keperluan Batimetrik*, Tugas Akhir, ITB, Bandung.
- De Moustier, 2005, *Course Multibeam Sonar Method*, Inggris.
- Eka Djunarsjah, 2005, *Diktat Survei Hidrografi II Pemeruman*, ITB, Bandung.
- GEBCO. (2013, July 29). *General Bathymetric Chart of The Ocean*. Retrieved October 23, 2013, from gebco:
http://www.gebco.net/general_interest/faq/.
- Geodat. (2014). Retrieved February 14, 2014, from
geodat.com.my:8080/geodat.com.my/wp-content/uploads/2012/09/Veripos.jpg
- Hopkins, A. (2007). *Recommended operating guidelines for swath bathymetry*. Mapping European Seabed Habitants, (p.20).
- Hutchinson, D.R. and P.E. Hart, 2004, Cruise Report for G1-03-GM, USGS Gas Hydrates Cruise, R/V Gyre, 1-14 May 2003, Northern Gulf of Mexico, USGS Open-File Report 03-474, online.
- International Marine Contractors Association (IMCA). (2006). *Guidelines for The Use of Multibeam Echosounders for Offshore Surveys*. IMCA.
- Lurton, X. (2002): *An introduction to underwater acoustics*. Principles and applications. -347 p.; London (Springer).
- Mohamad Azmi dan Zenezky, 2012, *Pelaksanaan Survei Batimetri dan Pencitraan Dasar Laut Pada Industri Lepas Pantai Bekerjasama dengan PT. Pageo Utama*, Laporan Kerja Praktek, ITB, Bandung.
- Poerbandono dan Eka Djunarsjah, 2005, *Survei Hidrografi*, PT. Refika Aditama, Bandung.
- Poerbandono. 1999. *Hidrografi Dasar*. Jurusan Teknik Geodesi, ITB, Bandung.
- PT. Pageo Utama, 2010, *Petunjuk Teknik Mengenai Penggunaan Perangkat Lunak Qinsy v8.0*, Surveyor, Jakarta.
- Robert J. Urick. 1983. *"Principle of Underwater Sound"*, Peninsula Publishing, Los Altos, California.
- Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) 7646-2010 *Survei hidrografi*
- Sri Windari dan M. Ulil Azmi R., 2012, *Pengolahan Data Singlebeam Echosounder, Multibeam Echosounder dan Side Scan Sonar untuk Pemetaan Dasar Laut*, Laporan Kerja Praktek, UGM, Yogyakarta.
- W.E. KING SURVEYOR, LLC., 2011, marine surveyor, maine survey services.