



SKRIPSI ME 141501

**OPTIMALISASI BLOCK MAPPING PADA
PELAKSANAAN SURVEI HIDRO-
OSEANOGRAFI**

Emka A. Ulil Abshar
NRP. 4213 105 024

Dosen Pembimbing
Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil.
Irfan Syarif Arief, ST, MT.

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER
2015**



FINAL PROJECT ME 141501

**BLOCK MAPPING OPTIMIZATION OF SURVEY
ON HYDRO-OCEANOGRAPHY**

Emka A. Ulil Abshar
NRP. 4213 105 024

Lectures

Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil.
Irfan Syarif Arief, ST, MT.

Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015



LEMBAR PENGESAHAN

Optimalisasi *Block Mapping* Pada Pelaksanaan Survei Hidro-Oseanografi

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Manufacture And Design (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

EMKA A. ULIL ABSHAR

NRP. 4213 105 024

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil.

Irfan Syarif Arief, ST, MT.

SURABAYA

Juli, 2015

LEMBAR PENGESAHAN

Optimalisasi *Block Mapping* Pada Pelaksanaan Survei Hidro-Oceanografi

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Manufacture And Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

EMKA A. ULIL ABSHAR

NRP. 4213 105 024

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Dr. Ir. A.A Masroeri, M.Eng

NIP : 1958 0807 1984 03 1001



SURABAYA

Juli, 2015

OPTIMALISASI BLOCK MAPPING PADA PELAKSANAAN SURVEI HIDRO-OSEANOGRAFI

Nama Mahasiswa : Emka A. Ulil Abshar
NRP : 4213 105 024
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil.
: Irfan Syarif Arief, ST, MT.

Abstrak

Survei hidrografi merupakan ilmu terapan di dalam melakukan pengukuran dan pendeskripsian objek-objek fisik di bawah laut untuk digunakan dalam navigasi. Dalam pelaksanaan survey hidro-oceanografi terdapat berbagai macam kegiatan yang harus dilakukan. Sedikit diantaranya adalah metoda seismik dan pengambilan contoh sedimen. Untuk mendapatkan hasil optimal maka dibutuhkan adanya improvisasi yang bertujuan untuk memaksimalkan waktu yang harus ditempuh dalam pelaksanaan survey hidro-oseanografi. Yang diharapkan dapat menekan biaya operasional kapal. Dalam pengoptimalisasi metoda ini dilakukan perencanaan block mapping. Serta melakukan perbandingan demi meminimalkan kebutuhan bahan bakar. Pada perbandingan ini Kapal Baruna Jaya III, Kapal Geomarine III dan Kapal NOAA dengan jarak yang sama membutuhkan waktu perjalanan masing-masing selama 213.53, 200.57, dan 195.38 jam dengan kebutuhan bahan bakar sebesar 49.57, 72.67, dan 233.69 ton.

Kata Kunci : *Hidro-Oceanografi, Seismik, Sampling, Waktu, Bahan Bakar*

BLOCK MAPPING OPTIMIZATION OF SURVEY ON HYDRO-OCEANOGRAPHY

Student Name : Emka A. Ulil Abshar
NRP : 4213 105 024
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Lecturer : Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil.
: Irfan Syarif Arief, ST, MT.

Abstract

Hydrographic surveys are applied science in the measurement and description of physical objects under the sea for use in navigation. In the implementation of hydro-oceanographic survey there are various kinds of activities that must be performed. Few of them are seismic methods and sampling of sediment. To obtain optimum results it is needed for improvisation that aims to maximize the time that should be applied in the implementation of hydro-oceanographic survey. Which is expected to reduce operating costs of the ship. In this method optimizes the planning of block mapping. And make comparisons to minimize the need for fuel. On this comparison Baruna Jaya III Ships, Geomarine III Ship and NOAA Ship with the same distance takes trips each for 213.53, 200.57, and 195.38 hours with the fuel needs of 49.57, 72.67, and 233.69 tons.

Keywords: Hydro-Oceanographic, Seismic, Sampling, Time, Fuel

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala anugerah dan ridhlonya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik skripsi yang berjudul “Optimalisasi Block Mapping Pada Pelaksanaan Survey Hidro-Oceanografi”.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan study Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya. Oleh karenanya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga atas kasih sayang, doa dan dukungan.
2. Bapak Dr. Ir.A.A Masroeri, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan - FTK ITS Surabaya.
3. Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil. serta Irfan Syarif Arief, ST, MT. selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas kesabaran, waktu dan ilmu dalam membimbing serta pengarahan. Penulis mohon maaf atas segala kekhilafan dan kesalahan.
4. Bapak Trika Pitana ST. M.Sc. selaku koordinator Skripsi, dan seluruh dosen tim penguji Skripsi bidang studi Marine Manufacture And Design (MMD), yang telah bersedia mengevaluasi seluruh pengerjaan Skripsi ini.
5. Bapak Beni Cahyono ST, MT. selaku dosen wali selama saya memulai di bangku perkuliahan sampai selesai.
6. Semua pihak yang belum sempat disebut diatas, kami ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwasanya dalam pengerjaan serta pendokumentasian skripsi masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis sangat mengharapkan masukan serta saran yang membangun, guna menambah kelengkapan dan kesempurnaan untuk masa yang akan datang, semoga laporan skripsi ini bisa bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 03 Juli 2015

Penulis.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Manfaat Penulisan	2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Survei Kelautan.....	3
2.2 Metoda Seismik	12
2.2.1 Kompresor Seismik dan <i>Array Gun</i>	12
2.2.2 <i>Gun Controller</i>	15
2.2.3 <i>Streamer</i>	16
2.2.4 <i>Recording System</i>	18
2.3 Kapal Riset	20
2.3.1 Kapal Riset Baruna Jaya III.....	20
2.3.2 Kapal Riset NOAA.....	22
2.3.3 Kapal Riset Geomarine III.....	24
2.4 Hambatan Angin dan Udara	25
2.4.1 Definisi Hambatan Angin dan Udara	25
2.4.2 Rumus Perhitungan.....	26
2.4.3 Faktor-faktor penyebab terjadinya Hambatan udara dan angin (R_{AA})	29
2.4.4 Pengaruh dari R_{AA} terhadap gerakan kapal.....	30

BAB III METODOLOGI

3.1 Identifikasi dan perumusan masalah.....	33
3.2 Pengumpulan data	34
3.3 Studi Literatur	36
3.4 Perancangan Model	36
3.5 Tahap Analisa dan Penyelesaian.....	38
3.6 Kesimpulan.....	38

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kapal	39
4.2 Lokasi Daerah Penelitian.....	41
4.3 Arah Angin dan Gelombang Daerah Penelitian.....	42
4.4 Perhitungan Lama Pelayaran dan Kebutuhan Bahan Bakar	43
4.4.1. Metoda Seismik.....	43
4.4.1.1. Block Mapping.....	43
4.4.1.2. Perhitungan Waktu Tempuh dan Kebutuhan Bahan Bakar	47
4.4.2. Metoda Geologi.....	51
4.4.2.1. Perhitungan Waktu yang ditempuh ke Setiap Titik Sampling.....	51
4.4.2.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar pada saat Pengambilan Sampling.....	59
4.5 Perbandingan Wfo pada Pelaksanaan Survei.....	62

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Letak Geografis Titik Pengambilan Percontoh Sedimen.....	52
Tabel 4.2 Perhitungan waktu yang ditempuh K/R Baruna Jaya III.....	54
Tabel 4.3 Perhitungan waktu yang ditempuh K/R Geomarine III.....	55
Tabel 4.4 Perhitungan waktu yang ditempuh K/R NOAA	57
Tabel 4.5 Perhitungan bahan bakar K/R Baruna Jaya III saat Sampling	59
Tabel 4.6 Perhitungan bahan bakar K/R Geomarine III saat Sampling	60
Tabel 4.7 Perhitungan bahan bakar K/R NOAA saat Sampling.....	60
Tabel 4.8 Perbandingan Waktu dan Wfo total	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konfigurasi airgun yang digunakan pada survei seismik.....	13
Gambar 2.2	Hubungan antara kemampuan kompresor dengan kebutuhan tekanan udara untuk <i>airgun</i>	15
Gambar 2.3	<i>Sercel Seal Recording System</i> yang digunakan selama survey	19
Gambar 2.4	Kapal Riset Baruna Jaya III.....	20
Gambar 2.5	Kapal Riset NOAA.....	22
Gambar 2.6	Kapal Riset Geomarine III.....	24
Gambar 2.7	Sketsa tahanan angin	28
Gambar 3.1	Modelling Kapal Riset tipe A.....	37
Gambar 3.2	Modelling Kapal Riset tipe B	37
Gambar 3.3	Modelling Kapal Riset tipe C	38
Gambar 4.1	Peta Lokasi Daerah Penelitian.....	41
Gambar 4.2	Arah Angin dan Gelombang.....	42
Gambar 4.3	Block Mapping Variasi I	44
Gambar 4.4	Luas proyeksi longitudinal kapal.....	44
Gambar 4.5	Block mapping variasi II	45
Gambar 4.6	Luas proyeksi transversal kapal.....	45
Gambar 4.7	Power vs Speed R/V Baruna Jaya III	48
Gambar 4.8	Power vs Speed R/V Geomarine III	49
Gambar 4.9	Power vs Speed R/V NOAA III	50
Gambar 4.10	Lokasi pengambilan contoh sedimen	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Potensi kelautan di republik ini sungguh sangat berlimpah baik di nearshore maupun di offshore, di mana industri maritim merupakan industri yang sangat menantang (world wide business). Kawasan laut memiliki dimensi pengembangan yang lebih luas dari daratan karena mempunyai keragaman potensi alam yang dapat dikelola. Beberapa sektor kelautan seperti perikanan, perhubungan laut, pertambangan sudah mulai dikembangkan walaupun masih jauh dari potensi yang ada.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri yang marine-oriented, survei hidrografi mutlak dilakukan dalam tahapan explorasi maupun feasibility study. Survei hidrografi adalah cabang ilmu yang berkepentingan dengan pengukuran dan deskripsi sifat serta bentuk dasar perairan dan dinamika badan air atau dengan kata lain Hidrografi adalah ilmu terapan di dalam melakukan pengukuran dan pendeskripsian objek-objek fisik di bawah laut untuk digunakan dalam navigasi. Informasi yang diperoleh dari kegiatan ini untuk pengelolaan sumberdaya laut dan pembangunan industri kelautan [1].

Dalam pelaksanaan survey hidro-oceanografi terdapat berbagai macam kegiatan yang harus dilakukan. Antara lain survey titik kontrol geodetik, sistem navigasi survey, pengamatan pasang surut laut, survey batimetri, survey side scan sonar, survey sub bottom profiler, survey magnetic, pengukuran arus, survey transport sedimen dan pengadaan data gelombang. Dari sekian banyak kegiatan yang harus dilakukan maka dibutuhkan adanya improvisasi yang

bertujuan untuk memaksimalkan waktu yang harus ditempuh dalam pelaksanaan survey hidro-oseanografi. Yang diharapkan dapat menekan biaya operasional kapal.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

- Bagaimana mengoptimisasi jalur yang digunakan pada saat pelaksanaan survey hidro-oceanografi

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dilakukan dengan maksud agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu melebar. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini batasan masalahnya antara lain :

- Analisa tidak mencakup tentang hasil pelaksanaan survey hidro-oseanografi
- Tidak menganalisa dari segi biaya

1.4. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan skripsi ini adalah:

- Menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pelaksanaan survey hidro-oseanografi sehingga dapat dilakukan survey yang optimal

1.5. Manfaat

Optimalisasi rute survey hidro-oseanografi merupakan suatu hal yang sangat penting. Dimana dalam hal ini diharapkan terjadi penekanan waktu pelaksanaan survey yang cukup signifikan. Jika waktu pelaksanaan survey dapat dipersingkat otomatis biaya operasional akan semakin rendah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Survei Kelautan

Kebutuhan teknologi survei dan pemetaan laut yang modern merupakan suatu kebutuhan, terutama pada survey hidro-oseanografi. Apalagi dengan berlakunya UNCLOS 1982 (United Nations Convention on Law of The Sea), Indonesia diakui sebagai negara kepulauan dan perairan yuridiksi Indonesia bertambah luas serta perlu segera dipetakan.

Kompetensi profesi dan Akademisi Hidrografi dikelompokkan menjadi beberapa aplikasi yaitu [1]

1. Nautical Charting (pemetaan laut)
2. Military
3. Inland Water
4. Coastal Zone management
5. Offshore Seismic
6. Offshore Construction
7. Remote sensing

Tujuan survey hidro-oseanografi diantaranya untuk mendukung pekerjaan :

- Rencana penentuan dan pemasangan jalur kabel dan pipa bawah laut.
- Pencarian pesawat dan kapal-kapal yang tenggelam.
- Penentuan algoritma parameter kelautan (TSS, SST, koreksi kolom perairan untuk aplikasi penginderaan jauh, dll)
- Penentuan pengeboran sumur minyak (well rig)
- Operasi pencarian ranjau dan bahan peledak di bawah laut

Adapun kegiatan survey hidro-oseanografi meliputi :

➤ **Survey Titik Kontrol Geodetik**

Referensi titik kontrol geodesi yang merupakan bagian dari Jaringan Kerangka Kontrol Horizontal Nasional yang terletak di dekat atau di lokasi survei diperlukan untuk penentuan posisi DGPS menggunakan Shorebase Station (Reference Point) dan untuk verifikasi alat DGPS yang akan digunakan untuk survey. Point of Origin untuk kerangka kontrol horizontal tersebut diperoleh dari instansi resmi, seperti Bakosurtanal. Jika diperlukan, penentuan point of origin dapat dilaksanakan sendiri, dengan referensi salah satu titik yang sudah ada, baik dengan mengadakan pengamatan GPS secara relatif maupun secara konvensional dengan melakukan pengukuran traverse. Jika titik referensi tambahan dibutuhkan, maka titik tersebut harus dibangun semi-permanen yang dapat mewakili daerah survei yang telah ditentukan.

Semua ketinggian (elevasi) dan kedalaman air, akan dihubungkan dengan suatu datum yang direferensikan ke Mean Sea Level (MSL) atau Chart Datum (Low Water Spring: LWS), atau datum tertentu yang sudah mendapatkan persetujuan. Semua elevasi dan kedalaman harus dihubungkan dengan benchmark tertentu yang terletak di darat, atau direferensikan kepada elipsoid tertentu yang ditentukan dengan GPS.

➤ **Sistem Navigasi Survey**

Penentuan posisi kapal survei dilaksanakan menggunakan GPS receiver dengan metode Real Time Differential (DGPS) dengan mengikuti prinsip survei yang baik dan menjamin tidak adanya keraguan atas posisi yang dihasilkan. Lintasan kapal survei dipantau setiap saat melalui layar monitor atau diplot pada

kertas dari atas anjungan. Sistem komputer navigasi memberikan informasi satelit GPS seperti: nomer satelit yang digunakan, PDOP dan HDOP. Elevation mask setiap satelit diset pada ketinggian minimum 10 derajat. Bila DGPS yang digunakan menggunakan shore base station, satu GPS receiver dipasang di atas kapal survei dan satu lagi di atas titik berkoordinat di darat (shore base station). Selama akuisisi data, koreksi differential dimonitor dari atas kapal pada sistem navigasi.

Sistem komputer navigasi menentukan posisi setiap detik, dan jika perlu, logging data ke hardisk komputer dapat ditentukan setiap 1, 5 atau 10 detik sebagai pilihan.

➤ **Pengamatan Pasang Surut Laut**

Pasang surut muka air laut dipengaruhi gravitasi bulan dan matahari, tetapi lebih dominan gravitasi bulan, massa matahari jauh lebih besar dibandingkan massa bulan, namun karena jarak bulan yang jauh lebih dekat ke bumi di banding matahari, matahari hanya memberikan pengaruh yang lebih kecil, perbandingan gravitasi bulan dan matahari (masing-masing terhadap bumi) adalah sekitar 1 : 0,46.

Untuk keperluan pemetaan darat diperlukan data mean sea level (msl) yang merupakan rata – rata pasang surut selama kurun waktu tertentu (18,6 tahun). Untuk keperluan pemetaan laut diperlukan data surut terendah (untuk keperluan praktis minimal pengamatan selama 1 bulan , untuk keperluan ilmiah bervariasi 1 tahun dan 18,6 tahun)

Pengamatan pasang surut dilaksanakan dengan tujuan untuk menentukan Muka Surutan Peta (Chart Datum), memberikan koreksi untuk reduksi hasil survei Batimetri, juga untuk mendapatkan korelasi data dengan hasil pengamatan arus.

Stasiun pasang surut dipasang di dekat/dalam kedua ujung koridor rencana jalur survey dan masing-masing diamati selama minimal 15 hari terus-menerus dan pengamatan pasang surut dilaksanakan selama pekerjaan survei berlangsung. Secepatnya setelah pemasangan, tide gauge/staff dilakukan pengikatan secara vertikal dengan metode levelling (sipat datar) ke titik kontrol di darat yang terdekat, sebelum pekerjaan survei dilaksanakan dan pada akhir pekerjaan survey dilakukan.

➤ **Survey Batimetri**

Survei batimetrik dimaksudkan untuk mendapatkan data kedalaman dan konfigurasi/ topografi dasar laut, termasuk lokasi dan luasan obyek-obyek yang mungkin membahayakan.

Survei Batimetri dilaksanakan mencakup sepanjang koridor survey dengan lebar bervariasi. Lajur utama harus dijalankan dengan interval 100 meter dan lajur silang (cross line) dengan interval 1.000 meter. Kemudian setelah rencana jalur kabel ditetapkan, koridor baru akan ditetapkan selebar 1.000 meter. Lajur utama dijalankan dengan interval 50 meter dan lajur silang (cross line) dengan interval 500 meter. Peralatan echosounder digunakan untuk mendapatkan data kedalaman optimum mencakup seluruh kedalaman dalam area survei. Agar tujuan ini tercapai, alat echosounder dioperasikan sesuai dengan spesifikasi pabrik. Prosedur standar kalibrasi dilaksanakan dengan melakukan barcheck atau koreksi Sound Velocity Profile (SVP) untuk menentukan transmisi dan kecepatan rambat gelombang suara dalam air laut, dan juga untuk menentukan index error correction. Kalibrasi dilaksanakan minimal sebelum dan setelah dilaksanakan survei pada hari yang sama. Kalibrasi juga selalu dilaksanakan setelah adanya perbaikan apabila terjadi kerusakan alat selama periode survei. Pekerjaan survei Batimetri tidak boleh

dilaksanakan pada keadaan ombak dengan ketinggian lebih dari 1,5m bila tanpa heave compensator, atau hingga 2,5m bila menggunakan heave compensator.

➤ **Survey Side Scan Sonar**

Survei investigasi bawah air (side scan sonar) dimaksudkan untuk mendapatkan kenampakan dasar laut, termasuk lokasi dan luasan obyek-obyek yang mungkin membahayakan. Dual-channel Side Scan Sonar System dengan kemampuan cakupan jarak minimal hingga 75m digunakan untuk mendapatkan data kenampakan dasar-laut (seabed features) di sepanjang koridor yang sama dengan survei Batimetri. Skala penyapuan yang digunakan diatur sedemikian rupa sehingga terjadi overlap minimal 50% untuk area survei yang direncanakan. Lajur-lajur survei side scan sonar dapat dijalankan bersamaan dengan pelaksanaan survei Batimetri dan/atau disesuaikan dengan kedalaman laut sehingga cakupan minimal tersebut dapat terpenuhi.

Apabila menggunakan towfish yang ditarik, panjang kabel towfish tersedia cukup agar tinggi towfish di atas dasar laut dapat dijaga kira-kira 10% dari lebar cakupan/ penyapuan yang dipilih. Towfish sebaiknya dioperasikan dari winch bermotor lengkap dengan electrical slip rings. Rekaman data sonar dikoreksi untuk tow fish lay back dan slant range. Apabila menggunakan towfish yang dipasang pada lambung kapal (vessel-mounted), sistim dilengkapi dengan heave compensator untuk mereduksi pengaruh gelombang. Sistem yang digunakan mampu menghasilkan clear record dari keadaan dasar laut, identifikasi adanya wrecks, obstacles, debris, sand waves, rock outcrops, mud flows atau slides dan sedimen.

Kemungkinan adanya bahaya atau keadaan dasar laut yang perlu mendapatkan perhatian khusus dilakukan investigasi untuk memperjelas jenis dan ukuran bahaya tersebut. Investigasi tersebut dapat dilaksanakan dengan menjalankan lajur yang lebih rapat pada arah yang berbeda dengan lajur umum yang telah dijalankan sebelumnya. Penentuan posisi menggunakan jarak atau waktu tertentu ditandai pada rekaman sonar. Data jarak antara towfish dan antena GPS, termasuk setiap perubahan jarak ini, harus dicatat secara tertib pada Operator's Log selama survei berlangsung untuk keperluan pengolahan data lebih lanjut.

➤ **Survey Sub Bottom Profiler**

Tujuan dari Survei Sub-bottom Profiling (SBP) adalah untuk investigasi dan identifikasi lapisan sedimen dekat dengan permukaan dasar-laut (biasanya hingga 10m) dan untuk menentukan informasi penting yang berhubungan dengan stratifikasi dasar laut. Survei SBP dapat dilaksanakan bersamaan dengan survei Batimetri dan Side Scan Sonar.

Survei SBP dilaksanakan mencakup sepanjang koridor survey dengan lebar bervariasi. Lajur utama dijalankan dengan interval 100 meter dan lajur silang (cross line) dengan interval 1.000 meter. Kemudian setelah rencana jalur ditetapkan, lajur utama kembali dijalankan sebanyak 3 lajur dengan interval 50 meter, dimana satu lajur dijalankan tepat di tengah-tengah rencana jalur kabel.

System Parametric Subbottom Profiling (atau system lain yang dapat memberikan data sepadan) digunakan untuk mendapatkan rekaman data permanent secara grafis atas profil dasar laut dan perlapisan di bawahnya dengan penetrasi dan resolusi optimum di seluruh kedalaman sepanjang koridor rencana jalur kabel. Untuk mencapai maksud ini, peralatan

dioperasikan sesuai dengan petunjuk pabrik dan diset untuk mendapatkan rekaman data optimum. Sub-bottom profiler memberikan rekaman data secara grafis dengan jelas pada skala dan resolusi yang jelas.

Jarak antara transducer/hydrophone dan antena GPS dicatat secara tertib pada Operator's Log dan kemudian diperhitungkan pada saat pekerjaan interpretasi.

Survei Sub-bottom Profiling tidak boleh dilaksanakan pada cuaca berombak karena sangat mempengaruhi kualitas data, kecuali apabila menggunakan heave compensator. Kemungkinan terjadinya noise yang bersumber dari mesin atau kapal survei harus diupayakan seminimal mungkin dengan berbagai cara. Panjang kabel seismic source dan hydrophone (bila menggunakan sistem demikian) disediakan cukup sehingga memungkinkan diulur pada jarak yang dapat memberikan rekaman data optimum.

➤ **Survey Magnetik**

Survei magnetik dilaksanakan untuk mendeteksi adanya obyek-obyek metal pada atau dekat permukaan dasar laut yang mungkin akan membahayakan. Bahaya yang dimaksud antara lain berupa : wrecks, sunken buoys, steel cables maupun bahaya lain yang terdapat di area survei yang telah ditentukan.

Survei magnetik disarankan dilaksanakan bersamaan dengan survei Batimetri, dengan interval lajur survei sebagaimana menjalankan lajur-lajur batimetrik. Survei magnetometer tidak disarankan untuk dilaksanakan bersamaan dengan survei Side Scan Sonar karena dikawatirkan terjadi gangguan yang bersumber dari towfish Side Scan Sonar kecuali dapat dibuktikan memang tidak terjadi gangguan. Panjang kabel disediakan cukup agar dapat dioperasikan secara optimum sesuai dengan kedalaman air laut selama pelaksanaan survei. Untuk mendapatkan rekaman

(secara grafis atau digital) yang memberikan anomali jelas dan pada skala optimum, sensor unit dipasang sedemikian rupa sehingga berada dalam jangkauan deteksi optimum.

Jika terdapat indikasi adanya obyek metal yang cukup signifikan di suatu area tertentu, maka dilakukan survei investigasi lebih lanjut dengan cara menjalankan lajur survei dengan interval lebih rapat.

➤ **Pengukuran Arus**

Pengamatan arus diperlukan dengan tujuan untuk mendapatkan data arah dan kecepatan arus. Data tersebut akan dikorelasikan dengan data pengamatan pasang surut.

Pengamatan arus dilaksanakan dengan 2 metode yaitu; 2 stasiun tetap yaitu pada perairan dekat kedua pantai di mana landing point akan ditempatkan selama sekurang-kurangnya 30 hari pengukuran pada 3 lapisan kedalaman sebesar 0.2, 0.6 dan 0.8m di bawah permukaan air.

Pengukuran dengan metode transek sepanjang jalur poros rencana survei selama sekurang-kurangnya 25 jam saat periode Spring Tide dengan menggunakan peralatan pengukur arus hidro-akustik.

Pembacaan atau pengumpulan data harus dilaksanakan dengan interval tidak lebih dari 60 menit.

➤ **Survey Transpor Sedimen**

Dinamika badan air dan dasar perairan di wilayah survei dikenal sebagai daerah dengan tingkat dinamisasi dasar perairan yang tinggi. Hal tersebut diperkirakan akibat aktifitas eksploitasi pasir di sekitar area survei. Perubahan kedudukan dasar laut akan berakibat pada perubahan kedudukan kabel yang telah digelar.

Survei distribusi sedimen di sepanjang jalur survey minimum dilakukan di tiga tempat mewakili pantai dan tengah-tengah antara keduanya. Pengukuran dilakukan dalam rentang waktu 30 hari. Peralatan utama berupa sediment trap (jebakan sedimen). Sedimen yang terjebak selanjutnya diukur dan diteliti di laboratorium mengenai total berat, ukuran sedimen (grain size) dan dominasi komposisi sedimen dalam arah dan volume sedimen per satuan waktu. Hasil ini nantinya akan digunakan dalam menentukan model arus untuk membentuk model traspor sedimen yang tepat.

➤ **Pengadaan Data Gelombang**

Pengadaan data gelombang laut dilakukan dengan 2 metode yaitu metode pengukuran langsung dan metode pengadaan data tidak langsung atau data sekunder. Pada metode pengukuran langsung, pengamatan gelombang dilakukan dengan mengamati karakter gelombang pada kedua perairan dekat pantai. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan wave-staff atau peralatan perekam gelombang otomatis (self recording).

Metode pengukuran tidak langsung dilakukan dengan pengumpulan data sekunder yang berasal dari dinas meteorologi setempat. Data tersebut dapat digunakan dalam pembangunan model gelombang.

➤ **Pengambilan Contoh Tanah**

Pengambilan contoh dasar laut (seabed sampling) dilaksanakan dengan menggunakan salah satu dari alat berikut: Grab Sampler atau Gravity Corer. Grab/ gravity coring dilaksanakan sepanjang rencana jalur survey hingga kedalaman maksimum 10m dari permukaan dasar laut, dan dengan interval jarak 2,0km atau di lokasi di mana terdapat perubahan litology

yang signifikan yang diindikasikan dari hasil survei SSS ataupun survei SBP.

Pengambilan contoh tanah dilakukan dari atas kapal survei dan dilaksanakan setelah adanya hasil interpretasi sementara di atas kapal survei atas hasil survei Side Scan Sonar dan Sub-bottom Profiling.

Setiap pengambilan contoh tanah harus diusahakan agar memperoleh penetrasi optimum. Setiap kali contoh tanah telah diambil harus dicatat dan dideskripsikan secara visual di lapangan tentang: posisi, jenis, ukuran butir, warna, dan lain-lain yang berhubungan.

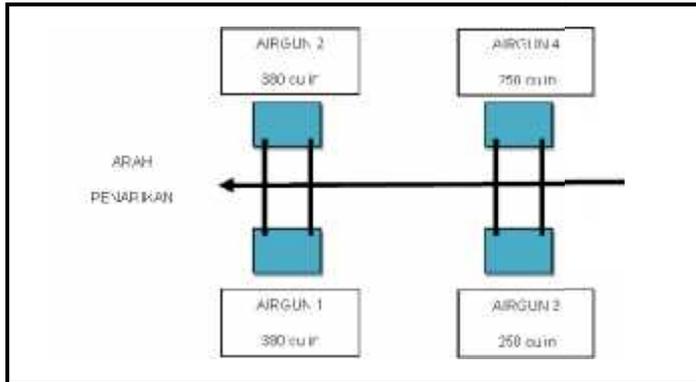
2.2. Metoda Seismik

Dalam metoda seismik perangkat yang digunakan terdiri dari: [2]

2.2.1. Kompresor Seismik dan *Array Airgun*

Kapal Riset Geomarin III memiliki 2 unit kompresor seismik tipe SBM 18-44/2700 dari *Atlas Copco* masing-masing dengan kapasitas minimum 620 SCFM pada 1400 rpm dan kapasitas maksimum 800 SCFM pada 1800 rpm. Kedua kompresor tersebut digerakkan oleh mesin elektrik tipe C-18 'A' Marine dari *Caterpillar* dengan daya maksimum 437 kW pada 1800 rpm. Untuk menjaga kestabilan penyediaan tekanan udara pada dua *airgun*, *G Gun II* yang digunakan bergantian (*airgun* 1 dan 2 digunakan bergantian), maka hanya satu kompresor saja yang digunakan bersamaan dengan satu *airgun* yang beroperasi secara bergantian setiap 12 jam. Konfigurasi dan posisi *airgun* yang dipergunakan selama survei seismik berlangsung. Jarak antar *airgun* ke arah penarikan adalah 1

meter, dan jarak antar *airgun* yang berdampingan (*parallel cluster*) adalah 0,8 meter.



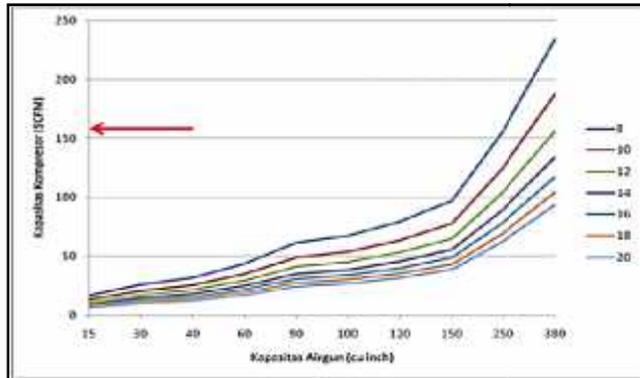
Gambar 2.1. Konfigurasi airgun yang digunakan pada survei seismik

Dalam operasional kegiatan lapangan *array airgun* tersebut ditarik 40 meter dibelakang kapal, dan jarak *airgun* terhadap *active streamer* dibelakangnya adalah 100 meter. Selama survei berlangsung *airgun* dengan kapasitas 380cu in dioperasikan untuk mendapatkan penetrasi yang dangkal dan multiple yang minimal dengan *source interval* tiap 25 meter. Penentuan *source interval* tersebut dilakukan untuk mengakomodir kedalaman target 500-1500 meter untuk mendapatkan *fold* maksimum sebesar 8, serta mengingat keterbatasan kemampuan kompresor seismik dalam menyediakan kebutuhan udara bertekanan tinggi pada *airgun*. Hubungan antara kemampuan kompresor dengan kebutuhan udara tersebut dihitung berdasarkan hubungan matematis berikut:

$$\text{SCFM} = \frac{2.39 \times P \times (V + 13)}{1000 \times C}$$

- P – Firing pressure (psi)
- V = Volume of the gun (in³)
- C = Firing interval (sec.)

Kemampuan kompresor dihitung dengan satuan *SCFM* (*standard cubic feet per minute*), kebutuhan volume udara *airgun* dihitung dalam satuan *cubic inch* (*cu in*) pada tekanan 2000 psi, dan interval peledakan *airgun* (*firing interval*) dihitung dalam satuan detik. Hubungan matematis tersebut dalam bentuk kurva. Satu *airgun* tersebut adalah masing-masing *airgun* 1 atau 2 digunakan bergantian. Kapasitas kompresor yang dibutuhkan untuk mengisi *airgun* dengan kapasitas 380 *cu in* dengan *firing rate* sekitar 12.5 detik pada rentang 150-200 SCFM ditunjukkan oleh panah merah pada Gambar 2.2. Oleh karena itu, satu kompresor dengan kapasitas 620 SCFM pada 1400 rpm yang digunakan bergantian cukup untuk digunakan mengisi *airgun*.



Gambar 2.2. Hubungan antara kemampuan kompresor dengan kebutuhan tekanan udara untuk *airgun*

2.2.2. *Gun Controller*

Peledakan *airgun* dilakukan oleh kelep (*valve*) *solenoid* yang terpasang pada setiap *airgun*. *Solenoid* ini memerlukan arus listrik pada tegangan 60 volt yang dibangkitkan oleh perangkat lunak *Gun Controller GUNLINK 2000 VERSION 3.0* di Laboratorium Geofisika, Kapal Riset Geomarin III. Prosedur pembangkitan tersebut mengikuti perintah dari sistem navigasi *Eiva - NaviPac Configuration* untuk setiap jarak yang telah ditentukan.

Monitoring terjadinya peledakan dilakukan oleh perangkat lunak *Gun Controller GUNLINK2000 VERSION 3.0*. Dalam operasional lapangan *QC* ketepatan peledakan hingga kurang dari 5 milidetik sukar untuk dicapai, yang kemungkinan merupakan kombinasi akibat kurangnya kecepatan *supply* udara ke *airgun* dan lebar pulsa listrik dari *Gun Controller GUNLINK 2000*

VERSION 3.0 ke *solenoid* pada *airgun*. Sinkronisasi peledakan dengan perekaman dilakukan dengan mengirimkan pulsa *Time Break* dari *Gun Controller GUNLINK 2000 VERSION 3.0* ke perekam seismik. Untuk pengembangan selanjutnya diperlukan perangkat untuk melakukan sinkronisasi peledakan sehingga diperoleh penguatan dari sinyal pulsa sekaligus meminimalisasi *bubble effect* dari *output wavelet* dari *airgun* yang merupakan *input wavelet* untuk proses konvolusi seismik.

2.2.3. *Streamer*

Streamer berfungsi sebagai penerima pulsa suara terpantul oleh struktur perlapisan bumi di bawah permukaan dasar laut. *Streamer* dari *Sercel Seal* digunakan dalam kegiatan survei seismik ini dengan panjang 600 meter atau 4 *active section* (ALS) yang terdiri dari 48 *active channel*, dengan spasi antar *channel* 12.5 meter. Keseluruhan panjang tersebut terbagi kedalam 4 *active section* dengan panjang masing-masing 150 meter, sehingga setiap *active section* terdapat 12 *active channel*. Pada masing-masing *channel* terdapat 16 *hydrophone* aktif yang disambungkan secara paralel. Enam unit *Field Digitizer Unit (FDU)* dipasang di dalam *streamer* berfungsi mengubah sinyal *analog* yang diterima oleh *hydrophone* menjadi *digital*, sehingga sinyal yang dikirim ke *recording system* di Laboratorium Geofisika Kapal Riset Geomarin III telah dalam bentuk file yaitu *Field File Identification (FFID)* untuk setiap shot gather.

Konfigurasi *streamer* sebagai berikut:

- 1 x 65 m *Towing Cable Leader*
- 1 x 75 m *Head Elastic Section (HESE)*
- 4 x 150 m *Active Section (ALS)*
- 1 x 50 m *Tail Elastic Section (TES)*
- 1 x 100 m *nylon rope*
- *Tail Buoy*

Selain *active streamer* juga terdapat beberapa modul-modul lain yang ikut digelar di belakang kapal, konfigurasi *Active streamer* ditarik di belakang kapal pada kurang lebih 140 meter dari buritan. Disepanjang *streamer* ini dipasang lima *Ion Digibird 5010* di ujung depan, tengah dan belakang *streamer*, yang digunakan sebagai pengontrol kedalaman *streamer*.

Selama survei posisi *Digibird* dimonitor oleh *Positioning Control System (PCS)* dengan perangkat lunak *DigiCourse* di Laboratorium Geofisika Kapal Riset Geomarin III dan diusahakan untuk tetap berada pada kedalaman sekitar 7 meter dari permukaan laut. Posisi kedalaman *streamer* sangat berpengaruh pada kondisi *noise* (derau), jika terlalu dangkal atau dekat dengan permukaan laut *noise* akan meninggi akibat riak gelombang permukaan laut hingga menutupi sinyal terpantul dari dasar laut. Sebaliknya bila terlalu dalam, sensitivitas dari *Streamer* akan berkurang akibat tingginya tekanan hidrostatik, atau secara otomatis akan mati bila kedalamannya melebihi 30 meter.

2.2.4. *Recording System*

Seismic recording system di Kapal Riset Geomarin III terdiri dari beberapa sub-sistem yang disebut sebagai *Sercel Seal Recording System*, disamping itu juga terdapat *deck system* yang menghubungkan streamer dengan *recording system*. Secara detail *recording system* terdiri dari:

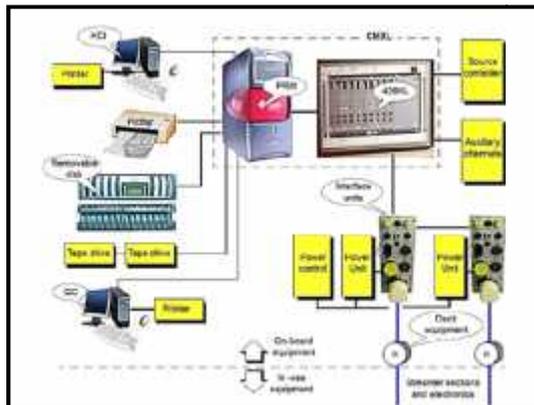
- a. *Human Computer Interface* (HCI), yang terdiri dari sebuah *SUN work station computer* berikut *software* yang menghubungkan antara operator dengan perangkat keras *Seal System*. Komputer ini mempunyai dua layar untuk memudahkan dalam memberikan perintah serta memonitor keseluruhan sistem (Gambar 2.3.).
- b. Modul *CMXL*, yang terdiri dari unit *408XL* dan unit pemroses *PRM*. Semua parameter yang dimasukkan oleh operator melalui *HCI* akan diterima oleh modul ini untuk diproses. Unit *408XL* berfungsi sebagai penerima signal *Time Break* yang dibangkitkan oleh *GUNLINK 2000 VERSION 3.0 Gun Controller*. Disamping itu juga berfungsi untuk mengatur *streamer* secara elektronik maupun untuk mengumpulkan data signal dari *streamer*.
- c. *PRM*, terdiri dari *SUN work station* dan *software* yang berfungsi untuk memformat data dari dan ke *Network Attached Storage* (NAS), *plotter*, dan sistem kontrol kualitas (*eSQCPro system*).
- d. *Interface Unit*, terdiri dari *DXCU module*, berfungsi sebagai pemberi daya listrik bagi *streamer* serta *interface* aliran data dari *streamer* ke *CMXL* dan dari

Digibird ke PCS (ION Positioning Control System) di dalam Laboratorium Geofisika, Kapal Riset Geomarin III.

Kontrol kualitas perekaman selama survei berlangsung dilakukan oleh sebuah IBM workstation berikut perangkat lunak *eSQCP* system. Hubungan antar komputer-komputer di atas secara fisik dilakukan dengan melalui jaringan khusus yang terpisah dari jaringan komputer umum di Kapal Riset Geomarin III.

Parameter perekaman data seismik adalah:

- *Sampling Rate (SR)* : 2 ms
- *Low Cut Filter (LCF)* : 3 Hz dengan gain 0 dB
- *High Cut Filter (HCF)*: $1 / (2 \times SR) = 1 / (2 \times 2 \text{ ms}) = 250 \text{ Hz}$
- *Record Length (RL)* : 6000 ms



Gambar 2.3. Sercel Seal Recording System yang digunakan selama survey

2.3. Kapal Riset

Kapal riset adalah kapal yang didesain untuk membawa fasilitas penelitian hingga ke tengah lautan. Kapal riset memiliki peruntukannya masing-masing, dan peran tersebut menjadikan kapal riset memiliki beberapa jenis. Kapal riset juga dapat bekerja sama dengan jenis kapal lain, misal kapal pemecah es untuk mengarungi lautan es.

Kapal riset oseanografi membawa peralatan yang dapat mengukur karakteristik fisik, kimiawi, dan biologi dari air dan udara di atmosfer serta kondisi iklim di atasnya. Termasuk di dalamnya adalah sonar gema untuk pembacaan hidrografi sederhana. Kapal ini juga membawa peralatan selam ilmiah dan kapal selam nirawak. Contoh kapal riset oseanografi adalah NOAA Ronald H. Brown.

Berikut ini merupakan beberapa contoh dari kapal riset oseanografi yang akan di analisa.

2.3.1. Kapal Riset Baruna Jaya III



Gambar 2.4. Kapal Riset Baruna Jaya III [3]

Nama Kapal	: K/R. BARUNA JAYA III
Nama Panggilan	: YEAU
Registrasi Pelabuhan	: Jakarta, Indonesia
Fungsi	: Oceanografi dan Geologi
Klas	: Bureau Veritas, Research Ship
Nomor IMO	: 8420050
Galangan Pembuat	: CMN, Cherbourg-France
Diluncurkan	: 1989
GRT	: 1184 Ton
NRT	: 355 Ton
LOA	: 60.40 m
LBP	: 52.39 m
Lebar	: 11.60 m
Depth at Upper Deck	: 6.50 m
Draft Mean	: 5.70 m
Kecepatan	: 8 knot
Akomodasi	: 17 kru & 28 Engineer/Peneliti
Pemilik	: BPPT Indonesia
Mesin utama	: 2 x 1100 HP @850 RPM, Niigata SEMT Pielstick 5PA5L
Mesin bantu	: 1 unit Diesel Generator Detroit 268 HP @1500 RPM
Alternator utama	: 2 unit shaft driven generator Leroy Sommer @625 KVA
Synchronous alternator	: 1 unit Leroy Sommer 200 KVA @1500rpm
Bow thruster	: 1 unit Pleuger 200 HP @1450 rpm
Tipe propeller	: CPP 4 Blades type 417 CCW

Kapasitas tanki
bahan bakar : HSD 260.000 liter, Oil 14.000 liter
Kapasitas tanki
air tawar : 93.700 liter
Konsumsi bahan
bakar : 6752 liter/hari
Life raft : 6 x 20 pax
1 unit Rubber Boat with 20 HP Engine

2.3.2. Kapal Riset NOAA



Gambar 2.5. Kapal Riset NOAA [4]

Designer : Halter Marine
Builder : Halter Marine, Inc., Moss Point,
Mississippi

Rated Power (each) : 3,000 HP

Bow Thruster

Quantity : 1
Type : Azimuthing jet
Manufacturer : Elliot White Gill, Model 50 T 35
Motor : GE, Powered from SCR drives
Rated Power : 1,180 HP

2.3.3. Kapal Riset Geomarine III



Gambar 2.6. Kapal Riset Geomarine III [5]

Scientist and Technicians : 29 orang.
Total Complement onboard : 51 orang.
Length overall : 61,7 meter.
Length between perpendiculars : 55.00 meter.
Breadth moulded : 12 meter.
Depth moulded : 6 meter.
Draught design : 3,7 meter.
Gross Register Tonnage : 1300 GT.
Maximum speed : 13,5 knot.
Service speed : 12,5 knot.
Survey speed : 4 knot.

Range at speed of	: 12,5 knot 5400 miles.
Endurance	: 30 hari.
Control maneuver	: DP-1.
Main engine	: 2 x 1000 HP.
Propeller	: 2 x 4 blades CPP
Main generator	: 3 x 350 kW.
Fuel oil tank (100%)	: 267 m ³
Lub. oil tank (100%)	: 11 m ³
Fresh water tank (100%)	: 124 m ³
Ballast water tank (100%)	: 110 m ³

Kapal Geomarin III dilengkapi dengan peralatan survei antara lain:

- Dual Frequency Echosounder.
- Medium To Low Frequency Multibeam Echosounder.
- Chirp Deep Sea Sub-bottom Profiler.
- Side Scan Sonar.
- Magnetometer.
- Gravitiometer .
- 2D Seismic System 480 Channel.
- 2D Seismic Navigation System.
- Onboard Seismic Data Processing.

2.4. Hambatan Angin dan Udara

2.4.1. Defenisi Hambatan Angin dan Udara

Hambatan udara dan angin pada kapal yaitu tahanan yang dialami oleh bagian dari badan utama kapal yang berada diatas permukaan air dan bangunan atas (*superstructure*) karena gerakan kapal yang juga menyusuri udara dan adanya hembusan angin.

Kapal yang bergerak pada lautan yang tenang, akan mengalami tahanan udara akibat gerakan bagian badan atas kapal melalui udara.

Hembusan angin akan menimbulkan tahanan angin yang besarnya bergantung pada kecepatan hembusan angin dan arah datangnya.

2.4.2. Rumus Perhitungan

Tahanan udara dan angin pada kapal yang bergerak di air tenang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$R_{AA} = \text{koefisien } \frac{1}{2} A_T V^2$$

Dimana : A_T = luas proyeksi transversal bagian atas kapal

V = kecepatan kapal

= massa jenis udara (0,00238)

Besar koefisien bergantung pada bentuk bagian atas kapal.

Seorang ilmuwan bernama **Taylor** memberikan formula luas transversal untuk tahanan udara dan angin pada kapal yang bergerak berlawanan dengan arah angin sebagai :

$$A_T = B B/2 = B^2/2$$

Berdasarkan hasil percobaan, **Taylor** mendapatkan besar koefisien tahanan udara dan angin sebesar 1,28. Maka :

$$\begin{aligned} R_{AA} &= 1,28 \frac{1}{2} A_T (V_R)^2 \\ &= 1,28 \times \frac{1}{2} \times 0,00238 \times B^2/2 \times (V_R)^2 \end{aligned}$$

$$= 0,00152 \times \frac{1}{2} \times B^2 / 2 \times (V_R)^2 \quad (\text{lbs})$$

Dimana : V_R = kecepatan hembus angin relatif terhadap kapal (*fps*)

B = lebar kapal (*ft*)

Apabila kapal bergerak di air yang tenang, maka $V_R = V =$ *kecepatan kapal*

Apabila V_R dalam satuan knots, maka :

$$R_{AA} = 0,00435 \times \frac{1}{2} \times B^2 / 2 \times (V_R)^2$$

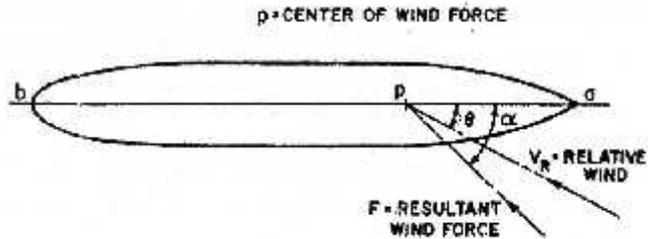
atau :

$$R_{AA} = 0,00435 \times A_T \times (V_R)^2$$

Taylor membulatkan besar koefisien menjadi 0,004. Maka rumus menjadi :

$$R_{AA} = 0,004 \times A_T \times (V_R)^2$$

Seorang peneliti lain yang bernama **Hughes** melakukan banyak percobaan dengan menggunakan model dimana bagian atas air kapal yang diletakkan pada air dalam posisi terbalik dan di tarik dengan kecepatan dan sudut yang berbeda untuk simulasi kecepatan relatif dan arah angin yang berbeda. Gambar berikut adalah sketsa dari tahanan angin tersebut.



Gambar 2.7. Sketsa tahanan angin

Untuk arah datang angin yang berlawanan dengan arah gerak kapal, Hughes mendapatkan prinsip berikut :

- Tahanan total sekumpulan unit- unit terpisah pada umumnya lebih kecil dari jumlah tahanan total dari masing- masing unit. Hal ini terjadi karena adanya efek melindungi.
- Pembundaran (*rounding*) ujung-ujung depan bangunan atas akan mengurangi tahanan angin dari depan. Pembundaran ujung belakang bangunan atas memberikan efek yang kecil.
- *Sheer* pada badan bagian depan memberikan efek pelindung yang besar.

Dari pengujian yang dilakukan di terowongan angin menghasilkan harga rata- rata koefisien tahanan angin C_{AA} sebagai berikut :

Kapal muatan curah

$$C_{AA} = 0,08 \times 10^{-3}$$

Kapal tangki

$$C_{AA} = 0,08 \times 10^{-3}$$

Kapal tangki yang sangat besar

$$C_{AA} = 0,04 \times 10^{-3}$$

Kapal ikan

$$C_{AA} = 0,13 \times 10^{-3}$$

Kapal peti kemas (tanpa peti kemas di atas geladak)

$$C_{AA} = 0,08 \times 10^{-3}$$

Kapal peti kemas (dengan peti kemas di atas geladak)

$$C_{AA} = 0,1 \times 10^{-3}$$

Kapal penumpang

$$C_{AA} = 0,09 \times 10^{-3}$$

Kapal penyeberangan

$$C_{AA} = 0,1 \times 10^{-3}$$

2.4.3. Faktor- faktor penyebab terjadinya Hambatan udara & angin (R_{AA})

Ada beberapa faktor penyebab yang dapat menimbulkan hambatan udara dan angin, yaitu :

- Penyebab dari kapal itu sendiri. Kapal yang bergerak pada lautan yang tenang, akan mengalami tahanan udara akibat gerakan bagian badan atas air kapal melalui udara. Hal ini merupakan faktor yang mutlak terjadi yang disebabkan karena kekentalan udara. Tahanan yang disebabkan karena terjadi pada bangunan atas kapal yang meliputi tabung- tabung

udara, tiang mas, kran- kran dan derek- derek, sekoci penolong, tali- temali dan lain- lainnya.

- Dari hembusan angin, yang akan menimbulkan tahanan angin, besarnya bergantung pada kecepatan hembus angin dan arah datangnya.

2.4.4. Pengaruh dari R_{AA} Terhadap gerakan kapal

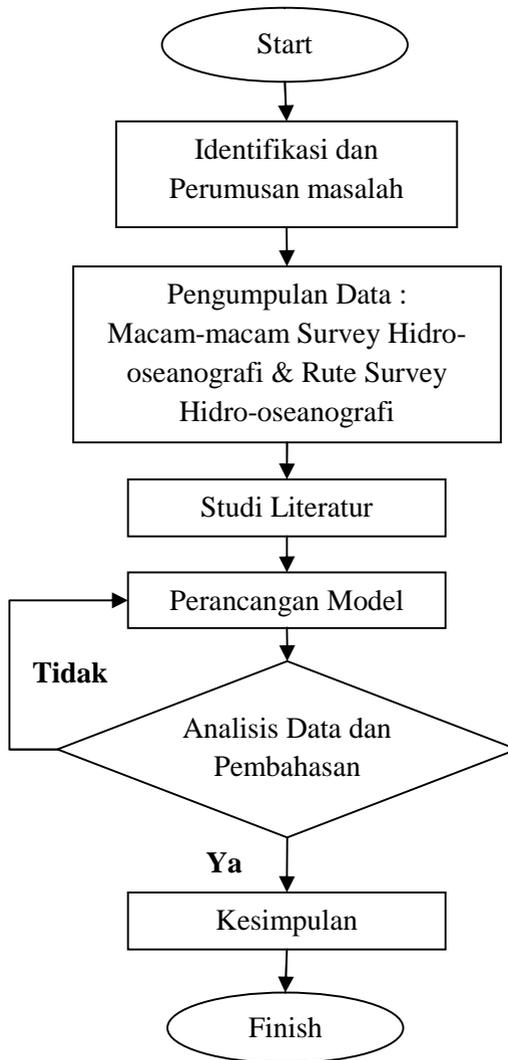
Didalam buku yang disusun Dr. Ir. Ricky Lukman T., disebutkan tahanan udara dan angin akan memberikan gaya yang melawan gerakan kapal. Hal ini tentu saja akan memberikan pengaruh terhadap kecepatan kapal, yaitu akan mengurangi kinerja dari *efectif horse power* kapal, sehingga akan mengganggu kemampuan olah gerak dan unjuk kerja (*performance*) dari kapal. [6]

BAB III

METODOLOGI

Untuk mendukung proses pengoptimalisasian rute survey hidro-oseanografi dibutuhkan kejelasan metode yang selanjutnya menjadi kerangka acara dalam pelaksanaan tugas akhir. Kerangka ini berisi tahapan yang akan dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan.

Analisa dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dari 3 kapal riset yang berbeda, dan terlebih dahulu mempelajari studi literature terhadap materi atau pokok yang terkait dengan pelaksanaan tugas akhir yang akan dilakukan dan pemahaman mengenai karakteristik operasi kapal pada saat pelaksanaan survey hidro-oseanografi. Adapun alur penelitian yang dibuat adalah sebagai berikut:



3.1 Identifikasi dan perumusan masalah

Tahap awal ini merupakan tahap dimana memulai untuk mencari dan mengidentifikasi masalah yang dianggap pantas untuk dijadikan ide skripsi dan belum pernah dipakai oleh orang lain. Setelah mendapatkan ide skripsi tersebut dirumuskan permasalahan yang perlu dibahas apa saja terkait dengan judul skripsi tersebut. Identifikasi dan perumusan masalah yang diambil dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

Dalam pelaksanaan survey hidro-oceanografi terdapat berbagai macam kegiatan yang harus dilakukan. Antara lain survey titik kontrol geodetik, sistem navigasi survey, pengamatan pasang surut laut, survey batimetri, survey side scan sonar, survey sub bottom profiler, survey magnetic, pengukuran arus, survey transport sedimen dan pengadaan data gelombang. Dari masing masing survey yang dilakukan memiliki jarak interval waktu yang berbeda. Maka dibutuhkan adanya improvisasi yang bertujuan untuk memaksimalkan waktu yang harus ditempuh dalam pelaksanaan survey hidro-oseanografi. Yang diharapkan dapat menekan biaya operasional kapal.

Berdasar uraian diatas disampaikan beberapa hipotesa yang antara lain:

1. Perbedaan bentuk block mapping dapat mempengaruhi waktu penelitian
2. Alur dari pada block mapping berpengaruh terhadap tahanan kapal yang disebabkan oleh angin.
3. Kecepatan kapal dapat mempengaruhi lama pengambilan contoh sedimen serta bahan bakar yang digunakan.

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengoptimalkan blok mapping pada saat pelaksanaan survey hidro-oceanografi

3.2 Pengumpulan data

Merupakan tahap dimana mengumpulkan data dari macam macam survey hidro-oseanografi, data kapal survey, serta rute yang akan digunakan pada masing masing survey.

Berikut ini adalah data-data dari kapal riset yang akan dianalisa:

✓ **Kapal Riset tipe A**

- Fungsi : Oceanografi dan Geologi
- GRT : 1184 Ton
- NRT : 355 Ton
- LOA : 60.40 m
- LBP : 52.39 m
- Lebar : 11.60 m
- Depth at Upper Deck: 6.50 m
- Draft Mean : 5.70 m
- Kecepatan : 8 knot
- Mesin utama : 2 x 1100 HP @850 RPM,
Niigata SEMT Pielstick 5PA5L
- Mesin bantu : 1 unit Diesel Generator Detroit
268 HP @1500 RPM

✓ **Kapal Riset tipe B**

- Fungsi : Oceanografi dan Geologi
- Scientist and Technicians : 29 orang.

- Total Complement : 51 orang.
- Length overall : 61,7 meter.
- Length B.P. : 55.00 meter.
- Breadth moulded : 12 meter.
- Depth moulded : 6 meter.
- Draught design : 3,7 meter.
- Gross Register Tonnage : 1300 GT.
- Maximum speed : 13,5 knot.
- Service speed : 12,5 knot.
- Survey speed : 4 knot.
- Endurance : 30 hari.
- Control maneuver : DP-1.
- Main engine : 2 x 1000 HP.
- Propeller : 2 x 4 blades CPP
- Main generator : 3 x 350 kW.

✓ **Kapal Riset tipe C**

- Length (LOA) : 83.5 m (274 ft)
- Breadth (moulded) : 16.0 m (52.5 ft.)
- Draft, Maximum : 5.2 m (17.0 ft.)
- Depth to Main Deck : 8 m (26.5 ft.)
- Displacement : 3,250 tons
- Emergency Speed : 15 knots
- Cruising Speed : 11 knots at full fuel capacity
- Main Propulsion Generators : 2 x 1500 kW
- Main Propulsion Units : 2 x 3000 HP
- Bow Thruster : 1 unit 1180 HP

3.3 Studi Literatur

Merupakan tahap pencarian referensi untuk dijadikan acuan dalam pengerjaan skripsi. Referensi tersebut haruslah berkaitan dengan tema dan pengerjaan skripsi yang dikerjakan. Studi literatur dilakukan dengan pengumpulan referensi – referensi mengenai survey hidro-oseanografi, literatur – literatur tersebut di dapat dari :

- ❖ Text book
- ❖ Internet
- ❖ Artikel
- ❖ *Journal*
- ❖ *Paper*
- ❖ Tugas akhir

Sedangkan untuk tempat pencarian dan pembacaan dari literatur tersebut dilakukan di :

- ❖ Ruang baca Fakultas Teknologi Kelautan (FTK)
- ❖ Ruang baca Fakultas Teknik Mesin.

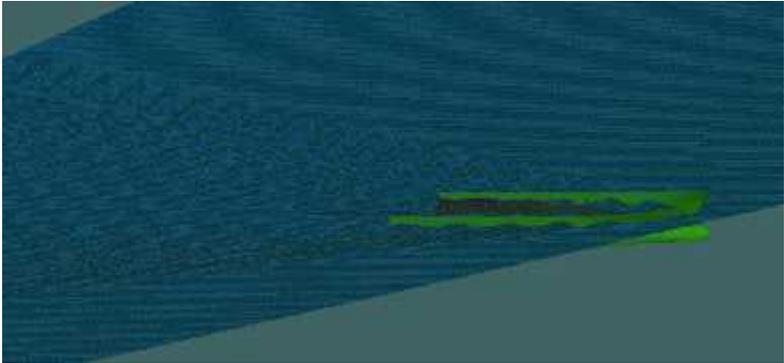
3.4 Perancangan model

Pada tahap ini akan ditabulasikan dalam proses perancangan model dari berbagai bentuk blok mapping pada masing masing survey yang selanjutnya akan dilakukan pengoptimalisasian dengan menggabungkan dari berbagai macam blok mapping.

Dalam pemodelan bentuk lambung kapal akan digunakan software Maxsurf v.13.1 yang akan disimulasikan pada tiga model kapal yang berbeda. Pada Kapal Riset tipe A, B, dan C

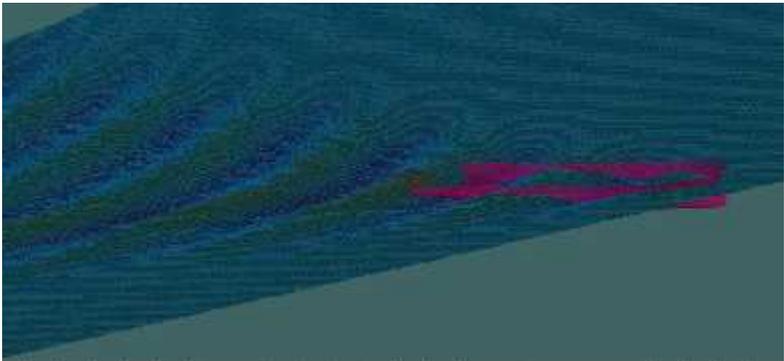
akan dilakukan pemodelan yang selanjutnya akan digunakan untuk mencari nilai dari perbandingan daya dengan kecepatan.

Adapun hasil modeling dari Kapal Riset tipe A sebagai berikut:



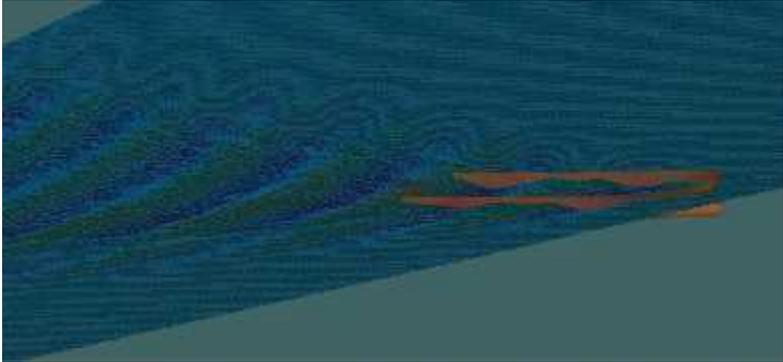
Gambar 3.1. Modelling Kapal Riset tipe A

Sedangkan pada Kapal Riset tipe B juga dilakukan pemodelan sesuai dengan dimensi kapal. Adapun hasil modelingnya sebagai berikut:



Gambar 3.2. Modelling Kapal Riset tipe B

Kemudian pada Kapal Riset tipe C didapatkan hasil modeling sebagai berikut:



Gambar 3.3. Modelling Kapal Riset tipe C

3.5 Tahap Analisa dan Penyelesaian

Pada tahap ini, model di analisa dengan metode yang telah ditentukan, dan selanjutnya diperoleh keluaran yang menunjukkan bagaimana optimalisasi blok mapping pada saat survey, langkah akhir dari proses analisa dan penyelesaian ini adalah pendokumentasian laporan.

3.6 Kesimpulan

Apabila perhitungan dan analisa dapat diterima, maka akan langsung diambil kesimpulan untuk menerangkan penyelesaian yang telah dilakukan.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Kapal

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisa terhadap tiga kapal penelitian yang berbeda. Antara lain Kapal Riset tipe A, Kapal Riset tipe B, dan KAPAL RISET TIPE C dengan spesifikasi pada setiap kapal sebagai berikut:

✓ Kapal Riset tipe A

- Nama Kapal : KAPAL RISET TIPE A
- Nama Panggilan : YEAU
- Registrasi Pelabuhan : Jakarta, Indonesia
- Fungsi : Oceanografi dan Geologi
- GRT : 1184 Ton
- NRT : 355 Ton
- LOA : 60.40 m
- LBP : 52.39 m
- Lebar : 11.60 m
- Depth at Upper Deck: 6.50 m
- Draft Mean : 5.70 m
- Kecepatan : 8 knot
- Mesin utama : 2 x 1100 HP @850 RPM,
Niigata SEMT Pielstick 5PA5L
- Mesin bantu : 1 unit Diesel Generator Detroit
268 HP @1500 RPM
- Alternator utama : 2 unit shaft driven generator
Leroy Somer @625 KVA
- Bow thruster : 1 unit 200 HP @1450 rpm

✓ Kapal Riset tipe B

- Nama Kapal : Kapal Riset tipe B
- Scientist and Technicians : 29 orang.
- Total Complement : 51 orang.
- Length overall : 61,7 meter.

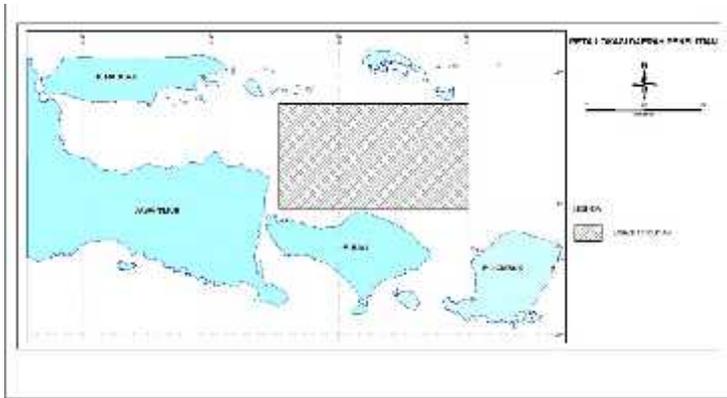
- Length B.P. : 55.00 meter.
- Breadth moulded : 12 meter.
- Depth moulded : 6 meter.
- Draught design : 3,7 meter.
- Gross Register Tonnage : 1300 GT.
- Maximum speed : 13,5 knot.
- Service speed : 12,5 knot.
- Survey speed : 4 knot.
- Endurance : 30 hari.
- Control maneuver : DP-1.
- Main engine : 2 x 1000 HP.
- Propeller : 2 x 4 blades CPP
- Main generator : 3 x 350 kW.

✓ **KAPAL RISET TIPE C**

- Designer : Halter Marine
- Builder : Halter Marine, Inc., Moss Point, Mississippi
- Launched : May 30, 1996
- Delivered : April 18, 1997
- Commissioned : July 19, 1997
- Hull Number : R104
- Call Letters : WTEC
- Home Port : Charleston, South Carolina
- Length (LOA) : 83.5 m (274 ft)
- Breadth (moulded) : 16.0 m (52.5 ft.)
- Draft, Maximum : 5.2 m (17.0 ft.)
- Depth to Main Deck : 8 m (26.5 ft.)
- Displacement : 3,250 tons
- Emergency Speed : 15 knots
- Cruising Speed : 11 knots at full fuel capacity
- Main Propulsion Generators : 2 x 1500 kW
- Main Propulsion Units : 2 x 3000 HP
- Bow Thruster : 1 unit 1180 HP

4.2. Lokasi Daerah Penelitian

Secara geografi, daerah penelitian dibatasi di bagian utaranya dengan Pulau Kangean, di selatannya dengan Pulau Bali, sedangkan di bagian baratnya dengan kawasan perairan Laut Jawa bagian timur dan bagian timur daerah penelitian berbatasan dengan perairan Lombok utara. Daerah survey yang akan di optimalisasi mencakup wilayah Perairan Utara Bali yang secara geografis terletak pada koordinat 114° 32' - 116° 01' Bujur Timur dan -07° 15' - -08° 02' Lintang Selatan.



Gambar 4.1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

Dalam proses pengambilan data lapangan, metoda pemeruman, magnet, dan seismik dilakukan bersamaan. Dari hasil pengambilan data lapangan diperoleh panjang lintasan untuk metoda seismik sepanjang 1.304 kilometer. Sedangkan jumlah percontoh sedimen permukaan dasar laut yang diambil pada penelitian ini sebanyak 19 titik.

4.4. Perhitungan Lama Pelayaran dan Kebutuhan Bahan Bakar

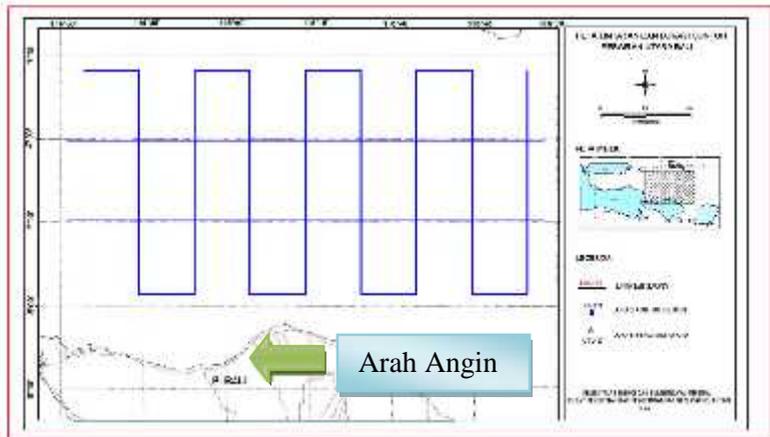
4.4.1. Metoda Seismik

Dalam metoda seismik menggunakan peralatan yang terdiri dari Kompresor Seismik dan *Array Airgun*. Selama survei berlangsung airgun dengan kapasitas 380cu in dioperasikan untuk mendapatkan penetrasi yang dangkal dan multiple yang minimal dengan source interval tiap 25 meter. Penentuan source interval tersebut dilakukan untuk mengakomodir kedalaman target 500-1500 meter untuk mendapatkan fold maksimum sebesar 8, serta mengingat keterbatasan kemampuan kompresor seismik dalam menyediakan kebutuhan udara bertekanan tinggi pada airgun. Kapasitas masing-masing airgun tersebut 380 cu in untuk firing rate lebih kurang 12,5 detik, atau mewakili interval peledakan setiap 25 meter kapal melaju pada kecepatan 4 knot.

Pada survey seismic ini akan dilakukan analisa terhadap pengoptimalisasian block mapping serta melakukan perbandingan terhadap tiga kapal yang berbeda.

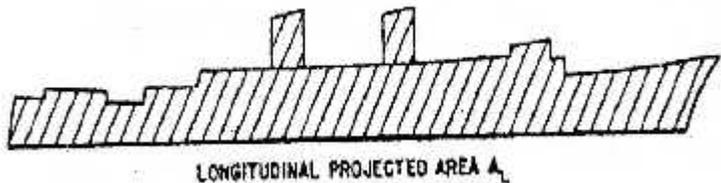
4.4.1.1. Block Mapping

Block mapping merupakan jalur yang akan digunakan pada saat survey seismic. Pada perencanaan jalur ini akan di analisa dengan menggunakan dua variasi block mapping. Survey seismic dilaksanakan mencakup sepanjang koridor survey dengan lebar bervariasi. Lajur utama harus dijalankan dengan interval 100 meter dan lajur silang (cross line) dengan interval 1000 meter. Untuk block mapping variasi I dan variasi II akan ditampilkan pada gambar 4.3. dan gambar 4.5.

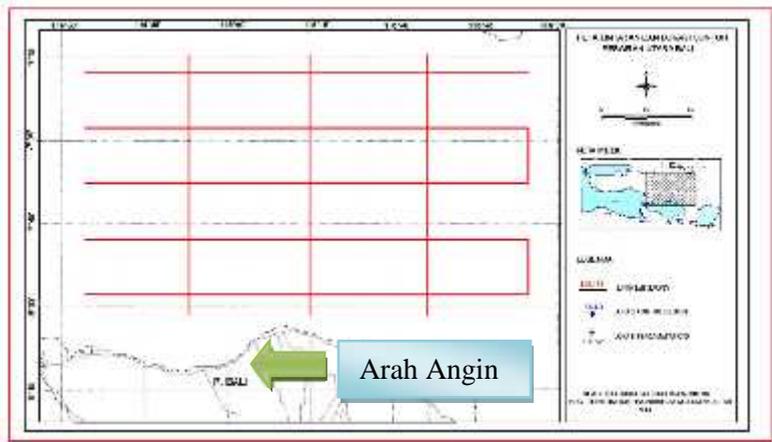


Gambar 4.3. Block Mapping Variasi I

Untuk angin yang arah datangnya tegak lurus sisi kapal, tahanan pada badan (*hull*) dan bangunan atas (*superstructure*) mempunyai koefisien yang sama. Maka, luas efektif akan sama dengan luas proyeksi longitudinal kapal.



Gambar 4.4. Luas proyeksi longitudinal kapal



Gambar 4.5. Block mapping variasi II

Untuk angin yang arah datangnya berlawanan dengan arah gerak kapal, nilai koefisien tahanan permukaan badan kapal di bawah geladak cuaca lebih kecil dari pada permukaan frontal bangunan atas.

Luas proyeksi transversal didapat dengan :

$$A_T = 0,3 A_1 + A_2$$

Dimana :

A_1 = luas proyeksi transversal badan kapal

A_2 = luas proyeksi transversal bangunan atas



Gambar 4.6. Luas proyeksi transversal kapal

Untuk mendapatkan harga F digunakan formula berikut :

$$F = K \times 0,0068 (V_R)^2 (A_1 \sin^2 \theta + A_T \cos^2 \theta) / \cos(\theta - \alpha)$$

Dimana:

- F = Resultan wind force
- K = Koefisien tahanan udara dan angin (0.5 - 0.65)
- V_R = Kecepatan hembus angin relatif terhadap kapal
- θ = Sudut arah angin terhadap kapal

Untuk arah datang angin berlawanan dengan gerak kapal $\theta = 0$, maka :

$$R_{AA} = 0,004 \times A_T \times (V_R)^2$$

Pada block mapping variasi II, dalam pelaksanaan survey seismic kapal lebih banyak melaju pada arah yang berlawanan dengan arah angin. Sehingga digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_T &= 0,3 A_1 + A_2 \\ &= (0,3 \times 27,6) + 50 \\ &= 58,28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= K \times 0,0068 (V_R)^2 (A_1 \sin^2 \theta + A_T \cos^2 \theta) / \cos(\theta - \alpha) \\ &= 0,6 \times 0,0068 \times 20^2 \times (27,6 \sin^2 35 + 58,28 \cos^2 35) / \cos(45-35) \\ &= 45,60 \text{ lbs} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{AA} &= 0,004 \times A_T \times (V_R)^2 \\ &= 0,004 \times 58,28 \times 20^2 \\ &= 93,25 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai F (Resultan Wind Force) sebesar 45.60 lbs dan 93.25 lbs (1 lbs = 0.453592 kg).

4.4.1.2. Perhitungan waktu tempuh dan kebutuhan bahan bakar

Dalam pencarian hubungan daya dengan kecepatan kapal digunakan software Hullspeed yang terdapat dalam Maxsurf v.13.1. Setelah hubungan antara daya dan kecepatan ditemukan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan kebutuhan bahan bakar selama pelaksanaan survey seismic.

Pada perhitungan lama pelayaran pada saat survey seismic dirumuskan sebagai berikut :

$$T = \frac{S}{V}$$

Dimana :

T : Waktu Pelayaran (Jam)
S : Jarak Pelayaran (Nautical Miles)
V : Kecepatan (Knot)

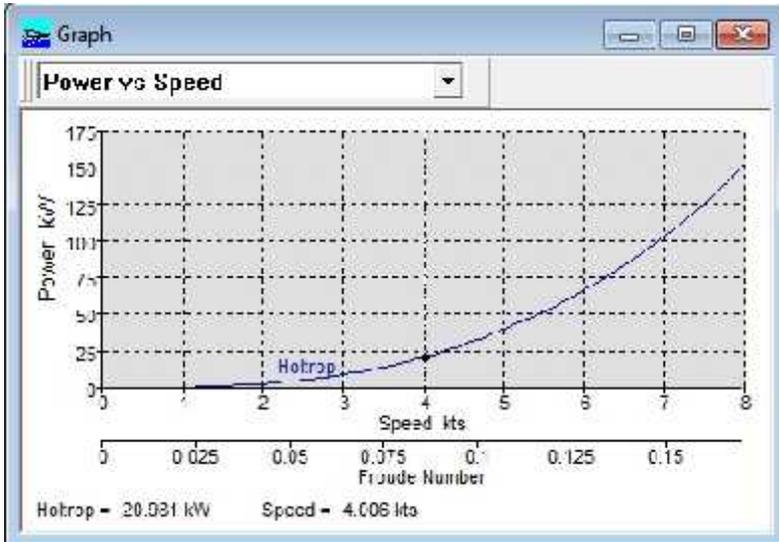
Pada perhitungan kebutuhan bahan bakar yang digunakan pada saat survey seismik dirumuskan sebagai berikut :

$$W_{fo} = P \times SFOC \times T \times C \times 10^{-6}$$

Dimana :

W_{fo} : Kebutuhan Bahan Bakar (ton)
P : Power Main Engine (Kw)
SFOC: Specific Fuel Oil Consumption (g/Kwh)
T : Waktu Pelayaran (jam)
C : Konstanta Penambahan Bahan Bakar (1.3 – 1.5)

Survey Seismik – Kapal Riset tipe A



Gambar 4.7. Power vs Speed Kapal Riset tipe A

Lama pelayaran pada saat survey seismic Kapal Riset tipe A :

$$T = \frac{622.57}{4}$$

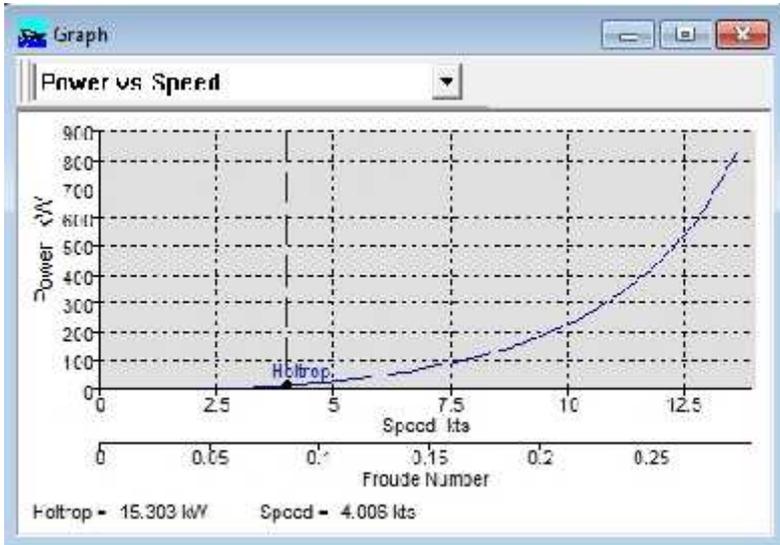
$$T = \mathbf{155.64 \text{ Jam}}$$

Kebutuhan W_{fo} pada saat survey seismic Kapal Riset tipe A :

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 20.98 \times 184 \times 155.64 \times 1.4 \times 10^{-6} \\ &= \mathbf{1.68 \text{ Ton}} \quad \text{untuk 2 x Main Engine} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 200 \times 206 \times 155.64 \times 1.4 \times 10^{-6} \\ &= 8.98 \text{ Ton} \\ &= \mathbf{17.95 \text{ Ton}} \quad \text{untuk 2 x Main Generator} \end{aligned}$$

Survey Seismik – Kapal Riset tipe B



Gambar 4.8. Power vs Speed Kapal Riset tipe B

Lama pelayaran pada saat survey seismic Kapal Riset tipe B :

$$T = \frac{622.57}{4}$$

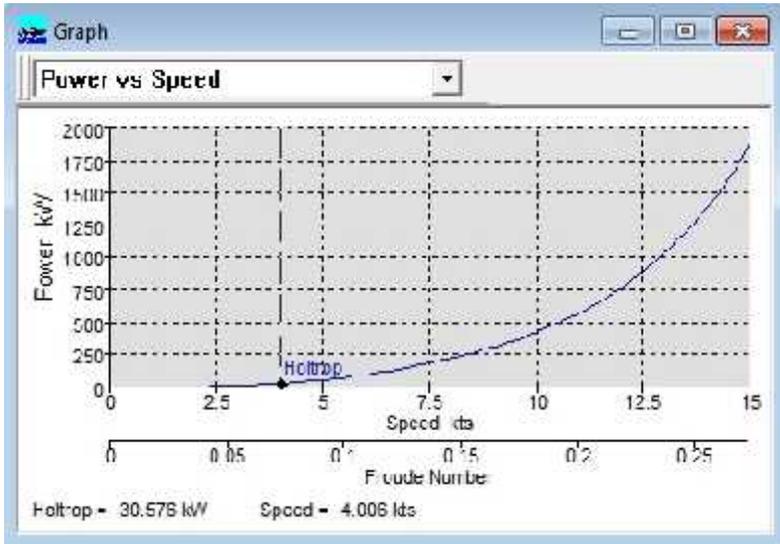
$$T = \mathbf{155.64 \text{ Jam}}$$

Kebutuhan W_{fo} pada saat survey seismic Kapal Riset tipe B :

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 15.30 \times 190 \times 155.64 \times 1.4 \times 10^{-6} \\ &= \mathbf{1.27 \text{ Ton}} \quad \text{untuk 2 x Main Engine} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 449 \times 223 \times 155.64 \times 1.4 \times 10^{-6} \\ &= 21.82 \text{ Ton} \\ &= \mathbf{43.63 \text{ Ton}} \quad \text{untuk 2 x Main Generator} \end{aligned}$$

Survey Seismik – Kapal Riset tipe C



Gambar 4.9. Power vs Speed Kapal Riset tipe C

Lama pelayaran pada saat survey seismic Kapal Riset tipe C:

$$T = \frac{622.57}{4}$$

$$T = \mathbf{155.64 \text{ Jam}}$$

Kebutuhan W_{fo} pada saat survey seismic Kapal Riset tipe C :

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 30.58 \times 176 \times 155.64 \times 1.4 \times 10^{-6} \\ &= \mathbf{2.35 \text{ Ton}} \quad \text{untuk 2 x Main Engine} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 1500 \times 245 \times 155.64 \times 1.4 \times 10^{-6} \\ &= 80.08 \text{ Ton} \\ &= \mathbf{160.15 \text{ Ton}} \quad \text{untuk 2 x Main Generator} \end{aligned}$$

4.4.2. Metoda Geologi

Pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut dilakukan secara metode jatuh bebas dengan menggunakan pemercontoh jatuh bebas (*gravity corer*). Pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut dimaksudkan untuk mengetahui jenis sedimen, komposisi dan komponen kimiawi penyusunnya.

4.4.2.1. Perhitungan waktu yang ditempuh ke setiap titik Sampling

Jumlah percontoh sedimen permukaan dasar laut yang diambil pada penelitian ini sebanyak 19 titik. Untuk mencapai dari satu titik sampling ke titik selanjutnya kapal menggunakan kecepatan penuh yang tentunya akan meminimalkan waktu pelaksanaan penelitian. Pada tabel 4.3, 4.4, dan 4.5 dibawah dilakukan perhitungan waktu yang ditempuh pada kapal Tipe A, Tipe B, dan TIPE C untuk mencapai dari satu titik sampling ke titik selanjutnya. Yang juga akan berpengaruh terhadap kebutuhan bahan bakar pada masing-masing kapal untuk menempuh jarak tersebut.

Pada perhitungan kebutuhan bahan bakar yang digunakan pada saat pengambilan contoh sedimen dirumuskan sebagai berikut :

$$W_{fo} = P \times SFOC \times T \times C \times 10^{-6}$$

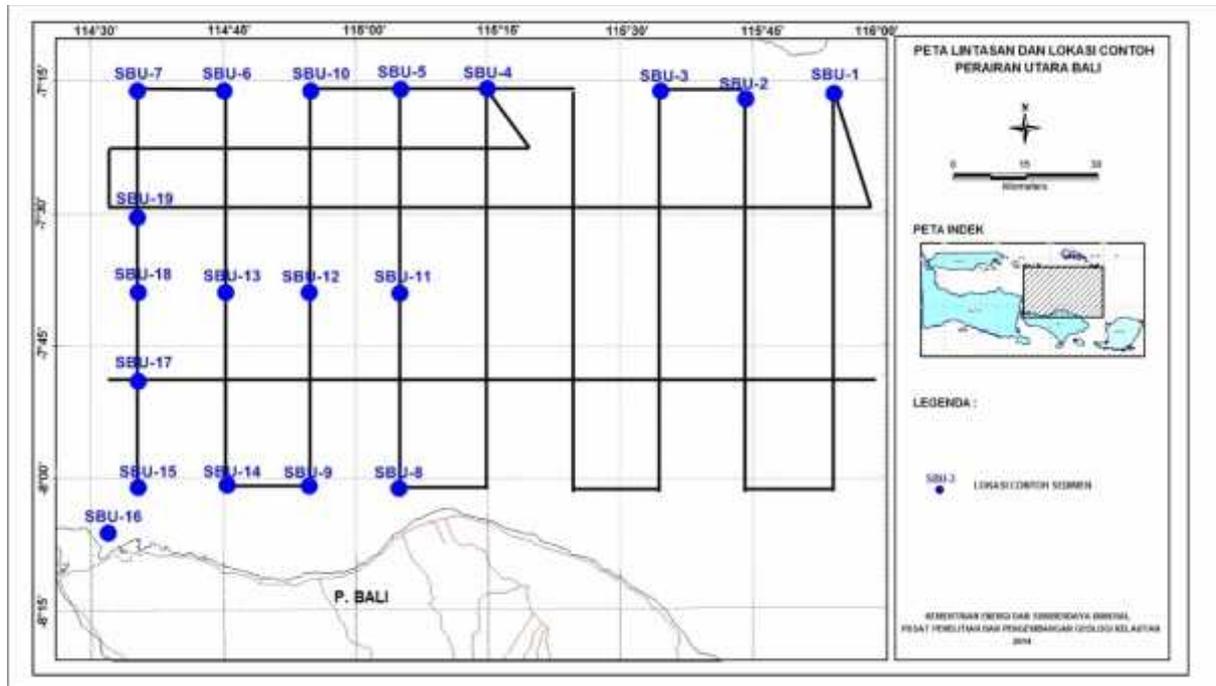
Dimana :

W_{fo}	: Kebutuhan Bahan Bakar	(ton)
P	: Power Main Engine	(Kw)
SFOC	: Specific Fuel Oil Consumption	(g/Kwh)
T	: Waktu Pelayaran	(jam)
C	: Konstanta Penambahan Bahan Bakar	(1.3 – 1.5)

Tabel 4.1. Letak Geografis Titik Pengambilan Percontohan Sedimen.

No	No Percontohan	Latitude - Longitude
1	SBU 01	07° 16' 12.29" - 115° 53' 54.53"
2	SBU 02	07° 16' 21.28" - 115° 43' 48.06"
3	SBU 03	07° 16' 20.25" - 115° 33' 32.84"
4	SBU 04	07° 16' 27.62" - 115° 14' 42.11"
5	SBU 05	07° 16' 26.60" - 115° 04' 55.56"
6	SBU 06	07° 16' 22.59" - 114° 45' 26.70"
7	SBU 07	07° 16' 23.06" - 114° 35' 30.88"
8	SBU 08	08° 01' 05.56" - 115° 04' 41.24"
9	SBU 09	08° 00' 54.10" - 114° 55' 13.63"
10	SBU 10	07° 16' 19.65" - 114° 55' 13.29"
11	SBU 11	07° 38' 49.84" - 115° 04' 56.68"
12	SBU 12	07° 38' 53.44" - 114° 55' 40.16"
13	SBU 13	07° 38' 57.84" - 114° 45' 22.17"
14	SBU 14	08° 01' 00.78" - 114° 45' 26.06"
15	SBU 15	08° 00' 59.99" - 114° 35' 27.78"
16	SBU 16	08° 06' 32.91" - 114° 32' 05.50"
17	SBU 17	07° 48' 25.32" - 114° 35' 30.14"
18	SBU 18	07° 38' 48.98" - 114° 35' 32.76"
19	SBU 19	07° 29' 54.65" - 114° 35' 34.47"

Tabel di atas merupakan lokasi pengambilan titik percontohan sedimen yang ditinjau dari segi geografisnya. Dari titik-titik tersebut dapat menunjukkan jarak yang ditempuh saat survey.



Gambar 4.10. Lokasi pengambilan contoh sedimen.

Tabel 4.2. Perhitungan waktu yang ditempuh Kapal Riset tipe A

Research Vessel Tipe A									
Titik Sampling	Daya (KW)		Jarak	Kecepatan	Waktu	Spare	SFOC	Wfo	
	M/E 1	M/E 2	Nautical Mile	Knot	Jam	Coefisien	g/Kwh		Ton
Main Engine									
1 - 2	820	820	10.10	8	1.26	1.4	184	0.89	0.60
2 - 3	820	820	10.40	8	1.30	1.4	184	0.89	0.62
3 - 4	820	820	18.83	8	2.35	1.4	184	0.89	1.12
4 - 5	820	820	09.74	8	1.22	1.4	184	0.89	0.58
5 - 6	820	820	19.47	8	2.43	1.4	184	0.89	1.16
6 - 7	820	820	09.89	8	1.24	1.4	184	0.89	0.59
7 - 8	820	820	52.83	8	6.60	1.4	184	0.89	3.13
8 - 9	820	820	09.54	8	1.19	1.4	184	0.89	0.57
9 - 10	820	820	44.37	8	5.55	1.4	184	0.89	2.63
10 - 11	820	820	24.39	8	3.05	1.4	184	0.89	1.45
11 - 12	820	820	09.23	8	1.15	1.4	184	0.89	0.55
12 - 13	820	820	10.35	8	1.29	1.4	184	0.89	0.61
13 - 14	820	820	21.96	8	2.75	1.4	184	0.89	1.30
14 - 15	820	820	09.95	8	1.24	1.4	184	0.89	0.59

Titik Sampling	Daya (KW)		Jarak Nautical Mile	Kecepatan Knot	Waktu Jam	Spare Coefisien	SFOC g/Kwh	Wfo	
	M/E 1	M/E 2						Ton	
15 - 16	820	820	06.44	8	0.81	1.4	184	0.89	0.38
16 - 17	820	820	12.56	8	1.57	1.4	184	0.89	0.75
17 - 18	820	820	22.16	8	2.77	1.4	184	0.89	1.31
18 - 19	820	820	08.86	8	1.11	1.4	184	0.89	0.53
			311.07			38.88			18.46

Tabel 4.3. Perhitungan waktu yang ditempuh Kapal Riset tipe B

<i>Research Vessel Tipe B</i>									
Titik Sampling	Daya (KW)		Jarak Nautical Miles	Kecepatan Knot	Waktu Jam	Spare Coefisien	SFOC g/Kwh	Wfo	
	M/E 1	M/E 2						Ton	
For Main Engine									
1 - 2	811	811	10.10	12	0.84	1.4	190	0.89	0.41
2 - 3	811	811	10.40	12	0.87	1.4	190	0.89	0.42
3 - 4	811	811	18.83	12	1.57	1.4	190	0.89	0.76
4 - 5	811	811	09.74	12	0.81	1.4	190	0.89	0.39

Titik Sampling	Daya (KW)		Jarak	Kecepatan	Waktu	Spare	SFOC		
	M/E 1	M/E 2	Nautical Miles	Knot	Jam	Cofisien	g/Kwh		Wfo Ton
5 - 6	811	811	19.47	12	1.62	1.4	190	0.89	0.79
6 - 7	811	811	09.89	12	0.82	1.4	190	0.89	0.40
7 - 8	811	811	52.83	12	4.40	1.4	190	0.89	2.13
8 - 9	811	811	09.54	12	0.80	1.4	190	0.89	0.39
9 - 10	811	811	44.37	12	3.70	1.4	190	0.89	1.79
10 - 11	811	811	24.39	12	2.03	1.4	190	0.89	0.99
11 - 12	811	811	09.23	12	0.77	1.4	190	0.89	0.37
12 - 13	811	811	10.35	12	0.86	1.4	190	0.89	0.42
13 - 14	811	811	21.96	12	1.83	1.4	190	0.89	0.89
14 - 15	811	811	09.95	12	0.83	1.4	190	0.89	0.40
15 - 16	811	811	06.44	12	0.54	1.4	190	0.89	0.26
16 - 17	811	811	12.56	12	1.05	1.4	190	0.89	0.51
17 - 18	811	811	22.16	12	1.85	1.4	190	0.89	0.90
18 - 19	811	811	08.86	12	0.74	1.4	190	0.89	0.36
			311.07		25.92				12.57

Tabel 4.4. Perhitungan waktu yang ditempuh Kapal Riset tipe C

<i>Research Vessel TIPE C</i>									
Titik Sampling	Daya (KW)		Jarak	Kecepatan	Waktu	Spare	SFOC	Wfo	
	M/E 1	M/E 2	Nautical Miles	Knot	Jam	Coefisien	g/Kwh	Ton	
For Main Engine									
1 - 2	2237	2237	10.10	15	0.67	1.4	176	0.89	0.83
2 - 3	2237	2237	10.40	15	0.69	1.4	176	0.89	0.86
3 - 4	2237	2237	18.83	15	1.26	1.4	176	0.89	1.55
4 - 5	2237	2237	09.74	15	0.65	1.4	176	0.89	0.80
5 - 6	2237	2237	19.47	15	1.30	1.4	176	0.89	1.61
6 - 7	2237	2237	09.89	15	0.66	1.4	176	0.89	0.82
7 - 8	2237	2237	52.83	15	3.52	1.4	176	0.89	4.36
8 - 9	2237	2237	09.54	15	0.64	1.4	176	0.89	0.79
9 - 10	2237	2237	44.37	15	2.96	1.4	176	0.89	3.66
10 - 11	2237	2237	24.39	15	1.63	1.4	176	0.89	2.01
11 - 12	2237	2237	09.23	15	0.62	1.4	176	0.89	0.76
12 - 13	2237	2237	10.35	15	0.69	1.4	176	0.89	0.85
13 - 14	2237	2237	21.96	15	1.46	1.4	176	0.89	1.81

Titik Sampling	Daya (KW)		Jarak	Kecepatan	Waktu	Spare Coefisien	SFOC	Wfo	
	M/E 1	M/E 2	Nautical Miles	Knot	Jam		g/Kwh		Ton
14 - 15	2237	2237	09.95	15	0.66	1.4	176	0.89	0.82
15 - 16	2237	2237	06.44	15	0.43	1.4	176	0.89	0.53
16 - 17	2237	2237	12.56	15	0.84	1.4	176	0.89	1.04
17 - 18	2237	2237	22.16	15	1.48	1.4	176	0.89	1.83
18 - 19	2237	2237	08.86	15	0.59	1.4	176	0.89	0.73
			311.07			20.74			25.69

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

- Kapal Riset Tipe A dengan kecepatan 8 knot dapat menempuh jarak 311.07 nautical mile selama **38.88 jam** dan penggunaan bahan bakar sebesar **18.46 ton**.
- Kapal Riset Tipe B dengan kecepatan 12 knot dapat menempuh jarak 311.07 nautical mile selama **25.92 jam** dan penggunaan bahan bakar sebesar **12.57 ton**.
- Kapal Riset Tipe C dengan kecepatan 15 knot dapat menempuh jarak 311.07 nautical mile selama **20.74 jam** dan penggunaan bahan bakar sebesar **25.69 ton**.

4.4.2.2. Perhitungan kebutuhan bahan bakar pada saat pengambilan Sampling

Tabel 4.5. Perhitungan bahan bakar Kapal Riset tipe A saat Sampling

<i>Research Vessel Tipe A - Sampling</i>								
	Daya	Waktu	Spare	SFOC		Wfo	Jumlah Titik	Wfo Total
	KW	Jam	Coefisien	g/Kwh		Ton	Sampling	Ton
Main Engine								
ME 1	820	1	1.4	184	0.89	0.24	19	4.51
ME 2	820	1	1.4	184	0.89	0.24	19	4.51
Auxiliary Engine								
AE 1	200	1	1.4	206	0.89	0.06	19	1.23
AE 2	200	1	1.4	206	0.89	0.06	19	1.23
								11.48

Tabel 4.6. Perhitungan bahan bakar Kapal Riset tipe B saat Sampling

Research Vessel Tipe B - Sampling								
	Daya KW	Waktu Jam	Spare Coefisien	SFOC g/Kwh		Wfo Ton	Jumlah Titik Sampling	Wfo Total Ton
Main Engine								
ME 1	811	1	1.4	190	0.89	0.24	19	4.61
ME 2	811	1	1.4	190	0.89	0.24	19	4.61
Auxiliary Engine								
AE 1	449	1	1.4	223	0.89	0.16	19	2.99
AE 2	449	1	1.4	223	0.89	0.16	19	2.99
								15.20

Tabel 4.7. Perhitungan bahan bakar Kapal Riset tipe C saat Sampling

Research Vessel TIPE C - Sampling								
	Daya KW	Waktu Jam	Spare Coefisien	SFOC g/Kwh		Wfo Ton	Jumlah Titik Sampling	Wfo Total Ton
Main Engine								
ME 1	2237	1	1.4	176	0.89	0.62	19	11.77
ME 2	2237	1	1.4	176	0.89	0.62	19	11.77

	Daya	Waktu	Spare	SFOC		Wfo	Jumlah	Wfo
	KW	Jam	Coefisien	g/Kwh		Ton	Titik	Total
							Sampling	Ton
Auxiliary Engine								
AE 1	1500	1	1.4	245	0.89	0.58	19	10.98
AE 2	1500	1	1.4	245	0.89	0.58	19	10.98
								45.50

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

- Kapal Riset Tipe A selama 1 jam pengambilan contoh sedimen menggunakan bahan bakar sebesar **11.48 ton**.
- Kapal Riset Tipe B selama 1 jam pengambilan contoh sedimen menggunakan bahan bakar sebesar **15.20 ton**.
- Kapal Riset Tipe C dengan selama 1 jam pengambilan contoh sedimen menggunakan bahan bakar sebesar **45.50 ton**.

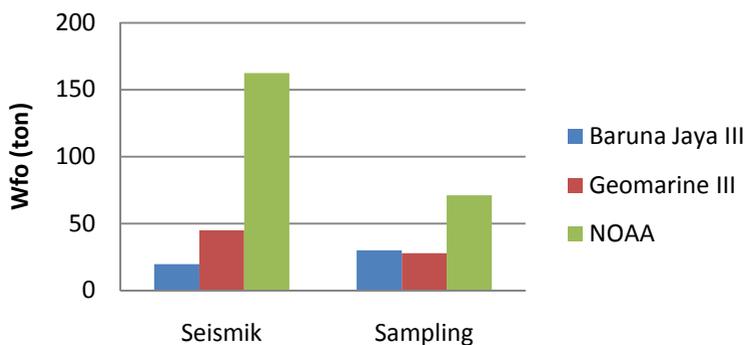
4.5. Perbandingan Wfo pada pelaksanaan survei

Dari perhitungan diatas didapatkan grafik perbandingan sebagai berikut:

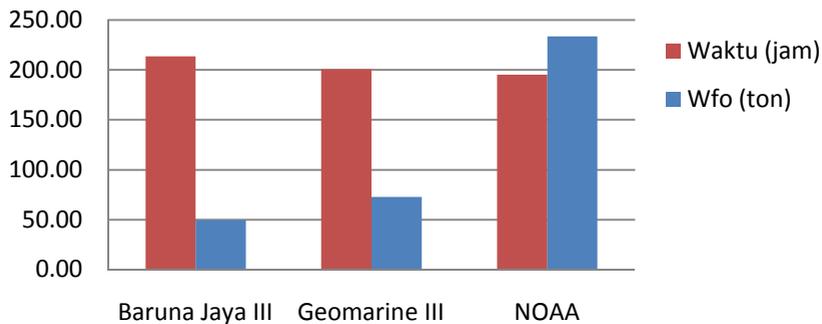
Tabel 4.8. Perbandingan Waktu dan Wfo total

Research Vessel	Jarak (nautical mile)	Waktu (jam)	Wfo (ton)
Tipe A	311.07	213.53	49.57
Tipe B	311.07	200.57	72.67
Tipe C	311.07	195.38	233.69

Perbandingan Wfo



Perbandingan Waktu dan Wfo



Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan tentang optimalisasi blok mapping pada pelaksanaan survey hidro-oseanografi maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada perencanaan *block mapping* terlihat bahwa variasi pertama lebih efisien dibandingkan dengan block mapping variasi kedua. Dikarenakan pada block mapping variasi pertama jauh lebih sedikit menerima tahanan yang disebabkan oleh angin.
2. Dalam pelaksanaan survey seismik Kapal Riset Tipe A terlihat lebih optimal. Dengan lama penelitian yang sama selama 155,64 jam, Kapal Riset tipe A membutuhkan bahan bakar sebesar 19,63 ton dibandingkan dengan Kapal Riset tipe B sebesar 44,90 ton dan Kapal Riset tipe C yang membutuhkan bahan bakar sebesar 162,50 ton.
3. Pada pelaksanaan Sampling terlihat bahwa Kapal Riset Tipe B memiliki waktu yang lebih efisien. Dengan hanya membutuhkan waktu selama 25,92 jam dan 12,57 ton bahan bakar dibandingkan dengan Kapal Riset tipe A yang membutuhkan waktu 38,88 jam dan bahan bakar sebesar 18,46 ton serta Kapal

Riset tipe B yang membutuhkan waktu 20,74 jam dan bahan bakar sebesar 25,69 ton.

5.2. Saran

1. Analisa perancangan block mapping seharusnya dibuat lebih dari dua variasi. Dengan memperhitungkan dari cuaca pada saat penelitian.
2. Perhitungan bahan bakar sebaiknya ditinjau dari berbagai aspek pada kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2012. “Baruna Jaya III”.
<http://barunajaya.bppt.go.id/index.php/id/armada/item/14-k-r-baruna-jaya-iii.html>.
- [2]. Badan Litbang ESDM. Februari. 2011. “Kapal Geomarin III”.
http://www.litbang.esdm.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=92:kapal-survei-geomarin-iii.
- [3]. Biro klasifikasi Indonesia. September 2014. “*Data register kapal*”.
<http://www.klasifikasiindonesia.com/ajax/info/dataregister3.php?nr=12228>.
- [4]. Dimas Bagus Darmawan, November 2014. “Review Hambatan Kapal”.
- [5]. Poerbandono, Eka Djunarsjah, 2006. “Survei Hidrografi”.
- [6]. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. 2014. “Laporan Studi Awal Perairan Utara Bali (Geomarine III)”.
- [7]. The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). September 2013. “Ship Specifications”.
<http://www.moc.noaa.gov/rb/index.html>.

“Halaman ini sengaja dikosongkan...”



Biro Klasifikasi Indonesia

DATA REGISTER KAPAL (REGISTER OF SHIP)

DATA UMUM :: GENERAL DATA

No. Register (Register No.) : 12228
Nama Kapal (Name of Ship) : GEOMARIN - III
Status : AKTIF (ACTIVE)
Material : BAJA (STEEL)
Pemilik (Owner) :
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN GEOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
JL. Dr. JUNJUNAN NO. 236
BANDUNG

No. IMO (IMO No.) : 9499565
Nama Sebelumnya (Former Ship Name) :
Jenis Kapal (Kind Of Ship) : SURVEY VESSEL

Operator :
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN GEOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
JL. Dr. JUNJUNAN NO. 236
BANDUNG

Pelabuhan Pendaftaran (Port Of Register) : JAKARTA
Bendera (Flag) : INDONESIA
Dual Kelas (Dual Class) : NK

Tanda Pengenal (Distinctive Number) : PMJV
Ex. Dual Kelas (Former Dual Class) :

Tanda Kelas & Notasi Lambung (Class of Hull) :

A100 P

Tanda Kelas & Notasi Mesin (Class Of Machine) :

SM

DATA LAMBUNG :: HULL DATA

Galangan (Shipbuilder) : PT.PAL INDONESIA (PERSERO)
Lokasi (Place of Build) : SURABAYA
Tanggal Peluncuran (Date of Launch) : 17-3-2008
LOA (m) : 61.72 LBP (m) : 55.88
LT (mm) : 2308 GT : 1254
T (m) : 3.7
J. Geladak (No. of Decks) : 2
Ukuran. Palka (Size of Hatchways) :
J. Sekat Melintang (No. of Watertight Bulkheads) : 8
Ø & Panj. Rantai Jangkar (Ø & L. of Anchor Chain) : 32/385
J. & Kap. Crane (No. & Cap. of Crane) : - x - T

Tahun Bangun (Year of Build) : 2008
BMLD (m) : 12 HMLD (m) : 6
NT : 377 DWT (ton) : 649
J. Ruang / Tangki Muat (No. of Hold / Tank) : -
J. Palka (No. of Hatchways) : -
J. Sekat Memanjang (No. of Long Bulkheads) : -
J. & Berat Jangkar (No. & Weight. of Anchor) : 3/1300

DATA MESIN :: MACHINERY DATA

Sistim Start (Starting Device of Main Engine) : AKI (BATTERY)
Gigi Reduksi (Gear Ratio) : 1 : -
Jml. Baling-Baling (No. of Propeller) : 2
Kecepatan Dinas (Service Speed) : 12
Voltage : 385
Daya Listrik (KVA) : 1312
Jenis Mesin (Type of Engine) :
Cara Kerja Mesin (Engine Work Type) :

Type Baling-Baling (Type of Propeller) :
Kecepatan Coba (Trail Speed) : -
Arus (Current) : 656
Jumlah Mesin Bantu (No. of Aux. Engine) : 3
Jumlah Mesin Induk (No. of Main Engine) : 2
Dia. x Langkah (Diameter x Stroke) : x -

DATA MESIN INDUK :: MAIN ENGINE DATA

No.	Merk	Manufacture	Cyl	BHP	RPM	Year	Model	Serie	Position
1.	MAN B & W	MAN B & W ALPHA DIESEL A/S	6	1088	825	2007	6L23/30	20603-01-12	PA
2.	MAN B & W	MAN B & W ALPHA DIESEL A/S	6	1088	825	2007	6L23/30	20603-01-13	SA

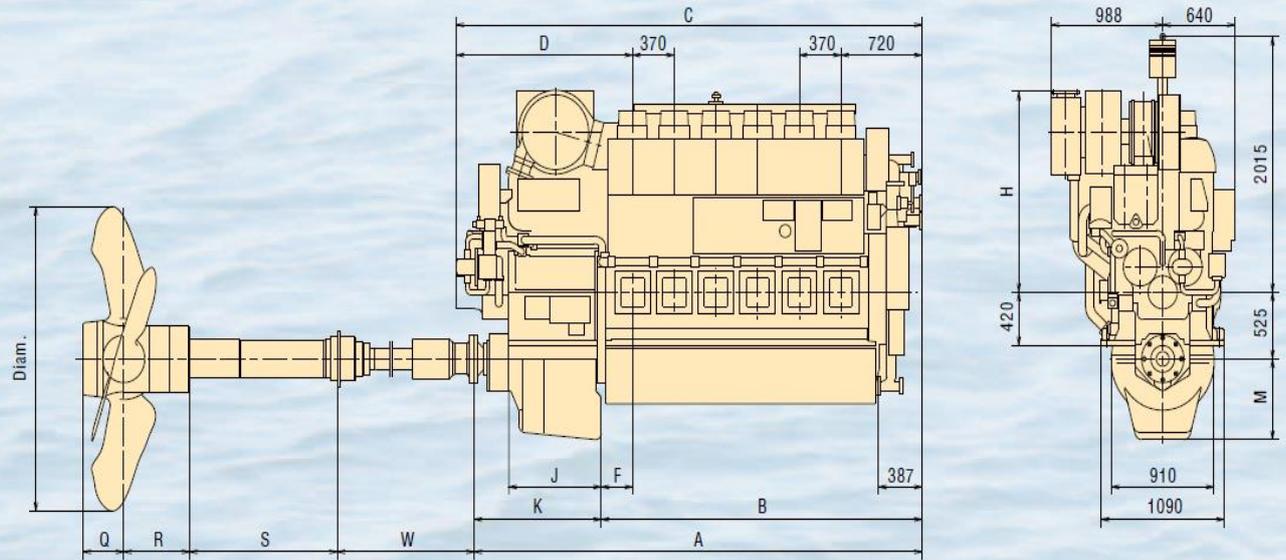
DATA MESIN BANTU :: AUXILIARY ENGINE DATA

Item	Merk	Manufacture	Location	Model	BHP	Year
A01	MAN	MAN DIESEL ENGINE	GERMANY	D2840 LE 301	602	2007
A02	MAN	MAN DIESEL ENGINE	GERMANY	D2840 LE 301	602	2007
A03	MAN	MAN DIESEL ENGINE	GERMANY	D2840 LE 301	602	2007

Last Update Data : 30-December-2014

MAN B&W Four-stroke Propulsion Systems

L23/30A-KV
800-1280kW
(1090-1740 BHP)



Standard programme

ENGINE	REDUCTION GEAR		PROPELLER			DIMENSIONS IN MM												
	Type	Series	Type	Type	Speed	Diam	A	B	C	D	F	H	J	K	M	Q	R	W
Output mcr					rpm													min
6L23/30A-E	AMG 8	31KV8	VB 560	268	2200	3975	2898	4136	1566	328	1587	770	1077	636	293	553	900	
800 kW	AMG 8	39KV8	VB 640	214	2450	3975	2898	4136	1566	328	1587	770	1077	636	360	595	900	
1090 BHP	AMG 8	44KV9	VB 640	190	2600	3975	2898	4136	1566	328	1587	770	1077	636	360	595	900	
	AMG 16	52KV13	VB 740	159	2850	4550	2898	4660	2090	318	1587	1282	1662	505	445	655	1200	
6L23/30A	AMG 8	31KV8	VB 560	292	2250	3975	2898	4136	1566	328	1587	770	1077	636	293	553	900	
960 kW	AMG 8	39KV8	VB 640	233	2450	3975	2898	4136	1566	328	1587	770	1077	636	360	595	900	
1305 BHP	AMG 8	44KV9	VB 640	207	2600	3975	2898	4136	1566	328	1587	770	1077	636	360	595	900	
	AMG 16	52KV13	VB 740	173	2850	4550	2898	4660	2090	318	1587	1282	1662	505	445	655	1200	
8L23/30A	AMG 11	31KV11	VB 640	292	2350	4953	3628	5064	1754	318	1587	950	1325	639	415	595	900	
1280 kW	AMG 11	39KV11	VB 640	233	2600	4953	3628	5064	1754	318	1587	950	1325	639	415	655	1200	
1740 BHP	AMG 11	44KV13	VB 740	207	2800	4953	3628	5064	1754	318	1587	950	1325	639	445	655	1200	
	AMG 16	52KV13	VB 860	173	3100	5290	3628	5400	2090	318	1587	1282	1662	505	445	745	1350	

The propeller is calculated according to DnV, No Ice with high skew

Main data

ENGINE	BORE	STROKE	SPEED	MEP	PISTON SPEED	OUTPUT/CYLINDER	
Type	mm	mm	rpm	bar	m/s	kW	BHP
L23/30A-E	225	300	825	16,3	8,25	133	181
L23/30A	225	300	900	17,9	9,00	160	217,5

Specific consumption

ENGINE	FUEL OIL				LUBRICATING OIL	
	mcr		85% mcr		mcr	
Type	g/kWh	g/BHP	g/kWh	g/BHP	g/kWh	g/BHP
L23/30A-E	188	138	187	137	1,0	0,7
L23/30A	190	140	189	139	1,0	0,7

Weight

ENGINE	GEAR	PROP	Dry weight in tons (approx)	
			Engine/Gear	Prop*
Type	Type	Type		
6L23/30A-E	31KV8	VB 560	15,0	2,7
	39KV8	VB 640	15,0	3,4
	44KV9	VB 640	15,0	3,5
	52KV13	VB 740	17,6	4,4
6L23/30A	31KV8	VB 560	15,0	2,7
	39KV8	VB 640	15,0	3,4
	44KV9	VB 640	15,0	3,5
	52KV13	VB 740	17,6	4,4
8L23/30A	31KV11	VB 640	17,9	3,4
	39KV11	VB 640	17,9	3,8
	44KV13	VB 740	17,9	4,5
	52KV13	VB 860	20,1	6,1

* Weight incl 4.0 m shaft and 2.0 m stern tube

Air data				
Temp. of charge air at charge air cooler outlet, max.	°C	55	55	55
Air flow rate	m ³ /h ⁴⁾	6725	7845	8966
	kg/kWh	7.67	7.67	7.67
Air pressure	bar	3.1	3.1	3.1
Air required to dissipate heat radiation (eng.) (t ₂ -t ₁ =10°C)	m ³ /h	10369	11989	13933
Exhaust gas data ⁵⁾				
Volume flow (temperature turbocharger outlet)	m ³ /h ⁶⁾	13970	16299	18627
Mass flow	t/h	7.6	8.8	10.1
Temperature at turbine outlet	°C	371	371	371
Heat content (190°C)	kW	410	479	547
Permissible exhaust back pressure	mbar	< 30	< 30	< 30
Pumps ⁸⁾				
Engine driven pumps				
Fuel oil feed pump (5.5-7.5 bar)	m ³ /h	1.3	1.3	1.3
HT cooling water pump (1-2.5 bar)	m ³ /h	45	45	45
LT cooling water pump (1-2.5 bar)	m ³ /h	69	69	69
Lube oil (3-5 bar)	m ³ /h	20	20	20
External pumps ⁷⁾				
Diesel oil pump (4 bar at fuel oil inlet A1)	m ³ /h	0.68	0.79	0.90
Fuel oil supply pump ⁹⁾ (4 bar discharge pressure)	m ³ /h	0.33	0.38	0.44
Fuel oil circulating pump (8 bar at fuel oil inlet A1)	m ³ /h	0.68	0.79	0.90
Cooling water pumps for				
"Internal cooling water system 1"				
+ LT cooling water pump (1-2.5 bar)	m ³ /h	52	61	70
Cooling water pumps for				
"Internal cooling water system 2"				
HT cooling water pump (1-2.5 bar)	m ³ /h	30	35	40
+ LT cooling water pump (1-2.5 bar)	m ³ /h	52	61	70
Lube oil pump (3-5 bar)	m ³ /h	17	18	19

MAN Diesel & Turbo

D 10 05 0	List of capacities	3700041-2.1 Page 2 (2)
-----------	---------------------------	---------------------------

L23/30H

5-8L23/30H: 130 kW/Cyl., 720 rpm or 135 kW/Cyl., 750 rpm					
Starting air system					
Air consumption per start	Nm ³	2.0	2.0	2.0	2.0
Nozzle cooling data ⁹⁾					
Nozzle cooling data	m ³ /h	0.66	0.66	0.66	0.66

- 1) Tolerance: + 10 % for rating coolers, - 15 % for heat recovery
- 2) LT cooling water flows in parallel through one-stage charge air cooler and lube oil cooler HT cooling water flows only through water jacket and cylinder head, water temperature outlet engine regulated by mechanical thermostat
- 3) Basic values for layout of the coolers
- 4) Under above mentioned reference conditions
- 5) Tolerance: quantity +/- 5%, temperature +/- 20°C
- 6) Under below mentioned temperature at turbine outlet and pressure according above mentioned reference conditions
- 7) Tolerance of the pumps delivery capacities must be considered by the manufactures
- 8) To compensate for built on pumps, ambient condition, calorific value and adequate circulations flow. The ISO fuel oil consumption is multiplied by 1.45.
- 9) Not applicable for engines which are equipped with INC

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Mojokerto pada 30 November 1991 dengan nama Emka A. Ulil Abshar yang merupakan anak pertama dari pasangan Mohammad Khozin dan Luluk Masfufah. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 1 Campurejo, SMPN 1 Sidayu, MAN 1 Malang, D3 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya – ITS dan terakhir melanjutkan pendidikannya di ITS Surabaya melalui program lintas jalur mengambil jurusan Teknik Sistem Perkapalan pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 4213105024. Penulis menyelesaikan studi Strata-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.