TESIS – MN185401

DESAIN STANDAR *FAST FERRY* UNTUK PERAIRAN DI DAERAH PAPUA BARAT

ERICZA DAMARANDA S
04111850030002

Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D.

Program Magister
Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

TESIS – MN142532

DESAIN STANDAR *FAST FERRY* UNTUK PERAIRAN DI DAERAH PAPUA BARAT

ERICZA DAMARANDA S
04111850030002

Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D.

Program Magister
Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

THESIS – MN142532

STANDARD DESIGN OF FAST FERRY FOR WATERS IN WEST PAPUA REGION

ERICZA DAMARANDA S
04111850030002

Supervisor
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D.

Master Program
Naval Architecture And Shipbuilding Department
Faculty Of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

ERICZA DAMARANDA S
NRP: 04111850030002

Tanggal Ujian: 30 Juli 2020
Periode Wisuda: September/Oktober 2020

Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. .....
   NIP: 196402101989031001

Penguji:

1. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D. .....
   NIP: 195905051984031012

2. Aries Sulisetyono, S.T., M.A.Sc., Ph.D. .....
   NIP: 197103201995121002

3. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. .....
   NIP: 196404161989031003

Kepala Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP: 196402101989031001

Halaman ini sengaja dikosongkan

Didedikasikan secara khusus kepada Mama (TDMA), Papa (S), dan adik-adikku (RRSS dan MDFS) tercinta atas segala dukungan dan doanya, dan secara umum kepada nusa, bangsa, agama, dan Isyana

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "DESAIN STANDAR *FAST FERRY* UNTUK PERAIRAN DI DAERAH PAPUA BARAT". Adapun salah satu maksud penulisan tesis ini yaitu sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik di Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tesis ini banyak pihak yang telah membantu, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Mama, Papa, Adik, Mami, Oma, Opa, Buyut, Sepupu, dan tetangga-tetangga yang telah memberikan dukungan, kasih sayang dan doa yang tak ternilai harganya, selama penulis menimba ilmu.
2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama proses penelitian.
3. Seluruh Dosen Program Pasca Sarjana Teknik Perkapalan yang telah membimbing penulis hingga mampu menempuh pendidikan Magister.
4. Sahabat-sahabat (AWB, SNP, NIP, ANA) yang telah mendukung keseluruhan proses pengerjaan tesis ini.
5. Rekan-rekan Trio Ubur Ubur (RAH, AH) yang telah mendukung keseluruhan proses pengerjaan tesis ini.
6. Rekan-rekan Micin Engineers (RAH, AH, EEP, NC, GYSN, MLH, AM) yang telah mendukung keseluruhan proses pengerjaan tesis ini.
7. Rekan-rekan Turbin (RCA, AP, DTSK) yang telah mendukung keseluruhan proses pengerjaan tesis ini.
8. Rekan-rekan Om Burhan (RCA, AA, DH, FHS) yang telah mendukung keseluruhan proses pengerjaan tesis ini.
9. Rekan-rekan New PSBM (HNW, DA, ABC, KO) yang telah mendukung keseluruhan proses pengerjaan tesis ini.
10. Rekan-rekan Pasca Sarjana Teknik Perkapalan 2018, yang telah bersama-sama dalam suka duka menuntut ilmu bersama-sama dengan penulis.

Halaman ini sengaja dikosongkan

11. Isyana Sarasvati, Superman Is Dead, komposer musik film Tenggelamnya Kapal Van Der Wijck dan La La Land yang karnyanya telah menemani penulis selama penyelesaian penelitian ini
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah mendukung penyelesaian penelitian ini baik secara materiil maupun non materiil.

Penulis menyadari bahwa penelitian tesis ini masih memilki banyak kelemahan dan kekurangan, oleh karena itu sangat diharapkan saran yang membangun agar penelitian ini lebih dapat disempurnakan.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DESAIN STANDAR *FAST FERRY* UNTUK PERAIRAN DI DAERAH PAPUA BARAT

Nama Mahasiswa : Ericza Damaranda S

NRP : 04111850030002

Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Desain adalah proses yang kompleks di mana kreativitas dan keterampilan analitis diperlukan untuk sukses. Saat ini, pengembangan metode desain telah bergerak ke arah praktik lapangan daripada teori. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menentukan desain *fast ferry* untuk mengangkut penumpang dari Sorong ke daerah pesisir lainnya di Papua Barat. Desain *fast ferry* ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam membangun kapal feri penumpang di daerah Papua Barat. Metode yang digunakan dalam desain kapal cepat ini adalah metode *System Based Ship Design* (SBSD) dan *Risk Based Ship Design* (RBSD). Untuk menerapkan kedua metode secara bersamaan, maka dibutuhkan penyesuaian agar sesuai dengan studi desain. Penekanan yang lebih besar telah diberikan pada analisis fungsional dalam pendekatan SBSD. SBSD menggunakan strategi untuk mengurangi jumlah *loop* untuk menemukan konsep terbaik dengan memberikan penekanan lebih besar pada analisis fungsi. RSBD menggunakan *hazard identification* untuk mendapatkan rekomendasi desain berdasarkan kondisi lokasi. Studi desain dimulai dengan pernyataan misi dan menetapkan persyaratan fungsi utama. Kedua persyaratan fungsi terkait generik dan keselamatan yang relevan ditetapkan sesuai dengan misi utama. Kemudian, konsep pada analisis fungsional akan dievaluasi terhadap kondisi kerangka kerja yang relevan. Kemudian dilanjutkan dengan mencari luas area dan volume yang diperlukan di tiap dek, ditentukan dengan menggunakan *life-size experiment* dan *model-size experiment* untuk menentukan dimensi utama awal. Desain akhir dievaluasi pada kinerja teknis dan kinerja keselamatan. Kemudian, perhitungan stabilitas dan hambatan akan digunakan untuk memverifikasi desain. Terakhir, harga pembangunan kapal dihitung dengan menggunakan *Engineer's Estimate.* Hasil dari penelitian ini adalah desain *fast ferry* katamaran dengan kapasitas muat 100 penumpang dan memiliki kecepatan 40 knot. Ini memiliki dimensi utama panjang 40.387 m, lebar 11,02 meter, dan draft 1,5 meter. Ini didorong oleh propulsi jet air dan bahan aluminium yang diterapkan. Harga pembangunan *fast ferry* adalah sebesar Rp 90.877.673.000.

Kata kunci: *Fast Ferry, System Based Ship Design* (SBSD), *Risk Based Ship Design* (RBSD).

Halaman ini sengaja dikosongkan

STANDARD DESIGN OF FAST FERRY FOR WATERS IN WEST PAPUA PROVINCE

Student Name : Ericza Damaranda S

Studet Identity Number : 04111850030002

Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

Design is a complex process where creativity and analytical skills are needed to succeed. At present, the development of design methods has moved towards field practice rather than theory. The main objective of this research is to determine the design of fast ferries to transport passengers from Sorong to other coastal areas in West Papua. The method used in the design of fast ships is the System Based Ship Design (SBSD) and Risk Based Ship Design (RBSD) methods. To apply both methods simultaneously, adjustments are needed to fit the design study. Greater emphasis has been given to functional analysis in the SBSD approach. SBSD uses strategies to reduce the number of loops to find the best concept by giving greater emphasis to the analysis of functions. RSBD uses hazard identification to obtain design recommendations based on location conditions. The design study begins with a mission statement and establishes the main function requirements. Both relevant generic and safety related function requirements are set according to the main mission. Then, the concepts in functional analysis will be evaluated against the conditions of the relevant framework. Then proceed to find the area and volume needed on each deck, determined using life-size experiments and model-size experiments to determine the initial main dimensions. The final design is evaluated on technical performance and safety performance. Then, stability and resistance calculations will be used to verify the design. Finally, the price of ship construction is calculated using the Engineer's Estimate. The results of this study are the catamaran fast ferry design with a load capacity of 100 passengers and has a speed of 40 knots. It has main dimensions of length of 40,387 m, breadth of 11.02 meters, and draft of 1.5 meters. It driven by water jet propulsion and applied aluminum material. The construction price of the fast ferry is Rp. 90,877,673,000.

Keywords: Fast Ferry, System Based Ship Design (SBSD), Risk Based Ship Design (RBSD).

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR xi

ABSTRAK xv

ABSTRACT xvii

DAFTAR ISI xix

DAFTAR GAMBAR xxiv

DAFTAR TABEL xxviii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Konteks Penelitian 4

1.3. Rumusan Masalah 5

1.4. Maksud dan Tujuan 5

1.5. Manfaat 5

1.6. Hipotesis 6

1.7. Batasan Masalah 6

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 7

2.1 Kajian Pustaka 7

2.1.1 Desain Kapal Berbasis Sistem 7

2.1.2 Desain Kapal Berbasis Risiko 12

2.2 Dasar Teori 15

2.2.1 Ferry 15

2.2.2 Metode Desain 17

2.2.3 Metode untuk Evaluasi Desain dan Ide 31

2.2.4 Perhitungan Teknis 32

BAB 3 METODE PENELITIAN 39
3.1 Gambaran Umum Metodologi 39
3.2 Diagram Alir 41
3.3 Metode Desain Kapal Berbasis Sistem 43
3.4 Metode Desain Kapal Berbasis Risiko 44
3.4.1 Tujuan Utama Terkait Keselamatan 45
3.4.2 Hazard Identification Study (HAZID) 45
3.4.3 Persyaratan Fungsi Terkait Keselamatan 46
3.5 Bentuk Dasar Kapal 46
3.6 Desain Akhir 46
BAB 4 GAMBARAN UMUM 47
4.1 Tinjauan Lokasi 48
4.1.1 Kondisi Perekonomian 50
4.1.2 Kondisi Geografis 51
4.2 Jumlah Kunjungan Wisatawan dan Pekerja Perusahaan Pertambangan di Papua Barat 52
4.3 Jumlah Kunjungan Kapal, Penumpang Kapal, dan Penumpang Pesawat di Papua Barat 54
4.3.1 Kunjungan Kapal dan Penumpang di Papua Barat 54
4.3.2 Jumlah Penumpang Kapal di Papua Barat 57
4.3.3 Jumlah Penumpang Pesawat di Papua Barat 58
4.4 Pertimbangan Daerah Operasi 59
4.4.1 Tinggi Gelombang 59
4.4.2 Rute Pelayaran 65
4.4.3 Kedalaman Perairan di Dermaga Operasi 67
4.5 Desain *Fast Ferry* Yang Sudah Ada 71

4.5.1 Austal Series 71
4.5.2 Incat Series 73
4.5.3 Damen Series 75
4.6 Kapal Eksisting 75
4.7 Survei Lokasi 78
4.7.1 Lokasi dan Waktu 79
4.7.2 Karakteristik Pelabuhan 80
4.7.3 Lingkungan Operasi 90
4.7.4 Trial On Board Babo - Sorong 93
4.8 Daftar Kecelakaan Kapal Penumpang di Indonesia 97
BAB 5 MISI DAN FUNGSI UTAMA 101
5.1 Pernyataan Misi Dan Persyaratan Fungsi Utama 101
5.2 Fungsi Utama Terkait Keselamatan 102
BAB 6 *SAFETY ASSESSMENT* 103
6.1 *Hazard Identification* (HAZID) 104
6.2 Penilaian Risiko 114
6.3 Rekomendasi 118
BAB 7 PENGEMBANGAN KONSEP 119
7.1 Pertimbangan Kapal Sejenis sebagai Referensi 119
7.2 Analisis Persyaratan Fungsi Utama 122
7.3 Penentuan Bentuk Lambung 131
7.4 Analisis Keselamatan 136
7.5 Analisis *Pattern* Kecepatan 138
7.6 Perbandingan Teknis dan Ekonomis *Fast Ferry* dengan Transportasi Eksisting 142
7.7 Estimasi Area dan Volume 144

7.7.1 Life-Size Experiment 146
7.7.2 Model-Size Experiment 154
7.8 Bentuk Lambung dan Dimensi Utama 157
BAB 8 DESAIN AKHIR 161
8.1 Rencana Umum 161
8.2 Akomodasi Penumpang 162
8.2.1 Akomodasi Penumpang di Dek Utama 163
8.2.2 Akomodasi Penumpang di Dek Atas 164
8.2.3 Tangga 165
8.3 Akomodasi Kru 166
8.4 Estimasi Berat 167
8.4.1 Berat Leightweight (LWT) 167
8.4.2 Bobot mati (Deadweight/DWT) 168
8.5 Koreksi Displasmen 169
8.6 Pendekatan Stabilitas Kapal 170
8.6.1 Model Stabilitas 171
8.6.2 Definisi Ruangan 171
8.6.3 Kondisi Pemuatan 172
8.6.4 Kriteria 175
8.6.5 Laporan Penilaian 175
8.7 Sistem Propulsi 179
8.7.1 Hasil Perhitungan Hambatan 179
8.7.2 Sistem Penggerak *Waterjet* 180
8.7.3 Thrust of Waterjet 181
8.7.4 Hasil 183
8.7.5 Diskripsi Perencanaan Ruang Mesin 184

8.7.6 Mesin Utama 185
BAB 9 PERHITUNGAN HARGA PEMBANGUNAN *FAST FERRY* 187
9.1 Gambaran Umum 187
9.2 Hasil perhitungan 188
BAB 10 KESIMPULAN 191
DAFTAR PUSTAKA 193
BIOGRAFI PENULIS 197
LAMPIRAN 199

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Indonesia dan Provinsi Papua Barat 1
Gambar 1.2 Lokasi pertambangan di Provinsi Papua Barat 2
Gambar 1.3 Katamaran di Hong-Kong dan Singapura 3
Gambar 1.4 Katamaran di Australia dan Skandinavia 3
Gambar 2.1 Proses desain dengan memperkirakan kebutuhan volume pada SBSD 9
Gambar 2.2 Penjelasan proses pembuatan desain 10
Gambar 2.3 Contoh variasi pada metode *life-size experiment* SBSD 11
Gambar 2.4 Hasil desain dengan menggunakan metode SBSD 12
Gambar 2.5 Bagan hasil *brainstorming* untuk pendekatan risiko 13
Gambar 2.6 *Fault Tree Analysis* 13
Gambar 2.7 Hasil desain dengan menggunakan metode RBSD 14
Gambar 2.8 *Ferry* Wan Seri Beni 15
Gambar 2.9 *Ro-ro ferry* 16
Gambar 2.10 *Fast ferry* 17
Gambar 2.11 5 fase metode desain generik 19
Gambar 2.12 Desain spiral menggambarkan proses desain generik 21
Gambar 2.13 Spiral desain yang mendiskripsikan proes desain *marine* 22
Gambar 2.14 Spiral desain yang mendiskrisikan proses SBSD 23
Gambar 2.15 Contoh ilustrasi analisis fungsional 24
Gambar 2.16 Ilustrasi matriks level 30
Gambar 2.17 Contoh gambar kurva GZ 37
Gambar 3.1 Diagram Alir 42
Gambar 4.1 Peta Pembagian Wilayah Papua Barat 48
Gambar 4.2 Persebaran perusahaan pertambangan di Papua Barat 50
Gambar 4.3 Persebaran tempat pariwisata di Papua Barat 51
Gambar 4.4 Data tinggi gelombang pada Bulan Januari 2016 60
Gambar 4.5 Data tinggi gelombang pada Bulan Juli 2016 60
Gambar 4.6 Data tinggi gelombang pada Bulan Desember 2016 61
Gambar 4.7 Data tinggi gelombang pada Bulan Juli 2017 61

Gambar 4.8 Data tinggi gelombang pada Bulan Januari 2018 62
Gambar 4.9 Data tinggi gelombang pada Bulan Agustus 2018 62
Gambar 4.10 Data tinggi gelombang pada Bulan Januari 2019 63
Gambar 4.11 Data tinggi gelombang pada Bulan Agustus 2019 63
Gambar 4.12 Data tinggi gelombang pada Bulan Oktober 2019 64
Gambar 4.13 Rute antar distrik 66
Gambar 4.14 Rute ke perusahaan pertambangan 66
Gambar 4.15 Rute ke lokasi pariwisata 67
Gambar 4.16 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Sorong 68
Gambar 4.17 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Gabe 68
Gambar 4.18 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Waisol 69
Gambar 4.19 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Bintuni 69
Gambar 4.20 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Babo 70
Gambar 4.21 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Fak-fak 70
Gambar 4.22 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Misool 70
Gambar 4.23 Tampak Profil dan dek atas Austal 41 72
Gambar 4.24 Tampak Profil dan dek atas Austal 45 73
Gambar 4.25 Tampak Profil dan dek atas Incat 090 74
Gambar 4.26 Tampak Profil dan dek atas Austal 41 74
Gambar 4.27 Tipe kapal Damen 75
Gambar 4.28 Kapal-kapal yang beroperasi di Papua Barat 78
Gambar 4.29 Lokasi pelabuhan yang disurvei 79
Gambar 4.30 Pelabuhan Babo 81
Gambar 4.31 *Layout* Pelabuhan Babo 82
Gambar 4.32 Dermaga Kapal 82
Gambar 4.33 Dermaga Apung 82
Gambar 4.34 Kondisi Pelabuhan Babo 83
Gambar 4.35 Dok Combo 83
Gambar 4.36 Crew Boat di Dok Combo 84
Gambar 4.37 Ruang Tunggu 84
Gambar 4.38 Pelabuhan Usaha Mina 85
Gambar 4.39 Kondisi Laut 86

Gambar 4.40 Akses Jalan 86
Gambar 4.41 Toko Kecil 86
Gambar 4.42 Pelabuhan Rakyat 87
Gambar 4.43 Pelabuhan Rakyat 88
Gambar 4.44 Kondisi di Sekitar 88
Gambar 4.45 Pelabuhan Sorong 89
Gambar 4.46 Gerbang Pelabuhan Sorong 89
Gambar 4.47 Dok Apung 90
Gambar 4.48 Ruang Tunggu 90
Gambar 4.49 Pengambilan Data di 14 Titik pada Rute Pelayaran Survei 91
Gambar 4.50 Kondisi Perairan di Teluk Sele 92
Gambar 4.51 Kondisi Laut 92
Gambar 4.52 Keadaan Mendekati Pelabuhan Sorong 92
Gambar 4.53 Gelombang Tinggi pada 7 Tahun Terakhir 93
Gambar 4.54 LCT SMM Berau 95
Gambar 4.55 Ruang Utama 95
Gambar 4.56 Arus Pasang Surut 97
Gambar 4.57 Titik Koordinat 97
Gambar 4.58 Sistem Navigasi 97
Gambar 6.1 Risk Matrix 117
Gambar 7.1 Daftar operator Damen 4212 121
Gambar 7.2 Layout Damen 4212 122
Gambar 7.3 Konsep awal fungsi umum kapal 123
Gambar 7.4 Konsep hasil eliminasi ronde pertama dalam kombinasi morfologis 124
Gambar 7.5 Kemungkinan konsep setelah eliminasi ronde pertama dalam kombinasi morfologis 125
Gambar 7.6 Kebutuhan aplikasi propulsor 129
Gambar 7.7 Kemungkinan konsep setelah eliminasi ronde kedua dalam kombinasi morfologis 130
Gambar 7.8 Rute dan *pattern* kecepatan kapal ambulan 139
Gambar 7.9 Rute 1 dan variasi kecepatan *fast ferry* 140

Gambar 7.10 Rute 2 dan variasi kecepatan *fast ferry* 140
Gambar 7.11 Rute 3 dan variasi kecepatan *fast ferry* 141
Gambar 7.12 Rute 4 dan variasi kecepatan *fast ferry* 141
Gambar 7.13 Layout Damen Fast Ferry 4212..... 146
Gambar 7.14 Kursi yang digunakan 147
Gambar 7.15 Kondisi A1 dan A2 dalam pengujian ukuran sebenarnya 148
Gambar 7.16 Spesifikasi kursi roda untuk penyesuaian ukuran 149
Gambar 7.17 Kondisi B dalam pengujian ukuran sebenarnya..... 149
Gambar 7.18 Kondisi D dalam pengujian ukuran sebenarnya..... 150
Gambar 7.19 Variasi 1 untuk penataan ruang penumpang 151
Gambar 7.20 Variasi 2 untuk penataan ruang penumpang 151
Gambar 7.21 Variasi 3 untuk penataan ruang penumpang 151
Gambar 7.22 Sketsa kasar area geladak yang diperlukan..... 154
Gambar 7.23 Sket kursi penumpang..... 155
Gambar 7.24 Balkon belakang *fast ferry* 156
Gambar 7.25 Lounge..... 156
Gambar 7.26 Sket 3D ruangan-ruangan utama..... 157
Gambar 7.27 Perspektif pandangan lambung, melihat ke atas dari bawah..... 157
Gambar 7.28 Rencana awal lambung *fast ferry*..... 160
Gambar 8.1 Rencana Umum awal *fast ferry*..... 162
Gambar 8.2 Perspektif tampilan kursi yang telah disesuaikan 163
Gambar 8.3 Pengaturan di dek utama 164
Gambar 8.4 Pengaturan di dek atas..... 164
Gambar 8.5 Tampilan teratas dari kursi tidur pada posisi normal 165
Gambar 8.6 Tampilan teratas dari kursi tidur pada posisi tidur..... 165
Gambar 8.7 Model stabilitas 171
Gambar 8.8 Grafik stabilitas kapal pada pemuatan 1 177
Gambar 8.9 Desain *Waterjet*..... 183
Gambar 8.10 Pengaturan ruang mesin 185

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Wilayah Administrasi Provinsi Papua Barat 48
Tabel 4.2 Profil Ekoregion Provinsi Papua Barat..... 51
Tabel 4.3 Jumlah wisatawan di Papua Barat 2014 - 2019..... 53
Tabel 4.4 Kunjungan Kapal dari Dalam Negeri dan Luar Negeri Pelabuhan yang diusahakan di Provinsi Papua Barat 2016 – 2018 (Unit) 55
Tabel 4.5 Kunjungan Kapal Pelabuhan yang Tidak Diusahakan di Provinsi Papua Barat 2016-2018 (Unit) 56
Tabel 4.6 Banyaknya Penumpang Debarkasi dan Embarkasi Menurut Pelabuhan yang Diusahakan di Provinsi Papua Barat 2016 – 2018..... 57
Tabel 4.7 WMO *Sea State* 65
Tabel 4.8 Kapal PT ASDP yang dioperasikan di Papua dan Papua Barat 76
Tabel 4.9 Keterangan Kapal 94
Tabel 4.10 Hasil Pengambilan Data 96
Tabel 4.11 Daftar kecelakaan kapal penumpang di Indonesia 17 tahun terakhir .. 98
Tabel 6.1 *Hazard Identification List* 104
Tabel 6.2 Diskripsi kategori frekuensi yang digunakan pada PHA 115
Tabel 6.3 Diskripsi kategori konsekuensi yang digunakan pada PHA 115
Tabel 6.4 Hasil penilaian dengan menggunakan *risk matrix*..... 117
Tabel 7.1 Kecepatan vs *Sea Time* vs kebutuhan bahan bakar 120
Tabel 7.2 Data kapal yang ada dari Galangan Kapal Damen, Incat, dan Austal. 120
Tabel 7.3 Sisa konsep untuk persyaratan fungsional setelah putaran eliminasi 2 126
Tabel 7.4 Sisa konsep untuk persyaratan fungsional setelah putaran eliminasi 3 131
Tabel 7.5 Pemeringkatan alternatif bentuk lambung kapal 132
Tabel 7.6 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan kapal eksisting 142
Tabel 7.7 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan pesawat ... 142
Tabel 7.8 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan mobil..... 142
Tabel 7.9 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan *fast ferry*.. 143

Tabel 7.10 Kondisi pemuatan 147
Tabel 7.11 Tabel *life-size experiment* dan *model-size experiment* 152
Tabel 7.12 Dimensi utama *fast ferry* 160
Tabel 8.1 Perkiraan Berat *Lightweight* 167
Tabel 8.2 Perkiraan bobot mati 169
Tabel 8.3 Koreksi Displasmen 170
Tabel 8.4 Permeabiltas kompartemen 171
Tabel 8.5 Kapasitas tanki 172
Tabel 8.6 Kondisi pemuatan 1 172
Tabel 8.7 Kondisi pemuatan 2 173
Tabel 8.8 Kondisi pemuatan 3 174
Tabel 8.9 Kondisi pemuatan 4 174
Tabel 8.10 Hasil penilaian stabilitas pada pemuatan 3; muatan penuh 176
Tabel 8.11 Nilai stabilitas untuk pemuatan 1 177
Tabel 8.12 Nilai stabilitas untuk pemuatan 2 178
Tabel 8.13 Nilai stabilitas untuk pemuatan 3 178
Tabel 8.14 Nilai stabilitas untuk pemuatan 4 178
Tabel 8.15 *Typical propulsor-hull interactive factor* untuk kapal cepat 180
Tabel 8.16 Persyaratan *high speed thrust* 183
Tabel 8.17 Kapasitas *thrust of waterjet propulsion* 184
Tabel 9.1 Harga pembangunan *fast ferry* 189

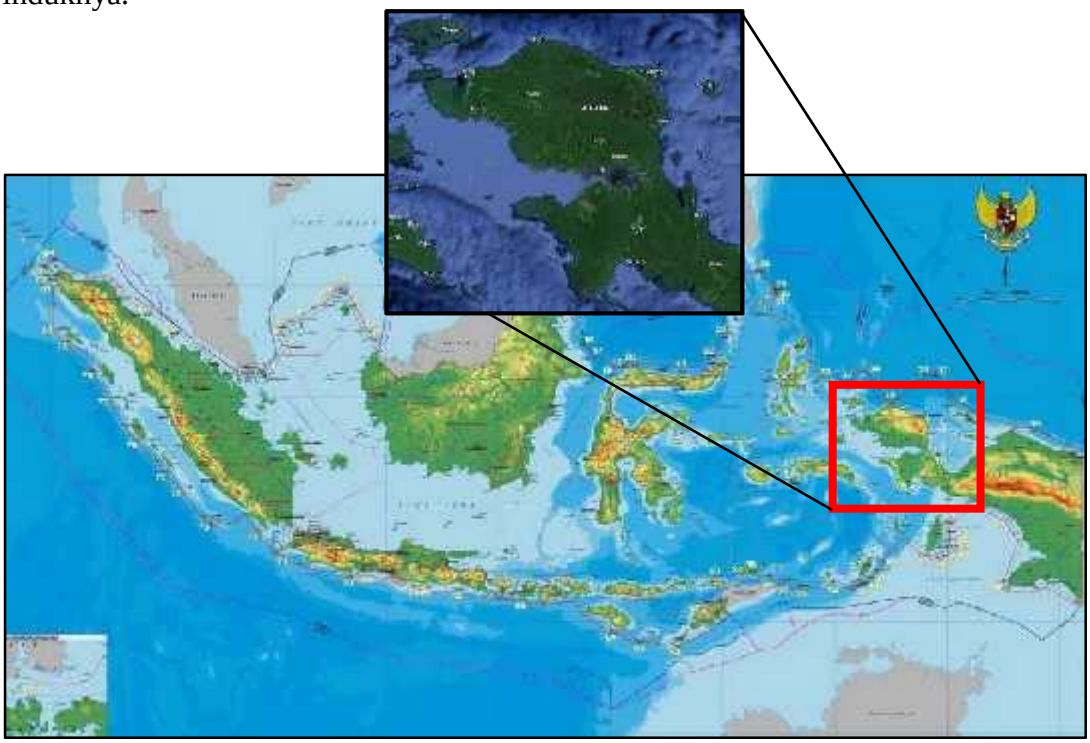
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang gambaran umum penelitian beserta hal-hal yang melatarbelakangi diambilnya tema dalam penelitian. Tujuan dan manfaat penelitian dijelaskan dalam bab ini supaya pembaca paham mengapa penelitian ini dilakukan. Agar penelitian lebih fokus pada pokok permasalahan, batasan-batasan masalah ditentukan beserta dengan dugaan awal atau hipotesis peneliti. Paparan pada bab ini akan menjadi dasar untuk merumuskan dasar teori yang digunakan pada BAB 2 dan metodologi pada BAB 3.

1.1. Latar Belakang

Papua Barat adalah sebuah provinsi Indonesia yang terletak di ujung barat Pulau Papua. Ibukotanya adalah Manokwari. Papua Barat merupakan provinsi yang memperoleh status otonomi khusus. Provinsi Papua Barat, meski telah menjadi provinsi tersendiri, tetap mendapat perlakuan khusus sebagaimana provinsi induknya.



Gambar 1.1 Peta Indonesia dan Provinsi Papua Barat

Daerah padat penduduk dan pusat perekonomian Papua Barat umumnya berada di daerah pesisir. Pusat perekonomian Papua Barat yang paling dominan yakni di sektor pariwisata dan pertambangan. Di sebelah barat laut Papua Barat, terletak Taman Nasional Raja Ampat yang beberapa tahun terakhir mendunia dengan keindahan wisata terumbu karang sehingga banyak dikunjungi turis baik nusantara maupun mancanegara. Selain itu, banyak terdapat perusahaan pertambangan yang tersebar di sekitar Kota Sorong dan di daerah Teluk Bintuni. Perusahaan-perusahaan pertambangan ini merupakan perusahaan multinasional yang mempekerjakan ribuan karyawan dari seluruh dunia.

Gambar 1.2 Lokasi pertambangan di Provinsi Papua Barat

Untuk transportasi antar daerah, transportasi utamanya menggunakan kendaraan udara dan darat, tetapi ada juga perahu yang dioperasikan secara terbatas untuk wilayah yang saling berdekatan. Bandara terbesar yang terdapat di Papua Barat terletak di Kota Sorong. Untuk menuju ke daerah lain hingga yang berlokasi cukup jauh, harus menggunakan pesawat kecil dan helikopter yang biayanya cukup mahal. Sementara untuk jalur darat akan menempu waktu yang jauh lebih lama akibat sulitnya medan. Sementara, pihak penyedia wisata dan perusahaan pertambangan membutuhkan sarana transportasi yang membutuhkan waktu cepat namun dengan harga yang bisa di-*reduce*. Di Papua Barat, bandara-bandara perintis dikelola oleh perusahaan pertambangan pengguna dimana hal ini memakan biaya besar untuk pengelolaan bandara.

Kapal jenis ini telah digunakan secara luas di *Great Barrier Reef* Australia, Skandinavia, penyeberangan Batam-Singapura, dan Hongkong-Makau-Tiongkok. Ada 2 teori sebab-akibat dengan adanya hubungan antara keberadaan *fast ferry* dan daerah pusat perekonomian. Pertama, dengan adanya transportasi yang baik maka daerah pusat perekonomian dapat berkembang. Contoh dari teori ini adalah di Batam-Singapura, dan Hongkong-Makau-Tiongkok. Ciri khasnya adalah lalu lintas di perairan daerah ini sangat ramai.

Gambar 1.3 Katamaran di Hong-Kong dan Singapura

Teori yang kedua, dengan adanya kegiatan ekonomi di suatu daerah maka dibutuhkan sarana transportasi yang dapat mendukung kegiatan ekonomi tersebut. Contoh dari teori ini adalah di *Great Barrier Reef* Australia untuk pariwisata, dan Skandinavia untuk eksplorasi lepas pantai. Ciri khasnya adalah lalu lintas di perairan daerah ini yang sepi.

Gambar 1.4 Katamaran di Australia dan Skandinavia

Kapal katamaran yang digunakan pada tempat-tempat di atas didesain oleh vendor-vendor kapal katamaran alumunium besar global seperti Incat, Damen, atau Austal. Dengan jumlah populasi yang cukup banyak tersebar di dunia, maka tidak heran pengguna memilih kapal tipe ini karena memiliki kelebihan-kelebihan yang dibutuhkan dalam melaksanakan angkutan penumpang dan barang dibandingkan dengan tipe lain (*monohull* dan trimaran). Adapaun kelebihan-kelebihan yang yang

diberikan antara lain kemampuan mengangkut muatan, kecepatan yang mumpuni, dan kemudahan operasional serta perawatannya.

Berdasarkan kondisi eksisting di Papua Barat, untuk mengurangi biaya dan memotong waktu perjalanan, maka muncul ide untuk mengangkut perumpang dari Kota Sorong ke lokasi pesisir lainnya dengan *fast ferry* daripada dengan pesawat terbang, helikopter, dan kendaraan darat. Kota Sorong dipilih karena merupakan tempat transit utama sebelum menuju ke darah pariwisata Raja Ampat dan pusat-pusat pertambangan yang tersebar di daerah lain. Pasar yang dituju penggunaan *fast ferry* adalah untuk wisatawan kelas atas dan perusahaan pertambangan. Kelebihan yang ditawarkan dengan adanya penggunaan *fast ferry* dibandingkan pesawat terbang adalah biaya yang lebih murah dengan muatan yang relatif sama atau lebih, dan dapat langsung menjangkau ke daerah pemukiman pesisir dengan mendekat ke perairan daerah tersebut. Selain itu, kelebihan yang ditawarkan dengan adanya penggunaan *fast ferry* dibandingkan kendaraan darat adalah waktu yang lebih cepat dengan muatan yang relatif sama atau lebih.

Kelebihan-kelebihan penggunaan *fast ferry* seperti yang disebutkan diatas dapat dicapai apabila kapal memiliki desain yang baik. Desain adalah proses yang kompleks di mana kreativitas dan keterampilan analitis diperlukan untuk keberhasilannya. Ada banyak metode desain dalam merancang sebuah kapal, tergantung dari data yang dimiliki dan kondisi di lapangan. Pada penelitian kali ini, metode yang digunakan adalah *System Based Ship Design* (SBSD) dan *Risk Based Ship Design* (RBSD). SBSD adalah metode menggunakan pendekatan dengan mengurangi jumlah *loop* yang diperlukan untuk menemukan konsep yang baik. Sementara itu RSBD adalah metode dengan menganggap keselamatan sebagai tujuan alih-alih memperlakukannya sebagai kendala.

1.2. Konteks Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis didukung oleh Departemen Teknik Perkapalan, Instutut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai lembaga yang menaungi program Magister: Teknik Produksi dan Material Kelautan (TPMK).

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diberikan, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan persyaratan fungsi utama *fast ferry* berdasarkan kondisi lokasi?
2. Bagaimana mengembangkan konsep desain *fast ferry* berdasarkan data sekunder?
3. Bagaimana mengembangkan *safety assessment* pada desain *fast ferry?*
4. Bagaimana menentukan ukuran utama *fast ferry?*
5. Bagaimana menentukan nilai teknis untuk desain akhir *fast ferry?*
6. Bagaimana desain rencana garis dan rencana umum *fast ferry?*
7. Berapa harga *fast ferry* pada hasil desain yang sesuai*?*

1.4. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan desain standar *fast ferry* untuk perairan di daerah Papua Barat. Adapun tujuan yang menjadi fokus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan persyaratan fungsi utama *fast ferry* berdasarkan kondisi lokasi,
2. Mengembangkan konsep desain *fast ferry* berdasarkan data sekunder,
3. Mengembangkan *safety assessment* pada desain *fast ferry*,
4. Menentukan ukuran utama *fast ferry*,
5. Melakukan perhitungan teknis untuk desain akhir,
6. Mendapatkan desain rencana garis dan rencana umum *fast ferry*,
7. Mendapatkan estimasi harga *fast ferry*.

1.5. Manfaat

Dari penelitian ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Tersedianya metode baru dalam mendesain kapal, serta
2. Tersedianya referensi bagi desainer kapal maupun pemerintah (khususnya Papua Barat) dalam mengembangkan desain *fast ferry*.

1.6. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah dengan adanya pendekatan *safety assessment*, jumlah penumpang, dan daerah operasi di Papua Barat, maka desain *fast ferry* akan menjadi acuan yang ideal untuk digunakan sebagai standar pada pembangunan *fast ferry* untuk perairan di daerah Papua Barat.

1.7. Batasan Masalah

Karena keterbatasan waktu dan dana, serta supaya tujuan penelitian ini lebih fokus, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Aspek teknis yang diteliti hanya pada tahap konsep desain,
2. Data yang digunakan adalah sekunder,
3. Identifikasi bahaya/*hazard identification* dilakukan dengan menggunakan metode *brainstorming*,
4. Tidak menghitung analisis kelayakan
5. Analisis dan pengolahan data kapal menggunakan bantuan *software.*

BAB 2
KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Berdasarakan pendahuluan yang sudah diuraikan pada BAB 1, tahap selanjutnya adalah menentukan kajian pustaka dan dasar teori yang diperlukan untuk menyelesaikan atau menjawab rumusan masalah. Bab ini dibagi menjadi 2 kelompok utama yaitu kajian pustaka dan dasar teori. Keduanya akan dijadikan sebagai dasar untuk menyelesaikan permasalahan dan perhitungan pada penelitian ini.

2.1 Kajian Pustaka

Sub bab ini berisi tentang referensi-referensi dan hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan yang digunakan untuk menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian atau desain lain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian.

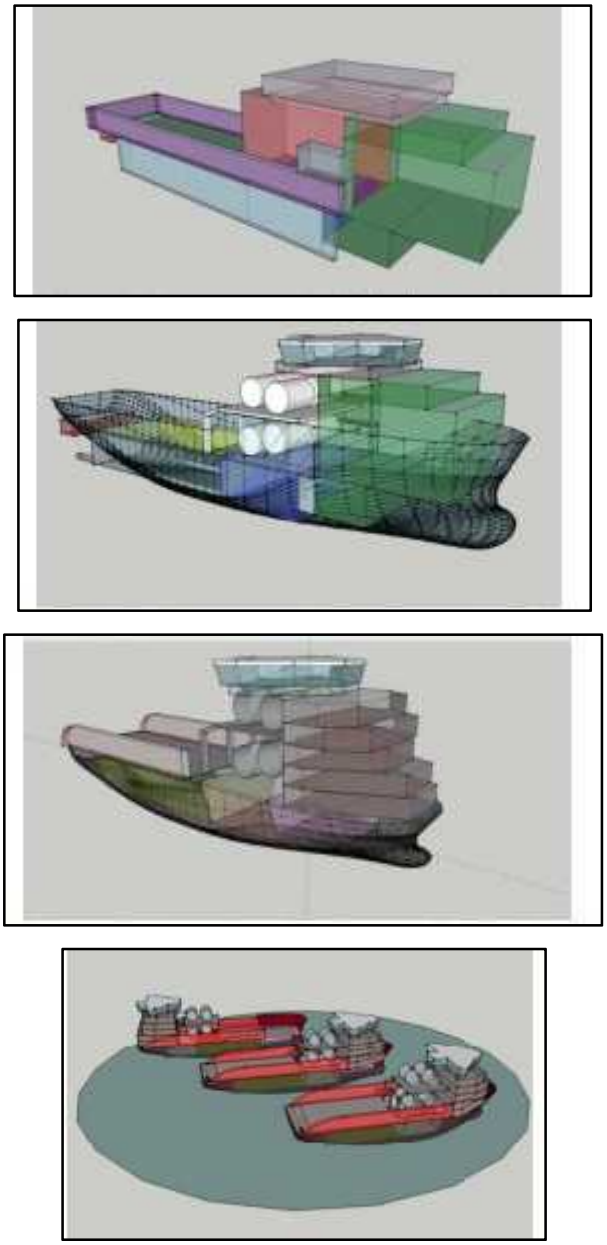
2.1.1 Desain Kapal Berbasis Sistem

Penelitian desain kapal berbasis sistem atau *System Based Ship Design* (SBSD) dilakukan oleh Øyvind Vestbøstad pada 2011 dengan judul "System Based Ship Design for Offshore Vessels" dan oleh Gina Havdal, Christine Torjussen Heggelund, & Charlotte Hjelmseth Larssen pada 2017 dengan judul "Design of a Small Autonomous Passanger Ferry".

Pada penelitian pertama, tujuan dan fokus keseluruhan adalah untuk menyarankan bagaimana pendekatan Desain Kapal Berbasis Sistem dapat mendukung proses desain kapal yang efisien dan inovatif. Penelitian ini akan mengeksplorasi bagaimana pendekatan SBSD dapat digunakan dalam proses desain *Offshore Vessels*, dan mempertimbangkan bagaimana pendekatan SBSD yang disederhanakan dapat mendukung proses desain bangunan baru dengan membuat

diskusi nyata dasar untuk tenaga penjualan, desainer, dan klien pada tahap awal. Deskripsi masalah untuk daftar lingkup dan kegiatan utama yang ditentukan.

Output dari pendekatan SBSD adalah daftar volume yang diperlukan untuk bangunan baru, dan bobot untuk setiap volume. Dengan membuat template untuk bagaimana volume ini terhubung, sketsa konsep yang layak dapat diotomatisasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. 1. Template menyatakan di mana volume harus diposisikan, luas dan tinggi yanh diatur berdasarkan kendala dan panjangnya diskalakan untuk memenuhi permintaan volume. Sebagai contoh, apakah modul mesin jangkar ditempatkan di depan modul dek dan dibuat selebar dan setinggi mungkin dalam batasan dan kemudian diskalakan berdasarkan panjangnya. *Graphical User Interface* yang dijelaskan di bawah ini hanya sketsa untuk bagaimana perangkat lunak seperti itu bisa bekerja, tetapi beberapa templat statis telah diimplementasikan menggunakan Excel untuk menghasilkan sketsa 3D seperti pada Gambar 2. 1 berdasarkan pustaka modul, diskalakan dan diposisikan dalam tiga dimensi. Lembar kerja Excel tergantung pada daftar parameter seperti luasnya kapal, kedalaman dari dek pertama, jarak dek dan sebagainya. Lembar kerja memiliki kolom untuk volume per modul yang ditautkan ke lembar kerja SBSD. Volume ini kemudian dibagi dengan luas dan tinggi yang sesuai yang menghasilkan rasio penskalaan untuk file input. Untuk melakukan ini secara *real time* saat mengubah parameter di Excel, *Visual Basic Script* mengekspor data yang relevan ke file teks dalam format yang sesuai *Visual Basic Script* adalah versi modifikasi dari skrip standar yang mengekspor informasi ke file.



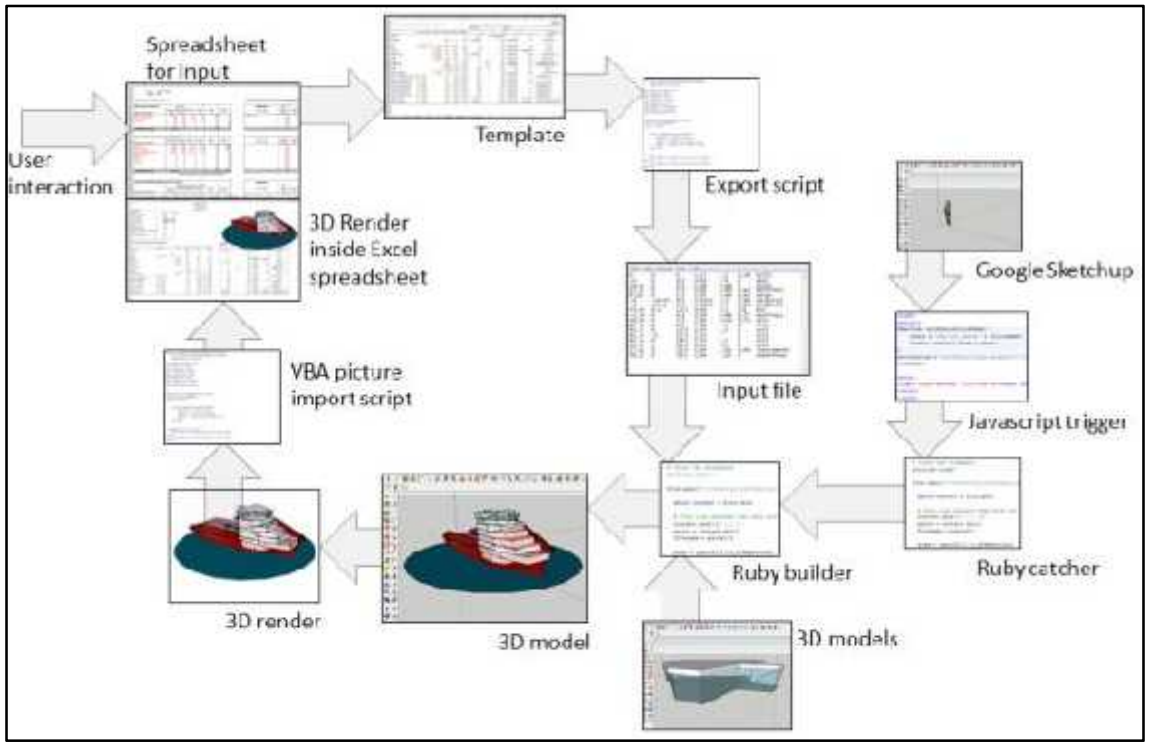
Gambar 2.1 Proses desain dengan memperkirakan kebutuhan volume pada SBSD

Selain itu, *plugin* untuk Google Sketchup telah dikembangkan di Ruby untuk melintasi file input yang disebutkan di atas, mengimpor modul yang diperlukan dan skala dan posisi mereka. Modul-modul ini merupakan model 3D terpisah yang dapat sedetail yang diinginkan oleh perancang. Jika model inti diperbarui, itu akan mempengaruhi semua kapal baru yang dihasilkan. JavaScript kecil juga diperlukan untuk secara aktif memanggil penangkap dengan interval kecil. Penangkap memeriksa apakah *file input* telah diperbarui detik terakhir, dan

jika sudah selesai, penangkap akan memanggil pembangun untuk menghasilkan model, dan kemudian membuat gambar.

Skrip ekspor *spreadsheet* Excel mengasumsikan bahwa *plugin* Google Sketchup sedang berjalan, dan ketika file *input* diekspor, skrip akan menunggu beberapa detik dan kemudian mencoba mengimpor *render* yang dibuat oleh penangkap Ruby. Berapa lama skrip VBA harus menunggu tergantung pada seberapa cepat model 3D dihasilkan, dan karenanya akan tergantung pada kecepatan komputer. Dengan demikian, perancang dapat bekerja di Excel saja, dengan Google Sketchup berjalan di latar belakang, dan masih melihat model 3D yang diperbarui di sudut *spreadsheet*-nya.

Proses teknis dari pendekatan SBSD dan hasil dalam bentuk sketsa 3D diringkas dalam diagram proses yang ditunjukkan pada Gambar 2. 2.

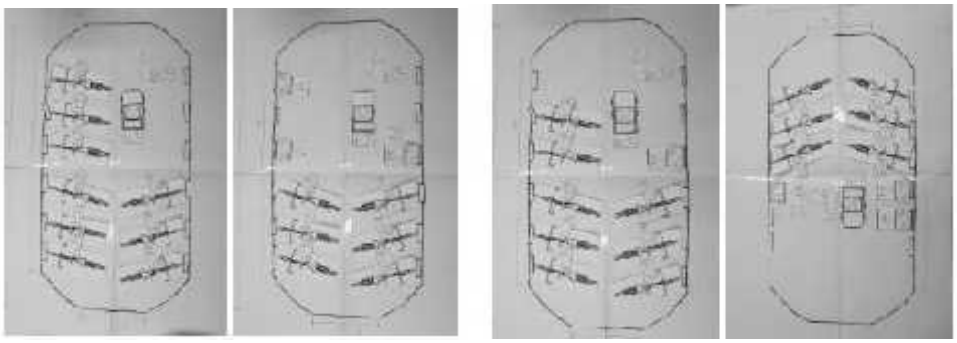


Gambar 2.2 Penjelasan proses pembuatan desain

Generator *output* Excel terhubung dengan *spreadsheet* Excel untuk SBSD untuk *Offshore Vessels* yang dikembangkan oleh Kai Levander (2011). Hasil dari *spreadsheet* ini adalah daftar volume yang diperlukan untuk kapal yang disebutkan.

Volume-volume ini diterjemahkan ke dalam templat kode keras dalam lembar sendiri yang memiliki skrip ekspor terlampir. Skrip ekspor menghasilkan file *input* untuk plugin Google Sketchup. *Plugin* Google Sketchup akan mengimpor file *input* terbaru dan membangun model yang pada akhirnya diimpor kembali ke Excel.

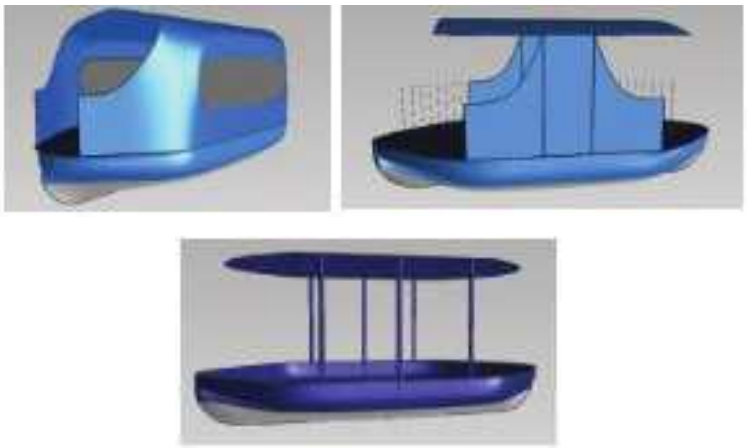
Pada judul yang kedua, penelitian ini menyajikan teori tentang metode yang digunakan, teori tentang desain, dan tentang bagaimana aspek otonomi akan mempengaruhi desain akhir dan proses desain itu sendiri. Salah satu metode yang digunakan adalah *System Based Ship Design* (SBSD). Kemungkinan konsep untuk persyaratan fungsional, yang ditetapkan dari tujuan utama, akan disarankan melalui sesi curah pendapat. Informasi yang diperlukan akan dikumpulkan untuk mengevaluasi ekonomis konsep. Dari informasi yang sudah didapat, jumlah konsep akan dibatasi. Proses penentuan ukuran utama yang digunakan adalah dengan menggunakan metode *life-size experiment*. Yaitu dengan cara *trial and error* dalam penataan ruangan berdasarkan muatan yang akan dibawa.



Gambar 2.3 Contoh variasi pada metode *life-size experiment* SBSD

Proses hierarki analitis atau yang serupa akan digunakan untuk mengevaluasi setiap konsep satu sama lain. Kemungkinan akan diperlukan pengembangan lebih dari satu konsep. Evaluasi akan diperlukan setelah pengembangan lebih lanjut untuk membatasi pekerjaan pada satu desain. Desain detail dari konsep akhir akan didapatkan dengan menggunakan hasil dari penilaian risiko yang dikombinasikan dengan analisis pada biaya, stabilitas dan kekuatan. Ketahanan lambung akan ditentukan melalui perhitungan untuk selanjutnya menentukan daya dorong yang diperlukan. Beberapa iterasi mungkin diperlukan, setiap iterasi meningkatkan desain sesuai dengan evaluasi yang sedang

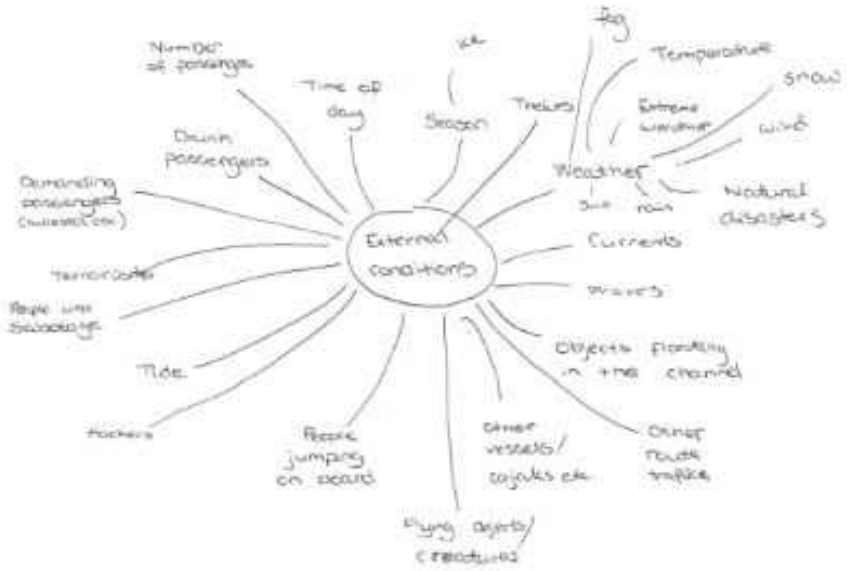
berlangsung. Setelah desain diatur, gambar rencana garis dan rencana umum akan dibuat. Kemudian dilanjutkan dengan memberikan informasi terperinci tentang desain lambung dan pengaturan peralatan di atas kapal.



Gambar 2.4 Hasil desain dengan menggunakan metode SBSD

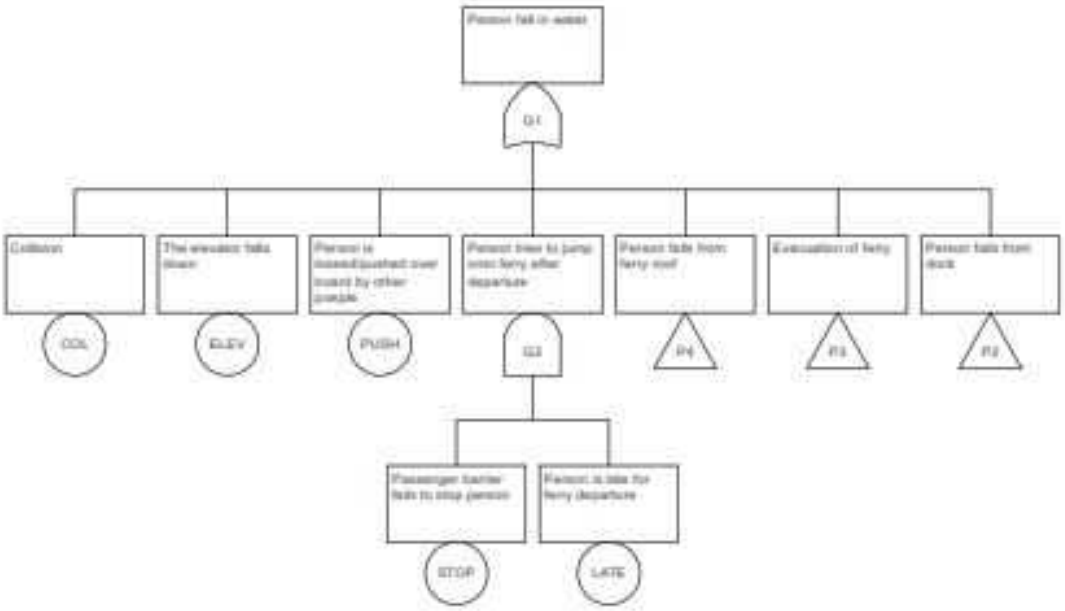
2.1.2 Desain Kapal Berbasis Risiko

Penelitian desain kapal berbasis risiko atau *Risk Based Ship Design* (RBSD) dilakukan oleh Christine Torjussen Heggelund pada 2017 dengan judul "Design of a Small Autonomous Passanger Ferry". Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan desain *fast ferry* otonom untuk mengangkut orang-orang antara Ravnkloa dan Fosenkaia di Trondheim. Ini juga akan dipertimbangkan apakah itu akan menjadi konsep yang lebih baik daripada jembatan. Area operasional *fast ferry* terbatas pada bentangan 100 meter antara kedua dermaga. Pekerjaan dalam tesis ini mengikuti metodologi yang salah satunya adalah Risk Based Ship Design (RBSD).



Gambar 2.5 Bagan hasil *brainstorming* untuk pendekatan risiko

Pada proses RBSD, dimulai dengan membuat bagan *brainstorming* pendekatan analisis risiko yang mungkin akan terjadi. Tiap-tiap item dari hasil *brainstorming* ini akan dianalisis dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak yang mendukung. Prosesnya akan ditampilkan pada bagan *Fault Tree Analysis* (FTA). Keluaran dari FTA yaitu berupa nilaian angka terkait tingkat risikonya.



Gambar 2.6 *Fault Tree Analysis*

Hasil desain dengan metode RBSD dan analisisnya adalah sebagai berikut. Bahan bangunan diatur menjadi aluminium. Superstruktur semi terbuka dengan dua pilar lebar di kedua sisi yang menopang atap. *Fast ferry* akan berlabuh di dermaga yang terpisah dari dermaga lainnya di daerah tersebut. Satu dermaga terletak di Ravnkloa dan yang lainnya di Fosenkaia. Dermaga harus dikelilingi oleh pagar untuk mengamankan orang jatuh di air. Poster informasi terletak di dermaga untuk memberi tahu penumpang tentang masalah keselamatan yang relevan. Untuk memasuki *fast ferry*, mereka perlu mengkonfirmasi bahwa mereka telah membaca informasi ini ketika melewati gerbang pendaftaran. Gerbang pendaftaran mengunci area doking ke orang-orang di dermaga. Ketika kapal *fast ferry* merapat dengan aman, pintu gerbang terbuka dan penumpang dapat naik ke kapal *fast ferry*. Bangku ditempatkan di dermaga untuk membuat waktu tunggu lebih menyenangkan bagi orang-orang. Dermaga dirancang dengan dermaga di satu sisi *fast ferry*. Ini mendukung *fast ferry* melawan arus di saluran untuk mengurangi gaya yang bekerja pada tambatan tanjakan. Masuk ke dermaga dilakukan menggunakan gang. Untuk pengguna kursi roda, *lift* disertakan di gang.

Gambar 2.7 Hasil desain dengan menggunakan metode RBSD

Fast ferry mampu mengangkut semua jenis pejalan kaki, dan dengan demikian dapat menggantikan jembatan. Kelemahan dari opsi *fast ferry* adalah bahwa penumpang mungkin perlu menunggu beberapa menit untuk menggunakan *fast ferry*. Metode yang diterapkan untuk desain memiliki kelemahan. Kelemahan dalam metodologi RBSD termasuk kurangnya informasi statistik yang akurat, fakta bahwa metode ini didasarkan pada analisis kapal yang ada, dan bahwa itu tergantung pada kriteria penerimaan risiko yang telah ditentukan. Pada proses

SBSD, sifat iteratif dari proses desain menunjukkan beberapa tugas yang relevan untuk pekerjaan proyek selanjutnya. Akan relevan untuk mempertimbangkan semua aspek yang ditetapkan oleh peraturan. Aspek baru untuk dipertimbangkan termasuk desain sistem dok darat dan penentuan pembatasan akses, tingkat keselamatan yang disyaratkan, penafian tanggung jawab dan persyaratan teknis untuk kapal otonom.

2.2 Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dijelaskan uraian singkat tentang teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

2.2.1 Ferry

Kapal Motor Penyeberangan atau *ferry* adalah kapal yang digunakan untuk angkutan penumpang, dapat berupa kapal Ro-Ro atau untuk perjalanan pendek terjadwal dalam bentuk kapal *fast ferry*. Kapal Motor Penyeberangan (KMP) adalah tipe kapal yang digunakan sebagai angkutan penyeberangan antar pulau yang mengangkut kendaraan, barang, dan penumpang. Jangkauan penyeberangan kapal tipe KMP adalah dalam tujuan jarak dekat sehingga sering disebut sebagai transportasi pantai, sungai, dan danau. (Rohmadhana, 2016).

Gambar 2.8 *Ferry* Wan Seri Beni
(https://www.brf.com.sg/about-us/our-fleet/)

Gambar 2. merupakan salah satu contoh bentuk kapal jenis *fast ferry* yang digunakan sebagai angkutan penumpang. Ada beberapa tipe KMP yang ada di Indonesia, antara lain sebagai berikut:

1. *Ro-ro ferry*

Ro-ro disini adalah singkatan dari *Roll on Roll off*. Kapal ini memiliki fungsi mirip jembatan yang bergerak. Namanya jembatan, apapun bisa melewatinya. Sesuai dengan namanya *roll off roll on* atau *roll on roll of* adalah suatu kapal *fast ferry* yang mempunyai dua jalur pintu masuk depan dan pintu belakang. Penumpang beserta bawaan termasuk mobil, motor, bus, ataupun truk bisa masuk dari pintu depan dan keluar dari pintu belakang. Jadi mobil tidak perlu parkir lagi untuk keluar. Tempat muatan untuk kendaraan-kendaraan ditempatkan pada geladak utama (*main deck*) dan di bawah *main deck* (*under main deck*), untuk jenis Roro yang lebih besar.

Gambar 2.9 *Ro-ro ferry*

(Sumber: www.flagshipd.com)

Sedangkan untuk penumpang ditempatkan pada deck 1 2, dan 3 tergantung dari berapa besar kapal tersebut. Kapal ferry jenis ini sudah digunakan di Indonesia sejak lama, kapal-kapal inilah yang menghubungkan Pulau Sumatra dengan Pulau Jawa, Pulau Jawa dan Pulau Bali, Pulau Jawa dan Pulau Madura, dan pulau-pulau lainnya. (Rohmadhana, 2016)

2. *Fast ferry*

Kapal ini disebut *fast ferry* karena kecepatannya lebih cepat dari kapal *fast ferry* biasa. Biasanya kapal-kapal jenis ini dipakai di daerah perairan atau laut yang tidak bergelombang tinggi. Sehingga sangat cocok untuk transportasi pantai, sungai, dan danau yang tidak bergelombang besar. Kapal-kapal jenis ini banyak dipakai oleh perusahan pelayaran kapal penumpang yang menghubungkan yang menghubungkan pulau-pulau kecil, seperti Batam-Singapura, Batam-Malaysis,

Batam-Tanjung Pinang, dan Batam-Riau. *Fast ferry* jenis ini hanya mampu memuat penumpang dan bagasi penumpang saja. Dan tidak bisa digunakan untuk memuat mobil, atau kendaraan lainnya, karena ukurannya relatif lebih kecil daripada jenis *fast ferry* lainnya. (Rohmadhana, 2016)

Gambar 2.10 *Fast ferry*

(Sumber: http://www.brittany-ferries.co.uk)

2.2.2 Metode Desain

Tujuan desain adalah untuk merencanakan pencapaian tujuan tertentu menggunakan jumlah minimum sumber daya dalam batas yang diberikan. Desain adalah proses yang kompleks di mana kreativitas dan keterampilan analitis diperlukan untuk keberhasilan. Itu tergantung pada intuisi perancang serta kualitas manusia lainnya yang hanya sedikit pengetahuan tentangnya. Untuk alasan ini, pengembangan lapangan telah bergerak ke arah metode desain daripada teori. Bagian ini akan menyajikan metode desain yang relevan untuk penelitian ini. (Havdal, Heggelund and Larssen, 2017)

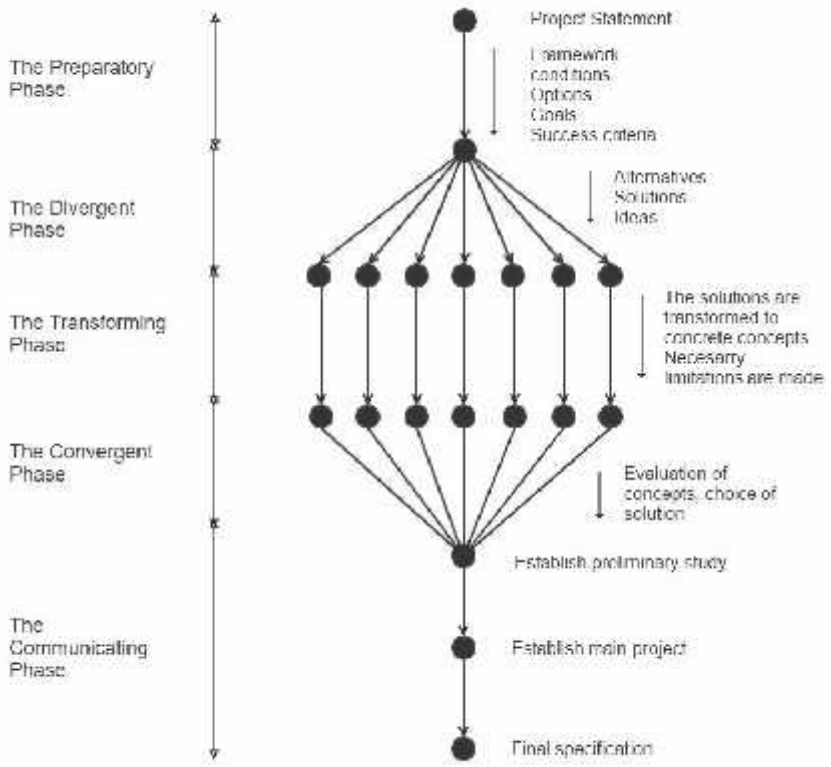
2.2.2.1 Metode Desain Generik

Proses desain dengan metode ini ditandai dengan ujung terbuka. Tujuannya jelas, tetapi konsep terakhir untuk mencapainya tidak diketahui. Proses ini memberi ruang bagi para desainer untuk menggunakan kekuatan kreatif pribadi mereka masing-masing. Asumsi yang diperlukan, pada awalnya dibuat untuk memungkinkan proses desain dan dievaluasi pada tahap selanjutnya untuk menentukan keberhasilannya. Asumsinya jarang benar dan biasanya perlu modifikasi agar lebih sesuai dengan tujuan. Ini adalah proses berulang untuk meningkatkan asumsi awal ini. Perancang menggunakan wawasan yang diperoleh dari asumsi cacat pertama untuk meningkatkan konsep akhir di iterasi berikutnya.

Konsep yang memenuhi tujuan dan tuntutan awal secara bertahap diperoleh melalui proses ini. Jumlah iterasi yang diperlukan tergantung pada kompleksitas tugas serta kemampuan desainer untuk membuat asumsi yang baik. (Endal et al., 2011)

Ada beberapa fase pada metode desain ini. Struktur secara umum adalah dengan membagi proses menjadi lima fase. Pekerjaan dimulai pada fase persiapan diikuti oleh divergen dan fase transformasi. Di sini, tujuan dan batasan ditetapkan sebelum konsep yang mungkin disarankan dan diubah menjadi konsep konkret. Selanjutnya, konsep dievaluasi dalam fase konvergen. Beberapa dari mereka dihapus. Akhirnya, konsep terbaik disajikan untuk pelanggan dalam fase komunikasi. Proses yang lengkap disajikan pada Gambar 2. 11.

Proses yang sama kadang-kadang dijelaskan hanya menggunakan tiga fase. Desain kemudian diperoleh setelah melalui fase konsep, fase pra-proyek dan fase-proyek utama. Fase konsep mencakup tiga fase pertama dari divisi sebelumnya. Fase pra-proyek dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi yang lebih terperinci dari konsep yang dipilih pada fase konsep. Informasi terperinci membentuk dasar untuk evaluasi akhir konsep sebelum diselesaikan dalam fase proyek utama. Pada fase ini, spesifikasinya akan ditetapkan. (Erichsen, 1999)



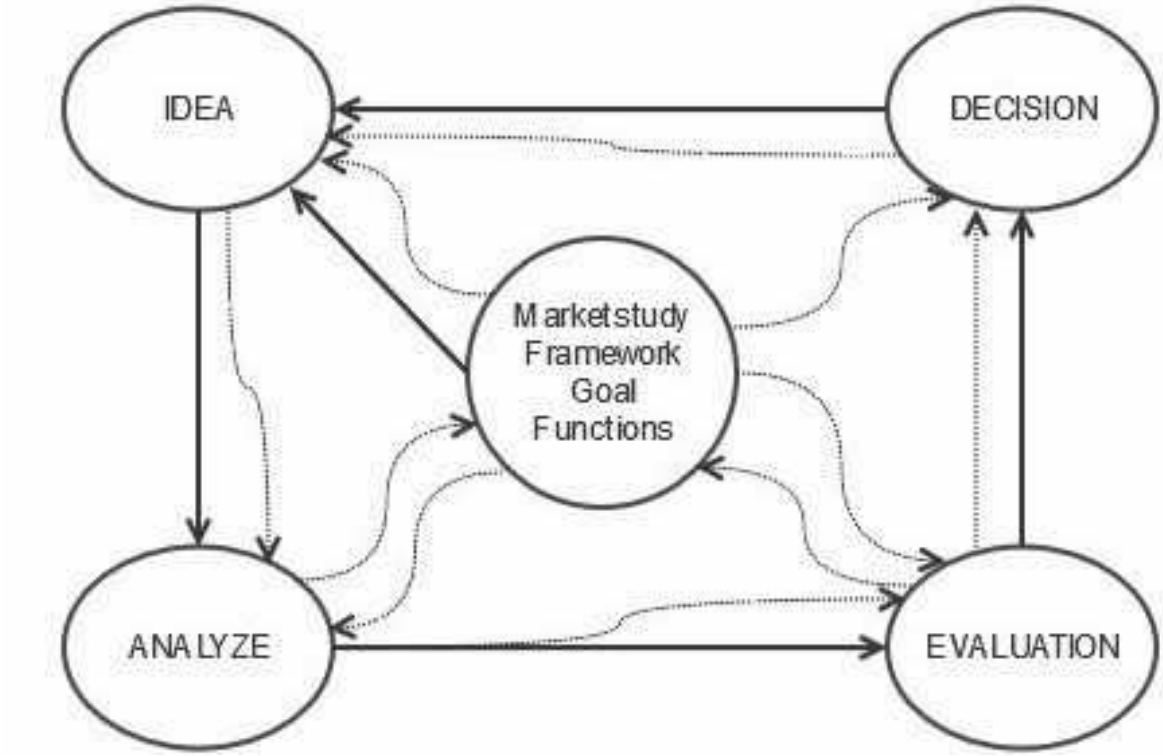
Gambar 2.11 5 fase metode desain generik

(Sumber: Ebdal et al, 2011)

Ilustrasi alternatif dari proses desain dapat dilihat pada Gambar 2. 12. Proses desain ini mengikuti garis utama pada gambar. Fase pertama yaitu menemukan semua informasi latar belakang yang relevan dan mengatur kondisi kerangka kerja. Studi tentang kondisi pasar dan kerangka kerja diperlukan untuk menemukan keterbatasan desain. Selanjutnya menentukan dan menetapkan sasaran untuk proyek. Langkah selanjutnya adalah mengembangkan ide untuk konsep yang berbeda. Konsep-konsep sebelumnya dikembangkan ke tingkat detail yang memuaskan, sebelum melanjutkan ke langkah berikutnya. Disini konsep dianalisis untuk menentukan fungsinya. Analisis dapat mencakup perhitungan pada hambatan, stabilitas dan daya penggerak yang diperlukan. Konsep yang tidak sesuai harus dibuang. Langkah selanjutnya adalah mengevaluasi konsep yang tersisa. Konsep dapat dievaluasi pada kriteria yang berbeda, seperti kinerja, ekonomi, kinerja lingkungan dan kinerja keselamatan. Berdasarkan evaluasi, keputusan harus

dibuat tentang konsep apa yang harus dipilih. Keputusan akan dipengaruhi oleh kriteria apa yang diberi penekanan tertinggi. Jika biaya lebih penting daripada kinerja keselamatan, konsep yang lebih murah akan dipilih daripada yang lebih aman. Proses ini menghasilkan penentuan desain akhir. Jika tidak memuaskan, iterasi baru melalui spiral akan dimulai untuk melakukan perbaikan pada desain. Jika dibandingkan dengan Gambar 2. 11, kedua ilustrasi sama-sama menggambarkan pendekatan yang sama. Pusat spiral desain sama dengan fase persiapan. Fase ide dalam spiral sama dengan fase divergen dan transformasi dan fase analisis sama dengan fase konvergen. Dan fase evaluasi sama dengan fase berkomunikasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. 1.

Proses desain dalam praktiknya tidak semudah yang dijelaskan dalam gambar. Kondisi kerangka kerja yang diabaikan dapat mengakibatkan biaya besar di kemudian hari dalam proyek. Informasi baru sering ditemukan pada tahap akhir dalam proses dan oleh karena itu lebih cenderung bergerak bolak-balik di antara fase ini. Pada kerangka baru ini, sebuah konsep baru mungkin diambil untuk tahap analisis, kemudian akan ditentukan hal itu layak atau tidak layak dilakukan. Proses desain kemudian harus kembali ke fase ide untuk mempertimbangkan kembali desain tersebut. Garis putus-putus dalam spiral desain lebih baik menggambarkan bagaimana kemajuan biasanya berlangsung. Informasi baru yang ditemukan di akhir proyek dapat mempengaruhi keputusan sebelumnya, sehingga perlu untuk kembali dan mengubah misalnya kondisi kerangka kerja atau keputusan desain tertentu.



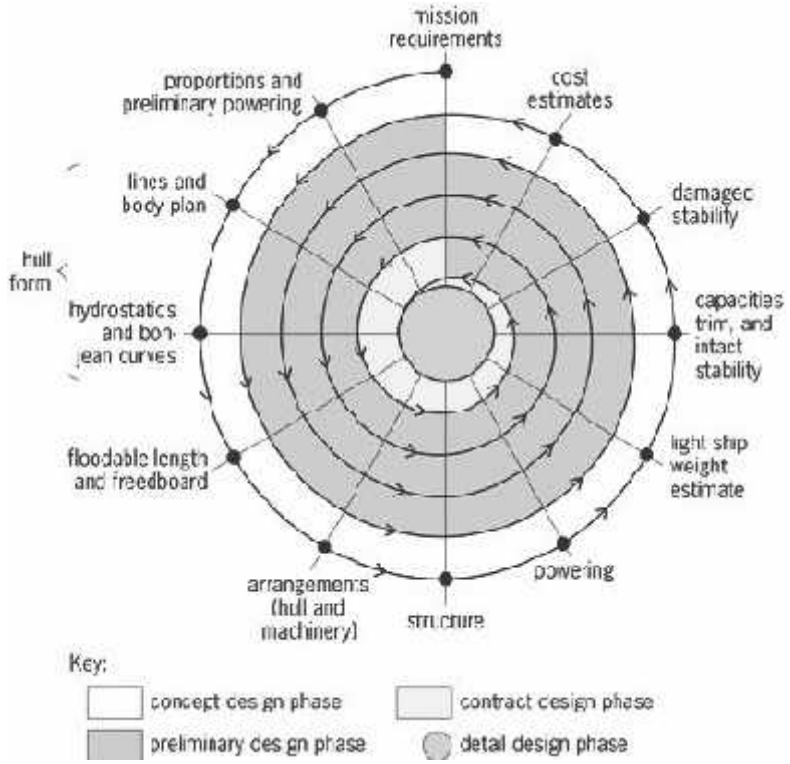
Gambar 2.12 Desain spiral menggambarkan proses desain generik (Aanondsen, 2017)

2.2.2.2 Metode Desain Traditional Marine

Proses desain *traditional marine* didasarkan pada prinsip yang sama seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya, umumnya hanya berfokus pada proyek-proyek angkatan laut. Metode ini adalah yang paling umum digunakan untuk desain kapal. Proses ini awalnya didasarkan pada pengalaman orang-orang di laut. Saat ini, desainer dapat lebih mengandalkan fondasi ilmiah dalam perhitungan mereka. Proses desain *traditional marine* tidak secara langsung berlaku untuk sistem lain, meskipun memiliki kemiripan dengan proses generik. Dalam desain *traditional marine*, keseluruhan sistem lebih menonjol. Perubahan kecil dalam satu bagian desain mungkin berdampak besar pada beberapa bagian lainnya. (Endal et al., 2011)

Metode desain *traditional marine* umumnya dikenal sebagai spiral desain. Metode ini menggambarkan prinsip yang sama dengan pembagian fase dalam Gambar 2. 4. Karena kapal adalah sistem yang kompleks, tidak mungkin untuk menentukan semua faktor dan variabel secara bersamaan. Pendekatan desain spiral

dimulai dengan mempertimbangkan bejana yang ada mirip dengan yang sedang dirancang. Spiral kemudian memandu desainer melalui proses iteratif untuk menentukan variabel yang diperlukan secara teratur, dengan kapal yang ada sebagai dasar (Endal et al., 2011). Spiral berfungsi sebagai pedoman ketika memilih urutan di mana perhitungan akan dilakukan. Urutan perhitungan dan keputusan yang optimal akan mengurangi total beban kerja dan meningkatkan peluang hasil yang baik. Gambar 2. 6 menunjukkan contoh klasik dari spiral desain *traditional marine*, seperti yang pertama kali disajikan oleh Evans (1959).

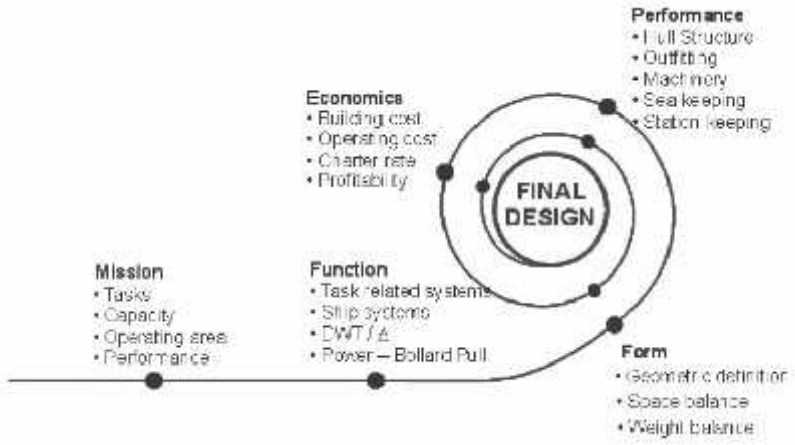


Gambar 2.13 Spiral desain yang mendiskripsikan proes desain *marine* (Evans, 1959)

2.2.2.3 Metode Desain Kapal Berbasis Sistem

Ketika komputer telah memasuki dunia desain dan menjadi semakin penting sebagai alat untuk perancang, model Evans tidak seakurat sebelumnya lagi. Levander (2009) menyajikan metode baru untuk desain kapal, yaitu Metode Desain Kapal Berbasis Sistem atau *System Based Ship Design* (SBSD) yang menggunakan strategi mengurangi jumlah *loop* yang diperlukan untuk menemukan konsep yang

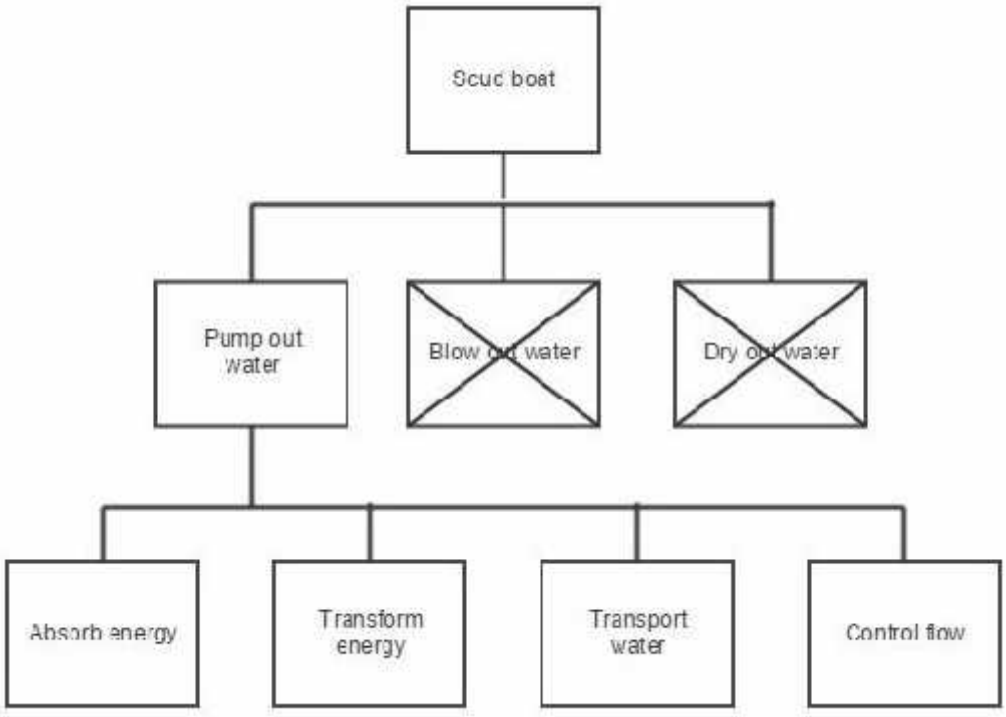
baik, dibandingkan dengan pendekatan desain *traditional marine*. SBSD juga menggunkan strategi *bottom-up* dalam memperkirakan kebutuhan volume sebelum setiap gambar akan dibuat sketsa. Pendekatan ini telah digunakan untuk kapal pesiar dan kapal dagang, dan telah dikembangkan untuk *Offshore Vessels*. Dengan asumsi bahwa pendekatan SBSD adalah cara yang efisien bagi perancang untuk menghasilkan konsep yang layak, maka masih diperlukan beberapa prasyarat untuk bekerja. Agar pendekatan SBSD dapat digunakan dalam praktiknya, maka pendekatan tersebut harus fleksibel untuk bekerja pada beberapa variasi desain kapal dan dapat memberikan perancang sejumlah kendali yang ia butuhkan untuk mendapatkan konsep terbaik. *Output* dari pendekatan SBSD adalah daftar volume yang dibutuhkan untuk bangunan baru, yang kemudian dikombinasikan dengan beberapa data pengalaman berupa beberapa nilai kunci dan nilai penting seperti bentuk lambung. Ilustrasi ditunjukkan pada Gambar 2. 6. Spiral terlihat hampir sama untuk semua kasus desain dan dimasukkan hanya untuk menggambarkan metodologi.



Gambar 2.14 Spiral desain yang mendiskrisikan proses SBSD
(Erikstad and Levander, 2012)

Pendekatan SBSD dimulai dengan pernyataan misi untuk kapal. Pernyataan ini adalah dasar untuk mendefinisikan fungsi-fungsi kapal yang relevan. Fungsi utama suatu produk ditentukan dari pernyataan misi untuk produk tersebut. Setelah fungsi utama diatur, konsep yang memungkinkan untuk memenuhi fungsi utama ini dipertimbangkan. Ketika konsep yang tepat dipilih, sub fungsi yang relevan

ditentukan. Ini adalah fungsi yang diperlukan untuk konsep akhir untuk beroperasi seperti yang diinginkan, dan umumnya dikenal sebagai persyaratan fungsional untuk konsep. Ilustrasinya disajikan pada Gambar 2. 15.



Gambar 2.15 Contoh ilustrasi analisis fungsional
(Jakobsen, 1990)

Setelah ditetapkan, persyaratan fungsional diubah lebih lanjut menjadi data *input* yang relevan untuk proses desain. *Input* dengan demikian terdiri dari permintaan dan preferensi untuk operasi kapal, berdasarkan persyaratan fungsional. Selanjutnya, mereka akan menentukan kapasitas kapal yang diperlukan. Hal ini dicapai dengan menerapkan input dalam eksplorasi parametrik yang akan membentuk dimensi utama sekaligus memenuhi persyaratan kapasitas. Setelah dimensi utama ditentukan, kinerja kapal diatur. Ini termasuk kecepatan, daya tahan, dan peralatan keselamatan. Akhirnya, biaya bangunan dan ekonomi operasi dihitung (Levander, 2012). Sangat memungkinkan untuk melakukan proses ini pada lebih dari satu desain secara bersamaan. Dengan cara ini, berbagai alternatif dapat dibandingkan pada tingkat yang lebih rinci daripada ketika menggunakan spiral desain tradisional.

2.2.2.4 Metode Desain Kapal Berbasis Risiko

Desain Kapal Berbasis Risiko (RBSD) menganggap keselamatan sebagai tujuan alih-alih memperlakukannya sebagai kendala. Ini bertentangan dengan norma dalam desain kapal tradisional. Metode ini dilakukan dengan memasukkan analisis risiko ke dalam proses desain tradisional. Risiko digunakan untuk mengukur kinerja desain terkait keselamatan. Dengan menjadikan keselamatan sebagai tujuan desain, konsep teknis baru dapat dikembangkan karena ruang konsep desain yang mungkin lebih besar.

Ada dua tujuan utama dalam penggunaan metode RBSD. Yang pertama adalah memungkinkan realisasi konsep transportasi baru. Banyak ide baru menantang peraturan yang ada, yang berarti bahwa mereka tidak dapat disetujui. Dengan menerapkan RBSD, masalah yang relevan dapat diatasi dan dapat dibuktikan bahwa konsep baru setidaknya aman sesuai yang disyaratkan oleh peraturan. Persyaratan ditetapkan dengan membandingkan konsep dengan kapal referensi, atau dengan beberapa kriteria penerimaan risiko yang ditentukan. Dengan cara ini RBSD memungkinkan inovasi dan pengembangan industri kapal. Tujuan yang kedua dari penggunaan metode ini adalah kemungkinan untuk mengoptimalkan kapal yang sesuai dengan aturan dengan meningkatkan tingkat keselamatan mereka tanpa meningkatkan biaya. Dimungkinkan juga untuk meningkatkan potensi penghasilan sambil menjaga tingkat keamanan yang sama.

Pada RBSD, proses desain harus diselaraskan dengan proses desain tradisional di mana keselamatan dimasukkan sebagai tujuan. Untuk melakukan ini, suatu konsep untuk mengukur risiko harus dikembangkan. Selain itu, peraturan yang ada juga harus digunakan untuk membantu RBSD. Bagian terpenting peraturan tersebut adalah kriteria evaluasi risiko yang harus ditetapkan sesuai dengan peraturan IMO.

) Pendekatan Metodis RBSD

RBSD masih dalam pengembangan, dan tidak memiliki panduan yang disetujui untuk diikuti. Namun, metode umum telah disarankan oleh Papanikolaou (2009). RBSD dibagi menjadi lima bagian yaitu definisi tujuan keselamatan,

identifikasi bahaya, identifikasi skenario desain kritis, definisi persyaratan fungsional terkait keselamatan dan pengambilan keputusan desain.

Definisi tujuan keselamatan adalah mempertimbangkan keselamatan sebagai tujuan dalam desain. Seperti tujuan lain (kecepatan, kapasitas, layanan dll.), tujuan keselamatan didasarkan pada misi kapal. Contoh tujuan keselamatan adalah tidak ada korban jiwa akibat kecelakaan kapal. Hal ini dianggap sebagai tujuan tingkat atas dan untuk mencapainya, satu set tujuan teknis khusus yang mendukung tujuan teratas harus dipenuhi. Contoh tujuan teknis tertentu adalah kekuatan struktural *residual* yang cukup ketika kapal dalam kondisi rusak dimana hal ini dapat membantu menghindari kapal tenggelam, dan dengan demikian mengurangi kemungkinan hilangnya nyawa manusia jika kapal mengalami kerusakan dalam kecelakaan.

Ketika tujuan keselamatan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah memastikan bahwa tujuan ini tercapai. Untuk melakukan ini, persyaratan fungsi utama keselamatan ditentukan. Identifikasi persyaratan fungsi utama ini didasarkan pada penilaian keadaan yang dapat mencegah pencapaian tujuan keselamatan. Untuk menemukan keadaan ini, pertanyaan "Apa yang salah?" harus dijawab dengan menggunakan metode identifikasi bahaya. Ada beberapa metode untuk dipilih berdasarkan kasus, tujuan, dan detail desain, misalnya HAZID *(Hazard Identification),* FMEA *(Failure Modes and Effects Analysis),* SWIFT *(StructuresWhat If Technique),* HAZOP *(Hazard and Operability Study),* dan PHA *(Preliminary Hazard Analysis)*.

Ketika semua bahaya telah diidentifikasi, maka persyaratan utama keselamatan kapal dapat ditentukan. Hal ini dapat dilihat sebagai persyaratan kinerja keselamatan, dan akan didasarkan pada penilaian teknik dan pengetahuan tentang keselamatan. Seiring dengan persyaratan kinerja konvensional, hal ini akan digunakan oleh desainer untuk membuat desain garis dasar. Proses gabungan mengidentifikasi dan menganalisis bahaya dikenal sebagai penilaian risiko.

Langkah terakhir dari metode RBSD adalah menggunakan persyaratan fungsional terkait keselamatan sebagai seperangkat ekstra parameter keputusan

dalam pengambilan keputusan desain. RBSD di sini dikombinasikan dengan proses desain tradisional. Dengan model parametrik untuk risiko dan kinerja, memungkinkan untuk membuat keputusan desain yang baik.

) Penilaian Risiko untuk Metode RBSD

Penilaian risiko adalah keseluruhan proses melakukan analisis risiko dan evaluasi risiko. Analisis risiko adalah penggunaan informasi yang tersedia untuk mengidentifikasi bahaya, dan memperkirakan risiko yang terkait dengan bahaya individu terkait dengan orang, lingkungan, dan properti. Penilaian risiko bersifat proaktif karena berurusan dengan potensi kecelakaan, dan bukan akibat kecelakaan sebelumnya (Rausand, 2013). Evaluasi risiko adalah proses menilai apakah suatu risiko dapat diterima atau tidak. Hal ini akan melibatkan perbandingan hasil analisis risiko dengan beberapa kriteria penerimaan risiko yang ditetapkan (Rausand, 2013).

Analisis risiko memiliki tiga langkah utama:

1. Identifikasi bahaya

2. Analisis frekuensi

3. Analisis konsekuensi

Identifikasi bahaya mencakup menemukan semua bahaya dan ancaman yang terkait dengan sistem atau proses yang sedang dipertimbangkan, bersama dengan potensi kejadian berbahaya. Analisis frekuensi melibatkan perkiraan frekuensi kejadian berbahaya yang ditemukan pada langkah pertama. Estimasi biasanya didasarkan pada penilaian ahli atau data statistik. Analisis konsekuensi melibatkan pengidentifikasian semua kemungkinan konsekuensi dari bahaya. Hal ini melibatkan menemukan urutan kejadian setelah bahaya serta konsekuensi akhirnya. Penilaian risiko dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif. Dalam analisis risiko kualitatif, kata-kata dan skala deskriptif digunakan untuk menggambarkan frekuensi dan konsekuensi yang terkait dengan potensi bahaya. Analisis risiko kuantitatif menggunakan nilai numerik untuk frekuensi dan konsekuensi. Kemungkinan ketiga adalah menggunakan kombinasi analisis kualitatif dan kuantitatif, dengan mewakili skala deskriptif dengan angka (Rausand, 2013).

Penilaian risiko sering digunakan sebagai *input* dalam proses manajemen risiko. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi bahaya dalam suatu sistem atau proses, dan untuk menemukan langkah-langkah pengendalian risiko yang baik atau *Risk Control Measure* (RCM*)*. RCM adalah sarana untuk menghilangkan atau mengurangi risiko potensial. (Rausand, 2013)

- Identifikasi Bahaya / *Hazard Identification (HAZID)*

Ada banyak metode berbeda yang dikembangkan untuk identifikasi bahaya. Dalam penelitian ini, metode *Preliminary Hazard Analysis* (PHA) akan digunakan dan karenanya dijelaskan secara rinci di sini. PHA dikembangkan oleh Angkatan Darat AS. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi bahaya pada awal proses desain, dan memberikan gambaran umum di mana bahaya terbesar dalam sistem atau proses dapat ditemukan.

Metode PHA umumnya dibagi menjadi tujuh langkah:

1. Merencanakan dan mempersiapkan
2. Mengdentifikasi bahaya dan kejadian berbahaya
3. Menentukan frekuensinya
4. Menentukan konsekuensinya
5. Memberikan saran langkah-langkah pengurangan risiko
6. Menilai risiko
7. Melaporankan hasil analisis

Pada langkah pertama semua pekerjaan dasar analisis dilakukan. Ini termasuk mendefinisikan format lembar kerja PHA, tingkat risiko yang dapat diterima, dan pendekatan untuk mengukur risiko. Sistem yang akan dipelajari dan batasan-batasannya juga ditentukan, bersama dengan konteks analisis. Bagian terakhir dari langkah ini adalah mengumpulkan semua informasi yang diperlukan untuk analisis. Karena PHA biasanya digunakan di awal fase desain, informasi yang tersedia mungkin terbatas. Sistem dapat dipecah menjadi subsistem atau fungsi

untuk lebih mudah mengidentifikasi bahaya yang terhubung ke sistem (Flaus, 2013).

Langkah dua terdiri dari bagian utama PHA, membuat daftar potensi bahaya. Di sini sistem yang didefinisikan pada langkah sebelumnya digunakan untuk mengidentifikasi elemen dan situasi berbahaya, dan mengumpulkannya dalam daftar. Bahaya dapat ditimbulkan oleh satu elemen atau situasi, atau mengikuti interaksi yang tidak diinginkan dari berbagai elemen dan situasi. Informasi yang termasuk dalam daftar bahaya dapat bervariasi. Untuk membantu mengidentifikasi bahaya, daftar bahaya umum dapat digunakan sebagai panduan.

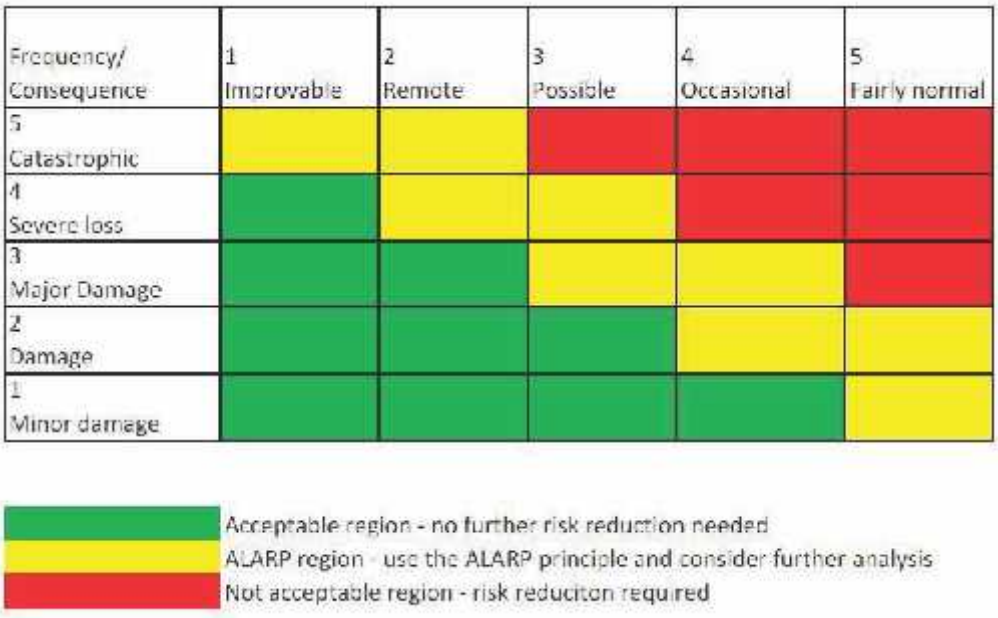
Langkah tiga dan empat digunakan untuk menentukan frekuensi dan konsekuensi dari berbagai bahaya yang ditemukan. Dua langkah ini dapat dilakukan secara terpisah, tetapi mungkin lebih mudah dilakukan secara paralel. Ketika frekuensi dan konsekuensi ditetapkan, dimungkinkan untuk menghitung Nomor Prioritas Risiko atau *Risk Priority Number* (RPN). RPN adalah jumlah dari frekuensi dan konsekuensi dari suatu kecelakaan. Ini digunakan untuk menentukan apakah bahaya dapat diterima atau tidak.

Pada langkah lima, langkah-langkah pengurangan risiko untuk bahaya harus dipertimbangkan dan dicatat. Ini dapat mencakup peningkatan langkah-langkah yang sudah ada atau saran langkah-langkah pengurangan risiko baru. Langkah ini bukan tujuan terpenting PHA, tetapi dapat membantu dalam pekerjaan lebih lanjut dengan hasil PHA.

Langkah enam menilai hasil PHA. Untuk menilai risiko, evaluasi harus dilakukan. Pendekatan yang umum adalah menggunakan prinsip "serendah mungkin secara wajar" atau *as low as reasonably practicable* (ALARP). Prinsip ALARP membagi risiko menjadi tiga tingkatan; tingkat yang tidak dapat diterima, tingkat ALARP dan tingkat yang dapat diterima secara luas. Pada tingkat yang tidak dapat diterima, semua risiko tidak dapat ditoleransi dan diperlukan langkah-langkah pengurangan risiko. Di tingkat ALARP, langkah-langkah pengurangan risiko diinginkan. Mereka mungkin tidak perlu diimplementasikan jika manfaat dari tindakan itu tidak cukup besar. Manfaatnya sering dibandingkan dengan biaya

pelaksanaannya. Pada tingkat terakhir, risiko dapat ditoleransi dan tidak diperlukan langkah-langkah pengurangan risiko. Menerapkan langkah-langkah pengurangan risiko untuk risiko-risiko ini seringkali tidak ekonomis, dan uang harus dikeluarkan untuk mengurangi risiko yang lebih mendesak (Rausand, 2013).

Prinsip ALARP dapat dikombinasikan dengan matriks risiko untuk memberikan representasi visual yang baik di mana tingkat risiko yang berbeda berada. RPN yang dihitung dari frekuensi dan konsekuensi dari setiap bahaya, dapat dimasukkan ke dalam matriks risiko. Ini memberikan ilustrasi visual yang baik tentang risiko dengan menambahkan kode warna dan angka ke matriks. Ini akan menunjukkan peristiwa mana yang memiliki risiko tertinggi. Gambar 2. 16 menunjukkan matriks risiko dengan pengkodean warna untuk level ALARP yang berbeda.



Gambar 2.16 Ilustrasi matriks level
(Rausand, 2013)

Langkah terakhir adalah menyangkut pengumpulan hasil dan kesimpulan dari PHA, dan melaporkannya secara jelas dan rapi. Hal ini biasanya dilakukan dalam lembar kerja PHA. Tabel 1 menunjukkan contoh apa yang bisa direpresentasikan dalam lembar kerja PHA.

Tabel 2.1. Lembar kerja PHA

System element	Hazard	Hazardous event	Cause	Cons.	Risk			Risk Reducing Measures
					Freq.	Cons.	RPN	

2.2.3 Metode untuk Evaluasi Desain dan Ide

Bagian ini menyajikan metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi konsep atau ide. Tujuannya adalah untuk memberikan pembaca dengan pemahaman yang lebih baik tentang metodologi yang membentuk dasar untuk beberapa keputusan desain. Pada penelitian kali ini, metode yang digunakan untuk evaluasi desain dan ide adalah metode untuk Ranking Alternatif

Ketika mendesain, adalah umum bahwa banyak konsep berbeda dihasilkan. Untuk membantu mengevaluasi, dan memilih antara konsep yang berbeda, konsep dapat dinilai dan dibandingkan dengan menggunakan metode peringkat. Salah satu metode peringkat tersebut adalah metode tujuan tertimbang. Itu terlihat pada tujuan yang berbeda, dan memberikan bobot numerik kepada mereka berdasarkan seberapa penting mereka untuk konsep desain. Konsep alternatif kemudian diberi skor numerik yang mencerminkan kinerja mereka dalam berbagai tujuan. Tujuan sering disebut sebagai kriteria (Cross, 1989).

Langkah pertama dari metode ini adalah untuk menemukan tujuan yang relevan dengan desain. Tanpa tujuan apa pun, tidak ada dasar untuk mengevaluasi desain. Sasaran dapat mencakup faktor teknis, ekonomi, keselamatan dan terkait pengguna. Ketika tujuan telah ditetapkan, mereka dapat diberi bobot. Tujuan dengan prioritas lebih tinggi harus diberi bobot lebih tinggi daripada tujuan dengan prioritas lebih rendah. Bobot harus mencapai hingga 100%, sehingga ada 100 poin untuk didistribusikan pada tujuan (Cross, 1989).

Selanjutnya, konsep desain dievaluasi terhadap tujuan. Skala harus ditetapkan untuk menggambarkan kinerja desain. Ini bisa menjadi skala kualitatif yang telah diberi nilai numerik. Setiap konsep desain kemudian diberi skor untuk kinerjanya pada setiap tujuan. Langkah terakhir dari metode ini adalah menghitung skor akhir untuk setiap konsep desain. Ini dilakukan dengan mengalikan bobot

tujuan dengan skor kinerja untuk desain, dan menambahkan bersama untuk semua tujuan. Konsep terbaik adalah konsep total skor tertinggi (Cross, 1989).

Saat menggunakan metode pemeringkatan seperti ini ada beberapa jebakan yang harus diwaspadai. Pengaturan bobot dan skor didasarkan pada pendapat pribadi dan akal sehat, dan dapat bervariasi dari orang ke orang. Dimungkinkan juga untuk mengakhiri jebakan memberikan skor untuk mengakhiri konsep tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Bekerja dalam tim dapat membantu memutuskan skor dan bobot, karena orang yang berbeda dapat memberikan input saat mengatur skala. Alat-alat seperti pohon objektif juga bisa membantu untuk mengatur bobot tujuan (Cross, 1989).

2.2.4 Perhitungan Teknis

2.2.4.1 Hambatan

Dalam merencanakan kapal, faktor umum yang memegang peranan penting adalah hambatan yang akan dialami oleh kapal pada waktu bergerak. Faktor yang berpengaruh pada hambatan adalah bentuk kapal dan lingkungan. Suatu bentuk kapal dengan hambatan kecil atau sekecil mungkin adalah menjadi tujuan perencana kapal, sebab akan berarti pemakaian mesin akan menjadi hemat dengan begitu akan menghemat penggunaan bahan bakar, berarti mesin penggerak lebih ringan sehingga menambah daya muat kapal tersebut. Lingkungan yang mempengaruhi hambatan dapat berupa gelombang, dinding pembatas air, dan kedangkalan air. Perhitungan yang digunakan dalam menghitung hambatan dengan menggunakan metode Holtrop. Di dalam metode ini, Holtrop membagi hambatan total menjadi beberapa komponen hambatan. Komponen tersebut adalah *viscous resistance* (hambatan kekentalan), *appendages resistance* (hambatan karena bentuk kapal), dan *wave making resistance* (hambatan gelombang karena gerak kapal). Dalam melakukan perhitungan hambatan utama kapal, menggunakan rumus berikut:

$$R_T = \tfrac{1}{2} \cdot \partial \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_F (1 + k) + C_A) + \frac{R_W}{W} W \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Komponen dari tahanan total :

∂ = massa jenis air
= 1,025 kg/m^3

V = kecepatan dinas [m/s^2]

C_{FO} = koefisien gesek (ITTC 1957)

$$= \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2} \quad \ldots\ldots (3)$$

Rn = angka reynold

$$= \frac{V.Lwl}{\upsilon} \quad \ldots\ldots (4)$$

Δ = *kinematic viscosity*
= 1.18831 . 10^6 m/s^2

$1+k_1$ = *form factor of bare hull*

=

$$0.93 + 0.4871.c.(B/L)^{1.0681}.(T/L)^{0.4611}.(L/L_R)^{0.1216}.(L^3/V)^{0.3649}.(1-C_p)^{-0.6042} \quad (5)$$

c = $1 + 0.011\ c_{stern}$

c_{stern} = 0 for normal section shape

L/L_R = $(4\ C_P - 1) / (1 - C_P + 0.06\ .C_P.\ LCB)$

L_R = lpp pada saat berjalan

LCB = *longitudinal center of buoyancy*

L = length of water line (Lwl) and all of coeffcient base on Lwl [m]

T = sarat moulded [m]

B = lebar moulded [m]

$\frac{R_W}{W}$ = Tahanan gelombang

$$\frac{R_W}{W} X C_1 C_2 C_3 e^{\sum m_1 Fn^d \Gamma m_2 \cos \int \lambda Fn^{Z2} A} \quad \text{..... (6)}$$

2.2.4.2 Freeboard *Kapal*

Freeboard adalah lambung timbul yang berfungsi sebagai daya apung cadangan pada kapal yang beroperasi. Peraturan lambung timbul dibuat sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan kelaik-lautan kapal secara menyeluruh, yaitu untuk memastikan bahwa kapal itu secara konstruksi cukup kuat untuk pelayaran yang dimaksud, mempunyai stabilitas yang cukup untuk pelayanan (*service*) yang dimaksud, mempunyai badan (*hull*) yang pada dasarnya kedap air dari lunas sampai geladak lambung timbul dan kedap cuaca di atas geladak ini, mempunyai lantai kerja (*working platform*), yaitu geladak kerja untuk ABK yang cukup tinggi di atas muka air yang memungkinkan bekerja secara aman di geladak terbuka dalam gelombang besar, mempunyai volume yang cukup dan gaya angkat cadangan di atas garis air sehingga kapal tidak dalam bahaya karam (*foundering or plunging*) dalam gelombang yang sangat besar.

Semua hal di atas ada hubungannya dengan besar lambung timbul, lambung timbul yang terlalu kecil akan mengakibatkan keadaan lebih berbahaya untuk kapal, ABK dan muatannya. Badan kapal yang kedap air menjadi syarat pemberian sertifikat lambung timbul.

2.2.4.3 Stabilitas Kapal

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruh oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal yaitu faktor internal akibat tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan, dan faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai.

Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan kriteria berdasarkan Intact Stability (IS) Code Reg. III/3.1, yang isinya adalah sebagai berikut:

1. $e_{0.30^o}$ ⎮ 0.055 m.rad, luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut 30° ⎮ 0.055 meter rad.
2. $e_{0.40^o}$ ⎮ 0.09 m.rad, luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut 40° ⎮ 0.09 meter rad.
3. $e_{30,40^o}$ ⎮ 0.03 m.rad, luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut 30° ~ 40° ⎮ 0.03 meter
4. h_{30^o} ⎮ 0.2 m, lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.
5. h_{max} pada $\leftarrow_{max}$ ⎮ 25°, lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°
6. GM_0 ⎮ 0.15 m, tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

Sedangkan kriteria stabilitas tambahan untuk kapal penumpang adalah :

1. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi 10°.
2. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi 10° jika dihitung dengan rumus berikut:

$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2}{L} \Delta (KG - \frac{d}{2})$$

Dengan

M_R = momen oleng (kN.m)

V_0 = kecepatan dinas (m/s)

L = panjang kapal pada bidang air (m)

Δ = displacement (ton)

d = sarat rata-rata (m)

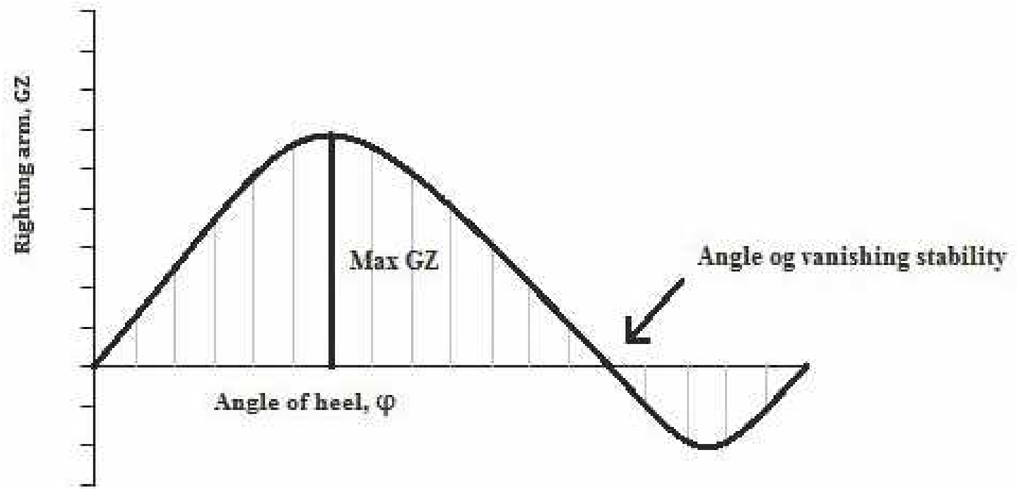
KG = tinggi titik berat di atas bidang dasar (m)

Persyaratan untuk stabilitas awal menyatakan bahwa ketinggian metasentrik, GM, harus lebih besar dari nol. Ketika GM lebih kecil dari nol, kapal memiliki stabilitas awal negatif. Jika ini masalahnya, kapal akan tumit dengan sendirinya. Persamaan 12 menunjukkan bagaimana GM dihitung. BM adalah radius metasentrik awal, KB adalah penempatan vertikal pusat daya apung dan KG adalah penempatan pusat massa kapal.

GM = KB + BM – KG ……. (7)

Memenuhi persyaratan GM tidak cukup untuk mengamankan stabilitas yang cukup. Kapal itu juga harus mampu menahan sudut heeling yang lebih besar. Nilai penting untuk dipertimbangkan ketika menganalisis sudut *heeling* yang lebih besar adalah lengan GZ (φ). GZ (φ) adalah jarak terpendek antara garis gaya apung dan pusat massa G. Garis gaya apung adalah garis yang menunjukkan arah gaya apung. Ukuran GZ (φ) akan menentukan ukuran momen yang tepat (MR). Pada sudut kemiringan yang lebih besar, metasentre memiliki posisi baru untuk setiap sudut φ. Metacentre baru ini sering disebut sebagai metacentre palsu, MφF. Metasentre baru menghasilkan stabilitas residual (MS (φ)) ditambahkan ke GZ (φ).

Stabilitas pada sudut kemiringan yang lebih besar dianggap menggunakan kurva GZ. Selain memeriksa stabilitas pada sudut kemiringan yang lebih besar, kurva GZ dapat digunakan untuk mempelajari bagaimana kekuatan dinamis, seperti angin dan gelombang, mempengaruhi kapal. Pada sudut kemiringan yang besar φ GZ akan berubah dari positif ke negatif. Ini adalah sudut di mana kurva memotong sumbu x pada gambar. Sudut ini disebut sudut stabilitas yang hilang, karena kapal kehilangan stabilitasnya. Kapal di sini akan terbalik, karena tidak lagi memiliki MR.



Gambar 2.17 Contoh gambar kurva GZ

Freeboard kapal akan memengaruhi kurva GZ. Dengan *freeboard* yang lebih besar, MS (φ) akan memiliki nilai maksimum pada sudut *heeling* yang lebih tinggi. MS yang lebih besar (φ) akan meningkatkan GZ (φ) pada sudut heeling yang lebih besar. Nilai GM kapal juga akan mempengaruhi kurva GZ. Persamaan 8 menunjukkan cara menghitung nilai GZ (φ). Ketika nilai GM meningkat, suku pertama dalam persamaan akan meningkat dan dengan demikian meningkatkan stabilitas. Distribusi berat pada kapal karena itu penting, karena menguntungkan bagi pusat massa serendah mungkin.

$GZ(\varphi) = GM \cdot \sin(\varphi) + MS(\varphi)$ ……………………………………… (8)

2.2.4.4 Gambar Teknis

- Rencana Garis

Gambar garis rencana terdiri dari tiga gambar yang berbeda; rencana tubuh, rencana setengah luas dan rencana semata-mata. Rencana bodi menunjukkan stasiun kapal, yang merupakan garis persimpangan antara bidang vertikal lambung dan melintang. Rencana setengah lebarnya menunjukkan garis air, yang merupakan garis persimpangan antara lambung dan seperangkat bidang horizontal pada ketinggian yang berbeda. Rencana tipis menunjukkan bokong, yang merupakan garis persimpangan antara bidang vertikal lambung dan longitudinal. Gambarnya membantu menentukan bentuk lambung, serta pengaturan batas untuk gambar lainnya. Seorang insinyur yang berpengalaman dapat menggunakan gambar untuk mendapatkan kesan kompleksitas lambung, dan jumlah pekerjaan yang dibutuhkan

untuk menghasilkan lambung. Gambar-gambarnya memberi kesan seberapa besar garis tengahnya sejajar, dan lengkungan lambung. (Hagen, 2016)

- *Fire Plan* dan *Safety Plan*

Dalam rencana umum sebuah kapal, pertimbangan-pertimbangan selain teknis kapal sendiri juga diperlukan, salah satunya adalah pertimbangan dari sisi keselamatann ya. Maka dari itudibutuhkan peralatan keselamatan yang dapat menjamin keselamatan baik kapal besertamuatannya dan juga keselamatan dari ABK. Peralatan keselamatan di kapal umumnya dibagi menjadi 2 yaitu *Fire Plan* dan *Safety Plan*.

Fire Plan, adalah peralatan keselamatan yang digunakan untuk melindungi kapal daribahaya akan adanya api serta ledakan yang dapat membahayakan kapal dan crew kapal itu sendiri. Contoh dari *fire plan* antara lain: *hydrant, fire alarm, fire detection* dan lain sebagainya. *Safety Plan*, adalah peralatan keselamatan yang digunakan untuk memgevakuasi crew kapalketika kapal dalam kondisi darurat sehingga *crew* kapal dapat diselamatkan jiwanya. Contoh dari *safety plan* antara lain: *lifeboat, lifejacket, lifebuoy* dan lain sebagainya.

BAB 3
METODE PENELITIAN

Berdasarakan dasar teori dan kajian pustaka yang sudah diuraikan pada BAB 2, tahap selanjutnya adalah bagaimana menentukan langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan atau menjawab rumusan masalah.

3.1 Gambaran Umum Metodologi

Penelitian ini dimulai dengan menentukan kapal yang dibutuhkan saat ini di daerah perairan Papua Barat, yaitu *fast ferry*. Setelah itu, dibuatlah studi desain *fast ferry* dengan menggunakan dua metode desain yang akan dikombinasikan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan pada rumusan masalah.

Untuk merespon pertanyaan-pertanyaan ini, penulis melakukan studi literatur terhadap beberapa jurnal, laporan penelitian dan sumber lainnya. Selain itu juga melalui wawancara singkat terhadap beberapa *expert* dalam dunia perkapalan. Hasil dari proses ini kemudian diberikan pada BAB 2 berupa dasar teori dan tinjauan pustaka. Pada proses selanjutnya, penulis fokus pada pembahasan keempat pertanyaan inti pada penelitian ini. Secara garis besar, penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu *System Based Ship Design* (SBSD) dan *Risk Based Ship Design* (RBSD). Kedua metode ini didedikasikan untuk mengembangkan konsep desain dan penilaian keselamatan formal untuk meninjau masalah penting keselamatan kapal objek penelitian, tentunya dengan mempertimbangkan batasan masalah yang telah dijelaskan pada BAB 1.

Prosedur pengerjaan penelitian ini ditunjukkan dengan kerangka penelitian secara skematis pada Gambar 3.1. Berdasarkan kerangka penelitian tersebut, keseluruhan proses penelitian ini dibagi menjadi 3 (tiga) eksekusi dimana pada setiap eksekusinya didedikasikan untuk menjawab rumusan masalah yang diberikan pada 1.3. Eksekusi 1 didedikasikan untuk pengerjaan desain kapal berbasis sistem atau *system based ship design* (SBSD). Eksekusi 2 didedikasikan untuk pengerjaan desain kapal berbasis risiko atau *risk based ship design* (RBSD). Hasil dari kedua metode ini akan dikombinaksikan dan diambil keputusan desain

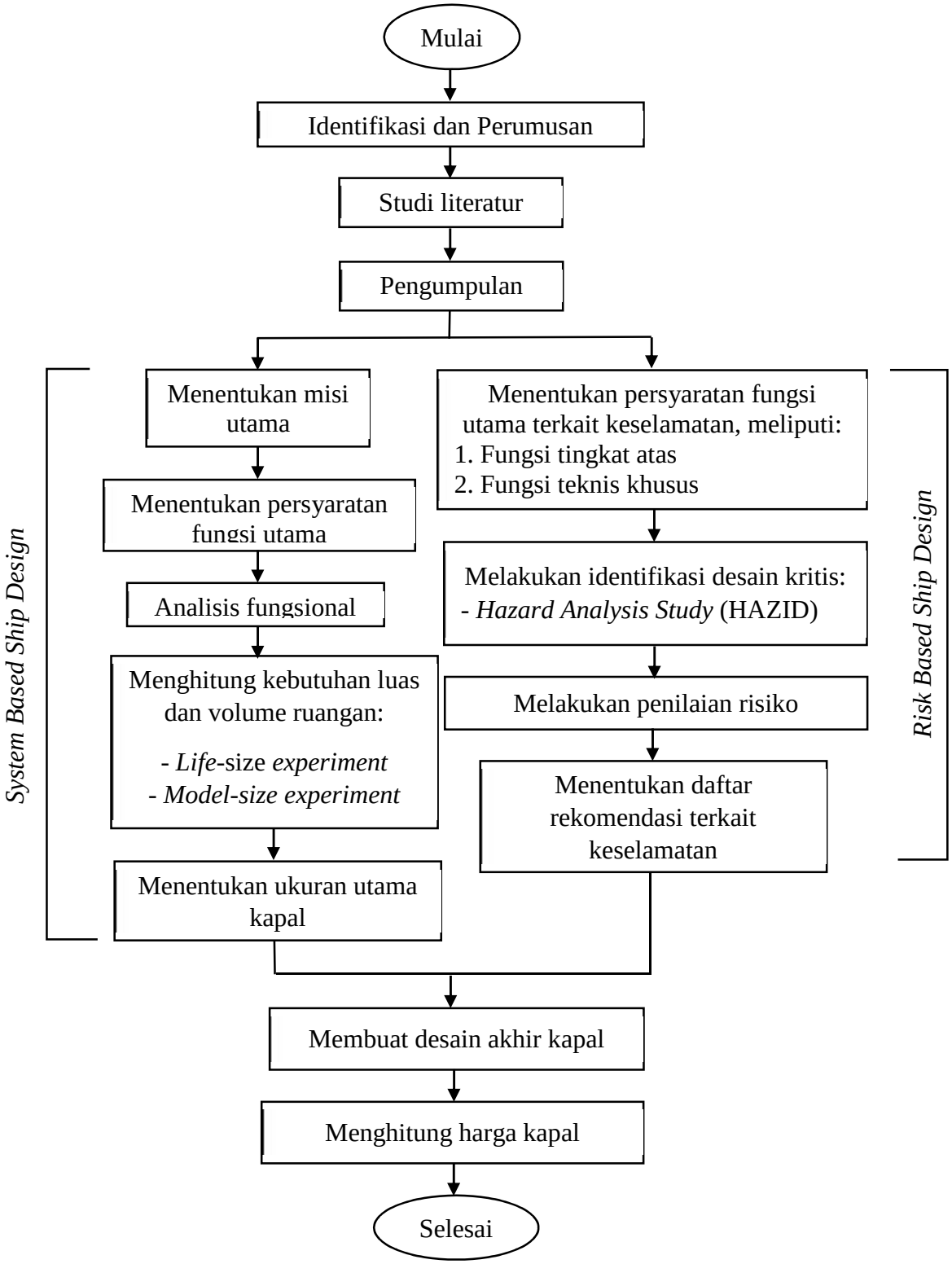
akhir pada eksekusi 3. Penjelasan umum terkait penelitian ini diberikan pada poin-poin berikut:

1. Tahap pengumpulan data meliputi data spesifikasi utama yang dibutuhkan dan kondisi lingkungan untuk perairan di daerah Papua Barat, serta hasil penilitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan mencari di berbagai sumber.
2. Tahap desain kapal dilakukan menggunakan 2 metode yang dikombinasikan, yaitu *System Based Ship Design* (SBSD) dan *Risk Based Ship Design* (RBSD).
3. Tahap menentukan misi utama untuk proses awal dari metode SBSD
4. Tahap menetapkan persyaratan fungsi utama yang relevan dengan mempertimbangkan hal yang secara langsung terkait dengan misi utama.
5. Tahap menganalisis fungsi dengan menggabungkan data kebutuhan yang ada dan data statistic menggunakan metode analisis fungsional.
6. Tahap melakukan perhitungan luas dan volume ruangan, meliputi penumpang dan barang bawaan, *consumables*, *crews*, mesin dan genset, peralatan, dan perlengkapan. Perhitungan ini dilakukan dengan metode *life-size experiment* dan *model-size experiment.*
7. Tahap menentukan ukuran utama kapal berdasarkan perhitungan volume ruangan yang telah dibuat dan diverifikasi dengan menggunakan parameter – parameter rasio perbandingan ukuran.
8. Tahap metodologi RBSD diperkenalkan untuk memasukkan tujuan utama terkait keselamatan meliputi tujuan tingkat atas dan tujuan khusus. Untuk menentukan tujuan terkait keselamatan, maka akan dilakukan dengan menggunakan metode identifikasi bahaya/*hazard identification* (HAZID).
9. Tahap mengembangkan konsep HAZID dengan cara *brainstorming* dan menentukan semua konsep yang mungkin dapat dicapai. Alternatif akan terus dievaluasi terhadap kondisi kerangka kerja yang relevan. Yang paling tidak relevan akan dikeluarkan, sehingga membatasi konsep akhir selama proses desain.
10. Tahap menentukan fungsi utama terkait keselamatan dan daftar rekomendasi yang diperlukan untuk memenuhinya.

11. Tahap mengombinasikan SBSD dan RBSD dengan membuat desain akhir yang diverifikasi menggunakan berbagai metode yang berkaitan dengan kinerja dan keselamatan. Metode evaluasi yang akan diterapkan meliputi perhitungan hambatan, berat dan titik berat, *displacement* dan stabilitas.
12. Tahap menentukan harga kapal.

3.2 Diagram Alir

Penelitian ini diawali dengan analisis kondisi eksisting melalui survei primer dan sekunder. Kemudian dilakukan analisis untuk menemukan perhitungan dan desain kapal yang sesuai. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.3 Metode Desain Kapal Berbasis Sistem

Desain Kapal Berbasis Sistem (SBSD) ditemukan oleh Kai Levander. Pendekatan ini mengurangi jumlah *loop* yang diperlukan untuk menemukan konsep yang baik, dibandingkan dengan pendekatan desain *traditional marine*. Pendekatan SBSD dimulai dengan pernyataan misi untuk *fast ferry*. Pernyataan ini adalah dasar untuk mendefinisikan fungsi-fungsi utama *fast ferry* yang relevan. Setelah fungsi-fungsi utama ditentukan, konsep yang memungkinkan untuk memenuhi akan dipertimbangkan. Ketika konsep yang dipilih telah tepat, sub fungsi yang relevan ditentukan. Sub fungsi ini adalah fungsi yang diperlukan untuk konsep akhir agar *fast ferry* mampu beroperasi seperti yang diinginkan, dan umumnya dikenal sebagai persyaratan fungsi utama untuk konsep. Kemudian persyaratan fungsi utama diubah lebih lanjut menjadi data *input* yang relevan untuk analisis fungsional pada proses desain. *Input* tersebut terdiri dari permintaan dan preferensi untuk operasi *fast ferry* berdasarkan persyaratan fungsi utama.

Setelah analisis fungsional dilakukan, maka akan dilanjutkan dengan menentukan kebutuhan luas dan volume, meliputi penumpang dan barang bawaan, *consumables*, *crews*, mesin dan genset, peralatan, dan perlengkapan *fast ferry* yang diperlukan. Dalam menentukan kapasitas *fast ferry*, akan dilakukan perhitungan luas area dengan menggunakan metode *life-size experiment* dan dilanjutkan dengan menghitung volume dengan menggunakan *model-size experiment.* Hal ini dilakukan dengan menerapkan *input* dalam eksplorasi parametrik yang akan membentuk dimensi utama sekaligus memenuhi persyaratan kapasitas. Kemudian, ukuran utama kapal dihitung berdasarkan hasil luas dan volume ruangan yang telah dibuat dan diverifikasi menggunakan parameter – parameter rasio perbandingan ukuran.

Setelah dimensi utama ditentukan, akan dilakukan desain akhir untuk mengetahui kinerja *fast ferry*. Hal ini termasuk berat dan titik berat, stabilitas, hambatan, dan daftar peralatan keselamatan. Sangat memungkinkan untuk melakukan proses ini pada lebih dari satu desain secara bersamaan. Dengan cara ini, berbagai alternatif dapat dibandingkan pada tingkat yang lebih rinci daripada ketika menggunakan spiral desain tradisional.

3.4 Metode Desain Kapal Berbasis Risiko

Tujuan dari metode desain kapal berbasis risiko atau *Risk Based Ship Design* (RBSD) yaitu mempertimbangkan keselamatan sebagai tujuan dalam desain. Seperti tujuan lain (kecepatan layanan, kapasitas, layanan dll.), Tujuan keselamatan didasarkan pada misi dan tujuan kapal. Contoh tujuan keselamatan adalah tidak ada korban jiwa akibat kecelakaan kapal. Ini dianggap sebagai tujuan tingkat atas dan untuk mencapainya, satu set tujuan teknis khusus yang mendukung tujuan teratas harus dipenuhi. Contoh tujuan teknis tertentu adalah kekuatan struktural residual yang cukup dalam kondisi kerusakan. Ini dapat membantu menghindari kapal tenggelam, dan dengan demikian mengurangi kemungkinan hilangnya nyawa manusia jika kapal mengalami kerusakan dalam kecelakaan.

Ketika tujuan keselamatan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah memastikan bahwa tujuan ini tercapai. Untuk melakukan ini, satu set persyaratan keselamatan utama ditentukan berdasarkan tujuan. Identifikasi persyaratan keselamatan utama ini didasarkan pada penilaian keadaan yang dapat mencegah pencapaian tujuan keselamatan. Untuk menemukan keadaan ini, pertanyaan "Apa yang salah?" harus dijawab dengan menggunakan metode identifikasi bahaya. Ada beberapa metode untuk dipilih berdasarkan kasus, tujuan, dan detail desain, dimana pada penelitian kali ini menggunakan metode HAZID *(Hazard Identification Study).*

Ketika semua bahaya telah diidentifikasi, persyaratan keselamatan utama spesifik dapat ditentukan. Hal ini dapat dilihat sebagai persyaratan kinerja keselamatan, dan akan didasarkan pada penilaian teknik dan pengetahuan keselamatan. Seiring dengan persyaratan kinerja konvensional, ini akan digunakan oleh desainer untuk membuat desain dasar.

Langkah terakhir dari metode RBSD adalah menggunakan persyaratan keselamatan utama terkait keselamatan sebagai seperangkat ekstra parameter keputusan dalam pengambilan keputusan desain. RBSD di sini dikombinasikan dengan proses desain tradisional. Dengan model parametrik untuk risiko, dan kinerja, dimungkinkan untuk membuat keputusan desain yang baik dan serta

pertukaran antara berbagai parameter keputusan. Saat ini, metode RBSD masih dalam pengembangan, dan tidak memiliki panduan yang disetujui untuk diikuti.

3.4.1 Tujuan Utama Terkait Keselamatan

Tujuan utama terkait keselamatan dibagi menjadi dua kategori utama, yang pertama adalah tingkat atas yang menggambarkan tujuan keselamatan umum untuk produk, dan yang kedua adalah tingkat khusus yang mendukung tujuan keselamatan umum. Fokus utama dalam menentukan tujuan utama terkait keselamatan adalah keselamatan dan kenyamanan penumpang dan pada *fast ferry* itu sendiri yang akan menjadi produk dari penelitian ini. Konsep awal persyaratan fungsi utama ditentukan berdasarkan pernyataan misi dan tujuan utama terkait keselamatan. Hal ini menggambarkan apa yang diketahui tentang kapal dan desainnya pada tahap ini, sebelum penilaian risiko dan proses pengembangan konsep selanjutnya dimulai.

3.4.2 Hazard Identification Study (HAZID)

Identifikasi bahaya/ *Hazard Identification Study (HAZID)* adalah proses mengidentifikasi dan menggambarkan semua bahaya, ancaman, dan peristiwa berbahaya yang terkait dengan suatu sistem. Ini digunakan untuk mengidentifikasi bahaya dan potensi kecelakaan pada tahap desain sistem, dan pada dasarnya merupakan tinjauan di mana energi atau bahan berbahaya dapat terlepas secara tidak terkendali.

Tujuan keseluruhan dari proses identifikasi bahaya adalah untuk mengungkapkan potensi bahaya, ancaman, dan kejadian berbahaya di awal proses pengembangan sistem, sehingga mereka dapat dihilangkan, dikurangi, atau dikendalikan dalam pengembangan lebih lanjut dari suatu proyek. Tujuan spesifik proses identifikasi bahaya adalah untuk:

- Mengidentifikasi semua bahaya dan kejadian berbahaya yang relevan selama operasi suatu sistem
- Menjelaskan kapan dan di mana terdapat bahaya dalam sistem
- Mengidentifikasi kemungkinan peristiwa pemicu yang terkait dengan setiap bahaya.

- Mengidentifikasi potensi kejadian berbahaya yang dapat disebabkan oleh bahaya (atau dalam kombinasi dengan bahaya lain).
- Mengingatkan operator dan pemilik sistem supaya sadar akan bahaya dan potensi kejadian berbahaya.

3.4.3 Persyaratan Fungsi Terkait Keselamatan

Persyaratan fungsional terkait keselamatan, yang dihasilkan dari identifikasi bahaya/ *Hazard Identification Study (HAZID)* akan sangat penting untuk dapat memenuhi fungsi keselamatan umum. Hal ini berfungsi sebagai seperangkat parameter keputusan tambahan saat menentukan desain akhir. Konsep *fast ferry* yang dikembangkan dalam pekerjaan lebih lanjut harus memenuhi semua persyaratan yang relevan.

3.5 Bentuk Dasar Kapal

Setelah dimensi utama ditentukan, selanjutnya adalah menentukan kecepatan, daya tahan, dan peralatan keselamatan. Pada proses ini, sangat memungkinkan untuk membuat satu desain secara bersamaan. Dengan cara ini, berbagai alternatif dapat dibandingkan pada tingkat yang lebih rinci daripada ketika menggunakan spiral desain tradisional. Hasil dari semua perhitungan diatas akan digunakan untuk menentukan bentuk dasar kapal untuk kemudian dilakukan perhitungan teknis meliputi perhitungan hambatan, berat dan titik berat, displacement dan stabilitas.

3.6 Desain Akhir

Dengan mengombinasikan SBSD dan RBSD, maka keselamatan dianggap sama pentingnya dengan ekonomi dan kinerja. Desain akhir akan diverifikasi menggunakan berbagai metode yang berkaitan dengan kinerja dan keamanan. Desain akhir akan dirancang agar sesuai dengan kondisi eksternal dan batasan yang ada yang hadir dengan cara terbaik. Metode evaluasi yang akan diterapkan meliputi perhitungan hambatan, berat dan titik berat, displasmen, dan stabilitas.

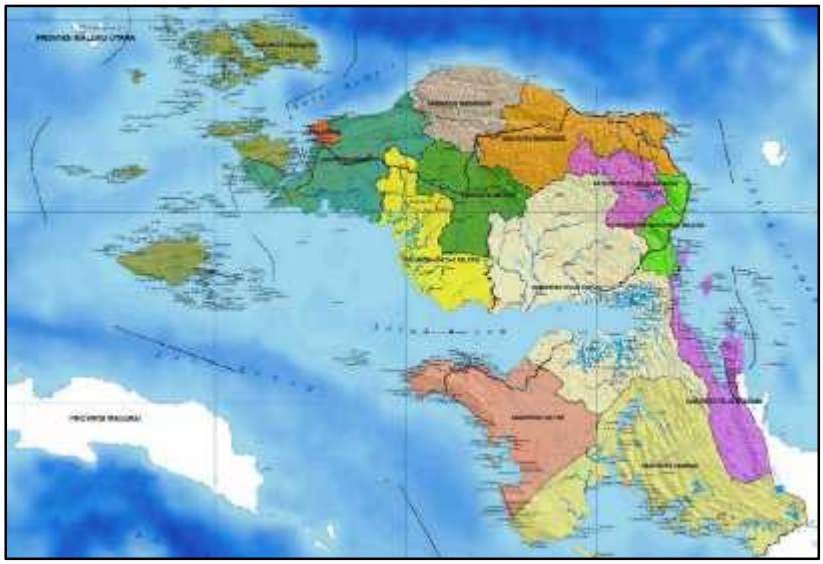
BAB 4
GAMBARAN UMUM

Berdasarakan metodologi yang sudah diuraikan pada BAB 3, tahap selanjutnya adalah mengumpulkan data yang diperlukan terkait gambaran umum tentang Papua Barat. Pengumpulan data terkait gambaran umum dilakukan pada 2 tahap, yaitu kunjungan langsung (survei) dan berdasarkan referensi-referensi yang terkait. Aspek-aspek yang dibahas meliputi tinjauan lokasi, jumlah penumpang, kondisi lingkungan di daerah operasi, desain yang sudah ada, kapal eksisting yang ada di Papua Barat, hasil surei lokasi, dan kecelakaan yang ada di Indonesia 17 tahun terakhir.

Gambaran umum diperlukan untuk menentukan desain *fast ferry* yang akan dibuat sesuai kondisi lokasi, karena dengan adanya *safety assessment* dan mengetahui kondisi serta jumlah penumpang, maka desain *fast ferry* akan menjadi acuan yang ideal untuk digunakan pada pembangunan *fast ferry* di daerah Papua Barat. Dalam metode SBSD dan RBSD, hal-hal yang mempengaruhi desain adalah jumah penumpang yang dapat diakomodasi, rute, ukuran utama, desain lambung, kondisi lingkungan operasi, dan kondisi masyarakat setempat. Penekanan utama pada penelitian ini adalah SBSD dimana desain dasar *fast ferry* ditentukan. Dengan mengetahui jumlah kunjungan, maka dapat diketahui jumlah penumpang yang dapat diakomodasi. Kemudian berdasakan jumlah penumpang, maka dapat diketahui ukuran utama kapal dan desain lambung. Pada penekanan RBSD, identifikasi bahaya akan dilakukan berdasarkan kondisi lingkungan operasi dan kondisi masyarakat setempat. Dengan adanya identifikasi bahaya pada daerah operasi, kemudian dapat diketahui tingkat bahaya dan rekomendasi yang dibutuhkan untuk melengkapi desain dasar kapal. Pada tahap inilah yang memberikan nilai lebih pada desain *fast ferry* untuk membedakan dengan daerah lainnya.

4.1 Tinjauan Lokasi

Papua Barat adalah sebuah provinsi Indonesia yang terletak di ujung barat Pulau Papua. Ibu kota provinsi ini adalah Manokwari dan kota terbesarnya adalah Kota Sorong. Perkembangan penduduk di Provinsi Papua Barat dalam 10 tahun terakhir mengalami pertumbuhan yang signifikan. Pada tahun 2005 jumlah penduduk pada Provinsi Papua Barat berjumlah 651.000 jiwa dan bertambah hingga menjadi 963.600 jiwa pada 2019. Wilayah dengan jumlah penduduk terbesar pada tahun 2018 adalah Kota Sorong dengan jumlah penduduk sebesar 247.082 jiwa dan paling sedikit adalah Kabupaten Tambrauw dengan 13 ribu jiwa.



Gambar 4.1 Peta Pembagian Wilayah Papua Barat

Secara administratif, Provinsi Papua Barat terdiri atas tiga belas daerah otonom kabupaten dan kota. Daerah Otonom dengan luas terbesar adalah Kabupaten Teluk Bintuni dengan luas wilayah lebih kurang 20.840 km2 dan terkecil adalah Kota Sorong, gambaran luasan masing-masing daerah otonom selengkapnya dapat diikuti pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Wilayah Administrasi Provinsi Papua Barat

No	Kabupaten/Kota	Luas Wilayah (km2)	Persentase Terhadap Luas Provinsi
1	Fakfak	14 320,00	13,91
2	Kaimana	16 241,84	15,78

3	Teluk Wondama	3 959,53	3,85
4	Teluk Bintuni	20 840,83	20,24
5	Manokwari	3 186,28	3,09
6	Sorong Selatan	6 594,31	6,41
7	Sorong	6 544,23	6,36
8	Raja Ampat	8 034,44	7,80
9	Tambrauw	11 529,18	11,20
10	Maybrat	5 461,69	5,30
11	Manokwari Selatan	2 812,44	2,73
12	Pegunungan Arfak	2 773,74	2,69
13	Kota Sorong	656,64	0,64

Sumber: BPS Papua Barat

Wilayah Provinsi Papua Barat terdiri dari 7,95% merupakan puncak gunung, 18,73% berada di lembah. Wilayah lain lebih dari separuhnya berada di daerah hamparan. Seluruh wilayah kabupaten/kota di Papua Barat berbatasan dengan laut, namun hanya 37,04% desa yang berada di daerah pesisir. Wilayah desa lainnya yang bukan pesisir, yaitu sebesar 62,96%.

Provinsi Papua Barat menjadi daerah yang memiliki hutan tropis terluas di Indonesia, bahkan diperkirakan menjadi yang terluas di dunia. Belum lama ini Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Balitbangda) Provinsi Papua Barat, Charlie Heatubun, mengatakan luas hutan tropis di Papua Barat mencapai 9.730.550 hektare, atau 90 persen dari luas wilayah provinsi ini. Papua barat memiliki luas wilayah sekitar 143.076 kilometer.

Kawasan hutan ini terdiri dari berbagai tipe hutan mulai dari hutan mangrove, hutan pantai, hutan rawa, hutan dataran rendah sampai hutan pegunungan rendah. Tak hanya kawasan hutan tropis, salah satu daerah yang menjadi primadona untuk sektor pariwisata di Papua Barat adalah Kabupaten Raja Ampat. Tempat ini terkenal akan wisata baharinya, panorama bawah lautnya disinyalir sebagai salah satu yang terindah di dunia.

4.1.1 Kondisi Perekonomian

Berdasarkan data BPS Papua Barat, Provinsi Papua Barat memiliki pertumbuhan ekonomi relatif stabil, tidak terdapat fluktuasi yang ekstrem pada periode 2011-2016 dengan kisaran pertumbuhan rata-rata dalam lima tahun terakhir adalah 5%. Pertumbuhan ekonomi di Papua Barat cukup sehat dengan nilai yang mendekati pertumbuhan rata-rata perekonomian nasional. Sektor utama yang mendukung pertumbuhan ekonomi pada wilayah Papua Barat masih sama dengan wilayah Provinsi Papua, yaitu sektor pertambangan, khususnya sektor pertambangan minyak dan gas bumi dan sektor pariwisata yang lokasinya terdapat di sekitar Kota Sorong dan Teluk Bintuni.

Gambar 4.2 Persebaran perusahaan pertambangan di Papua Barat

Sektor industri pengolahan (migas) yang memberikan kontribusi rata sebesar 32% dalam pembentukan PDRB Provinsi Papua Barat. Sektor ekonomi lain yang memberikan kontribusi signifikan dalam pembentukan PDRB dalam lima tahun terakhir adalah sektor pertambangan dan penggalian yang memberikan kontribusi lebih dari 21% dalam lima tahun terakhir serta 10,6% pada sektor pariwisata, pertanian, kehutanan dan perikanan. Peranan sektor industri pengolahan migas menunjukkan satu indikasi kemajuan ekonomi di Provinsi Papua Barat dengan mendorong keterkaitan aktivitas ekonomi dari pertambangan migas menjadi bahan olahan dari industri migas. Apabila bentuk keterkaitan ini

terus diperkuat maka perekonomian di Provinsi Papua Barat akan memberikan satu multiplier efek yang sangat besar bagi wilayah Provinsi Papua Barat.

Gambar 4.3 Persebaran tempat pariwisata di Papua Barat

4.1.2 Kondisi Geografis

Kondisi topografi Provinsi Papua Barat sangat bervariasi membentang mulai dari dataran rendah, rawa sampai dataran tinggi, dengan tipe tutupan lahan berupa hutan hujan tropis, padang rumput dan padang alang-alang. Ketinggian wilayah di Provinsi Papua Barat bervariasi dari 0 s.d > 1000 m. Kondisi topografi antar wilayah di Provinsi Papua Barat cukup bervariasi. Kondisi ini merupakan salah satu elemen yang menjadi hambatan transportasi antar wilayah, terutama transportasi darat. Karakter morfologi berdasarkan ekoregion Provinsi Papua Barat didominasi oleh pegunungan lipatan dan perbukitan denusidal. Gambaran lebih rinci dapat diikuti pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Profil Ekoregion Provinsi Papua Barat

No	Ekoregion	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Danau	12.576,48	0,13%

2	Dataran Aluvial	1.235.850,25	12,56%
3	Lahan Gambut (Peat Land)	1.235.850,25	9,19%
4	Lembah antar perbukitan/Pegunungan Lipatan	1.196.239,86	12,16%
5	Pegunungan Glasial	0,00	0,00%
6	Pegunungan Lipatan	2.458.030,57	24,99%
7	Perbukitan Lipatan	1.320.407,17	13,42%
8	Perbukitan Solusional	2.402.276,48	24,42%
9	Pesisir (Coast)	264.308,28	2,69%
10	Rataan Terumbu (Reef flat)	42.622,01	0,43%
	TOTAL	**9.836.060,02**	**100%**

Sumber: P3E Papua

Sebagian besar wilayah Provinsi Papua Barat memiliki kelas lereng > 40% dengan bentuk wilayah berupa perbukitan. Kondisi tersebut menjadi kendala utama bagi pemanfaatan lahan baik untuk pengembangan sarana dan prasarana fisik, sistem transportasi darat maupun bagi pengembangan budidaya pertanian terutama untuk tanaman pangan. Sehingga, transportasi laut menjadi konsep yang baik dalam membantu distribusi logistik maupun sarana angkut penumpang,

4.2 Jumlah Kunjungan Wisatawan dan Pekerja Perusahaan Pertambangan di Papua Barat

Jumlah wisatawan dan pekerja perusahaan pertambangan yang datang ke Papua Barat menjadi parameter dalam menentukan jumlah penumpang *fast ferry*. Untuk mengetahui jumlah wisatawan yang dating ke Papua Barat, telah dilakukan pengumpulan infirmasi dari BPS Papua Barat tentang jumlah wisatawan setiap tahunnya. Jumlah wisatawan di Papua Barat tahun 2014 – 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jumlah wisatawan di Papua Barat 2014 - 2019

Wisatawan	Jumlah Kunjungan Wisata					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Mancanegara	10759	12011	13616	18841	23099	24090
Domestik	7691	10251	12472	17250	20811	22285
TOTAL	**18450**	**22262**	**26088**	**36091**	**43910**	**46375**

Sementara itu, data kunjungan pekerja perusahaan pertambangan di Papua Barat didapatkan dari hasil suvei pada saat wawancara kepada salah satu karyawan perusahaan pertambangan di Papua Barat. Hasil wawancara menjelaskan bahwa salah satu perusahaan pertambangan di Papua Barat melakukan rotasi setiap hari, dengan 1 kali rotasi akan dilaksanakan oleh 30 hingga maksimal 40 orang dari luar Bintuni dengan menggunakan pesawat terbang *charter*an. *Check point* yang digunakan untuk pemberangkatan adalah Kota Sorong dengan tujuan akhir ke bandara Babo yang dioperasikan oleh perusahaan pertambangan tersebut. Lalu dilanjutkan dengan jalur laut dari Babo ke site. Jumlah karyawan yang di rotasi adalah menyesuaikan kapasitas tempat duduk pesawat terbang. Namun apabila ada kendaraan transportasi yang diharapkan dapat mengangkut lebih dari 40 orang, jumlah personil yang dirotasi dapat mencapai 120 orang. Narasumber juga mengatakan bahwa ada beberapa kendala terkait penggunaan pesawat terbang untuk melakukan rotasi ini, yaitu jumlah penumpang yang diakomodasi terlalu sedikit, mahalnya biaya operasional bandara, dan akibat seringnya penduduk lokal yang melakukan demo dengan menutup *runway*. Hal ini menyebabkan opsi penggunaan transportasi lain sebagai solusi yang tepat.

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat disimpulkan bahwa setiap tahun terjadi peningkatan jumlah wisatawan yang datang ke Papua Barat. Pada tahun 2019, jumlah wisatawan adalah sebanyak 46.375 orang. Dengan jumlah ini, maka dengan perhitungan pendekatan akan didapatkan jumlah wisatawan sebanyak 127 orang setiap harinya. Apabila ditambahkan asumsi bahwa *fast ferry* yang dirancang akan mampu mengakomodir 80% dari jumlah wisatawan, maka didapatkan sebanyak 101 wisatawan dalam 1 hari. Berdasarkan hasil wawancara saat survei, dapat disimpulkan bahwa jumlah pekerja perusahaan pertambangan yang dapat

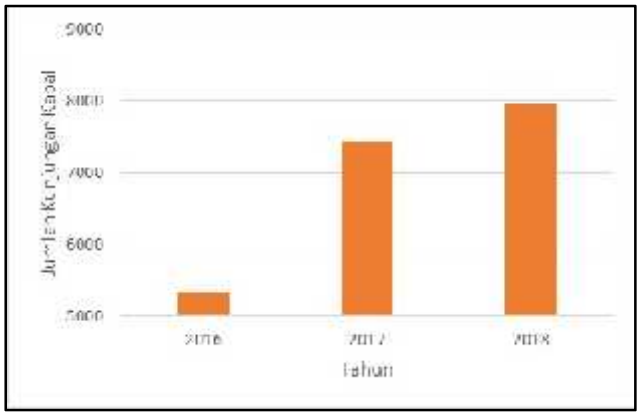
diakomodasi adalah mencapai 120 orang. Sehingga dapat diasumsikan bahwa dalam 1 hari, *fast ferry* dapat mengangkut minimal 100 orang penumpang.

4.3 Jumlah Kunjungan Kapal, Penumpang Kapal, dan Penumpang Pesawat di Papua Barat

4.3.1 Kunjungan Kapal dan Penumpang di Papua Barat

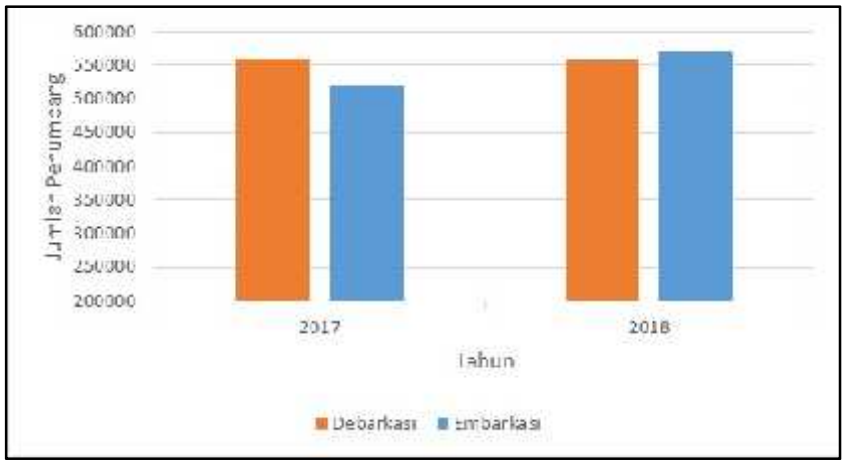
Kunjungan kapal dan penumpang ke suatu daerah merupakan salah satu indikator yang dapat menggambarkan tingkat kesibukan aktifitas khususnya suatu pelabuhan, dan umumya daerah tersebut. Provinsi Papua Barat merupakan wilayah yang mengalami tingkat kenaikan pada kunjungan kapal serta jumlah penumpangnya. Berdasarkan data dari laporan SIMOPPEL dan TII-UPT Kantor ADPEL Se-Papua Barat, jumlah kunjungan kapal dan penumpang di Papua Barat mengalami peningkatan diban**d**ingkan pada tahun sebelumnya. Pada tahun 2017 terjadi peningkatan kunjungan kapal yang sangat tinggi, baik dari dalam dan luar negeri dibandingkan pada tahun 2016, dari 5339 unit (tahun 2016) menjadi 7443 unit (tahun 2017) atau terjadi peningkatan sebesar 39.41%. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan kunjungan kapal yang tidak terlalu signifikan, baik dari dalam dan luar negeri dibandingkan pada tahun 2017, dari 7443 unit (tahun 2017) menjadi 7953 unit (tahun 2018) atau terjadi peningkatan sebesar 9.55%. Sedangkan jumlah penumpang dari tahun 2017 sampai tahun 2018 terjadi penurunan sebesar 6,74% untuk debarkasi dan peningkatan sebesar 2,13% untuk embarkasi. Untuk jelasnya dapat dilihat pada grafik 2.1 dan 2.2.

Grafik 4.1 Kunjungan Kapal di Provinsi Papua Barat 2016 – 2018 (Unit)



Sumber: BPS Papua Barat

Grafik 4.2 Jumlah Penumpang di Provinsi Papua Barat 2017-2018 (Orang)



Sumber: BPS Papua Barat

Berdasarkan Grafik 4.1 dan Grafik 4.2 dapat dijelaskan bahwa untuk tiap tahunnya jumlah kunjungan kapal di Provinsi Papua Barat selalu mengalami kenaikan disebabkan adanya pertumbuhan ekonomi baik dari sektor pariwisata, pertambangan, dan lainnya.

Berdasarkan laporan Simoppel, kunjungan kapal di pelabuhan merupakan salah satu indikator yang dapat menggambarkan tingkat kesibukan aktifitas suatu pelabuhan. Berdasarkan laporan Simoppel Papua Barat, Tabel 3.1 menunjukan jumlah kunjungan kapal pada pelabuhan yang diusahakan di Papua Barat menurut jenis pelayaran tahun 2016 hingga 2018. Dibandingkan tahun sebelumnya, pada tahun 2018 total frekuensi kunjungan kapal mengalami penurunan sebesar 8,05 persen atau 240 kunjungan lebih sedikit dari tahun sebelumnya. Berdasarkan jenis pelayaran, pada tahun 2018 frekuensi kunjungan dari pelayaran dalam negeri mengalami peningkatan sebesar 1,76 persen atau 40 kunjungan lebih banyak dari tahun sebelumnya. Sedangkan pelayaran luar negeri mengalami penurunan sebesar 39,77 persen atau 280 kunjungan lebih sedikit dari tahun sebelumnya.

Tabel 4.4 Kunjungan Kapal dari Dalam Negeri dan Luar Negeri Pelabuhan yang diusahakan di Provinsi Papua Barat 2016 – 2018 (Unit)

Pelabuhan	Pelayaran Dalam Negeri			Pelayaran Luar Negeri		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Fakfak	352	40	506	0	0	0

Manokwari	716	923	1.128	5	4	14
Kota Sorong	587	946	683	22	00	410
TOTAL	**1.655**	**2.277**	**2.317**	**27**	**704**	**424**

Sumber: BPS Papua Barat

Dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa frekuensi kunjungan kapal paling banyak terdapat di pelabuhan Manokwari untuk pelayaran dalam negeri dan di pelabuhan Kota Sorong untuk pelayaran luar negeri. Pelabuhan Kota Sorong merupakan salah satu pelabuhan paling ramai di Papua Barat pada tahun 2017. Namun, pada tahun 2018 di Pelabuhan Kota Sorong terdapat 683 kunjungan kapal untuk pelayaran dalam negeri, terjadi penurunan frekuensi kunjungan kapal sebesar 27,80 persen atau 263 kunjungan kapal lebih sedikit dibandingkan tahun sebelumnya. Sementara untuk pelayaran luar negeri, pada 2018 di pelabuhan Kota Sorong juga mengalami penurunan frekuensi kunjungan kapal sebesar 41,43 persen atau 290 kunjungan kapal lebih sedikit dibandingkan tahun sebelumya.

Selain laporan Simoppel, kompilasi data angkutan laut mencakup laporan TII-UPT yang dikumpulkan secara bulanan dari Kantor Administrasi Pelabuhan (ADPEL), Direktur Jenderal Perhubungan Laut. Dalam Statistik Transportasi, ditampilkan juga beberapa hasil rekapitulasi datanya, meliputi Jumlah kunjungan kapal, bongkar muat barang dan jumlah penumpang. Data kunjungan kapal yang dilengkapi dengan data GT (Gross Ton) akan sangat bermanfaat untuk digunakan sebagai salah satu indikator dalam menganalisis aktivitas suatu pelabuhan. Data GT kapal yang berkunjung di suatu pelabuhan menggambarkan besar kecilnya kapal yang berkunjung dan dapat melengkapi informasi frekuensi kunjungan kapal. Tabel 3.2 menunjukan jumlah kunjungan kapal di tujuh pelabuhan yang tidak diusahakan di Papua Barat tahun 2016-2018. Total kunjungan kapal di Pelabuhan yang tidak diusahakan di Papua Barat pada 2018 adalah 5.212 kunjungan (meningkat sebesar 16,81 persen atau 750 kunjungan lebih banyak dibanding tahun 2017).

Tabel 4.5 Kunjungan Kapal Pelabuhan yang Tidak Diusahakan di Provinsi Papua Barat 2016-2018 (Unit)

Pelabuhan	**Pelayaran Dalam Negeri**		
	2016	**2017**	**2018**
Kokas	234	465	683

Kaimana	723	770	714
Wasior	654	715	805
Bintuni	436	457	479
Teminabuan	171	164	228
Saonek	1.420	1.809	2.242
Arar	19	82	64
TOTAL	**3.657**	**4.462**	**5.212**

Sumber: BPS Papua Barat

Pada tahun 2018 Pelabuhan dengan frekuensi kunjungan kapal tertinggi adalah Pelabuhan Saonek di Kabupaten Raja Ampat, sebanyak 2.242 kunjungan (meningkat 23,94 persen atau 433 kunjungan kapal lebih banyak dibanding tahun 2017). Sedangkan pelabuhan dengan frekuensi kunjungan paling sedikit adalah pelabuhan Arar Kabupaten Sorong dengan 61 kunjungan (menurun 25,61 persen atau 21 kunjungan lebih sedikit dibanding tahun 2017).

4.3.2 Jumlah Penumpang Kapal di Papua Barat

Pada tahun 2018 berdasarkan data dari pelabuhan laut yang diusahakan di Provinsi Papua Barat, arus penumpang debarkasi (turun) mengalami penurunan sedangkan embarkasi (naik) mengalami peningkatan bila dibandingkan tahun sebelumnya. Peningkatan arus penumpang embarkasi (naik) sebesar 28.984 penumpang (10,25 persen). Sedangkan penurunan arus penumpang debarkasi (turun) sebesar 7.215 penumpang (2,26 persen). Untuk arus penumpang debarkasi (turun) 2018, terjadi peningkatan untuk jumlah penumpang debarkasi (turun) di Pelabuhan Fakfak dan Kota sorong, masing – masing sebesar 3.109 penumpang (7,04 persen) dan 2.870 penumpang (1,86 persen). Sedangkan di Pelabuhan Manokwari, jumlah penumpang debarkasi (turun) mengalami penurunan sebesar 13.194 penumpang (10,88 persen) bila dibandingan dengan tahun 2017.

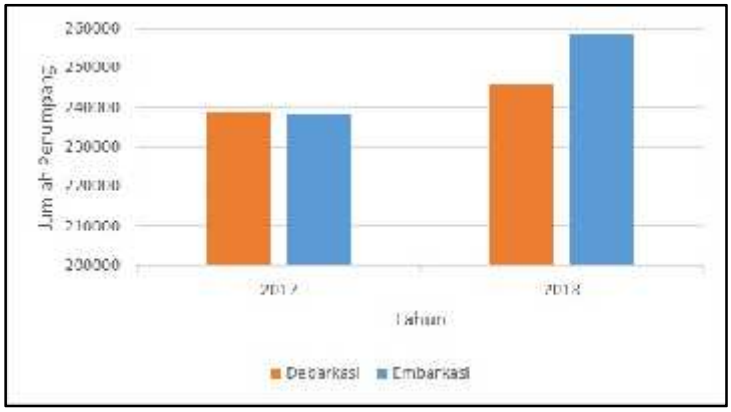
Tabel 4.6 Banyaknya Penumpang Debarkasi dan Embarkasi Menurut Pelabuhan yang Diusahakan di Provinsi Papua Barat 2016 – 2018

Pelabuhan	**Pelayaran Dalam Negeri**			**Pelayaran Luar Negeri**		
	2016	**2017**	**2018**	**2016**	**2017**	**2018**
Fakfak	30.212	44.178	47.287	41.266	42.171	43.774
Manokwari	115.248	121.218	108.024	102.709	103.341	125.553

Kota Sorong	165.959	154.503	157.373	150.721	137.297	142.466
TOTAL	**311.419**	**319.899**	**312.684**	**294.696**	**282.809**	**311.793**

Sumber: BPS Papua Barat

Untuk arus penumpang embarkasi (naik), peningkatan terbesar untuk jumlah penumpang embarkasi (naik) adalah di Pelabuhan Manokwari, yaitu sebesar 22.212 penumpang (21,49 persen) bila dibandingkan dengan tahun 2017, selanjutnya peningkatan jumlah penumpang embarkasi (naik) di pelabuhan Kota Sorong dan Pelabuhan Fakfak, masing -masing sebesar 5.169 penumpang (3,76 persen) dan 1.603 penumpang (3,80 persen). Tabel 3.6 menunjukan banyaknya penumpang debarkasi dan embarkasi menurut pelabuhan yang tidak diusahakan di Provinsi Papua Barat tahun 2018. Arus penumpang debarkasi (turun) melalui pelabuhan laut yang tidak diusahakan di Provinsi Papua Barat meningkat sebesar 6.665 penumpang (2,79 persen) dibanding tahun 2017, sedangkan untuk arus penumpang embarkasi (naik) melalui pelabuhan laut yang tidak diusahakan di Provinsi Papua Barat meningkat sebesar 20.097 penumpang (8,43 persen) dibanding tahun 2017.



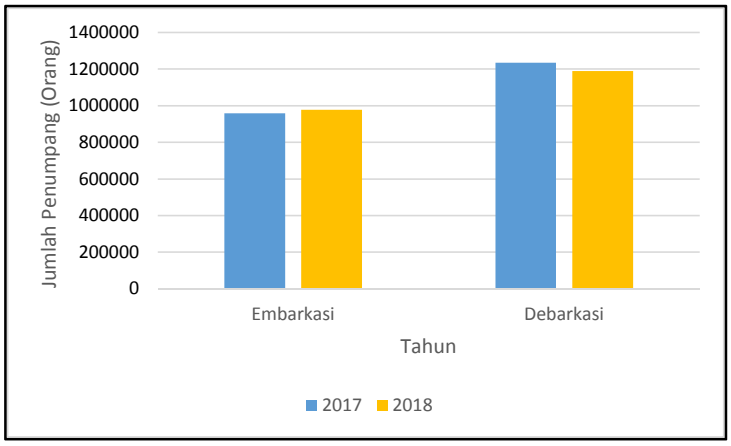
Sumber: BPS Papua Barat

Grafik 4.3 Banyaknya Penumpang Debarkasi dan Embarkasi menurut Pelabuhan yang Tidak Diusahakan di Provinsi Papua Barat 2017-2018

4.3.3 Jumlah Penumpang Pesawat di Papua Barat

Secara keseluruhan, jumlah penumpang pada 2018 yang melalui bandar udara Provinsi Papua Barat dengan menggunakan transportasi udara mengalami peningkatan dibandingkan dengan arus penumpang 2018. Tercatat di 2018 terdapat

1.235,7 ribu penumpang berangkat (embarkasi) dan 1.189,6 ribu penumpang datang (debarkasi).



Sumber: BPS Papua Barat

Grafik 4.4 Banyaknya Penumpang Debarkasi dan Embarkasi menurut Pelabuhan yang Tidak Diusahakan di Provinsi Papua Barat 2017-2018

Pada tahun 2018 berdasarkan data dari Laporan Model III-1 Se-Kabuaten/Kota di Provinsi Papua Barat, arus penumpang debarkasi (turun) dan embarkasi (naik) mengalami peningkatan bila dibandingkan tahun sebelumnya. Peningkatan arus penumpang embarkasi (naik) sebesar 19.270 penumpang (28,95 persen). Sedangkan penurunan arus penumpang debarkasi (turun) sebesar 212.057 penumpang (21,69 persen).

4.4 Pertimbangan Daerah Operasi

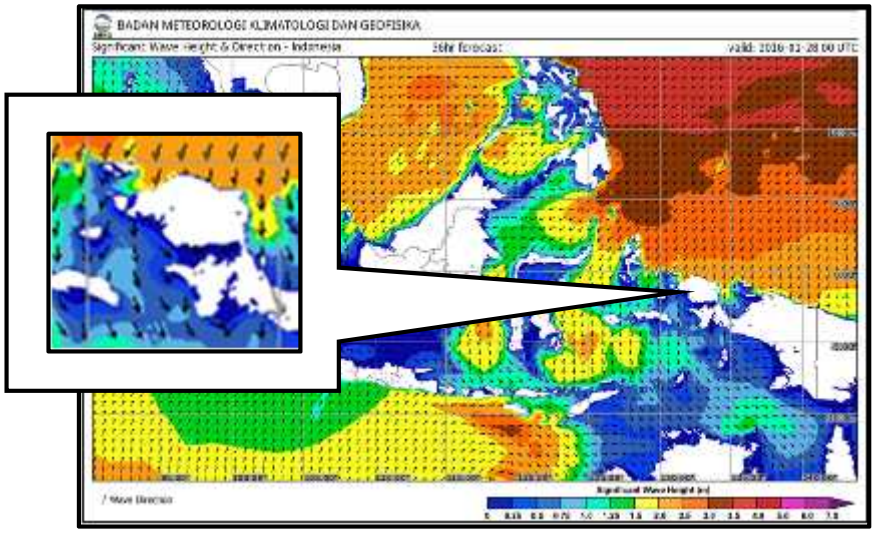
Pertimbangan daerah operasi adalah salah satu aspek penting untuk mengetahui kondisi alam yang dapat mendukung operasi *fast ferry*. Pada bagian ini, akan dijelaskan kondisi geografis perairan di Papua Barat meliputi tinggi gelombang dan kedalaman perairan. Data-data untuk informasi ini didapatkan dari beberapa sumber sekunder.

4.4.1 Tinggi Gelombang

Tinggi gelombang adalah perubahan tinggi secara vertikal antara puncak gelombang dan lembahnya. Tinggi gelombang sangat berpengaruh salah satunya pada karakteristik tipe lambung kapal yang akan dipilih. Karena tinggi gelombang dapat mempengaruhi stabilitas kapal yang berpengaruh pada performa kapal dan

kenyamanan penumpang. Berikut adalah data-data tinggi gelombang yang diambil secara acak selama 4 tahun terakhir dari tahun 2016 sampai 2019.

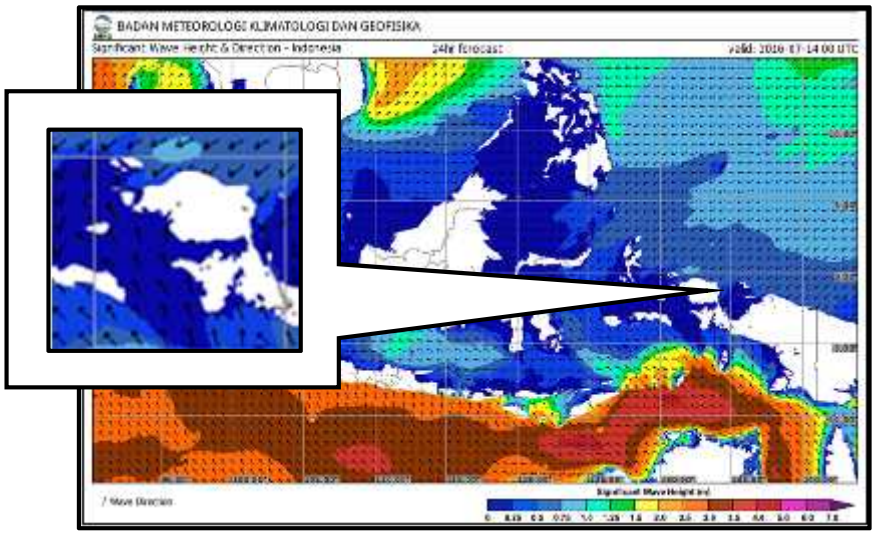
a) Januari 2016



Gambar 4.4 Data tinggi gelombang pada Bulan Januari 2016

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Januari 2016 adalah 2.0 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘sedang’.

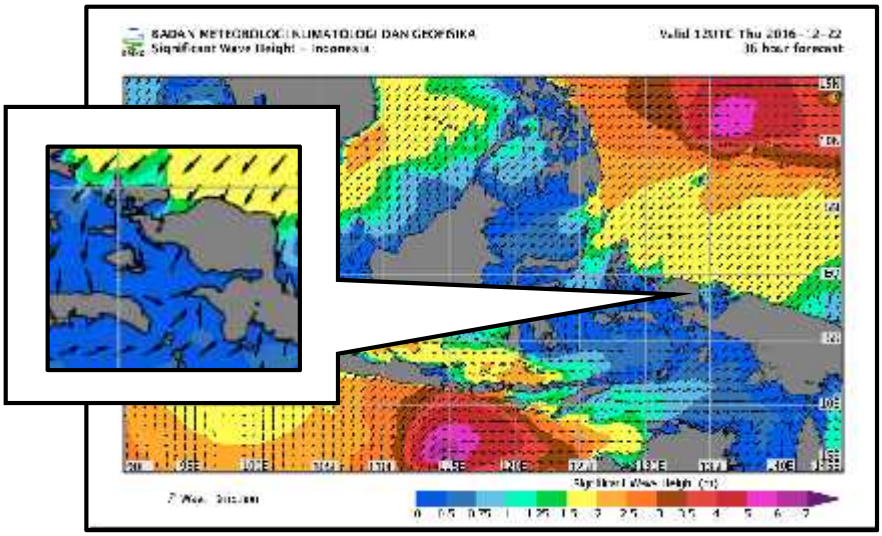
b) Juli 2016



Gambar 4.5 Data tinggi gelombang pada Bulan Juli 2016

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Juli 2016 adalah 0.75 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘sedang’.

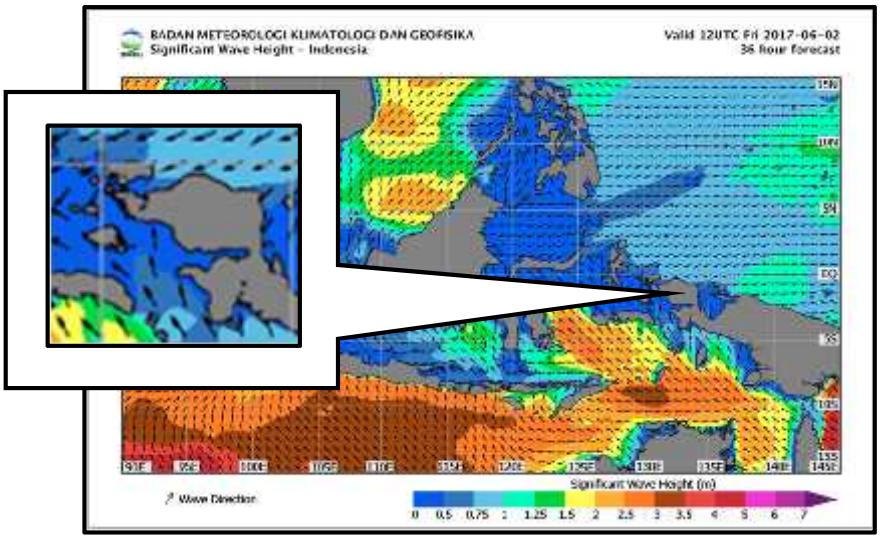
c) Desember 2016



Gambar 4.6 Data tinggi gelombang pada Bulan Desember 2016

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Desember 2016 adalah 2.0 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘sedang’.

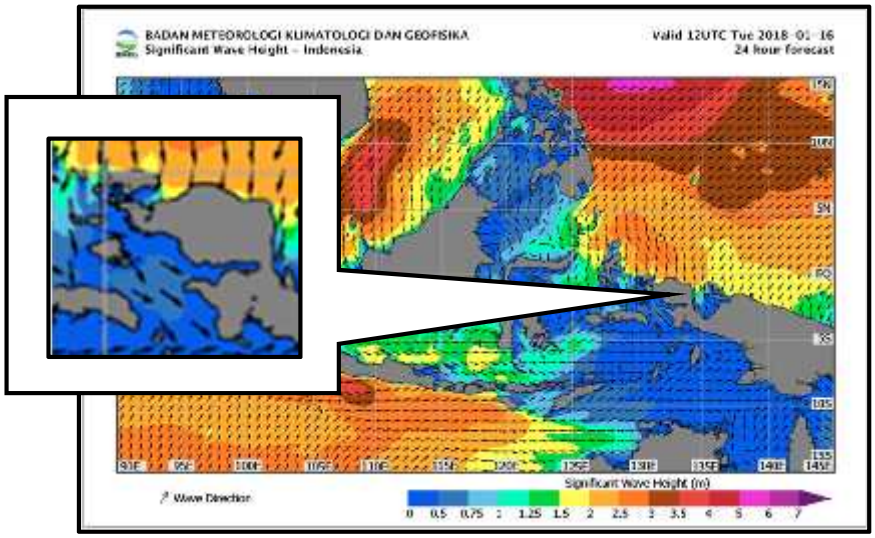
d) Juni 2017



Gambar 4.7 Data tinggi gelombang pada Bulan Juli 2017

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Juni 2017 adalah 1.0 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘rendah’.

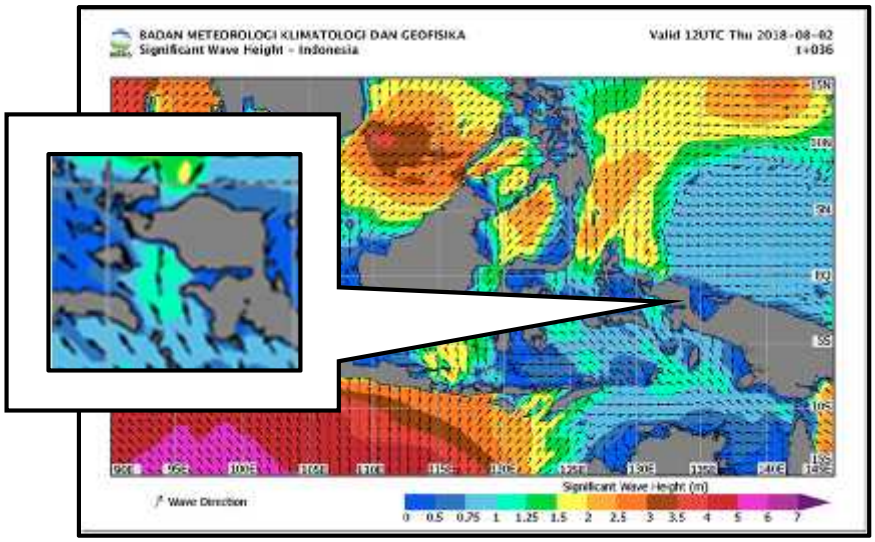
e) Januari 2018



Gambar 4.8 Data tinggi gelombang pada Bulan Januari 2018

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Januari 2018 adalah 2.25 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘sedang’.

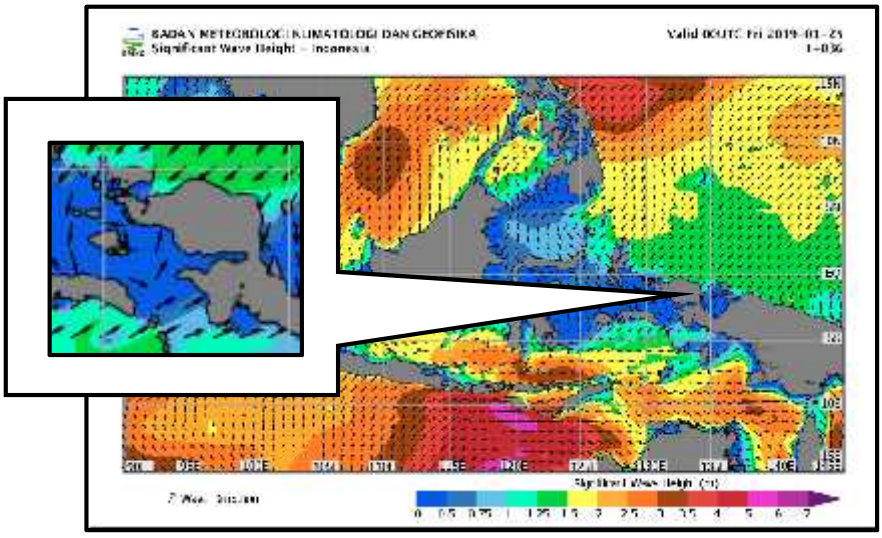
f) Agustus 2018



Gambar 4.9 Data tinggi gelombang pada Bulan Agustus 2018

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Agustus 2018 adalah 1.25 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘rendah’.

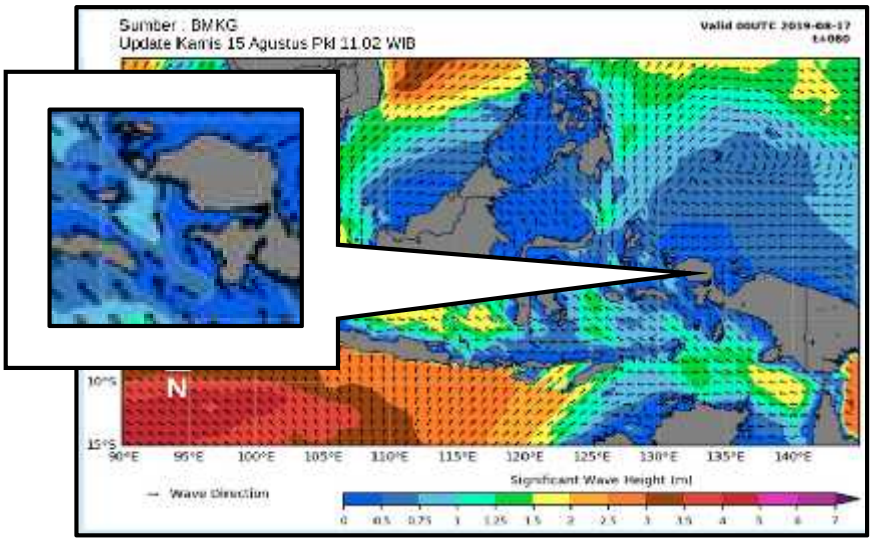
g) Januari 2019



Gambar 4.10 Data tinggi gelombang pada Bulan Januari 2019

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Januari 2019 adalah 1.5 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘sedang’.

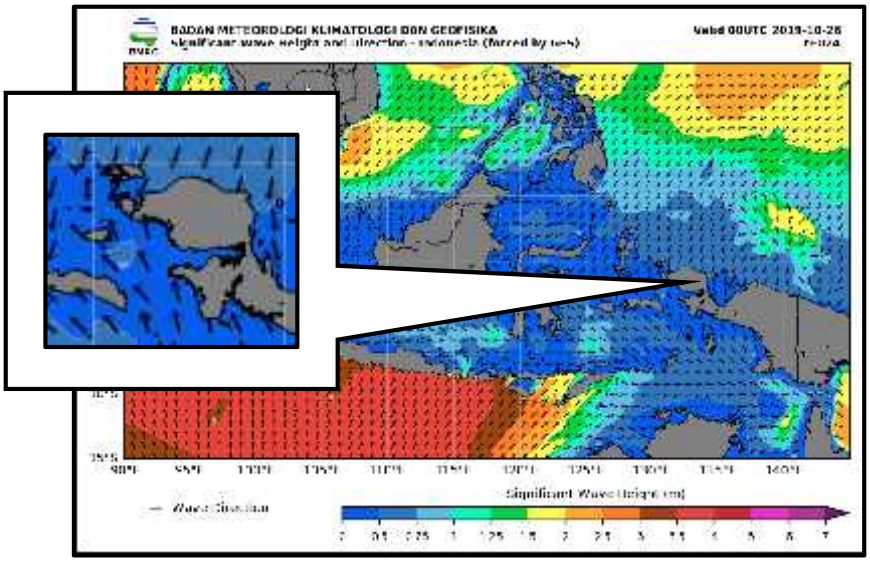
h) Agustus 2019



Gambar 4.11 Data tinggi gelombang pada Bulan Agustus 2019

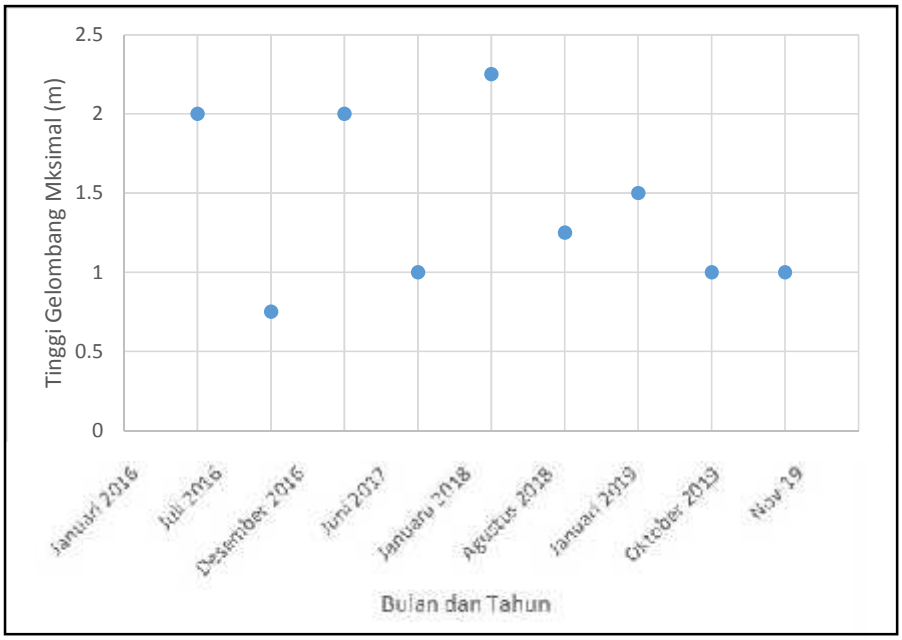
Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Agustus 2019 adalah 1.0 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘rendah’.

i) Oktober 2019



Gambar 4.12 Data tinggi gelombang pada Bulan Oktober 2019

Berdasarkan gambar diatas yang diambil dari sumber Badan Metereologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), gelombang tertinggi yang terjadi pada Bulan Agustus 2019 adalah 1.0 m yang dapat diklasifikasikan sebagai ‘rendah’. Berdasarkan data sampling diatas, diketahui tinggi gelombang yang paling besar terjadi di perairan Papua Barat adalah 2.25 m, dengan rata-rata tinggi gelombang adalah 1.5m seperti ditunjukkan pada Grafik 4.5, sehingga berdasarkan Tabel 4.7, dapat dikategorikan sebagai *sea state* 4 *(moderate).*



Grafik 4.5 Data sampling tinggi gelombang dan rata-ratanya

Tabel 4.7 WMO *Sea State*

WMO Sea State Code	Wave height	Characteristics
0	0 m	Calm (glassy)
1	0 - 0.1 m	Calm (rippled)
2	0.1 -0.5 m	Smooth (wavelets)
3	0.5 - 1.25 m	Slight
4	1.25 - 2.5 m	Moderate
5	2.5 - 4 m	Rough
6	4 - 6 m	Very rough
7	6 - 9 m	High
8	9 - 14 m	Very high
9	Over 14 m	Phenomenal

4.4.2 Rute Pelayaran

Di Papua Barat saat ini, terdapat banyak pusat pemukiman, tempat wisata, dan lokasi pertambangan yang tersebar di beberapa titik. Kebanyakan lokasi ini terdapat di daerah pesisir yang dapat ditempuh dengan menyisiri perairan pulau utama. Ada beberapa rute operasi yang dapat dipilih untuk penelitian ini.

4.4.2.1 Rute pelayaran antar distrik

Gambar 4.13 Rute antar distrik

Rute ini adalah rute regular untuk mengangkut penumpang dan barang yang disediakan oleh PT. ASDP dan PT Pelni. Rute ini tidak dipilih dalam pemilihan rute *fast ferry*.

4.4.2.2 Rute pelayaran ke perusahaan pertambangan

Gambar 4.14 Rute ke perusahaan pertambangan

Rute ini adalah rute yang dapat dipilih dalam pemilihan rute *fast ferry*. Rute ini menunjukkan lokasi perusahaan pertambangan yang ada di Papua Barat.

4.4.2.3 Rute pelayaran ke lokasi pariwisata

Gambar 4.15 Rute ke lokasi pariwisata

Rute ini adalah rute yang dapat dipilih dalam pemilihan rute *fast ferry*. Rute ini menunjukkan lokasi daerah wisata yang ada di Papua Barat.

4.4.3 Kedalaman Perairan di Dermaga Operasi

Kedalaman perairan sangat penting untuk memastikan bahwa *fast ferry* tidak kandas. Perairan Papua Barat memiliki karakteristik perairan dalam dengan kedalaman mencapai lebih dari 3 meter. Berikut adalah data kedalaman perairan di Papua Barat.

4.4.3.1 Sorong

Gambar 4.16 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Sorong

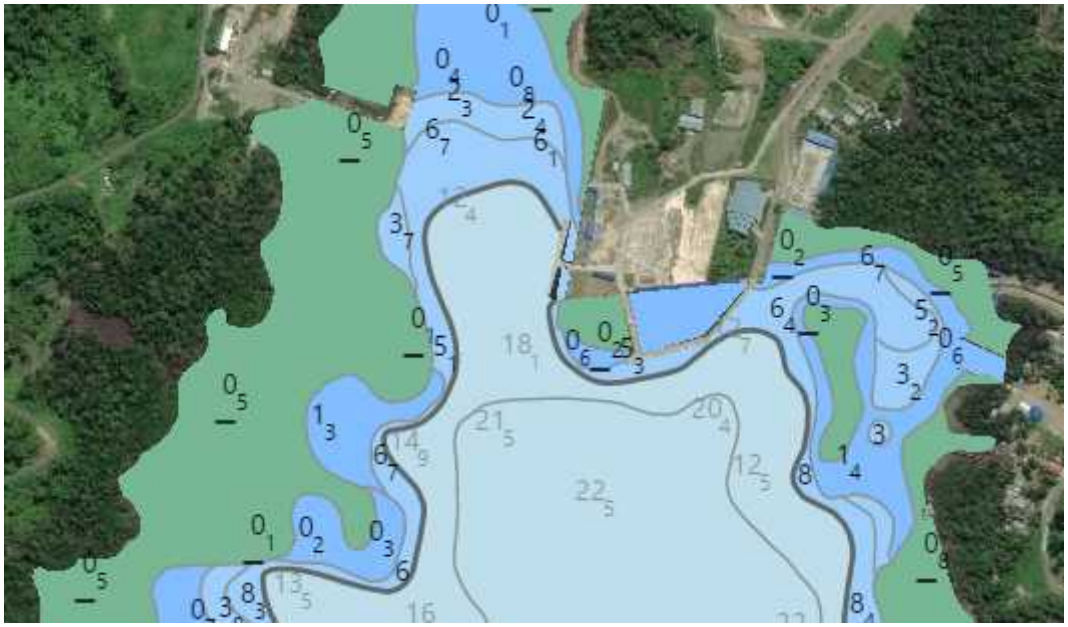
Berdasarkan Gambar 4.16, kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Sorong mencapai 3.7 meter.

4.4.3.2 Gabe

Gambar 4.17 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Gabe

Berdasarkan Gambar 4.17, kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Gabe mencapai 2.6 meter.

4.4.3.3 Waisol



Gambar 4.18 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Waisol

Berdasarkan Gambar 4.18, kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Waisol mencapai 3 meter.

4.4.3.4 Bintuni

Gambar 4.19 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Bintuni

Berdasarkan Gambar 4.19, kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Bintuni mencapai 3.5 meter.

4.4.3.5 Babo

Gambar 4.20 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Babo

Berdasarkan Gambar 4.20, kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Babo mencapai 3.3 meter.

4.4.3.6 Fak-fak

Gambar 4.21 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Fak-fak

Berdasarkan Gambar 4.21, kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Fak-fak mencapai 5.9 meter.

4.4.3.7 Misool

Gambar 4.22 Kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Misool

Berdasarkan Gambar 4.22, kedalaman perairan di daerah Pelabuhan Fak-fak mencapai 3 meter.

Berdasarkan data kedalaman tiap pelabuhan utama di Papua Barat, kedalaman yang paling kecil adalah 3 meter sehingga kapal harus di desain dengan memiliki sarat lebih dari 3 meter.

4.5 Desain *Fast Ferry* Yang Sudah Ada

Rancangan kapal baru biasanya dimulai dengan analisis yang cermat terhadap armada yang ada untuk mendapatkan informasi umum tentang jenis kapal yang diminati. Jika ada desain sukses serupa, desain mungkin melanjutkan menggunakan kapal ini sebagai kapal dasar dan, dengan demikian, melibatkan penskalaan karakteristiknya untuk memperhitungkan perubahan yang dimaksudkan dalam desain baru. Penelitian ini dianggap sebagai kapal baru . Oleh karena itu, bagian ini akan menguraikan desain yang telah terbukti, yang ada dan dirancang serta dibangun oleh pembuat kapal berpengalaman. Ada tiga pembuat *fast ferry* yang terkenal di dunia yaitu Austal, Incat, dan Damen. Ketiga pembuat kapal ini membuktikan desainnya yang telah dioperasikan oleh operator kapal dari seluruh dunia.

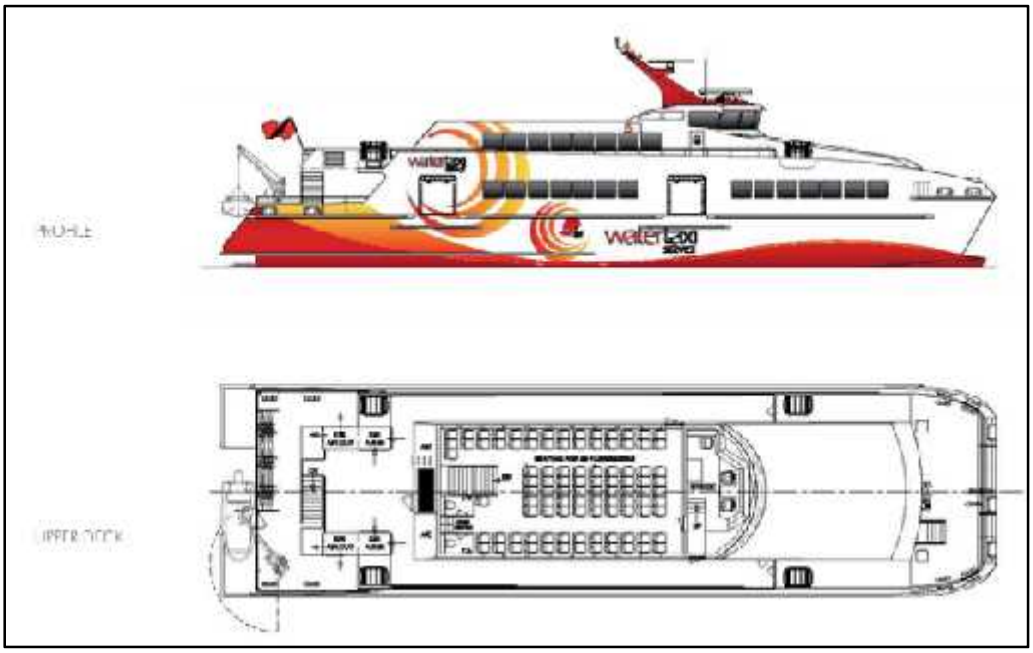
4.5.1 Austal Series

Kemampuan dan reputasi Austal yang bagus dalam pembuatan *fast ferry* yang berkualitas tumbuh dari keberhasilan awal dalam pengembangan *fast passanger-car ferry, offshore* dan *windfarm vessel*. Desain inovatif katamaran dan trimaran Austal, utamanya keahlian dalam konstruksi kapal aluminium dan kemampuan untuk menyesuaikan platform komersial, telah terbukti untuk memenuhi kebutuhan pelanggan sehingga terus dicari oleh operator kapal terkemuka di dunia. Lokasi pembuatan kapal komersial Austal berlokasi di Henderson, Australia Barat dan Balamban di Cebu, di Filipina. Berikut ini adalah beberapa produk yang telah dirancang dan dibangun oleh Austal:

1. AUSTAL 41

Panjang keseluruhan	: 41.2 m	Kapasitas penumpang	: 405 orang
Lebar (moulded)	: 10.9 m	Jumlah kru	: 8 orang

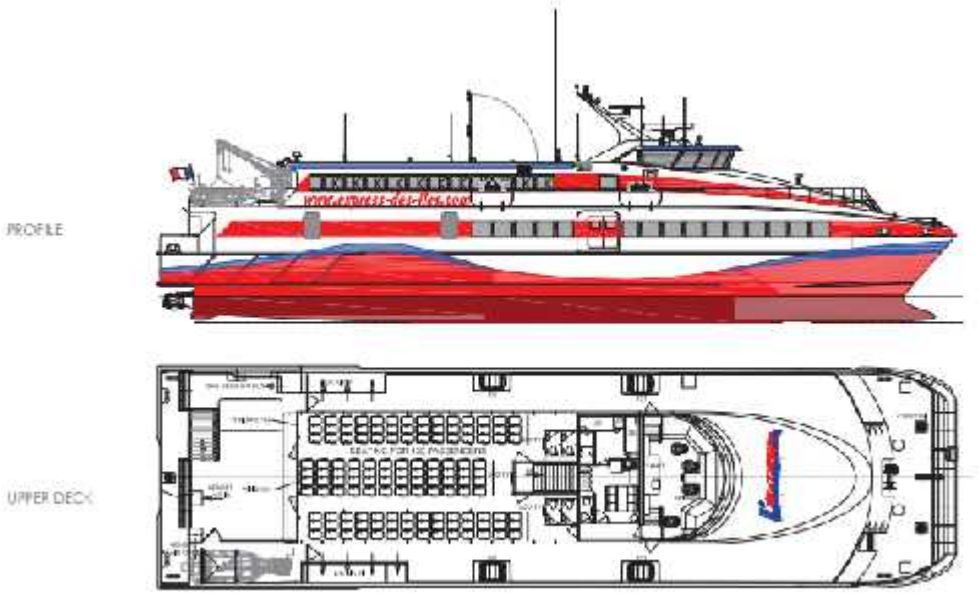
Tinggi (moulded)	: 4.3 m	Kecepatan maksimal	: 37.5 knot
Sarat	: 2 m		



Gambar 4.23 Tampak Profil dan dek atas Austal 41

2. AUSTAL 45

Panjang keseluruhan	: 45.24 m	Kapasitas penumpang	: 446 orang
Lebar (moulded)	: 12.3 m	Jumlah kru	: 6 orang
Tinggi (moulded)	: 4 m	Kecepatan maksimal	: 38 knot
Sarat	: 1.8 m		



Gambar 4.24 Tampak Profil dan dek atas Austal 45

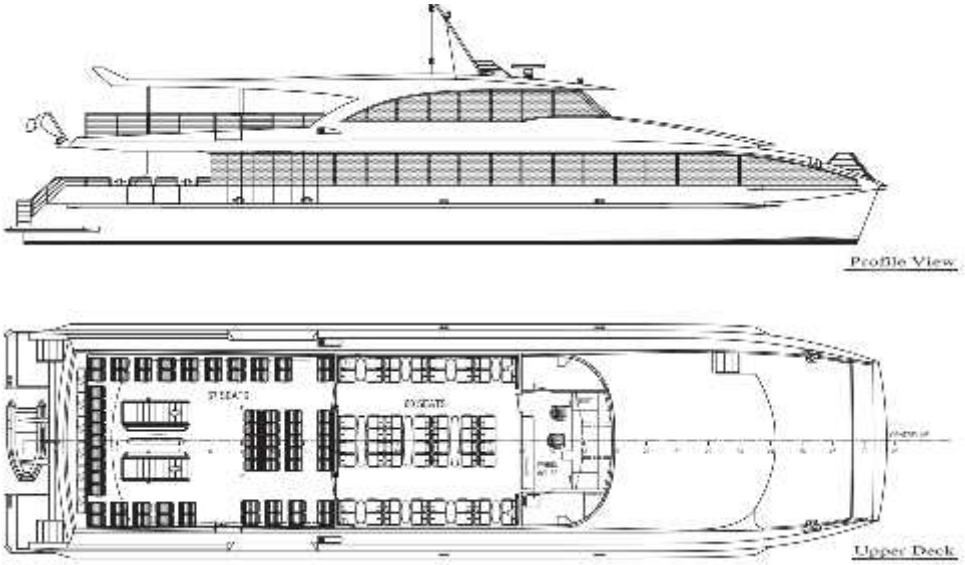
4.5.2 Incat Series

Incat memberikan konsep untuk kapal ringan yang optimal untuk operator *fast ferry*, penyedia layanan khusus, dan militer. Incat menetapkan patokan global dalam teknologi kapal aluminium mulai dari *fast ferry* kendaraan-penumpang yang cepat, fleksibel, dan efisien hingga kapal dukungan militer berkecepatan tinggi, *crew ship*, dandynamic platform.

Galangan kapal Incat terletak di Prince of Wales Bay di Derwent Park dekat Hobart, Tasmania, Australia. Fasilitas ini mencakup lebih dari 70.000 m^2 untuk lokasi produksi, yang dilengkapi dengan dua dok kering yang mampu menampung hingga enam kapal yang sedang dibangun. Berikut ini adalah beberapa produk yang telah dirancang dan dibangun oleh Incat:

1. INCAT HULL 090

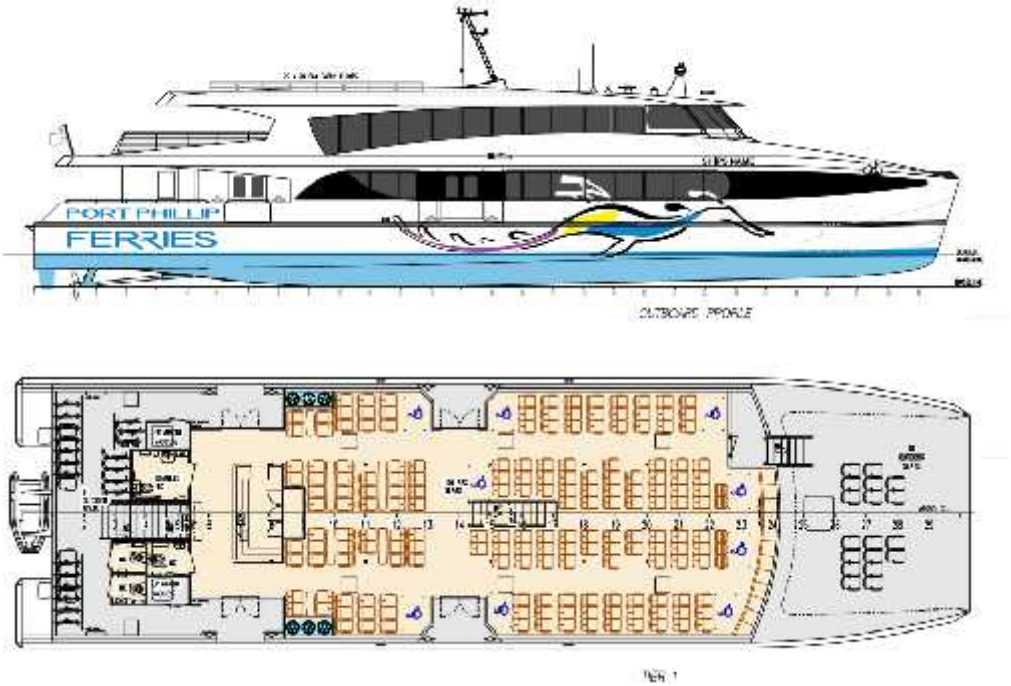
Panjang keseluruhan	: 34.14 m	Kapasitas penumpang	: 398 orang
Lebar (moulded)	: 9 m	Jumlah kru	: 4 orang
Tinggi (moulded)	: 2.7 m	Kecepatan maksimal	: 24.9 knot
Sarat	: 1.36 m		



Gambar 4.25 Tampak Profil dan dek atas Incat 090

2. INCAT HULL 092

Panjang keseluruhan	: 36.6 m	Kapasitas penumpang	: 396 orang
Lebar (moulded)	: 9.9 m	Jumlah kru	: 4 orang
Tinggi (moulded)	: 2.7 m	Kecepatan maksimal	: 24.9 knot
Sarat	: 1.8 m		



Gambar 4.26 Tampak Profil dan dek atas Austal 41

4.5.3 Damen Series

Damen membuat *fast ferry* yang dapat disesuaikan dan hemat bahan bakar untuk transportasi umum. Sebagian besar *fast ferry* Damen dibangun di galangan modern Damen Shipyards Singapore, salah satu pembuat *fast ferry* paling berpengalaman di dunia. *Fast ferry* Damen dikenal di seluruh dunia karena efisiensi dan desain katamaran yang telah terbukti. Saat ini Damen memiliki 6 *fast ferry* untuk transportasi umum.

Sejak 1988, Damen Singapura telah merancang, membangun dan mendukung kapal komersial (termasuk *fast ferry* penumpang, *fast ferry* penumpang-kendaraan, kapal lepas pantai, *windfarm vessel*, kapal patroli, dan bus air) untuk operator di seluruh dunia. Berikut ini adalah beberapa produk yang telah dirancang dan dibangun oleh Damen:

Gambar 4.27 Tipe kapal Damen

4.6 Kapal Eksisting

Di Papua Barat terdapat perusahaan nasional maupun swasta yang mengoperasikan kapal untuk kebutuhan transportasi antar daerah di pesisir. Perusahaan nasional yang mengoperasikan kapal di Papua Barat adalah PT ASDP.

ASDP memiliki 10 kapal yang beroperasi di seluruh Pulau Papua dengan 6 unit menginduk di Sorong dan 4 unit menginduk di Biak. Tabel 4.8 menunjukkan kapal milik PT ASDP yang dioperasikan di Papua dan Papua Barat.

Tabel 4.8 Kapal PT ASDP yang dioperasikan di Papua dan Papua Barat

Nama Kapal	Nama Cabang	Dimensi Utama											
		GT BKI	LOA (m)	LBP (m)	B (m)	T (m)	H (m)	T (m)	Vs (Knot)	Vm	Daya (HP)	NT	DWT
KURISI	Sorong	173	38.4	38.4	8	1.4	2.4	1.4	9	10.86	2 x 240	52	
KOMODO	Sorong	265	33	30.65	8	1.2	2.25	1010	9.2	9.5	2 x 255	115.57	
TERUBUK I	Sorong	399	40	34.5	10.5	1.99	2.8	810	9	12	2 x 550	120	
ARAR	Sorong	617	45.5	40.6	12	2.15	3.2	1060	9		2 x 823	186	
LEMA	Sorong	1031	56.02	49.12	14	2.7	3.8	1110	11		2 x 1138	310	
KALABIA	Sorong	1167	56.02	48.52	14	2.7	3.8	1110	10		2 X 837	498	

Nama Kapal	Kapasitas			Mesin Utama			Mesin Bantu	
	Pax	R4	R4+	Merk	Type	Daya	Merk	Daya
KURISI	50		6	YANMAR	6 HA-HTE	2 x 240	PERKINS	1 x 57
KOMODO	50		5	DEUTZ	SF 10 L 413	2 x 255	BOWMAN	2 x 47,6
TERUBUK I	156	4	8	YANMAR	6 LAAM - LTE	2 x 550	PERKINS	2 x 80
ARAR	200			MITSUBISHI	S6R – MPTK	2 x 823	CUMMINS	2 x 83
LEMA	196	10	15	YANMAR	6EY17W	2 x 1138	PERKINS	2 x 100
KALABIA	196	10	15	YANMAR	6EY17W	2 X 837	PERKINS	2 x 135

Berdasarkan tabel diatas, 6 buah kapal dioperasikan dari Sorong yang merupakan pelabujan utama di daerah Papua Barat. Ke 6 kapal itu yakni Kurisi, Komodo, Terubuk, Arar, Lema, dan Kalabia. Kapal-kapal ini memiliki rute yang berbeda-beda dimana rute ini menjangkau hampir seluruh wilayah pesisir di Papua Barat. Berdasarkan Tabel 4.8, kapal-kapal pengangkut penupang di Papua Barat memiliki panjang rata-rata 42.6 meter, dan dapat mengangkut penmpang mencapai 141 orang. Gambar 4.28 menunjukkan kapal-kapal penumpang yang beroperasi di Papua Barat

KMP. ARAR

Kapal Penyeberangan penumpang KMP. ARAR ini memiliki spesifikasi berikut ini:

Panjang Keseluruhan (Loa) :	45.5	m
Panjang Antara Garis Tegak (Lpp) :	40.15	m
Lebar (moulded) (Bmid) :	12	m
Tinggi (moulded) (Hmid) :	3.2	m
Sarat Air d :	2.15	m
Gross Tonnage :	517	GT

KMP. TERUBUK I

Kapal Penyeberangan penumpang KMP. TERUBUK I ini memiliki spesifikasi berikut ini:

Panjang Keseluruhan (Loa) :	40	m
Panjang Antara Garis Tegak (Lpp) :	34.00	m
Lebar (moulded) (Bmid) :	10.5	m
Tinggi (moulded) (Hmid) :	2.8	m
Sarat Air d :	2.35	m
Gross Tonnage :	299	GT

KMP. KURISI

Kapal Penyeberangan penumpang KMP. KURISI ini memiliki spesifikasi berikut ini:

Panjang Keseluruhan (Loa) :	38.4	m
Panjang Antara Garis Tegak (Lpp) :	32.6	m
Lebar (moulded) (Bmid) :	8	m
Tinggi (moulded) (Hmid) :	2.6	m
Sarat Air d :	1.6	m
Gross Tonnage :	173	GT

KMP. KOMODO

Kapal Penyeberangan penumpang KMP. KOMODO ini memiliki spesifikasi berikut ini:

Panjang Keseluruhan (Loa) :	43	m
Panjang Antara Garis Tegak (Lpp) :	36.55	m
Lebar (moulded) (Bmid) :	8	m
Tinggi (moulded) (Hmid) :	3.25	m
Sarat Air d :	1.2	m
Gross Tonnage :	200	GT

Gambar 4.28 Kapal-kapal yang beroperasi di Papua Barat

4.7 Survei Lokasi

Bagian ini menjelaskan hasil survei lokasi dan lingkungan di mana *fast ferry* akan dioperasikan untuk mengangkut penumpang. Tujuan dari survei lokasi adalah untuk mengumpulkan lebih banyak informasi dari lapangan dan juga untuk memastikan data sekunder dapat diterima, termasuk fasilitas pelabuhan, kemampuan kapal untuk embarkasi dan debarkasi, dan lingkungan operasi. Gelombang dan angin akan dicatat selama survei. Informasi yang diperoleh dari lapangan akan berguna untuk merancang *fast ferry*.

4.7.1 Lokasi dan Waktu

Lokasi dan rute survei dapat dilihat pada Gambar 23.

Gambar 4.29 Lokasi pelabuhan yang disurvei

Survei dimulai dari Babo Port. Surveyor menggunakan kapal LCT (Landing Craft Tank) untuk menuju Combo Dock. Perjalanan dari Babo Port ke Combo Dock memakan waktu sekitar 6 jam. Para surveyor mengumpulkan data yang diperlukan selama perjalanan. Lokasi kedua yang akan disurvei adalah Combo Dock. Terletak di area lokasi Tangguh LNG. Setelah surveyor mengumpulkan data, perjalanan dilanjutkan ke Sorong. Jarak antara Combo Dock ke Sorong adalah sekitar 195 nm dan butuh 39 jam. 3 pelabuhan yang disurvei di Sorong adalah Pelabuhan Usaha Mina, Pelabuhan Rakyat, dan Pelabuhan Sorong (Pelindo IV).

Waktu survei dirinci sebagai berikut:

1. *Jetty* Babo

   Tanggal : 24 Maret 2019

   Pukul : 09.00 WIT

2. Perjalanan dari Babo ke LNG Tangguh

   Tanggal : 24 Maret 2019

   Pukul : 21.30 WIT

3. Dok Combo

   Tanggal : 25 Maret 2019

   Pukul : 16.00 WIT

4. On board trip Tangguh LNG to Pelabuhan Usaha Mina

   Date : 26th March 2019

   Time : 22.30 WIT

5. Pelabuhan Usaha Mina

   Date : 28th March 2019

   Time : 15.00 WIT

6. Pelabuhan Rakyat

   Date : 28th March 2019

   Time : 16.00 WIT

7. Sorong Port (Pelindo IV)

   Date : 29th March 2019

   Time : 08.00 WIT

4.7.2 Karakteristik Pelabuhan

Enam pelabuhan sebagaimana tercantum dalam bagian sebelumnya disurvei karena aksesibilitasnya, kebutuhan, dan fasilitasnya. Data yang dikumpulkan selama melakukan survei adalah kondisi pelabuhan, kondisi air, kondisi lingkungan, dan kegiatan lokal yang terjadi di sekitar pelabuhan. Pengukuran objek juga dilakukan untuk mendapatkan data nyata dari port.

1. Pelabuhan Babo

Pelabuhan Babo terletak di distrik Babo, Kabupaten Teluk Bintuni. Itu dekat Bandara Babo dan Kamp Babo. Pelabuhan Babo berjarak sekitar 10 menit dari Babo Camp. Akses ke Babo Port cukup mudah, tetapi hanya memiliki satu cara.

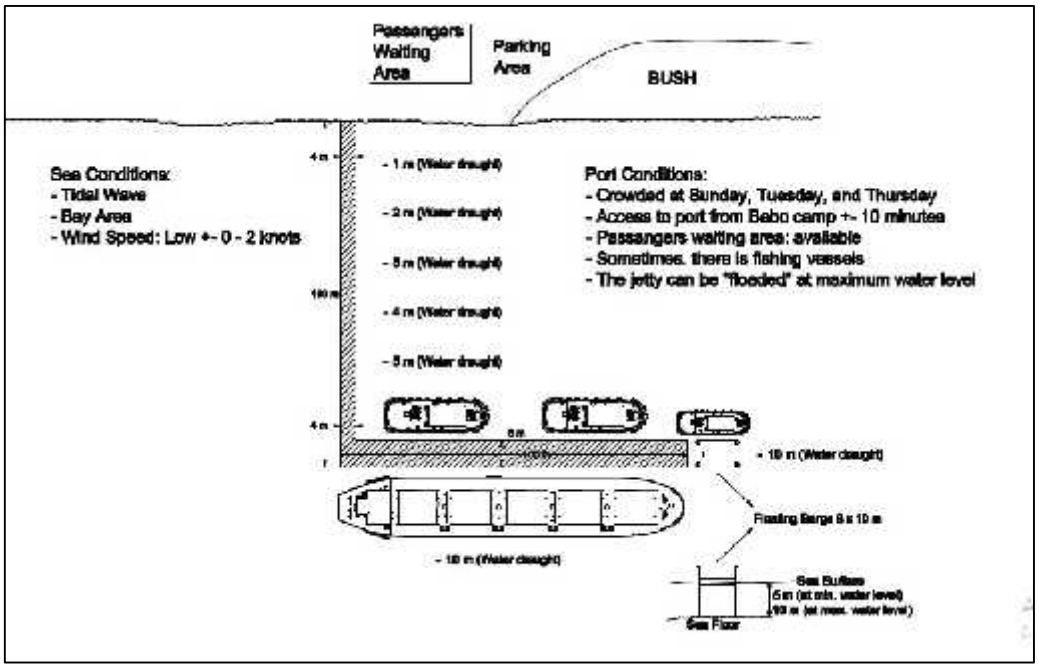
Sepanjang jalan menuju Pelabuhan Babo, ada banyak bangunan seperti koperasi, sekolah, toko kecil, dan rumah-rumah lokal.

Gambar 4.30 Pelabuhan Babo

Pelabuhan Babo digunakan sebagai transit untuk awak BP dari Bandara Sorong menggunakan pesawat kecil dan mendarat di Bandara Babo. Mereka akan melanjutkan perjalanan mereka ke situs Tangguh melalui perjalanan laut menggunakan kapal kru yang disediakan oleh BP Tangguh. Awak kapal dari Pelabuhan Babo ke situs Tangguh membutuhkan waktu sekitar 2 jam. Kapal kru bisa memuat 100 kru. Ada ruang tunggu yang disediakan oleh BP untuk para kru untuk menunggu kapal kru. Ruang tunggu itu besar. Dapat menampung sekitar 40 - 50 orang.

Permukaan air di Babo Port tidak konstan dan berubah dengan cepat. Sering naik turun dengan sangat cepat dan drastis. Kapal tidak akan bisa bergerak jika permukaan air tinggi. Ketinggian terendah di area pengiriman adalah 1 meter dan yang tertinggi dapat mencapai sekitar 5 meter.

Keamanan di Babo Port baik. Ada beberapa polisi dan penjaga keamanan sekitar 2-3 orang. Mereka bertugas menjaga keamanan di Pelabuhan Babo.



Gambar 4.31 *Layout* Pelabuhan Babo

Gambar 4.32 Dermaga Kapal

Gambar 4.33 Dermaga Apung

Gambar 4.34 Kondisi Pelabuhan Babo

2. Dok Combo

Gambar 4.35 Dok Combo

Combo Dock terletak di Area Lokasi BP Tangguh, Bintuni, Papua Barat dengan koordinat lokasi terperinci 02 ° 26'14,7 "S - 133 ° 06'59,7" E. Ini digunakan untuk menambat kapal awak yang membawa awak BP dari pelabuhan Babo ke area situs BP Tangguh. Dibutuhkan waktu 10 menit dari kantor utama ke Combo Dock dengan mobil.

Combo Dock memiliki panjang 1800 meter dari sisi ke sisi dan lebar 4 meter. Salah satu fasilitas di Combo Dock adalah helipad yang digunakan untuk hal-hal darurat. Ada ruang tunggu untuk kru BP dengan 5 x 6 meter. Dapat menampung 20

orang saja. Tidak ada kursi di dalam ruang tunggu dan tidak ada dapur. Area parkir untuk bus dan mobil ada di depan ruang tunggu.

Tiga opsi ponton mengambang di laut. Ini adalah untuk bersandar kapal pesiar cepat di Combo Dock. Salah satunya dilengkapi dengan jembatan apung yang terhubung dengan jembatan penghubung.

Saat melakukan survei, ada perahu kru yang condong dan melakukan perubahan kru. Ada beberapa kapal yang berlabuh, salah satunya adalah kapal besar yang membawa turbin untuk proyek di kereta ke-3. Selain itu, ada kapal yang membawa logistik dari BP Tangguh, memang Combo Dock adalah pelabuhan yang digunakan hanya untuk logistik.

Angin di daerah itu cukup kencang. Pasang surut di area Dock Combo signifikan. Tidak ada air pemecah yang dipasang. Tidak ada pelaut, tidak ada jaring, tetapi beberapa limbah kayu ada di sekitar Combo Deck. Kegiatan orang-orang yang bekerja di sana sebagian besar terkait dengan logistik. Tidak ada orang lokal yang memiliki aktivitas di area Dock Combo.

Gambar 4.36 Crew Boat di Dok Combo

Gambar 4.37 Ruang Tunggu

3. Pelabuhan Usaha Mina

Pelabuhan Usaha Mina terletak di Kota Sorong. Sebelah utara Bandara Sorong. Menghabiskan sekitar 13 menit dari Bandara. Pelabuhan ini adalah tempat para surveyor datang setelah perjalanan dari Babo ke Sorong. Akses ke port cukup mudah. Itu hanya perlu datang di jalan kecil untuk 500 meter dari jalan utama. Pelabuhan ini biasanya untuk kapal kecil atau speedboat ke pulau lain.

Gambar 4.38 Pelabuhan Usaha Mina

Hasil pengukuran ditemukan bahwa draft udara 0,9-1 meter (permukaan air tinggi) dan lebel air rendah adalah 1,7 meter. Draf air sekitar 3 meter. Jarak tonggak adalah 13 meter. Lebar jalan sekitar 5 meter dan ada area bebas 4,5 meter.

Hasil pengukuran ditemukan draft udara 0,9-1 meter (permukaan air tinggi) dan lebel udara rendah adalah 1,7 meter. Draf air sekitar 3 meter. Jarak tonggak adalah 13 meter. Lebar jalan sekitar 5 meter dan ada area gratis 4,5 meter.

Gambar 4.39 Kondisi Laut

Gambar 4.40 Akses Jalan

Gambar 4.41 Toko Kecil

4. Pelabuhan Rakyat

Gambar 4.42 Pelabuhan Rakyat

Pelabuhan Rakyat terletak di Kota Sorong. Berjarak sekitar 3 kilometer dari bandara dan membutuhkan waktu 10 menit. Pelabuhan RAKyat digunakan untuk semua orang yang ingin pergi ke Raja Ampat, jadi ada banyak *fast ferry* dengan tujuan Raja Ampat. Akses ke Pelabuhan Rakyat sangat mudah.

Tiba di Pelabuhan Rakyat pengukuran dilakukan. Telah dicatat bahwa air draft untuk permukaan air rendah adalah 1,9 meter dan 0,9 meter untuk permukaan air tinggi. Water draft sekitar 3 meter dalam kondisi normal. Lebar jalan adalah 6,5 meter. Jarak tonggak hingga 30 meter dan panjang dermaga adalah 100 m. Tidak ada pemecah air yang dipasang di pelabuhan.

Pelabuhan Rakyat memiliki tempat menunggu penumpang, tetapi tidak layak. Setiap orang yang menunggu kapal harus berdiri di sepanjang jalan. Lampu dengan tenaga surya dipasang di sepanjang jalan.

Kondisi laut di Pelabuhan Rakyat cukup tenang. Banyak nelayan di sekitar pelabuhan. Banyak rumah-rumah lokal di sekitar Pelabuhan Rakyat sehingga aksesnya cukup mudah. Ada juga beberapa toko kecil yang menjual makanan ringan dan minuman. Area parkir cukup luas untuk beberapa mobil dan motor.

Gambar 4.43 Pelabuhan Rakyat

Gambar 4.44 Kondisi di Sekitar

5. Pelabuhan Sorong (Pelindo IV)

Ini adalah pelabuhan umum dari Pelabuhan Sorong. Pelabuhan ini dimiliki oleh PT Pelindo IV. Ini adalah pelabuhan terbesar di Sorong. Itu terletak di Kota Sorong. Akses port ini mudah. Hanya 7,6 kilometer dari bandara dan membutuhkan waktu 16 menit.

Gambar 4.45 Pelabuhan Sorong

Kondisi lautnya tenang, tetapi pada bulan-bulan tertentu alirannya kuat. Ada dermaga apung tetapi kondisinya tidak layak untuk kapal pesiar cepat. Tinggi muka air adalah 2 meter sedangkan ketinggian air rendah adalah 3 meter. Jarak tonggak pendek sekitar 15 meter dan jarak tonggak panjang 25 meter. Lebar pelabuhan sekitar 30 meter sedangkan panjang dermaga adalah 450 meter. Tidak ada karang di bagian bawah.

Fasilitas di pelabuhan baik. Ada ruang tunggu penumpang yang dilengkapi dengan wifi. Ada akses langsung ke lounge dari kapal. Tapi tidak ada kantin di pelabuhan.

Gambar 4.46 Gerbang Pelabuhan Sorong

Gambar 4.47 Dok Apung

Gambar 4.48 Ruang Tunggu

4.7.3 Lingkungan Operasi

Untuk mengamati lingkungan operasi di sepanjang rute FCV yang diusulkan, surveyor telah berlayar dari Combo Dock ke Pelabuhan Rakyat Sorong menggunakan LCT seperti yang terlihat pada gambar 27. Waktu berlayar menghabiskan 39 jam dengan kecepatan rata-rata kecepatan kapal 5 knot. Pengamatan telah dilakukan untuk memasukkan kondisi lingkungan di sepanjang rute berlayar dari Combo Dock ke Pelabuhan Rakyat.

Gambar 4.49 Pengambilan Data di 14 Titik pada Rute Pelayaran Survei

1. Arus Pasang Surut

Arus pasang surut yang terjadi saat perjalanan berubah. Arus pasang surut di sepanjang Babo ke Tangguh cukup tenang, tetapi arus pasang surut di sepanjang Tangguh ke Sorong berubah karena kecepatan angin.

2. Jarak Pandang

Perjalanan dari Tangguh ke Sorong menghabiskan 39 jam waktu perjalanan. Kapal berangkat dari Tangguh ke Sorong sekitar 10:30 karena jadwal. Pada malam hari, jarak pandang tidak cukup jelas untuk melakukan pengamatan di laut sekitar kapal. Pada hari berikutnya, pengambilan data dilakukan dan terlihat bahwa ketika mencapai hampir Selat Sele, sudah ada beberapa kapal penangkap ikan yang menangkap ikan menggunakan jaring. Hal ini menyebabkan kapal LCT harus berhati-hati dan berbalik arah ke yang lain untuk menghindari jaring ikan yang ada. Tiba di Sele Sele, pulau kecil terlihat dan jalur pelayaran semakin sempit. Ada banyak perahu, dengan tujuan Raja Ampat.

Gambar 4.50 Kondisi Perairan di Teluk Sele

Gambar 4.51 Kondisi Laut

Gambar 4.52 Keadaan Mendekati Pelabuhan Sorong

3. Kondisi Angin

Kecepatan angin dapat digunakan untuk menentukan perkiraan tinggi gelombang dan kondisi laut pada saat itu. Kondisi angin berubah setiap waktu dan secara signifikan. Angin yang terjadi selama perjalanan adalah angin dengan kecepatan rata-rata 7 - 10 knot. Namun kecepatan angin tertinggi diperoleh dari anemometer, dan dicatat selama perjalanan adalah 20 - 21 knot.

Berdasarkan kecepatan angin rata-rata, dapat dilihat bahwa pada kondisi kecepatan angin 7 - 10 knot, kondisi laut adalah wavelet besar. Puncak-puncak mulai pecah, tersebar ap c putih. Padahal, pada kecepatan angin 20 - 21 knot, kondisi lautnya sedang dengan gelombang setinggi sekitar 1,2 meter lebih panjang.

4. Kondisi Gelombang

Kondisi ombak yang terlihat dari perjalanan tampak tenang. Tidak ada gelombang melebihi 1,5 meter. Gelombang rata-rata yang terjadi selama perjalanan adalah 0 - 1 meter. Arah gelombang juga berubah karena arah angin.

Tabel di bawah ini menunjukkan ketinggian maksimum yang pernah terjadi di setiap tahun karena catatan Geo Storm yang diperoleh sejak 2012 hingga 2018. Laporan terperinci dapat dilihat pada lampiran. Ketinggian gelombang maksimum dalam 7 tahun terakhir terjadi pada tahun 2013 dengan gelombang tinggi 3 meter.

Gambar 4.53 Gelombang Tinggi pada 7 Tahun Terakhir

	THE HIGHEST WAVE HEIGHT						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hs	0.7	1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
Hmax	1.2	3	1.2	1.4	1.2	1.5	1.2
Tz	2.9	2.6	3.4	3.8	2.3	2.3	2.5
Tp	4.3	4.6	4.2	4.8	4.6	5.4	4.7

4.7.4 Trial On Board Babo - Sorong

Uji coba on-board dibagi menjadi dua bagian menggunakan LCT. Uji coba pertama di atas kapal adalah tujuan dari Babo ke Tangguh. Uji coba di atas kapal berikutnya adalah tujuan dari Tangguh ke Sorong.

Tujuan berlayar melalui laut adalah untuk mengetahui kondisi dan kondisi laut yang dilewati oleh awak BP. Selain mendapatkan beberapa data seperti kecepatan angin, arah angin, tinggi gelombang, arah arus, kecepatan kapal, dan kedalaman air.

Tujuan berlayar melalui laut adalah untuk mengetahui kondisi dan kondisi laut yang dilewati oleh awak BP. Selain mendapatkan beberapa data seperti

kecepatan angin, Arah angin, gelombang tinggi, Arah arus, kecepatan kapal, dan ketinggian air.

Perjalanan kedua dari Combo Dock ke Sorong yang dimulai pada 26 Maret 2019 pukul 10.30 malam. Perjalanan ini memakan waktu hampir 39 jam perjalanan melalui Sele Sele.

1. Kapal dan Kru

Kapal yang digunakan untuk melakukan perjalanan dari Babo ke situs Tangguh adalah kapal LCT dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 4.9 Keterangan Kapal

Name	SMM Berau
Displacement	349.71
Deadweight	481
Length OA	45
Breath	10
Draft Fwd	1.7
Draft Aft	2.2
Port Anchor (shackles)	6
Year built	2016
Air draft (m)	15

Kapal LCT terdiri dari 3 deck. Dek pertama adalah dek utama di mana ada aula utama, dapur, beberapa kamar tidur, tempat cuci, dan kamar mandi. Di dek kedua, ada 4 kamar dan 1 kamar mandi. Sedangkan pada dek ketiga adalah ruang kemudi tempat sistem navigasi dipasang dan kapten mengoperasikan kapal.

Ada 9 kru yang bertugas di kapal SMM Berau. Masing-masing dari mereka memiliki tugas dan tanggung jawab karena pengoperasian kapal. Tanggung jawab tertinggi ada pada kapten, tetapi semua kru harus membantu kapten untuk menjaga keamanan dan keselamatan dalam pengoperasian kapal.

Sistem navigasi dipasang di ruang kemudi. Ini bertujuan untuk memonitor sesuatu yang terjadi di sekitar kapal. Beberapa alat ukur yang dipasang adalah layanan deteksi kedalaman laut, detektor lokasi koordinat kapal, speedometer, anemometer, kompas, dan lainnya.

Beberapa alat pemadam kebakaran berada di ruang kemudi. Beberapa detektor juga dipasang sebagai alat tanda jika ada kebakaran. Ada satu tabel yang

digunakan untuk membaca peta dan memetakan posisi kapal sesuai dengan koordinat yang muncul pada sistem navigasi.

Gambar 4.54 LCT SMM Berau

Gambar 4.55 Ruang Utama

2. Jadwal on Board Trial

Perjalanan dari Tangguh ke Sorong dimulai pada 26 Maret 2019 pukul 10.30 malam. Perjalanan ini memakan waktu hampir 39 jam perjalanan melalui Sele Sele. Pada hari berikutnya pada tanggal 27 Maret 2019 surveyor fokus pada pengumpulan data dan mengamati kondisi di sepanjang jalan. Pada 28 Maret 2019 pagi, kapal mendekati Sele Sele dan tiba di Pelabuhan Sorong.

Pengambilan data dilakukan selama perjalanan. Data yang diambil adalah kecepatan angin, arah angin, kecepatan kapal, tinggi gelombang, arah kapal, koordinat kapal, dan kedalaman air.

3. Data yang Diambil

Beberapa data yang diambil selama perjalanan termasuk kecepatan angin, arah angin, kecepatan kapal, ketinggian gelombang, arah kapal, koordinat kapal, dan kedalaman air. Beberapa poin diambil untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Ada 14 poin yang ditetapkan untuk pengambilan data dan dilakukan setiap 3 jam.

Metode pengumpulan data menggunakan alat pengukur yang dipasang di ruang kemudi pada sistem navigasi. Selain itu, data tambahan juga diperoleh melalui wawancara dengan kapten atau kru lain terkait kondisi lingkungan yang telah dilalui, terutama rute dari Tangguh ke Sorong melalui Selat Sele.

Alat yang dipasang di ruang kemudi di sistem navigasi adalah anemometer yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Navigator GPS digunakan untuk menentukan titik koordinat kapal, arah kapal, kecepatan kapal, dan kedalaman air. Data yang diperoleh dari metode wawancara adalah cuaca, tinggi gelombang, dan aktivitas lokal di sekitar laut.

Selama perjalanan dari Combo Dock ke Pelabuhan Sorong, ada 14 titik di mana data diambil seperti kecepatan angin, arah angin, kecepatan kapal, arah kapal, titik koordinat kapal, ketinggian gelombang, kedalaman air dan kondisi lingkungan. Hasil data akan disajikan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.10 Hasil Pengambilan Data

Location	Day	Record Time	Vessel Direction	Wind		Wave		Coordinate DMS		Vessel Speed (kn)	Water Depth (m)	Condition
				Speed (kn)	Direction	Height (m)	Direction	South	East			
1	26-Mar-19	22.30 WIT	301°	5.0 - 8.0	North West	0.5 - 1	North West	2°21.391	133°03.160	6.3	19 - 20	clear, no nets, no sailor
2	27-Mar-19	05.30 WIT	[illegible]	8.0 - 10.0	North East	0.5 - 1	North East	2°22.[illegible]	132°28.[illegible]	4.0	[illegible]	cloudy
3	27-Mar-19	08.30 WIT	301°	10.0 - 11.0	[illegible]	0.5 - 1	North East	2°16.[illegible]	132°12.[illegible]	4.1	15	cloudy, no sailor, no nets
4	27-Mar-19	11.30 WIT	301°	13 - 15	North East	1 - 1.5	North East	2°09.088	131°59.967	5.5	22.5	[illegible]
5	27-Mar-19	14.30 WIT	[illegible]	16 - 17	North East	1 - 1.5	North East	2°01.[illegible]	131°47.[illegible]	[illegible]	[illegible]	sunny, [illegible]
6	27-Mar-19	17.30 WIT	[illegible]	20 - 21	South East	1 - 1.5	South East	1°52.970	131°33.679	4.6	20.9	sunny, [illegible]
7	27-Mar-19	20.30 WIT	[illegible]	[illegible]	South East	1 - 1.5	South East	1°44.[illegible]	[illegible]	[illegible]	24.1	dark
8	28-Mar-19	01.30 WIT	[illegible]	9.0 - 10.0	[illegible]	0.5 - 1	East	1°32.[illegible]	131°00.671	[illegible]	[illegible]	wave height and wind speed smoother, [illegible]
9	28-Mar-19	04.30 WIT	[illegible]	9.0 - 10.0	North West	0 - 0.5	North West	1°25.[illegible]	130°55.[illegible]	[illegible]	[illegible]	smooth wave and wind, no sailor at that time but there's sailor [illegible]
10	28-Mar-19	05.30 WIT	51°	5.0 - 9.0	South West	0 - 0.5	South West	1°22.139	130°58.218	1	32.7	smooth wave, still morning
11	28-Mar-19	08.30 WIT	[illegible]	8.0 - 9.0	South West	0 - 0.5	South West	1°12.[illegible]	131°06.[illegible]	[illegible]	[illegible]	smooth, there's another [illegible] and several vessels in right side
12	28-Mar-19	11.30 WIT	33°	7.0 - 9.0	South West	0 - 0.5	South West	0°56.927	131°13.051	5.8	25	almost reaching island, no sailor, [illegible]
13	28-Mar-19	[illegible]	[illegible]	[illegible]	South East	0 - 0.5	South East	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	many vessels [illegible]

Gambar 4.56 Arus Pasang Surut

Gambar 4.57 Titik Koordinat

Gambar 4.58 Sistem Navigasi

4.8 Daftar Kecelakaan Kapal Penumpang di Indonesia

Dalam mempertimbangkan penilaian analisis risiko, maka perlu mengetahui daftar kecelakaan kapal penumpang yang terjadi di Indonesia >10 tahun terakhir agar dapat mengetahui penyebab-penyebab kecelakaan kapal di Indonesia. Tabel 4.11 menunjukkan daftar kecelakaan kapal penumpang di Indonesia dalam 17 tahun terakhir.

Tabel 4.11 Daftar kecelakaan kapal penumpang di Indonesia 17 tahun terakhir

TANGGAL KEJADIAN	NAMA KAPAL	JENIS KECELAKAAN	KORBAN JIWA	KORBAN ASET
7 Febuari 2019	BSP I	Kebakaran		Rusak berat
14 September 2018	Fungka Permata V	Terbakar	13 orang meninggal dunia, 6 orang hilang	Tenggelam
10 Agustus 2018	Altaf	Kandas		Rusak Ringan
7 Agustus 2018	Molise	Meledak		*Total loss*
19 Juli 2018	Penta Prima	Terbalik	2 orang meninggal dunia	
08 Juli 2018	Kandasnya JWS	Miring		Rusak ringan
3 Juli 2018	Lestari Maju	Miring	34 orang meninggal dunia, 1 orang hilang	Rusak berat
18 Juni 2018	Sinar Bangun 4	Tenggelam	3 orang meninggal dunia, 164 orang hilang	*Total loss*
13 Juni 2018	Arista	Tenggelam	13 korban meninggal dunia	
22 Mei 2018	Harapan Baru Express VII	Tubrukan	5 orang meninggal dunia, 22 orang luka ringan	*Total loss*
17 Mei 2018	Labitra Adinda	Kebakaran		Rusak berat
20 Febuari 2018	Kayong Utara	Kandas	1 orang meninggal dunia	
3 Januari 2018	Awet Muda	Tenggelam	13 orang meninggal	Rusak berat
1 Januari 2018	Anugrah Express	Terbalik	9 orang meninggal	
18 Desember 2017	Mutiara Ferindo I	Lepas kendali	1 orang meninggal dunia	
23 November 2017	Jetliner	Kehilangan Kendali		Rusak ringan
29 Oktober 2017	Dharma Kencana II	Terbakar		Rusak berat
17 September 2017	Fungka Permata III	Tenggelam		*Total loss*
25 Juli 2017	Rejeki Baru Kharisma	Terbalik	10 orang meninggal dunia	
5 Juli 2017	Mutiara Persada I	Tabrakan		Rusak ringan

19 Mei 2017	Mutiara Sentosa I	Terbakar	5 orang meninggal dunia	
9 April 2017	Mutiara Persada III	Kebakaran		Rusak sedang
14 Maret 2017	KM. Cantika Lestari 77	Terbakar		Rusak berat
21 Febuari 2017	KMP. Caitlyn	Terbakar		Rusak ringan
1 Januari 2017	KM. Zahro Express	Terbakar	24 orang meninggal	Rusak berat
29 Desember 2016	Karamando	Tenggelam	4 orang meninggal dunia	*Total loss*
22 Desember 2016	SINABUNG	Kandas		Rusak ringan
15 Oktober 2016	SB. Bintang Fajar	Terbakar	7 orang meninggal dunia	*Total loss*
14 Oktober 2016	KM. Dharma Kencana V III	Tenggelam		*Total loss*
15 September 2016	Gili Cat II	Ledakan	2 orang meninggal dunia, 6 orang luka berat, 4 orang luka sedang dan 4 orang luka ringan.	Rusak sedang
21 Agustus 2016	Kapal Pancung	Terbalik	15 orang meninggal dunia	
3 Juni 2016	Bukit Raya	Kandas		Rusak ringan
4 Maret 2016	KMP. Rafelia 2	Tenggelam	6 korban meninggal.	
19 Desember 2015	MV. Marina Baru 2B	Tenggelam	66 orang meninggal dunia, 12 orang hilang	*Total loss*
29-Nov-15	Sea Prince	Grounding		Rusak ringan
16-Nov-15	Wihan Sejahtera	Tenggelam		*Total loss*
17 Juli 2014	KMP. Gelis Rauh	Terbakar	6 orang cedera ringan	*Total loss*
1-Apr-14	KM. Lambelu	Tubrukan		Tenggelam
14 Januari 2014	KM. BJL-I	Terguling		Separuh tenggelam
3 Januari 2014	KMP. Munawar Ferry	Tenggelam	3 orang meninggal dunia, 6 orang hilang	*Total loss*
22 Agustus 2013	KM. Express Bahari 8C	Terbakar	6 orang meninggal dunia, 6 orang hilang	*Total loss*
26-Sep-12	KMP. Bahuga Jaya Dengan	Tubrukan	8 orang meninggal dunia	*Total loss*

26-Sep-11	KM. Marina Nusantara	Tubrukan	6 orang meninggal dunia	Rusak berat
27 Agustus 2011	KMP. Windu Karsa	Tenggelam	13 orang meninggal dunia	*Total loss*
4 Juli 2011	KM. Musthika Kencana II	Terbakar		*Total loss*
8 Februari 2011	KM. Salvia	Kebakaran		Rusak sedang
28 Januari 2011	KMP. Laut Teduh 2	Terbakar	27 orang meninggal dunia	Rusak berat
9-Nov-08	Perahu Motor Koli-Koli	Terbalik	8 orang meninggal dunia, 2 orang hilang	
18 Mei 2008	KMP. Dharma Kencana I	Terbakar	1 orang meninggal dunia, 12 orang luka berat	Rusak berat
18 Oktober 2007	KM. Acita - 03	Terbalik	31 orang meninggal dunia	Total loss
10 Juli 2007	KM. Wahai Star	Tenggelam	16 orang meninggal dunia	
22 Februari 2007	KMP. Levina I	Terbakar	50 orang fatal	Rusak sedang
13 Januari 2007	KMP. Nusa Bhakti	Terbakar		Rusak ringan
26-Sep-03	KM Mandiri Nusantara	Tubrukan	3 orang meninggal dunia, 5 orang luka berat	Rusak sedang
7-Sep-03	KMP. Wimala Dharma	Tenggelam	5 orang meninggal dunia, 6 orang luka	*Total loss*

Berdasarkan Tabel 4.11, kecelakaan kapal penumpang yang paling sering terjadi di Indonesia hingga menyebabkan kerugian yang besar adalah kebakaran dan tenggelam.

BAB 5
MISI DAN FUNGSI UTAMA

Berdasarakan gambaran umum yang sudah diuraikan pada BAB 4, tahap selanjutnya adalah membahas pernyataan misi, fungsi, dan tujuan utama yang relevan. Seperti diilustrasikan dan dijelaskan dalam bab sebelumnya, metodologi SBSD dan RBSD akan dikombinasikan untuk menetapkan persyaratan ini. Persyaratan fungsi utama generik akan ditentukan terlebih dahulu berdasarkan pada pernyataan misi. Kemudian tujuan utama terkait keselamatan akan ditetapkan, sebelum memeriksa persyaratan fungsi terkait keselamatan yang mendukungnya.

5.1 Pernyataan Misi Dan Persyaratan Fungsi Utama

Misi utama *fast ferry* adalah membuat mengangkut penumpang untuk perairan di daerah Papua Barat. Pernyataan misi ini didasarkan pada tujuan penelitian yang ditetapkan oleh penulis. Misi ini mencerminkan apa yang menjadi fokus dari proses desain dan aspek apa yang merupakan bagian wajib dari hasilnya. Beberapa persyaratan fungsional yang relevan untuk produk yang dihasilkan, dibuat berdasarkan pada mis utama. *Fast ferry* yang akan dibangun utamanya untuk mengakomodasi karyawan perusahaan pertambangan dan wisatawan di daerah Papua Barat sehingga harus memiliki fasilitas yang nyaman. Hal ini ditentukan supaya tidak mengganggu sector ekonomi transportasi laut yang ada, serta menyasar penumpang kelas atas yang membutuhkan sarana transportasi laut yang cepat dan nyaman dengan biaya yang masih terjangkau. Persyaratan fungsi utama untuk produk penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Mampu memberikan kenyamanan penumpang tingkat tinggi
- Mampu mengangkut minimal 100 penumpang
- Mampu mencapai kecepatan maksimum 40 knot
- Dapat beroperasi selama maksimal 15 jam dalam sekali trip
- Mampu mengangkut semua jenis pejalan kaki termasuk pengguna kursi roda,
- Mampu mempertahankan efisiensi tinggi bagi penumpang dalam penggunaan *fast ferry* (akses mudah dan peralatan mudah digunakan)

5.2 Fungsi Utama Terkait Keselamatan

Fungsi utama terkait keselamatan dibagi menjadi dua kategori utama, yang pertama adalah tingkat atas yang menggambarkan fungsi utama terkait keselamatan umum untuk produk, dan yang kedua adalah tingkat khusus yang mendukung persyaratan tingkat umum. Fokus utama dalam menentukan fungsi utama terkait keselamatan adalah keselamatan dan kenyamanan penumpang dan pada *fast ferry* itu sendiri yang akan menjadi produk dari penelitian ini. Daftar lengkap fungsi utama terkait keselamatan disajikan di bawah ini.

Fungsi tingkat atas

- Mampu menghindari kecelakaan (*grounding*, tabrakan, dll.) yang dapat menyebabkan *total loss* pada kapal
- Mampu menghindari hilangnya nyawa manusia akibat kecelakaan yang terkait dengan kapal
- Mampu menghindari hilangnya nyawa manusia dan kapal akibat kecelakaan yang terkait dengan lingkungan
- Mampu menghindari dampak besar terhadap lingkungan jika terjadi kecelakaan

Fungsi Teknis Khusus

- Mampu mempertahankan posisi pada kondisi ombak besar
- Mampu menghindari kebocoran pada kapal
- Mampu menghindari kebakaran pada kapal
- Mampu menahan semua beban yang dapat diperkirakan selama masa hidup
- Mampu menghindari rabrakan dengan objek lain

Konsep awal persyaratan fungsi utama ditentukan berdasarkan pernyataan misi *fast ferry*. Hal ini menggambarkan apa yang diketahui tentang *fast ferry* dan desainnya pada tahap ini, setelah penilaian risiko dan proses pengembangan konsep selanjutnya dimulai.

BAB 6
SAFETY ASSESSMENT

Berdasarakan gambaran umum yang sudah diuraikan pada BAB 54 dan penentuan misi dan fungsi utama yang sudah diuraikan pada BAB 5, tahap selanjutnya adalah membahas pekerjaan yang terkait dengan *safety assessment*. Tujuannya adalah untuk mendapatkan rekomendasi desain berdasarkan bahaya yang dapat terjadi. *Safety assessment* dilakukan dengan metode *Hazard Identification* (HAZID) untuk menentukan bahaya yang dapat terjadi dan melakukan penilaian terhadap bahaya tersebut. Rekomendasi untuk desain didapatkan berdasarkan pertimbangan yang relevan terkait dengan keselamatan melalui sesi *brainstorming* dengan pihak-pihak terkait.

Langkah selanjutnya dengan mengikuti pendekatan RBSD adalah *safety assessment* untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan menentukan rekomendasi desain *fast ferry*. Berdasarkan persyaratan fungsi utama yang telah ditetepkan, bahaya yang dapat terjadi harus diidentifikasikan. *Safety assessment* diperlukan untuk menentukan bahaya yang ada dan dapat terjadi di Papua Barat. Hal ini akan menjadi standar dan membedakan hasil desain di Papua Barat dengan daerah lain karena perbedaan kondisi yang ada baik itu kondisi lingkungan, masyarakat, dan fasilitas yang ada. Desain standar *fast ferry* untuk perairan di daerah Papua Barat adalah desain yang dilakukan dengan mempertimbangkan pendekatan *safety assessment*, jumlah penumpang, dan daerah operasi di Papua Barat, sehingga desain *fast ferry* akan menjadi acuan yang ideal untuk digunakan sebagai standar pada pembangunan *fast ferry* untuk perairan di daerah Papua Barat.

Pada penelitian kali ini, metode yang digunakan dalam menentukan bahaya adalah *Hazard Identification.* Dalam menentukan Hazard Identification, konsekuensi, dan frekuensi pada penelitian ini, dilakukan dengan metode *brainstorming*. *Brainstorming* dilakukan dengan cara wawancara kepada pihak-pihak *stakeholder* ketika melakukan survei lokasi di Papua Barat, yaitu kapten LCT, kru LCT, otoritas pelabuhan, dan karyawan dari perusahaan pertambangan.

Informasi yang termasuk dalam daftar bahaya dapat bervariasi. Untuk membantu mengidentifikasi bahaya, daftar bahaya umum dapat digunakan sebagai panduan. Kemudian frekuensi dan konsekuensi ditetapkan untuk menghitung Nomor Prioritas Risiko atau *Risk Priority Number* (RPN). RPN adalah perkalian dari nilai frekuensi dan nilai konsekuensi dari suatu kecelakaan. Hal ini digunakan untuk menentukan apakah bahaya dapat diterima atau tidak.

6.1 *Hazard Identification* (HAZID)

Identifikasi bahaya/*Hazard Identification Study (HAZID)* adalah proses mengidentifikasi dan menggambarkan semua bahaya, ancaman, dan peristiwa berbahaya yang terkait pada suatu sistem. HAZID digunakan untuk mengidentifikasi bahaya dan potensi kecelakaan pada tahap desain sistem. Tujuan keseluruhan dari proses identifikasi bahaya adalah untuk mengungkapkan potensi bahaya, ancaman, dan kejadian berbahaya di awal proses pengembangan sistem, sehingga mereka dapat dihilangkan, dikurangi, atau dikendalikan dalam pengembangan lebih lanjut dari suatu proyek.

HAZID dimulai dengan mengidentifikasi bahaya dan kejadian berbahaya. Untuk melakukan proses ini, maka sesi *brainstorming* dilakukan. *Brainstorming* dilakukan dengan cara wawancara kepada pihak-pihak *stakeholder* yang ada di lokasi Papua Barat, yaitu kapten LCT, kru LCT, otoritas pelabuhan, dan karyawan dari perusahaan pertambangan. Berdasarkan *brainstorming* yang telah dilakukan, telah ditetapkan beberapa elemen sistem yang berpotensi terkena bahaya, yaitu *fast ferry* itu sendiri, lambung, sistem perpipaan, sistem propulsi, sistem navigasi dan komunikasi, sistem pemadam kebakaran, distribusi berat, bangunan atas, sistem tambat, penumpang, dan petugas perbaikan dan perawatan. Elemen sistem yang telah ditentukan, lalu dikembangkan menjadi bahaya, kejadian bahaya, dan konsekuensi yang didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 6.1 *Hazard Identification List*

Elemen Sistem	*Guideword*	Kejadian Bahaya	Penyebab	Konsekuensi
Kapal	Hujan	Lantai licin	Hujan di dek	Penumpang cedera

	Material mudah terbakar	Kebakaran	Sumber panas	Penumpang cedera akibat api langsung
				Penumpang cedera akibat asap beracun
			Human error	Penumpang meninggal dunia
				Kerusakan pada kapal
				Kehilangan kapal
	Teroris/Sabotase	Ledakan	Serangan teroris	Penumpang cedera
				Penumpang cedera akibat api langsung
				Penumpang cedera akibat asap beracun
				Kerusakan pada kapal
				Kehilangan kapal
		Kapal hilang	Pencurian	Kapal tidak bisa dioperasikan
				Kehilangan kapal
		Kebakaran	Sumber panas akibat ulah manusia	Penumpang cedera akibat api langsung
				Penumpang cedera akibat asap beracun
				Penumpang meninggal dunia
				Kerusakan pada kapal
				Kehilangan kapal
	Penglihatan buruk/Cuaca buruk	Kehilangan kontrol navigasi	Badai	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan

		Kapal tidak bisa dioperasikan	Badai	Penghentian operasi
		Lepas kendali	Arus	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
		Kapal tidak bisa dioperasikan		Penghentian operasi
		Lepas kendali	Gelombang	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
		Kapal tidak bisa dioperasikan		Penghentian operasi
		Lepas kendali	Angin	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
		Kapal tidak bisa dioperasikan		Penghentian operasi
Lambung	*Fatigue*	Terjadi kebocoran	Lubang pada kapal	Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kehilangan nyawa

				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan percemaran lingkungan perairan
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kerusakan pada lambung kapal
				Heels yang menyebabkan kerusakan pada peralatan di dek
				Heels yang menyebabkan penumpang cedera
	Korosi	Terjadi kebocoran	Lubang pada kapal	Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan cacat penumpang
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan percemaran lingkungan perairan
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kerusakan pada lambung kapal
				Heels yang menyebabkan kerusakan pada peralatan di dek
				Heels yang menyebabkan

				penumpang cedera
		Menambah hambatan kapal	Kekasaran akibat kerusakan pada cat bagian bawah	Menambah waktu perbaikan
	Bertabrakan dengan kapal lain	Terjadi kebocoran	Kegagalan sistem navigasi dan komunikasi	Kerusakan pada peralatan di atas kapal
				Heels yang menyebabkan penumpang cedera
				Penumpang panik
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kehilangan nyawa
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal
				Percemaran lingkungan perairan
		Getaran yang berlebihan	Kegagalan sistem navigasi dan komunikasi	Kerusakan pada peralatan di atas kapal
				Penumpang cedera
				Penumpang panik
	Bertabrakan dengan objek lain	Tabrakan	Log	Kerusakan pada lambung
				Penumpang cedera
				Penumpang panik
	Bertabrakan dengan dermaga	Terjadi kebocoran	Kegagalan sistem navigasi dan komunikasi	Kerusakan pada peralatan di atas kapal
				Heels yang menyebabkan penumpang cedera
				Penumpang panik

				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kehilangan nyawa
				Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal
				Percemaran lingkungan perairan
				Kerusakan ringan pada dermaga
				Kerusakan permanen pada dermaga
Sistem perpipaan	*Fatigue*	Air tumpah/naik ke atas	Kerusakan yang tidak terdeteksi pada pompa	*Heels* yang dapat menyebabkan cedera penumpang
				Heels yang dapat menyebabkan penumpang panik
				Kerusakan pada peralatan di atas kapal
		Kebisingan	Kerusakan pada pompa	Ketidaknyamanan penumpang
	Bahaya elektrikal	Air tumpah	*Short circuit* pada pompa	*Heels* yang dapat menyebabkan cedera penumpang
				Heels yang dapat menyebabkan penumpang panik
				Kerusakan pada peralatan di atas kapal
	Thermal	Air tumpah	*Overheating*	*Heels* yang dapat menyebabkan cedera penumpang
				Heels yang dapat menyebabkan penumpang panik
				Kerusakan pada peralatan di atas kapal

	Kegagalan sistem	Air tumpah	Salah satu sistem pipa tidak bekerja	*Heels* yang dapat menyebabkan cedera penumpang
				Heels yang dapat menyebabkan penumpang panik
				Kerusakan pada peralatan di atas kapal
Sistem propulsi	*Fatigue*	Kapal lepas terkendali	Efisiensi yang rendah akibat kavitasi	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
		Kebisingan	Kavitasi	Ketidaknyamanan penumpang
	Korosi	Kapal lepas terkendali	Efisiensi yang rendah	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
		Kebisingan	Kerusakan baling-baling	Ketidaknyamanan penumpang
	Thermal	Kapal lepas terkendali	Kegagalan sistem propulsi akibat *overheating*	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan

	Kegagalan sistem	Sistem propulsi tidak bekerja	Sampah	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
				Kapal mati di *remote area*
Sistem navigasi dan komunikasi	Kegagalan sistem	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan komunikasi	Salah satu alat tidak bekerja	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
				Menambah waktu perbaikan
	Petir	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan kominikasi	Kerusakan pada salah satu alat	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
				Menambah waktu perbaikan
	Penglihatan buruk/Cuaca buruk	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan kominikasi	Sensor tidak berfungsi akibat kabut	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan

				kerusakan lingkungan
		Kapal tidak bisa dioperasikan	Sensor tidak berfungsi akibat kabut	Menambah waktu perbaikan
	Sabotase	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan kominikasi	*Jamming*	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
				Menambah waktu perbaikan
Sistem kebakaran	Desain rencana kebakaran dan keselamatan yang buruk	Terjadi kebocoran	Penumpang dan kru kebingungan	Kerusakan kapal
				Panumpang cedera
				Kerusakan lingkungan
	Bahaya elektrikal	Sistem kebakaran tidak merespon kebakaran	*Short circuit*	Penumpang cedera
				Penumpang meninggal dunia
				Kerusakan salah satu bagian kapal
				Kapal tidak bisa dioperasikan
	Sabotase	Sistem kebakaran tidak merespon kebakaran	Kerusakan sistem	Penumpang cedera
				Penumpang meninggal dunia
				Kerusakan salah satu bagian kapal
				Kapal tidak bisa dioperasikan
Distribusi berat	Stabilitas	*Heels*	Ketidakmerataan persebaran bebean	Kerusakan pada kapal
				Penumpang cedera
		Kapal terbalik	Ketidakmerataan	Kapal tenggelam
				Penumpang cedera

			persebaran bebean	Penumpang meninggal dunia
				Kerusakan kapal
Bangunan atas	*Degredation*	Penumpang terjatuh ke air	*Railing* rusak	Penumpang cedera
				Penumpang meninggal dunia
Sistem tambat	*Fatigue*	Kapal tergelincir dari dermaga	Kerusakan pada sistem tambat	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal
				Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan
	Kerusakan pada kapal dan dermaga	Tabrakan antara kapal dan dermaga	Komunikasi yang buruk	Menambah waktu perbaikan
	Sabotase	Kapal tidak dapat bersandar	Kerusakan pada sistem tambat	Menambah waktu perbaikan
Penumpang	Petir	*Strikes on passengers*	Passenger is standing exposed	Passenger injury or fatality
	Ergonomi yang buruk	Ketidaknyamanan penumpang	Unhealthy posture for passengers due to uncomfortable benches	Passenger stop using the ferry
	Pencahayaan yang buruk	Ketidaknyamanan penumpang	Bad visibility for passenger and surveilance camera	Passenger stop using the ferry
	Budaya *safety*	Situasi darurat yang menyebabkan penumpang khawatir	Rencana keselamatan yang tidak sesuai standar	Penumpang panik
				Penumpang bingung

		Penumpang tidak menggunakan pelampung saat kejadian darurat	Tidak cukup pelampung	Penumpang cedera
				Penumpang cedera fatal
	Kebiasaan manusia	Penumpang terganggu dan panik	Penumpang berkelahi	Penumpang cedera
		Penumpang jatuh ke air	Penumpang memanjat ke atap	Penumpang cedera
Petugas perbaikan dan perawatan	Ergonomi yang buruk	Petugas cedera	Lokasi yang tidak cukup ruang untuk pemeliharaan karena pengaturan rencana umum yang buruk	Petugas sakit
				Menambah waktu perbaikan

6.2 Penilaian Risiko

Ketika semua bahaya telah diidentifikasi, langkah selanjutnya yaitu menginput ke dalam lembar kerja PHA yang diurutkan berdasarkan elemen sistem atau aktivitas yang terkait dengan bahaya. Setelah bahaya dan kejadian berbahaya ditentukan, urutan kejadian ditentukan. Lembar kerja PHA mendefinisikan peristiwa berbahaya (apa, dimana, kapan), penyebab peristiwa berbahaya (peristiwa pemicu) dan konsekuensi dari peristiwa (bahaya terhadap apa) Setelah urutan kejadian ditetapkan, frekuensi dan konsekuensi dari berbagai kejadian berbahaya ditetapkan. Untuk melakukan ini, kategori frekuensi dan konsekuensi harus didefinisikan. Dalam penelitian ini, kategori yang digunakan berdasarkan Bab 4.8 dan Bab 4.9 dalam Rausand (2013). Tiga jenis konsekuensi dipertimbangkan; manusia, lingkungan, dan aset. Kategori untuk frekuensi dapat dilihat pada Tabel 6.2, dan kategori untuk konsekuensi dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.2 Diskripsi kategori frekuensi yang digunakan pada PHA

Kategori	**Frekuensi (per tahun)**	**Diskripsi**
5 *Fairy normal*	10 – 1	Kejadian yang sering terjadi
4 *Occasional*	1 – 0.1	Kejadian dapat terjadi sekarang dan di masa yang akan datang, tetapi dalam prosesnya dapat diatasi oleh personil berpengalaman
3 *Possible*	10E-01 – 10E-03	Kejadian yang jarang terjadi, tetapi dapat diatasi oleh personil berpengalaman
2 *Remote*	10E-03 – 10E-05	Kejadian yang langka dan dapat diatasi oleh personil reguler
1 *Improbable*	0 – 10E-05	Kejadian yang sangat langka

Tabel 6.3 Diskripsi kategori konsekuensi yang digunakan pada PHA

Jenis konsekuensi			
Kategori	**Manusia**	**Lingkungan**	**Aset**
5 *Catastrofic*	Beberapa kematian	Waktu restitusi sumber daya ekologis memakan waktu >= 5 tahun	*Total loss* aset dan kerusakan besar pada aset
4 *Severe loss*	Satu kematian	Waktu restitusi sumber daya ekologis memakan waktu = 2-5 tahun	*Loss* pada bagian utama aset; produksi terganggu selama berbulan-bulan
3 *Major damage*	Cacat permanen, perawatan di rumah sakit dalam waktu yang lama	Waktu restitusi sumber daya ekologis	Kerusakan aset yang cukup besar; produksi terganggu

		memakan waktu = <= 2 tahun	selama berminggu-minggu
2 *Damage*	Perawatan medis, luka yang membutuhkan waktu sembuh sebentar	Kerusakan lingkungan dalam waktu singkat (<= 1 bulan)	Kerusakan aset minor; pengaruh produksi kecil
1 *Minor damage*	Cedera ringan, terganggu	Kerusakan rimgan pada lingkungan	Kerusakan properti minor

Setelah frekuensi dan konsekuensi ditetapkan, RPN ditentukan sebagai perkalian frekuensi dan konsekuensinya. RPN kemudian digunakan untuk menentukan apakah bahaya itu dapat diterima atau tidak. Hal ini dilakukan dengan membandingkan RPN dengan kriteria penilaian risiko yang telah ditentukan, berdasarkan prinsip ALARP dengan menggunakan *risk matrix*. Penilaian risiko dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah risiko yang ektrim, tinggi, sedang, rendah, dan tidak terasa. Ukuran suatu risiko dikatakan besar atau kecil sangat bergantung pada konsekuensi dan frekuensi terjadinya kejadian. Dalam penelitian ini, RPN sebesar 1-5 berada di wilayah yang dapat diterima, RPN sebesar 6-15 berada di wilayah ALARP dan RPN sebesar 16-25 berada di wilayah yang tidak dapat diterima. Penilaian ini diilustrasikan dalam PHA dengan pembagian warna di mana hijau dapat diterima, kuning adalah wilayah ALARP dan oranye-merah tidak dapat diterima. Ketika semua risiko telah dinilai, langkah-langkah pengurangan risiko direkomendasikan. Rekomendasi-rekomendasi ini dipertimbangkan dalam penilaian risiko lebih lanjut sebagai cara yang mungkin untuk menghapus atau mengurangi risiko yang tidak dapat diterima, atau di wilayah ALARP. Tabel 6.4 menunjukkan hasil perhitngan *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan kejadian risiko dan konsekuensinya dalam sebuah kolom, dan frekuensi terjadinya dalam baris. Dari nilai kemungkinan terjadinya suatu kejadian risiko dan dan konsekuensi yang ditimbulkannya, dapat diketahui kategori suatu risiko. Perbedaan warna pada kolom-kolom dalam tabel tersebut menunjukkan perbedaan tingkat risiko dari

masing-masing kejadian risiko. Tabel ini juga menunjukkan profil risiko yang memerlukan penanganan.

Frekuensi		Konsekuensi				
		Tidak Terasa	Minor	Medium	Mayor	Fatal
		1	2	3	4	5
Sangat Tinggi	5	5	10	15	20	25
Tinggi	4	4	8	12	16	20
Sedang	3	3	6	9	12	15
Kecil	2	2	4	6	8	10
Sangat Kecil	1	1	2	3	4	5

Gambar 6.1 Risk Matrix

Tabel 6.4 Hasil penilaian dengan menggunakan *risk matrix*

Zona	Kejadian Bahaya
	Kebakaran
	Kapal miring/terbalik
	Man over board
	Tabrakan
	Sistem propulsi tidak bekerja
	Ketidaknyamanan
	Ledakan
	Lepas kendali
	Kebocoran
	Budaya *safety* yang buruk
	Sistem kebakaran tidak bekerja
	Lantai licin
	Kehilangan kontrol navigasi
	Getaran yang berlebihan
	Kapal hilang
	Banjir
	Kapal tidak dapat dioperasikan
	Lepas kendali
	Hambatan kapal yang besar

Berdasarkan Gambar 6.1 Risk Matrix dan Tabel 6.4, secara umum analisa risiko yang dapat mengancam *fast ferry* dapat dirangkum sebagai berikut:

- Risiko ekstrim : 1
- Risiko tinggi : 4
- Risiko moderat : 6
- Risiko rendah : 4
- Tidak ada risiko: 4

6.3 Rekomendasi

Berdasarkan Persyaratan fungsional terkait keselamatan yang dihasilkan dari identifikasi bahaya/ (HAZID) dan analisis risiko, maka akan sangat penting untuk dapat membuat rekomendasi sebagai langkah-langkah pengurangan risiko. Daftar rekomendasi pengurangan risiko yang diusulkan harus disaring dan sistematis untuk mengungkapkan apakah ada rekomendasi yang akan berdampak pada lebih dari satu peristiwa bahaya. Pada bahaya risiko rendah dan tidak ada risiko, maka rekomendasi tidak terlalu diperhitungkan karena sudah dianggap aman. Sementara itu, untuk ingkat risiko moderat, tinggi, dan ekstrem akan memerlukan rekomendasi yang harus diapliksaikan ke dalam desain *fast ferry*. Berikut adalah rekomendasi yang dibuat untuk diaplikasikan pada desain *fast ferry*:

- Memilih material yang lebih sedikit / tidak mudah terbakar
- Mempertajam bagian depan lambung & memasang *bulbous bow* agar dapat menghancurkan *log* yang menghalangi
- Memasang *filter/strainer* pada *waterjet*
- Membawa *spare part* untuk *part-part* penting
- Membuat desain kapal yang tertutup pada ruang akomodasi
- Memasang sistem keamanan (Alarm pencurian, CCTV, dan penjagaan rutin)
- Memasang fasilitas kursi penumpang yang nyaman untuk perjalanan jarak jauh
- Memasang insulasi untuk menghindari kebisingan
- Memasang AC pada ruang akomodasi.

BAB 7
PENGEMBANGAN KONSEP

Berdasarakan gambaran umum yang sudah diuraikan pada BAB 5, tahap selanjutnya adalah melakukan pengembangan konsep. Tujuannya adalah untuk menemukan semua konsep yang memenuhi fungsi utama. Konsep awal diatur melalui *brainstorming* untuk menentukan aspek-aspek penting untuk membuat bentuk dasar yang selanjutnya akan dievaluasi dengan pertimbangan yang relevan terkait dengan keselamatan dan desain.

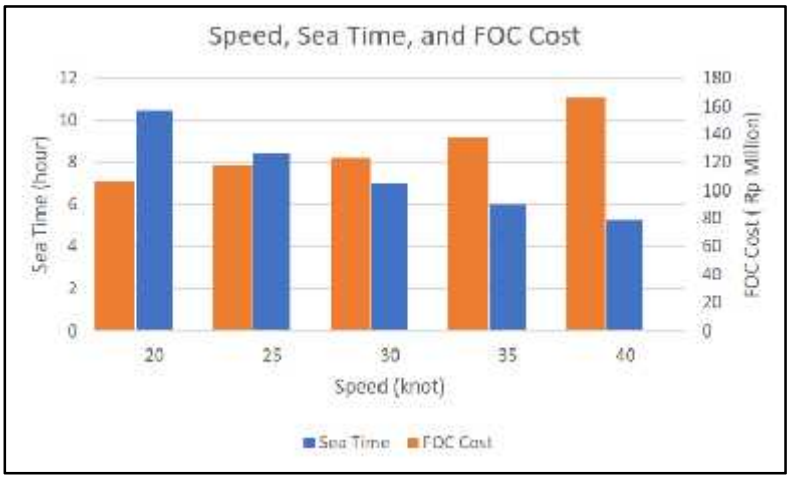
Langkah selanjutnya dengan mengikuti pendekatan SBSD adalah melakukan pengembangan konsep dengan mentransformasikan persyaratan fungsional ke dalam bentuk fisik desain. Pengembangan konsep dimulai dari mempertimbangkan kapal sejenis yang akan digunakan sebagai referensi dasar bentuk dan ukuran kapal yang dilanjutkan sesi *brainstroming* dengan mempertimbangkan karakteristik daerah operasi. Evaluasi konsep akan dibuat menggunakan berbagai metode peringkat untuk membatasi ruang desain. Selanjutnya, analisis pattern kecepatn akan digunakan untuk menentukan rute dan lama waktu berlayar. Terakhir, luas area dan volume yang diperlukan *fast ferry* akan diidentifikasi utnuk mendapatkan dimensi utama.

7.1 Pertimbangan Kapal Sejenis sebagai Referensi

Berdasarkan Bab 4.5, telah dirangkum berbagai tipe *fast ferry* yang eksisting. Dari beberapa tipe ini, akan dipilih 1 *fast ferry* yang akan digunakan sebagai referensi utama untuk bentuk lambung dan ukuran awal *fast ferry* penelitian ini. Data *fast ferry* yang dirangkum dapat dilihat pada Tabel 7.2. Biaya bahan bakar mewakili sebanyak 60-70% dari total biaya operasi kapal. Berdasarkan Tabel 7.2 ditemukan bahwa Austal 35 Mono memiliki biaya bahan bakar terendah dan Austal 45 memiliki biaya bahan bakar tertinggi. Untuk jarak perjalanan yang sama, biaya bahan bakar setiap *fast ferry* tergantung pada kecepatan kapal, total daya mesin utama, dan tingkat konsumsi bahan bakar. Tabel

7.2 menggambarkan perbandingan kecepatan kapal pada biaya bahan bakar dan waktu laut. Dapat dilihat bahwa peningkatan kecepatan kapal akan diikuti oleh peningkatan biaya bahan bakar. Namun, sementara kecepatan kapal meningkat, waktu berlayar atau waktu laut berkurang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu berlayar kapal memiliki hubungan *trade-off* dengan biaya konsumsi bahan bakar minyak.

Tabel 7.1 Kecepatan vs *Sea Time* vs kebutuhan bahan bakar



Tabel 7.2 Data kapal yang ada dari Galangan Kapal Damen, Incat, dan Austal

No	Main Particular	Damen Series				Austal Series			Incat
1	**Ship Name**	**Fast Ferry 3609**	**Fast Ferry 4009**	**Fast Ferry 4010**	**Fast Ferry 4212**	**Austal 35 Mono**	**Austal 41**	**Austal 45**	**Hull 098**
	Principal Dimension								
	Overall Length	36.2	40.2	40	42.2	35.2	41.2	45.24	36.8
2	Breadth	9.9	9.9	10.7	11.5	7	10.9	12.3	9.9
	Depth	3.4	3.4	3.7	3.8	2.7	4.3	4	N/A
	Draught	1.6	1.6	1.5	1.6	1.2	2	2	1.8
3	**Person on Board**	304	450	450	450	150	413	452	400
	Service Speed (Knots)	20-25	20-25	27-38	30-40	27-36	28-37.5	30-38	28
4	Max Speed (Knots)	25	25	38	40	36	37.5	38	32
	Sea Time to take 210 Nm (Hr)	8.40	8.40	6.63	5.25	6.63	5.60	5.63	7.5
	Machinery								
	Propelling Type	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
	Engine Maker	CAT	CAT	MTU	MTU	MTU	MTU	MTU	MAN
5	Number of Engine	2	2	2	4	3	4	4	2
	Engine Power (kW)	1001	1001	2000	1440	1000	1440	2000	1029
	Total Power (kW)	2162	2162	5760	5760	3240	5760	6000	2050
	Total Power (HP)	2899	2899	7724	7724	4345	7724	10736	2759
	Fuel Oil								
	M/E FOC for Maximum Speed Per Engine (gr/kW.hr)	234	240	214	200	208	206	225	200
6	FO Consumption for Main Engine (ton)	4	4	7	6	4	7	10	3
	FO Consumption for Main Engine (litre)	4,802	4,925	7,897	7,038	4,442	7,608	11,20	3,486
	Fuel Oil Price per Litre (Rp)	15,67	15,67	15,67	15,67	15,67	15,67	15,67	15,67
	Total Fuel Cost Per Trip (Rp)	75,244,812	77,174,186	123,613,989	110,299,802	69,608,671	117,653,122	178,913,042	54,659,085

Berdasarkan rancangan *fast ferry* yang sudah dikumpulkan sebelumnya, Damen Fast Ferry 4212 dan Austal 45 adalah desain *fast ferry* yang mungkin

memenuhi persyaratan fungsi utama. Dalam hal biaya bahan bakar, Damen Fast Ferry 4212 memiliki biaya bahan bakar lebih rendah dibandingkan dengan Austal 45. Meskipun Damen Fast Ferry 4212 dan Austal 45 dapat mengangkut jumlah penumpang yang sama, Damen Fast Ferry 4212 dapat berlayar dengan kecepatan lebih tinggi daripada Austal dan menghasilkan biaya konsumsi bahan bakar yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa Damen Fast Ferry 4212 memiliki bentuk lambung yang lebih baik daripada Austal 45. Maka, Damen Fast Ferry 4212 digunakan sebagai kapal induk atau referensi utama untuk merancang *fast ferry*.

Damen Fast Ferry 4212 adalah *fast ferry* katamaran tercepat yang pernah dirancang dan dibangun oleh Damen dan memiliki kapasitas penumpang terbesar. Untuk mengoptimalkan kecepatan dan konsumsi bahan bakar, Damen 4212 telah dikembangkan dan disesuaikan untuk memenuhi persyaratan pemilik kapal. Pengembangan Damen Fast Ferry 4212 membuat banyak operator kapal tertarik untuk menggunakan kapal ini sebagai armadanya. Gambar 7.1 menunjukkan operator Fast Ferry Damen 4212 di seluruh dunia.

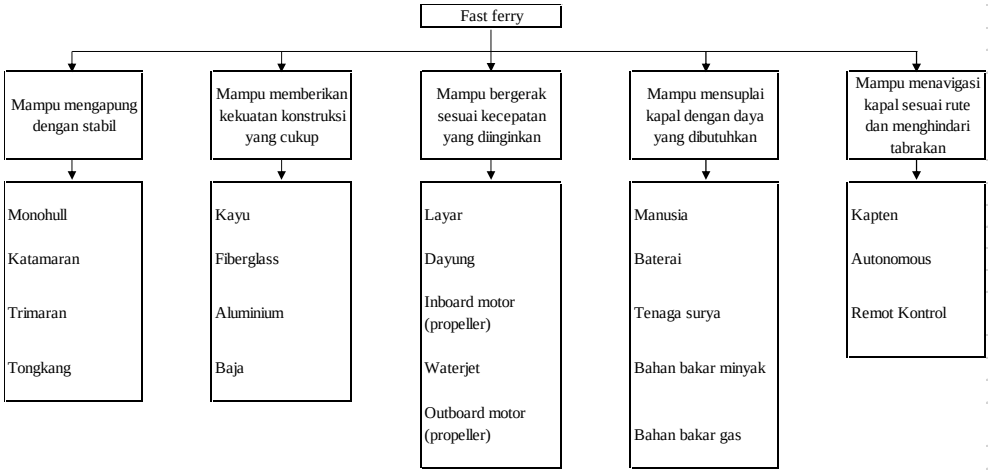
Yard number	Ship name	Owner	Country	Delivery
YN 538726	'Wan Senderi'	Bintan Resort Ferries	Singapore	2009
YN 638727	'Wan Seri Beni'	Bintan Resort Ferries	Singapore	2009
YN 538728	'Seastar'	Seaspovill	South Korea	2011
YN 538729	'Seastar 5'	Seaspovill	South Korea	2015
YN 538730	'Sunrise'	Deazer	South Korea	2015
YN 538731	'Sea Flower'	Dees Express Shipping	South Korea	2016

Gambar 7.1 Daftar operator Damen 4212

Gambar 7.2 Layout Damen 4212

7.2 Analisis Persyaratan Fungsi Utama

Subfungsi penting dari *fast ferry* ditentukan melalui analisis fungsional. Pernyataan misi untuk penelitian ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan subfungsi tersebut. Pada dasarnya, fungsi umum yang harus dimiliki sebuah kapal adalah mampu mengapung dengan stabil, mampu memberikan kekuatan konstruksi yang cukup, mampu bergerak sesuai kecepatan yang diinginkan, mampu mensuplai kapal dengan daya yang dibutuhkan, dan mampu menavigasi kapal sesuai rute dan menghindari tabrakan. Dari 5 fungsi umum tersebut kemudian dilanjutkan dengan sesi *brainstorming* untuk membuat variasi dari tiap definisi kemungkinan konsep yang memenuhi persyaratan fungsional ini. Hasil dari sesi ini diilustrasikan dalam Gambar 7.3. Konsep yang memungkinkan dapat digabungkan dengan sejumlah cara untuk membuat desain *fast ferry*.



Gambar 7.3 Konsep awal fungsi umum kapal

Untuk membatasi jumlah konsep yang terlalu luas, maka konsep akan dievaluasi dalam tiga langkah putaran *(screening)*. Pertama, konsep yang dianggap tidak dapat diterima atau tidak layak dihilangkan dahulu sebelum melakukan evaluasi lebih lanjut. Kemudian, konsep yang tersisa kemudian dibandingkan berdasarkan nilai kualitatif dan pertimbangan kelayakan. Akhirnya, konsep desain awal ditentukan berdasarkan konsep yang tersisa, tingkat biaya dan keselamatan (Erichsen, 1999).

Konsep yang dieliminasi pada proses *screening* pertama yaitu material kapal berbahan kayu, propulsi menggunakan layar, propulsi menggunakan dayung, sumber daya penggerak dengan tenaga manusia, sumber daya penggerak dengan bahan bakar gas, dan kendali kapal dengan sistem otomatis. Konsep yang dihilangkan dianggap tidak layak atau tidak dapat diterima. Material kayu dieliminasi karena dianggap tidak efisien untuk digunakan sebagai material *fast ferry*. Propulsi menggunakan dayung dan layar juga dianggap tidak efisien dan berbahaya untuk digunakan pada *fast ferry*. Sumber daya penggerak dengan tenaga manusia dieliminasi karena tidak efisien dan tidak bisa digunakan untuk *fast ferry*. Sementara bahan bakar gas dieliminasi karena tidak ada dukungan teknis di Indonesia dan masih dalam tahap pengembangan. Terakhir kendali kapal dengan sistem otomatis juga dieliminasi karena lingkungan perairan Papua Barat yang berbahaya dan dukungan teknis yang masih rendah di Indonesia.

Setelah konsep yang paling tidak relevan dihilangkan, kemudian konsep yang tersisa dimasukkan dalam kombinasi morfologis. Di sini, setiap konsep

dikombinasikan dengan semua kemungkinan konsep di sub fungsi kategori lainnya untuk memastikan bahwa semua konsep yang ada dapat dipertimbangkan. Setiap kombinasi adalah konsep desain yang memungkinkan yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Ilustrasi kombinasi dapat ditemukan pada Gambar 7.4.

Subfungsi	1	2	3	4
Mampu mengapung dengan stabil	Monohull	Katamaran	Trimaran	Tongkang
Mampu memberikan kekuatan konstruksi yang cukup	Fiberglass	Aluminium	Baja	
Mampu bergerak sesuai kecepatan yang diinginkan	Inboard motor (propeller)	Waterjet	Outboard motor (propeller)	
Mampu mensuplai kapal dengan daya yang dibutuhkan	Baterai	Tenaga surya	Bahan bakar minyak	
Mampu menavigasi kapal sesuai rute dan menghindari	Kapten	Remot Kontrol		

Gambar 7.4 Konsep hasil eliminasi ronde pertama dalam kombinasi morfologis

Babak eliminasi putaran kedua membatasi jumlah konsep lebih lanjut. Babak eliminasi putaran kedua didasarkan pada pengetahuan dan intuisi tim peneliti. Konsep yang dieliminasi pada evaluasi lebih lanjut dalam putaran kedua adalah bentuk lambung tongkang, material *fiberglass*, propulsi *outboard motor (propeller)*, sumber daya tenaga surya, dan kendali remot kontrol. Konsep yang dihilangkan dianggap tidak layak atau tidak dapat diterima. Bentuk lambung tongkang dieliminasi karena kurang bagus dalam performa hidrodinamik untuk *fast ferry*. Propulsi menggunakan *ouboard motor propeller* juga tidak efisien dan tidak cocok untuk digunakan pada *fast ferry* yang memiliki kecepatan 40 knot. Sumber daya penggerak dengan tenaga surya dieliminasi karena efisiensinya rendah

sehingga tidak bisa memberikan daya yang cukup untuk *fast ferry*. Terakhir kendali kapal dengan remot kontrol juga dieliminasi karena lingkungan perairan Papua Barat yang berbahaya dan jarak jangkau yang sangat jauh untuk kendali menggunakan remot kontrol. Penyelesaian babak penyisihan dua menghasilkan konsep-konsep yang memungkinkan dapat digunakan. Konsep ini diilustrasikan pada Gambar 7.5.

Konsep yang tersisa selanjutnya tercantum dalam tabel untuk tinjauan umum yang lebih baik dan dianggap layak atau tidak dalam putaran evaluasi akhir. Daftar konsep ditemukan dalamTabel 7.3. Informasi tambahan tentang kesesuaian untuk tugas tersebut, biaya dan keamanan diperlukan untuk mengevaluasi konsep lebih lanjut. Konsep-konsep yang dihilangkan dalam babak final disajikan pada tabel 3 dalam lampiran 2.b. Konsep-konsep ini selanjutnya juga akan dibahas lebih lanjut pada bagian ini.

Subfungsi	1	2	3	4
Mampu mengapung dengan stabil	Monohull	Katamaran	Trimaran	Tongkang
Mampu memberikan kekuatan konstruksi yang cukup	Fiberglass	Aluminium	Baja	
Mampu bergerak sesuai kecepatan yang diinginkan	Inboard motor (propeller)	Waterjet	Outboard motor (propeller)	
Mampu mensuplai kapal dengan daya yang dibutuhkan	Baterai	Tenaga surya	Bahan bakar minyak	
Mampu menavigasi kapal sesuai rute dan menghindari	Kapten	Remot Kontrol		

Gambar 7.5 Kemungkinan konsep setelah eliminasi ronde pertama dalam kombinasi morfologis

Tabel 7.3 Sisa konsep untuk persyaratan fungsional setelah putaran eliminasi 2

Hull	Material	Propulsi	Sumber Daya	Kendali
Monohull	Aluminium	Inboard motor (propeller)	Baterai	Kapten
Monohull	Aluminium	Inboard motor (propeller)	BBM	Kapten
Monohull	Aluminium	Waterjet	Baterai	Kapten
Monohull	Aluminium	Waterjet	BBM	Kapten
Monohull	Baja	Inboard motor (propeller)	Baterai	Kapten
Monohull	Baja	Inboard motor (propeller)	BBM	Kapten
Monohull	Baja	Waterjet	Baterai	Kapten
Monohull	Baja	Waterjet	BBM	Kapten
Katamaran	Aluminium	Inboard motor (propeller)	Baterai	Kapten
Katamaran	Aluminium	Inboard motor (propeller)	BBM	Kapten
Katamaran	Aluminium	Waterjet	Baterai	Kapten
Katamaran	Aluminium	Waterjet	BBM	Kapten
Katamaran	Baja	Inboard motor (propeller)	Baterai	Kapten
Katamaran	Baja	Inboard motor (propeller)	BBM	Kapten
Katamaran	Baja	Waterjet	Baterai	Kapten
Katamaran	Baja	Waterjet	BBM	Kapten
Trimaran	Aluminium	Inboard motor (propeller)	Baterai	Kapten
Trimaran	Aluminium	Inboard motor (propeller)	BBM	Kapten
Trimaran	Aluminium	Waterjet	Baterai	Kapten

Trimaran	Aluminium	Waterjet	BBM	Kapten
Trimaran	Baja	Inboard motor (propeller)	Baterai	Kapten
Trimaran	Baja	Inboard motor (propeller)	BBM	Kapten
Trimaran	Baja	Waterjet	Baterai	Kapten
Trimaran	Baja	Waterjet	BBM	Kapten

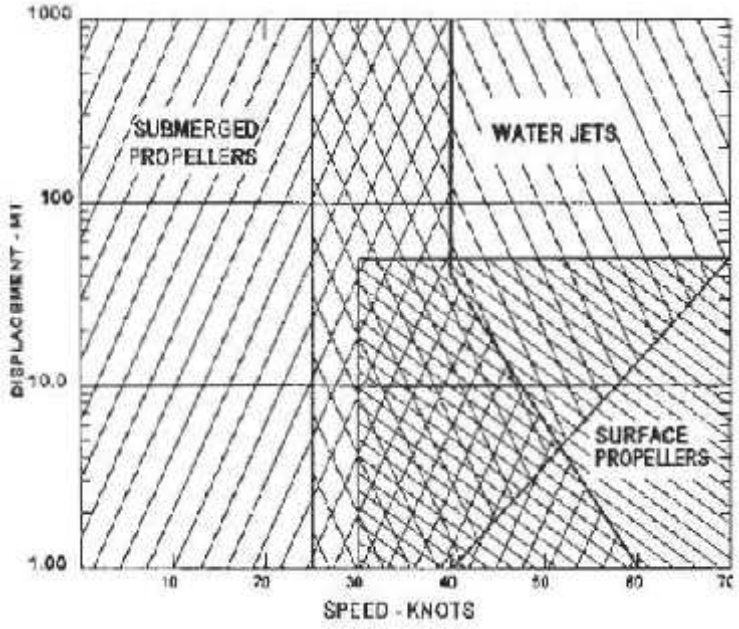
Evaluasi menyimpulkan bahwa konsep lambung trimaran harus dikeluarkan dari pertimbangan lebih lanjut. Opsi menggunakan bentuk lambung trimaran dapat dikatakan layak, tetapi manfaat dari konsep ini tidak sebanding dengan kekurangannya. Trimaran memiliki stabilitas yang baik daripada kapal *monohull*. Hal ini juga sama dengan bentuk lambung katamaran. Yang membedakan trimaran daripada katamaran adalah trimaran memiliki stabilitas longitudinal yang lebih baik yang berpusat pada lambung ketiga. Namun, tiga lambung menghasilkan luas permukaan yang lebih besar sehingga menambah hambatan kapal.

Evaluasi lebih lanjut pada sistem propulsi, yaitu bahwa sistem *inboard motor (propeller)* tidak layak. Sistem propulsi adalah penggerak utama utama *fast ferry*. Untuk mencapai kecepatan kapal yang tinggi, jelas diperlukan tingkat daya dorong yang diperlukan untuk mendorong *fast ferry* di laut. Di bagian ini, dijelaskan detail tentang pemilihan propulsor. Dua metode propulsi dipertimbangkan untuk seleksi *fast ferry*, yaitu konvensional propeller dan *water jet* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 29

Tipe propulsi	Effisiensi	Manuver	Pemeliharaan/ Keandalan
Konvensional propeller	Poin referensi dalam perbandingan ini	Arah dorong terbatas dan kemudi akan kehilangan gaya angkat pada kecepatan lambat	Membutuhkan penyelarasan poros dimana hal ini sangat sulit Untuk mengakses di ruang terbatas; harus membongkar seluruh mesin

			(umumnya dilakukan di Indonesia sesuai jadwal perawatan)
water jet	- Koefisien pendorong sama baik atau lebih tinggi dari konvensional *propeller* terbaik yang dapat dicapai pada kecepatan sedang hingga tinggi> 25 knot - Fleksibilitas ketika menggunakan beberapa *waterjet* memungkinkan operator untuk terus beroperasi secara efisien pada *drive* yang lebih sedikit	- Kontrol kemudi yang tepat di semua kecepatan kapal - Efek kemudi "Kecepatan Nol" memberikan kemampuan daya dorong 360 ° untuk docking dan tetap stasioner. - Pergerakan ke arah samping mungkin menggunakan beberapa instalasi *water jet*.	- Tidak ada gigi propulsi yang menonjol sehingga menghilangkan dampak kerusakan atau hambatan - *Downtime* yang minimum dan rutinitas perawatan yang sederhana

Konfigurasi konvensional propeller memiliki kecenderungan untuk kavitasi dan kehilangan efisiensi pada kecepatan lebih tinggi. Seperti dapat dilihat pada Gambar 7.6, *water jet* telah menjadi sarana propulsi yang paling umum untuk kapal cepat dengan kecepatan di atas 25 knot dan displasmen lebih dari 100 ton. Dengan integrasi lambung yang cermat, dapat mengurangi kebutuhan daya relatif terhadap baling-baling yang terbuka. Hal ini menghilangkan kebutuhan untuk kemudi dan *appendages* dan menciptakan interaksi propulsi / lambung yang menguntungkan. Pada penelitian ini, *water jet* sesuai dalam persyaratan kecepatan operasional lebih besar dari 25 knot, dimana getaran dan kebisingan di kapal harus dijaga agar tetap minimum.



Gambar 7.6 Kebutuhan aplikasi propulsor

Berdasarkan penjelasan diatas, keuntungan penggunaan *waterjet* adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi sarat (tergantung pada jenis lambung)
2. Mengurangi *appendages*
3. Menghilangkan hambatan *drag*
4. Meningkatkan maneuver
5. Tidak memerlukan gigi *reserves*
6. Mengurangi tingkat keausan pada engine dan transmisi
7. Torsi konstan pada kisaran kecepatan kapal sesuai daya yang diberikan
8. Meningkatkan kemampuan pengereman
9. Mengurangi jarak berhenti
10. Mengurangi kebutuhan daya pada kecepatan lebih dari 25 knot
11. Mengurangi konsumsi bahan bakar untuk pelayaran berkecepatan tinggi
12. Mengurangi getaran
13. Mengurangi kebisingan dalam *fast ferry*
14. Mengurangi kebisingan bawah air

Berdasarkan keunggulan-keunggulan ini, sistem propulsi yang dipilih untuk *fast ferry* adalah menggunakan propulsi *water jet* dan didukung oleh mesin diesel

Evaluasi lebih lanjut pada sumber daya penggerak, yaitu bahwa penggunaan baterai tidak layak untuk *fast ferry*. Saat ini, kapasitas daya baterai dan waktu pengisian menjadi kendala dalam pengoperasian sistem ini. Penggunaan baterai sebagai sumber penggerak mesin membuat kendaraan listrik mempunyai keterbatasan dalam jarak. Kendaraan listrik memerlukan pengisian kembali setelah menempuh jarak beberapa kilometer. Selain itu, meski memliki torsi yang melimpah karena penyaluran tenaganya langsung, sayangnya kecepatan kendaraan listrik ini masih terbatas. Hal tersebut karena mesin pada kendaraan listrik tidak bisa dioprek. Salah oprek bisa menyebabkan korsleting bahkan kebakaran.

Baterai kendaraan listrik ternyata harus rutin dilakukan penggantian setiap 3-10 tahun sekali, dan harga baterainya cukup mahal. Tapi hal itu tergantung dari jenis dan penggantian baterai. Di Indonesia sendiri, dukungan teknis untuk sistem ini masih belum ada karena pengembangannya yang masih sangat sedikit dan tentu harganya pun mahal dibanding kapal konvensional. Konsep yang mungkin tersisa disajikan pada Tabel 7.4. Alternatif selanjutnya akan dievaluasi untuk menentukan bentuk lambung dan material kapal untuk desain konsep akhir.

Subfungsi	1	2	3	4
Mampu mengapung dengan stabil	Monohull	Katamaran	Trimaran	Tongkang
Mampu memberikan kekuatan konstruksi yang cukup	Fiberglass	Aluminium	Baja	
Mampu bergerak sesuai kecepatan yang diinginkan	Inboard motor (propeller)	Waterjet	Outboard motor (propeller)	
Mampu mensuplai kapal dengan daya yang dibutuhkan	Baterai	Tenaga surya	Bahan bakar minyak	
Mampu menavigasi kapal sesuai rute dan menghindari	Kapten	Remot Kontrol		

Gambar 7.7 Kemungkinan konsep setelah eliminasi ronde kedua dalam kombinasi morfologis

Tabel 7.4 Sisa konsep untuk persyaratan fungsional setelah putaran eliminasi 3

Hull	Material	Propulsi	Sumber Daya	Kendali
Monohull	Aluminium	Waterjet	BBM	Kapten
Katamaran	Aluminium	Waterjet	BBM	Kapten
Monohull	Baja	Waterjet	BBM	Kapten
Katamaran	Baja	Waterjet	BBM	Kapten

7.3 Penentuan Bentuk Lambung

Pemilihan bentuk lambung didasarkan pada metode pemeringkatan seperti pada investigasi yang telah dilakukan oleh Thomas (2007). Laporan penelitian tersebut adalah tentang bagaimana memilih antara katamaran dan monohull berkecepatan tinggi dilihat dari metodologi perbandingan yang relevan untuk memutuskan diantara keduanya. Pada laporan tersebut, metodologi ekonomi dan teknis telah dijelaskan. Penelitian ini memanfaatkan metodologi teknis yang telah disarankan pada lapoaran penelitian tersebut dengan memberi peringkat pada dua opsi bentuk lambung berdasarkan faktor yang relevan yang disesuaikan dengan masalah yang relevan dalam penelitian ini. Sebuah studi kasus dari metode ini disajikan dalam laporan Thomas et al., (2007). Laporan penelitian tersebut digunakan sebagai dasar untuk evaluasi bentuk lambung. Perubahan yang relevan dilakukan untuk evaluasi yang dianggap perlu. Karena objek penelitian dalam laporan ini adalah kapal berkecepatan tinggi dengan profil operasional yang berbeda, maka tidak semua argumen relevan dengan penelitian ini dan hasilnya tidak dapat digunakan secara langsung. Sebagai tambahan, “On the Great Trimaran-

Catamaran Debate" oleh Dokter (2017) dan masukan dari Sven OleM. Nicolaysen digunakan untuk mendukung evaluasi ini.

Tahap pertama pemeringkatan adalah dengan menentukan bobot maksimum kriteria evaluasi. Setiap kriteria diberi bobot antara nol sampai sepuluh, berdasarkan seberapa relevan hal itu untuk operasi *fast ferry*. Kriteria evaluasi dibagi menjadi lima kategori utama yang terdiri dari kapasitas muatan, kenyamanan penumpang, lingkungan, kemampuan operasional, keselamatan dan atribut lainnya. Kriteria terkait lingkungan dan keselamatan diberi bobot nol karena tidak ada batasan lingkungan yang diketahui pada tahap ini dan tingkat keamanan harus sama baiknya dalam kedua kasus tersebut. Gerakan kapal, kemampuan manuver, *course keeping*, speed loss, kecepatan air yang tenang, estetika dan redundansi mesin induk dinilai sepuluh. Ini adalah kriteria yang dianggap paling relevan untuk kinerja kapal. Peringkat lengkap dengan semua bobot dapat dilihat pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5 Pemeringkatan alternatif bentuk lambung kapal

Kriteria Pembanding	Bobot maksimal	Monohull	Katamaran
Kapasitas Muatan			
- Area dek	7.5	6	7.5
- Volume	1.5	1.5	0
Kenyamanan Penumpang			
- Motion (MSI)	10	8	4
- Kebisingan dan getaran	2.5	2.5	1
Kemampuan Operasional			
- Manuver	10	8	10
- Doking	7.5	3.33	6.67
- *Course keeping*	10	4	8
- *Speed loss due to sea state*	10	6.7	5.3
Keselamatan			
- Trim	0	0	0
- Intact stability	0	0	0
- Damage stability	0	0	0
Atribut lain			
- Estetika	10	10	10
- Redundansi permesinan	10	5	10
Bobot total	**79**	**55.03**	**63.47**
Persentase	**100%**	**69.66%**	**80.34%**

Lebih jauh, dua alternatif lambung diberi bobot antara nol sampai sepuluh sesuai dengan masing-masing kriteria, berdasarkan seberapa baik mereka melakukan performa dalam kategori yang relevan. Niai sepuluh adalah kinerja 100%. Angka tersebut kemudian diimplementasikan dengan pembobotan kategori untuk memberikan skor aktual.

1. Kapasitas Muatan

Area dek diberi bobot utama 7.5 karena merupakan fungsi utama *fast ferry* dan ruang internal sangat penting untuk mengakomodasi penumpang dengan nyaman. Area dek berhubungan langsung dengan ruang untuk tempat duduk dan bergerak di kapal. Hal ini juga akan memengaruhi ruang yang tersedia untuk peralatan di bawah dek. Jika area dek terlalu kecil, kenyamanan penumpang akan berkurang (Thomas et al., 2007). Katamaran memiliki bobot lebih baik daripada monohull karena akan mampu menjaga *large beam* pada midship sampai ke haluan (Rudow, 2013). Volume diberi bobot hanya 1.5 karena dianggap kurang signifikan dibandingkan dengan area geladak. Dalam penelitian ini, diasumsikan bahwa *fast ferry* akan memiliki volume yang cukup di bawah dek ketika dek utama dirancang cukup besar. Sebenarnya, monohull dianggap unggul dalam kategori ini karena lambung katamaran terlalu sempit di bagian ujung sehingga ruang menjadi tidak berguna (Rudow, 2013). Kelayakan katamaran dan monohull sehubungan dengan kapasitas muatan dihitung dari rincian yang diberikan oleh rencana umum kapal.

2. Kenyamanan Penumpang

Kenyamanan penumpang dianggap sangat penting dengan bobot maksimal sepuluh karena pelayanan *fast ferry* dan kenyamanan penumpang akan sangat penting untuk kepuasan dan retensi penumpang. *Motion* kapal berbobot 10 karena akan menentukan bagaimana tingkat kenyamanan penumpang ketika naik *fast ferry*. *Motion* monohull dalam kondisi operasional diberikan bobot 8 sedangkan katamaran berada di peringkat 4 dari maksimum 10. Monohull mendapatkan skor dua kali lebih tinggi dari catamaran karena *bow quartering seas* pada catamaran akan menyebabkan gerakan pitch and roll yang tidak nyaman bagi penumpang. Oleh karena itu akan terus-menerus membutuhkan penyesuaian kecil (Falvey, 2004). Monohull akan memiliki akselerasi yang lebih rendah dari ombak dan arus

dan karenanya akan terasa lebih nyaman bagi orang-orang di dalamnya. (Thomas et al., 2007).

Kebisingan dan getaran diberi bobot 2.5, karena hal ini tidak akan membuat penumpang menjadi tidak nyaman dibandingkan dengan mabuk laut. Kebisingan dan getaran monohull peringkat 2.5 sedangkan katamaran peringkat 1 dari maksimum 2.5. Angka-angka ini didasarkan pada data yang disajikan oleh Gee (1989).

3. Kemampuan Operasional

Kemampuan operasional dianggap sangat penting karena dapat mempengaruhi waktu perjalanan secara signifikan. Kemampuan manuver kapal berbobot 100% dari bobot maksimum 10 karena hal ini sangat penting untuk menjaga jadwal *fast ferry*. Monohull itu diberi skor 10 dan katamaran skor 8. Katamaran mendapat nilai lebih karena baling-balingnya dipasang dtempat terpisah sehingga memungkinkannya melakukan tikungan tajam dalam kecepatan rendah. Efek yang sama dapat dicapai monohull hanya ketika menggunakan *pod* (Rudow, 2013). Monohull akan membutuhkan lebih banyak daya untuk berbelok tajam karena displasmen air yang tinggi (Rudow, 2013), tetapi memiliki *heel* akan lebih baik daripada di katamaran (Falvey, 2004). Docking dianggap sedikit kurang penting dengan bobot maksimum 7.5.

Course Keeping jalur diberikan 100% penting karena rute kapal memiliki arus yang mudah berubah, oleh karena itu kapal akan mengalami kesulitan jika tidak dapat dengan mudah mempertahankan jalur dalam kondisi tersebut. Ada berbagai pendapat tentang opsi terbaik. Catamaran akan memiliki stabilitas arah yang lebih baik pada kecepatan yang lebih tinggi (Nicolaysen, 2017), tetapi akan lebih rentan terhadap *quartering seas* dan sering membutuhkan penyesuaian kecil pada kondisi tersebut (Falvey, 2004). Gawan-Taylor (*unknown*) menyatakan monohull mungkin berkinerja lebih buruk daripada katamaran dalam *sternquartering* dan mengikuti arus karena stabilitas arah dapat menjadi masalah. Berdasarkan hal diatas, pembobotan pada katamaran adalah 8 sedangkan monohull berada adalah 4 dari maksimum 10. Dengan menggunakan katamaran, apabila cuaca dan arus tenang, maka kedua lambung akan menjadi alternatif yang baik (Falvey, 2004). *Speed loss due to sea state* diberi bobot 10 karena menjadi fitur penting bagi kemampuan kapal

untuk mempertahankan jalurnya. Monohull diberi bobot yang lebih besar berdasarkan pada karya Gee (1989).

4. Keselamatan

Aspek keselamatan diberi bobot utama 0. Bukan karena keselamatan diidentifikasi sebagai tidak penting, semua kapal harus mematuhi peraturan perundang-undangan yang ada, tetapi zona operasi ini menyarankan agar *fast ferry* tidak akan menghadapi masalah keselamatan Diasumsikan bahwa *fast ferry* mematuhi aturan dan peraturan yang relevan untuk menjaga keselamatan penumpang terlepas dari bentuk lambung.

5. Atribut lain

Kategori ini dianggap penting karena aspek yang dimasukkan penting untuk operasi *fast ferry*. Kategori ini diberi bobot utama 10. Baik faktor estetika maupun redundansi mesin diberi bobot yang sama. Item-item dalam bagian ini penting untuk pengoperasian kapal tetapi tidak sepenting kenyamanan penumpang atau kemampuan operasional. Estetika dilambangkan 10 karena ini sangat penting dan dapat menentukan apakah kapal akan dipilih oleh calon penumpang. Diasumsikan bahwa dua lambung kapal katamaran harus lebar agar sesuai dengan semua peralatan di dalamnya. Jika terlalu sempit, ruang akan menjadi tidak berguna (Rudow, 2013). Diasumsikan juga bahwa potensi estetika katamaran akan lebih baik, berdasarkan desain yang lebih luas dan lebih ramping dengan profil yang lebih rendah.

Sementara itu, lambung lebar ini bisa membuat katamaran terlihat tidak menarik bagi para penumpang. Sementara itu *monohull* kemungkinan perlu memiliki bangunan atas yang tinggi untuk memastikan ruang dek yang cukup. Hal ini dapat menyebabkan desain terlihat kurang menarik. Karena tidak ada sumber yang dapat diandalkan untuk asumsi-asumsi ini dan tidak ada kesimpulan yang dapat ditarik pada estetika desain akhir, kedua lambung diberi skor netral yang sama.

Redundansi mesin juga dilambangkan sebagai 10, ini sangat penting karena kapal tidak dapat berhenti pada saat operasi karena masalah mekanis. Karena katamaran memiliki dua mesin per lambung, kapal tipe ini dianggap memiliki lebih banyak redundansi daripada monohull

Setelah semua konsep dievaluasi, selanjutnya skor disimpulkan dan dibandingkan dengan skor maksimum yang telah ditentukan oleh bobot kriteria. Hasil dari pembobotan ini menunjukkan bahwa katamaran adalah konsep terbaik dengan skor 80.34% terhadap *monohull* 69.66%. Oleh karena itu disimpulkan untuk melanjutkan dengan konsep katamaran.

7.4 Analisis Keselamatan

Setelah konsep awal untuk desain *fast ferry* ditetapkan dan didapat rekomendasi untuk desain *fast ferry,* maka desain erkait keselamatan untuk RBSD harus ditambahkan. Rekomendasi-rekomendasi untuk desain *fast ferry* adalah sebagai berikut:

- Memilih material yang lebih sedikit / tidak mudah terbakar
- Mempertajam bagian depan lambung & memasang *bulbous bow* agar dapat menghancurkan *log* yang menghalangi
- Memasang *filter/strainer* pada *waterjet*
- Membawa *spare part* untuk *part-part* penting
- Membuat desain kapal yang tertutup pada ruang akomodasi
- Memasang fasilitas kursi penumpang yang nyaman untuk perjalanan jarak jauh
- Memasang insulasi untuk menghindari kebisingan
- Memasang AC pada ruang akomodasi
- Memasang sistem keamanan (Alarm pencurian, CCTV, dan penjagaan rutin)

Penilaian risiko merekomendasikan untuk membatasi bahan yang mudah terbakar di atas kapal. Hal ini dipertimbangkan saat menentukan bahan bangunan. Diputuskan bahwa *fast ferry* akan dibuat dari aluminium. Fiberglass dianggap karena berat dan harganya yang rendah, tetapi dibuang karena sangat mudah terbakar dan karenanya tidak cocok. Baja dibuang karena berat sehingga tidak cocok untuk kapal cepat. Aluminium memiliki berbagai sifat tergantung pada komposisinya. Aluminium memiliki titik leleh 660 derajat Celcius, tetapi tidak mudah terbakar. Jika suhu melebihi batas, aluminium akan meleleh tetapi tidak terbakar. Karena konduktivitas termal yang baik, panas akan menghilang lebih cepat melalui material daripada dengan material lain. Ini menghindari hot spot dan

mungkin menghindari peleburan aluminium (Vargel, 2004). Pertimbangan yang cermat tentang bahan lain yang digunakan di atas kapal dapat membantu mencegah kebakaran di atas kapal. Ini harus diperhitungkan ketika merancang perlengkapan kapal.

Dalam bentuknya yang murni, aluminium tidak akan memiliki kekuatan yang cukup tetapi beberapa ratus paduan berbeda tersedia, banyak dengan kualitas kompleks. Ini dapat menahan oksidasi progresif yang menyebabkan baja berkarat sampai hancur. Saat terkena oksigen, permukaan aluminium membentuk film aluminium oksida lembam yang melindungi permukaan. Ini tidak akan mulai mengelupas seperti karat pada baja, dan karenanya mencegah oksidasi lebih lanjut. Sifat-sifat yang membuatnya paling menarik adalah harganya yang murah, ringan, mudah diproduksi, sifat fisik, sifat mekanik dan ketahanan terhadap korosi (Davis et al., 1993). Aluminium memiliki sekitar sepertiga kepadatan baja. Dengan perawatan yang benar, ia masih bisa sekuat baja stainless (Davis et al., 1993). Seri alloy yang paling umum digunakan untuk keperluan kelautan adalah seri 5xxx. Ini sangat tahan terhadap korosi, bahkan di lingkungan yang asin. Metode yang berbeda dapat diterapkan untuk membentuk aluminium seperti yang diinginkan. Akan ada batasan untuk apa yang bisa dicapai mengenai bentuk. Ini adalah sesuatu yang harus diperhitungkan oleh tim desain. Dalam penelitian ini, materi tidak akan diselidiki lebih lanjut. Pilihan paduan yang tepat dengan demikian ditunda untuk pekerjaan selanjutnya.

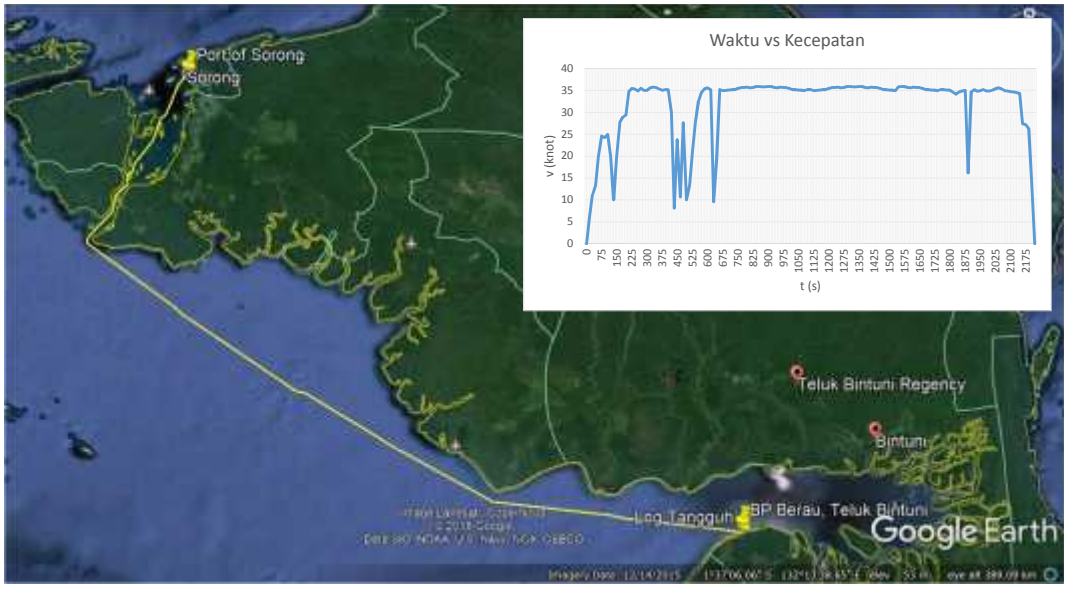
Selain itu, akibat banyaknya sampah alam berupa gelondongan kayu kecil dan ranting di perairan lokasi, maka *fast ferry* dilengkapi dengan *bulbous bow* untuk menghancurkan *log-log* yang menghalangi rute *fast ferry.* Selain itu, bagian haluan kapal akan dibentuk lancip agar dapat memotong objek-objek tersebut yang bertebaran di depan kapal. Untuk melindungi *waterjet* dari objek-objek tersebut, maka *waterjet* akan dilengkapi *strainer / filer* supaya objek-objek tersebut tidak mengganggu aliran. Karena *fast ferry* ini akan beroperasi di daerh *remote,* maka ia harus membawa *spare part* cadangan untuk bagian-bagian penting seperti mesin induk, generator, baterai, dan lainnya.

Berdasarkan rekomendasi lainnya, desain bangunan atas *fast ferry* akan dibuat tertutup untuk mencegah masuknya air hujan dan mencegah penumpang

memanjat ke atap. Sebuah tangga darurat juga harus dipasang di bagian luar lambung kapal untuk memastikan bahwa penumpang dapat naik ke kapal lagi jika mereka jatuh ke dalam air. Tangga ini akan menjadi bagian permanen dari lambung, dipasang ke struktur kapal. Untuk mencegah penumpang tergeincir di atas dek, maka pada bagian lantai akan dilapisi oleh vinyl dan dilengkapi *freeing port* agar air tidak menggenang. Desain bangunan atas tertutup juga sebagai pelindung supaya ketika terjadi hujan deras, maka air hujan tidak masuk ke dalam ruang akomodasi. Desain ruang akomodasi juga harus dibuat senyaman mungkin. Detail ruang akomodasi akan dibahas pada Bab 8. Terakhir, rekomendasi untuk kemanan dan pengawasan akan dilakukan dengan menggunakan kamera CCTV yang ditempatkan di *fast ferry*. Sistem ini juga akan dilengkapi dengan alarm kemanan.

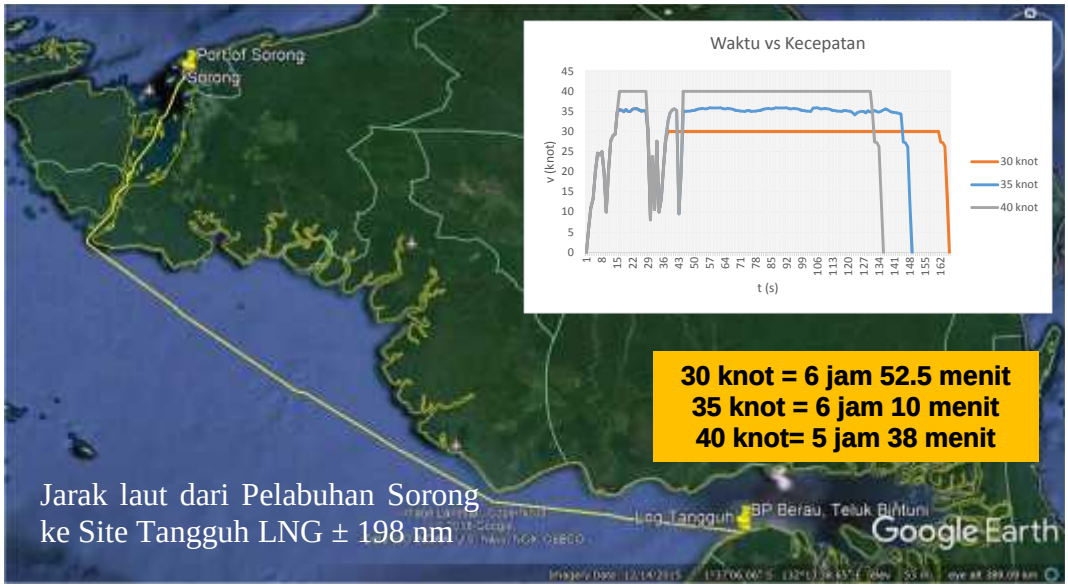
7.5 Analisis *Pattern* Kecepatan

Perusahaan tambang terjauh yang dapat ditempuh dari Kota Sorong ke Papua Barat adalah site milik British Petroleum yang berada di Teluk Bintuni. Satu-satunya kapal cepat yang beroperasi menghubungkan 2 daerah ini adalah kapal ambulan milik swasta. Gambar 7.8 ini menunjukkan data perjalanan laut kapal ambulan yang melayani kebutuhan rumah sakit karyawan Tangguh LNG. Berdasarkan data ini, total jarak yang ditempuh oleh kapal adalah sekitar 198 nm. Untuk menyelesaikan jarak ini, dibutuhkan sekitar 7 jam dan 15 menit untuk bepergian dengan kecepatan rata-rata 35 knot. Detail *pattern* kecepatan kapal ambulan untuk rute ini ditunjukkan pada grafik di Gambar 7.8.

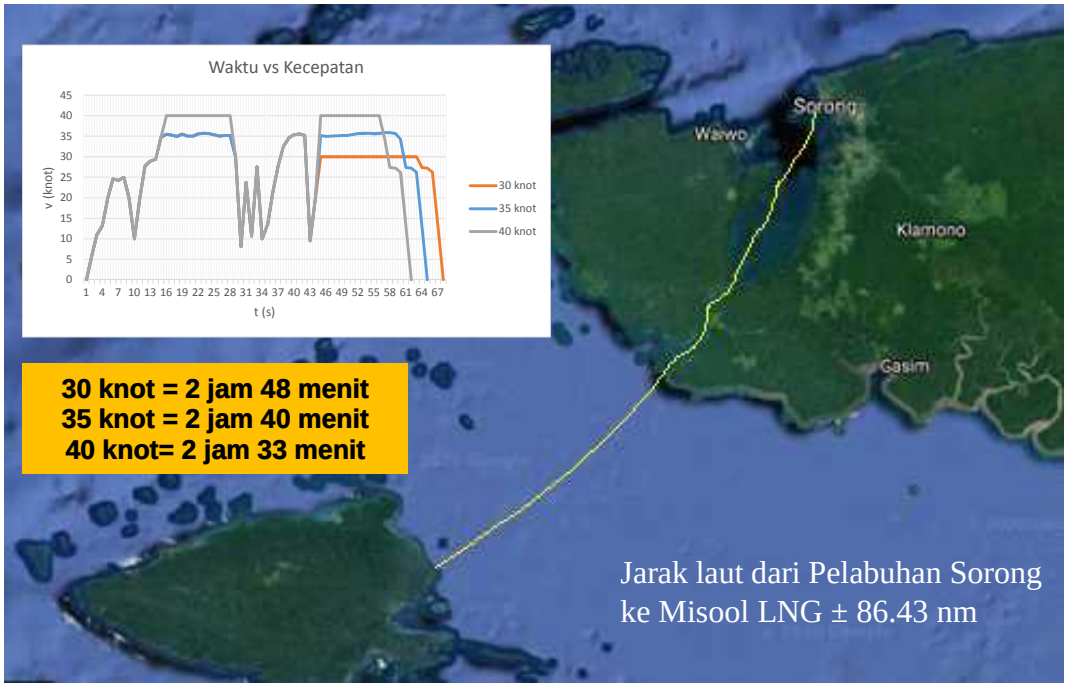


Gambar 7.8 Rute dan *pattern* kecepatan kapal ambulan

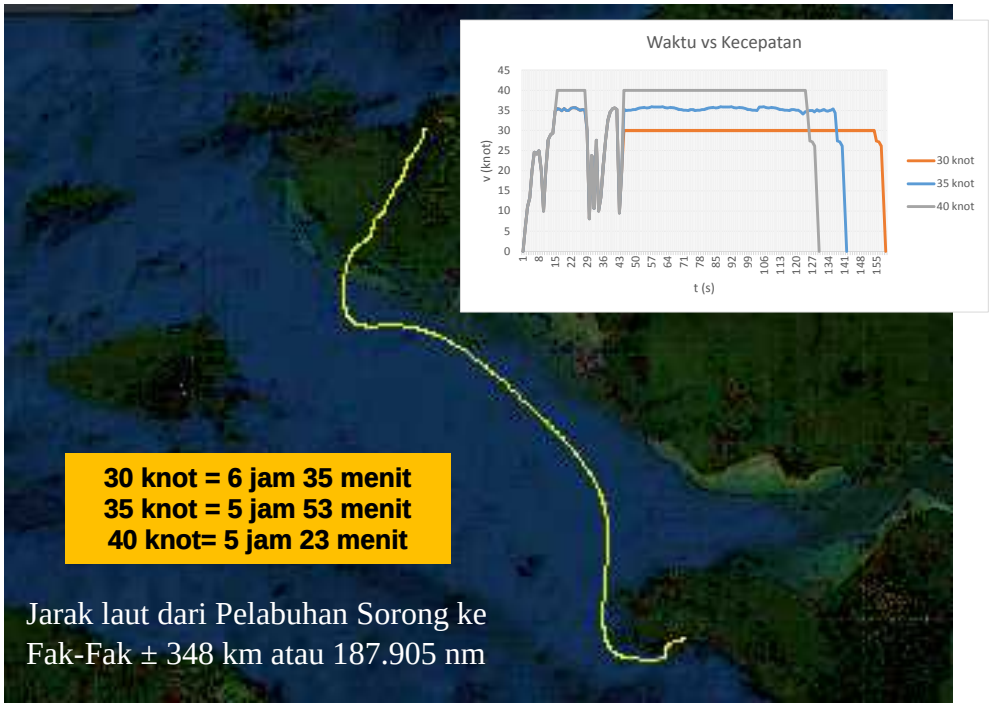
Pada penelitian ini, waktu tempuh laut untuk *fast ferry* dibatasi maksimal 15 jam sehingga apabila kapal berangkat pagi hari dari Kota Sorong, diharapkan kapal dapat kembali ke Kota Sorong sebelum tengah malam. Oleh karena itu analisis sensitivitas telah disiapkan untuk melihat bagaimana waktu dan kecepatan laut jam operasional *fast ferry*. Rute yang diambil untuk penelitian ini adalah rute yang sama yang dilewati oleh kapal ambulan (kecuali titik berlabuh di Sorong) dan 3 rute tambahan. Kapal ambulan memulai / menyelesaikan perjalanan laut dari Suprauw sedangkan pelayaran cepat dimulai dari Pelabuhan Pelindo IV. Dibandingkan dengan kapal ambulan, *fast ferry* menghemat jarak hingga 18 nm sehingga jarak laut menjadi 198 nm. Tetapi operasi tipikal berikut ini masih tetap sama, sehingga fluktuasi kecepatan diperkirakan hampir sama dengan kapal ambulan. Berikut adalah rute untuk *fast ferry.*



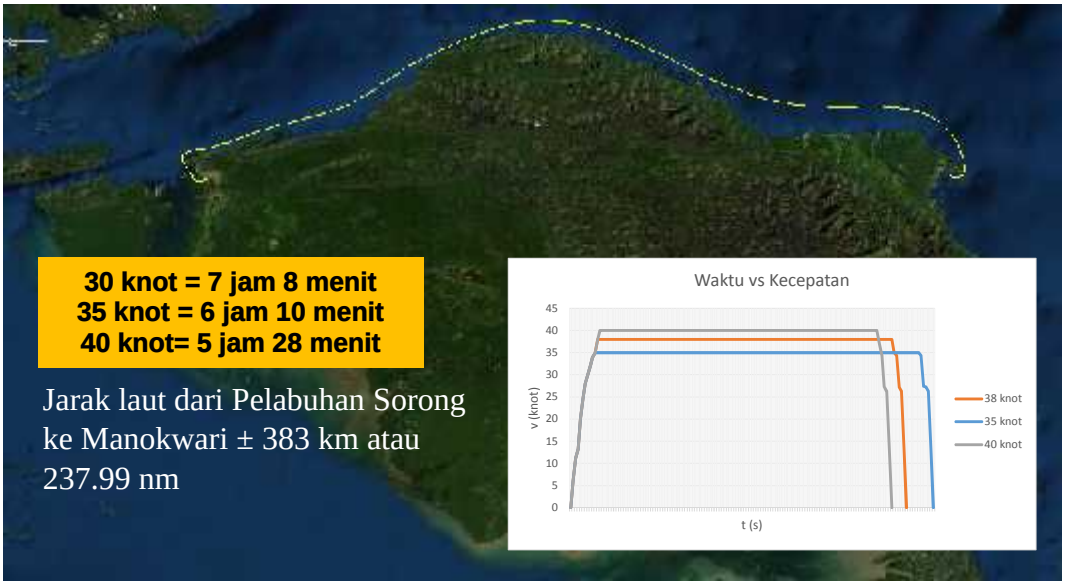
Gambar 7.9 Rute 1 dan variasi kecepatan *fast ferry*



Gambar 7.10 Rute 2 dan variasi kecepatan *fast ferry*



Gambar 7.11 Rute 3 dan variasi kecepatan *fast ferry*



Gambar 7.12 Rute 4 dan variasi kecepatan *fast ferry*

7.6 Perbandingan Teknis dan Ekonomis *Fast Ferry* dengan Transportasi Eksisting

Berdasarkan rute yang telah ditentuksn, kemudian dicari karakteristik teknis dan ekonomisnya. Karakeriistik teknis dan ekonomis ditentukan berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Berikut adalah karakteristik teknis dan ekonomis yang teah didapakan.

Tabel 7.6 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan kapal eksisting

Kapal Eksisting						
Rute	Tipe	Operator	Kisaran Harga	Lama Perjalanan	Kapasitas	Jarak Tempuh
Sorong-Manokwari	Kapal penumpang	PELNI	IDR 140,000.00	12 jam	1000 orang	392 km
			IDR 145,500.00			
			IDR 158,000.00			
			IDR 202,500.00			
Sorong-Fak fak	Kapal penumpang	PELNI	IDR 124,000.00	19 jam	1000 orang	346 km
			IDR 134,000.00			
			IDR 144,000.00			
			IDR 202,500.00			
Sorong-Misool	Kapal penumpang cepat	Swasta	IDR 250,000.00	5 jam	352 orang	138 km
Sorong-Teluk Bintuni	Kapal penumpang cepat	Swasta	IDR 500,000.00	10 jam	400 orang	365 km

Tabel 7.7 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan pesawat

Pesawat				
Rute	Operator	Kisaran Harga	Lama Perjalanan	Kapasitas
Sorong-Manokwari	Sriwijaya air	IDR 403,000.00	1 jam	132 orang
Sorong-Fak fak	Wings air	IDR 850,000.00	50 menit	74 orang
Sorong-Teluk Bintuni	Wings air	IDR 1,650,000.00	50 menit	74 orang

Tabel 7.8 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan mobil

Mobil			
Rute	Waktu	Jarak	Biaya
Sorong-Teluk Bintuni	-		
Sorong-Fak fak	-		
Sorong-Misool	-		
Sorong-Manokwari	11 jam 48 menit	594 km	IDR 550,000.00

Berdasarkan data yang telah diperoleh, rute yang telah eksisting saat ini yang menggunakan jalur air adalah pelayaran dari Sorong-Manokwari, Sorong-Fakfak, Sorong-Misool, dan Sorong- Bintuni. Untuk rute Sorong-Manokwari, Sorong-Fakfak telah disediakan oleh PELNI menggunakan kapal penumpang dengan kisaran harga, kapasitas, dan lama perjalanan seperti apda Tabel 7.6. Sementara itu,

untuk rute Sorong-Misool, dan Sorong- Bintuni telah tersedia angkutan umum kapal penumpang cepat. Namun bila dibandingkan dengan desain yang akan dibuat dan, dengan jarak tempuh yang sama dapat ditempuh dalam waktu lebih cepat beberapa jam.

Sementara itu, untuk jalur transportasi udara dalam hal ini adalah pesawat komersil telah tersedia untuk 3 rute. Rute yang tidak tersedia adalah Sorong-Misool. Bila dibandingkan dengan jalur transportasi laut dalam hal ini *ferry*, maka waktu yang ditempuh oleh jalur transportasi pesawat lebih cepat dengan jumlah kapasitas yang lebih sedikit dan harga yang relatif mahal.

Adapun untuk jalur transportasi darat dalam hal ini adalah mobil pribadi. Dalam rute perjalanannya yang hanya bisa ditempuh melalui jalur darat hanya untuk rute Sorong-Manokwari. Sementara untuk rute yang lainnya harus ditempuh melalui jalur laut. Jika dibandingkan dengan moda transportasi laut sudah dipastikan bahwa jalur darat ditempuh dengan jarak tempuh dan waktu tempuh yang lebih besar dibandingkan dengan perjalanan jalur laut. Selain itu, dengan jauhnya medan dan kontur medan yang ada, hal ini dapat menyebabkan kelelahan luar biasa.

Untuk membandingkan ketiga transortasi eksisting tersebut dengan *fast ferry*, maka estimasi harga, lama perjalanan, dan kapasitas telah ditentukan. Estimasi harga didapatkan dari interpolasi berdasarkan jumlah penumpang pada rute dan jenis kapal yang sama. Lama perjalanan didapatkan berdasarkan analisis *pattern* kecepatan yang telah dibuat. Dan kapasitas penumpang menggunakan estimasi desain awal.

Tabel 7.9 Perbandingan teknis dan ekonomis dengan menggunakan *fast ferry*

Fast ferry				
Rute	**Estimasi Harga**	**Lama Perjalanan**	**Kapasitas**	**Jarak Tempuh**
Sorong-Manokwari	IDR 1,570,000.00	7 jam 7.5 menit	120 orang	392 km
Sorong-Fak fak	IDR 1,400,000.00	6 jam 35 menit	120 orang	346 km
Sorong-Misool	IDR 555,000.00	2 jam 47 menit	120 orang	138 km
Sorong-Teluk Bintuni	IDR 1,467,000.00	6 jam 52 menit	120 orang	365 km

Berdasaran ilustrasi diatas, telah didapatkan bahwa apabila dibandingkan dengan kapal eksisting dan jalur darat, maka *fast ferry* memiliki kelebihan dalam hal waktu. Sementara apabila dibandingkan dengan jalur udara, memiliki kelebihan dalam hal kapasitas angkut. Tetapi apabila dibandingkan harga dan waktu empuh, maka moda transportasi lebih unggul. Sehubungan dengan hasil survei, telah didapatkan informasi bahwa bandara yang terdapat di Bintuni dimana lokasi ini adalah pusat perekonomian, dikelola oleh swasta dimana pihak swasta akan mengeluarkan biaya yang tinggi untuk pengelolaan bandara. Sehingga apabila diasumsikan biaya keseluruhan, maka akan ada biaya lebih yang dikeluarkan pihak perusahaan pertambangan dengan penggunaan moda transportasi udara.

7.7 Estimasi Area dan Volume

Informasi dalam templat SBSD mencakup area, volume, dan berat ruang utama yang mencakup penumpang, ruang penumpang, ruang kru, dan fasilitas di *fast ferry*. Diasumsikan bahwa ketinggian di dek harus 2.4 meter untuk memastikan bahwa volumenya cukup untuk tinggi manusia. Pada dasarnya, luasan di dek utama membutuhkan ruang tambahan selain ruang utama itu sendiri. Hal ini termasuk alat pemadam kebakaran, ruang navigasi, generator cadangan, dan lainnya. Peralatan ini belum terdaftar di tab area ruang SBSD.

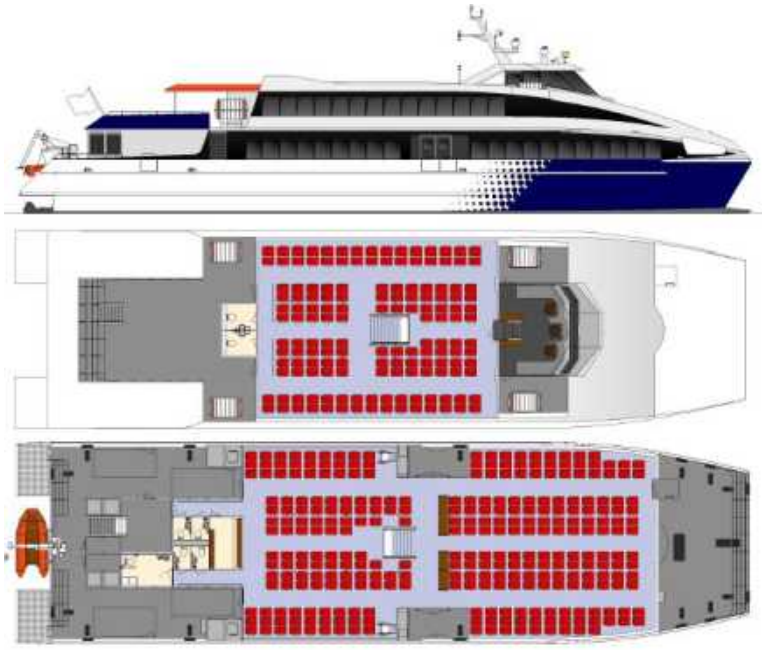
Sebagai langkah pertama, dimensi paling tepat yang dapat digunakan sebagai kapal referensi adalah Damen Fast Ferry Series 4212. Kapal ini dipilih karena memiliki area dek yang mirip dengan kebutuhan *fast ferry*, baik dek utama maupun atas. Bentuk lambung kapal pada penelitian ini akan didasarkan pada bentuk lambung Damen Fast Ferry 4212. Termasuk juga *layout* ruangan yang ada di dalam lambung kapal. Dimensi utama dari Damen Fast Ferry 4212 kemudian disesuaikan untuk diterapkan pada *fast ferry*.

Semua volume didefinisikan menggunakan kamar berbentuk persegi. Pada perhitungannya, penyimpangan kecil volume dalam templat SBSD akan terjadi seperti jalan akses ruang penumpang yang tidak dihitung dalam perhitungan. Berat semua peralatan dan perlengkapan dihitung pada tabulasi perkiraan berat. Luas minimum dek yang diperlukan untuk mengakomodasi semua penumpang di dek

utama berdasarkan perhitungan kasar adalah sekitar 400 meter persegi. Sementara pada dek atas, memerlukan sekitar 250 meter persegi. Iterasi lebih lanjut pada desain diperlukan untuk mendapatkan estimasi yang lebih baik. Karena proses SBSD tidak rapi dan tidak dapat diprediksi, informasi dalam templst diubah beberapa kali selama penelitian ketika informasi baru tersedia.

Langkah selanjutnya, sketsa dan perhitungan kasar dilakukan untuk mendapatkan area geladak minimum yang memastikan semua penumpang dapat ditampung. Sketsa rencana tata letak dibuat untuk memungkinkan semua penumpang ditempatkan di geladak utama. Sedangkan dek atas digunakan untuk fasilitas umum, ruang navigasi, dan ruang kru.

Luas minimum dek yang diperlukan untuk mengakomodasi semua penumpang di dek utama berdasarkan perhitungan kasar adalah sekitar 400 meter persegi. Sementara pada dek atas, memerlukan sekitar 250 meter persegi. Sebagai langkah pertama, dimensi paling tepat yang dapat digunakan sebagai kapal referensi adalah Damen *Fast Ferry Series* 4212. Kapal ini dipilih karena memiliki area dek yang mirip dengan kebutuhan *fast ferry*, baik dek utama maupun atas. Bentuk lambung kapal pada penelitian ini akan didasarkan pada bentuk lambung Damen *Fast Ferry* 4212. Termasuk juga layout ruangan yang ada di dalam lambung kapal. Dimensi utama dari Damen *Fast Ferry* 4212 kemudian disesuaikan untuk diterapkan pada *fast ferry*. Berdasarkan hasil perhitungan kasar yang diberikan pada Gambar 7.13, panjang efisien (LOA) dan balok (B) untuk kapal jelajah cepat masing-masing sekitar 42.2 dan 11.6 meter. Sedangkan ketinggian (H) dan draf (T) dari *fast ferry* adalah 3.8 dan 1.5 meter. Dimensi awal ini kemudian dianalisis rasionya sehingga kapal memiliki kemampuan hidrodinamik yang baik.



Gambar 7.13 Layout Damen Fast Ferry 4212

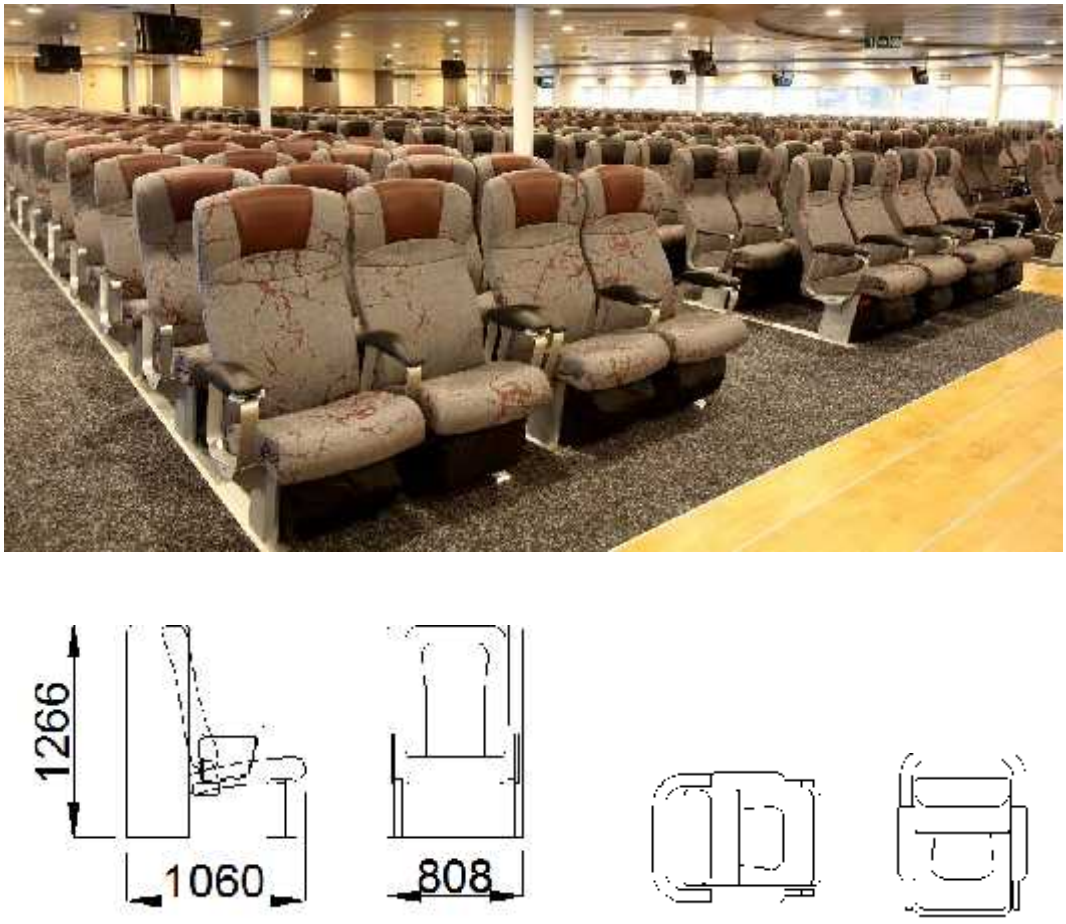
Sebuah percobaan dibuat untuk menyelidiki area yang diperlukan untuk ruang akomodasi penumpang. Percobaan ini terdiri dari dua bagian. Pertama, pengaturan luas ruangan yang diuji menggunakan metode *life-size experiment*. Percobaan ini utamanya digunakan untuk menentukan luas ruang yang cocok untuk setiap ruang. Percobaan ini juga memberikan wawasan tentang bagaimana keadaan ruangan itu bagi para penumpang. Kedua, pengaturan volume ruang diuji menggunakan metode *model-size experiment*. Percobaan ini utamanya digunakan untuk menentukan volume ruang yang cocok. Percobaan ini juga memberikan wawasan tentang bagaimana keadaan ruangan itu bagi para penumpang. Percobaan ini kemudian diaplikasikan ke dalam gambar model 3D untuk mendapatan gambaran kasar bentuk kapal.

7.7.1 Life-Size Experiment

Kebutuhan awal ruangan untuk penumpang ditentukan menggunakan Sintef Building dan Infrastructure dan berbagai sumber non-ilmiah secara online (Sintef Byggforsk, 2005) yang mana ruangan ini dianggap sebagai area dek utama di *fast ferry*. Kemungkinan area akomodasi penumpang yang sebenarnya perlu diubah pada tahap selanjutnya dalam penelitian ini. Percobaan kondisi pemuatan yang

berbeda dilakukan dengan menandai area yang diperlukan untuk setiap penumpang di atas kapal. Kursi digunakan untuk menentukan ukuran luas untuk tiap ruang yang berbeda.

Dengan fungsi utama kapal adalah memberikan kenyamanan bagi penumpang, maka kursi yang digunakan adalah kursi khusus yang digunakan untuk kendaraan kelas bisnis. Kursi yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 7.14 Kursi yang digunakan

Dengan digunakannya kursi ini, maka dapat memberi indikasi yang lebih baik tentang batasan ruang aktual. Kondisi pemuatan yang diuji disajikan pada Tabel 7.10.

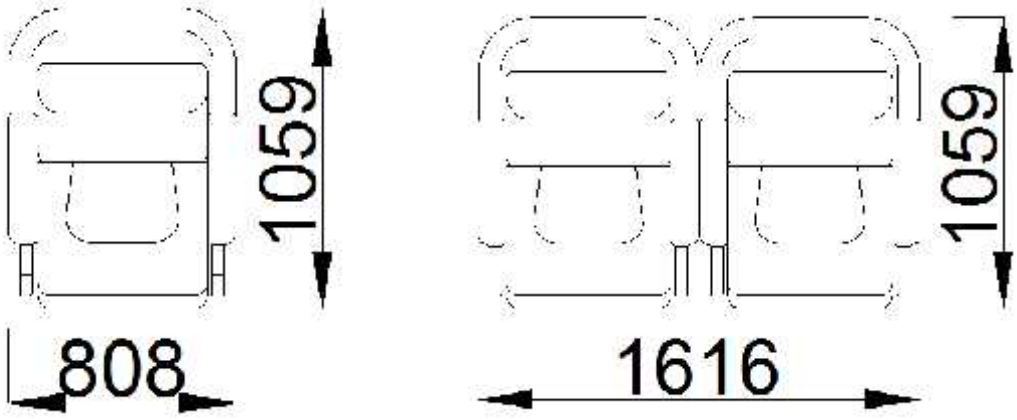
Tabel 7.10 Kondisi pemuatan

Label	Kondisi Pemuatan	Keterangan

A	Ruang per orang	- 1 kursi dengan orang - 2 kursi dengan 2 orang
B	Orang per kolom	- 4 kursi dalam 1 kolom dengan akses di tengah
C	Orang per baris dan kolom	- 16 kursi dalam 1 baris dan kolom dengan akses di tengah
D	Orang per baris dan kolom	- 100 kursi

Sintef Building and Infrastructure mendefinisikan luas bahu seseorang sebagai 63 cm. Mereka juga mendefinisikan ruang yang dibutuhkan untuk kursi termasuk ruang kaki minimal 1000 mm. Perkiraan yang wajar untuk lebar minimal tempat duduk adalah 700 mm.

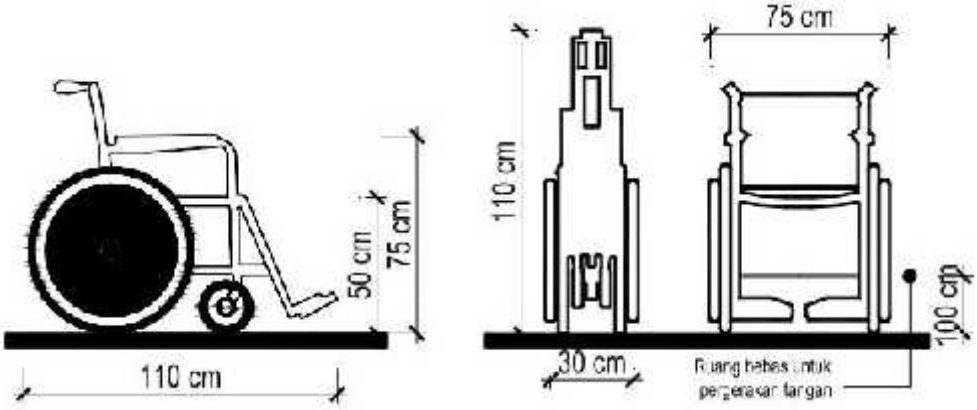
Kondisi pemuatan A1 adalah verifikasi ukuran langsung ruang ini. Kondisi pemuatan A pada Gambar 7.15 amenunjukkan bagaimana seseorang duduk secara normal dalam jarak 1059 mm. Kondisi pemuatan A2 telah diuji untuk memverifikasi bahwa 808 mm sudah cukup ketika orang duduk berdekatan. Gambar 7.15 b dengan jelas menggambarkan bahwa kedua penumpang memiliki ruang yang cukup untuk merasa nyaman. Dengan ukuran ini, tidak akan menjadi masalah jika para penumpang memiliki bahu yang lebih lebar.



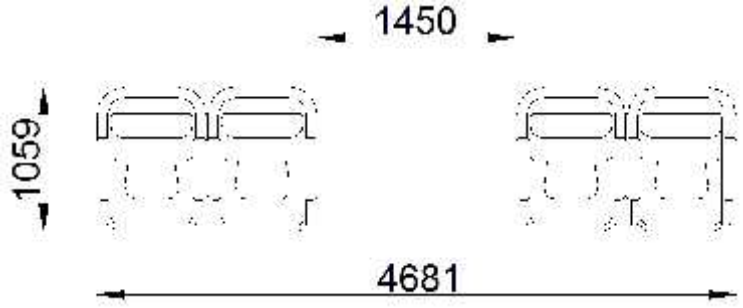
(a) Kondisi pemuatan A1 (b) Kondisi pemuatan A2

Gambar 7.15 Kondisi A1 dan A2 dalam pengujian ukuran sebenarnya

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang ruangan jika *fast ferry* diisi dengan penumpang reguler, 4 kursi diatur di dalam ruangan. Penataan kursi digunakan untuk mendefinisikan kenyamanan penumpang yang lebih baik. Ruang yang diatur dengan 4 kursi di setiap sisi adalah desain yang paling sederhana. Karena *fast ferry* didesain untuk dapat mengangkut penumpang dengan kursi roda, maka jarak antar kursi di tengah kolom kursi akan disesuaikan dengan ukuran kursi roda. Hal ini juga akan memberikan fungsionalitas yang baik karena memudahkan kursi roda untuk bergerak melintasi ruangan. Ukuran kursi roda yang digunakan adalah seperti pada gambar Gambar 7.16 sehingga pengaturan kursi ini diilustrasikan pada Gambar 7.17.



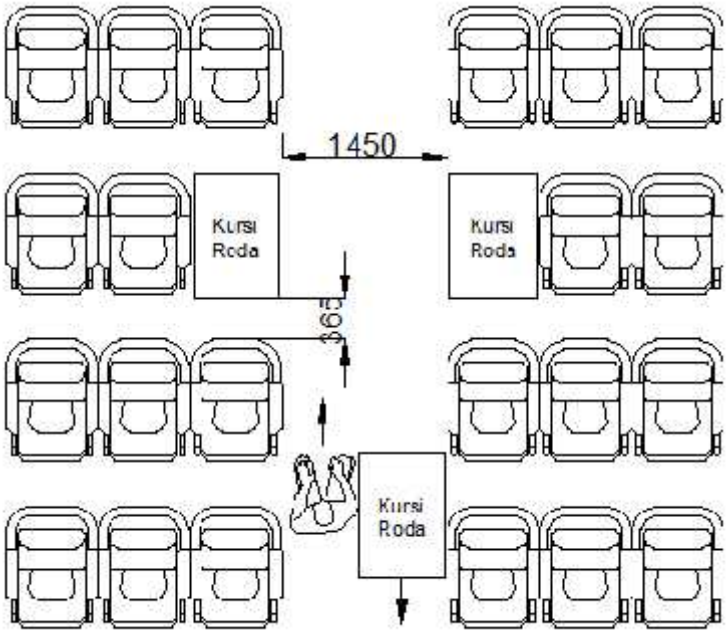
Gambar 7.16 Spesifikasi kursi roda untuk penyesuaian ukuran



Gambar 7.17 Kondisi B dalam pengujian ukuran sebenarnya

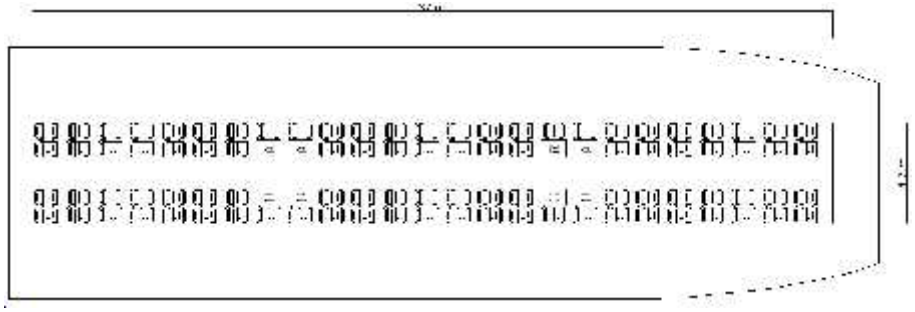
Kondisi pemuatan termasuk kursi roda diuji untuk menentukan seberapa praktis desain yang disebutkan di atas. Kondisi pemuatan C mencakup 16 kursi dalam 1 baris dan kolom dengan akses di tengah serta menambahkan kursi roda diantara kursi tersebut. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 7.18. Seperti yang

terlihat dari gambar, satu kursi roda yang diletakkan di antara kursi tidak menimbulkan masalah dalam hal ruang untuk akses. Ada ruang antara kursi dan kursi roda untuk orang bergerak sehingga arus penumpang tidak akan terhambat apabila ada kursi roda dan pejalan kaki yang bersalipan. Untuk mempermudah evakuasi dalam keadaan darurat, maka ruang untuk kursi roda akan ditempatkan di darah paling dekat dengan *gangway* dan pintu keluar masuk kapal.

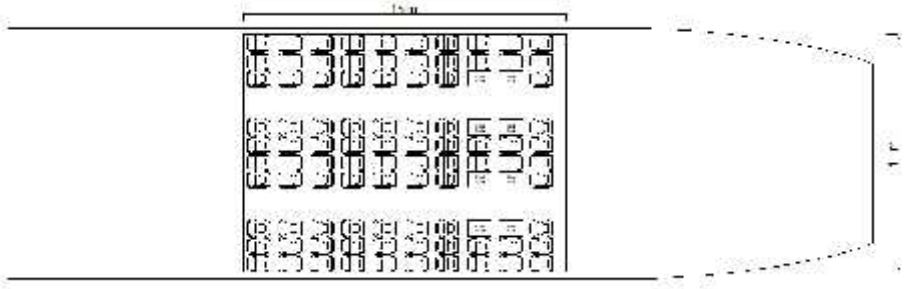


Gambar 7.18 Kondisi D dalam pengujian ukuran sebenarnya

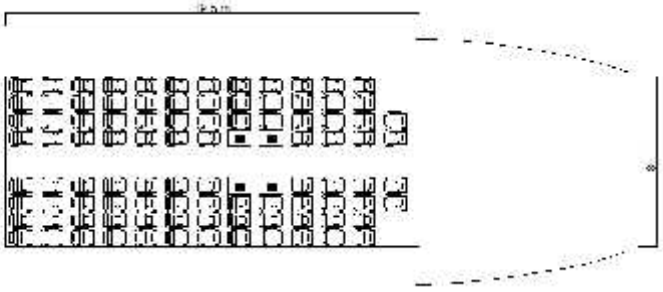
Kondisi pemuatan penuh untuk 100 penumpang termasuk kursi roda diuji untuk menentukan seberapa praktis desain yang disebutkan di atas. Kondisi pemuatan D mencakup beberapa variasi untuk 100 kursi termasuk kursi roda dengan jalan akses di tengahnya. Batasan ukuran dalam penataan ruangan ini adalah ukuran panjang dan lebar kapal. *Fast ferry* memiliki dimensi 42.2 x 11.6 meter. Pada penelitian ini, dibuat 3 variasi penataan ruangan untuk 100 penumpang. Variasi pertama adalah dengan menggunakan batasan maksimal panjang kapal 40 meter, yang kedua adalah dengan batasan lebar maksimal 11 meter, dan yang ketiga adalah dengan batasan kurang dari panjang 42.2 meter dan lebar 11.6 meter. Variasi-variasi ini dapat dilihat pada Gambar 7.19 - Gambar 7.21.



Gambar 7.19 Variasi 1 untuk penataan ruang penumpang



Gambar 7.20 Variasi 2 untuk penataan ruang penumpang



Gambar 7.21 Variasi 3 untuk penataan ruang penumpang

Berdasarkan 3 variasi diatas, variasi pertama dieliminasi karena penataan ruangannya tidak efisien. Dengan penataan seperti ini, maka akan ada memakan banyak ruangan yang seharusnya bisa digunakan untuk ruangan lain. Sehingga yang paling memungkinkan adalah penataan ruangan variasi 2 dan 3. Pada desain kali ini, utama kapal diharapkan dapat menampung semua penumpang dan fasilitasnya. Tetapi, tidak hanya ruang penumpang dan fasilitas penumpang saja yang akan terletak di dek utama. Berbagai perlengkapan kapal yang mendukung operasional juga akan terletak di dek utama seperti genset, peralatan pemadam kebakaran, dan peralatan keselamatan. Dengan demikian, untuk menampung semua itu diharapkan seluruh dek utama dapat digunakan sehingga dapat memaksimalkan area yang dapat digunakan untuk menampung itu semua.

Berdasarkan hal ini, variasi penataan ruangan nomor 3 dieliminasi karena dengan adanya sisa ruang di samping akan membuang area yang sedianya bisa dimaksimalkan untuk menampung peralatan tersebut. Sehingga penataan ruang variasi nomor 2 dipilih untuk desain lebih lanjut dalam penelitian ini. Pada variasi 2 penataan ruangan, beberapa keputusan dibuat tentang desain kapal. Kursi akan ditempatkan di hingga mencapai dinding kapal untuk memastikan penggunaan maksimal area dek utama.

Luas minimum dek yang diperlukan untuk mengakomodasi semua muatan berdasarkan perhitungan pada Tabel 7.11 adalah sekitar 478.89 meter persegi. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas, proses ini akan dievaluasi kembali pada tahap selanjutnya. Semua keputusan berdasarkan *life-size experiment* membutuhkan verifikasi lebih lanjut setelah dibuat sket rencana umum dan perhitungan ruang volume pada kapal. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas, lalu dibuat sket rencana umum yang menampung semua kebutuhan di kapal untuk ruang akomodasi yang dapat dilihat pada Gambar 7.22.

Tabel 7.11 Tabel *life-size experiment* dan *model-size experiment*

Kategori muatan	**Jumlah**	**Berat per unit**	**Luasan per unit**	**Tinggi**	**Volume unit**
		kg	**m2**	**m**	**m3**
Kru	13	85	0.33	2.4	0.79
Penumpang	100	85	0.33	2.4	0.79
Barang	100	20	0.07	2.4	0.17
Provision	100	5	0.12	2.4	0.29
Total	213	12105	56.29		135.10

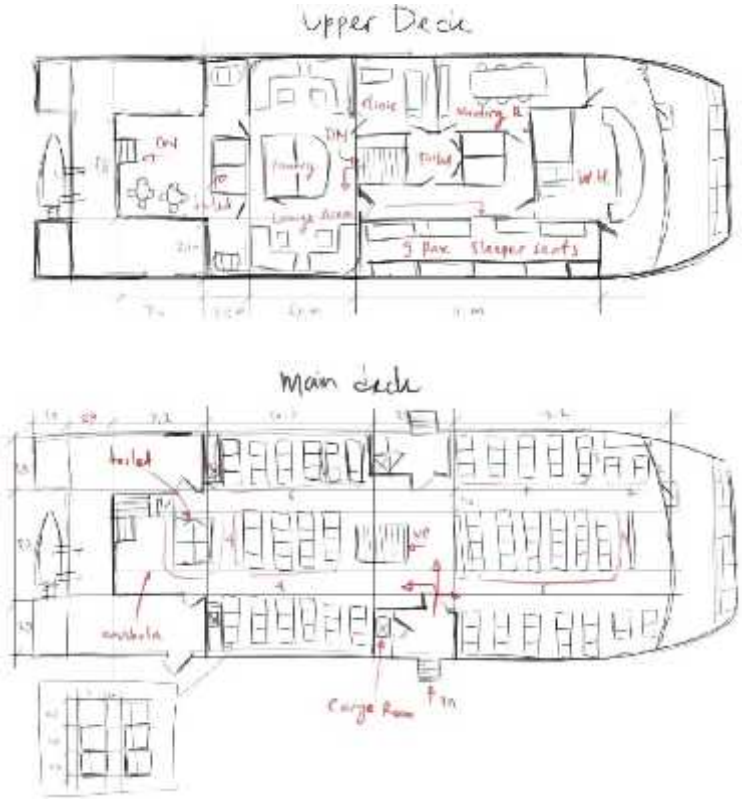
Nama	**Jumlah**	**Luasan area**	**Tinggi**	**Luas Area Total**	**Volume**
		m2	**m**	**m2**	**m3**
Kursi penumpang & spasi	100	1.212	2.4	121.2	290.88

Gangway	1		2.4	43.8	105.12
Sub-Total			m2/pax	165	396

Nama	**Jumlah**	**Luasan area**	**Tinggi**	**Luas Area Total**	**Volume**
		m2	**m**	**m2**	**m3**
Kamar kru	5	9	2.4	45	108
Hiburan kru	1	9	2.4	9	21.6
Sub-Total			m2/pax	54	129.6

Nama	**Jumlah**	**Luasan area**	**Tinggi**	**Luas Area Total**	**Volume**
		m2	**m**	**m2**	**m3**
Kamar mandi	8	1.6	2.4	12.8	30.72
Kursi Lounge (set)	4	14.3	2.4	57.2	137.28
Standing area lounge	1	20	2.4	20	48
Pantry	1	10.56	2.4	10.56	25.344
Kursi santai di dek luar	20	2	2.4	40	96
Mushola	1	12	2.4	12	28.8
Klinik	1	7.5	2.4	7.5	18
Sub-Total			m2/pax	160.06	384.144

Total+margin 10%		478.89	1149.302



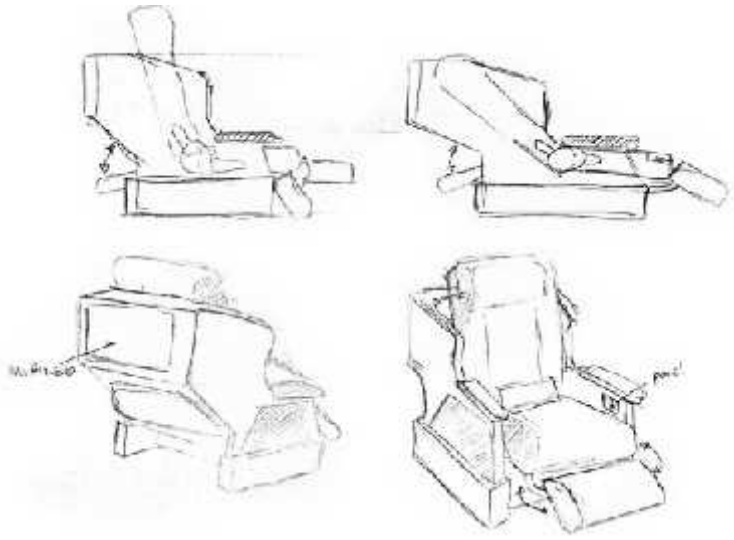
Gambar 7.22 Sketsa kasar area geladak yang diperlukan

7.7.2 Model-Size Experiment

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan dimensi volume yang sesuai dari ruang penumpang dan bagaimana penempatan penumpang harus diatur. Karena akan ada banyak kemungkinan kondisi pemuatan yang tidak terbatas, tidak mungkin untuk menguji itu semua. Karena itu, kondisi yang dianggap paling relevan dan kemungkinan besar akan terjadi digunakan menjadi fokus. Setelah itu, dimensi utama kapal akan digunakan. Sebagai langkah awal dalam menyelesaikan bentuk lambung geometri, geometri dek, dan pengaturan umum, pengaturan sketsa sederhana dikembangkan untuk area yang mendukung operasi misi, propulsi, dan fungsi-fungsi terbatas kritis lainnya. Sketsa pengaturan dibuat untuk memastikan semua volume, area, dan benda besar yang diperlukan akan masuk ke dalam kapal. Untuk mencapai hal ini, sekat melintang, geladak, tangki utama, dan ruang utama telah ditentukan. Saat membuat sketsa, banyak hal yang dipertimbangkan termasuk stabilitas, trim, penampang radar, stabilitas kerusakan, penempatan objek besar,

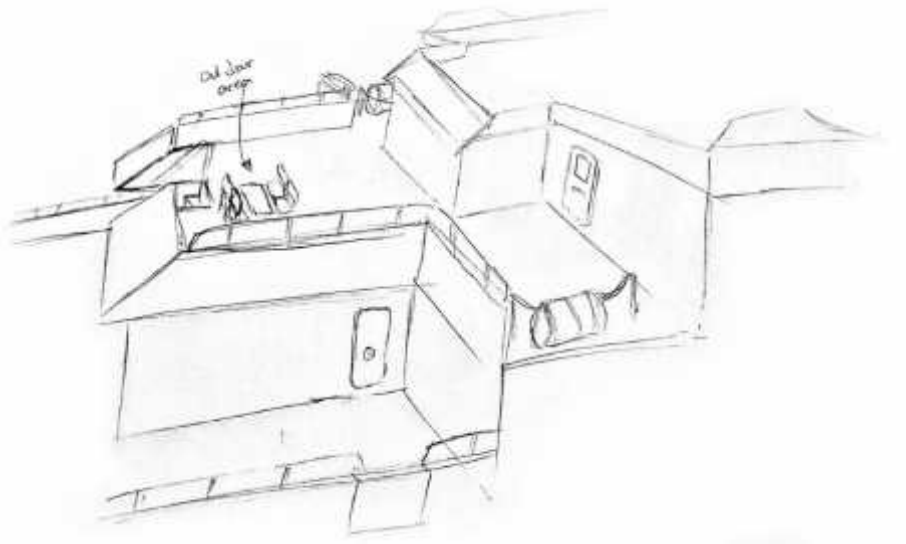
pemasukan dan pembuangan engine, efisiensi struktural, kemampuan bertahan, dan fungsi.

Masalah paling kritis dalam penelitian ini adalah kapasitas dan kemampuan kapal untuk mengakomodasi semua penumpang dengan fasilitas yang sangat nyaman untuk beristirahat selama perjalanan. Kursi penumpang yang nyaman adalah salah satu kunci, sehingga faktor ini digunakan sebagai referensi dasar oleh perancang untuk bekerja pada tahap pengaturan umum awal. Ini dilakukan karena kursi penumpang adalah fasilitas utama untuk kapal ini dan membutuhkan ruang terbesar. Jenis kursi penumpang yang sesuai dengan posisi duduk dan tidur serta jarak yang cukup di antara mereka dapat membuat penumpang bergerak bebas atau beristirahat dalam-dalam.

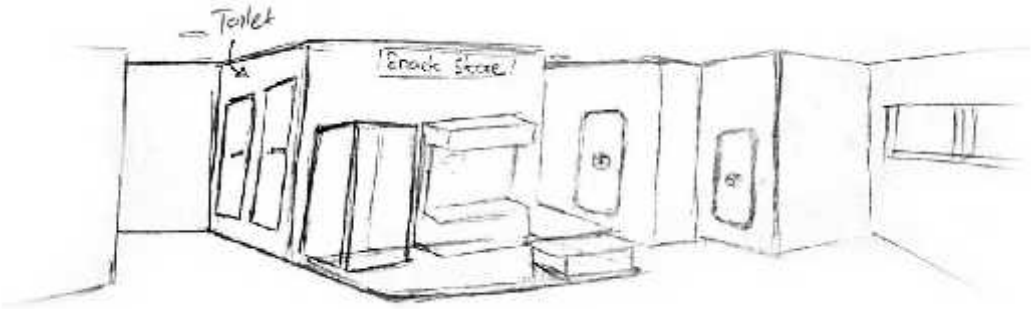


Gambar 7.23 Sket kursi penumpang

Faktor-faktor lain yang juga penting dalam memberikan kenyamanan penumpang adalah ketersediaan fasilitas rekreasi baik di balkon maupun *lounge* di dalam kapal. Sketsa awal desain balkon dan *lounge* diberikan pada Gambar 7.24 dan Gambar 7.25. Setelah menentukan luasan dan volume tiap ruang utama kapal, sket 3D akan dibuat untuk memsatikan bahwa seluruh ruang utama dapat terakomodasi dengan baik di atas lambung kapal seperti pada Gambar 7.26.

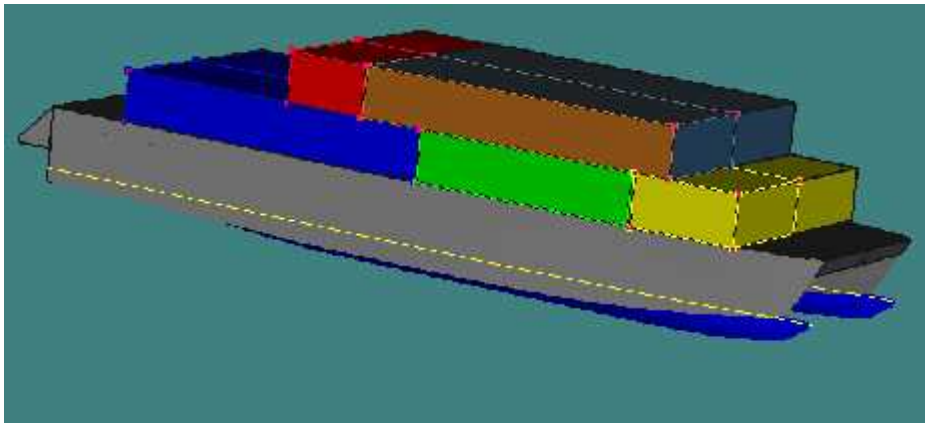


Gambar 7.24 Balkon belakang *fast ferry*



Gambar 7.25 Lounge

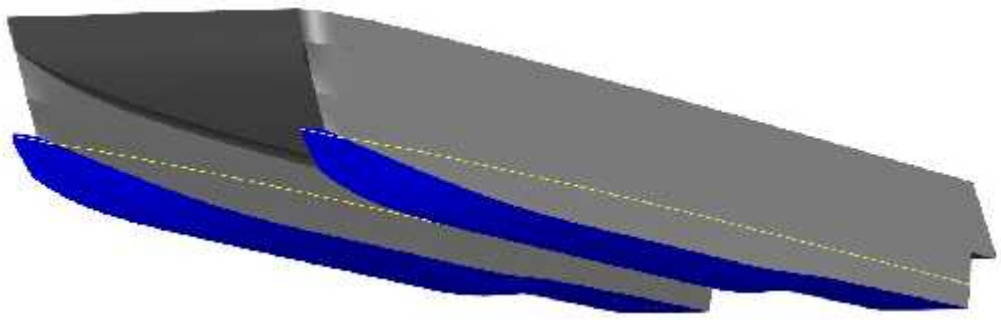
Semua volume didefinisikan menggunakan ruang berbentuk persegi. Pada perhitungannya, penyimpangan kecil volume dalam templat SBSD akan terjadi seperti jalan akses ruang penumpang yang tidak dihitung dalam perhitungan. Volume minimum yang diperlukan untuk mengakomodasi semua muatan berdasarkan perhitungan kasar adalah sekitar 1149.302 meter kubik



Gambar 7.26 Sket 3D ruangan-ruangan utama

7.8 Bentuk Lambung dan Dimensi Utama

Berdasarkan hasil analisis persyaratan fungsi utama, desain lambung pilihan untuk *fast ferry* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah lambung simetris katamaran yang terbuat dari aluminium, dengan dua sistem propulsi *waterjet* dipasang di setiap *demihull*. Pandangan perspektif lambung ditunjukkan pada Gambar 7.27.



Gambar 7.27 Perspektif pandangan lambung, melihat ke atas dari bawah

Aspek-aspek dari desain lambung dan *trade-off* yang terkait adalah sebagai berikut:

1. Lebih banyak ruang yang tersedia

Dua lambung terpisah dari katamaran seringkali dapat menyediakan hingga dua kali lipat jumlah ruang dibandingkan *monohull* dengan panjang yang sama. Kondisi ini memungkinkan kita untuk lebih mudah mendesain ruangan dan menyesuaikan posisi penumpang di dalam kapal. Desain *fast ferry* memungkinkan dek penumpang dan dek luar berada pada level yang sama.

2. Stabilitas yang memadai

   Bentuk lambung jenis ini memiliki stabilitas memanjang dan melintang yang memadai untuk menghindari asumsi sudut trim dan tumit yang tidak diinginkan selama pemuatan dan pembongkaran penumpang. Faktanya, kedua setengah lambung kapal katamaran menawarkan stabilitas alami di laut dan mereka tidak memerlukan stabilisator. Menciptakan pelayaran yang lebih mulus di cuaca Papua yang tidak terduga.

3. Aman

   Lambung jenis ini sangat stabil dan memiliki daya apung alami, membuatnya tidak dapat tenggelam. Katamaran dapat terbalik dalam kecelakaan buruk, tetapi lebih baik dapat diselamatkan secara mengapung di permukaan air daripada tenggelam ke dasar air. Terlebih lagi, bergerak di dek datar jauh lebih aman daripada di dek miring.

4. Hambatan yang kecil ketika bergerak maju

   Dengan lambung sempit, halus, dan simetris, maka akan memiliki hambatan yang lebih kecil untuk bergerak maju, tetapi mereka menawarkan stabilitas yang lebih sedikit, kemampuan manuver yang lebih rendah, dan resistensi yang lebih tinggi saat berbelok.

5. Konsumsi bahan bakar yang efisien

   Kelebihan katamaran adalah memiliki hambatan yang kecil. Berdasarkan ilmu hidrodinamika dasar: dua lambung ramping memiliki hambatan yang rendah. Lambung ini dapat menggesek air jauh lebih sedikit daripada satu lambung yang lebih luas sehingga membutuhkan mesin yang lebih kecil untuk meningkatkan efisiensi. Karena katamaran dapat mengurangi hambatan, maka dapat jauh lebih hemat bahan bakar. Total konsumsi bahan bakar catamaran dapat mencapai 30% lebih sedikit dari monohull dengan panjang yang relatif sama (Caswell, 2019).

6. Kemampuan manuver tinggi

   Karena lambung dipisahkan menjadi dua, kapal ini sangat bisa dikendalikan dengan mesin kembar mereka. Memiliki dua mesin terpisah menghilangkan kebutuhan *bow thruster*. Katamaran juga memiliki draft yang kecil, sehingga ia dapat dioperasikan ke tempat-tempat yang tidak bisa dijangkau dengan *monohull*. Hal ini bisa menguntungkan, karena kedalaman pada rute memiliki kontur kedalaman yang bervariasi.

7. Pemeliharaan yang efisien

   Dengan dua lambung yang terpisah, jadi tentu ada pertukaran antara biaya pemeliharaan dengan keandalan dan redundansi. Memiliki tambahan keandalan dan redudansi ada suatu manfaat besar.

8. Biaya pembangunan yang berharga

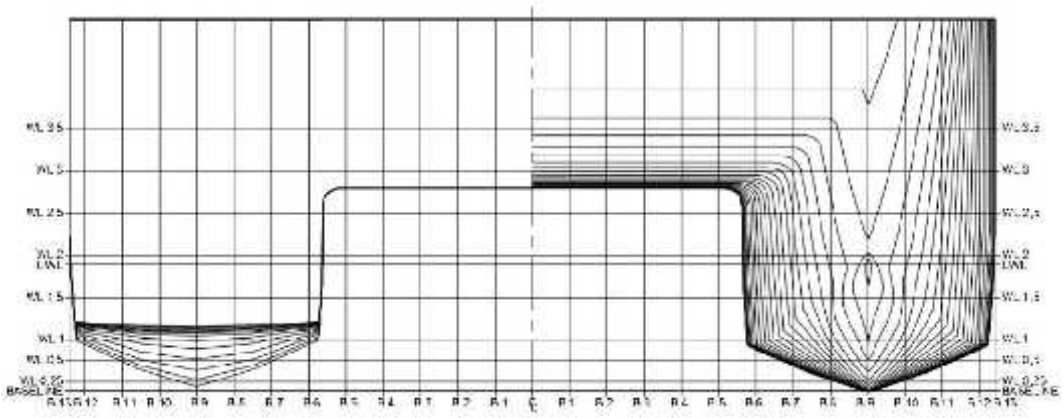
   Dengan menggandakan semua yang ada di *demihull*, biaya dapat menjadi tinggi. Tetapi, dengan kelebihan lain yang disebutkan dalam poin sebelumnya, tampaknya tidak menjadi masalah jika perusahaan mengeluarkan lebih banyak biaya untuk kenyamanan dan keselamatan penumpang dan muatan mereka. Ini adalah investasi yang layak untuk perusahaan.

Dalam aspek-aspek kunci yang diberikan, tim desain menunjukkan keyakinan bahwa bentuk lambung simetris katamaran adalah pilihan yang tepat untuk *fast ferry*. Damen Fast Ferry Series 4212 dipilih sebagai referensi untuk menentukan dimensi utama kapal pesiar cepat. Kapal ini dipilih karena memiliki area dek yang mirip dengan kebutuhan *fast ferry*, baik dek utama maupun atas. Dimensi utama dari Damen Fast Ferry 4212 kemudian disesuaikan untuk diterapkan pada *fast ferry*. Berdasarkan hasil perhitungan kasar yang diberikan pada percobaan estimasi area yang diperlukan di dek utama, panjang efisien (LOA) dan balok (B) untuk kapal jelajah cepat masing-masing sekitar 40 dan 11 meter. Sedangkan ketinggian (H) dan draf (T) dari kapal pesiar cepat akan mengikuti dimensi Fast Ferry 4212 sebagai inisial. Dimensi awal ini kemudian dianalisis rasionya sehingga kapal memiliki kemampuan hidrodinamik yang baik

Dimensi utama awal kemudian dilanjutkan untuk membuat model bentuk lambung dalam perangkat lunak pemodelan 3D. Bentuk lambung yang diperoleh yang memenuhi semua spesifikasi diberikan pada Gambar 7.27. Dimensi utama utama kapal pesiar cepat berdasarkan model diberikan pada Tabel 7.12 Dimensi utama *fast ferry*.

Tabel 7.12 Dimensi utama *fast ferry*

Parameter	**Variable**	**Nilai**	
Panjang keseluruhan	**L.O.A**	40.387	m
Panjang garis air	**L.W.L**	39,997	m
Lebar keseluruhan	**B**	11.02	m
Lebar *demihull*	**B1**	3	m
Tinggi dek utama	**H**	4.43	m
Sarat penuh	**T**	1.5	m
Displasmen Penuh	**Δ**	213.3	Ton
Koefisien blok	**C**	0,571	



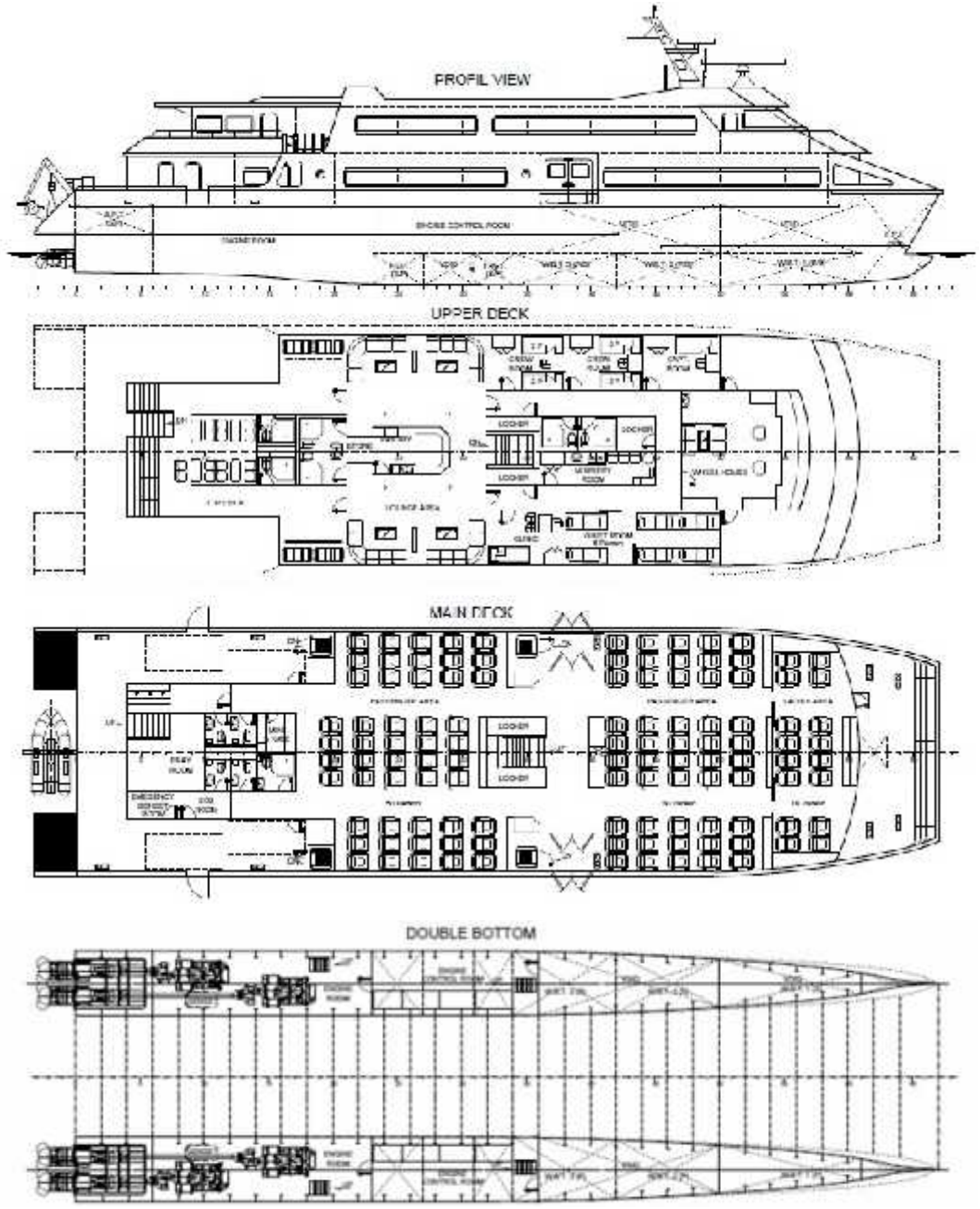
Gambar 7.28 Rencana awal lambung *fast ferry*

BAB 8
DESAIN AKHIR

Berdasarakan pengembangan konsep yang sudah diuraikan pada BAB 7, tahap selanjutnya adalah membahas pekerjaan yang terkait dengan mentransformasikan pengembangan konsep ke dalam bentuk desain akhir. Pengembangan konsep dimulai melalui sesi curah pendapat dengan mempertimbangkan karakteristik daerah operasi. Tujuannya adalah untuk menemukan semua konsep yang mungkin yang memenuhi fungsi utama. Evaluasi konsep akan dibuat menggunakan berbagai metode peringkat untuk membatasi ruang desain. Konsep awal diatur melalui *brainstorming* untuk menentukan aspek-aspek penting untuk membuat bentuk dasar yang selanjutnya akan dievaluasi dengan pertimbangan yang relevan terkait dengan keselamatan dan desain. Terakhir, area serta volume yang diperlukan di kapal akan diidentifikasi.

8.1 Rencana Umum

Langkah pertama dalam menciptakan rencana umum *fast ferry* adalah membuat tampilan profil dan tampilan rencana umum dalam perangkat lunak perancangan dan kemudian mencetaknya untuk digunakan sebagai garis besar. Area dan volume yang diperlukan ditentukan dari percobaan sebelumnya dan digunakan untuk membantu menentukan pengaturan. Setelah itu, sekat dibuat secara manual untuk batas batas antar ruangan. Setelah mendapatkan pengaturan yang efisien, sketsa pengaturan diubah menjadi gambar digital menggunakan perangkat lunak perancangan. Peralatan dan furnitur tambahan kemudian ditempatkan di setiap dek sebagai pelengkap dalam proses desain. Kemudian rencana umum harus dicek dengan aturan dan regulasi yang berlaku.



Gambar 8.1 Rencana Umum awal *fast ferry*

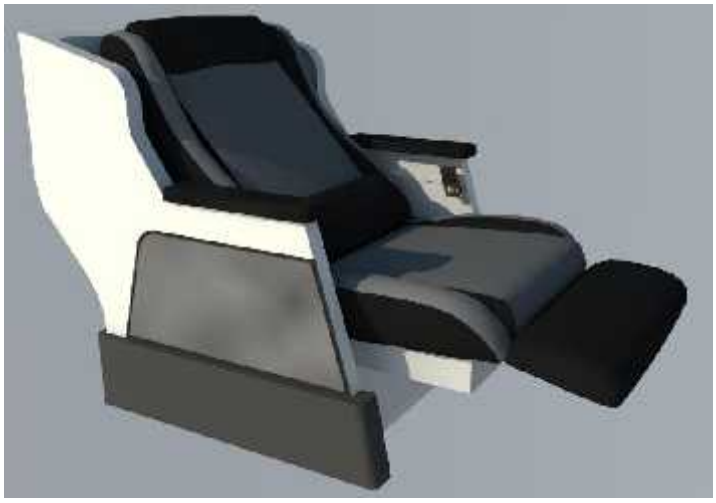
8.2 Akomodasi Penumpang

Fast ferry dirancang untuk mengangkut minimal 100 penumpang dengan ruang tertutup di dek utama dan atas. Biasanya, semua penumpang dirancang untuk beristirahat di dek utama selama perjalanan. Sementara dek kedua disiapkan untuk mengantisipasi penumpang yang membutuhkan hiburan atau mereka yang sakit, sehingga tidak mengganggu yang lain. Desain ini memisahkan penumpang dari

aktivitas sosial mereka, dengan fokus ruang utama penumpang di geladak utama dan ruang hiburan penumpang di geladak atas. Kapal ini dirancang untuk memaksimalkan kenyamanan istirahat mereka selama pelayaran. Kursi yang dapat disesuaikan dipasang di setiap dek untuk setiap penumpang kapal. Pengaturan kapal juga memungkinkan penumpang untuk berpindah dari satu ujung kapal ke ujung lainnya dan dari satu dek ke yang lain.

8.2.1 Akomodasi Penumpang di Dek Utama

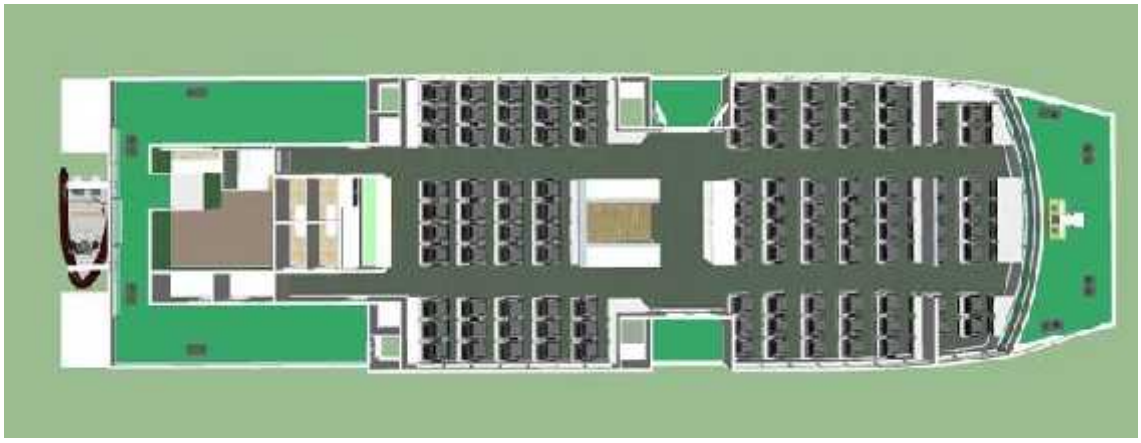
Ruang penumpang di dek utama memberikan area yang luas untuk 116 kursi penumpang yang dapat disesuaikan, loker, kamar kecil, dan ruang sholat. *Lounge* utama dibagi menjadi 2 pada 1/8 dan 7/8 bagian dari area penumpang dengan sekat transversal di antara mereka. Sekat ini digunakan untuk memisahkan penumpang pria dan wanita. Enam belas kursi yang dapat disesuaikan disiapkan untuk wanita di 1/8 area depan dan 100 kursi disiapkan untuk penghuni pria yang tersisa. Tiga toilet di bagian belakang disiapkan untuk pria dan 2 toilet di sisi lain disiapkan untuk penumpang wanita.



Gambar 8.2 Perspektif tampilan kursi yang telah disesuaikan

Total luas dek ini sekitar 383,4 meter persegi, dimana 322,15 meter persegi terletak di dalam ruangan dan 61,25 meter persegi terletak di luar ruangan. Ruang ini dirancang dengan konsep minimalis, berkarpet, dan dilengkapi dengan pendingin udara untuk menjaga kelembaban sehingga penumpang tetap nyaman

selama perjalanan. Kursi diatur dengan kombinasi 3 atau 4 kursi per kolom dan jarak yang cukup antara kolom untuk akses penumpang. Gambar 8.2 menunjukkan pandangan perspektif dari kursi yang dapat disesuaikan dengan 130^0 posisi *backrest*. Akses untuk memuat dan menurunkan penumpang di sisi kiri dan kanan memungkinkan kapal untuk bersandar lebih bebas di dermaga. Gambar 8.3 menunjukkan susunan dek utama.



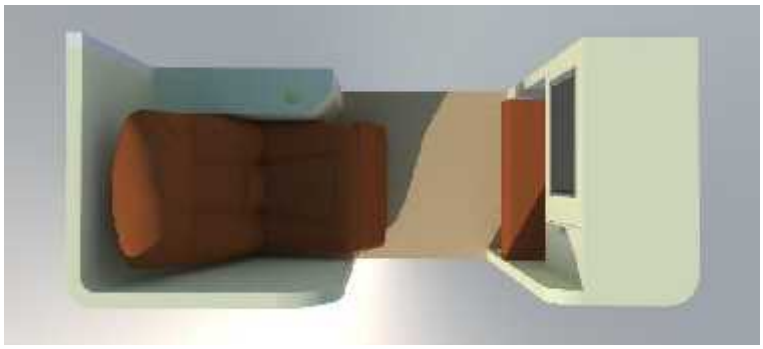
Gambar 8.3 Pengaturan di dek utama

Gambar 8.4 Pengaturan di dek atas

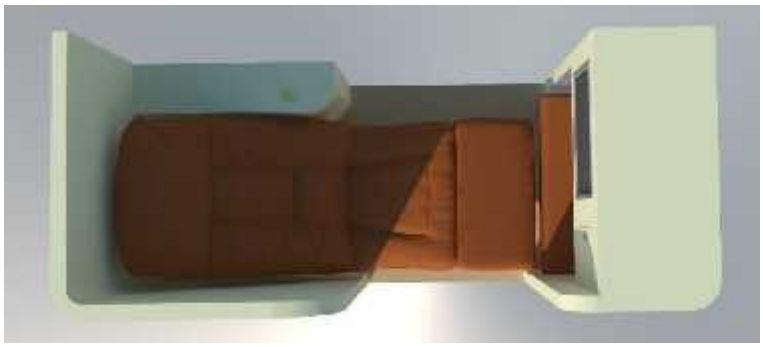
8.2.2 Akomodasi Penumpang di Dek Atas

Di dek atas, kapal ini memiliki ruang besar untuk aktivitas hiburan. *Lounge* penumpang menawarkan ruang untuk dua set sofa di setiap sisi, kursi bar hingga 10 penumpang, dan ruang bebas untuk berdiri hingga 20 penumpang. Di dek ini juga ada klinik, ruang rapat, kamar kecil, ruang untuk kru, dan rumah

kemudi. Kursi tidur digunakan sebagai tempat tidur bagi penumpang yang mabuk laut atau sakit selama perjalanan laut. Fasilitas ini pada dasarnya adalah kursi yang sandarannya dapat diputar hingga 180^0 sehingga menjadi tempat tidur yang mana kursi ini berbeda dengan kursi yang hanya dapat diputar hingga 130^0. Gambar 8.5 dan Gambar 8.6, masing-masing, menunjukkan tampilan atas kursi tidur pada posisi normal dan tidur. Balkon depan kapal dapat diakses dari ruang kemudi, dan balkon belakang yang luas juga disediakan untuk menambah ruang penumpang. Total ruang dek ini sekitar 275,98 meter persegi dimana 210,78 meter persegi terletak di dalam ruangan dan 65,20 meter persegi terletak di luar ruangan. Gambar 8.4 menunjukkan pengaturan dek atas.



Gambar 8.5 Tampilan teratas dari kursi tidur pada posisi normal



Gambar 8.6 Tampilan teratas dari kursi tidur pada posisi tidur

8.2.3 Tangga

Anak tanggas di bagian tengah dan tengah-belakang kapaln mengarah ke setiap geladak yang memungkinkan penumpang dan awak dapat bergerak dengan bebas. Tangga dirancang agar penumpang dapat berjalan bersamaan

dari berbagai arah. Genggaman tangan juga ditempel di setiap sisi tangga sehingga penumpang bisa berjalan dengan aman.

8.3 Akomodasi Kru

Kapal dilengkapi untuk beroperasi dengan awak sebanyak 15 orang. Semua kamar kru ditempatkan di dek atas pada sisi *portside* kapal. Kamar akomodasi kru dapat diakses melalui gang dari area *lounge* di dek atas atau langsung dari ruang navigasi. Pada ruang aomodasi kru, juga tersedia kamar untuk kapten dan dua kamar untuk awak kapal lain selain kru utama. Kamar ini secara konseptual dilengkapi dengan meja kursi, lemari es kecil, lemari penyimpanan di bawah meja, *microwave*, *coffee pot*, dan tempat sampah. Loker penyimpanan dapat diakses dari ruang kru, diaman loker ini tersedia dalam bentuk loker gantung dan ruang untuk *general stores*.

Dalam desain ruang kemudi, visibilitas ke arah depan dan samping menjadi sangat penting. Ruang kemudi terletak di bagian depan pada dek atas untuk mendapatkan pandangan area sekitarnya, serta garis pandang yang tidak terhalang oleh konsol kontrol ke tepi dek di kedua ujungnya, dengan ketinggian operator berkisar antara 1,55- 1.8 meter (rata-rata tinggi orang Indonesia).

Ruang kemudi diisolasi dari ruang penumpang, dan diakses oleh satu pintu yang dapat dikunci. Ruang ini juga dilengkapi dengan kontrol terpisah dari ruang penumpang. Dua konsol kontrol identik dipasang di ruang kemudi. Meja dengan kursi berlapis kain tunggal di kedua ujungnya juga tersedia. Tata letak semua kontrol dan tempat duduk dibuat sederhana dan dirancang secara ergonomis dengan memenuhi standar desain rekayasa manusia.

Peralatan navigasi, elektronik dan peralatan lain yang berlokasi di ruang kemudi termasuk paling tidak sebagai berikut:

a. Dua radar dengan tampilan di setiap konsol
b. Lighting panel
c. Panel alarm
d. Dua radio VHF
e. Kontrol dan indikator kemudi

f. Monitor mesin
g. Transduser / fathometer
h. Dua lampu sorot (masing-masing dipasang di sisi tiang yang berlawanan)
i. GPS
j. *Transceiver* AIS
k. Malfunction display
l. Electronic chart plotter
m. Wiper jendela
n. Ventilasi / kipas defroster jendela
o. Dua atau lebih jendela geser horizon

8.4 Estimasi Berat

Total berat *fast ferry* dibagi menjadi 2 kelompok utama, yaitu berat *lightship* dan berat mati. Keduanya memiliki komponen individual yang akan dibahas pada bagian ini. Persentase kedua kelompok dibandingkan dengan berat total adalah 80% untuk berat badan kapal dan 20% untuk bobot mati. Persentase ini diperoleh dari kapal-kapal sebelumnya yang telah dibangun. Dari perhitungan, didapat bahwa bobot total kapal adalah 212,722 ton Rincian berat barang dan perhitungan berat kapal diberikan dalam Lampiran.

8.4.1 Berat Leightweight (LWT)

Berat *lightship* menunjukkan berat aktual kapal tanpa ada cairan dalam tangki dan tanpa ada orang di atas kapal. Berat lambung dan bangunan atas diperkirakan dari perhitungan struktural dan model 3D lambung dan bangunan atas. Bobot lain didasarkan pada analisis regresi kapal lain dengan dimensi yang hampir sama dan peralatan pelengkap mereka. Tabel 8.1 menyajikan bobot ini dan margin desainnya.

Tabel 8.1 Perkiraan Berat *Lightweight*

Komponen	**Berat**	**Persentase**	**Margin Desain**	**Berat + Margin**
	(Ton)	(%)	(%)	(Ton)

Lambung, Bangunan Atas,	95.7	60.42	5	100.485
O&E	13.8	8.71	10	15.18
Propulsi	21.4	13.51	5	22.47
Kelistrikan	3.5	2.21	15	4.025
Command and Surveillance	1	0.63	15	1.15
Sistem *Auxiliary*	8	5.05	15	9.2
Lightship	143.4	90.53		152.51
Margin pembangunan	15	9.47		15
Total	158.4	100		167.510

Berat *lightship* berdasarkan perhitungan desain masing-masing komponen adalah 167.51 ton. Margin berat desain ditambahkan ke setiap komponen kapal untuk mengantisipasi kesalahan saat melakukan perhitungan desain. Sepuluh persen margin bobot bangunan juga ditambahkan untuk mengantisipasi kesalahan dalam proses pembangunan kapal. Selanjutnya, koordinat longitudinal, transversal, dan vertikal dari pusat gravitasi (LCG, TCG, dan VCG) dihitung untuk tujuan mengevaluasi trim, *heel*, dan stabilitas. Masing-masing nilainya adalah 14,86 m, 0,005 m, dan 3.02 m untuk LCG, VCG, dan TCG. Data detail dari titik berat ditampilkan di Lampiran.

8.4.2 Bobot mati (Deadweight/DWT)

Dead weight adalah displasmen pada kondisi apa pun yang dimuat dikurangi berat *lightship*. Komponen bobot mati yang diukur dalam hal ini terdiri dari orang, cairan untuk kebutuhan manusia dan mesin, dan *provisions*. Berat individu penumpang diasumsikan 85 kg, berdasarkan berat rata-rata orang dewasa di Indonesia. Sementara barang bawaan diperkirakan masing-masing 20 kilogram. Kapasitas air tawar dihitung berdasarkan sanitasi, minum, dan kebutuhan lain per orang di atas kapal, mengacu pada peraturan pemerintah. Bobot lain akan dihitung

berdasarkan analisis regresi kapal lain dengan dimensi dan kapasitas muatan yang sama. Tabel 8.2 menyajikan bobot dan margin desain.

Tabel 8.2 Perkiraan bobot mati

Komponen	**Kuantitas**	**Massa per unit**	**Massa Total**
		(Ton)	(Ton)
Penumpang	120	0.085	10.2
Barang bawaan	120	0.02	2.4
Kru	15	0.085	1.275
Bahan Bakar 1	100 %	8.311	8.311
Bahan Bakar 2	100 %	8.311	8.311
Air Tawar 1	100 %	6.557	6.557
Air Tawar 2	100 %	6.557	6.557
Stores & consumables	1	1.6	1.6
Total			45.212

Total DWT yang diperoleh dari perhitungan pada Tabel 8.2 adalah 45,212 ton. Berat ini didistribusikan di sepanjang kapal untuk menjaga kapal dalam kondisi seimbang. Pusat gravitasi memanjang, melintang, dan vertikal (LCG, TCG, dan VCG) dihitung untuk tujuan mengevaluasi trim, *heel*, dan stabilitas. Masing-masing nilainya adalah 21,58 m, 0 m, dan 2.02 m untuk LCG, VCG, dan TCG. Data detail dari pusat gravitasi tiap item pada DWT ditampilkan di Lampiran.

8.5 Koreksi Displasmen

Setelah mendapatkan berat total dari masing-masing LWT dan DWT, koreksi displasmen diperoleh dengan menghitung perbedaan antara jumlah LWT dan DWT dengan displasmen dari model lambung kapal *fast ferrt*. Rincian koreksi displasmen ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 8.3 Koreksi Displasmen

Komponen	Berat
LWT	167.51
DWT	45.212
Berat Total	212.722
Displasmen	213.3
Koreksi Displasmen Δ – (LWT+DWT)	0.742
Koreksi	0.003491

Tabel 8.3 menunjukkan koreksi displasmen berdasarkan perhitungan (dirinci dalam Tabel 8.1 dan Tabel 8.2) adalah 0.742 ton (0,00349%). Nilai positif ini berarti masih ada berat displasmen sisa sehingga akan menyebabkan berkurangnya sarat kapl. Masalah ini dapat diselesaikan dengan menambahkan bobot pada pemberat hingga koreksi menjadi 0.

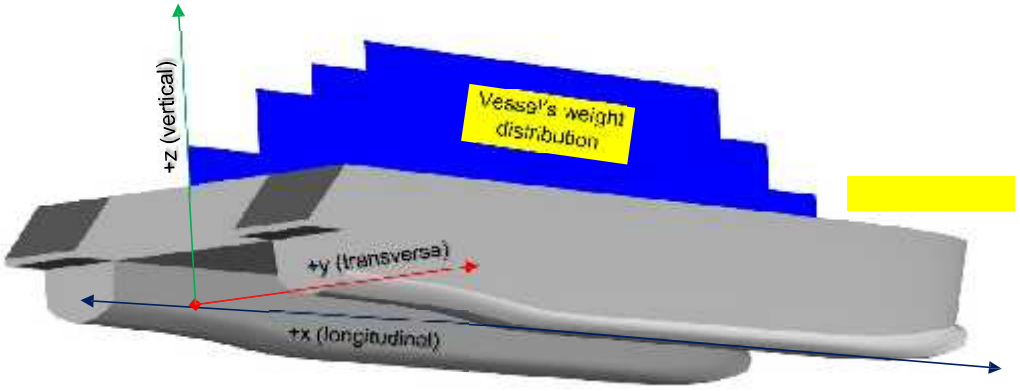
8.6 Pendekatan Stabilitas Kapal

Pada dasarnya, stabilitas adalah rasio antara pusat gravitasi dan distribusi daya apung kapal unutk menentukan kemampuan kapal untuk kembali seimbang. Dua faktor utama mempengaruhi stabilitas kapal adalah distribusi berat (LWT+DWT), dan bentuk lambung kapal yang telah dirinci masing-masing dalam 2 Sub-bab sebelumnya.

Pemahaman stabilitas kapal secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian; stabilitas *intact* dan stabilitas *damage*. Dalam penelitian ini, hanya stabilitas *intact* saja yang dinilai. Stabilitas *intact* berkaitan dengan stabilitas kapal ketika mempertahankan keutuhan lambung kapal, dan tidak ada kompartemen atau tangki kedap air yang rusak atau bebas banjir oleh air laut. Kriteria yang digunakan untuk menilai stabilitas kapal pesiar cepat dirinci dalam Bagian 7.5.5. Pada bagian ini model stabilitas, pengaturan tangki, kondisi muatan, trim dan *heel*, kriteria, dan laporan stabilitas akan dibahas.

8.6.1 Model Stabilitas

Model stabilitas konsep kapal ditunjukkan pada Gambar 8.7. Lambung kapal berwarna abu-abu, dan estimasi distribusi berat kapal berwarna biru. Titik 0 adalah di persimpangan bidang ujung belakang (y-z) (juga diidentifikasi dalam kapal ini sebagai *Frame* 0), garis tengah (x-z) *plan* (juga diidentifikasi sebagai CL), dan garis dasar (x-y) *plan* (juga diidentifikasi sebagai BL).



Gambar 8.7 Model stabilitas

Permeabilitas adalah fraksi volume total di setiap kompartemen, tangki, atau *void* yang dapat diisi dengan fluida. Tanki dan *void* diasumsikan memiliki permeabilitas 97,5% untuk stabilitas *intact*. Tabel 18 menyajikan asumsi permeabilitas kompartemen, tangki, dan lubang untuk stabilitas *intact.*

Tabel 8.4 Permeabiltas kompartemen

Nama Ruang	**Permeabilitas**
Ruang mesin	85%
Ruang lain	95%
Tanki dan *void*	98%

8.6.2 Definisi Ruangan

Pada penelitian ini, penilaian stabilitas kapal dilakukan menggunakan perangkat lunak penilai stabilitas. Model lambung diimpor ke perangkat lunak untuk menentukan karakteristik lambung dan mengatur titik 0 nya. Selanjutnya, semua tangki yang telah direncanakan diatur di dalam lambung dengan mamasukkan batas tangki. Pada bagian DOUBLE BOTTOM menunjukkan batas

tangki pada *fast ferry*. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam proses ini adalah penentuan jenis cairan. Cairan yang berbeda akan memiliki massa jenis yang berbeda pula. Penentuan setiap massa jenis di *fast ferry* mengacu pada database perangkat lunak stabilitas dan referensi lain. Tabel 8.5 menunjukkan perencanaan tangki di *fast ferry*. Kapasitas akan disempurnakan seiring dengan perkembangan desain.

Tabel 8.5 Kapasitas tanki

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	AB m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	F.P.T. (SB)	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	37.8	40.4	3.401	5.78	4.5	0.5
2	F.P.T. (PS)	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	37.8	40.4	3.38	3.401	4.5	0.5
3	A.P.T. (SB)	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	1.253	4.5	-5.78	-2.44	3.7	2.4
4	A.P.T. (PS)	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	1.253	4.5	2.44	5.78	3.7	2.4
5	B.W.T. 1 (SB)	Tank	100	100	1.025	Water Ballast	none	31.2	37.5	2.44	5.78	1.5	0
6	B.W.T. 1 (PS)	Tank	100	100	1.025	Water Ballast	none	31.2	37.5	5.78	2.44	1.5	0
7	B.W.T. 2 (SB)	Tank	100	100	1.025	Water Ballast	none	26.4	31.2	2.44	5.78	1.5	0
8	B.W.T. 2 (PS)	Tank	100	100	1.025	Water Ballast	none	26.4	31.2	5.78	2.44	1.5	0
9	B.W.T. 3 (SB)	Tank	100	100	1.025	Water Ballast	none	21.3	26.4	2.44	5.78	1.5	0
10	B.W.T. 3 (PS)	Tank	100	100	1.025	Water Ballast	none	21.3	26.4	-5.78	-2.44	1.5	0
11	F.O.T. (SB)	Tank	100	100	0.6443	Fuel Oil	none	15	17.4	2.44	5.78	1.5	0
12	F.O.T. (PS)	Tank	100	100	0.6443	Fuel Oil	none	15	17.4	5.78	2.44	1.5	0
13	F.W.T. (SB)	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	19.8	21.8	2.44	5.78	1.5	0
14	F.W.T. (PS)	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	19.8	21.8	-5.78	-2.44	1.5	0

8.6.3 Kondisi Pemuatan

Kondisi pemuatan tercantum dalam Tabel 20 hingga Tabel 23. Setiap tabel menunjukkan kondisi pemuatan yang berbeda (ditunjukkan oleh persentase) tergantung pada aktivitas kapal. Kondisi pemuatan 1 (ditunjukkan pada Tabel 8.6) menunjukkan kapal saat baru, hanya *lightship* tanpa muatan apa pun. Kondisi pemuatan 2 (ditunjukkan pada Tabel 8.7) menunjukkan kondisi kapal ketika berangkat dari pelabuhan; penumpang, bahan bakar dan barang habis pakai pada muatan penuh. Kondisi pemuatan 3 dan 4 (ditunjukkan pada Tabel 8.8 dan Tabel 8.9) menunjukkan kondisi *fast ferry* dalam perjalanan dan ketika tiba di pelabuhan; penumpang, bahan bakar dan konsumsi pada persentase tertentu. Dalam penilaian ini, berat penumpang dikelompokkan jadi 1 karena apabila berat penumpang dihitung tiap individu, maka tidak mengubah titik berat secara sigifikan.

Tabel 8.6 Kondisi pemuatan 1

No	Item	Jumlah	Massa per unit	Massa Total	Volume per unit	Volume Total
			(Ton)	(Ton)	(m^3)	(m^3)
1	*Lightship*	1	164.140	164.140		
2	Kru	0	0,085	0,000		
3	Penumpang	0	0,085	0,000		

4	Barang Bawaan	0	0,020	0,000		
5	*Stores & Consumables*	0	4.000	0.000		
6	F.P.T. (SB)	0%	4.354	0.000	4.248	0.000
7	F.P.T. (PS)	0%	4.354	0.000	4.248	0.000
8	A.P.T. (SB)	0%	14.510	0.000	14.156	0.000
9	A.P.T. (PS)	0%	14.510	0.000	14.156	0.000
10	B.W.T. 1 (SB)	0%	9.895	0.000	9.653	0.000
11	B.W.T. 1 (PS)	0%	9.895	0.000	9.653	0.000
12	B.W.T. 2 (SB)	0%	13.618	0.000	13.285	0.000
13	B.W.T. 2 (PS)	0%	13.618	0.000	13.285	0.000
14	B.W.T. 3 (SB)	0%	16.842	0.000	16.431	0.000
15	B.W.T. 3 (PS)	0%	16.842	0.000	16.431	0.000
16	F.O.T. (SB)	0%	8.311	0.000	8.801	0.000
17	F.O.T. (PS)	0%	8.311	0.000	8.801	0.000
18	F.W.T. (SB)	0%	6.557	0.000	6.557	0.000
19	F.W.T. (PS)	0%	6.557	0.000	6.557	0.000
20	Total			164.140	146.266	0.000

Tabel 8.7 Kondisi pemuatan 2

No	**Item**	**Jumlah**	**Massa per unit**	**Massa Total**	**Volume per unit**	**Volume Total**
			(Ton)	**(Ton)**	**(m^3)**	**(m^3)**
1	*Lightship*	1	164.140	164.140		
2	Kru	15	0,085	1.275		
3	Penumpang	120	0.085	10.200		120
4	Barang Bawaan	120	0.020	2.400		120
5	*Stores & Consumables*	1	4.000	4.000		1
6	F.P.T. (SB)	0%	4.354	0.000	4.248	0%
7	F.P.T. (PS)	0%	4.354	0.000	4.248	0%
8	A.P.T. (SB)	0%	14.510	0.000	14.156	0%
9	A.P.T. (PS)	0%	14.510	0.000	14.156	0%
10	B.W.T. 1 (SB)	0%	9.895	0.000	9.653	0%
11	B.W.T. 1 (PS)	0%	9.895	0.000	9.653	0%
12	B.W.T. 2 (SB)	0%	13.618	0.000	13.285	0%
13	B.W.T. 2 (PS)	0%	13.618	0.000	13.285	0%
14	B.W.T. 3 (SB)	0%	16.842	0.000	16.431	0%
15	B.W.T. 3 (PS)	0%	16.842	0.000	16.431	0%
16	F.O.T. (SB)	98%	8.311	8.145	8.801	98%
17	F.O.T. (PS)	98%	8.311	8.145	8.801	98%
18	F.W.T. (SB)	98%	6.557	6.426	6.557	98%

19	F.W.T. (PS)	0%	6.557	0.000	6.557	0.000
20	Total			164.140	146.266	0.000

Tabel 8.8 Kondisi pemuatan 3

No	**Item**	**Jumlah**	**Massa per unit**	**Massa Total**	**Volume per unit**	**Volume Total**
			(Ton)	**(Ton)**	**(m^3)**	**(m^3)**
1	*Lightship*	1	164.140	164.140		
2	Kru	15	0.085	1.275		
3	Penumpang	120	0.085	10.200		
4	Barang Bawaan	120	0.020	2.400		
5	*Stores & Consumables*	0.5	4.000	2.000		
6	F.P.T. (SB)	25%	4.354	1.089	4.248	1.062
7	F.P.T. (PS)	25%	4.354	1.089	4.248	1.062
8	A.P.T. (SB)	0%	14.510	0.000	14.156	0.000
9	A.P.T. (PS)	0%	14.510	0.000	14.156	0.000
10	B.W.T. 1 (SB)	20%	9.895	1.979	9.653	1.931
11	B.W.T. 1 (PS)	20%	9.895	1.979	9.653	1.931
12	B.W.T. 2 (SB)	20%	13.618	2.724	13.285	2.657
13	B.W.T. 2 (PS)	20%	13.618	2.724	13.285	2.657
14	B.W.T. 3 (SB)	20%	16.842	3.368	16.431	3.286
15	B.W.T. 3 (PS)	20%	16.842	3.368	16.431	3.286
16	F.O.T. (SB)	50%	8.311	4.155	8.801	4.401
17	F.O.T. (PS)	50%	8.311	4.155	8.801	4.401
18	F.W.T. (SB)	50%	6.557	3.279	6.557	3.279
19	F.W.T. (PS)	50%	6.557	3.279	6.557	3.279
20	Total			213.202	146.266	33.230

Tabel 8.9 Kondisi pemuatan 4

No	**Item**	**Jumlah**	**Massa per unit**	**Massa Total**	**Volume per unit**	**Volume Total**
			(Ton)	**(Ton)**	**(m^3)**	**(m^3)**
1	*Lightship*	1	164.140	164.140		
2	Kru	15	0.085	1.275		
3	Penumpang	120	0.085	10.200		
4	Barang Bawaan	120	0.020	2.400		
5	*Stores & Consumables*	0	4.000	0.000		

6	F.P.T. (SB)	0%	4.354	0.000	4.248	0.000
7	F.P.T. (PS)	0%	4.354	0.000	4.248	0.000
8	A.P.T. (SB)	0%	14.510	0.000	14.156	0.000
9	A.P.T. (PS)	0%	14.510	0.000	14.156	0.000
10	B.W.T. 1 (SB)	80%	9.895	7.916	9.653	7.723
11	B.W.T. 1 (PS)	80%	9.895	7.916	9.653	7.723
12	B.W.T. 2 (SB)	55%	13.618	7.490	13.285	7.307
13	B.W.T. 2 (PS)	55%	13.618	7.490	13.285	7.307
14	B.W.T. 3 (SB)	0%	16.842	0.000	16.431	0.000
15	B.W.T. 3 (PS)	0%	16.842	0.000	16.431	0.000
16	F.O.T. (SB)	10%	8.311	0.831	8.801	0.880
17	F.O.T. (PS)	10%	8.311	0.831	8.801	0.880
18	F.W.T. (SB)	10%	6.557	0.656	6.557	0.656
19	F.W.T. (PS)	10%	6.557	0.656	6.557	0.656
20	Total			211.799	146.266	33.131

8.6.4 Kriteria

Kriteria stabilitas untuk *fast ferry* untuk Intact Stability (IS) adalah “High Speed Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull”

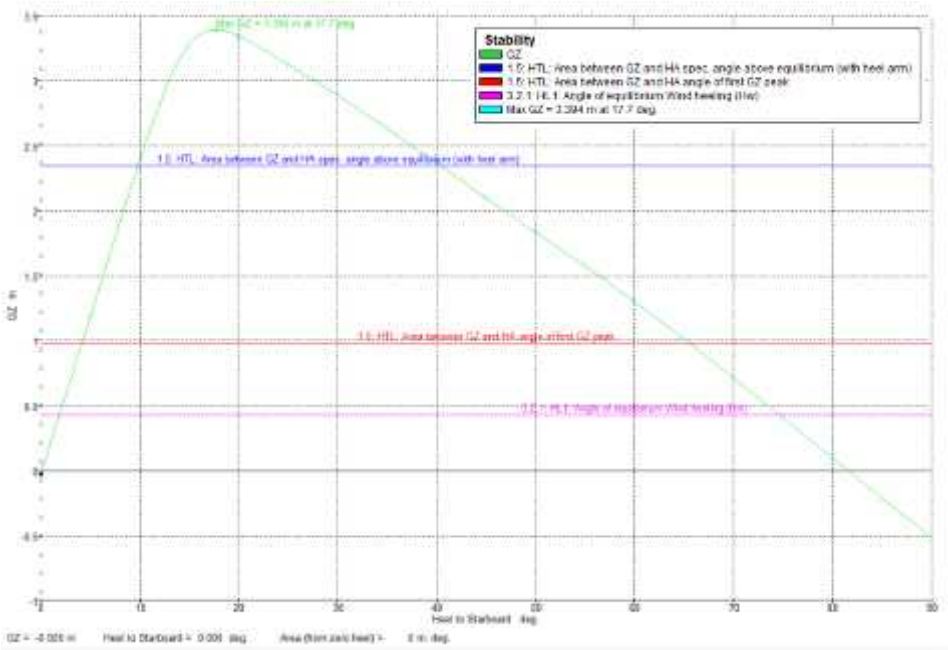
8.6.5 Laporan Penilaian

Setelah semua kondisi pemuatan tangki, pemuatan, dan kriteria stabilitas kapal dimasukkan ke dalam perangkat lunak, kondisi stabilitas dinilai menggunakan perangkat lunak analisis stabilitas. Semua kriteria stabilitas harus "Passed" karena sangat mempengaruhi keselamatan kapal dan penumpangnya. Sebuah kapal dengan stabilitas yang baik akan memiliki kemampuan untuk kembali ke posisi normal (*even keel*) dengan periode yang tepat. *Rolling period* yang "baik" juga memengaruhi kenyamanan penumpang. Dalam penelitian ini, empat kondisi pemuatan digunakan sebagai referensi dalam penilaian. Setiap kondisi pemuatan harus memenuhi semua kriteria. Hasil penilaian kondisi stabilitas kapal berdasarkan pemuatan 1; kapal saat baru diberikan pada Tabel 8.10.

Tabel 8.10 Hasil penilaian stabilitas pada pemuatan 3; muatan penuh

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	HSC mult	**1.1: Area from 0 to 30**				Pass	
2		*from the greater of*					
3		spec. heel angle	0.0	deg			
4		angle of equilbrium	0.1	deg	0.1		
5		*to the lesser of*					
6		spec. heel angle	30.0	deg			
7		spec. angle above equilibrium	14.4 (14.5	deg	14.4 (14.5		
8		angle of max. GZ	17.7	deg			
9		first downflooding angle	n/a	deg			
10		higher heel angle	30.0	deg			
11		required GZ area at higher heel angle	3.1510	m.deg			
12		**shall be greater than (>)**	**6.5163**	**m.deg**	**24.6641**	**Pass**	+278.50
13							
14	HSC mult	**1.2: Angle of maximum GZ**				Pass	
15		**shall not be less than (>=)**	**10.0**	**deg**	**17.7**	**Pass**	+77.27
16							
17	HSC mult	**1.5: HTL: Area between GZ and HA**				Pass	
18		*Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)*					
19		number of passengers: nPass =	120				
20		passenger mass: M =	0.085	tonne			
21		distance from centre line: D =	40.000	m			
22		cosine power: n =	0				
23		*Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)*					
24		constant: a =	1				
25		vessel speed: v =	45.000	kn			
26		turn radius: R =	200.000	m			
27		h = KG - mean draft / 2	2.005	m			
28		cosine power: n =	0				
29		*Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)*					
30		constant: a =	1				
31		wind model	Pressure				
32		wind pressure: P =	550.0	Pa			
33		area centroid height (from zero point): h =	6.300	m			
34		additional area: A =	248.000	m^2			
35		H = mean draft / 2	0.731	m			
36		cosine power: n =	0				
37		*Area integrated from the greater of*					
38		angle of equilibrium (with heel arm)	9.8, 4.2	deg			
39		*to the lesser of*					
40		spec. angle above equilibrium (with heel arm)	15.0 (24.8	deg			
41		first downflooding angle	n/a	deg			
42		angle of vanishing stability (with heel arm)	40.4, 65.5	deg			
43		**Criteria: Area between GZ and heeling arms shall not be less than (>=)...**				Pass	
44		**Hpc + Hw**	**1.6043**	**m.deg**	**12.1506**	**Pass**	+657.37
45		**Ht + Hw**	**1.6043**	**m.deg**	**23.6347**	**Pass**	+1373.21
46		*Intermediate values*					
47		Pass. crowding heel arm amplitude (Hpc)		m	1.914		
48		Turning heel arm amplitude (Ht)		m	0.548		
49		Model windage area		m^2	120.098		
50		Model windage area centroid height (from zero point)		m	2.941		
51		Total windage area		m^2	368.098		
52		Total windage area centroid height (from zero point)		m	5.204		
53		Wind heeling heel arm amplitude (Hw)		m	0.433		
54		Area under GZ curve, from 9.8 to 24.8 deg.		m.deg	47.3499		
55		Area under GZ curve, from 4.2 to 19.2 deg.		m.deg	38.3479		
56		Area under Hpc + Hw, from 9.8 to 24.8 deg.		m.deg	35.1993		
57		Area under Ht + Hw, from 4.2 to 19.2 deg.		m.deg	14.7131		
58							
59	HSC mult	**3.2.1: HL1: Angle of equilibrium**				Pass	
60		*Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)*					
61		number of passengers: nPass =	120				
62		passengar mass: M =	0.085	tonne			
63		distance from centre line: D =	40.000	m			
64		cosine power: n =	0				
65		*Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)*					
66		constant: a =	1				
67		vessel speed: v =	45.000	kn			
68		turn radius: R =	200.000	m			
69		h = KG - mean draft / 2	2.005	m			
70		cosine power: n =	0				
71		*Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)*					
72		constant: a =	1.00068				
73		wind model	Pressure				
74		wind pressure: P =	550.0	Pa			
75		area centroid height (from zero point): h =	6.300	m			
76		additional area: A =	248.000	m^2			
77		H = mean draft / 2	0.731	m			
78		cosine power: n =	0				
79		**Criteria: Angle of equilibrium due to the following shall not be greater tha**				Pass	
80		**Wind heeling (Hw)**	**16.0**	**deg**	**1.9**	**Pass**	+88.05
81		*Intermediate values*					
82		Model windage area		m^2	120.098		
83		Model windage area centroid height (from zero point)		m	2.941		
84		Total windage area		m^2	368.098		

Tabel 8.10 menunjukkan bahwa semua kriteria dalam Intact Stability (IS) High Speed Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull dan IMO A.749 (18) Bab 3 untuk pemuatan 1; kondisi saat kapal baru menunjukkan "Pass". Kondisi pemuatan lainnya harus dinilai satu per satu untuk melihat hasilnya. Selain melihat kondisi kriteria, perlu juga untuk mengevaluasi kurva stabilitas. Kurva stabilitas untuk beban operasi 1 ditunjukkan pada Gambar 8.8. Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa nilai maksimum GZ adalah 3,394 meter pada sudut 17,7 derajat.



Gambar 8.8 Grafik stabilitas kapal pada pemuatan 1

Tabel 8.11 Nilai stabilitas untuk pemuatan 1

Kriteria	Nilai Minimum	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
1.1: Area 0 to 30	6.516	29.590	m.deg	Passed
1.2: Angle of Maximum GZ	10.0	15.5	degree	Passed
1.5: HTL: Area between GZ and HA				
a. Hpc + Hw	1.604	3.835	m.deg	Passed
b. Ht + Hw	1.604	24.539	m.deg	Passed
3.2.1: HL1: Angle of Equilibrium (Wind Healing)	16.0	1.9	degree	Passed

Tabel 8.12 Nilai stabilitas untuk pemuatan 2

Kriteria	Nilai Minimum	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
1.1: Area 0 to 30	6.516	25.183	m.deg	Passed
1.2: Angle of Maximum GZ	10.0	17.3	degree	Passed
1.5: HTL: Area between GZ and HA				
a. Hpc + Hw	1.604	12.711	m.deg	Passed
b. Ht + Hw	1.604	24.111	m.deg	Passed
3.2.1: HL1: Angle of Equilibrium (Wind Healing)	16.0	1.9	degree	Passed

Tabel 8.13 Nilai stabilitas untuk pemuatan 3

Kriteria	Nilai Minimum	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
1.1: Area 0 to 30	6.516	24.664	m.deg	Passed
1.2: Angle of Maximum GZ	10.0	17.7	degree	Passed
1.5: HTL: Area between GZ and HA				
a. Hpc + Hw	1.604	12.150	m.deg	Passed
b. Ht + Hw	1.604	23.634	m.deg	Passed
3.2.1: HL1: Angle of Equilibrium (Wind Healing)	16.0	1.9	degree	Passed

Tabel 8.14 Nilai stabilitas untuk pemuatan 4

Kriteria	Nilai Minimum	Nilai Stabilitas	Satuan	Kondisi
1.1: Area 0 to 30	6.516	24.728	m.deg	Passed
1.2: Angle of Maximum GZ	10.0	18.2	degree	Passed
1.5: HTL: Area between GZ and HA				
a. Hpc + Hw	1.604	11.877	m.deg	Passed
b. Ht + Hw	1.604	23.409	m.deg	Passed
3.2.1: HL1: Angle of Equilibrium (Wind Healing)	16.0	1.9	degree	Passed

Hasil penilaian stabilitas yang diberikan pada Tabel diatas menunjukkan bahwa semua kriteria stabilitas untuk *fast ferry* telah memenuhi. Sudut terkecil untuk panjang GZ maksimum berdasarkan hasil penilaian dari semua kondisi pemuatan adalah 15,5 derajat (pemuatan 1). Sedangkan yang tertinggi adalah 18,2

derajat pada pemuatan 4. Ini berarti, sudut putar maksimum kapal untuk dapat kembali ke posisi tegak di air adalah 15,5 dan 18,2 derajat untuk masing-masing pemuatan 1 dan 4.

8.7 Sistem Propulsi

Sistem propulsi adalah jantung, sirip dan ekor kapal. Oleh karena itu, perhatian lebih harus dimasukkan ke dalam pemilihan dan pengaturannya. Bagian ini menjelaskan hasil perhitungan hambatan, pemilihan mesin dan juga alasan untuk pemilihan sistem propulsor pada kapal.

8.7.1 Hasil Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak analisis hambatan. Parameter model, bentuk lambung, dan kondisi atribut lainnya akan diberikan sebagai input untuk memprediksi hambatan lambung kapal.

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Savitsky Pre-planing Resist. (kN)	Savitsky Pre-planing Power (hp)	Savitsky Planing Resist. (kN)	Savitsky Planing Power (hp)	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (hp)	Slender body Resist. (kN)	Slender body Power (hp)
8	7.000	0.182	0.472	–	–	–	–	12.1	117.[illegible]	7.8	74.857
9	8.000	0.208	0.540					[illegible]	[illegible]	11.7	129.[illegible]
10	9.000	[illegible]	0.60[illegible]					[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11	10.000	0.260	0.675	–	–	–	–	[illegible]	309.863	22.1	304.743
12	11.000	0.286	0.742	–	–	–	–	28.9	436.744	24.4	370.232
13	12.000	0.312	0.810	–	–	–	–	[illegible]	[illegible]	24.8	411.[illegible]
14	13.000	0.338	0.877					[illegible]	785.[illegible]	36.8	613.7[illegible]
15	14.000	0.364	0.945	–	–	–	–	48.4	935.865	41.0	701.454
16	15.000	0.390	1.012	63.8	1321.295	–	–	55.8	1155.570	44.5	920.700
17	16.000	0.416	1.080	79.1	1745.775	–	–	67.0	1487.094	49.6	1094.804
18	17.000	0.442	1.147	91.1	2135.327			81.1	1901.881	56.3	1320.759
19	18.000	0.468	1.215	101.5	2520.535	–	–	[illegible]	2340.488	65.4	1624.1[illegible]
20	19.000	0.494	1.282	111.4	2920.027	–	–	107.3	2812.[illegible]	76.8	2013.852
21	20.000	0.520	1.350	121.4	3348.936	–	–	12[illegible]	3341.214	89.2	2461.903
22	21.000	0.546	1.417	[illegible]	3798.[illegible]	111.0	3219.22[illegible]	[illegible]	3861.089	101.1	[illegible]
23	22.000	0.571	1.485	[illegible]	4248.052	117.7	3573.814	149.5	4537.065	111.8	3396.811
24	23.000	0.597	1.552	146.8	4660.146	123.7	3926.265	159.5	5060.546	120.3	3817.119
25	24.000	0.623	1.620	159.4	5079.070	129.0	4297.072	167.6	5557.363	127.6	4234.024
26	25.000	0.649	1.687	[illegible]	[illegible]	133.8	[illegible]	175.1	[illegible]	133.0	[illegible]
27	26.000	0.675	1.754	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
28	27.000	0.701	1.822	173.[illegible]	6450.688	145.7	[illegible]	183.4	7010.419	144.4	5378.758
29	28.000	0.727	1.889	180.1	6957.020	154.4	[illegible]	193.2	7540.767	149.3	5767.500
30	29.000	[illegible]	1.957	186.1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	154.6	[illegible]
31	30.000	[illegible]	2.024			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
32	31.000	0.805	2.092	–	–	172.5	7380.160	217.6	[illegible]	165.9	7097.455
33	32.000	[illegible]	2.159	–	–	176.5	7879.0[illegible]	226.0	9970.077	172.1	7590.724
34	33.000	[illegible]	2.227			181.3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
35	34.000	[illegible]	2.294			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
36	35.000	[illegible]	2.362	–	–	195.7	[illegible]	253.7	12240.5[illegible]	193.2	[illegible]
37	36.000	0.935	2.429	–	–	201.3	9907.657	263.7	13008.30	[illegible]	9995.28
38	37.000	[illegible]	2.497	–	–	[illegible]	[illegible]	274.1	13894.1[illegible]	208.9	[illegible]
39	38.000	[illegible]	2.564			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	217.3	[illegible]
40	39.000	[illegible]	[illegible]	–	–	217.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
41	40.000	[illegible]	2.699	–	–	222.8	12207.18[illegible]	307.5	1607[illegible].32	235.3	12983.912

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan hambatan kapal sebesar 235.3 kN.

8.7.2 Sistem Penggerak *Waterjet*

Dua mesin *waterjet* ditempatkan pada masing-masing lambung kapal katamaran. Sistem propulsi ini dipilih karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan bentuk propulsi jenis lainnya. Bagian ini menjelaskan kebutuhan daya propulsi *waterjet* yang dipasang di *fast ferry*.

Froude number fast ferry ditentukan dengan persamaan berikut:

$F_{nv} = v/(g \times \tilde{V}^{1/3})^{1/2}$

Dimana:

v = Kecepatan dinas

g = Percepatan gravitasi

$\tilde{V}$ = Volume displasmen

Tabel 8.15 *Typical propulsor-hull interactive factor* untuk kapal cepat

PROPULSION CONCEPT		SPEED RANGE								
		DISPLACEMENT $F_n<1$			SEMI-PLANING $1<F_n<2.5$			PLANING $F_n>2.5$		
		W_T	t	η_R	W_T	t	η_R	W_T	t	η_R
PROPELLER ON INCLINED SHAFT	6 DEG SHAFT	0.01 TO -0.02	0.01	0.97 TO 1.01	0 TO 0.04	0.01 TO 0.02	0.97 TO 1.01	0 TO -0.10	0.03	0.97 TO 1.01
	12 DEG SHAFT	0.02 TO -0.02	0.03	0.97 TO 1.01	0.04 TO -0.05	0.03 TO 0.07	0.97 TO 1.01	0.02 TO -0.05	0.07 TO 0.11	0.97 TO 1.01
PROPELLER IN TUNNEL	40% D	-0.03	0.10	0.92	0.02 TO 0.03	0.07 TO 0.10	0.93 TO 0.98	0.03	0.23 TO 0.27	0.88 TO 0.96
	65% D	0.03	0.12	0.92	0 TO 0.03	0.10 TO 0.12	0.93 TO 0.98	0.04 TO 0.09	0.28 TO 0.16	0.88 TO 0.96
OUTBOARD & OUTDRIVE PROPELLER		0.03	0	0.97 TO 1.01	0.03	0	0.97 TO 1.01	0.03	0	0.97 TO 1.01
PARTIALLY SUBMERGED PROPELLER		0	0	0.97 TO 1.01	0	0	0.97 TO 0.98	0	0	0.97 TO 1.01
FLUSH INLET WATERJET		0 TO 0.02	0.03 TO 0.08	0.99	0.02 TO 0.04	0.03	0.99	0.05	-0.01 TO -0.07	0.99
TRACTOR PROPELLER		0	0 TO 0.05	1.00	0	0 TO 0.05	1.00	0	0 TO 0.05	1.00
PUSHER PROPELLER (UNDER HULL)		0.05 TO 0.07	0.05 TO 0.07	0.97 TO 1.01	0.05 TO 0.07	0.05 TO 0.07	0.97 TO 1.01	0.05 TO 0.07	0.05	0.97 TO 1.01

Sangat penting untuk mewaspadai karakteristik *hull drag* dan karakteristik pendorong ketika transisi dari kondisi awal ke kondisi dinamis. Faktor-faktor interaktif untuk memperkirakan gaya dorong kapal untuk setiap konsep propulsor disajikan pada Tabel 8.15.

Nilai *thrust deductive factor* (t) untuk *waterjet* telah dipilih, karena *fast ferry* ini menggunakan *waterjet* sebagai penggeraknya. Nilai *thrust deductive factor* akan

digunakan untuk memperkirakan *thrust fast ferry*. *Thrust fast ferry* terkait dengan faktor-faktor interaktif dalam persamaan berikut:

$T_{ship} = R_t/(1-t)N_{PR}$

Dimana:

T_{ship} = *Thrust of vessel required*

R_t = Hambatan total

t = *thrust deductive factor*

N_{PR} = Jumlah propulsor

8.7.3 Thrust of Waterjet

Berkenaan dengan ukuran propulsi *waterjet* dan persyaratan kinerjanya, beberapa perbedaan geometris perlu diketahui. Gambar 8.9 menunjukkan *waterjet flush-inlet* dengan beberapa aspek geometric yang mengindikasikan pengembangan pendekatan teknik untuk gaya dorong pendorong yang dapat dihasilkan oleh *waterjet*. Berikut adalah persamaannya:

$V_{JB} = ((1611.7(SHP)^{1.0556})/(pD_1^2))^{1/3}$

Dimana:

V_{JB} = Kecepatan *waterjet*

SHP = *Shaft Horse Power*

p = Massa jenis air laut

D_1 = *Inlet diameter*

$T = p(0.385)\, D_1^2\, V_{JB}^2\, [1+((v/V_{JB})((V_{JB}/v)+1)^{-1.737} - (v/V_{JB})]$

Dimana:

T = *Thrust of waterjet*

p = Massa jenis air laut

D_1 = *Inlet diameter*

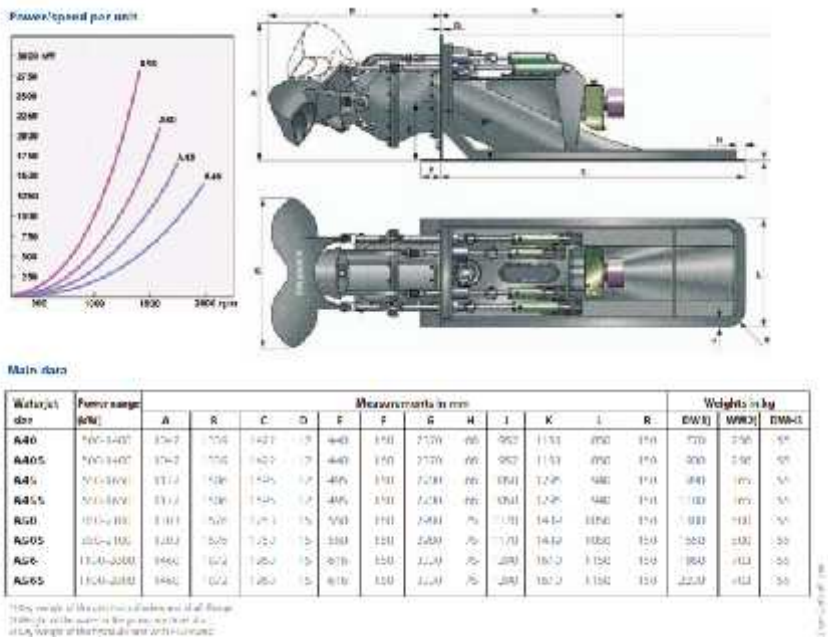
V_{JB} = Kecepatan *waterjet*

v = Kecepatan dinas

Diameter *inlet waterjet* adalah 616 mm, ditunjukkan pada Gambar 8.9. Tipe ini dipilih sebagai asumsi dimensi ukuran propulsor yang paling signifikan. Dimensi *waterjet* harus muat dengan lambung Sebelum perhitungan hasil didapatkan, aspek-aspek kunci tambahan dari sistem propulsi *waterjet* dan pemilihannya yang masuk akal sebagai propulsor yang dipilih dalam kapal ini, dijelaskan seperti pada *trade off* yang terkait sebagai berikut:

- Efisiensi tinggi pada kecepatan tinggi. Pompa *waterjet* menawarkan kecepatan yang lebih tinggi untuk daya yang sama atau konsumsi bahan bakar yang jauh lebih rendah pada kecepatan konstan dengan daya yang lebih kecil.
- *Waterjet* memberikan mesin induk masa pakai yang oanjang. Pada rpm konstan, *waterjet* menyerap jumlah daya yang sama dari kecepatan kapal, sehingga mesin induk tidak kelebihan beban, yang berarti lebih sedikit kerusakan dan masa pakai yang panjang.
- Getaran dan kebisingan yang lebih kecil. Sistem propulsi *waterjet* menawarkan lebih sedikit getaran dan kebisingan untuk meningkatkan tingkat kenyamanan penumpang. Pada kecepatan lebih dari 20 knot, getaran dan kebisingan dapat dikurangi hingga lebih dari 50%.
- Kemampuan maneuver yang tinggi. Dengan dua atau lebih *waterjet* dan sistem kontrol dapat menjadikan kemampuan manuver lebih baik sehingga memungkinkan *fast ferry* untuk berlabuh dengan cepat dan dengan presisi tinggi.
- Perawatan yang mahal dan efisiensi bahan bakar yang buruk pada kecepatan rendah.

) Untuk kenyamanan dan kecepatan yang termasuk dalam aspek utama dalam proses desain *fast ferry*, *waterjet* dipilih sebagai sistem propulsi. Total 4 (empat) *waterjet* dipasang di kedua lambung *fast ferry*.



Gambar 8.9 Desain *Waterjet*

8.7.4 Hasil

Bagian ini akan menghitung *high speed thrust* yang diperlukan. Juga kecepatan *waterjet*, dan *thrust* propulsi *waterjet*. Seperti yang telah dijelaskan dalam persamaan sebelumnya pada bagian 8.7.2. Hasil *high speed thrust* yang diperlukan dirangkum dalam Tabel 8.16.

Tabel 8.16 Persyaratan *high speed thrust*

Parameter Input Kapal		
Hambatan Total (R_T) @40 knot	235.3	kN
Sea Margin	15	%
Thrust Deduction Factor (t)	-0.02	
Jumlah propulsor	4	Pc
High speed thrust yang diperlukan	57.5	kN

Persamaan pada bagian 8.7.3 memberikan estimasi gaya dorong propulsi maksimum tanpa mempertimbangkan pompa atau kavitasi dan faktor interaktif lambung-*waterjet* seperti yang disebutkan dalam Gambar 8.9. Hasil kecepatan dan *thrust waterjet* ditunjukkan pada Tabel 32.

Tabel 8.17 Kapasitas *thrust of waterjet propulsion*

Parameter Input *Waterjet*		
Shaft Horse Power (SHP)	1440	kW
Diameter Inlet Water Jet	0.65	M
Massa jenis air laut (*p)*	1025	Kg/m^3
Kecepatan *waterjet* (V_{JB})	20.02	m/s
Kecepatan dinas (*v*) 40 knot	20.56	m/s
Kecepatan *c* (V_{JB})	20.02	m/s
Thrust propulsi *waterjet (T)*	74.42	kN

Seperti ditunjukkan pada Tabel 8.17 Kapasitas *thrust of waterjet propulsion*ysng dihasilkan oleh *waterjet* lebih besar dari *thrust* kapal yang dibutuhkan. Oleh karena itu, berdasarkan analisis kapal mampu bergerak seperti yang ditentukan pada kecepatan maksimal yaitu 40 knot.

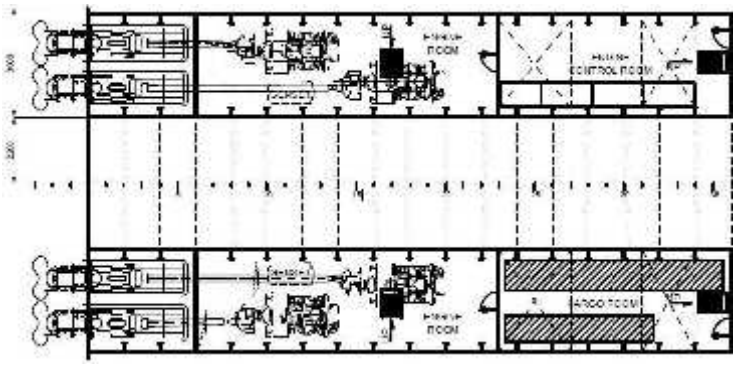
8.7.5 Diskripsi Perencanaan Ruang Mesin

Kendala terbesar dalam merancang sistem propulsi *fast ferry* adalah ruang mesin yang terbatas, karena lambung dibagi menjadi dua. Rencana yang diinginkan adalah menempatkan semua mesin dan sistem propulsi pada level yang sama. Paket kompak dari mesin utama dan sistem propulsi akan memberikan lebih banyak keuntungan bagi kapal. Menurut SNAME (*society naval architect and marine engineering*) desain tata ruang mesin utama diatur sebagai berikut:

- Volume minimum memiliki akses yang memadai untuk menginstal, mengoperasikan, dan memperbaiki komponen mesin
- Minim gangguan dan konflik dengan fungsi utama kapal

- Kecocokan antara berat mesin dan sekat kedap air dengan stabilitas dan standar pembagian ruang
- Menghindari trim ekstrim dalam berbagai kondisi pemuatan kapal karena berat mesin
- Kesesuaian tata letak mesin untuk kebutuhan minimum pekerja.
- Panjang poros yang wajar antara unit *drive* dan baling-baling

Adae adalah dua kompartemen mesin di kapal jelajah cepat. Ruang ini mencakup ruang engine utama masing-masing demi hull, yang memungkinkan anggota kru mengakses pemeliharaan dan inspeksi. Dua mesin diesel utama dan satu set generator yang masing-masing bernilai 86 kW terletak di area ruang mesin setengah hull. Sistem propulsi jet air diesel menggunakan set mesin diesel untuk menghasilkan daya propulsi dan propulsi jet air untuk menggerakkan kapal. Susunan mesin pembuat gambar profil kapal jelajah cepat ditampilkan pada Gambar 86 ThMesin dan sistem bantu atau area ruang engine terletak di dek bawah ganda. Dek meliputi penyimpanan, kru berlabuh, area pendukung manusia lainnya. Ruang engine terdiri dari engine utama, genset, sistem perpipaan, dan dukungan listrik. Area perawatan atau bengkel kapal terletak di seluruh ruang kargo



Gambar 8.10 Pengaturan ruang mesin

8.7.6 Mesin Utama

Mengacu pada perhitungan hambatan, diperkirakan bahwa daya yang harus tersedia sekitar 4897.491 kW. Untuk memenuhi persyaratan daya, dua mesin dipasang di setiap lambung (total 4 mesin). Mesin utama yang dipasang menghasilkan minimum daya 1440 kW untuk mencapai kecepatan dinas *fast ferry* 40 knot seperti yang disayaratkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 9
PERHITUNGAN HARGA PEMBANGUNAN *FAST FERRY*

Berdasarakan desain akhir *fast ferry* yang sudah diuraikan pada bab sebelumnya, tahap selanjutnya adalah membahas perhitungan harga *fast ferry*.

9.1 Gambaran Umum

Pendekatan dengan estimasi sangat bervariasi pada sudut pandang estimator. Pemilik memiliki perspektif dan pendekatan yang jauh berbeda dari kontraktor, dan personil awam menggunakan prosedur yang berbeda dari personil yang berpengalaman. Proses estimasi yang digunakan akan bervariasi tergantung pada sudut pandang dan pengalaman individu, pemberi kerja, dan budaya kerja tempat mereka bekerja. Karena perspektif berbeda secara signifikan, masalah perspektif harus didiskusikan demi kejelasan bagi pembaca.

Proses estimasi pemilik cenderung sangat berbeda dari kontraktor karena sudut pandang mereka yang berbeda, kekhawatiran, risiko dalam menjalankan bisnis, kedalaman keterlibatan, akurasi yang diperlukan dari perkiraan, dan penggunaan estimasi. Seorang pemilik yang mempelajari kelayakan proses baru di tahap penelitian dan pengembangan perlu mempertimbangkan teknologi, proses dan risiko implementasi, strategi, studi lokasi dan dampak terhadap pemasaran, pengiriman, operasi, Iogistics, dan strategi manajemen kontrak. Masing-masing memiliki kontribusi terhadap risiko dan biaya. Pemilik sangat terlibat dalam tahap kelayakan proyek, menyerahkan tanggung jawab kepada kontraktor ketika keputusan besar dibuat dan kelanjutan desain dan konstruksi. Meskipun bukan tanpa risiko, ruang lingkup kontraktor cenderung lebih fokus daripada pemilik. Kontraktor menghasilkan desain dan / atau membangun fasilitas sebagaimana ditentukan oleh kondisi utama pemilik. Kontraktor biasanya menjadi yang paling banyak terlibat dalam tahap menengah dan akhir proyek ketika niat pemilik lebih jelas dan banyak alternatif telah dipelajari dan ditolak atau diterima. Karena fokus dan tahap keterlibatan mereka yang unik, pendekatan kontraktor dan pemilik sangat berbeda.

Perhitungan harga pembangunan *fast ferry* pada penelitian ini menggunakan metode *Engineer's Estimate.* Menurut AACE International, Association for Total Cost Management, *estimate* adalah:

Evaluasi semua biaya unsur-unsur proyek atau upaya sebagaimana didefinisikan oleh ruang lingkup yang disepakati. Tiga jenis spesifik berdasarkan tingkat definisi pabrik industri proses adalah: 1) Urutan Estimasi Besaran, 2) Perkiraan Anggaran, dan 3) Perkiraan Definitif [I].

Biasanya *estimate* /estimasi adalah penilaian, berdasarkan fakta dan asumsi tertentu, dari biaya akhir suatu proyek, program, produk, atau proses. *Engineer's Estimate* adalah bagian penting dari keseluruhan proses desain. Hal ini berkaitan dengan penentuan biaya konstruksi untuk setiap proyek yang diberikan. Perkiraan ini kemudian digunakan untuk proposal pemrograman dan pendanaan. Mempersiapkan perkiraan memerlukan pengetahuan tentang metode konstruksi, proses fabrikasi dan biaya konstruksi berdasarkan bagian pengukuran dan pembayaran dalam Spesifikasi. *Engineer's Estimate* diperlukan untuk semua proyek.

Setiap item yang diperlukan pada proyek harus dimasukkan dalam estimasi. Ada juga hal-hal yang tidak secara khusus disebut dalam rencana yang perlu dimasukkan dalam perkiraan. Setiap barang harus dibayar dengan cara tertentu. Hal ini mencakup nomor kode kategori (untuk Sisipan), nomor item (untuk Areawides), deskripsi item, unit ukuran, jumlah, biaya unit, dan total biaya untuk setiap item. Total biaya untuk setiap item kemudian dirangkum untuk menerima *Engineer's Estimate* secara keseluruhan.

9.2 Hasil perhitungan

Untuk pembangunan kapal baru dihitung berdasarkan spesifikasi kapal yang telah dibuat. Sub perhitungan harga dibagi menjadi 13 yang meliputi biaya material lambung dan bangunan atas, perlengkapan lambung, akomodasi, perlengkapan komunikasi dan navigasi, permesinan, motor bantu dan pompa-pompa, tanki-tanki, sistem perpipaan, alat tambat dan labuh, perlengkapan keselamatan dan pemadam kebakaran, kelistrikan, mesin-mesin geladak, dan jasa

pembangunan dan biaya pihak ketiga. Tabel 9.1 menunjukkan harga pembangunan *fast ferry* dengan menggunakan *engineer's estimate.*

Tabel 9.1 Harga pembangunan *fast ferry*

No.	Jenis Pekerjaan/Bahan	Harga Total (Rp)
I	**MATERIAL LAMBUNG DAN BANGUNAN ATAS**	
	Sub Total I	**6,899,820,382**
II	**PERLENGKAPAN LAMBUNG**	
	Sub Total II	**1,167,802,500**
III	**AKOMODASI**	
	Sub Total III	**10,000,574,167**
IV	**PERLENGKAPAN KOMUNIKASI DAN NAVIGASI**	
	Sub Total IV	**2,123,700,000**
V	**PERMESINAN**	
	Sub Total V	**34,870,720,000**
VI	**MOTOR BANTU & POMPA-POMPA**	
	Sub Total VI	**6,463,631,000**
VII	**TANGKI-TANGKI**	
	Sub Total VII	**678,880,000**
VIII	**SISTEM PERPIPAAN**	
	Sub Total VIII	**787,824,800**
IX	**ALAT TAMBAT DAN LABUH**	
	Sub Total IX	**1,193,300,000**
X	**PERLENGKAPAN KESELAMATAN DAN PEMADAM KEBAKARAN**	
	Sub Total X	**1,450,178,400**
XI	**KELISTRIKAN**	
	Sub Total XI	**2,837,840,000**
XII	**MESIN-MESIN GELADAK**	
	Sub Total XIII	**1,157,720,000**
XIII	**JASA PEMBANGUNAN & BIAYA PIHAK KETIGA**	
		12,984,075,000
	Total (Sub total I+II+III+IV+V+VI+VII+VIII+IX+X+XI+XII+XIII)	82,616,066,000.00
	Harga *Fast Ferry* (Belum termasuk PPN 10%)	82,616,066,000
	PPN 10 %	8,261,607,000
	Total Harga	**Rp 90,877,673,000**

Berdasarkan perhitungan diatas, telah didapatkan harga pembangunan *fast ferry* adalah sebesar Rp 90.877.673.000 atau terbilang Sembilan puluh milyar delapan ratus tujuh puluh tujuh juta rnam ratus tujuh puluh tiga ribu rupiah.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 10
KESIMPULAN

1. Persyaratan fungsi utama *fast ferry* ditentukan berdasarkan misi dan berdasarkan kondisi lokasi. Misi utama *fast ferry* adalah membuat mengangkut penumpang untuk perairan di daerah Papua Barat. Kondisi lokasi didapatkan berdasarkan hasil survei dan gambaran umum yang akan memberikan info tentang desain tambahan untuk standar desain *fast ferry* untuk perairan di daerah Papua Barat.
2. Pengembangan konsep desain *fast ferry* ditentukan dengan analisis fungsional yang menghasilkan katamaran dengn lambung simetris yang terbuat dari aluminium, dengan dua sistem propulsi *waterjet* dipasang di setiap *demihull*.
3. *Safety assessment* dibuat dengan metode *Hazard Identification* yang menghasilkan rekomendasi desain tambahan sebagai standar desain *fast ferry* untuk perairan di daerah Papua Barat. *Hazard Identification* didapatkan dari hasil *brainstorming* yang dilakukan oleh pihak-pihak yang trkait.
4. Penentuan ukuran utama *fast ferry* berdasarkan *life-size experiment* dan *model-size experiment*. Dari data tersebut, kemudian dibuat *layout* awal dan didapatkan *payload* 148 Ton. Ukuran utama *fast ferry* yang didesain yaitu:
   - Panjang keseluruhan 40.387 m
   - Panjang garis air 39.997 m
   - Lebar keseluruhan 11.02 m
   - Lebar *demihull* 3 m
   - Tinggi dek utama 4.43 m
   - Sarat penuh 1.5 m
   - Displasmen penuh 213.3 Ton
5. Perhitungan teknis yang dilakukan telah memenuhi.
   - Perhitungan hambatan yang telah dilakukan menghasilkan hambatan sebesar 235.3 kN dan membutuhkan daya mwsin 4840 kW.
   - Perhitungan berat yang telah dilakukan menghasilkan margin berat sebesar 0.27 %. *Displacement* kapal adalah 213.3 ton dan berat kapal (LWT+DWT) adalah 212.722 ton. Sehingga perhitungan berat diterima.
   - Perhitungan stabilitas yang dilakukan menggunakan acuan regulasi dari IMO IS Code 2008. Hasil yang didapatkan semua parameter stabilitas telah terpenuhi.
6. Desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan detail 3D telah dibuat dan dilampirkan pada lampiran.
7. Berdasarkan perhitungan harga kapal dengan *Engineer's Estimate* yang dilakukan, didapatkan pembangunan *fast ferry* sebesar Rp 90.877.673.000.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

Austal (2020). *Austal Confirms Seven Fast Ferries Ordered For The Venetian Macao Resort Development*. *Austal* [Online]. Available: https://austal.com/news/austal-confirms-seven-fast-ferries-ordered-venetian-macao-resort-development [Accessed: 24-Jul-2020]

Carlton, J. (2011). *Marine propellers and propulsion*. Butterworth-Heinemann

Damen (2020). *High Speed Ferry on Stock*. *Damen* [Online]. Available: https://products.damen.com/en/ranges/fast-ferry/damen-fast-ferry-4212 [Accessed: 24-Jul-2020]

DAVIS JOSEPH R (1993). *Aluminum and Aluminum Alloys*. ASM International

RE. Sanders (2001). *Technology Innovation in Aluminium Products*. THE JOURNAL OF THE MINERALS, vol. 53, no. 2, 2001, pages 21-25.

Doctors. L. J. (2017). *On the great trimaran-catamaran debate*. http://mararchief.tudelft.nl/file/37021/. .[Accessed: 5-Jun-2020]
Sintef Byggforsk, . (2005). 320.100 menneskers rekkevidde og plassbehov. https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&doc Numbe r=320100. .[Accessed: 7-Jun-2020]

Endal, A., Fuglerud, G., et al. (2011). *Kompendium* - TMR4105 Marin Teknikk 1. NTNU.

Erikstad. S. O, and Levander, K. (2012). *System based design of offshore support vessels*. Available: https://www.researchgate.net/profile/ Stein_Erikstad/publication/276958126_System_Based_Design_of_Offshore_Support_Vessels/links/555c946008ae8c0cab2a60b3.pdf.[Accessed: 3-Jun-2020]

Evans, J. H. (1959). *Basic design concepts. Journal of the American Society for Naval Engineers*, 71(4):671–678.

Falvey, K. (2004). *Catamaran versus v-hull: Which rides better?*. Available http://www.boatingmag.com/boats/catamaran-versus-v-hull-which-rides-better. Retrieved: 23.05.2020.

Flaus, J. (2013). *Preliminary Hazard Analysis*. Hoboken, NJ USA: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ USA.

G. Thomas, P. Tomic, and A. Tuite (2006). *High-Speed Catamaran or Monohull? How do you choose.* Presented at the 2nd Int.Conf. on High Performance Marine Vehicles, Australia.

Google Inc. (2017). https://www.google.com/maps/place/West+Papua/@-1.6174937,130.0338641,7z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x2d540abdb9e20b2d:0x5349c1f8c5c7cb62!8m2!3d-1.3361154!4d133.1747162. Retrieved: 20.02.2020.

Havdal. Gina, Heggelund. Christina Torjussen, Larssen, Charlotte Hjelmseth (2017). *Design of a Small Autonomous Passanger Ferry*. Norwegian University of Science and Technology.

Jakobsen, K (1990). *Produktutvikling*. Norwegian University of Science and Technology..

Jensen, R. C. (2007). Norwegian University of Science and Technology. Available http://www.oshrisk.org/docs/Risk_Reduction_Strategies.pdf. Retrieved: 20.04.2020.

Levander, K. (1991). *System based passenger ship design*. NTNU Marine Technology.

Levander, K. (2012). *System Based Ship Design.* NTNU Marine Technology.

Papanikolaou, A. (2009). *Risk-based ship design: methods, tools and applications*. Springer, Berlin.

Rausand, M. (2013). *Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications. Statistics in Practice*. Wiley, Hoboken.

Richard E. Westney, P.E. (1997). *The Engineer's Cost Handbook*. Houston, Texas.

Romadhon, G. (2014). *IMPLEMENTASI METODE HAZID (HAZARD IDENTIFICATION) DALAM PROSES IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISA RESIKO PADA UNIT GAS TREATMENT DI CNG (COMPRESSED NATURAL GAS) PLANT PT. PJB UP MUARA TAWAR*. Surabaya: Institut Teknlogi Sepuluh Nopember.

Satria, B., and Manfaat, D. (2012). *Aplikasi Formal Safety Assessment untuk Penilaian Risiko Kecelakaan pada Helipad FSO: Studi Kasus FSO Kakap Natuna*. Jurnal Teknik ITS Vol 1.

Thomas, G., Tomic, P., and Tuite, A. (2007). *High-speed catamaran or monohull? How do you choose? Ships and Offshore Structures*, 2(2):137–147.

Vargel, C. (2004). *Corrosion of Aluminium*, volume 1st ed. Elsevier Science.

Vestbøstad, Øyvind. (2011) *System Based Ship Design for Offshore Vessels*. Norwegian University of Science of Technology, Norway.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS

ERICZA DAMARANDA S dilahirkan di Malang, 1 Juni 1995. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dalam keluarga. Dibesarkan di Malang dan menamatkan pendidikan formal tingkat MI di MI Jenderal Sudirman Malang, tingkat SMP di SMPN 20 Malang dan tingkat MA di MAN 3 Malang. Setelah lulus SMA, penulis diterima di S1-Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013 melalui jalur SBMPTN-Ujian Tulis. Selanjutnya penulis melanjutkan menuntut ilmu di S2-Teknik Perkapalan dengan Jalur Beasiswa *Fresh Graduate*.

Semasa kuliah S1, Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, Penulis aktif berkegiatan di Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) sebagai staf biro Hidromodeling 2014-2015, dan menjadi staf ahli biro Hidromodeling 2014-2016. Selain itu, Penulis juga aktif berkegiatan di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) yaitu UKM Maritime Challenge sebagai staf divisi Sosial dan Budaya 2014-2015, dan UKM Robotika ITS sebagai koordinator mekanik divisi Roboboat 2015-2016. Penulis juga sempat mengikuti beberapa pelatihan , baik pelatihan pembentukan *soft skill* seperti LKMM dan pelatihan yang menunjang kebutuhan akademis selama perkuliahan, seperti pelatihan perangkat lunak AutoCAD dan Maxsurf. Penulis menjuarai lomba Nasional sebanyak 4 kali (di ITS, UI, dan UNDIP), lomba Internasional sebanyak 2 kali (di Amerika Serikat dan Singapura) dan 3 penghargaan lain.

Dalam pengalaman *project*, selama menempuh S2 penulis telah mengerjakan berbagai *project* baik yang berhubungan dengan pihak swasta maupun pemerintahan. Mulai dari proyek desain kapal, analisa kelayakan kapal, *assessment* FSO, dan *detail drawing* kapal dan jembatan.

Sebagai penerus bangsa ini, penulis ingin tetap berupaya untuk membangun bangsa dan negara ini melalui dunia kemaritiman. Besar harapan penulis agar tesis

ini dapat bermanfaat dan memberi dampak positif bagi masyarakat secara umum dan khususnya bagi perkembangan material maju di Indonesia. Akhir kata, gunakan ilmu yang engkau miliki untuk kemaslahatan umat, jadikan ilmumu bermanfaat buat orang lain. Karena ketika engkau mengamalkan ilmu dan bermanfaat buat orang lain maka merupakan suatu amal jariah yang tidak akan putus walau engkau telah meninggal dunia.

- Mitreka Satata -

Email: ericza45@gmail.com

LAMPIRAN

Lampiran A RBSD

Lampiran B SBSD

Lampiran C Analisis *Pattern* Kecepatan

Lampiran D Desain Akhir

Lampiran E Rencana Garis

Lampiran F Rencana Umum

Lampiran G RAB Pembangunan *Fast Ferry*

LAMPIRAN

Lampiran A RBSD

Lampiran B SBSD

Lampiran C Analisis *Pattern* Kecepatan

Lampiran D Desain Akhir

Lampiran E Rencana Garis

Lampiran F Rencana Umum

Lampiran G RAB Pembangunan *Fast Ferry*

LAMPIRAN A

RBSD

TANGGAL KEJADIAN	NAMA KAPAL	JENIS KECELAKAAN	KORBAN JIWA	KORBAN ASET
07 Februari 2019	BSP I	Kebakaran		Rusak berat
14-Sep-18	Fungka Permata V	Terbakar	13 orang meninggal dunia, 6 orang hilang	Tenggelam
10 Agustus 2018	Altaf	Kandas		Rusak Ringan
7 Agustus 2018	Molise	Meledak		*Total loss*
19 Juli 2018	Penta Prima	Terbalik	2 orang meninggal dunia	
08 Juli 2018	Kandasnya JWS	Miring		Rusak ringan
3 Juli 2018	Lestari Maju	Miring	34 orang meninggal dunia, 1 orang hilang	Rusak berat
18 Juni 2018	Sinar Bangun 4	Tenggelam	3 orang meninggal dunia, 164 orang hilang	*Total loss*
13 Juni 2018	Arista	Tenggelam	13 korban meninggal dunia	
22 Mei 2018	Harapan Baru Express VII	Tubrukan	5 orang meninggal dunia, 22 orang luka ringan	*Total loss*
17 Mei 2018	Labitra Adinda	Kebakaran		Rusak berat
20 Februari 2018	Kayong Utara	Kandas	1 orang meninggal dunia	
3 Januari 2018	Awet Muda	Tenggelam	13 orang meninggal	Rusak berat
1 Januari 2018	Anugrah Express	Terbalik	9 orang meninggal	
18 Desember 2017	Mutiara Ferindo I	Lepas kendali	1 orang meninggal dunia	
23-Nov-17	Jetliner	Kehilangan Kendali		Rusak ringan
29 Oktober 2017	Dharma Kencana II	Terbakar		Rusak berat
17-Sep-17	Fungka Permata III	Tenggelam		*Total loss*
25 Juli 2017	Rejeki Baru Kharisma	Terbalik	10 orang meninggal dunia	
05 Juli 2017	Mutiara Persada I	Tabrakan		Rusak ringan
19 Mei 2017	Mutiara Sentosa I	Terbakar	5 orang meninggal dunia	
9-Apr-17	Mutiara Persada III	Kebakaran		Rusak sedang
14 Maret 2017	KM. Cantika Lestari 77	Terbakar		Rusak berat
21 Februari 2017	KMP. Caitlyn	Terbakar		Rusak ringan
01 Januari 2017	KM. Zahro Express	Terbakar	24 orang meninggal	Rusak berat
29 Desember 2016	Karamando	Tenggelam	4 orang meninggal dunia	*Total loss*
22 Desember 2016	SINABUNG	Kandas		Rusak ringan
15 Oktober 2016	SB. Bintang Fajar	Terbakar	7 orang meninggal dunia	*Total loss*
14 Oktober 2016	KM. Dharma Kencana VIII	Tenggelam		*Total loss*
15-Sep-16	Gili Cat II	Ledakan	2 orang meninggal dunia, 6 orang luka berat, 4 orang luka sedang dan 4 orang luka	Rusak sedang
21 Agustus 2016	Kapal Pancung	Terbalik	15 orang meninggal dunia	
3 Juni 2016	Bukit Raya	Kandas		Rusak ringan
4 Maret 2016	KMP. Rafelia 2	Tenggelam	6 korban meninggal.	
19 Desember 2015	MV. Marina Baru 2B	Tenggelam	66 orang meninggal dunia, 12 orang hilang	*Total loss*
29-Nov-15	Sea Prince	Grounding		Rusak ringan
16-Nov-15	Wihan Sejahtera	Tenggelam		*Total loss*
17 Juli 2014	KMP. Gelis Rauh	Terbakar	6 orang cedera ringan	*Total loss*
1-Apr-14	KM. Lambelu	Tubrukan		Tenggelam
14 Januari 2014	KM. BJL-I	Terguling		Separuh tenggelam
3 Januari 2014	KMP. Munawar Ferry	Tenggelam	3 orang meninggal dunia, 6 orang hilang	*Total loss*
22 Agustus 2013	KM. Express Bahari 8C	Terbakar	6 orang meninggal dunia, 6 orang hilang	*Total loss*
26-Sep-12	KMP. Bahuga Jaya Dengan	Tubrukan	8 orang meninggal dunia	*Total loss*
26-Sep-11	KM. Marina Nusantara	Tubrukan	6 orang meninggal dunia	Rusak berat
27 Agustus 2011	KMP. Windu Karsa	Tenggelam	13 orang meninggal dunia	*Total loss*
4 Juli 2011	KM. Musthika Kencana II	Terbakar		*Total loss*
8 Februari 2011	KM. Salvia	Kebakaran		Rusak sedang
28 Januari 2011	KMP. Laut Teduh 2	Terbakar	27 orang meninggal dunia	Rusak berat
9-Nov-08	Perahu Motor Koli-Koli	Terbalik	8 orang meninggal dunia, 2 orang hilang	
18 Mei 2008	KMP. Dharma Kencana I	Terbakar	1 orang meninggal dunia, 12 orang luka berat	Rusak berat
18 Oktober 2007	KM. Acita - 03	Terbalik	31 orang meninggal dunia	Total loss
10 Juli 2007	KM. Wahai Star	Tenggelam	16 orang meninggal dunia	
22 Februari 2007	KMP. Levina I	Terbakar	50 orang fatal	Rusak sedang
13 Januari 2007	KMP. Nusa Bhakti	Terbakar		Rusak ringan
26-Sep-03	KM Mandiri Nusantara	Tubrukan	3 orang meninggal dunia, 5 orang luka berat	Rusak sedang
7-Sep-03	KMP. Wimala Dharma	Tenggelam	5 orang meninggal dunia, 6 orang luka	*Total loss*

Elemen Sistem	Kejadian Bahaya	Konsekuensi	Frekuensi	Konsekuensi	RPN	Rekomendasi
Kapal	Lantai licin	Penumpang cedera	5	2	10	Pengurasan air rutin pada dek
	Kebakaran	Penumpang cedera akibat api langsung	4	4	16	Sistem pendeteksi kebakaran, bahan yang lebih sedikit / tidak mudah terbakar, mengurangi sumber panas
		Penumpang cedera akibat asap beracun	4	4	16	
		Penumpang meninggal dunia	5	5	25	
		Kerusakan pada kapal	4	4	16	
		Kehilangan kapal	4	5	20	
	Ledakan	Penumpang cedera	1	3	3	Sistem keamanan untuk mendeteksi penyusup
		Penumpang cedera akibat api	1	4	4	
		Penumpang cedera akibat asap	1	4	4	
		Kerusakan pada kapal	1	4	4	
		Kehilangan kapal	1	5	5	
	Kapal hilang	Kapal tidak bisa dioperasikan	2	4	8	alarm pencurian, penjagaan rutin
		Kehilangan kapal	2	5	10	
	Kebakaran	Penumpang cedera akibat api langsung	3	4	12	Keamanan yang lebih ketat
		Penumpang cedera akibat asap	3	4	12	
		Penumpang meninggal dunia	3	5	15	
		Kerusakan pada kapal	3	2	6	
		Kehilangan kapal	3	5	15	
	Kehilangan kontrol navigasi	Tabrakan yang menyebabkan	3	2	6	Kemampuan manuver oleh ABK, update cuaca
		Tabrakan yang menyebabkan	3	3	9	
		Tabrakan yang menyebabkan	3	1	3	
	Kapal tidak bisa dioperasikan	Penghentian operasi	5	1	5	OK
	Lepas kendali	Tabrakan yang menyebabkan	3	2	6	Kemampuan manuver oleh ABK, update cuaca
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	3	3	9	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	3	1	3	
	Kapal tidak bisa dioperasikan	Penghentian operasi	5	1	5	OK
	Lepas kendali	Tabrakan yang menyebabkan	3	2	6	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	3	3	9	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	3	1	3	
	Kapal tidak bisa dioperasikan	Penghentian operasi	5	1	5	OK
	Lepas kendali	Tabrakan yang menyebabkan	3	2	6	Kemampuan manuver oleh ABK, update cuaca
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	3	3	9	
		Tabrakan yang menyebabkan	3	2	6	

	Kapal tidak bisa dioperasikan	Penghentian operasi	5	1	5	Konstruksi yang kuat
Lambung	Terjadi kebocoran	Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kehilangan nyawa	1	5	5	Konstruksi yang kuat dan pemilihan material yang baik
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal	1	5	5	
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan percemaran lingkungan perairan	1	2	2	
		Kapal tenggelam yang berpotensi	1	3	3	
		Heels yang menyebabkan kerusakan	1	3	3	
		Heels yang menyebabkan	1	2	2	
	Terjadi kebocoran	Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan cacat penumpang	1	4	4	Konstruksi yang kuat dan pemilihan material yang baik
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal	1	5	5	
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan percemaran lingkungan perairan	1	2	2	
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kerusakan pada lambung kapal	1	3	3	
		Heels yang menyebabkan kerusakan pada peralatan di dek	1	3	3	
		Heels yang menyebabkan penumpang cedera	1	2	2	
	Menambah hambatan kapal	Menambah waktu perbaikan	4	1	4	Perawatan rutin, penggunaan material cat yang berkualitas
	Terjadi kebocoran	Kerusakan pada peralatan di atas	2	3	6	Cek reguler pada sistem dan alarm system
		Heels yang menyebabkan	2	2	4	
		Penumpang panik	3	1	3	
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kehilangan nyawa	1	5	5	

		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal	1	5	5	
		Percemaran lingkungan perairan	2	2	4	
	Getaran yang berlebihan	Kerusakan pada peralatan di atas kapal	3	3	9	Cek reguler pada sistem dan alarm system
		Penumpang cedera	3	2	6	
		Penumpang panik	3	1	3	
	Tabrakan	Kerusakan pada lambung	5	4	20	Cek reguler pada lambung
		Penumpang cedera	5	2	10	
		Penumpang panik	5	1	5	
	Terjadi kebocoran	Kerusakan pada peralatan di atas kapal	3	3	9	Cek reguler pada sistem dan alarm system
		Heels yang menyebabkan penumpang cedera	2	2	4	
		Penumpang panik	3	1	3	
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan kehilangan nyawa	1	5	5	
		Kapal tenggelam yang berpotensi mengakibatkan hilangnya kapal	1	5	5	
		Percemaran lingkungan perairan	2	2	4	
		Kerusakan ringan pada dermaga	3	3	9	
		Kerusakan permanen pada dermaga	2	4	8	
Sistem perpipaan	Air tumpah/naik ke atas	*Heels* yang dapat menyebabkan cedera penumpang	2	2	4	Sistem pengawasan pompa, pemeriksaan pompa secara teratur, perawatan rutin
		Heels yang dapat menyebabkan	2	1	2	
		Kerusakan pada peralatan di atas	3	3	9	
	Kebisingan	Ketidaknyamanan penumpang	3	1	3	OK
	Air tumpah	*Heels* yang dapat menyebabkan	2	2	4	Sistem pengawasan pompa, pemeriksaan pompa secara teratur, perawatan rutin, alarm darurat listrik
		Heels yang dapat menyebabkan penumpang panik	2	1	2	
		Kerusakan pada peralatan di atas kapal	3	3	9	
	Air tumpah	*Heels* yang dapat menyebabkan	2	2	4	Sistem pengawasan pompa, pemeriksaan pompa secara teratur, perawatan rutin
		Heels yang dapat menyebabkan penumpang panik	2	1	2	
		Kerusakan pada peralatan di atas kapal	3	3	9	
	Air tumpah	*Heels* yang dapat menyebabkan	2	2	4	Sistem pengawasan pompa, pemeriksaan pompa secara teratur, perawatan rutin
		Heels yang dapat menyebabkan penumpang panik	2	1	2	

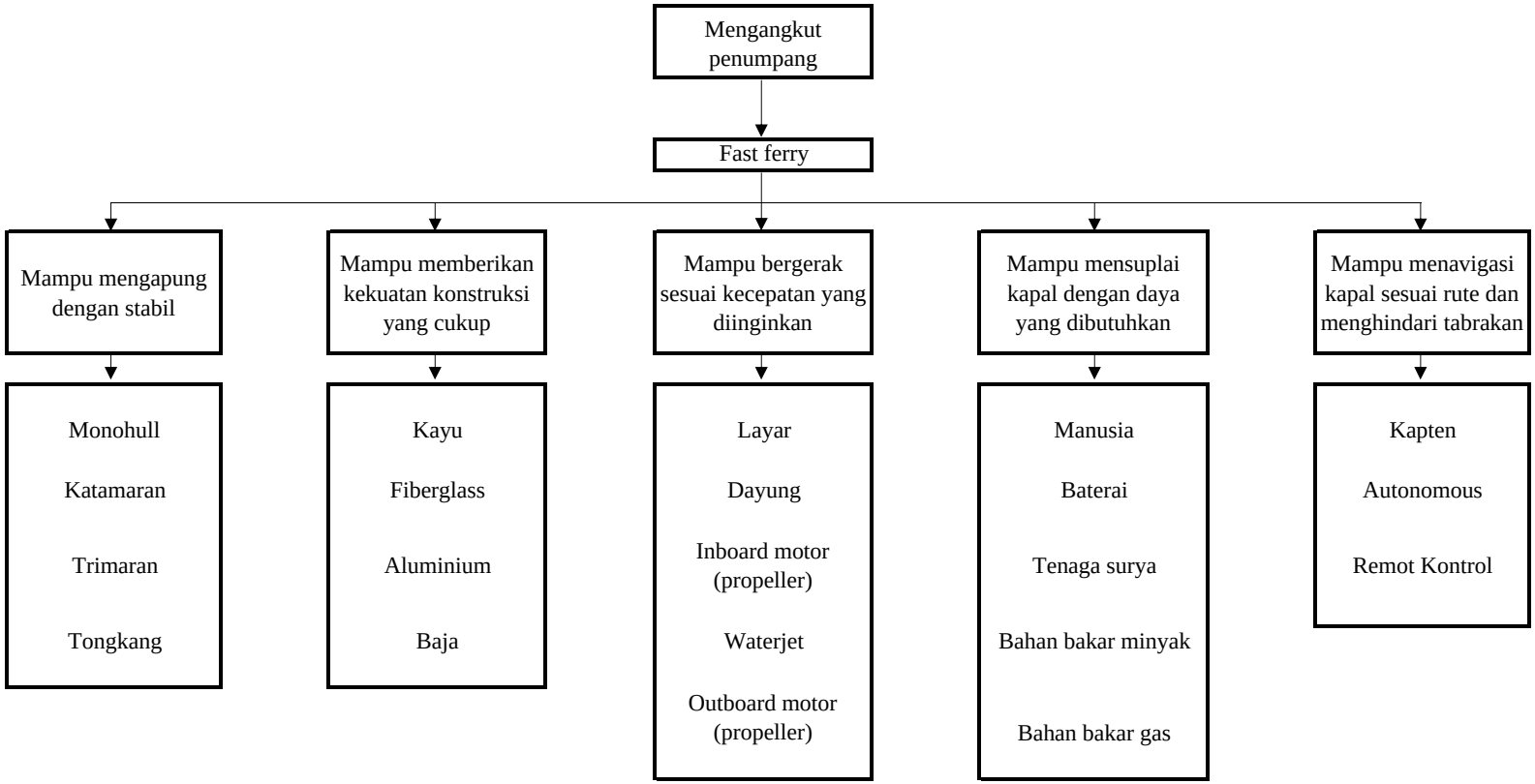
		Kerusakan pada peralatan di atas kapal	3	3	9	
Sistem propulsi	Kapal lepas terkendali	Tabrakan yang menyebabkan	2	2	4	Rencana perawatan yang baik, bahan baling-baling yang kuat, perawatan permukaan baling-baling
		Tabrakan yang menyebabkan	2	2	4	
		Tabrakan yang menyebabkan	2	1	2	
	Kebisingan	Ketidaknyamanan penumpang	3	1	3	Insulasi untuk kebisingan
	Kapal lepas terkendali	Tabrakan yang menyebabkan	3	2	6	Rencana perawatan, bahan baling-baling yang tepat, perawatan permukaan baling-baling
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	3	2	6	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	3	1	3	
	Kebisingan	Ketidaknyamanan penumpang	3	1	3	Insulasi suara, rencana perawatan yang baik, bahan baling-baling yang baik, perawatan permukaan baling-baling
	Kapal lepas terkendali	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera	2	2	4	Sistem pendingin yang baik
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	2	2	4	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	2	1	2	
	Sistem propulsi tidak bekerja	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera	3	2	6	Pemasangan strayer/filter tambahan
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	3	2	6	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	3	1	3	
		Kapal mati di *remote area*	5	4	20	
Sistem navigasi dan komunikasi	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan komunikasi	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera	5	2	10	Inspeksi sensor secara teratur. Redundansi
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	5	2	10	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	5	1	5	
		Menambah waktu perbaikan	5	1	5	
	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan kominikasi	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera	3	2	6	Konduktor petir di kapal
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	3	2	6	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	3	1	3	
		Menambah waktu perbaikan	3	1	3	
	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan kominikasi	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera	2	2	4	Kualitas sensor yang baik. Hindari berlayar pada titik kabut tertentu (dengan faktor keamanan)
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	2	2	4	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	2	1	2	

	Kapal tidak bisa dioperasikan	Menambah waktu perbaikan	5	1	5	OK
	Kapal kehilangan kontrol sistem navigasi dan kominikasi	Tabrakan yang menyebabkan	4	2	8	Kualitas sensor yang baik, Inspeksi dan redundansi secara teratur. Penempatan kamera pengawasan untuk menghindari vandalisme.
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	4	2	8	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	4	1	4	
		Menambah waktu perbaikan	4	1	4	
Sistem kebakaran	Terjadi kebocoran	Kerusakan kapal	2	4	8	Persetujuan dan pengujian desain tombol darurat. Memastikan bisa digunakan untuk semua penumpang.
		Panumpang cedera	2	3	6	
		Kerusakan lingkungan	2	2	4	
	Sistem kebakaran tidak merespon kebakaran	Penumpang cedera	2	3	6	Pemeliharaan rutin, Redundansi pada sistem
		Penumpang meninggal dunia	2	5	10	
		Kerusakan salah satu bagian kapal	2	4	8	
		Kapal tidak bisa dioperasikan	2	4	8	
	Sistem kebakaran tidak merespon kebakaran	Penumpang cedera	3	3	9	Pemasangan CCTV untuk menghindari sabotase
		Penumpang meninggal dunia	3	5	15	
		Kerusakan salah satu bagian kapal	3	4	12	
		Kapal tidak bisa dioperasikan	3	4	12	
Distribusi berat	*Heels*	Kerusakan pada kapal	4	2	8	Freeboard yang memenuhi
		Penumpang cedera	4	2	8	
	Kapal terbalik	Kapal tenggelam	3	5	15	Freeboard yang memenuhi
		Penumpang cedera	3	4	12	
		Penumpang meninggal dunia	3	5	15	
		Kerusakan kapal	3	3	9	
Bangunan atas	Penumpang terjatuh ke air	Penumpang cedera	2	3	6	Konstruksi yang kuat
		Penumpang meninggal dunia	2	5	10	
Sistem tambat	Kapal tergelincir dari dermaga	Tabrakan yang menyebabkan penumpang cedera	3	3	9	Pemeriksaan / pemeliharaan rutin, Konstruksi kuat
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan kapal	3	2	6	
		Tabrakan yang menyebabkan kerusakan lingkungan	3	1	3	
	Tabrakan antara kapal dan dermaga	Menambah waktu perbaikan	4	1	4	Redundansi dalam sistem navigasi, Penempatan komponen dalam sistem tambat
	Kapal tidak dapat bersandar	Menambah waktu perbaikan	3	1	3	Pemasangan CCTV untuk menghindari sabotase
	Strikes on passengers	Passenger injury or fatality	2	3	6	Konduktor petir di kapal

Penumpang	Ketidaknyamanan penumpang	Passenger stop using the ferry	4	2	8	Bangku yang nyaman
	Ketidaknyamanan penumpang	Passenger stop using the ferry	3	2	6	Pencahayaan yang menyesuaikan sesuai dengan kebutuhan (siang / malam)
	Situasi darurat yang menyebabkan penumpang khawatir	Penumpang panik	4	1	4	Pemasangan tanda instruksi yang mudah diikuti dan mudah ditemukan
		Penumpang bingung	4	1	4	
	Penumpang tidak menggunakan pelampung saat kejadian darurat	Penumpang cedera	5	3	15	Memiliki pelampung tambahan, pemeriksaan rutin peralatan dan kelengkapan safety
		Penumpang cedera fatal	3	5	15	
	Penumpang terganggu dan panik	Penumpang cedera	4	1	4	Pemasngan CCTV
	Penumpang jatuh ke air	Penumpang cedera	3	2	6	Membuat desain kapal agar tidak mudah dipanjat sembarangan
Petugas perbaikan dan perawatan	Petugas cedera	Petugas sakit	3	3	9	Penempatan peralatan yang mudah dijangkau, dan mudah dirawat
		Menambah waktu perbaikan	3	1	3	

LAMPIRAN B

SBSD


Mengangkut penumpang
Fast ferry
Mampu mengapung dengan stabil
Mampu memberikan kekuatan konstruksi yang cukup
Mampu bergerak sesuai kecepatan yang diinginkan
Mampu mensuplai kapal dengan daya yang dibutuhkan
Mampu menavigasi kapal sesuai rute dan menghindari tabrakan
Monohull
Katamaran
Trimaran
Tongkang
Kayu
Fiberglass
Aluminium
Baja
Layar
Dayung
Inboard motor (propeller)
Waterjet
Outboard motor (propeller)
Manusia
Baterai
Tenaga surya
Bahan bakar minyak
Bahan bakar gas
Kapten
Autonomous
Remot Kontrol

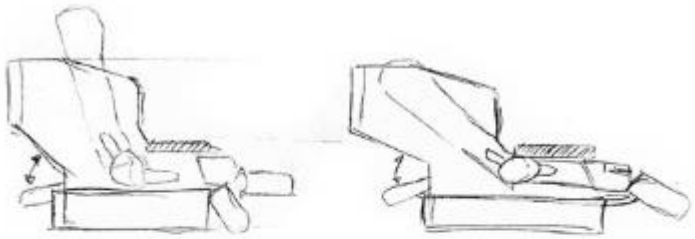
Eliminasi 1		
Sub Fungsi	**Item**	**Alasan Eliminasi**
Material	Kayu	Tidak efisien
Propulsi	Layar	Cuaca yang sulit diprediksi dan berbahaya
	Dayung	Tidak efisien dan berbahaya
Sumber Daya	Manusia	Tidak efisien
	Bahan bakar gas	Tidak ada dukungan teknis dan masih dalam pengembangan di Indonesia
Kendali	Autonomous	Lingkungan berbahaya dan dukungan teknis yang rendah di lokasi

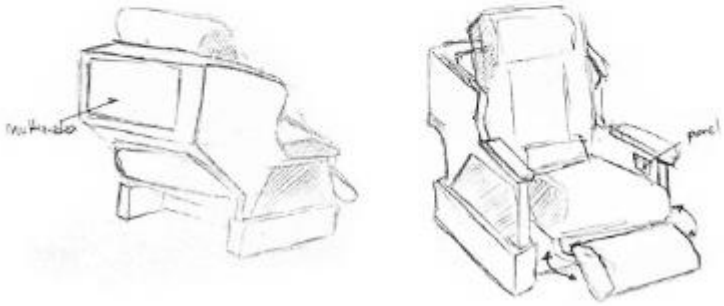
Eliminasi 2		
Sub Fungsi	**Item**	**Alasan Eliminasi**
Material	Fiberglass	Mudah terbakar dan tidak berumur panjang
Hull	Tongkang	Performa hidrodinamik yang kurang bagus
Propulsi	Outboard motor (propeller)	Tidak cocok untuk *fast ferry* dengan kecepatan diatas 25 knot
Sumber Daya	Tenaga surya	Efisiensi rendah dan dukungan teknis yang rendah di lokasi
Kendali	Remot Kontrol	Lingkungan berbahaya dan dukungan teknis yang rendah di lokasi

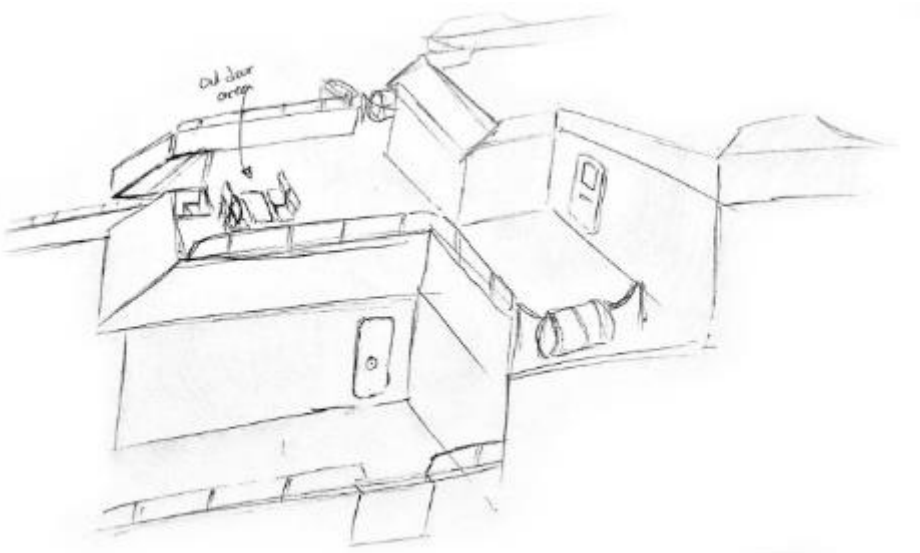
Eliminasi 3		
Sub Fungsi	**Item**	**Alasan Eliminasi**
Hull	Trimaran	Menghasilkan hambatan yang lebih besar
Propulsi	Inboard motor (propeller)	Tidak cocok untuk *fast ferry* dengan kecepatan diatas 25 knot
Sumber Daya	Baterai	Baya yang mahal dan dukungan teknis yang rendah

- Sudut kursi penumpang harus bersandar agar dapat mencapai sudut terbaik untuk mode tidur jangka panjang hampir 4-5 jam.
- Area tempat duduk harus cukup panjang untuk mengakomodasi posisi penumpang hampir dalam mode tidur
- Penumpang harus memiliki dampak minimal dari dampak mabuk laut gerak vertikal selama moda perjalanan jangka panjang
- Penumpang harus memiliki dampak minimal terhadap dampak kenyamanan manusia selama perjalanan laut
- Penumpang harus memiliki fasilitas free-wi-fi yang memadai di atas kapal selama perjalanan laut.
- Penumpang harus memiliki persediaan pendingin udara yang memadai selama perjalanan laut.
- Kinerja stabilitas kapal katamaran / kapal cepat berkecepatan tinggi harus dirancang dengan teknologi maju dan terbukti anti-linting, trim, yang dapat diterapkan atau dipasang di lambung kapal
- Sistem atau stabilisator anti linting, trim, dan penyembuhan harus diaktifkan selama tahap operasional kecepatan kapal dalam 45-50 knot.
- Kapal harus mendesain dengan kapasitas muatan yang aman, lebar, panjang tangga penumpang embarkasi dan dis-embarkasi dengan bahan yang kuat dan ringan tertanam atau menjadi bagian dari kapal
- Kapal harus memiliki sistem navigasi yang dapat mengandalkan atau mengirim dan penerimaan informasi situasi cuaca ke arus pelampung atau sistem cuaca yang digunakan di tengah rute atau pelayaran (ujung selat) untuk memiliki sistem deteksi dini setiap kali atau secara tiba-tiba ada perubahan cuaca selama 5 (lima) jam
- Penumpang harus memiliki sistem cadangan air minum yang memadai, makanan di atas kapal karena keadaan darurat dan perjalanan panjang dan mampu mendukung bantuan kehidupan mereka di laut.
- Kapal harus dirancang dengan efek pencucian bangun minimum terhadap garis air atau area lintas laut.
- Kapal harus dirancang dengan aspek keandalan tinggi dari mesin perawatan, lambung kapal, sistem listrik dan otomasi, pada sistem navigasi kapal
- Kapal harus dirancang dengan perjalanan malam untuk mengatasi permintaan berlayar keluar pada malam hari untuk kru mengubah strategi atau implementasi efektivitas aplikasi manajemen.

SKET AWAL KAPAL






Old door entry

Toilet
Snack Store

PERNYATAAN MISI		
IDENTITAS KAPAL		
Penelitian:	*Fast Ferry*	
Dosen Pembimbing:	Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D	
Nama:	Ericza Damaranda	

DISKRIPSI MISI	
Daerah Operasi:	Papua Barat
Diskripsi	*Fast ferry*
Target Pasar	Pengangkut penumpang

KAPASITAS MUATA DAN PERFORMA		
kapasitas penumpang	100	Orang
Lama jelajah maksimal	15	Jam
Kecepatan maksimal	40	knots

PROPULSOR DAN SUMBER DAYA	
Propulsor	*Waterjet*
Sumber daya	BBM

RULES AND REGULATIONS		
Klas:		
Bendera:	Indonesia	
Kru:	15	Orang

BATASAN DIMENSI UTAMA	
Berdasarkan rute	Tidak
Berdasarkan penumpang	Ya
Berdasarkan pelabuhan	Tidak

MUATAN

Kategori muatan	Jumlah	Berat per unit	Luasan per unit	Tinggi	Volume unit
		kg	m2	m	m3
Kru	13	85	0.33	2.4	0.79
Penumpang	100	85	0.33	2.4	0.79
Barang	100	20	0.07	2.4	0.17
Provision	100	5	0.12	2.4	0.29
Total	213	12105	56.29		135.10

RUANG AKOMODASI

Kategori muatan	Jumlah	Berat per unit	asan per u	Tinggi	Volume
		kg	m2	m	m3
Kru	13	85	0.33	2.4	0.79
Penumpang	100	85	0.33	2.4	0.79
Barang	100	20	0.07	2.4	0.17
Provision	100	5	0.12	2.4	0.29
Total	213	12105	56.29		135.10

Ruang Penumpang

Nama	Jumlah	Luasan area	Tinggi	Luas Area Total	Volume
		m2	m	m2	m3
Kursi penumpang & spasi	100	1.212	2.4	121.2	290.88
Gangway	1		2.4	43.8	105.12
Sub-Total			m2/pax	165	396

Ruang Kru

Nama	Jumlah	Luasan area	Tinggi	Luas Area Total	Volume
		m2	m	m2	m3
Kamar kru	5	9	2.4	45	108
Hiburan kru	1	9	2.4	9	21.6
Sub-Total			m2/pax	54	129.6

Fasilitas

Nama	Jumlah	Luasan area	Tinggi	Luas Area Total	Volume
		m2	m	m2	m3
Kamar mandi	8	1.6	2.4	12.8	30.72
Kursi Lounge (set)	4	14.3	2.4	57.2	137.28
Standing area lounge	1	20	2.4	20	48
Pantry	1	10.56	2.4	10.56	25.344
Kursi santai di dek luar	20	2	2.4	40	96
Mushola	1	12	2.4	12	28.8
Klinik	1	7.5	2.4	7.5	18
Sub-Total			m2/pax	160.06	384.144

Total		435.35	1044.84

PERHITUNGAN
GROSS TONNAGE (GT) DAN *NET TONNAGE (NT)*

Ukuran Utama :

Loa : 42.20 m

Lpp : 40.75 m (Pasal 2 ayat 8, TMS - 1969)

B : 11.60 m (Peraturan 2 ayat 3, TMS - 1969)

D : 3.80 m (Peraturan 2 ayat 2, TMS - 1969)

d : 1.50 m

Material Lambung Kapal : Aluminium

Mesin Penggerak : Water jet

Jumlah Geladak : 2

TABEL PERHITUNGAN RUANGAN TERTUTUP YANG TERMASUK DALAM GROSS TONNAGE

No	Nama Bagian	Letak Gading	Luas m^2	Tinggi m	Jumlah	Volume m^3	Volume Total m^3
2.	Geladak Utama						782.869
3.	Geladak Kedua						460.217
4	Lambung						146.439
Total Volume Ruang Tertutup (V)							1389.525

PERHITUNGAN GROSS TONNAGE:

Rumus: $GT = K_1 \times V$

Dimana :

$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$

V = Volume ruangan tertutup dalam kapal

Maka :

$K_1 = 0.2 + 0.02 \text{ Log } 1389.525$

$= 0.263$

$V = 1389.525$

$GT = 0.263 \times 1389.525$

$=$ **365.247** ton

LAMPIRAN C

Analisis *Pattern* Kecepatan

Kapal Ambulan Sorong Bintuni

t			v		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	35.474	18.24783	2737.174
0.666667	40	2400	35.3017	18.15919	2723.879
0.708333	42.5	2550	34.9171	17.96136	2694.203
0.75	45	2700	35.5061	18.26434	2739.651
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35.5669	18.29561	2744.342
0.916667	55	3300	35.7172	18.37293	2755.939
0.958333	57.5	3450	35.6464	18.33651	2750.476
1	60	3600	35.3547	18.18646	2727.969
1.041667	62.5	3750	35.063	18.03641	2705.461
1.083333	65	3900	35.1956	18.10462	2715.692
1.125	67.5	4050	35.1691	18.09099	2713.648
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	35.1955	18.10457	2715.685

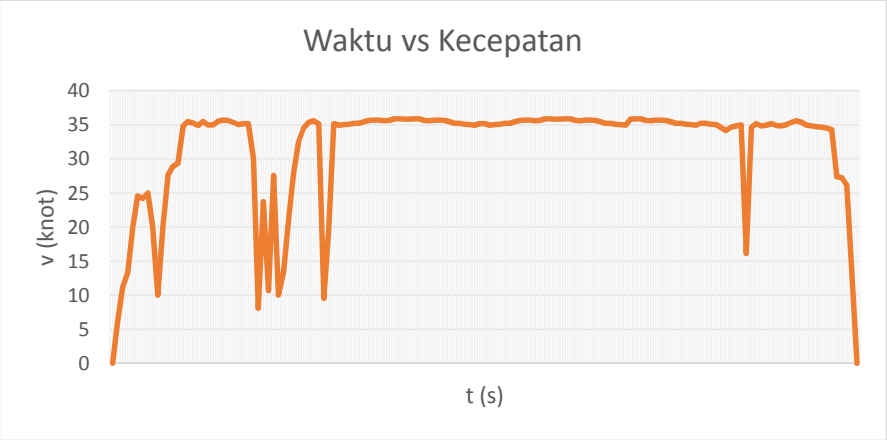
1.875	112.5	6750	34.9619	17.9844	2697.66
1.916667	115	6900	35.0553	18.03245	2704.867
1.958333	117.5	7050	35.0865	18.0485	2707.274
2	120	7200	35.2111	18.11259	2716.888
2.041667	122.5	7350	35.2111	18.11259	2716.888
2.083333	125	7500	35.4455	18.23317	2734.975
2.125	127.5	7650	35.6325	18.32936	2749.404
2.166667	130	7800	35.6943	18.36115	2754.172
2.208333	132.5	7950	35.7259	18.3774	2756.61
2.25	135	8100	35.6013	18.31331	2746.996
2.291667	137.5	8250	35.6792	18.35338	2753.007
2.333333	140	8400	35.8988	18.46634	2769.951
2.375	142.5	8550	35.8744	18.45379	2768.069
2.416667	145	8700	35.85	18.44124	2766.186
2.458333	147.5	8850	35.85	18.44124	2766.186
2.5	150	9000	35.8744	18.45379	2768.069
2.541667	152.5	9150	35.8988	18.46634	2769.951
2.583333	155	9300	35.6792	18.35338	2753.007
2.625	157.5	9450	35.6013	18.31331	2746.996
2.666667	160	9600	35.7259	18.3774	2756.61
2.708333	162.5	9750	35.6943	18.36115	2754.172
2.75	165	9900	35.6325	18.32936	2749.404
2.791667	167.5	10050	35.4455	18.23317	2734.975
2.833333	170	10200	35.2111	18.11259	2716.888
2.875	172.5	10350	35.2111	18.11259	2716.888
2.916667	175	10500	35.0865	18.0485	2707.274
2.958333	177.5	10650	35.0553	18.03245	2704.867
3	180	10800	34.9619	17.9844	2697.66
3.041667	182.5	10950	35.1955	18.10457	2715.685
3.083333	185	11100	35.1955	18.10457	2715.685
3.125	187.5	11250	34.9619	17.9844	2697.66
3.166667	190	11400	35.0553	18.03245	2704.867
3.208333	192.5	11550	35.0865	18.0485	2707.274
3.25	195	11700	35.2111	18.11259	2716.888
3.291667	197.5	11850	35.2111	18.11259	2716.888
3.333333	200	12000	35.4455	18.23317	2734.975
3.375	202.5	12150	35.6325	18.32936	2749.404
3.416667	205	12300	35.6943	18.36115	2754.172
3.458333	207.5	12450	35.7259	18.3774	2756.61
3.5	210	12600	35.6013	18.31331	2746.996
3.541667	212.5	12750	35.6792	18.35338	2753.007
3.583333	215	12900	35.8988	18.46634	2769.951
3.625	217.5	13050	35.8744	18.45379	2768.069
3.666667	220	13200	35.85	18.44124	2766.186
3.708333	222.5	13350	35.85	18.44124	2766.186
3.75	225	13500	35.8744	18.45379	2768.069
3.791667	227.5	13650	35.8988	18.46634	2769.951
3.833333	230	13800	35.6792	18.35338	2753.007
3.875	232.5	13950	35.6013	18.31331	2746.996
3.916667	235	14100	35.7259	18.3774	2756.61

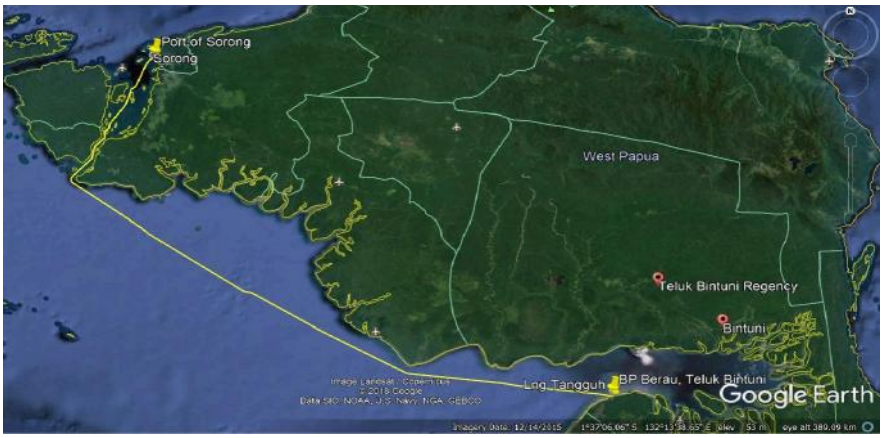
3.958333	237.5	14250	35.6943	18.36115	2754.172
4	240	14400	35.6325	18.32936	2749.404
4.041667	242.5	14550	35.4455	18.23317	2734.975
4.083333	245	14700	35.2111	18.11259	2716.888
4.125	247.5	14850	35.2111	18.11259	2716.888
4.166667	250	15000	35.0865	18.0485	2707.274
4.208333	252.5	15150	35.0553	18.03245	2704.867
4.25	255	15300	34.9619	17.9844	2697.66
4.291667	257.5	15450	35.85	18.44124	2766.186
4.333333	260	15600	35.8744	18.45379	2768.069
4.375	262.5	15750	35.8988	18.46634	2769.951
4.416667	265	15900	35.6792	18.35338	2753.007
4.458333	267.5	16050	35.6013	18.31331	2746.996
4.5	270	16200	35.7259	18.3774	2756.61
4.541667	272.5	16350	35.6943	18.36115	2754.172
4.583333	275	16500	35.6325	18.32936	2749.404
4.625	277.5	16650	35.4455	18.23317	2734.975
4.666667	280	16800	35.2111	18.11259	2716.888
4.708333	282.5	16950	35.2111	18.11259	2716.888
4.75	285	17100	35.0865	18.0485	2707.274
4.791667	287.5	17250	35.0553	18.03245	2704.867
4.833333	290	17400	34.9619	17.9844	2697.66
4.875	292.5	17550	35.2111	18.11259	2716.888
4.916667	295	17700	35.2111	18.11259	2716.888
4.958333	297.5	17850	35.0865	18.0485	2707.274
5	300	18000	35.0553	18.03245	2704.867
5.041667	302.5	18150	34.6418	17.81974	2672.961
5.083333	305	18300	34.1343	17.55868	2633.803
5.125	307.5	18450	34.665	17.83168	2674.751
5.166667	310	18600	34.8521	17.92792	2689.188
5.208333	312.5	18750	35.0067	18.00745	2701.117
5.25	315	18900	16.1418	8.303342	1245.501
5.291667	317.5	19050	34.6406	17.81912	2672.869
5.333333	320	19200	35.1789	18.09603	2714.404
5.375	322.5	19350	34.849	17.92633	2688.949
5.416667	325	19500	34.9562	17.98147	2697.22
5.458333	327.5	19650	35.1992	18.10647	2715.97
5.5	330	19800	34.9215	17.96362	2694.543
5.541667	332.5	19950	34.852	17.92787	2689.18
5.583333	335	20100	35.043	18.02612	2703.918
5.625	337.5	20250	35.3729	18.19582	2729.373
5.666667	340	20400	35.5986	18.31192	2746.788
5.708333	342.5	20550	35.3729	18.19582	2729.373
5.75	345	20700	34.9725	17.98985	2698.478
5.791667	347.5	20850	34.8683	17.93625	2690.438
5.833333	350	21000	34.7294	17.8648	2679.721
5.875	352.5	21150	34.6773	17.838	2675.7
5.916667	355	21300	34.5211	17.75765	2663.648
5.958333	357.5	21450	34.3127	17.65045	2647.568
6	360	21600	27.3997	14.09441	2114.161

6.041667	362.5	21750	27.2421	14.01334	2102
6.083333	365	21900	26.2146	13.48479	2022.719
6.125	367.5	22050	13.2673	6.824699	1023.705
6.166667	370	22200	0	0	0

365519.6	m
365.5196	km

Waktu			
Menit		22200	
Jam		6.166667	
	6 jam	**10**	**menit**





Jarak laut dari Pelabuhan Sorong ke Site Tangguh LNG ± 198 nm

Fast Ferry **Sorong - Teluk Bintuni**

t			v = 30		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	35.474	18.24783	2737.174
0.666667	40	2400	35.3017	18.15919	2723.879
0.708333	42.5	2550	34.9171	17.96136	2694.203
0.75	45	2700	35.5061	18.26434	2739.651
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35.5669	18.29561	2744.342
0.916667	55	3300	35.7172	18.37293	2755.939
0.958333	57.5	3450	35.6464	18.33651	2750.476
1	60	3600	35.3547	18.18646	2727.969
1.041667	62.5	3750	35.063	18.03641	2705.461
1.083333	65	3900	35.1956	18.10462	2715.692
1.125	67.5	4050	35.1691	18.09099	2713.648
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	30	15.432	2314.8
1.583333	95	5700	30	15.432	2314.8
1.625	97.5	5850	30	15.432	2314.8
1.666667	100	6000	30	15.432	2314.8
1.708333	102.5	6150	30	15.432	2314.8
1.75	105	6300	30	15.432	2314.8
1.791667	107.5	6450	30	15.432	2314.8
1.833333	110	6600	30	15.432	2314.8

1.875	112.5	6750	30	15.432	2314.8
1.916667	115	6900	30	15.432	2314.8
1.958333	117.5	7050	30	15.432	2314.8
2	120	7200	30	15.432	2314.8
2.041667	122.5	7350	30	15.432	2314.8
2.083333	125	7500	30	15.432	2314.8
2.125	127.5	7650	30	15.432	2314.8
2.166667	130	7800	30	15.432	2314.8
2.208333	132.5	7950	30	15.432	2314.8
2.25	135	8100	30	15.432	2314.8
2.291667	137.5	8250	30	15.432	2314.8
2.333333	140	8400	30	15.432	2314.8
2.375	142.5	8550	30	15.432	2314.8
2.416667	145	8700	30	15.432	2314.8
2.458333	147.5	8850	30	15.432	2314.8
2.5	150	9000	30	15.432	2314.8
2.541667	152.5	9150	30	15.432	2314.8
2.583333	155	9300	30	15.432	2314.8
2.625	157.5	9450	30	15.432	2314.8
2.666667	160	9600	30	15.432	2314.8
2.708333	162.5	9750	30	15.432	2314.8
2.75	165	9900	30	15.432	2314.8
2.791667	167.5	10050	30	15.432	2314.8
2.833333	170	10200	30	15.432	2314.8
2.875	172.5	10350	30	15.432	2314.8
2.916667	175	10500	30	15.432	2314.8
2.958333	177.5	10650	30	15.432	2314.8
3	180	10800	30	15.432	2314.8
3.041667	182.5	10950	30	15.432	2314.8
3.083333	185	11100	30	15.432	2314.8
3.125	187.5	11250	30	15.432	2314.8
3.166667	190	11400	30	15.432	2314.8
3.208333	192.5	11550	30	15.432	2314.8
3.25	195	11700	30	15.432	2314.8
3.291667	197.5	11850	30	15.432	2314.8
3.333333	200	12000	30	15.432	2314.8
3.375	202.5	12150	30	15.432	2314.8
3.416667	205	12300	30	15.432	2314.8
3.458333	207.5	12450	30	15.432	2314.8
3.5	210	12600	30	15.432	2314.8
3.541667	212.5	12750	30	15.432	2314.8
3.583333	215	12900	30	15.432	2314.8
3.625	217.5	13050	30	15.432	2314.8
3.666667	220	13200	30	15.432	2314.8
3.708333	222.5	13350	30	15.432	2314.8
3.75	225	13500	30	15.432	2314.8
3.791667	227.5	13650	30	15.432	2314.8
3.833333	230	13800	30	15.432	2314.8
3.875	232.5	13950	30	15.432	2314.8
3.916667	235	14100	30	15.432	2314.8

3.958333	237.5	14250	30	15.432	2314.8
4	240	14400	30	15.432	2314.8
4.041667	242.5	14550	30	15.432	2314.8
4.083333	245	14700	30	15.432	2314.8
4.125	247.5	14850	30	15.432	2314.8
4.166667	250	15000	30	15.432	2314.8
4.208333	252.5	15150	30	15.432	2314.8
4.25	255	15300	30	15.432	2314.8
4.291667	257.5	15450	30	15.432	2314.8
4.333333	260	15600	30	15.432	2314.8
4.375	262.5	15750	30	15.432	2314.8
4.416667	265	15900	30	15.432	2314.8
4.458333	267.5	16050	30	15.432	2314.8
4.5	270	16200	30	15.432	2314.8
4.541667	272.5	16350	30	15.432	2314.8
4.583333	275	16500	30	15.432	2314.8
4.625	277.5	16650	30	15.432	2314.8
4.666667	280	16800	30	15.432	2314.8
4.708333	282.5	16950	30	15.432	2314.8
4.75	285	17100	30	15.432	2314.8
4.791667	287.5	17250	30	15.432	2314.8
4.833333	290	17400	30	15.432	2314.8
4.875	292.5	17550	30	15.432	2314.8
4.916667	295	17700	30	15.432	2314.8
4.958333	297.5	17850	30	15.432	2314.8
5	300	18000	30	15.432	2314.8
5.041667	302.5	18150	30	15.432	2314.8
5.083333	305	18300	30	15.432	2314.8
5.125	307.5	18450	30	15.432	2314.8
5.166667	310	18600	30	15.432	2314.8
5.208333	312.5	18750	30	15.432	2314.8
5.25	315	18900	30	15.432	2314.8
5.291667	317.5	19050	30	15.432	2314.8
5.333333	320	19200	30	15.432	2314.8
5.375	322.5	19350	30	15.432	2314.8
5.416667	325	19500	30	15.432	2314.8
5.458333	327.5	19650	30	15.432	2314.8
5.5	330	19800	30	15.432	2314.8
5.541667	332.5	19950	30	15.432	2314.8
5.583333	335	20100	30	15.432	2314.8
5.625	337.5	20250	30	15.432	2314.8
5.666667	340	20400	30	15.432	2314.8
5.708333	342.5	20550	30	15.432	2314.8
5.75	345	20700	30	15.432	2314.8
5.791667	347.5	20850	30	15.432	2314.8
5.833333	350	21000	30	15.432	2314.8
5.875	352.5	21150	30	15.432	2314.8
5.916667	355	21300	30	15.432	2314.8
5.958333	357.5	21450	30	15.432	2314.8
6	360	21600	30	15.432	2314.8

6.041667	362.5	21750	30	15.432	2314.8
6.083333	365	21900	30	15.432	2314.8
6.125	367.5	22050	30	15.432	2314.8
6.166667	370	22200	30	15.432	2314.8
6.208333	372.5	22350	30	15.432	2314.8
6.25	375	22500	30	15.432	2314.8
6.291667	377.5	22650	30	15.432	2314.8
6.333333	380	22800	30	15.432	2314.8
6.375	382.5	22950	30	15.432	2314.8
6.416667	385	23100	30	15.432	2314.8
6.458333	387.5	23250	30	15.432	2314.8
6.5	390	23400	30	15.432	2314.8
6.541667	392.5	23550	30	15.432	2314.8
6.583333	395	23700	30	15.432	2314.8
6.625	397.5	23850	30	15.432	2314.8
6.666667	400	24000	30	15.432	2314.8
6.708333	402.5	24150	27.3997	14.09441	2114.161
6.75	405	24300	27.2421	14.01334	2102
6.791667	407.5	24450	26.2146	13.48479	2022.719
6.833333	410	24600	13.2673	6.824699	1023.705
6.875	412.5	24750	0	0	0

365309.1	m
365.3091	km

Waktu			
Menit		24750	
Jam		6.875	
	6 jam	**52.5**	**menit**

t			v = 35		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	35.474	18.24783	2737.174
0.666667	40	2400	35.3017	18.15919	2723.879
0.708333	42.5	2550	34.9171	17.96136	2694.203
0.75	45	2700	35.5061	18.26434	2739.651
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35.5669	18.29561	2744.342
0.916667	55	3300	35.7172	18.37293	2755.939
0.958333	57.5	3450	35.6464	18.33651	2750.476
1	60	3600	35.3547	18.18646	2727.969
1.041667	62.5	3750	35.063	18.03641	2705.461
1.083333	65	3900	35.1956	18.10462	2715.692
1.125	67.5	4050	35.1691	18.09099	2713.648
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	35.1955	18.10457	2715.685

1.875	112.5	6750	34.9619	17.9844	2697.66
1.916667	115	6900	35.0553	18.03245	2704.867
1.958333	117.5	7050	35.0865	18.0485	2707.274
2	120	7200	35.2111	18.11259	2716.888
2.041667	122.5	7350	35.2111	18.11259	2716.888
2.083333	125	7500	35.4455	18.23317	2734.975
2.125	127.5	7650	35.6325	18.32936	2749.404
2.166667	130	7800	35.6943	18.36115	2754.172
2.208333	132.5	7950	35.7259	18.3774	2756.61
2.25	135	8100	35.6013	18.31331	2746.996
2.291667	137.5	8250	35.6792	18.35338	2753.007
2.333333	140	8400	35.8988	18.46634	2769.951
2.375	142.5	8550	35.8744	18.45379	2768.069
2.416667	145	8700	35.85	18.44124	2766.186
2.458333	147.5	8850	35.85	18.44124	2766.186
2.5	150	9000	35.8744	18.45379	2768.069
2.541667	152.5	9150	35.8988	18.46634	2769.951
2.583333	155	9300	35.6792	18.35338	2753.007
2.625	157.5	9450	35.6013	18.31331	2746.996
2.666667	160	9600	35.7259	18.3774	2756.61
2.708333	162.5	9750	35.6943	18.36115	2754.172
2.75	165	9900	35.6325	18.32936	2749.404
2.791667	167.5	10050	35.4455	18.23317	2734.975
2.833333	170	10200	35.2111	18.11259	2716.888
2.875	172.5	10350	35.2111	18.11259	2716.888
2.916667	175	10500	35.0865	18.0485	2707.274
2.958333	177.5	10650	35.0553	18.03245	2704.867
3	180	10800	34.9619	17.9844	2697.66
3.041667	182.5	10950	35.1955	18.10457	2715.685
3.083333	185	11100	35.1955	18.10457	2715.685
3.125	187.5	11250	34.9619	17.9844	2697.66
3.166667	190	11400	35.0553	18.03245	2704.867
3.208333	192.5	11550	35.0865	18.0485	2707.274
3.25	195	11700	35.2111	18.11259	2716.888
3.291667	197.5	11850	35.2111	18.11259	2716.888
3.333333	200	12000	35.4455	18.23317	2734.975
3.375	202.5	12150	35.6325	18.32936	2749.404
3.416667	205	12300	35.6943	18.36115	2754.172
3.458333	207.5	12450	35.7259	18.3774	2756.61
3.5	210	12600	35.6013	18.31331	2746.996
3.541667	212.5	12750	35.6792	18.35338	2753.007
3.583333	215	12900	35.8988	18.46634	2769.951
3.625	217.5	13050	35.8744	18.45379	2768.069
3.666667	220	13200	35.85	18.44124	2766.186
3.708333	222.5	13350	35.85	18.44124	2766.186
3.75	225	13500	35.8744	18.45379	2768.069
3.791667	227.5	13650	35.8988	18.46634	2769.951
3.833333	230	13800	35.6792	18.35338	2753.007
3.875	232.5	13950	35.6013	18.31331	2746.996
3.916667	235	14100	35.7259	18.3774	2756.61

3.958333	237.5	14250	35.6943	18.36115	2754.172
4	240	14400	35.6325	18.32936	2749.404
4.041667	242.5	14550	35.4455	18.23317	2734.975
4.083333	245	14700	35.2111	18.11259	2716.888
4.125	247.5	14850	35.2111	18.11259	2716.888
4.166667	250	15000	35.0865	18.0485	2707.274
4.208333	252.5	15150	35.0553	18.03245	2704.867
4.25	255	15300	34.9619	17.9844	2697.66
4.291667	257.5	15450	35.85	18.44124	2766.186
4.333333	260	15600	35.8744	18.45379	2768.069
4.375	262.5	15750	35.8988	18.46634	2769.951
4.416667	265	15900	35.6792	18.35338	2753.007
4.458333	267.5	16050	35.6013	18.31331	2746.996
4.5	270	16200	35.7259	18.3774	2756.61
4.541667	272.5	16350	35.6943	18.36115	2754.172
4.583333	275	16500	35.6325	18.32936	2749.404
4.625	277.5	16650	35.4455	18.23317	2734.975
4.666667	280	16800	35.2111	18.11259	2716.888
4.708333	282.5	16950	35.2111	18.11259	2716.888
4.75	285	17100	35.0865	18.0485	2707.274
4.791667	287.5	17250	35.0553	18.03245	2704.867
4.833333	290	17400	34.9619	17.9844	2697.66
4.875	292.5	17550	35.2111	18.11259	2716.888
4.916667	295	17700	35.2111	18.11259	2716.888
4.958333	297.5	17850	35.0865	18.0485	2707.274
5	300	18000	35.0553	18.03245	2704.867
5.041667	302.5	18150	34.6418	17.81974	2672.961
5.083333	305	18300	34.1343	17.55868	2633.803
5.125	307.5	18450	34.665	17.83168	2674.751
5.166667	310	18600	34.8521	17.92792	2689.188
5.208333	312.5	18750	35.0067	18.00745	2701.117
5.25	315	18900	35.0067	18.00745	2701.117
5.291667	317.5	19050	34.6406	17.81912	2672.869
5.333333	320	19200	35.1789	18.09603	2714.404
5.375	322.5	19350	34.849	17.92633	2688.949
5.416667	325	19500	34.9562	17.98147	2697.22
5.458333	327.5	19650	35.1992	18.10647	2715.97
5.5	330	19800	34.9215	17.96362	2694.543
5.541667	332.5	19950	34.852	17.92787	2689.18
5.583333	335	20100	35.043	18.02612	2703.918
5.625	337.5	20250	35.3729	18.19582	2729.373
5.666667	340	20400	35.5986	18.31192	2746.788
5.708333	342.5	20550	35.3729	18.19582	2729.373
5.75	345	20700	34.9725	17.98985	2698.478
5.791667	347.5	20850	34.8683	17.93625	2690.438
5.833333	350	21000	34.7294	17.8648	2679.721
5.875	352.5	21150	34.6773	17.838	2675.7
5.916667	355	21300	34.5211	17.75765	2663.648
5.958333	357.5	21450	34.3127	17.65045	2647.568
6	360	21600	27.3997	14.09441	2114.161

6.041667	362.5	21750	27.2421	14.01334	2102
6.083333	365	21900	26.2146	13.48479	2022.719
6.125	367.5	22050	13.2673	6.824699	1023.705
6.166667	370	22200	0	0	0

366975.3	m
366.9753	km

Waktu			
Menit		22200	detik
Jam		6.166667	jam
	6 jam	**10**	**menit**

t			v = 38		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	38	19.5472	2932.08
0.666667	40	2400	38	19.5472	2932.08
0.708333	42.5	2550	38	19.5472	2932.08
0.75	45	2700	38	19.5472	2932.08
0.791667	47.5	2850	38	19.5472	2932.08
0.833333	50	3000	38	19.5472	2932.08
0.875	52.5	3150	38	19.5472	2932.08
0.916667	55	3300	38	19.5472	2932.08
0.958333	57.5	3450	38	19.5472	2932.08
1	60	3600	38	19.5472	2932.08
1.041667	62.5	3750	38	19.5472	2932.08
1.083333	65	3900	38	19.5472	2932.08
1.125	67.5	4050	38	19.5472	2932.08
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	38	19.5472	2932.08

1.875	112.5	6750	38	19.5472	2932.08
1.916667	115	6900	38	19.5472	2932.08
1.958333	117.5	7050	38	19.5472	2932.08
2	120	7200	38	19.5472	2932.08
2.041667	122.5	7350	38	19.5472	2932.08
2.083333	125	7500	38	19.5472	2932.08
2.125	127.5	7650	38	19.5472	2932.08
2.166667	130	7800	38	19.5472	2932.08
2.208333	132.5	7950	38	19.5472	2932.08
2.25	135	8100	38	19.5472	2932.08
2.291667	137.5	8250	38	19.5472	2932.08
2.333333	140	8400	38	19.5472	2932.08
2.375	142.5	8550	38	19.5472	2932.08
2.416667	145	8700	38	19.5472	2932.08
2.458333	147.5	8850	38	19.5472	2932.08
2.5	150	9000	38	19.5472	2932.08
2.541667	152.5	9150	38	19.5472	2932.08
2.583333	155	9300	38	19.5472	2932.08
2.625	157.5	9450	38	19.5472	2932.08
2.666667	160	9600	38	19.5472	2932.08
2.708333	162.5	9750	38	19.5472	2932.08
2.75	165	9900	38	19.5472	2932.08
2.791667	167.5	10050	38	19.5472	2932.08
2.833333	170	10200	38	19.5472	2932.08
2.875	172.5	10350	38	19.5472	2932.08
2.916667	175	10500	38	19.5472	2932.08
2.958333	177.5	10650	38	19.5472	2932.08
3	180	10800	38	19.5472	2932.08
3.041667	182.5	10950	38	19.5472	2932.08
3.083333	185	11100	38	19.5472	2932.08
3.125	187.5	11250	38	19.5472	2932.08
3.166667	190	11400	38	19.5472	2932.08
3.208333	192.5	11550	38	19.5472	2932.08
3.25	195	11700	38	19.5472	2932.08
3.291667	197.5	11850	38	19.5472	2932.08
3.333333	200	12000	38	19.5472	2932.08
3.375	202.5	12150	38	19.5472	2932.08
3.416667	205	12300	38	19.5472	2932.08
3.458333	207.5	12450	38	19.5472	2932.08
3.5	210	12600	38	19.5472	2932.08
3.541667	212.5	12750	38	19.5472	2932.08
3.583333	215	12900	38	19.5472	2932.08
3.625	217.5	13050	38	19.5472	2932.08
3.666667	220	13200	38	19.5472	2932.08
3.708333	222.5	13350	38	19.5472	2932.08
3.75	225	13500	38	19.5472	2932.08
3.791667	227.5	13650	38	19.5472	2932.08
3.833333	230	13800	38	19.5472	2932.08
3.875	232.5	13950	38	19.5472	2932.08
3.916667	235	14100	38	19.5472	2932.08

3.958333	237.5	14250	38	19.5472	2932.08
4	240	14400	38	19.5472	2932.08
4.041667	242.5	14550	38	19.5472	2932.08
4.083333	245	14700	38	19.5472	2932.08
4.125	247.5	14850	38	19.5472	2932.08
4.166667	250	15000	38	19.5472	2932.08
4.208333	252.5	15150	38	19.5472	2932.08
4.25	255	15300	38	19.5472	2932.08
4.291667	257.5	15450	38	19.5472	2932.08
4.333333	260	15600	38	19.5472	2932.08
4.375	262.5	15750	38	19.5472	2932.08
4.416667	265	15900	38	19.5472	2932.08
4.458333	267.5	16050	38	19.5472	2932.08
4.5	270	16200	38	19.5472	2932.08
4.541667	272.5	16350	38	19.5472	2932.08
4.583333	275	16500	38	19.5472	2932.08
4.625	277.5	16650	38	19.5472	2932.08
4.666667	280	16800	38	19.5472	2932.08
4.708333	282.5	16950	38	19.5472	2932.08
4.75	285	17100	38	19.5472	2932.08
4.791667	287.5	17250	38	19.5472	2932.08
4.833333	290	17400	38	19.5472	2932.08
4.875	292.5	17550	38	19.5472	2932.08
4.916667	295	17700	38	19.5472	2932.08
4.958333	297.5	17850	38	19.5472	2932.08
5	300	18000	38	19.5472	2932.08
5.041667	302.5	18150	38	19.5472	2932.08
5.083333	305	18300	38	19.5472	2932.08
5.125	307.5	18450	38	19.5472	2932.08
5.166667	310	18600	38	19.5472	2932.08
5.208333	312.5	18750	38	19.5472	2932.08
5.25	315	18900	38	19.5472	2932.08
5.291667	317.5	19050	38	19.5472	2932.08
5.333333	320	19200	38	19.5472	2932.08
5.375	322.5	19350	38	19.5472	2932.08
5.416667	325	19500	38	19.5472	2932.08
5.458333	327.5	19650	38	19.5472	2932.08
5.5	330	19800	38	19.5472	2932.08
5.541667	332.5	19950	38	19.5472	2932.08
5.583333	335	20100	38	19.5472	2932.08
5.625	337.5	20250	38	19.5472	2932.08
5.666667	340	20400	34.3127	17.65045	2647.568
5.708333	342.5	20550	27.3997	14.09441	2114.161
5.75	345	20700	27.2421	14.01334	2102
5.791667	347.5	20850	26.2146	13.48479	2022.719
5.833333	350	21000	13.2673	6.824699	1023.705
5.875	352.5	21150	0	0	0
					369462.8 m
					369.4628 km

Waktu			
Menit		21150	detik
Jam		5.875	jam
	5 jam	**52.5**	**menit**

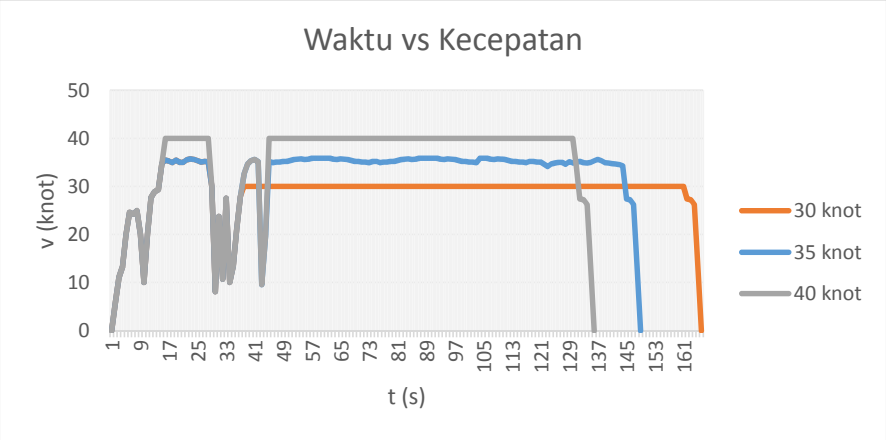
t			v = 40		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	40	20.576	3086.4
0.666667	40	2400	40	20.576	3086.4
0.708333	42.5	2550	40	20.576	3086.4
0.75	45	2700	40	20.576	3086.4
0.791667	47.5	2850	40	20.576	3086.4
0.833333	50	3000	40	20.576	3086.4
0.875	52.5	3150	40	20.576	3086.4
0.916667	55	3300	40	20.576	3086.4
0.958333	57.5	3450	40	20.576	3086.4
1	60	3600	40	20.576	3086.4
1.041667	62.5	3750	40	20.576	3086.4
1.083333	65	3900	40	20.576	3086.4
1.125	67.5	4050	40	20.576	3086.4
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	40	20.576	3086.4

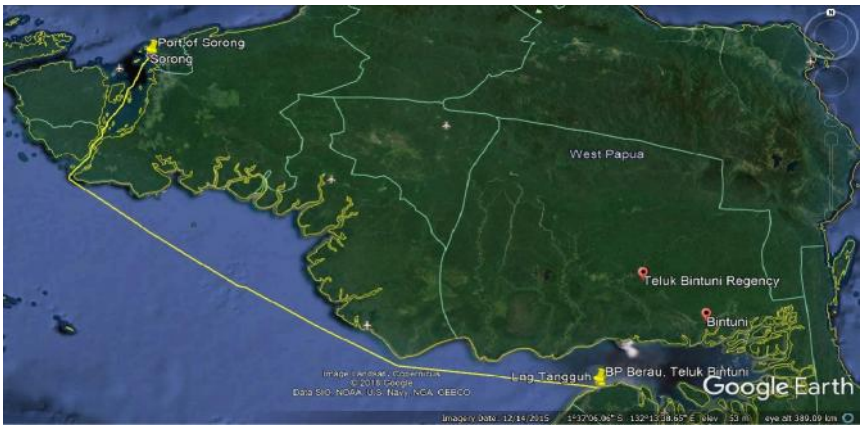
1.875	112.5	6750	40	20.576	3086.4
1.916667	115	6900	40	20.576	3086.4
1.958333	117.5	7050	40	20.576	3086.4
2	120	7200	40	20.576	3086.4
2.041667	122.5	7350	40	20.576	3086.4
2.083333	125	7500	40	20.576	3086.4
2.125	127.5	7650	40	20.576	3086.4
2.166667	130	7800	40	20.576	3086.4
2.208333	132.5	7950	40	20.576	3086.4
2.25	135	8100	40	20.576	3086.4
2.291667	137.5	8250	40	20.576	3086.4
2.333333	140	8400	40	20.576	3086.4
2.375	142.5	8550	40	20.576	3086.4
2.416667	145	8700	40	20.576	3086.4
2.458333	147.5	8850	40	20.576	3086.4
2.5	150	9000	40	20.576	3086.4
2.541667	152.5	9150	40	20.576	3086.4
2.583333	155	9300	40	20.576	3086.4
2.625	157.5	9450	40	20.576	3086.4
2.666667	160	9600	40	20.576	3086.4
2.708333	162.5	9750	40	20.576	3086.4
2.75	165	9900	40	20.576	3086.4
2.791667	167.5	10050	40	20.576	3086.4
2.833333	170	10200	40	20.576	3086.4
2.875	172.5	10350	40	20.576	3086.4
2.916667	175	10500	40	20.576	3086.4
2.958333	177.5	10650	40	20.576	3086.4
3	180	10800	40	20.576	3086.4
3.041667	182.5	10950	40	20.576	3086.4
3.083333	185	11100	40	20.576	3086.4
3.125	187.5	11250	40	20.576	3086.4
3.166667	190	11400	40	20.576	3086.4
3.208333	192.5	11550	40	20.576	3086.4
3.25	195	11700	40	20.576	3086.4
3.291667	197.5	11850	40	20.576	3086.4
3.333333	200	12000	40	20.576	3086.4
3.375	202.5	12150	40	20.576	3086.4
3.416667	205	12300	40	20.576	3086.4
3.458333	207.5	12450	40	20.576	3086.4
3.5	210	12600	40	20.576	3086.4
3.541667	212.5	12750	40	20.576	3086.4
3.583333	215	12900	40	20.576	3086.4
3.625	217.5	13050	40	20.576	3086.4
3.666667	220	13200	40	20.576	3086.4
3.708333	222.5	13350	40	20.576	3086.4
3.75	225	13500	40	20.576	3086.4
3.791667	227.5	13650	40	20.576	3086.4
3.833333	230	13800	40	20.576	3086.4
3.875	232.5	13950	40	20.576	3086.4
3.916667	235	14100	40	20.576	3086.4

3.958333	237.5	14250	40	20.576	3086.4
4	240	14400	40	20.576	3086.4
4.041667	242.5	14550	40	20.576	3086.4
4.083333	245	14700	40	20.576	3086.4
4.125	247.5	14850	40	20.576	3086.4
4.166667	250	15000	40	20.576	3086.4
4.208333	252.5	15150	40	20.576	3086.4
4.25	255	15300	40	20.576	3086.4
4.291667	257.5	15450	40	20.576	3086.4
4.333333	260	15600	40	20.576	3086.4
4.375	262.5	15750	40	20.576	3086.4
4.416667	265	15900	40	20.576	3086.4
4.458333	267.5	16050	40	20.576	3086.4
4.5	270	16200	40	20.576	3086.4
4.541667	272.5	16350	40	20.576	3086.4
4.583333	275	16500	40	20.576	3086.4
4.625	277.5	16650	40	20.576	3086.4
4.666667	280	16800	40	20.576	3086.4
4.708333	282.5	16950	40	20.576	3086.4
4.75	285	17100	40	20.576	3086.4
4.791667	287.5	17250	40	20.576	3086.4
4.833333	290	17400	40	20.576	3086.4
4.875	292.5	17550	40	20.576	3086.4
4.916667	295	17700	40	20.576	3086.4
4.958333	297.5	17850	40	20.576	3086.4
5	300	18000	40	20.576	3086.4
5.041667	302.5	18150	40	20.576	3086.4
5.083333	305	18300	40	20.576	3086.4
5.125	307.5	18450	40	20.576	3086.4
5.166667	310	18600	40	20.576	3086.4
5.208333	312.5	18750	40	20.576	3086.4
5.25	315	18900	40	20.576	3086.4
5.291667	317.5	19050	40	20.576	3086.4
5.333333	320	19200	40	20.576	3086.4
5.375	322.5	19350	40	20.576	3086.4
5.416667	325	19500	34.3127	17.65045	2647.568
5.458333	327.5	19650	27.3997	14.09441	2114.161
5.5	330	19800	27.2421	14.01334	2102
5.541667	332.5	19950	26.2146	13.48479	2022.719
5.583333	335	20100	13.2673	6.824699	1023.705
5.625	337.5	20250	0	0	0

367148	m
367.148	km

Waktu			
Menit		20250	detik
Jam		5.625	jam
	5 jam	**37.5**	**menit**





Jarak laut dari Pelabuhan Sorong ke Site Tangguh LNG ± 198 nm

***Fast Ferry* Sorong - Fak-fak**

t			v = 30		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	35.474	18.24783	2737.174
0.666667	40	2400	35.3017	18.15919	2723.879
0.708333	42.5	2550	34.9171	17.96136	2694.203
0.75	45	2700	35.5061	18.26434	2739.651
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35.5669	18.29561	2744.342
0.916667	55	3300	35.7172	18.37293	2755.939
0.958333	57.5	3450	35.6464	18.33651	2750.476
1	60	3600	35.3547	18.18646	2727.969
1.041667	62.5	3750	35.063	18.03641	2705.461
1.083333	65	3900	35.1956	18.10462	2715.692
1.125	67.5	4050	35.1691	18.09099	2713.648
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	30	15.432	2314.8

1.875	112.5	6750	30	15.432	2314.8
1.916667	115	6900	30	15.432	2314.8
1.958333	117.5	7050	30	15.432	2314.8
2	120	7200	30	15.432	2314.8
2.041667	122.5	7350	30	15.432	2314.8
2.083333	125	7500	30	15.432	2314.8
2.125	127.5	7650	30	15.432	2314.8
2.166667	130	7800	30	15.432	2314.8
2.208333	132.5	7950	30	15.432	2314.8
2.25	135	8100	30	15.432	2314.8
2.291667	137.5	8250	30	15.432	2314.8
2.333333	140	8400	30	15.432	2314.8
2.375	142.5	8550	30	15.432	2314.8
2.416667	145	8700	30	15.432	2314.8
2.458333	147.5	8850	30	15.432	2314.8
2.5	150	9000	30	15.432	2314.8
2.541667	152.5	9150	30	15.432	2314.8
2.583333	155	9300	30	15.432	2314.8
2.625	157.5	9450	30	15.432	2314.8
2.666667	160	9600	30	15.432	2314.8
2.708333	162.5	9750	30	15.432	2314.8
2.75	165	9900	30	15.432	2314.8
2.791667	167.5	10050	30	15.432	2314.8
2.833333	170	10200	30	15.432	2314.8
2.875	172.5	10350	30	15.432	2314.8
2.916667	175	10500	30	15.432	2314.8
2.958333	177.5	10650	30	15.432	2314.8
3	180	10800	30	15.432	2314.8
3.041667	182.5	10950	30	15.432	2314.8
3.083333	185	11100	30	15.432	2314.8
3.125	187.5	11250	30	15.432	2314.8
3.166667	190	11400	30	15.432	2314.8
3.208333	192.5	11550	30	15.432	2314.8
3.25	195	11700	30	15.432	2314.8
3.291667	197.5	11850	30	15.432	2314.8
3.333333	200	12000	30	15.432	2314.8
3.375	202.5	12150	30	15.432	2314.8
3.416667	205	12300	30	15.432	2314.8
3.458333	207.5	12450	30	15.432	2314.8
3.5	210	12600	30	15.432	2314.8
3.541667	212.5	12750	30	15.432	2314.8
3.583333	215	12900	30	15.432	2314.8
3.625	217.5	13050	30	15.432	2314.8
3.666667	220	13200	30	15.432	2314.8
3.708333	222.5	13350	30	15.432	2314.8
3.75	225	13500	30	15.432	2314.8
3.791667	227.5	13650	30	15.432	2314.8
3.833333	230	13800	30	15.432	2314.8
3.875	232.5	13950	30	15.432	2314.8
3.916667	235	14100	30	15.432	2314.8

3.958333	237.5	14250	30	15.432	2314.8
4	240	14400	30	15.432	2314.8
4.041667	242.5	14550	30	15.432	2314.8
4.083333	245	14700	30	15.432	2314.8
4.125	247.5	14850	30	15.432	2314.8
4.166667	250	15000	30	15.432	2314.8
4.208333	252.5	15150	30	15.432	2314.8
4.25	255	15300	30	15.432	2314.8
4.291667	257.5	15450	30	15.432	2314.8
4.333333	260	15600	30	15.432	2314.8
4.375	262.5	15750	30	15.432	2314.8
4.416667	265	15900	30	15.432	2314.8
4.458333	267.5	16050	30	15.432	2314.8
4.5	270	16200	30	15.432	2314.8
4.541667	272.5	16350	30	15.432	2314.8
4.583333	275	16500	30	15.432	2314.8
4.625	277.5	16650	30	15.432	2314.8
4.666667	280	16800	30	15.432	2314.8
4.708333	282.5	16950	30	15.432	2314.8
4.75	285	17100	30	15.432	2314.8
4.791667	287.5	17250	30	15.432	2314.8
4.833333	290	17400	30	15.432	2314.8
4.875	292.5	17550	30	15.432	2314.8
4.916667	295	17700	30	15.432	2314.8
4.958333	297.5	17850	30	15.432	2314.8
5	300	18000	30	15.432	2314.8
5.041667	302.5	18150	30	15.432	2314.8
5.083333	305	18300	30	15.432	2314.8
5.125	307.5	18450	30	15.432	2314.8
5.166667	310	18600	30	15.432	2314.8
5.208333	312.5	18750	30	15.432	2314.8
5.25	315	18900	30	15.432	2314.8
5.291667	317.5	19050	30	15.432	2314.8
5.333333	320	19200	30	15.432	2314.8
5.375	322.5	19350	30	15.432	2314.8
5.416667	325	19500	30	15.432	2314.8
5.458333	327.5	19650	30	15.432	2314.8
5.5	330	19800	30	15.432	2314.8
5.541667	332.5	19950	30	15.432	2314.8
5.583333	335	20100	30	15.432	2314.8
5.625	337.5	20250	30	15.432	2314.8
5.666667	340	20400	30	15.432	2314.8
5.708333	342.5	20550	30	15.432	2314.8
5.75	345	20700	30	15.432	2314.8
5.791667	347.5	20850	30	15.432	2314.8
5.833333	350	21000	30	15.432	2314.8
5.875	352.5	21150	30	15.432	2314.8
5.916667	355	21300	30	15.432	2314.8
5.958333	357.5	21450	30	15.432	2314.8

6	360	21600	30	15.432	2314.8
6.041667	362.5	21750	30	15.432	2314.8
6.083333	365	21900	30	15.432	2314.8
6.125	367.5	22050	30	15.432	2314.8
6.166667	370	22200	30	15.432	2314.8
6.208333	372.5	22350	30	15.432	2314.8
6.25	375	22500	30	15.432	2314.8
6.291667	377.5	22650	30	15.432	2314.8
6.333333	380	22800	30	15.432	2314.8
6.375	382.5	22950	30	15.432	2314.8
6.416667	385	23100	27.3997	14.09441	2114.161
6.458333	387.5	23250	27.2421	14.01334	2102
6.5	390	23400	26.2146	13.48479	2022.719
6.541667	392.5	23550	13.2673	6.824699	1023.705
6.583333	395	23700	0	0	0
					348984.5 m
					348.9845 km

Waktu			
Menit		23700	
Jam		6.583333	
	6 jam	**34.9998**	**menit**

t			v = 35		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	35.474	18.24783	2737.174
0.666667	40	2400	35.3017	18.15919	2723.879
0.708333	42.5	2550	34.9171	17.96136	2694.203
0.75	45	2700	35.5061	18.26434	2739.651
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35.5669	18.29561	2744.342
0.916667	55	3300	35.7172	18.37293	2755.939
0.958333	57.5	3450	35.6464	18.33651	2750.476
1	60	3600	35.3547	18.18646	2727.969
1.041667	62.5	3750	35.063	18.03641	2705.461
1.083333	65	3900	35.1956	18.10462	2715.692
1.125	67.5	4050	35.1691	18.09099	2713.648
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	35.1955	18.10457	2715.685

1.875	112.5	6750	34.9619	17.9844	2697.66
1.916667	115	6900	35.0553	18.03245	2704.867
1.958333	117.5	7050	35.0865	18.0485	2707.274
2	120	7200	35.2111	18.11259	2716.888
2.041667	122.5	7350	35.2111	18.11259	2716.888
2.083333	125	7500	35.4455	18.23317	2734.975
2.125	127.5	7650	35.6325	18.32936	2749.404
2.166667	130	7800	35.6943	18.36115	2754.172
2.208333	132.5	7950	35.7259	18.3774	2756.61
2.25	135	8100	35.6013	18.31331	2746.996
2.291667	137.5	8250	35.6792	18.35338	2753.007
2.333333	140	8400	35.8988	18.46634	2769.951
2.375	142.5	8550	35.8744	18.45379	2768.069
2.416667	145	8700	35.85	18.44124	2766.186
2.458333	147.5	8850	35.85	18.44124	2766.186
2.5	150	9000	35.8744	18.45379	2768.069
2.541667	152.5	9150	35.8988	18.46634	2769.951
2.583333	155	9300	35.6792	18.35338	2753.007
2.625	157.5	9450	35.6013	18.31331	2746.996
2.666667	160	9600	35.7259	18.3774	2756.61
2.708333	162.5	9750	35.6943	18.36115	2754.172
2.75	165	9900	35.6325	18.32936	2749.404
2.791667	167.5	10050	35.4455	18.23317	2734.975
2.833333	170	10200	35.2111	18.11259	2716.888
2.875	172.5	10350	35.2111	18.11259	2716.888
2.916667	175	10500	35.0865	18.0485	2707.274
2.958333	177.5	10650	35.0553	18.03245	2704.867
3	180	10800	34.9619	17.9844	2697.66
3.041667	182.5	10950	35.1955	18.10457	2715.685
3.083333	185	11100	35.1955	18.10457	2715.685
3.125	187.5	11250	34.9619	17.9844	2697.66
3.166667	190	11400	35.0553	18.03245	2704.867
3.208333	192.5	11550	35.0865	18.0485	2707.274
3.25	195	11700	35.2111	18.11259	2716.888
3.291667	197.5	11850	35.2111	18.11259	2716.888
3.333333	200	12000	35.4455	18.23317	2734.975
3.375	202.5	12150	35.6325	18.32936	2749.404
3.416667	205	12300	35.6943	18.36115	2754.172
3.458333	207.5	12450	35.7259	18.3774	2756.61
3.5	210	12600	35.6013	18.31331	2746.996
3.541667	212.5	12750	35.6792	18.35338	2753.007
3.583333	215	12900	35.8988	18.46634	2769.951
3.625	217.5	13050	35.8744	18.45379	2768.069
3.666667	220	13200	35.85	18.44124	2766.186
3.708333	222.5	13350	35.85	18.44124	2766.186
3.75	225	13500	35.8744	18.45379	2768.069
3.791667	227.5	13650	35.8988	18.46634	2769.951
3.833333	230	13800	35.6792	18.35338	2753.007
3.875	232.5	13950	35.6013	18.31331	2746.996
3.916667	235	14100	35.7259	18.3774	2756.61

3.958333	237.5	14250	35.6943	18.36115	2754.172
4	240	14400	35.6325	18.32936	2749.404
4.041667	242.5	14550	35.4455	18.23317	2734.975
4.083333	245	14700	35.2111	18.11259	2716.888
4.125	247.5	14850	35.2111	18.11259	2716.888
4.166667	250	15000	35.0865	18.0485	2707.274
4.208333	252.5	15150	35.0553	18.03245	2704.867
4.25	255	15300	34.9619	17.9844	2697.66
4.291667	257.5	15450	35.85	18.44124	2766.186
4.333333	260	15600	35.8744	18.45379	2768.069
4.375	262.5	15750	35.8988	18.46634	2769.951
4.416667	265	15900	35.6792	18.35338	2753.007
4.458333	267.5	16050	35.6013	18.31331	2746.996
4.5	270	16200	35.7259	18.3774	2756.61
4.541667	272.5	16350	35.6943	18.36115	2754.172
4.583333	275	16500	35.6325	18.32936	2749.404
4.625	277.5	16650	35.4455	18.23317	2734.975
4.666667	280	16800	35.2111	18.11259	2716.888
4.708333	282.5	16950	35.2111	18.11259	2716.888
4.75	285	17100	35.0865	18.0485	2707.274
4.791667	287.5	17250	35.0553	18.03245	2704.867
4.833333	290	17400	34.9619	17.9844	2697.66
4.875	292.5	17550	35.2111	18.11259	2716.888
4.916667	295	17700	35.2111	18.11259	2716.888
4.958333	297.5	17850	35.0865	18.0485	2707.274
5	300	18000	35.0553	18.03245	2704.867
5.041667	302.5	18150	34.6418	17.81974	2672.961
5.083333	305	18300	34.1343	17.55868	2633.803
5.125	307.5	18450	34.665	17.83168	2674.751
5.166667	310	18600	34.8521	17.92792	2689.188
5.208333	312.5	18750	35.0067	18.00745	2701.117
5.25	315	18900	35.0067	18.00745	2701.117
5.291667	317.5	19050	34.6406	17.81912	2672.869
5.333333	320	19200	35.1789	18.09603	2714.404
5.375	322.5	19350	34.849	17.92633	2688.949
5.416667	325	19500	34.9562	17.98147	2697.22
5.458333	327.5	19650	35.1992	18.10647	2715.97
5.5	330	19800	34.9215	17.96362	2694.543
5.541667	332.5	19950	34.852	17.92787	2689.18
5.583333	335	20100	35.043	18.02612	2703.918
5.625	337.5	20250	35.3729	18.19582	2729.373
5.666667	340	20400	34.3127	17.65045	2647.568
5.708333	342.5	20550	27.3997	14.09441	2114.161
5.75	345	20700	27.2421	14.01334	2102
5.791667	347.5	20850	26.2146	13.48479	2022.719
5.833333	350	21000	13.2673	6.824699	1023.705
5.875	352.5	21150	0	0	0
					348091.1 m
					348.0911 km

Waktu			
Menit		21150	detik
Jam		5.875	jam
	5 jam	**52.5**	**menit**

t			v = 38		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	38	19.5472	2932.08
0.666667	40	2400	38	19.5472	2932.08
0.708333	42.5	2550	38	19.5472	2932.08
0.75	45	2700	38	19.5472	2932.08
0.791667	47.5	2850	38	19.5472	2932.08
0.833333	50	3000	38	19.5472	2932.08
0.875	52.5	3150	38	19.5472	2932.08
0.916667	55	3300	38	19.5472	2932.08
0.958333	57.5	3450	38	19.5472	2932.08
1	60	3600	38	19.5472	2932.08
1.041667	62.5	3750	38	19.5472	2932.08
1.083333	65	3900	38	19.5472	2932.08
1.125	67.5	4050	38	19.5472	2932.08
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	38	19.5472	2932.08

1.875	112.5	6750	38	19.5472	2932.08
1.916667	115	6900	38	19.5472	2932.08
1.958333	117.5	7050	38	19.5472	2932.08
2	120	7200	38	19.5472	2932.08
2.041667	122.5	7350	38	19.5472	2932.08
2.083333	125	7500	38	19.5472	2932.08
2.125	127.5	7650	38	19.5472	2932.08
2.166667	130	7800	38	19.5472	2932.08
2.208333	132.5	7950	38	19.5472	2932.08
2.25	135	8100	38	19.5472	2932.08
2.291667	137.5	8250	38	19.5472	2932.08
2.333333	140	8400	38	19.5472	2932.08
2.375	142.5	8550	38	19.5472	2932.08
2.416667	145	8700	38	19.5472	2932.08
2.458333	147.5	8850	38	19.5472	2932.08
2.5	150	9000	38	19.5472	2932.08
2.541667	152.5	9150	38	19.5472	2932.08
2.583333	155	9300	38	19.5472	2932.08
2.625	157.5	9450	38	19.5472	2932.08
2.666667	160	9600	38	19.5472	2932.08
2.708333	162.5	9750	38	19.5472	2932.08
2.75	165	9900	38	19.5472	2932.08
2.791667	167.5	10050	38	19.5472	2932.08
2.833333	170	10200	38	19.5472	2932.08
2.875	172.5	10350	38	19.5472	2932.08
2.916667	175	10500	38	19.5472	2932.08
2.958333	177.5	10650	38	19.5472	2932.08
3	180	10800	38	19.5472	2932.08
3.041667	182.5	10950	38	19.5472	2932.08
3.083333	185	11100	38	19.5472	2932.08
3.125	187.5	11250	38	19.5472	2932.08
3.166667	190	11400	38	19.5472	2932.08
3.208333	192.5	11550	38	19.5472	2932.08
3.25	195	11700	38	19.5472	2932.08
3.291667	197.5	11850	38	19.5472	2932.08
3.333333	200	12000	38	19.5472	2932.08
3.375	202.5	12150	38	19.5472	2932.08
3.416667	205	12300	38	19.5472	2932.08
3.458333	207.5	12450	38	19.5472	2932.08
3.5	210	12600	38	19.5472	2932.08
3.541667	212.5	12750	38	19.5472	2932.08
3.583333	215	12900	38	19.5472	2932.08
3.625	217.5	13050	38	19.5472	2932.08
3.666667	220	13200	38	19.5472	2932.08
3.708333	222.5	13350	38	19.5472	2932.08
3.75	225	13500	38	19.5472	2932.08
3.791667	227.5	13650	38	19.5472	2932.08
3.833333	230	13800	38	19.5472	2932.08
3.875	232.5	13950	38	19.5472	2932.08
3.916667	235	14100	38	19.5472	2932.08

3.958333	237.5	14250	38	19.5472	2932.08
4	240	14400	38	19.5472	2932.08
4.041667	242.5	14550	38	19.5472	2932.08
4.083333	245	14700	38	19.5472	2932.08
4.125	247.5	14850	38	19.5472	2932.08
4.166667	250	15000	38	19.5472	2932.08
4.208333	252.5	15150	38	19.5472	2932.08
4.25	255	15300	38	19.5472	2932.08
4.291667	257.5	15450	38	19.5472	2932.08
4.333333	260	15600	38	19.5472	2932.08
4.375	262.5	15750	38	19.5472	2932.08
4.416667	265	15900	38	19.5472	2932.08
4.458333	267.5	16050	38	19.5472	2932.08
4.5	270	16200	38	19.5472	2932.08
4.541667	272.5	16350	38	19.5472	2932.08
4.583333	275	16500	38	19.5472	2932.08
4.625	277.5	16650	38	19.5472	2932.08
4.666667	280	16800	38	19.5472	2932.08
4.708333	282.5	16950	38	19.5472	2932.08
4.75	285	17100	38	19.5472	2932.08
4.791667	287.5	17250	38	19.5472	2932.08
4.833333	290	17400	38	19.5472	2932.08
4.875	292.5	17550	38	19.5472	2932.08
4.916667	295	17700	38	19.5472	2932.08
4.958333	297.5	17850	38	19.5472	2932.08
5	300	18000	38	19.5472	2932.08
5.041667	302.5	18150	38	19.5472	2932.08
5.083333	305	18300	38	19.5472	2932.08
5.125	307.5	18450	38	19.5472	2932.08
5.166667	310	18600	38	19.5472	2932.08
5.208333	312.5	18750	38	19.5472	2932.08
5.25	315	18900	38	19.5472	2932.08
5.291667	317.5	19050	38	19.5472	2932.08
5.333333	320	19200	38	19.5472	2932.08
5.375	322.5	19350	34.3127	17.65045	2647.568
5.416667	325	19500	27.3997	14.09441	2114.161
5.458333	327.5	19650	27.2421	14.01334	2102
5.5	330	19800	26.2146	13.48479	2022.719
5.541667	332.5	19950	13.2673	6.824699	1023.705
5.583333	335	20100	0	0	0
					348938.2 m
					348.9382 km

Waktu			
Menit		20100	detik
Jam		5.583333	jam
	5 jam	**34.98**	**menit**

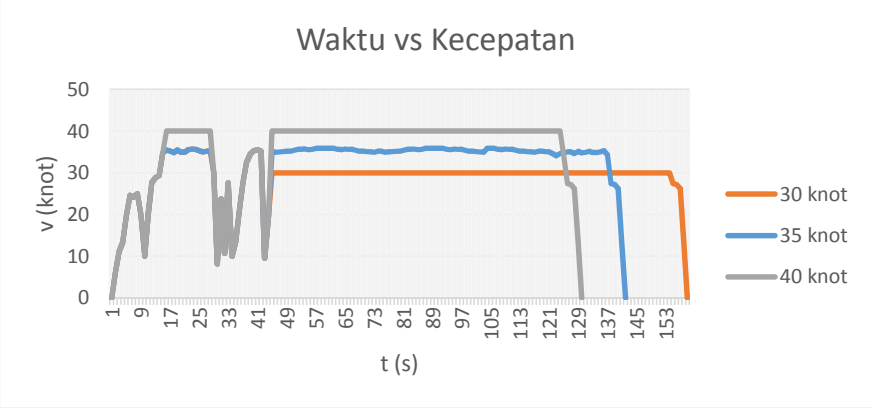
t			v = 40		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	40	20.576	3086.4
0.666667	40	2400	40	20.576	3086.4
0.708333	42.5	2550	40	20.576	3086.4
0.75	45	2700	40	20.576	3086.4
0.791667	47.5	2850	40	20.576	3086.4
0.833333	50	3000	40	20.576	3086.4
0.875	52.5	3150	40	20.576	3086.4
0.916667	55	3300	40	20.576	3086.4
0.958333	57.5	3450	40	20.576	3086.4
1	60	3600	40	20.576	3086.4
1.041667	62.5	3750	40	20.576	3086.4
1.083333	65	3900	40	20.576	3086.4
1.125	67.5	4050	40	20.576	3086.4
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773
1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	40	20.576	3086.4

1.875	112.5	6750	40	20.576	3086.4
1.916667	115	6900	40	20.576	3086.4
1.958333	117.5	7050	40	20.576	3086.4
2	120	7200	40	20.576	3086.4
2.041667	122.5	7350	40	20.576	3086.4
2.083333	125	7500	40	20.576	3086.4
2.125	127.5	7650	40	20.576	3086.4
2.166667	130	7800	40	20.576	3086.4
2.208333	132.5	7950	40	20.576	3086.4
2.25	135	8100	40	20.576	3086.4
2.291667	137.5	8250	40	20.576	3086.4
2.333333	140	8400	40	20.576	3086.4
2.375	142.5	8550	40	20.576	3086.4
2.416667	145	8700	40	20.576	3086.4
2.458333	147.5	8850	40	20.576	3086.4
2.5	150	9000	40	20.576	3086.4
2.541667	152.5	9150	40	20.576	3086.4
2.583333	155	9300	40	20.576	3086.4
2.625	157.5	9450	40	20.576	3086.4
2.666667	160	9600	40	20.576	3086.4
2.708333	162.5	9750	40	20.576	3086.4
2.75	165	9900	40	20.576	3086.4
2.791667	167.5	10050	40	20.576	3086.4
2.833333	170	10200	40	20.576	3086.4
2.875	172.5	10350	40	20.576	3086.4
2.916667	175	10500	40	20.576	3086.4
2.958333	177.5	10650	40	20.576	3086.4
3	180	10800	40	20.576	3086.4
3.041667	182.5	10950	40	20.576	3086.4
3.083333	185	11100	40	20.576	3086.4
3.125	187.5	11250	40	20.576	3086.4
3.166667	190	11400	40	20.576	3086.4
3.208333	192.5	11550	40	20.576	3086.4
3.25	195	11700	40	20.576	3086.4
3.291667	197.5	11850	40	20.576	3086.4
3.333333	200	12000	40	20.576	3086.4
3.375	202.5	12150	40	20.576	3086.4
3.416667	205	12300	40	20.576	3086.4
3.458333	207.5	12450	40	20.576	3086.4
3.5	210	12600	40	20.576	3086.4
3.541667	212.5	12750	40	20.576	3086.4
3.583333	215	12900	40	20.576	3086.4
3.625	217.5	13050	40	20.576	3086.4
3.666667	220	13200	40	20.576	3086.4
3.708333	222.5	13350	40	20.576	3086.4
3.75	225	13500	40	20.576	3086.4
3.791667	227.5	13650	40	20.576	3086.4
3.833333	230	13800	40	20.576	3086.4
3.875	232.5	13950	40	20.576	3086.4
3.916667	235	14100	40	20.576	3086.4

3.958333	237.5	14250	40	20.576	3086.4
4	240	14400	40	20.576	3086.4
4.041667	242.5	14550	40	20.576	3086.4
4.083333	245	14700	40	20.576	3086.4
4.125	247.5	14850	40	20.576	3086.4
4.166667	250	15000	40	20.576	3086.4
4.208333	252.5	15150	40	20.576	3086.4
4.25	255	15300	40	20.576	3086.4
4.291667	257.5	15450	40	20.576	3086.4
4.333333	260	15600	40	20.576	3086.4
4.375	262.5	15750	40	20.576	3086.4
4.416667	265	15900	40	20.576	3086.4
4.458333	267.5	16050	40	20.576	3086.4
4.5	270	16200	40	20.576	3086.4
4.541667	272.5	16350	40	20.576	3086.4
4.583333	275	16500	40	20.576	3086.4
4.625	277.5	16650	40	20.576	3086.4
4.666667	280	16800	40	20.576	3086.4
4.708333	282.5	16950	40	20.576	3086.4
4.75	285	17100	40	20.576	3086.4
4.791667	287.5	17250	40	20.576	3086.4
4.833333	290	17400	40	20.576	3086.4
4.875	292.5	17550	40	20.576	3086.4
4.916667	295	17700	40	20.576	3086.4
4.958333	297.5	17850	40	20.576	3086.4
5	300	18000	40	20.576	3086.4
5.041667	302.5	18150	40	20.576	3086.4
5.083333	305	18300	40	20.576	3086.4
5.125	307.5	18450	40	20.576	3086.4
5.166667	310	18600	34.3127	17.65045	2647.568
5.208333	312.5	18750	27.3997	14.09441	2114.161
5.25	315	18900	27.2421	14.01334	2102
5.291667	317.5	19050	26.2146	13.48479	2022.719
5.333333	320	19200	13.2673	6.824699	1023.705
5.375	322.5	19350	0	0	0

348629.6	m
348.6296	km

Waktu			
Menit		19350	detik
Jam		5.375	jam
	5 jam	**22.5**	**menit**



Jarak laut dari Pelabuhan Sorong ke Fak-Fak ± 348 km atau 187.905 nm

***Fast Ferry* Sorong - Misool**

t			v = 30		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	35.474	18.24783	2737.174
0.666667	40	2400	35.3017	18.15919	2723.879
0.708333	42.5	2550	34.9171	17.96136	2694.203
0.75	45	2700	35.5061	18.26434	2739.651
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35.5669	18.29561	2744.342
0.916667	55	3300	35.7172	18.37293	2755.939
0.958333	57.5	3450	35.6464	18.33651	2750.476
1	60	3600	35.3547	18.18646	2727.969
1.041667	62.5	3750	35.063	18.03641	2705.461
1.083333	65	3900	35.1956	18.10462	2715.692
1.125	67.5	4050	35.1691	18.09099	2713.648
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773

1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	30	15.432	2314.8
1.875	112.5	6750	30	15.432	2314.8
1.916667	115	6900	30	15.432	2314.8
1.958333	117.5	7050	30	15.432	2314.8
2	120	7200	30	15.432	2314.8
2.041667	122.5	7350	30	15.432	2314.8
2.083333	125	7500	30	15.432	2314.8
2.125	127.5	7650	30	15.432	2314.8
2.166667	130	7800	30	15.432	2314.8
2.208333	132.5	7950	30	15.432	2314.8
2.25	135	8100	30	15.432	2314.8
2.291667	137.5	8250	30	15.432	2314.8
2.333333	140	8400	30	15.432	2314.8
2.375	142.5	8550	30	15.432	2314.8
2.416667	145	8700	30	15.432	2314.8
2.458333	147.5	8850	30	15.432	2314.8
2.5	150	9000	30	15.432	2314.8
2.541667	152.5	9150	30	15.432	2314.8
2.583333	155	9300	30	15.432	2314.8
2.625	157.5	9450	27.3997	14.09441	2114.161
2.666667	160	9600	27.2421	14.01334	2102
2.708333	162.5	9750	26.2146	13.48479	2022.719
2.75	165	9900	13.2673	6.824699	1023.705
2.791667	167.5	10050	0	0	0

138337.7	m
138.3377	km

Waktu			
Menit		10050	detik
Jam		2.791667	jam
	2 jam	**47.50002**	**menit**

t			v = 35		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	35.474	18.24783	2737.174
0.666667	40	2400	35.3017	18.15919	2723.879
0.708333	42.5	2550	34.9171	17.96136	2694.203
0.75	45	2700	35.5061	18.26434	2739.651
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35.5669	18.29561	2744.342
0.916667	55	3300	35.7172	18.37293	2755.939
0.958333	57.5	3450	35.6464	18.33651	2750.476
1	60	3600	35.3547	18.18646	2727.969
1.041667	62.5	3750	35.063	18.03641	2705.461
1.083333	65	3900	35.1956	18.10462	2715.692
1.125	67.5	4050	35.1691	18.09099	2713.648
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773

1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	35.1955	18.10457	2715.685
1.875	112.5	6750	34.9619	17.9844	2697.66
1.916667	115	6900	35.0553	18.03245	2704.867
1.958333	117.5	7050	35.0865	18.0485	2707.274
2	120	7200	35.2111	18.11259	2716.888
2.041667	122.5	7350	35.2111	18.11259	2716.888
2.083333	125	7500	35.4455	18.23317	2734.975
2.125	127.5	7650	35.6325	18.32936	2749.404
2.166667	130	7800	35.6943	18.36115	2754.172
2.208333	132.5	7950	35.7259	18.3774	2756.61
2.25	135	8100	35.6013	18.31331	2746.996
2.291667	137.5	8250	35.6792	18.35338	2753.007
2.333333	140	8400	35.8988	18.46634	2769.951
2.375	142.5	8550	35.8744	18.45379	2768.069
2.416667	145	8700	35.6943	18.36115	2754.172
2.458333	147.5	8850	34.3127	17.65045	2647.568
2.5	150	9000	27.3997	14.09441	2114.161
2.541667	152.5	9150	27.2421	14.01334	2102
2.583333	155	9300	26.2146	13.48479	2022.719
2.625	157.5	9450	13.2673	6.824699	1023.705
2.666667	160	9600	0	0	0

138050.6	m
138.0506	km

Waktu			
Menit		9600	detik
Jam		2.666667	jam
	2 jam	**40.00002**	**menit**

t			v = 38		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	38	19.5472	2932.08
0.666667	40	2400	38	19.5472	2932.08
0.708333	42.5	2550	38	19.5472	2932.08
0.75	45	2700	38	19.5472	2932.08
0.791667	47.5	2850	38	19.5472	2932.08
0.833333	50	3000	38	19.5472	2932.08
0.875	52.5	3150	38	19.5472	2932.08
0.916667	55	3300	38	19.5472	2932.08
0.958333	57.5	3450	38	19.5472	2932.08
1	60	3600	38	19.5472	2932.08
1.041667	62.5	3750	38	19.5472	2932.08
1.083333	65	3900	38	19.5472	2932.08
1.125	67.5	4050	38	19.5472	2932.08
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773

1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	38	19.5472	2932.08
1.875	112.5	6750	38	19.5472	2932.08
1.916667	115	6900	38	19.5472	2932.08
1.958333	117.5	7050	38	19.5472	2932.08
2	120	7200	38	19.5472	2932.08
2.041667	122.5	7350	38	19.5472	2932.08
2.083333	125	7500	38	19.5472	2932.08
2.125	127.5	7650	38	19.5472	2932.08
2.166667	130	7800	38	19.5472	2932.08
2.208333	132.5	7950	38	19.5472	2932.08
2.25	135	8100	38	19.5472	2932.08
2.291667	137.5	8250	38	19.5472	2932.08
2.333333	140	8400	38	19.5472	2932.08
2.375	142.5	8550	34.3127	17.65045	2647.568
2.416667	145	8700	27.3997	14.09441	2114.161
2.458333	147.5	8850	27.2421	14.01334	2102
2.5	150	9000	26.2146	13.48479	2022.719
2.541667	152.5	9150	13.2673	6.824699	1023.705
2.583333	155	9300	0	0	0
					137828.5 m
					137.8285 km

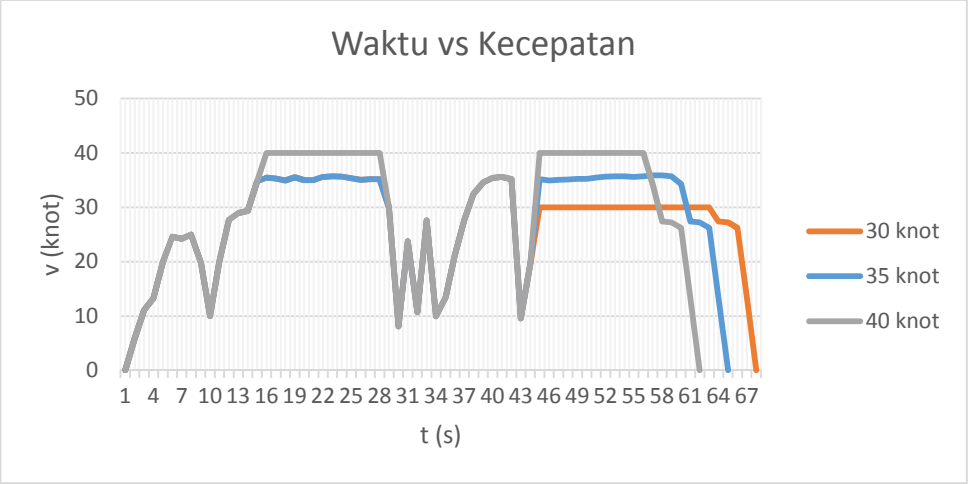
Waktu			
Menit		9300	detik
Jam		2.583333	jam
	2 jam	**34.99998**	**menit**

t			v = 40		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	24.2159	12.45666	1868.499
0.291667	17.5	1050	24.9784	12.84889	1927.333
0.333333	20	1200	20	10.288	1543.2
0.375	22.5	1350	10	5.144	771.6
0.416667	25	1500	20	10.288	1543.2
0.458333	27.5	1650	27.6874	14.2424	2136.36
0.5	30	1800	28.9075	14.87002	2230.503
0.541667	32.5	1950	29.365	15.10536	2265.803
0.583333	35	2100	34.7533	17.8771	2681.565
0.625	37.5	2250	40	20.576	3086.4
0.666667	40	2400	40	20.576	3086.4
0.708333	42.5	2550	40	20.576	3086.4
0.75	45	2700	40	20.576	3086.4
0.791667	47.5	2850	40	20.576	3086.4
0.833333	50	3000	40	20.576	3086.4
0.875	52.5	3150	40	20.576	3086.4
0.916667	55	3300	40	20.576	3086.4
0.958333	57.5	3450	40	20.576	3086.4
1	60	3600	40	20.576	3086.4
1.041667	62.5	3750	40	20.576	3086.4
1.083333	65	3900	40	20.576	3086.4
1.125	67.5	4050	40	20.576	3086.4
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	8.1165	4.175128	626.2691
1.25	75	4500	23.7495	12.21674	1832.511
1.291667	77.5	4650	10.6617	5.484378	822.6568
1.333333	80	4800	27.585	14.18972	2128.459
1.375	82.5	4950	10	5.144	771.6
1.416667	85	5100	13.4055	6.895789	1034.368
1.458333	87.5	5250	21.2246	10.91793	1637.69
1.5	90	5400	27.7761	14.28803	2143.204
1.541667	92.5	5550	32.5375	16.73729	2510.594
1.583333	95	5700	34.5859	17.79099	2668.648
1.625	97.5	5850	35.3803	18.19963	2729.944
1.666667	100	6000	35.5984	18.31182	2746.773

1.708333	102.5	6150	35.1622	18.08744	2713.115
1.75	105	6300	9.5542	4.91468	737.2021
1.791667	107.5	6450	19.6175	10.09124	1513.686
1.833333	110	6600	40	20.576	3086.4
1.875	112.5	6750	40	20.576	3086.4
1.916667	115	6900	40	20.576	3086.4
1.958333	117.5	7050	40	20.576	3086.4
2	120	7200	40	20.576	3086.4
2.041667	122.5	7350	40	20.576	3086.4
2.083333	125	7500	40	20.576	3086.4
2.125	127.5	7650	40	20.576	3086.4
2.166667	130	7800	40	20.576	3086.4
2.208333	132.5	7950	40	20.576	3086.4
2.25	135	8100	40	20.576	3086.4
2.291667	137.5	8250	40	20.576	3086.4
2.333333	140	8400	34.3127	17.65045	2647.568
2.375	142.5	8550	27.3997	14.09441	2114.161
2.416667	145	8700	27.2421	14.01334	2102
2.458333	147.5	8850	26.2146	13.48479	2022.719
2.5	150	9000	13.2673	6.824699	1023.705
2.541667	152.5	9150	0	0	0

138754.4	m
138.7544	km

Waktu			
Menit		9150	detik
Jam		2.541667	jam
	2 jam	**32.50002**	**menit**



Jarak laut dari Pelabuhan Sorong ke Misool LNG ± 86.43 nm

***Fast Ferry* Sorong - Manokwari**

t			v = 35		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	28	14.4032	2160.48
0.291667	17.5	1050	30	15.432	2314.8
0.333333	20	1200	30	15.432	2314.8
0.375	22.5	1350	30	15.432	2314.8
0.416667	25	1500	30	15.432	2314.8
0.458333	27.5	1650	30	15.432	2314.8
0.5	30	1800	30	15.432	2314.8
0.541667	32.5	1950	30	15.432	2314.8
0.583333	35	2100	30	15.432	2314.8
0.625	37.5	2250	30	15.432	2314.8
0.666667	40	2400	30	15.432	2314.8
0.708333	42.5	2550	30	15.432	2314.8
0.75	45	2700	30	15.432	2314.8
0.791667	47.5	2850	30	15.432	2314.8
0.833333	50	3000	30	15.432	2314.8
0.875	52.5	3150	30	15.432	2314.8
0.916667	55	3300	30	15.432	2314.8
0.958333	57.5	3450	30	15.432	2314.8
1	60	3600	30	15.432	2314.8
1.041667	62.5	3750	30	15.432	2314.8
1.083333	65	3900	30	15.432	2314.8
1.125	67.5	4050	30	15.432	2314.8
1.166667	70	4200	30	15.432	2314.8
1.208333	72.5	4350	30	15.432	2314.8
1.25	75	4500	30	15.432	2314.8
1.291667	77.5	4650	30	15.432	2314.8
1.333333	80	4800	30	15.432	2314.8
1.375	82.5	4950	30	15.432	2314.8
1.416667	85	5100	30	15.432	2314.8
1.458333	87.5	5250	30	15.432	2314.8
1.5	90	5400	30	15.432	2314.8
1.541667	92.5	5550	30	15.432	2314.8
1.583333	95	5700	30	15.432	2314.8
1.625	97.5	5850	30	15.432	2314.8
1.666667	100	6000	30	15.432	2314.8

1.708333	102.5	6150	30	15.432	2314.8
1.75	105	6300	30	15.432	2314.8
1.791667	107.5	6450	30	15.432	2314.8
1.833333	110	6600	30	15.432	2314.8
1.875	112.5	6750	30	15.432	2314.8
1.916667	115	6900	30	15.432	2314.8
1.958333	117.5	7050	30	15.432	2314.8
2	120	7200	30	15.432	2314.8
2.041667	122.5	7350	30	15.432	2314.8
2.083333	125	7500	30	15.432	2314.8
2.125	127.5	7650	30	15.432	2314.8
2.166667	130	7800	30	15.432	2314.8
2.208333	132.5	7950	30	15.432	2314.8
2.25	135	8100	30	15.432	2314.8
2.291667	137.5	8250	30	15.432	2314.8
2.333333	140	8400	30	15.432	2314.8
2.375	142.5	8550	30	15.432	2314.8
2.416667	145	8700	30	15.432	2314.8
2.458333	147.5	8850	30	15.432	2314.8
2.5	150	9000	30	15.432	2314.8
2.541667	152.5	9150	30	15.432	2314.8
2.583333	155	9300	30	15.432	2314.8
2.625	157.5	9450	30	15.432	2314.8
2.666667	160	9600	30	15.432	2314.8
2.708333	162.5	9750	30	15.432	2314.8
2.75	165	9900	30	15.432	2314.8
2.791667	167.5	10050	30	15.432	2314.8
2.833333	170	10200	30	15.432	2314.8
2.875	172.5	10350	30	15.432	2314.8
2.916667	175	10500	30	15.432	2314.8
2.958333	177.5	10650	30	15.432	2314.8
3	180	10800	30	15.432	2314.8
3.041667	182.5	10950	30	15.432	2314.8
3.083333	185	11100	30	15.432	2314.8
3.125	187.5	11250	30	15.432	2314.8
3.166667	190	11400	30	15.432	2314.8
3.208333	192.5	11550	30	15.432	2314.8
3.25	195	11700	30	15.432	2314.8
3.291667	197.5	11850	30	15.432	2314.8
3.333333	200	12000	30	15.432	2314.8
3.375	202.5	12150	30	15.432	2314.8
3.416667	205	12300	30	15.432	2314.8
3.458333	207.5	12450	30	15.432	2314.8
3.5	210	12600	30	15.432	2314.8
3.541667	212.5	12750	30	15.432	2314.8
3.583333	215	12900	30	15.432	2314.8
3.625	217.5	13050	30	15.432	2314.8

3.666667	220	13200	30	15.432	2314.8
3.708333	222.5	13350	30	15.432	2314.8
3.75	225	13500	30	15.432	2314.8
3.791667	227.5	13650	30	15.432	2314.8
3.833333	230	13800	30	15.432	2314.8
3.875	232.5	13950	30	15.432	2314.8
3.916667	235	14100	30	15.432	2314.8
3.958333	237.5	14250	30	15.432	2314.8
4	240	14400	30	15.432	2314.8
4.041667	242.5	14550	30	15.432	2314.8
4.083333	245	14700	30	15.432	2314.8
4.125	247.5	14850	30	15.432	2314.8
4.166667	250	15000	30	15.432	2314.8
4.208333	252.5	15150	30	15.432	2314.8
4.25	255	15300	30	15.432	2314.8
4.291667	257.5	15450	30	15.432	2314.8
4.333333	260	15600	30	15.432	2314.8
4.375	262.5	15750	30	15.432	2314.8
4.416667	265	15900	30	15.432	2314.8
4.458333	267.5	16050	30	15.432	2314.8
4.5	270	16200	30	15.432	2314.8
4.541667	272.5	16350	30	15.432	2314.8
4.583333	275	16500	30	15.432	2314.8
4.625	277.5	16650	30	15.432	2314.8
4.666667	280	16800	30	15.432	2314.8
4.708333	282.5	16950	30	15.432	2314.8
4.75	285	17100	30	15.432	2314.8
4.791667	287.5	17250	30	15.432	2314.8
4.833333	290	17400	30	15.432	2314.8
4.875	292.5	17550	30	15.432	2314.8
4.916667	295	17700	30	15.432	2314.8
4.958333	297.5	17850	30	15.432	2314.8
5	300	18000	30	15.432	2314.8
5.041667	302.5	18150	30	15.432	2314.8
5.083333	305	18300	30	15.432	2314.8
5.125	307.5	18450	30	15.432	2314.8
5.166667	310	18600	30	15.432	2314.8
5.208333	312.5	18750	30	15.432	2314.8
5.25	315	18900	30	15.432	2314.8
5.291667	317.5	19050	30	15.432	2314.8
5.333333	320	19200	30	15.432	2314.8
5.375	322.5	19350	30	15.432	2314.8
5.416667	325	19500	30	15.432	2314.8
5.458333	327.5	19650	30	15.432	2314.8
5.5	330	19800	30	15.432	2314.8
5.541667	332.5	19950	30	15.432	2314.8

5.583333	335	20100	30	15.432	2314.8
5.625	337.5	20250	30	15.432	2314.8
5.666667	340	20400	30	15.432	2314.8
5.708333	342.5	20550	30	15.432	2314.8
5.75	345	20700	30	15.432	2314.8
5.791667	347.5	20850	30	15.432	2314.8
5.833333	350	21000	30	15.432	2314.8
5.875	352.5	21150	30	15.432	2314.8
5.916667	355	21300	30	15.432	2314.8
5.958333	357.5	21450	30	15.432	2314.8
6	360	21600	30	15.432	2314.8
6.041667	362.5	21750	30	15.432	2314.8
6.083333	365	21900	30	15.432	2314.8
6.125	367.5	22050	30	15.432	2314.8
6.166667	370	22200	30	15.432	2314.8
6.208333	372.5	22350	30	15.432	2314.8
6.25	375	22500	30	15.432	2314.8
6.291667	377.5	22650	30	15.432	2314.8
6.333333	380	22800	30	15.432	2314.8
6.375	382.5	22950	30	15.432	2314.8
6.416667	385	23100	30	15.432	2314.8
6.458333	387.5	23250	30	15.432	2314.8
6.5	390	23400	30	15.432	2314.8
6.541667	392.5	23550	30	15.432	2314.8
6.583333	395	23700	30	15.432	2314.8
6.625	397.5	23850	30	15.432	2314.8
6.666667	400	24000	30	15.432	2314.8
6.708333	402.5	24150	30	15.432	2314.8
6.75	405	24300	30	15.432	2314.8
6.791667	407.5	24450	30	15.432	2314.8
6.833333	410	24600	30	15.432	2314.8
6.875	412.5	24750	30	15.432	2314.8
6.916667	415	24900	34.3127	17.65045	2647.568
6.958333	417.5	25050	27.3997	14.09441	2114.161
7	420	25200	27.2421	14.01334	2102
7.041667	422.5	25350	26.2146	13.48479	2022.719
7.083333	425	25500	13.2673	6.824699	1023.705
7.125	427.5	25650	0	0	0
					385908.5 m
					385.9085 km

Waktu			
Menit		25650	detik
Jam		7.125	jam
	7	**7.5**	**menit**

t			v = 35		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	28	14.4032	2160.48
0.291667	17.5	1050	30	15.432	2314.8
0.333333	20	1200	32	16.4608	2469.12
0.375	22.5	1350	34	17.4896	2623.44
0.416667	25	1500	35	18.004	2700.6
0.458333	27.5	1650	35	18.004	2700.6
0.5	30	1800	35	18.004	2700.6
0.541667	32.5	1950	35	18.004	2700.6
0.583333	35	2100	35	18.004	2700.6
0.625	37.5	2250	35	18.004	2700.6
0.666667	40	2400	35	18.004	2700.6
0.708333	42.5	2550	35	18.004	2700.6
0.75	45	2700	35	18.004	2700.6
0.791667	47.5	2850	35	18.004	2700.6
0.833333	50	3000	35	18.004	2700.6
0.875	52.5	3150	35	18.004	2700.6
0.916667	55	3300	35	18.004	2700.6
0.958333	57.5	3450	35	18.004	2700.6
1	60	3600	35	18.004	2700.6
1.041667	62.5	3750	35	18.004	2700.6
1.083333	65	3900	35	18.004	2700.6
1.125	67.5	4050	35	18.004	2700.6
1.166667	70	4200	35	18.004	2700.6
1.208333	72.5	4350	35	18.004	2700.6
1.25	75	4500	35	18.004	2700.6
1.291667	77.5	4650	35	18.004	2700.6
1.333333	80	4800	35	18.004	2700.6
1.375	82.5	4950	35	18.004	2700.6
1.416667	85	5100	35	18.004	2700.6
1.458333	87.5	5250	35	18.004	2700.6
1.5	90	5400	35	18.004	2700.6
1.541667	92.5	5550	35	18.004	2700.6
1.583333	95	5700	35	18.004	2700.6
1.625	97.5	5850	35	18.004	2700.6
1.666667	100	6000	35	18.004	2700.6

1.708333	102.5	6150	35	18.004	2700.6
1.75	105	6300	35	18.004	2700.6
1.791667	107.5	6450	35	18.004	2700.6
1.833333	110	6600	35	18.004	2700.6
1.875	112.5	6750	35	18.004	2700.6
1.916667	115	6900	35	18.004	2700.6
1.958333	117.5	7050	35	18.004	2700.6
2	120	7200	35	18.004	2700.6
2.041667	122.5	7350	35	18.004	2700.6
2.083333	125	7500	35	18.004	2700.6
2.125	127.5	7650	35	18.004	2700.6
2.166667	130	7800	35	18.004	2700.6
2.208333	132.5	7950	35	18.004	2700.6
2.25	135	8100	35	18.004	2700.6
2.291667	137.5	8250	35	18.004	2700.6
2.333333	140	8400	35	18.004	2700.6
2.375	142.5	8550	35	18.004	2700.6
2.416667	145	8700	35	18.004	2700.6
2.458333	147.5	8850	35	18.004	2700.6
2.5	150	9000	35	18.004	2700.6
2.541667	152.5	9150	35	18.004	2700.6
2.583333	155	9300	35	18.004	2700.6
2.625	157.5	9450	35	18.004	2700.6
2.666667	160	9600	35	18.004	2700.6
2.708333	162.5	9750	35	18.004	2700.6
2.75	165	9900	35	18.004	2700.6
2.791667	167.5	10050	35	18.004	2700.6
2.833333	170	10200	35	18.004	2700.6
2.875	172.5	10350	35	18.004	2700.6
2.916667	175	10500	35	18.004	2700.6
2.958333	177.5	10650	35	18.004	2700.6
3	180	10800	35	18.004	2700.6
3.041667	182.5	10950	35	18.004	2700.6
3.083333	185	11100	35	18.004	2700.6
3.125	187.5	11250	35	18.004	2700.6
3.166667	190	11400	35	18.004	2700.6
3.208333	192.5	11550	35	18.004	2700.6
3.25	195	11700	35	18.004	2700.6
3.291667	197.5	11850	35	18.004	2700.6
3.333333	200	12000	35	18.004	2700.6
3.375	202.5	12150	35	18.004	2700.6
3.416667	205	12300	35	18.004	2700.6
3.458333	207.5	12450	35	18.004	2700.6
3.5	210	12600	35	18.004	2700.6
3.541667	212.5	12750	35	18.004	2700.6
3.583333	215	12900	35	18.004	2700.6
3.625	217.5	13050	35	18.004	2700.6

3.666667	220	13200	35	18.004	2700.6
3.708333	222.5	13350	35	18.004	2700.6
3.75	225	13500	35	18.004	2700.6
3.791667	227.5	13650	35	18.004	2700.6
3.833333	230	13800	35	18.004	2700.6
3.875	232.5	13950	35	18.004	2700.6
3.916667	235	14100	35	18.004	2700.6
3.958333	237.5	14250	35	18.004	2700.6
4	240	14400	35	18.004	2700.6
4.041667	242.5	14550	35	18.004	2700.6
4.083333	245	14700	35	18.004	2700.6
4.125	247.5	14850	35	18.004	2700.6
4.166667	250	15000	35	18.004	2700.6
4.208333	252.5	15150	35	18.004	2700.6
4.25	255	15300	35	18.004	2700.6
4.291667	257.5	15450	35	18.004	2700.6
4.333333	260	15600	35	18.004	2700.6
4.375	262.5	15750	35	18.004	2700.6
4.416667	265	15900	35	18.004	2700.6
4.458333	267.5	16050	35	18.004	2700.6
4.5	270	16200	35	18.004	2700.6
4.541667	272.5	16350	35	18.004	2700.6
4.583333	275	16500	35	18.004	2700.6
4.625	277.5	16650	35	18.004	2700.6
4.666667	280	16800	35	18.004	2700.6
4.708333	282.5	16950	35	18.004	2700.6
4.75	285	17100	35	18.004	2700.6
4.791667	287.5	17250	35	18.004	2700.6
4.833333	290	17400	35	18.004	2700.6
4.875	292.5	17550	35	18.004	2700.6
4.916667	295	17700	35	18.004	2700.6
4.958333	297.5	17850	35	18.004	2700.6
5	300	18000	35	18.004	2700.6
5.041667	302.5	18150	35	18.004	2700.6
5.083333	305	18300	35	18.004	2700.6
5.125	307.5	18450	35	18.004	2700.6
5.166667	310	18600	35	18.004	2700.6
5.208333	312.5	18750	35	18.004	2700.6
5.25	315	18900	35	18.004	2700.6
5.291667	317.5	19050	35	18.004	2700.6
5.333333	320	19200	35	18.004	2700.6
5.375	322.5	19350	35	18.004	2700.6
5.416667	325	19500	35	18.004	2700.6
5.458333	327.5	19650	35	18.004	2700.6
5.5	330	19800	35	18.004	2700.6
5.541667	332.5	19950	35	18.004	2700.6

5.583333	335	20100	35	18.004	2700.6
5.625	337.5	20250	35	18.004	2700.6
5.666667	340	20400	35	18.004	2700.6
5.708333	342.5	20550	35	18.004	2700.6
5.75	345	20700	35	18.004	2700.6
5.791667	347.5	20850	35	18.004	2700.6
5.833333	350	21000	35	18.004	2700.6
5.875	352.5	21150	35	18.004	2700.6
5.916667	355	21300	35	18.004	2700.6
5.958333	357.5	21450	34.3127	17.65045	2647.568
6	360	21600	27.3997	14.09441	2114.161
6.041667	362.5	21750	27.2421	14.01334	2102
6.083333	365	21900	26.2146	13.48479	2022.719
6.125	367.5	22050	13.2673	6.824699	1023.705
6.166667	370	22200	0	0	0
					384442.4 m
					384.4424 km

Waktu			
Menit		22200	detik
Jam		6.166667	jam
	6 jam	**10**	**menit**

t			v = 38		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	28	14.4032	2160.48
0.291667	17.5	1050	30	15.432	2314.8
0.333333	20	1200	32	16.4608	2469.12
0.375	22.5	1350	34	17.4896	2623.44
0.416667	25	1500	35	18.004	2700.6
0.458333	27.5	1650	38	19.5472	2932.08
0.5	30	1800	38	19.5472	2932.08
0.541667	32.5	1950	38	19.5472	2932.08
0.583333	35	2100	38	19.5472	2932.08
0.625	37.5	2250	38	19.5472	2932.08
0.666667	40	2400	38	19.5472	2932.08
0.708333	42.5	2550	38	19.5472	2932.08
0.75	45	2700	38	19.5472	2932.08
0.791667	47.5	2850	38	19.5472	2932.08
0.833333	50	3000	38	19.5472	2932.08
0.875	52.5	3150	38	19.5472	2932.08
0.916667	55	3300	38	19.5472	2932.08
0.958333	57.5	3450	38	19.5472	2932.08
1	60	3600	38	19.5472	2932.08
1.041667	62.5	3750	38	19.5472	2932.08
1.083333	65	3900	38	19.5472	2932.08
1.125	67.5	4050	38	19.5472	2932.08
1.166667	70	4200	38	19.5472	2932.08
1.208333	72.5	4350	38	19.5472	2932.08
1.25	75	4500	38	19.5472	2932.08
1.291667	77.5	4650	38	19.5472	2932.08
1.333333	80	4800	38	19.5472	2932.08
1.375	82.5	4950	38	19.5472	2932.08
1.416667	85	5100	38	19.5472	2932.08
1.458333	87.5	5250	38	19.5472	2932.08
1.5	90	5400	38	19.5472	2932.08
1.541667	92.5	5550	38	19.5472	2932.08
1.583333	95	5700	38	19.5472	2932.08
1.625	97.5	5850	38	19.5472	2932.08
1.666667	100	6000	38	19.5472	2932.08

1.708333	102.5	6150	38	19.5472	2932.08
1.75	105	6300	38	19.5472	2932.08
1.791667	107.5	6450	38	19.5472	2932.08
1.833333	110	6600	38	19.5472	2932.08
1.875	112.5	6750	38	19.5472	2932.08
1.916667	115	6900	38	19.5472	2932.08
1.958333	117.5	7050	38	19.5472	2932.08
2	120	7200	38	19.5472	2932.08
2.041667	122.5	7350	38	19.5472	2932.08
2.083333	125	7500	38	19.5472	2932.08
2.125	127.5	7650	38	19.5472	2932.08
2.166667	130	7800	38	19.5472	2932.08
2.208333	132.5	7950	38	19.5472	2932.08
2.25	135	8100	38	19.5472	2932.08
2.291667	137.5	8250	38	19.5472	2932.08
2.333333	140	8400	38	19.5472	2932.08
2.375	142.5	8550	38	19.5472	2932.08
2.416667	145	8700	38	19.5472	2932.08
2.458333	147.5	8850	38	19.5472	2932.08
2.5	150	9000	38	19.5472	2932.08
2.541667	152.5	9150	38	19.5472	2932.08
2.583333	155	9300	38	19.5472	2932.08
2.625	157.5	9450	38	19.5472	2932.08
2.666667	160	9600	38	19.5472	2932.08
2.708333	162.5	9750	38	19.5472	2932.08
2.75	165	9900	38	19.5472	2932.08
2.791667	167.5	10050	38	19.5472	2932.08
2.833333	170	10200	38	19.5472	2932.08
2.875	172.5	10350	38	19.5472	2932.08
2.916667	175	10500	38	19.5472	2932.08
2.958333	177.5	10650	38	19.5472	2932.08
3	180	10800	38	19.5472	2932.08
3.041667	182.5	10950	38	19.5472	2932.08
3.083333	185	11100	38	19.5472	2932.08
3.125	187.5	11250	38	19.5472	2932.08
3.166667	190	11400	38	19.5472	2932.08
3.208333	192.5	11550	38	19.5472	2932.08
3.25	195	11700	38	19.5472	2932.08
3.291667	197.5	11850	38	19.5472	2932.08
3.333333	200	12000	38	19.5472	2932.08
3.375	202.5	12150	38	19.5472	2932.08
3.416667	205	12300	38	19.5472	2932.08
3.458333	207.5	12450	38	19.5472	2932.08
3.5	210	12600	38	19.5472	2932.08
3.541667	212.5	12750	38	19.5472	2932.08
3.583333	215	12900	38	19.5472	2932.08
3.625	217.5	13050	38	19.5472	2932.08

3.666667	220	13200	38	19.5472	2932.08
3.708333	222.5	13350	38	19.5472	2932.08
3.75	225	13500	38	19.5472	2932.08
3.791667	227.5	13650	38	19.5472	2932.08
3.833333	230	13800	38	19.5472	2932.08
3.875	232.5	13950	38	19.5472	2932.08
3.916667	235	14100	38	19.5472	2932.08
3.958333	237.5	14250	38	19.5472	2932.08
4	240	14400	38	19.5472	2932.08
4.041667	242.5	14550	38	19.5472	2932.08
4.083333	245	14700	38	19.5472	2932.08
4.125	247.5	14850	38	19.5472	2932.08
4.166667	250	15000	38	19.5472	2932.08
4.208333	252.5	15150	38	19.5472	2932.08
4.25	255	15300	38	19.5472	2932.08
4.291667	257.5	15450	38	19.5472	2932.08
4.333333	260	15600	38	19.5472	2932.08
4.375	262.5	15750	38	19.5472	2932.08
4.416667	265	15900	38	19.5472	2932.08
4.458333	267.5	16050	38	19.5472	2932.08
4.5	270	16200	38	19.5472	2932.08
4.541667	272.5	16350	38	19.5472	2932.08
4.583333	275	16500	38	19.5472	2932.08
4.625	277.5	16650	38	19.5472	2932.08
4.666667	280	16800	38	19.5472	2932.08
4.708333	282.5	16950	38	19.5472	2932.08
4.75	285	17100	38	19.5472	2932.08
4.791667	287.5	17250	38	19.5472	2932.08
4.833333	290	17400	38	19.5472	2932.08
4.875	292.5	17550	38	19.5472	2932.08
4.916667	295	17700	38	19.5472	2932.08
4.958333	297.5	17850	38	19.5472	2932.08
5	300	18000	38	19.5472	2932.08
5.041667	302.5	18150	38	19.5472	2932.08
5.083333	305	18300	38	19.5472	2932.08
5.125	307.5	18450	38	19.5472	2932.08
5.166667	310	18600	38	19.5472	2932.08
5.208333	312.5	18750	38	19.5472	2932.08
5.25	315	18900	38	19.5472	2932.08
5.291667	317.5	19050	38	19.5472	2932.08
5.333333	320	19200	38	19.5472	2932.08
5.375	322.5	19350	38	19.5472	2932.08
5.416667	325	19500	38	19.5472	2932.08
5.458333	327.5	19650	38	19.5472	2932.08
5.5	330	19800	35	18.004	2700.6
5.541667	332.5	19950	34.3127	17.65045	2647.568

5.583333	335	20100	27.2421	14.01334	2102
5.625	337.5	20250	26.2146	13.48479	2022.719
5.666667	340	20400	13.2673	6.824699	1023.705
5.708333	342.5	20550	0	0	0
					383331.4 m
					383.3314 km

Waktu			
Menit		20550	detik
Jam		5.708333	jam
	5 jam	**42.49998**	**menit**

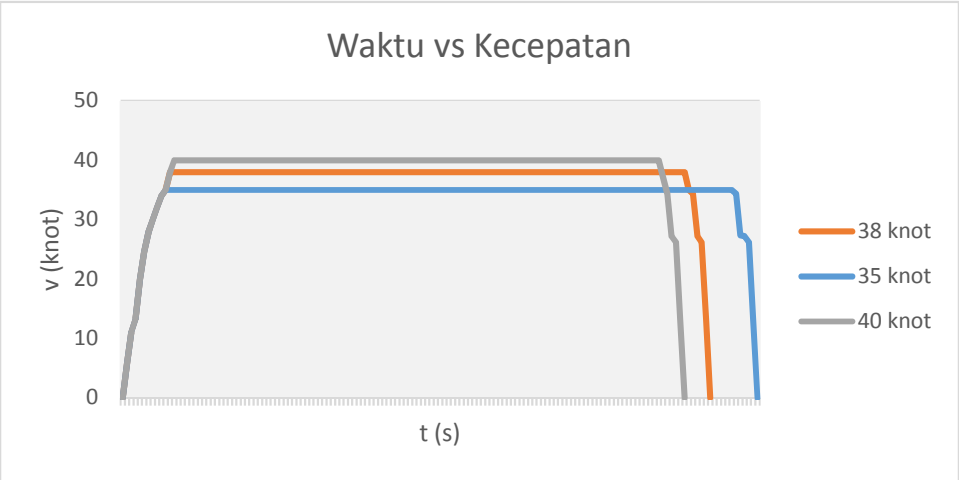
t			v = 40		s
jam	menit	detik	knot	m/s	m
0	0	0	0	0	0
0.041667	2.5	150	5.9955	3.084085	462.6128
0.083333	5	300	11.1156	5.717865	857.6797
0.125	7.5	450	13.2614	6.821664	1023.25
0.166667	10	600	20	10.288	1543.2
0.208333	12.5	750	24.5971	12.65275	1897.912
0.25	15	900	28	14.4032	2160.48
0.291667	17.5	1050	30	15.432	2314.8
0.333333	20	1200	32	16.4608	2469.12
0.375	22.5	1350	34	17.4896	2623.44
0.416667	25	1500	35	18.004	2700.6
0.458333	27.5	1650	38	19.5472	2932.08
0.5	30	1800	40	20.576	3086.4
0.541667	32.5	1950	40	20.576	3086.4
0.583333	35	2100	40	20.576	3086.4
0.625	37.5	2250	40	20.576	3086.4
0.666667	40	2400	40	20.576	3086.4
0.708333	42.5	2550	40	20.576	3086.4
0.75	45	2700	40	20.576	3086.4
0.791667	47.5	2850	40	20.576	3086.4
0.833333	50	3000	40	20.576	3086.4
0.875	52.5	3150	40	20.576	3086.4
0.916667	55	3300	40	20.576	3086.4
0.958333	57.5	3450	40	20.576	3086.4
1	60	3600	40	20.576	3086.4
1.041667	62.5	3750	40	20.576	3086.4
1.083333	65	3900	40	20.576	3086.4
1.125	67.5	4050	40	20.576	3086.4
1.166667	70	4200	40	20.576	3086.4
1.208333	72.5	4350	40	20.576	3086.4
1.25	75	4500	40	20.576	3086.4
1.291667	77.5	4650	40	20.576	3086.4
1.333333	80	4800	40	20.576	3086.4
1.375	82.5	4950	40	20.576	3086.4
1.416667	85	5100	40	20.576	3086.4
1.458333	87.5	5250	40	20.576	3086.4
1.5	90	5400	40	20.576	3086.4
1.541667	92.5	5550	40	20.576	3086.4
1.583333	95	5700	40	20.576	3086.4
1.625	97.5	5850	40	20.576	3086.4
1.666667	100	6000	40	20.576	3086.4

1.708333	102.5	6150	40	20.576	3086.4
1.75	105	6300	40	20.576	3086.4
1.791667	107.5	6450	40	20.576	3086.4
1.833333	110	6600	40	20.576	3086.4
1.875	112.5	6750	40	20.576	3086.4
1.916667	115	6900	40	20.576	3086.4
1.958333	117.5	7050	40	20.576	3086.4
2	120	7200	40	20.576	3086.4
2.041667	122.5	7350	40	20.576	3086.4
2.083333	125	7500	40	20.576	3086.4
2.125	127.5	7650	40	20.576	3086.4
2.166667	130	7800	40	20.576	3086.4
2.208333	132.5	7950	40	20.576	3086.4
2.25	135	8100	40	20.576	3086.4
2.291667	137.5	8250	40	20.576	3086.4
2.333333	140	8400	40	20.576	3086.4
2.375	142.5	8550	40	20.576	3086.4
2.416667	145	8700	40	20.576	3086.4
2.458333	147.5	8850	40	20.576	3086.4
2.5	150	9000	40	20.576	3086.4
2.541667	152.5	9150	40	20.576	3086.4
2.583333	155	9300	40	20.576	3086.4
2.625	157.5	9450	40	20.576	3086.4
2.666667	160	9600	40	20.576	3086.4
2.708333	162.5	9750	40	20.576	3086.4
2.75	165	9900	40	20.576	3086.4
2.791667	167.5	10050	40	20.576	3086.4
2.833333	170	10200	40	20.576	3086.4
2.875	172.5	10350	40	20.576	3086.4
2.916667	175	10500	40	20.576	3086.4
2.958333	177.5	10650	40	20.576	3086.4
3	180	10800	40	20.576	3086.4
3.041667	182.5	10950	40	20.576	3086.4
3.083333	185	11100	40	20.576	3086.4
3.125	187.5	11250	40	20.576	3086.4
3.166667	190	11400	40	20.576	3086.4
3.208333	192.5	11550	40	20.576	3086.4
3.25	195	11700	40	20.576	3086.4
3.291667	197.5	11850	40	20.576	3086.4
3.333333	200	12000	40	20.576	3086.4
3.375	202.5	12150	40	20.576	3086.4
3.416667	205	12300	40	20.576	3086.4
3.458333	207.5	12450	40	20.576	3086.4
3.5	210	12600	40	20.576	3086.4
3.541667	212.5	12750	40	20.576	3086.4
3.583333	215	12900	40	20.576	3086.4
3.625	217.5	13050	40	20.576	3086.4

3.666667	220	13200	40	20.576	3086.4
3.708333	222.5	13350	40	20.576	3086.4
3.75	225	13500	40	20.576	3086.4
3.791667	227.5	13650	40	20.576	3086.4
3.833333	230	13800	40	20.576	3086.4
3.875	232.5	13950	40	20.576	3086.4
3.916667	235	14100	40	20.576	3086.4
3.958333	237.5	14250	40	20.576	3086.4
4	240	14400	40	20.576	3086.4
4.041667	242.5	14550	40	20.576	3086.4
4.083333	245	14700	40	20.576	3086.4
4.125	247.5	14850	40	20.576	3086.4
4.166667	250	15000	40	20.576	3086.4
4.208333	252.5	15150	40	20.576	3086.4
4.25	255	15300	40	20.576	3086.4
4.291667	257.5	15450	40	20.576	3086.4
4.333333	260	15600	40	20.576	3086.4
4.375	262.5	15750	40	20.576	3086.4
4.416667	265	15900	40	20.576	3086.4
4.458333	267.5	16050	40	20.576	3086.4
4.5	270	16200	40	20.576	3086.4
4.541667	272.5	16350	40	20.576	3086.4
4.583333	275	16500	40	20.576	3086.4
4.625	277.5	16650	40	20.576	3086.4
4.666667	280	16800	40	20.576	3086.4
4.708333	282.5	16950	40	20.576	3086.4
4.75	285	17100	40	20.576	3086.4
4.791667	287.5	17250	40	20.576	3086.4
4.833333	290	17400	40	20.576	3086.4
4.875	292.5	17550	40	20.576	3086.4
4.916667	295	17700	40	20.576	3086.4
4.958333	297.5	17850	40	20.576	3086.4
5	300	18000	40	20.576	3086.4
5.041667	302.5	18150	40	20.576	3086.4
5.083333	305	18300	40	20.576	3086.4
5.125	307.5	18450	40	20.576	3086.4
5.166667	310	18600	40	20.576	3086.4
5.208333	312.5	18750	40	20.576	3086.4
5.25	315	18900	37	19.0328	2854.92
5.291667	317.5	19050	34.3127	17.65045	2647.568
5.333333	320	19200	27.2421	14.01334	2102
5.375	322.5	19350	26.2146	13.48479	2022.719
5.416667	325	19500	13.2673	6.824699	1023.705
5.458333	327.5	19650	0	0	0

383485.7	m
383.4857	km

Waktu			
Menit		19650	detik
Jam		5.458333333	jam
	5 jam	27.49998	menit



Jarak laut dari Pelabuhan Sorong ke Manokwari ± 383 km atau 237.99 nm

LAMPIRAN D

Desain Akhir

UKURAN UTAMA DAN PERHITUNGAN KOEFISIEN

Ukuran Utama

Loa	=	42.200	m		
Lpp	=	39.997	m		
Lwl	=	39.997	m		
B	=	11.020	m		
B_1	=	3.000	m		
H	=	4.430	m		
T	=	1.500	m		
S	=	8.020	m		
V_S	=	40.000	knot	= 20.576	m/s
V_{max}	=	45.000	knot	= 23.148	m/s
g	=	9.81	m/s^2		

Batasan Perbandingan Ukuran Utama

L/H	=	9.03	; Insel & Molland (1992)	→	$5.9 < L/B_1 < 11.1$ Oke
B/H	=	2.488	; Insel & Molland (1992)	→	$0.7 < B/H < 4.1$ Oke
S/L	=	0.201	; Insel & Molland (1992)	→	$0.19 < S/L < 0.5$ Oke
S/B_1	=	2.673	; Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < S/B < 4.1$ Oke
B_1/T	=	2.000	; Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < B/T < 3.1$ Oke
B_1/B	=	0.272	; Multi Hull Ships, hal. 61	→	$0.2 < B1/B < 0.3$ Oke

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Displasement

Nilai *displacement* diperoleh dari perhitungan hidrostatik model di *software*. Nilai dari *displacement* tersebut adalah

D = 213.300 ton

2. Volume Displasemen

∇_t = D/r

= 208.098 m^3

volume *displacement* untuk 1 *hull* adalah

∇ = 104.049 m^3

3. Koefisien Blok

Ref: (Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1)

$C_B = \nabla / (L.B_1.T)$

= 0.571

4. Perhitungan Froude Number

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

Fn = $Vmax/\sqrt{(g.Lpp)}$

Fn = 1.03875407

5. Koefisien Luas Midship

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formula

$C_M = A_M/(T.B_M)$

C_M = 0.815

6. Koefisien Prismatik

Ref: www.catamaransite.com/ catamaran_hull_design_formulas.html

$C_P = \nabla / (A_S.L_{WL})$

= 0.706

7. Koefisien Bidang Garis Air

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formula

$C_{WP} = A_{WP}/(B_{WL}.L_{WL})$

= 0.827

8. Panjang Garis Air

Lpp = Lwl

(karena memakai motor *outbord*)

= 39.997 m

Resistance

Efisiensi= 54%

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Savitsky Pre-planing Resist. (kN)	Savitsky Pre-planing Power (hp)	Savitsky Planing Resist. (kN)	Savitsky Planing Power (hp)	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (hp)	Slender body Resist. (kN)	Slender body Power (hp)
8	7.000	0.182	0.472	--	--	--	--	12.4	117.190	7.8	74.887
9	8.000	0.208	0.540					15.5	170.606	[illegible]	128.407
10	9.000	0.234	0.607					[illegible]	[illegible]	11.8	[illegible]
11	10.000	0.260	0.675	--	--	--	--	23.7	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12	11.000	0.286	0.742	--	--	--	--	28.0	438.744	24.4	370.232
13	12.000	0.312	0.810	--	--	--	--	35.9	590.147	24.0	411.035
14	13.000	0.338	0.877					42.7	[illegible]	30.8	[illegible]
15	14.000	0.364	0.945					48.1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
16	15.000	0.390	1.012	65.2	1321.205	--	--	55.8	[illegible]	44.5	[illegible]
17	16.000	0.416	1.080	70.1	1745.775	--	--	67.6	1497.094	40.6	1004.864
18	17.000	0.442	1.147	81.1	2135.027			81.1	1801.601	56.3	1030.703
19	18.000	0.468	1.215	101.5	[illegible]			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
20	19.000	0.494	1.282	111.4	[illegible]	--	--	107.5	[illegible]	76.8	[illegible]
21	20.000	0.520	1.350	121.4	[illegible]	--	--	121.1	3341.214	89.2	[illegible]
22	21.000	0.545	1.417	131.1	3799.085	111.0	3240.22	136.4	3951.099	101.1	2930.639
23	22.000	0.571	1.485	140.0	[illegible]	117.7	[illegible]	148.5	[illegible]	111.6	[illegible]
24	23.000	0.597	1.552	146.8	[illegible]	123.7	[illegible]	158.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]
25	24.000	0.623	1.620	155.4	[illegible]	129.8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	127.8	[illegible]
26	25.000	0.649	1.687	160.4	5599.212	135.0	4688.001	175.1	6090.195	133.8	4614.558
27	26.000	0.675	1.754	166.7	6001.077	142.1	5096.100	181.0	6622.160	139.2	4992.507
28	27.000	0.701	1.822	[illegible]	[illegible]	148.2	[illegible]	[illegible]	7018.419	144.4	[illegible]
29	28.000	0.727	1.889	[illegible]	[illegible]	154.1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30	29.000	0.753	1.957	[illegible]	[illegible]	160.5	[illegible]	202.5	[illegible]	154.8	[illegible]
31	30.000	0.779	2.024	--	--	166.5	6803.652	205.7	8581.466	160.0	6624.25
32	31.000	0.805	2.092			172.0	7300.109	217.0	9000.882	165.8	7097.405
33	32.000	0.831	2.159			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
34	33.000	0.857	2.227	--	--	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
35	34.000	0.883	2.294	--	--	190.1	8015.803	244.0	11447.24	185.8	8705.515
36	35.000	0.909	2.362	--	--	195.7	9401.207	253.7	12249.59	193.2	9030.307
37	36.000	0.935	2.429			201.0	[illegible]	263.7	[illegible]	[illegible]	[illegible]
38	37.000	0.961	2.497			[illegible]	[illegible]	274.1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
39	38.000	0.987	2.564	--	--	212.2	[illegible]	284.0	[illegible]	217.3	[illegible]
40	39.000	1.013	2.632			217.6	[illegible]	296.0	[illegible]	227.3	[illegible]
41	40.000	1.038	2.699			222.0	12297.15	307.0	16871.32	235.3	12803.812

PERHITUNGAN DAYA PROPULSI

A. DATA KAPAL

Tipe : High Speed Vessel Katamaran
Nama : Damen Fast Ferry 4212

L_{oa}	:	42.2	m			
L_{wl}	:	39.997	m			
B	:	11.6	m			
H	:	3.8	m	g =	9.8	m/s^2
T	:	1.5	m	1 knot =	0.514444	m/s
V_s	:	40	knot	20.578	m/s	

Cb_{disp}	:	0.571	
Cp_{disp}	:	0.706	

1. Daya Efektif (EHP)

Besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (Hull) agar kapal dapat sesuai dengan kecepatan sebesar Vs

EHP = R_T x V_S

Dimana :

R_T	=	235.3	kN		
Vs	=	20.578	m/s		

= 235.3 x 20.578
= 4841.95 kW
= 6490.53 HP (asumsi pertama)

2 Gaya Dorong

Perhitungan besarnya gaya dorong yang dibutuhkan dapat dirumuskan sebagai berikut :
Dimana t = fraksi deduksi gaya dorong diambil nilai antara -0.5 sampai dengan 0.2 sesuai dengan harga t pada kapal yang mempunyai kecepatan tinggi (Blount,1997)

T = R_T /(1-t)

Dimana : R_T = 235.3 kN Hambatan total

t = 0.05 [pada perhitungan ini, diambil t = 0.05]

= 235.3 / (1-0)

= 235.25 kN

= 315.34792 HP

Sistem propulsi water jet pada kapal cepat Fast Ferry 42.2 m direncanakan menggunakan empat pompa water jet yang dihubungkan pada setiap mesin penggerak utama sehingga besarnya harga gaya dorong per pompa *Tp* adalah

Tp = T/z

Dimana : T = Gaya dorong yang dibutuhkan

z = Jumlah pompa water jet

= 235.3/4

= 58.813 kN

= 8230.93

3 Delivery Horse Power (DHP)

DHP adalah daya yang diserap oleh propulsi guna menghasilkan daya dorong atau daya yang disalurkan oleh motor ke propulsi yang dirubahnya menjadi gaya dorong kapal. Daya yang diserap atau disalurkan dapat dihitung dari perbandingan gaya dorong dengan jumlah water jet dikalikan dengan perbandingan kecepatan dan overall propulsif coefficient

Perancangan awal sistem propulsi water jet overall propulsif coefficient-nya *OPC* direncanakan sebesar 0.5 sehingga didapatkan besarnya DHP sebagai berikut

DHP = ((T/z) x (Vs/OPC))

= 2420.45902 kW

Dengan menggunakan empat water jet maka daya total yang diserap adalah sebesar berikut :

DHP Total = DHP x z

= 9681.83608 kW

4 **Shaft Horse Power (SHP)**

Daya Pada Poros Baling – Baling (SHP)

Di sini kapal memiliki kamar mesin di bagian belakang, dengan loss 2%. Sehingga

harga efisiensi bantalan dan tabung baling - baling atau ηSηB adalah 0,98.

SHP = DHP / ηSηB

dalam perancangan ini direncanakan ηG sebesar 0,98

= 2420.45902 / 0.98

= 2469.86 kW

= 3310.80 HP

5 **Water Jet Efficiency and Dimension**

Menurut band and Lavis (1992) perbandingan harga T/SHP dapat digunakan untuk menentukan harga power density dengan rasio SHP/Di^2 satuan (HP/Cm^2) . setelah harga gaya dorong dikonversikan dalam satuan yang sesuai , maka didapatkan rasio gaya dorong tiap pompa adalah :

5.1 **Thrust per Horse Power**

TPHP = [T/SHP]

= 8230.93/3310.80

= 2.49

Sehingga untuk harga T/SHP diatas, didapatkan power density sebesar 0.15

setelah didapat harga power density , maka dapat ditentukan nilai dimensi-dimensi dari system water jet yang lainnya.

5.2 Diameter Inlet Pompa (Di)

$$Di = \sqrt{\quad}$$

$$Di = \sqrt{\frac{2061.7}{0.15}}$$

= 148.566 cm = 1.485665 m

5.3 Luasan Inlet Water Jet

$$Ai = \frac{\pi}{4} \times$$

= 0.785 x 13740.53

= 10786.314

= 1.079 m2

5.4 Dalam perencanaan digunakan perbandingan rasio luasan nozzles sebesar 0.25 sehingga diketahui luasan nozzle sebesar

An = Ar x Ai

= 0.25 x 1.079

= 0.270 m2

5.5 Diamater Nozzle

Dn = $\sqrt{\quad}$

= 0.721098206 m2

5.6 Kecepatan Inlet Nozzle

Vi = (1-w) x Vs

= 19.548872 m/s

5.7 Kecepatan Jet Ratio

Setelah didapatkan harga kecepatan pada saluran masuk maka kecepatan aliran outlet atau kecepatan jet dapat dihitung

Vj = 0.5 x $\left[\quad + \sqrt{\quad + \frac{4}{\quad}} \right]$

= 20.969021 m/s

Jet velocity ratio pada water jet dapat dihitung dengan sebagai berikut :

Jvr = ___

= $\frac{20.969021}{20.578}$

= 1.01901

5.8 Kapasitas aliran yang melewati nozzle atau jet dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

= An x Vj

= 5.65 m3/s

5.9 Perhitungan laju aliran massa dapat dihitung sebagai berikut :

$\dot{m}$ = . .

= 1025 x 7.77

= 5795.82257 Kg/s

6.0 Perbandingan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran yang melewati jet dapat dinyatakan dalam rumus berikut :

= Vs/Vj

= 0.9813

6.1 Efisiensi Jet ideal dapat dihitung dinyatakan dalam rumus berikut

$$= \frac{2.}{1+}$$

$$= \frac{2 \times 0.9813}{1 + 0.9813}$$

$$= 0.9906$$

Untuk perencanaan sistem propulsi water jet bahwa disarankan untuk harga koefisien kerugian inlet Ψ antara 16-20 % . Pada perhitungan ini diambil kerugian inlet sebesar 20 %. Sedangkan harga koefisien kerugian nozzle (ζ) disarankan sebesar 1-4 %. Pada perhitungan ini diambil nilai 4%.

$$= \frac{}{} \times \frac{(\quad)}{(\quad)\ (\quad).\ \frac{}{}}$$ 0.075811161

$$= 0.54$$

Overall propulsif coefficient adalah x ηp x ηrr x ηT

	=	0.54
	=	**6490.53** HP
	=	4839.990472 kW
1 mesin	=	1622.633255 HP
		1209.997618 kW

Engine and Generating Set

Power requirement		
Main engine		
P_{engine} =	1209.998	kW
P_{engine} =	1622.633	HP
Generator		
$P_{generator}$ =	84	kW
$P_{generator}$ =	112.728	HP

Main engine specifications		
Engine type =	MTU 15V 2000 M72	
MCR =	1440	kW
MCR =	1931.069	HP
Speed =	2250	r/min
Cyl. number =	16	
Bore =	135	mm
Stroke =	156	mm
Specific Fuel Oil Consumption		
SFOC =	206	g/kWh
Dimensions		
Length =	3130	mm
Width =	1295	mm
Height =	1505	mm
Dry mass =	4.6	ton

Generator specifications		
Genset type =	Caterpillar C4.4	
Engine output =	84	kW

Dimensions

Length =	1750	mm
Width =	1215	mm
Height =	1000	mm
Dry mass =	1.1015	ton

Diesel Engines 12V/16V 2000 M72

for Vessels

with High Load Factors (1B)

Typical applications:

Engine model		12V 2000 M72	16V 2000 M72
Rated power (ICFN)	kW (hp)	1088 (1170)	1440 (1550)
Speed	rpm	2250	2250
No. of cylinders		12	16
Bore / stroke	mm (in)	135/156 (5.4/6.1)	135/156 (5.4/6.1)
Rotation (from flywheel)			
Flywheel housing		SAE 1	SAE 1
Gearbox model		ZF 3050	ZF 4640 A
		i = 1,9 – 3,0	i = 1,9 – 4,0

Fuel consumption[1]		12V 2000 M72			16V 2000 M72		
Speed	rpm	2250	1950	1800	2250	1950	1800
Maximum power	kW	1088	1040	870	1440	1380	1160
	hp	1480	1420	1190	1930	1850	1555
Power on propeller curve (n³)	kW	1088	720	370	1440	950	490
	hp	1480	980	505	1930	1275	655
Fuel consumption	g/kWh	205	201	218	209	207	210
on propeller curve (n³)	l/h	270.7	177.1	96.0	357.4	237.0	130.6
	gal/h	71.5	46.8	25.4	94.4	62.6	34.5

[1] Tolerance +5% per ISO 3046, Diesel fuel to DIN EN 590 with a min. H.U.V. of 42800 kJ/kg (10200 BTU/lb)

mtu

Fact Sheet

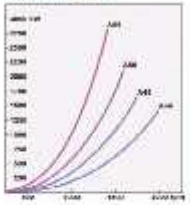
Rolls-Royce

Kamewa™ waterjets

A-series

Rolls-Royce is the world leader in research, development and manufacture of waterjets for commercial, naval and pleasure boat markets.

Rolls-Royce is the only supplier in the industry with its own, fully equipped hydrodynamic research centre. The centre continuously develops and tests new products and refines the existing product line.

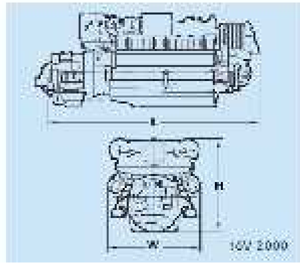


Main data

Waterjet size	Power range BKW	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N	Weight in kg DWT	WMJ	DWD
A40	160–1400	1264	1410	1964	14	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20
A50	160–1400	1264	1410	1964	14	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20
A55	1100–1900	1410	1568	1895	17	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20
A60	1100–1900	1410	1568	1895	17	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20
A70	1900–2700	1568	1800	2100	17	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20
A80	2700–3800	1800	2100	2400	17	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20
A90	3800–5000	2100	2400	2700	17	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20
A100	5000–6500	2400	2700	3000	17	440	320	420	30	420	1160	450	14	440	490	20

Dimensions and masses (incl. gearbox)

Engine model		12V2000 M72	16V2000 M72
Length (L)	mm (in)	[illegible]	[illegible]
Width (W)	mm (in)	[illegible]	1295 (51.0)
Height (H)	mm (in)	[illegible]	[illegible]
Mass (dry)	kg (lbs)	[illegible]	[illegible]



Ship Machinery Weight Calculations

Ship dimensions

L_{PP} =	40.00	m
L_{WL} =	40.00	m
B =	11.02	m
B1 =	3.00	m
H =	4.43	m
T =	1.50	m
V_S =	40.00	knot
V_S =	45.00	m/s

Power and propulsion

MCR =	1210.00	kW

Main engine specifications

Engine type =	MTU 15V 2000 M72	
MCR =	1440	kW
MCR =	1931.069	HP
Speed =	2250	r/min
Cyl. number =	16	
Bore =	135	mm
Stroke =	156	mm

Specific Fuel Oil Consumption

SFOC =	206	g/kWh

Dimensions

Length =	3130	mm
Width =	1295	mm
Height =	1505	mm
Dry mass =	4.6	ton

Generator specifications

Genset type =	Caterpillar C4.4	
Engine output =	84	kW

Dimensions

Length =	1750	mm
Width =	1215	mm
Height =	1000	mm
Dry mass =	1.1015	ton

Propulsion unit

Engine weight

W_{engine} =	18.4	ton	catalogue

Waterjet

W_{WJ} =	12	ton	catalogue

Propulsion weight

W_{tot} =	30.400	ton

Electical unit

Generator weight

W_{tot} = 1.015 ton

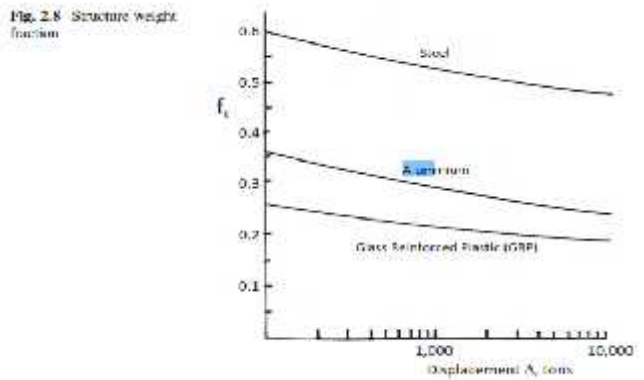
Total weight

W_{tot} = 31.415 ton

Structure Weight Calculation

Input Data :

L_o =	42.200	m	$0.96L_{WL}$ =	38.397	m
L_{WL} =	39.997	m	$0.97L_{WL}$ =	38.797	m
H_o =	3.800	m	Lc =	38.797	m
B_o =	11.600	m			
T_o =	1.500	m			
Fn =	1.039				
C_B =	0.571				
LCB =	0.196	L			



Volume Superstructure

- Volume Geladak utama

$V_{Geladak\ utama}$ = 782.869 m^3

- Volume Geladak atas

$V_{Geladak\ atas}$ = 460.217 m^3

- Total Volume of Superstructure

$V_A = V_{Geladak\ utama} + V_{Geladak\ atas}$

V_A = 1243.086 m^3

Structural Weight

- Δ_{kapal} = 213.3476 ton
- W_{ST} = Δkapal x f x margin f = 0.3 margin = 0.9

W_{ST} = 82.9685111

- Correction

Bulkhead = 7

Bulkhead Construction = 2.5%*Wst

	=	2	ton	
Bulbous Bow	=	0.4563	ton	
Engine Foundation	=	27PB/(n+250)*(15+PB/1000)		
	=	10.656	ton	
• $W_{ST\ Total}$	=	$W_{ST}+W_{Bulkhead\ Construction}+W_{Bulbous\ Bow}+W_{engine\ Foundation}$		
	=	96.15546	ton	

E & O

• W_{OT}	=	K_{OT} x GT	KOT = 0.036 - 0.039 t/m2	
W_{ST}	=	14.244633	GRT =	365.247

Group Description	**W**	**Percentage compared to LWT**	**Design Margin**	**W + Margin**
	Ton	%	%	Ton
Hull and House Structure	96.155	57.96%	5%	100.963
Propulsion Plant	30.400	18.32%	5%	31.920
Electric Plant	1.015	0.61%	15%	1.167
Command and Surveillance	1.000	0.60%	15%	1.150
Auxilliary Systems	8.000	4.82%	15%	9.200
Outfit and Furnishings	14.245	8.59%	10%	15.669
Lightship	**150.815**	**90.91%**	-	**160.070**
Build Margin (Total)	**15.082**	**9.09%**	-	**15.082**
Lightship (With Build Margin)	**165.897**	**100.00%**	-	**175.151**

Items	Weight		Note
Lightship Weight	175.151	ton	-
Dead Weight	0	ton	-
Total Weight	175.151	ton	-
Displacement	0.000	ton	-
Δ – (LWT+DWT)	-175.151	ton	-
Correction	-1	%	-

PERHITUNGAN BERAT DWT

Data Pelayaran:

$BHP_{(1\ engine)}$ =	1440	kW	1929.7728
Vmax =	40	knot	
=	23.148	m/s	
Waktu =	6	jam	7
Jarak =	499996.8	m	
=	269.9767721	nm	
Crew =	13	orang	
Penumpang =	100	orang	

1 Kebutuhan Bahan Bakar Mesin Induk

Konsumsi $_{(1\ engine)}$ =	357.4	liter/jam	
ρ_{FO} =	0.9443	gr/cm^3	
=	0.9443	ton/m^3	
$V_{M.E.O\ (1\ engine)}$ =	2751.98	liter	(margin 10%)
=	2.75198	m^3	
$V_{M.E.O\ (4\ engine)}$ =	11.00792	m^3	

2 Kebutuhan Bahan Bakar Generator

Konsumsi $_{(1\ engine)}$ =	25	liter/jam	
$V_{G.O\ (1\ engine)}$ =	192.5	liter	(margin 10%)
=	0.1925	m^3	

* Tangki bahan bakar(M.E + Gen) direncanakan 2 tangki

$Bahan\ bakar_{tot}$ =	11.200	m^3
=	10.577	ton
$Bahan\ bakar_{/tangki}$ =	5.600	m^3
=	5.288	ton

3 Konsumsi Air Tawar

(Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26 (pg. 305))

Air tawar untuk orang =	1	ton/m^3
W_{fw} =	0.13	ton/(person x day)
V_{fw} =	3.6725	m^3
	3.6725	ton
Air tawar untuk mesin =	9.649	m^3

* Tangki air tawar direncakan 2 tangki

$W_{fw\ Total}$ = 13.321

4 Crew

$W_{crew\ (1\ orang)}$ =	85	kg
$W_{crew\ tot}$ =	1.105	ton

5 Penumpang

$W_{penumpang\ (1\ orang)}$ =	85	kg
$W_{penumpang\ tot}$ =	8.5	ton

6 Luggage

Estimasi=	0.02	kg/person
Berat luggage =	2.260	ton

7 Provision

Konsumsi =	5	kg/person/day
Berat provisions =	0.565	ton

Perencanaan Tangki-tangki

* Tangki Bahan bakar ME dan Gen digabung
* Volume minimal tangki sewage
  PM 29 Tahun 2014 Pasal 23 (2)

Ct ≥ Cr dimana Cr = A Np Da

A =	0.01	m^3/orang/hari
Np =	113	orang
Da =	1	hari
Asumsi ρ_{sewage} =	1.1	ton/m^3
Cr =	1.13	m^3
=	1.243	ton
DWT =	45.212	

PENGECEKAN DISPLASMEN

LWT =	175.151	ton
LCG =	14.860	m
VCG =	3.020	m
DWT =	45.212	ton
LCG =	16.341	m
VCG =	1.563	m
Total =	220.363	ton
LCG =	26.313	m
VCG =	4.300	m

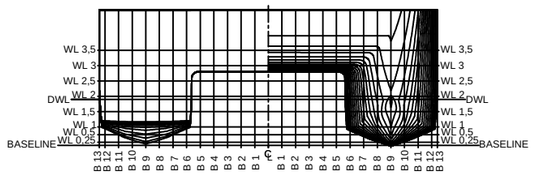
Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	**Komponen Berat Kapal**	**Value**	**Unit**
1	Berat Kapal Bagian LWT	175.151	ton
2	Berat Kapal Bagian DWT	45.212	ton
Total		**220.363**	**ton**

Batasan Kapasitas Kapal			
No	**Komponen Berat Kapal**	**Value**	**Unit**
1	Displasmen	213.300	ton
4	DWT + LWT	220.363	ton
Selisih		**-7.063**	**ton**
		-3.31%	**(2% ~ 10%)**

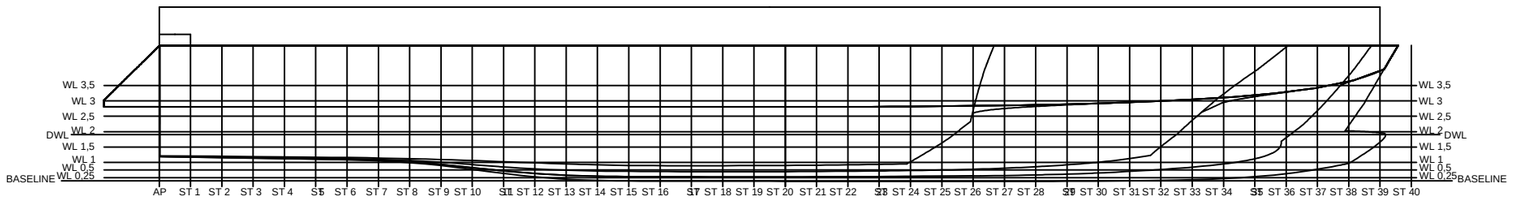
LAMPIRAN E

Rencana Garis

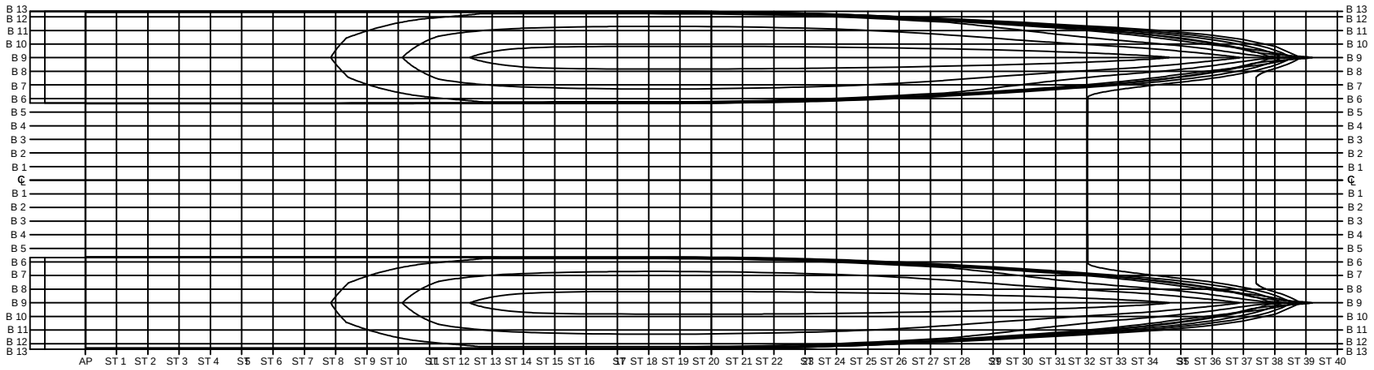
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN



PARTICIPAL DIMENSION

Lenght Over All	:	40.387 m
Breadth	:	11.02 m
Depth	:	4.43 m
Draft	:	1.50 m
Passenger Seat	:	112 Seats
Speed	:	40 knot

OWNER :

SHEET :	DATE :	FORM. :	CLASS :
		REV. 0 A3	

SHIP NAME

FAST FERRY

DRAWING TITLE :

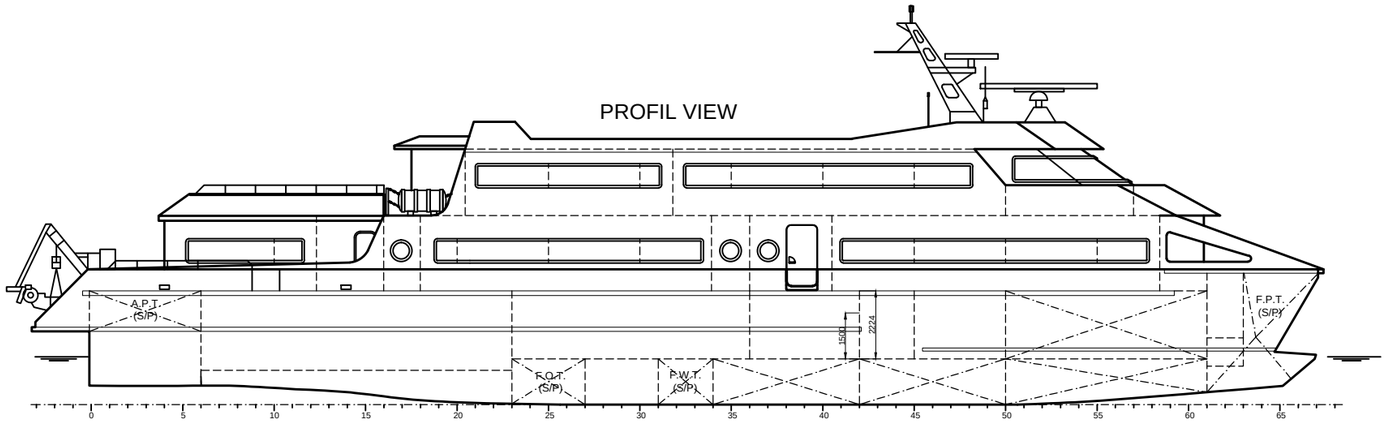
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE :	DESIGN	DRAWN	CHECKED	APPROVED
1:200	EDS	EDS	WDA	–

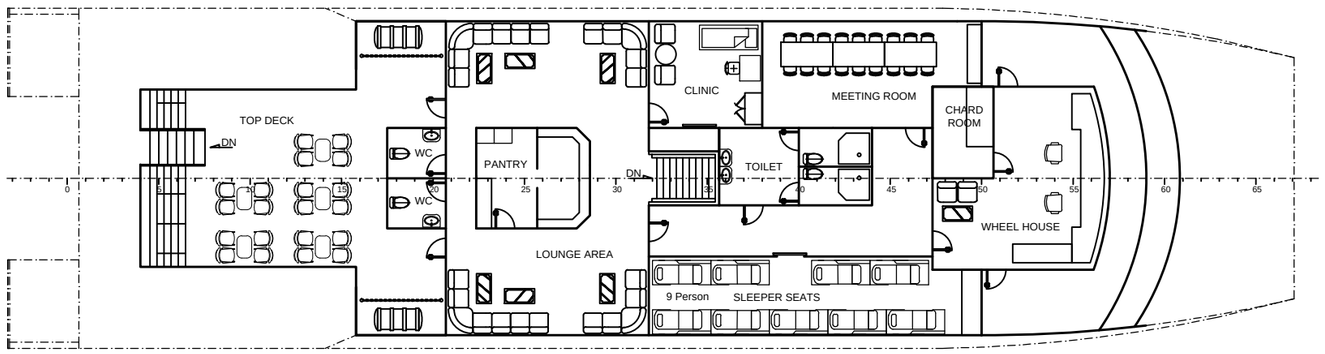
LAMPIRAN F

Rencana Umum

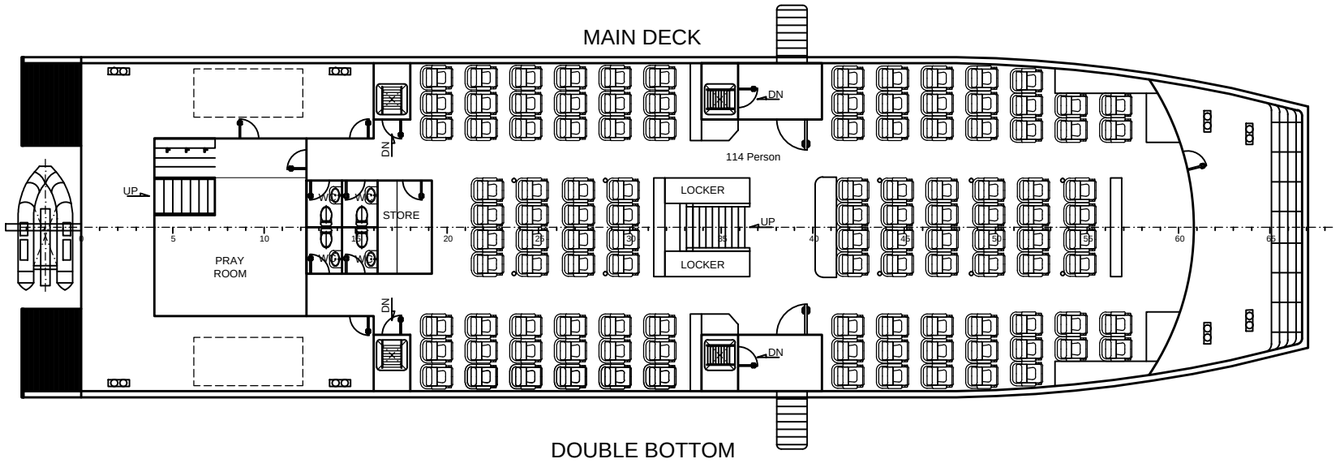
PROFIL VIEW



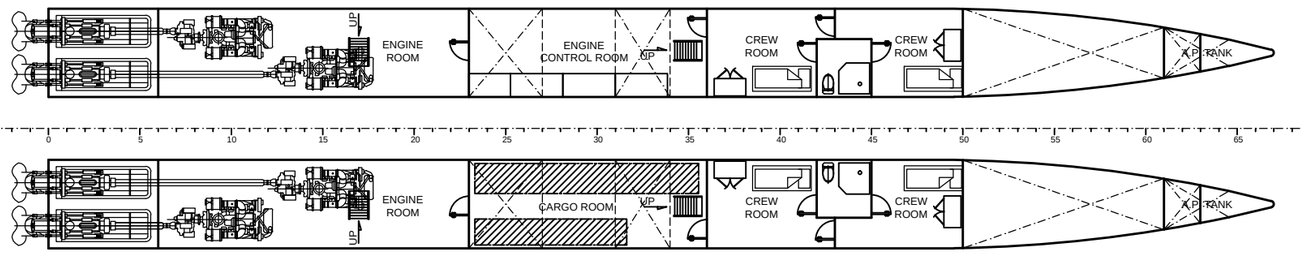
UPPER DECK



MAIN DECK



DOUBLE BOTTOM



PARTICIPAL DIMENSION

Lenght Over All	:	40.387 m
Breadth	:	4.43 m
Depth	:	11.02 m
Draft	:	1.50 m
Passenger	:	120 persons
Speed	:	30 knot

	DRAWN	CHK'D	REV'D	APP'D
OWNER :				
SHEET : 1/1	DATE :	FORM. :	REV. 0	CLASS :
SHIP NAME				

DRAWING TITLE :

GENERAL ARRANGEMENT

CLIENT'S DOC CODE :

SCALE :	DESIGN	DRAWN	CHECKED	APPROVED
	EDS	EDS	WDA	-

LAMPIRAN G

RAB Pembangunan *Fast Ferry*

ENGINEER'S ESTIMATE (EE)
PEMBANGUNAN *FAST FERRY*
KATAMARAN UNTUK DAERAH PAPUA BARAT

No.	Jenis Pekerjaan/Bahan	Vol	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Harga Total (Rp)
1	2	3	4	5	6
I	**MATERIAL LAMBUNG DAN BANGUNAN ATAS**				
1	Pelat	47	Ton	15,000,000	699,897,000
2	Profil	25.0	Ton	18,000,000	450,846,000
3	Welding consumables - stick	0.2	Ton	100,000,000	23,329,900
4	Welding consumables - wire	1.2	Ton	112,500,000	131,230,688
5	Gouging	0.2	Ton	138,000,000	21,463,508
6	Batu gerinda, brush	200	Pax	50,000	10,000,000
7	Consumable Gas	20	Botol	750,000	15,000,000
8	Painting (shop primer)	180.4	Liter	280,000	50,512,000
9	Painting (AC)	432	Liter	280,000	120,960,000
10	Painting (AF)	123.6	Liter	280,000	34,608,000
11	Painting (bottom paint)	64.8	Liter	280,000	18,144,000
12	Painting (finish paint)	279	Liter	280,000	78,120,000
13	Painting (deck paint)	70.8	Liter	280,000	19,824,000
14	Tar epoxy	9	Liter	280,000	2,520,000
15	Pure epoxy	12.5	Liter	280,000	3,500,000
16	Zinc Anode	10	Unit	4,500,000	45,000,000
	Sub Total I				**6,899,820,382**
II	**PERLENGKAPAN LAMBUNG**				
1	Railing	91.25	Meter	750,000	68,437,500
2	Fender pipa D 150 mm SCH 40	36	Meter	1,300,000	46,800,000
3	Tiang (Mast)	1	Unit	18,000,000	18,000,000
4	Tangga vertikal portabel	2	Unit	3,000,000	6,000,000
5	Pelat Nama dan Tanda-Tanda	1	Lot	35,000,000	35,000,000
6	Engine room suply air	2	Unit	30,000,000	60,000,000
7	Tipe mushroom ventilator untuk ruang jangkar	2	Unit	5,000,000	10,000,000
8	Axial ventilator hisap ruang genset	2	Unit	30,000,000	60,000,000
9	Supply fan	2	Set	4,000,000	8,000,000
10	Exhaust fan untuk toilet	2	Unit	8,190,000	16,380,000
11	Hatch coaming	2	Set	15,000,000	30,000,000
12	Tangga, pegangan untuk pembersihan kaca	2	Set	15,000,000	30,000,000
13	Shore connection	1	Set	650,000	650,000
	Sub Total II				**1,167,802,500**
III	**AKOMODASI**				
1	**Navigation Deck**				
	Ruang Kemudi				
	- Lantai deck Vynil 3 mm & accessories	19	m2	450,000	8,550,000
	- Panel Dinding dan Interior & accessories	41.36	m2	805,000	33,294,800
	- Panel Langit-Langit & accessories	19	m2	805,000	15,295,000
	- Kursi Kemudi & pondasi	2	Unit	10,000,000	20,000,000
	- Dashboard	1	Set	46,000,000	46,000,000
	- Kursi ABK & pondasi	2	Unit	4,000,000	8,000,000
	- AC split 1 PK & pondasi	2	Unit	9,500,000	19,000,000
	- Pintu Kedap Cuaca	1	Unit	15,000,000	15,000,000
	- Jendela kaca depan	8.3	m2	3,500,000	29,050,000
	- Lampu penerangan	7	titik	500,000	3,500,000
	- wiper & accessories	4	Unit	6,500,000	26,000,000
	- CVS	2	Unit	9,250,000	18,500,000
	- Meja Peta	1	Unit	3,000,000	3,000,000
	- Lemari	1	Unit	4,000,000	4,000,000
	Ruang Terbuka				
	- Lantai deck Vynil 3 mm & accessories	103.15	m2	450,000	46,417,500
	- Kursi Berjemur	8	set	5,000,000	40,000,000
	- Meja	6	set	860,000	5,160,000
	- Payung lipat	6	set	600,000	3,600,000
	- Pintu Kedap Cuaca	3	Unit	15,000,000	45,000,000
2	**Main Deck**				

	- Lantai deck Vynil 3 mm & accessories	67.4	m2	450,000	30,330,000
	- Panel Dinding dan Interior & accessories	125.5	m2	1,200,000	150,600,000
	- Panel Langit-Langit & accessories	67.4	m2	1,200,000	80,880,000
	- Kursi Penumpang	42	Unit	3,000,000	126,000,000
	- AC split 1 PK & pondasi	5	Unit	9,500,000	47,500,000
	- Pintu Kedap Cuaca	5	Unit	15,000,000	75,000,000
	- Pintu Kedap Air	2	Unit	14,000,000	28,000,000
	- Pintu Kabin	4	Unit	10,000,000	40,000,000
	- Sensor pintu kedap air	2	Unit	1,125,000	2,250,000
	- Jendela bulat (side scuttle) dia 210 mm pada toilet	2	Unit	2,300,000	4,600,000
	- Jendela kaca	36.6	m2	3,500,000	128,114,583
	- Kulkas	1	Unit	5,000,000	5,000,000
	- Café set	1	Set	82,000,000	82,000,000
	- TV dan Karaoke set	1	Set	50,000,000	50,000,000
	- Toilet	2	Set	30,000,000	60,000,000
	- Lampu penerangan	16	titik	500,000	8,000,000
	- Tempat tidur crew jaga	1	Set	10,000,000	10,000,000
	- Lemari crew jaga	1	Set	6,000,000	6,000,000
	- Tangga akses ke dek atas	3	Set	15,000,000	45,000,000
	- Loker di bawah tangga	2	Set	5,000,000	10,000,000
	- Rak penyimpan *Life Jacket*	1	Unit	5,000,000	5,000,000
	- Tangga akses ke ruang mesin	2	Unit	15,000,000	30,000,000
	- Tangga portable	2	Unit	10,000,000	20,000,000
	- Inventaris dan Perkakas	1	Set	30,000,000	30,000,000
3	**Under Water Deck (Glass Room)**				
	- Lantai deck Vynil 3 mm & accessories	29.64	m2	450,000	13,338,000
	- Panel Dinding dan Interior & accessories	78.59	m2	805,000	63,264,950
	- Panel Langit-Langit & accessories	34	m2	805,000	27,370,000
	- Kursi Penumpang Panjang	2	Unit	20,000,000	40,000,000
	- AC split 1 PK & pondasi	4	Unit	9,500,000	38,000,000
	- Pintu kedap air	4	Unit	14,000,000	56,000,000
	- Sensor pintu kedap air	4	Unit	1,125,000	4,500,000
	- akses ke dek utama	2	Unit	15,000,000	30,000,000
	- Lampu penerangan	6	Unit	500,000	3,000,000
	- Lampu penerangan Kamar Mesin	2	Unit	500,000	1,000,000
	- Jendela Glass 40 mm (acrylic)	52	Unit	5,000,000	260,000,000
	Sub Total III				**10,000,574,167**
IV	**PERLENGKAPAN KOMUNIKASI DAN NAVIGASI**				
1	**Perlengkapan komunikasi (GMDSS area A1)**				
	- Radio Com/GMDSS A1 (VHF+MF)	1	Set	97,000,000	97,000,000
2	**Perlengkapan Navigasi**				
	- Radar 16-24 NM	1	Unit	125,000,000	125,000,000
	- Navtex & printer	1	Unit	31,000,000	31,000,000
	- Flood Light Haluan	3	Set	3,350,000	10,050,000
	- Lampu Navigasi	1	Lot	30,500,000	30,500,000
	- Morse Light	1	Set	6,500,000	6,500,000
	- Search Light 1000 W	2	Set	10,000,000	20,000,000
	- Compass table type	1	Unit	42,500,000	42,500,000
	- Magnetic compass reflector	1	Unit	56,000,000	56,000,000
	- GPS	1	Unit	10,000,000	10,000,000
	- Echosounder	1	Unit	22,500,000	22,500,000
	- EPIRB	1	Unit	11,530,000	11,530,000
	- SART	2	Unit	10,430,000	20,860,000
	- Two way radio telephone	3	Unit	9,000,000	27,000,000
	- Publik addressor and talkback system	1	Unit	126,000,000	126,000,000
	- Jam dinding	3	Unit	2,660,000	7,980,000
	- Binocular 7 x 50	2	Unit	1,090,000	2,180,000
	- Barometer	1	Unit	2,500,000	2,500,000
	- Stopwatch	1	Unit	610,000	610,000
	- Bola hitam ø 610 mm	2	Unit	490,000	980,000
	- Busur derajat	2	Unit	300,000	600,000
	- Segitiga dan Mistar sejajar	2	Unit	400,000	800,000
	- Bendera nasional uk. 60 x 90 cm	2	Unit	240,000	480,000
	- Buku pasang surut	1	Unit	1,830,000	1,830,000
	- Peta alur pelayaran (daerah Taman Nasional Bunaken)	1	Set	6,000,000	6,000,000
	- CCTV	1	Set	47,500,000	47,500,000
	Sub Total IV				**2,123,700,000**
V	**PERMESINAN**				
1	Diesel Engine 450 HP @ 2100 rpm + gearbox	2	Unit	1,636,250,000	3,272,500,000

2	Battery starting system untuk M/E DC24V 120AH	4	Unit	4,360,000	17,440,000
3	Propeller & sistem propulsion	2	Unit	302,000,000	604,000,000
4	Rudder construction	2	Unit	82,450,000	164,900,000
5	Steering system & HPU	2	Unit	150,000,000	300,000,000
	Sub Total V				**34,870,720,000**
VI	**MOTOR BANTU & POMPA-POMPA**				
1	Main generator set 40 kW	1	Unit	330,405,000	330,405,000
2	Harbour genset 22 kW	1	Unit	181,722,750	181,722,750
3	Battery starting system untuk A/E DC 24V 120AH	2	Unit	4,360,000	8,720,000
4	Air compressor utk hyd, reciprocating compressor 1 m3/h	1	Unit	104,280,000	104,280,000
5	FO transfer pump utk M/E, horizontal gear pump, cap. 0.3 m3/h, 5 mH	4	Unit	36,542,000	146,168,000
6	FO transfer pump utk A/E, horizontal gear pump, cap. 0.1 m3/h, 5 mH	2	Unit	36,542,000	73,084,000
7	Cooling pump utk A/E dan M/E, centrifugal pump, 5mH	3	Unit	29,524,000	88,572,000
8	Pompa GS/Bilga/Balast, centrifugal pump 18 m3/h, 12 mH	2	Set	39,627,500	79,255,000
9	Pompa Fire/Sprinkle, centrifugal pump 22 m3/h, 17 mH	2	Set	39,627,500	79,255,000
10	SW hyd set (include pump), tank cap. 1 m3 with press. 3 bar	1	Set	21,538,000	21,538,000
11	FW hyd set (include pump), tank cap. 1 m3 with press. 3 bar	1	Set	20,328,000	20,328,000
12	Sewage Treatment Plant (incl. pump), capacity for 42 persons	1	Set	482,580,000	482,580,000
	Sub Total VI				**6,463,631,000**
VII	**TANGKI-TANGKI**				
1	Tangki BBM	2	Unit	25,000,000	50,000,000
2	Tangki Air Tawar	2	Unit	15,000,000	30,000,000
3	Tangki Ballast	4	Unit	12,730,000	50,920,000
4	Tangki Bilge	2	Unit	19,400,000	38,800,000
	Sub Total VII				**678,880,000**
VIII	**SISTEM PERPIPAAN**				
1	Instalasi Pipa Bilga				
2	Instalasi Pipa Ballas				
3	Sistem Pipa Pemadam Kebakaran				
4	Sistem Pipa Air Tawar				
5	Sistem Pipa Air Laut				
6	Sistem Pipa-Pipa Duga, Isi dan Hawa	1	Lot	393,912,400	393,912,400
7	Pipa Pembuangan (Drainage Pipe)				
8	Sistem Pipa Udara Tekan				
9	Sistem Pipa Transfer Bahan Bakar				
10	Sistem Pipa Gas Buang Mesin Induk dan Bantu				
11	Sistem Pipa Hidrolik				
12	Sistem Pipa Kotoran				
13	Sistem Pipa Quick Closing Valve				
14	Sistem CO2				
	Sub Total VIII				**787,824,800**
IX	**ALAT TAMBAT DAN LABUH**				
1	Jangkar ± 120 kg	2	Unit	29,100,000	58,200,000
2	Rantai jangkar ± 12.5 mm dia x 100 m (grade 1)	2	Set	58,200,000	116,400,000
3	Anchor shackle	2	Unit	2,800,000	5,600,000
4	Chain stopper	2	Unit	5,460,000	10,920,000
5	Ending	2	Unit	2,660,000	5,320,000
6	Swivel	3	Unit	3,150,000	9,450,000
7	Tali mooring/ tambat, "polypropylene" @80 m, beban putus 34 kN	3	Set	15,000,000	45,000,000
8	Tali buangan @50 m + bandul	3	Set	980,000	2,940,000
9	Bolder ganda (bollard) bahan pipa baja	5	Unit	5,580,000	27,900,000
10	Lubang tali	2	Unit	3,640,000	7,280,000
11	Fairlead	4	Unit	4,850,000	19,400,000
12	Fender F6, tali dan pondasi	6	Buah	3,040,000	18,240,000
13	Compressor selam	2	Unit	65,000,000	130,000,000
14	Peralatan selam	4	set	35,000,000	140,000,000
	Sub Total IX				**1,193,300,000**
X	**PERLENGKAPAN KESELAMATAN DAN PEMADAM KEBAKARAN**				
1	**Perlengkapan Keselamatan**				
	- Lifebuoy & pondasi	10	Unit	1,210,000	12,100,000
	- Baju Penolong (Life Jacket)	62	Unit	457,500	28,365,000
	- Pelempar Tali Automatis	1	Set	6,430,000	6,430,000
	- Inflatable life raft, cap. 25 orang & pondasi	4	Unit	34,100,000	136,400,000
	- Tangga Monyet	2	unit	730,000	1,460,000

	- Kotak P3K + Obat	3	Set	910,000	2,730,000
	- Red Hand Flare	4	Unit	300,000	1,200,000
	- Parasut Signal	8	Unit	360,000	2,880,000
	- Smoke Signal	2	Unit	420,000	840,000
2	**Perlengkapan Pemadam Kebakaran**				
	- Baju Tahan Api	2	Set	20,610,000	41,220,000
	- Kapak Ukuran Sedang	2	Unit	250,000	500,000
	- Lampu Portable	2	Unit	730,000	1,460,000
	- Dry powder extinguisher @ 6 Kg	10	Unit	1,654,500	16,545,000
	- CO2 extinguisher @ 5 Kg	4	Unit	2,654,500	10,618,000
	- Foam extinguisher 45 liter	1	Unit	5,690,000	5,690,000
	- Selang Kebakaran dan Nozzle	4	Set	3,500,000	14,000,000
	- Kotak Pemadam Kebakaran	12	Set	1,500,000	18,000,000
	- Fire Hydrant	7	Unit	2,000,000	14,000,000
	- Water Sprinkle	7	Unit	250,000	1,750,000
	- Push Botton General Alarm	8	Unit	330,000	2,640,000
	- Manually Operated Call Point	1	Unit	443,000	443,000
	- Heat Detector	3	Unit	550,000	1,650,000
	- Smoke Detector	6	Unit	700,000	4,200,000
3	**Insulasi**				
	- A60	368.2	m2	78,000	28,719,600
	- B15	128	m2	68,000	8,704,000
	Sub Total X				**1,450,178,400**
XI	**KELISTRIKAN**				
1	**Kabel dan Panel**				
	- Instalasi kabel listrik AC & DC (marine use) dan outfit (termasuk stop kontak)	1	Set	203,700,000	203,700,000
	- Battery 24 V 700 Ah untuk darurat navigasi dan komunikasi	1	Set	10,180,000	10,180,000
	- Battery charging input AC output DC	2	Set	20,610,000	41,220,000
	- Battery switch	3	Set	2,430,000	7,290,000
	- Switchboard utama, 380 V / 220 VAC, 3 phase, 50 Hz	1	Set	139,440,000	139,440,000
	- Switchboard generator cadangan 380 V/ 220 VAC, 3 phase 50 HzPanel Navigasi	1	Set	78,810,000	78,810,000
	- Panel distribution board	1	Set	31,530,000	31,530,000
	- Shore connection board, 380 V/220 VAC, 3 phase 50 Hz, 200 A	1	Set	26,680,000	26,680,000
	- Papan Distribution board, 24 V (tenaga emergency)	1	Set	36,380,000	36,380,000
2	**Sistem Alarm**				
	- Alarm umum	1	Set	30,310,000	30,310,000
	- Fire detektor	1	Set	34,800,000	34,800,000
3	**Lain-lain**				
	- Baterai	1	Set	12,130,000	12,130,000
	- Battery Charger	1	Set	20,610,000	20,610,000
	- Suku cadang Instalasi Listrik	1	Set	36,380,000	36,380,000
	Sub Total XI				**2,837,840,000**
XII	**MESIN-MESIN GELADAK**				
1	Windlass untuk jangkar 120 kg	2	Unit	190,000,000	380,000,000
2	Capstand untuk Mooring	2	Set	99,430,000	198,860,000
	Sub Total XIII				**1,157,720,000**
XIII	**JASA PEMBANGUNAN & BIAYA PIHAK KETIGA**				
1	**JASA PEMBANGUNAN**				
1	Jasa Konstruksi				
	- Pekerjaan mouldloft, pengemalan dan persiapan tempat	1	Lot	75,800,000	75,800,000
	- Konstruksi	46.7	Ton	6,100,000	284,624,780
2	Perlengkapan dan interior				
	- Perlengkapan lambung dan geladak	1	Lot	53,100,000	53,100,000
	- Interior ruangan-ruangan	1	Lot	148,600,000	148,600,000
	- Pengecatan dan perlindungan karat	1	Lot	133,400,000	133,400,000
3	Permesinan dan perlengkapan				
	- Instalasi mesin-mesin geladak	1	Lot	51,600,000	51,600,000
	- Instalasi mesin induk	1	Lot	98,600,000	98,600,000
	- Instalasi mesin bantu	1	Lot	41,700,000	41,700,000
	- Instalasi perlengkapan dalam kamar mesin	1	Lot	60,700,000	60,700,000
	- instalasi perpipaan	1	Lot	145,500,000	145,500,000

4	Listrik dan perlengkapan				
	- Instalasi kabel-kabel dan fitting	1	Lot	100,100,000	100,100,000
	- Instalasi panel-panel	1	Lot	63,700,000	63,700,000
5	Pemeriksaan dan pengujian				
	- Pemeriksaan dan pengujian konstruksi	1	Lot	19,700,000	19,700,000
	- Pemeriksaan dan pengujian permesinan	1	Lot	24,000,000	24,000,000
	- Pemeriksaan dan pengujian kelistrikan	1	Lot	19,100,000	19,100,000
	- Pemeriksaan dan pengujian pompa dan valve	1	Lot	22,300,000	22,300,000
	- Dock trial dan sea trial	1	Lot	75,800,000	75,800,000
2	**JASA PIHAK KETIGA**				
1	Klass dan Pengurusan Surat-Surat Kapal	1	Shipset	272,900,000	272,900,000
	(Survey, Sertifikasi dan Klarifikasi)				
2	Desain	1	Shipset	795,700,000	795,700,000
	- Pembuatan gambar kerja dan gambar final				
	- Towing test				
4	Launching	1	Shipset	121,300,000	121,300,000
5	Training dan Familization ABK	1	Shipset	91,000,000	91,000,000
6	Maket 3 buah	3	Unit	11,400,000	34,200,000
7	Pengiriman kapal dari galangan (asumsi galangan di Pulau Jawa)	1	Shipset	704,800,000	704,800,000
8	Biaya Material Handling & Asuransi	1	Shipset	227,400,000	227,400,000
9	Biaya inspeksi sebelum pengapalan Main Engine	1	Shipset	303,200,000	303,200,000
10	Tambahan spare part untuk 1 tahun pengoperasian	1	Lot	359,200,000	359,200,000
					12,984,075,000
	Total (Sub total I+II+III+IV+V+VI+VII+VIII+IX+X+XI+XII+XIII)				82,616,066,000.00
	Harga *Fast Ferry* (Belum termasuk PPN 10%)				82,616,066,000
	PPN 10 %				8,261,607,000
	Total Harga			**Rp**	**90,877,673,000**