



**TUGAS AKHIR - ME 141501**

**ANALISA SISTEM PROPULSI ELEKTRIK HYBRID  
TENAGA SURYA DAN GENERATOR PADA  
PERANCANGAN KAPAL WISATA DI KEPULAUAN  
KARIMUNJAWA, KABUPATEN JEPARA**

**INDRA WAHYU WICAKSONO  
NRP 4211 100 071**

**Dosen Pembimbing :  
Dr. Eddy Setyo Koenhardono, S.T, M.Sc.  
Adi Kurniawan, S.T, M.T**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**FINAL PROJECT - ME 141501**

**ANALYSIS OF HYBRID SOLAR AND GENERATOR  
POWERED ELECTRIC PROPULSION ON THE  
DESIGN OF TOURISM BOAT AT KARIMUNJAWA  
ISLANDS, DISTRICT OF JEPARA**

**INDRA WAHYU WICAKSONO  
NRP 4211 100 071**

**Supervisor :  
Dr. Eddy Setyo Koenhardono, S.T, M.Sc.  
Adi Kurniawan, S.T, M.T**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING  
Faculty of Marine Technology  
Institute Technology of Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, Tugas Akhir yang berjudul **“Analisa Sistem Propulsi Elektrik Hybrid Tenaga Surya dan Generator Pada Perancangan Kapal Wisata Di Kepulauan Karimunjawa, Kabupaten Jepara”** ini dapat selesai dengan baik.

Tidak lupa pada kesempatan ini, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapakalan FTK – ITS.
2. Bapak Ir. Agoes Achmad Masroeri, M.Eng, D.Eng selaku dosen wali penulis terima kasih *wejangannya* – *wejangannya* selama empat tahun lebih ini.
3. Bapak Dr. Eddy Setyo Koenhardono, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktu untuk membimbing selama pengerjaan Tugas Akhir ini
4. Bapak Adi Kurniawan, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah berbagi ilmunya dan waktunya selama pengerjaan Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Sardono Sarwito, M.Sc, Bapak Indra Ranu Kusuma, S.T, M.Sc, serta Bapak Juniarko Prananda, S.T, M.T, selaku dosen bidang minat MEAS atas arahan yang membantu dalam menyelesaikan permasalahan – permasalahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE terima kasih atas motivasi dan dukungan yang diberikan selama ini.

7. Keluarga Officer Surabaya, terima kasih sudah memberikan kondisi yang nyaman selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Kawan terbaik “KOS SETAN Kejawan Putih Tambak” yang selalu mendukung selama masa kuliah dan saling berbagi di masa – masa sulit : Antok, Ibnu, Gusti, Ghaza.
9. Teman – teman AMPIBI 11 P - 51, HIMASISKAL dan rekan satu dosen wali “Ayo Rek, *sing urung lulus ndang nyusul*”.
10. Teman – teman tetangga jurusan yang sudi menampung selama *dolan bareng* : Sembon, Ambon, Kencur, Sentut, Kiprit, Bogog, Tuhu, Duro, Cak Man, Bang Dul, Seh Fajar.
11. Bio, Ipul, Ali dan Elip “*maturnuwun rek wes gelem direpoti*”.
12. Pihak – pihak terkait lainnya yang turut berperan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta Bapak Bambang Widagdo Dewobroto dan Ibu Siti Mudrikah, terima kasih banyak atas doa yang tak henti – hentinya. Terima kasih kepada Hendri Ratna Widowati dan Dwi Nurcahyanti, yang selalu memberikan semangat.

Keterbatasan Ilmu Pengetahuan dan wawasan penulis menjadikan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penulisan yang lebih baik di kemudian hari. Besar harpan penulis, bahwasannya laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pembaca. Terima kasih.

Surabaya, 11 Januari 2016

Penulis

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA SISTEM PROPULSI ELEKTRIK HYBRID TENAGA SURYA DAN GENERATOR PADA PERANCANGAN KAPAL WISATA DI KEPULAUAN KARIMUNJAWA, KABUPATEN JEPARA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

INDRA WAHYU WICAKSONO  
4211 100 071

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr. Eddy Setyo Koenhardono, S.T, M.Sc.



2. Adi Kurniawan, S.T, M.T.



Surabaya  
Januari 2016

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA SISTEM PROPULSI ELEKTRIK HYBRID TENAGA SURYA DAN GENERATOR PADA PERANCANGAN KAPAL WISATA DI KEPULAUAN KARIMUNJAWA, KABUPATEN JEPARA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

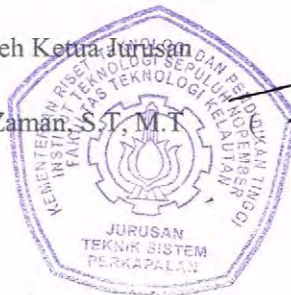
Oleh :

INDRA WAHYU WICAKSONO

4211 100 071

Disetujui oleh Ketua Jurusan

Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T.



Surabaya  
Januari 2016

**ANALISA SISTEM PROPULSI ELEKTRIK HYBRID  
TENAGA SURYA DAN GENERATOR PADA  
PERANCANGAN KAPAL WISATA DI KEPULAUAN  
KARIMUNJAWA, KABUPATEN JEPARA**

**Nama Mahasiswa : Indra Wahyu Wicaksono**  
**NRP : 4211 100 071**  
**Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan**  
**Dosen Pembimbing : Dr. Eddy Setyo Koenhardono, S.T, M.Sc.**  
**Adi Kurniawan, S.T, M.T.**

**ABSTRAK**

Kepulauan Karimunjawa memiliki banyak pulau indah dan spot terumbu karang eksotis yang menjadikannya sebagai tujuan wisata bahari utama untuk turis domestik maupun asing. Dengan semangat untuk meningkatkan kunjungan wisata ke Karimunjawa dan semangat energi terbarukan, maka pada Tugas Akhir ini dilakukan perancangan kapal wisata yang memiliki sistem propulsi hybrid dengan memadukan panel surya dan generator sebagai penyuplai daya.

Proses perancangan kapal wisata ini diawali dengan penentuan *design requirement* yang mengacu pada jumlah wisatawan dan kondisi perairan Karimunjawa. Setelah itu, dilakukan perhitungan teknis yang meliputi perhitungan hambatan kapal, kebutuhan daya kapal, stabilitas, pembuatan rencana garis, rencana umum dan bangunan tiga dimensi kapal.

Dari Tugas Akhir ini didapatkan rancangan kapal wisata dengan dimensi panjang kapal 22 m, lebar kapal 5,7 m dan sarat kapal

1,2 m yang memiliki kapasitas penumpang 23 orang meliputi 20 wisatawan, 2 kru kapal dan 1 pemandu wisata. Kapal wisata yang dirancang memiliki kecepatan maksimal 7 knots dan kecepatan dinas 6 knots. Pada sistem penyuplai daya listriknya, kapal ini dilengkapi dengan 1 generator kapasitas 50 kw, 40 buah panel surya, 4 buah *solar charger controller* dan 8 buah baterai.

**Kata kunci** : Panel surya, hybrid, kapal wisata, Karimunjawa



**ANALYSIS OF HYBRID SOLAR  
AND GENERATOR POWERED ELECTRIC  
PROPULSION ON THE DESIGN OF TOURISM BOAT AT  
KARIMUNJAWA ISLANDS, DISTRICT OF JEPARA**

**Name** : Indra Wahyu Wicaksono  
**NRP** : 4211 100 071  
**Department** : Marine Engineering  
**Supervisor** : Dr. Eddy Setyo Koenhardono, S.T, M.Sc.  
Adi Kurniawan, S.T, M.T.

***ABSTRACT***

*Karimun Islands have many beautiful islands and coral reef exotic spots which makes it as main of maritime tourism destination for domestic and foreign tourists. With a passion to increase the tourist visits to Karimunjawa Islands and spirits of using renewable energy, so in this final project will be designed the tourism boat which has a hybrid propulsion system with a combination of solar panels and a generator as power supply.*

*This tourist ship design process will begin with determining the design requirements that refers to the number of tourists and water conditions of Karimunjawa Islands. The next step is doing technical calculation which include resistance of ship calculation, the ship power requirements, stability, lines plan, general plan and three-dimensional building ship.*

*From this final project will be obtained tourism boat design with dimensions of length of the vessel of 22 m, the vessel width of 5.7 m and draft of 1.2 m that has a passenger capacity of 23 people*

*includes 20 tourists, 2 crews and a tour guide. This boat is provided with 7 knots for maximum velocity and 6 knots for service velocity. The power supply of this boat is provided by a 50 kW for generator, 40 solar panel, 4 solar charger controller and 8 batteries.*

***Keywords:*** *Solar panels, hybrid, Tourism boat, Karimunjawa Islands*

## DAFTAR ISI

|   |              |
|---|--------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                  | <b>v</b>     |
| <b>ABSTRAK</b> .....                            | <b>ix</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                     | <b>xiii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                         | <b>xv</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                      | <b>xviii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                       | <b>xxi</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                    | <b>xxiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                  | <b>1</b>     |
| 1.1 Latar Belakang.....                         | 1            |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                        | 5            |
| 1.3 Batasan Masalah.....                        | 5            |
| 1.4 Tujuan.....                                 | 6            |
| 1.5 Manfaat Penulisan.....                      | 6            |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....            | <b>7</b>     |
| 2.1 Gambaran Umum tentang Desain Kapal.....     | 7            |
| 2.2 Teori Desain Kapal.....                     | 7            |
| 2.2.1 <i>Concept Design</i> .....               | 8            |
| 2.2.2 <i>Preliminary Design</i> .....           | 8            |
| 2.2.3 <i>Contract Design</i> .....              | 9            |
| 2.2.4 <i>Detail Design</i> .....                | 9            |
| 2.3 Tinjauan Teknis Desain Kapal.....           | 9            |
| 2.3.1 Penentuan Ukuran Utama.....               | 9            |
| 2.3.2 Perhitungan Hambatan Kapal.....           | 10           |
| 2.3.3 Perhitungan Kebutuhan Power.....          | 11           |
| 2.3.3 Perhitungan Berat.....                    | 12           |
| 2.3.4 Perhitungan Stabilitas.....               | 13           |
| 2.4 Tinjauan Sumber Tenaga Penggerak Kapal..... | 17           |
| 2.4.1 Kapal dengan Tenaga Matahari.....         | 17           |
| 2.4.2 Kapal dengan Tenaga Turbin Gas.....       | 18           |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 2.4.3                                      | Kapal dengan Tenaga Turbin Uap.....                    | 19        |
| 2.4.4                                      | Kapal dengan Tenaga Angin .....                        | 19        |
| 2.4.5                                      | Kapal dengan Tenaga Generator Listrik.....             | 20        |
| 2.5  | Sistem Propulsi Electric .....                         | 20        |
| 2.5.1                                      | Penggunaan Propulsi Elektrik .....                     | 20        |
| 2.5.2                                      | Penjelasan Umum Panel Surya.....                       | 22        |
| 2.5.3                                      | Solar Charge Controller.....                           | 24        |
| 2.5.4                                      | Battery .....  | 25        |
| 2.5.5                                      | Generator .....  | 28        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>     |  | <b>31</b> |
| 3.1  | Langkah Pengerjaan .....                               | 31        |
| 3.1.1                                      | Identifikasi dan perumusan masalah .....               | 31        |
| 3.1.2                                      | Pengumpulan Data .....                                 | 31        |
| 3.1.3                                      | Perancangan Desain Lambung Kapal Wisata.....           | 32        |
| 3.1.4                                      | Perhitungan Teknis.....                                | 32        |
| 3.1.5                                      | Perancangan Rencana Umum dan 3D Kapal.....             | 32        |
| 3.1.6                                      | Menyusun Laporan.....                                  | 33        |
| 3.2  | Diagram Alir.....                                      | 34        |
| <b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b> |  | <b>35</b> |
| 4.1  | Tinjauan Daerah Operasional.....                       | 35        |
| 4.1.1                                      | Tinjauan Umum.....                                     | 35        |
| 4.1.2                                      | Wisatawan Karimunjawa .....                            | 36        |
| 4.1.3                                      | Kapal Wisata Karimunjawa.....                          | 37        |
| 4.1.4                                      | Spot dan Rute Wisata .....                             | 38        |
| 4.2  | <i>Design Requirement</i> dan Ukuran Utama Kapal ..... | 41        |
| 4.3  | <i>Design Layout</i> Awal.....                         | 42        |
| 4.4  | Perhitungan Koefisien .....                            | 43        |
| 4.4.1                                      | Froude Number ( $F_n$ ).....                           | 43        |
| 4.4.2                                      | Displasement Kapal ( $\Delta$ ).....                   | 44        |
| 4.4.3                                      | Coefisien Block ( $C_B$ ) .....                        | 45        |
| 4.4.4                                      | Koefisien Luas Midship ( $C_M$ ).....                  | 45        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.4.5 Koefisien Prismatic ( $C_P$ ) .....                   | 46        |
| 4.4.6 Koefisien Bidang Garis Air ( $C_{WP}$ ).....          | 46        |
| 4.5 Perhitungan Hambatan Kapal.....                         | 46        |
| 4.6 Perhitungan Kebutuhan Power.....                        | 47        |
| 4.7 Perhitungan Lampu, Alat Navigasi dan Komunikasi.....    | 49        |
| 4.7.1 Perhitungan Lampu .....                               | 49        |
| 4.7.2 Perhitungan Alat Navigasi dan Komunikasi .....        | 52        |
| 4.8 Pemilihan Motor Penggerak.....                          | 53        |
| 4.9 Pemilihan Panel Surya.....                              | 55        |
| 4.10 Pemilihan Baterai .....                                | 58        |
| 4.11 Pemilihan Charger Controller .....                     | 59        |
| 4.12 Pemilihan Generator.....                               | 60        |
| 4.13 Perhitungan Beban .....                                | 61        |
| 4.13.1 Beban Lambung .....                                  | 61        |
| 4.13.2 Beban Geladak Utama.....                             | 63        |
| 4.14 Perhitungan Berat.....                                 | 64        |
| 4.14.1 Perhitungan LWT ( <i>Light Weight Tonnage</i> )..... | 64        |
| 4.14.2 Perhitungan DWT ( <i>Dead Weight Tonnage</i> ).....  | 70        |
| 4.14.3 Berat Total Kapal .....                              | 71        |
| 4.15 Stabilitas Kapal.....                                  | 72        |
| 4.16 Pembuatan Rencana Garis.....                           | 77        |
| 4.17 Pembuatan Rencana Umum .....                           | 83        |
| 4.18 Pembuatan 3 Dimensi Kapal .....                        | 85        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                     | <b>87</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 87        |
| 5.2 Saran.....  | 87        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                 | <b>89</b> |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Rute dan jarak yang ditempuh pada hari pertama .....   | 39 |
| Tabel 4. 2 Rute dan jarak yang ditempuh pada hari kedua.....  | 40 |
| Tabel 4. 3 Ukuran utama kapal .....   | 42 |
| Tabel 4. 4 Spesifikasi Motor Listrik .....  | 55 |
| Tabel 4. 5 Spesifikasi panel surya XR21-345 .....   | 56 |
| Tabel 4. 6 Spesifikasi Smart Baterai 48V 300A.....  | 59 |
| Tabel 4. 7 Spesifikasi Charger Controller WP-Suntrack 80 Amp<br>.....   | 59 |
| Tabel 4. 8 Spesifikasi Generator Whisperpower GV50 .....  | 61 |
| Tabel 4. 9 Perhitungan LWT Kapal .....  | 65 |
| Tabel 4. 10 Perhitungan DWT Kapal .....   | 70 |
| Tabel 4. 11 Berat Total Kapal .....   | 71 |
| Tabel 4. 12 Kriteria Sudut pada Nilai GZ Maksimum .....   | 73 |
| Tabel 4. 13 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN<br>280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure<br>Section 3.6.1 tentang kriteria Luasan di Bawah Kurva GZ dengan<br>Sudut Oleng 0° - 30° .....  | 75 |
| Tabel 4. 14 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN<br>280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure<br>Section 3.6.1 tentang kriteria Luasan di Bawah Kurva GZ dengan<br>Sudut Oleng 0° - 40° .....  | 76 |
| Tabel 4. 15 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN<br>280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure<br>Section 3.6.2 tentang kriteria Luasan di Bawah Kurva GZ dengan<br>Sudut Oleng 30° - 40° ..... | 76 |

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4. 16 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN<br>280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure<br>tentang Kriteria Sudut pada GZ Maksimum ..... | 77 |
| Tabel 4. 17 Ukuran utama kapal .....  | 78 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. GAMBAR RENCANA GARIS KAPAL
2. GAMBAR RENCANA UMUM KAPAL
3. GAMBAR 3 DIMENSI KAPAL
4. SPESIFIKASI PANEL SURYA
5. SPESIFIKASI MOTOR PENGGERAK
6. SPESIFIKASI BATERAI
7. SPESIFIKASI SOLAR CHARGER CONTROLLER
8. SPESIFIKASI GENERATOR
9. PERHITUNGAN KEBUTUHAN LAMPU PENERANGAN
10. SPESIFIKASI LAMPU PENERANGAN
11. SPESIFIKASI PERALATAN NAVIGASI KOMUNIKASI
12. SPESIFIKASI LAMPU NAVIGASI



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2. 1 <i>Spiral Ship Design</i> .....                                   | 8  |
| Gambar 2. 2 Hasil Perhitungan Tahanan dengan <i>Maxsurf</i> .....             | 11 |
| Gambar 2. 3 Titik – Titik Stabilitas Kapal .....                              | 14 |
| Gambar 2. 4 Kapal Tenaga Surya Sun 21 .....                                   | 18 |
| Gambar 2. 5 Skema Sistem Propulsi Elektrik .....                              | 21 |
| Gambar 2. 6 Panel Surya.....  | 22 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian .....                          | 34 |
| Gambar 4. 1 Gugusan kepulauan Karimunjawa.....                                | 36 |
| Gambar 4. 2 Kapal wisata mengantarkan wisatawan ke spot diving.....           | 38 |
| Gambar 4. 3 Rute operasional kapal wisata hari pertama .....                  | 39 |
| Gambar 4. 4 Rute operasional kapal wisata hari kedua.....                     | 40 |
| Gambar 4. 5 <i>Design layout</i> awal kapal.....                              | 43 |
| Gambar 4. 6 Hasil Running <i>Running Software Maxsurf Modeller</i> .<br>..... | 44 |
| Gambar 4. 7 Nilai Hambatan Kapal pada Maxsurf Hidromax ....                   | 47 |
| Gambar 4. 8 Skema sistem hybrid dengan motor listrik dan generator DC .....   | 54 |
| Gambar 4. 9 Panel Surya pada Pandangan Atas Kapal.....                        | 58 |
| Gambar 4. 10 Kurva GZ Model A Muatan 20 Wisatawan.....                        | 73 |
| Gambar 4. 11 Jendela Awal Software Maxsurf Modeler Advanced.....              | 79 |
| Gambar 4. 12 Pembuatan Model Kapal .....                                      | 79 |
| Gambar 4. 13 Tampilan Jendela Frame of Reference pada maxsurf.....            | 80 |
| Gambar 4. 14 Tampilan Jendela <i>Design Grid</i> pada maxsurf .....           | 80 |
| Gambar 4. 15 Tampilan <i>Lines Plan</i> kapal pada maxsurf .....              | 81 |
| Gambar 4. 16 Rencana Garis Kapal Wisata Karimunjawa .....                     | 82 |
| Gambar 4. 17 Rencana Umum Kapal Wisata Karimunjawa .....                      | 84 |

Gambar 4. 18 Bentuk 3D Kapal Wisata Karimunjawa .....86

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kawasan Kepulauan Karimunjawa merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Jepara, Jawa Tengah yang terletak 45 mil laut sebelah barat laut kota Jepara. Kawasan kepulauan ini terdiri dari 27 pulau – pulau kecil dan Pulau Karimunjawa sebagai pusat pulau sekaligus sebagai pulau terbesar diantara pulau lainnya. Berdasarkan pada Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan Nomor: 78/Kpts-II/1999 tanggal 22 Februari 1999 telah ditetapkan perubahan fungsi kawasan Cagar Alam Laut Karimunjawa dan perairan laut di sekitarnya seluas 111.625 hektar dengan batas koordinat  $110^{\circ}4'$ - $110^{\circ}40'$  BT dan  $5^{\circ}37'$ - $5^{\circ}40'$  LS menjadi Taman Nasional dengan nama Taman Nasional Karimunjawa.

Sebagai salah satu dari sembilan taman nasional laut yang ada di Indonesia, Karimunjawa memiliki banyak pulau indah disekitarnya dan spot terumbu karang eksotis yang menjadikannya sebagai objek wisata bahari tujuan turis domestik maupun asing yang berkunjung ke Jawa Tengah. Kegiatan pariwisata di Karimunjawa sangat tinggi, hal tersebut dapat dilihat dari Gambar 1.1 yang memperlihatkan jumlah kunjungan wisatawan yang semakin naik setiap tahunnya.



**Gambar 1. 1 Perkembangan Kunjungan Wisatawan di Karimun Jawa**

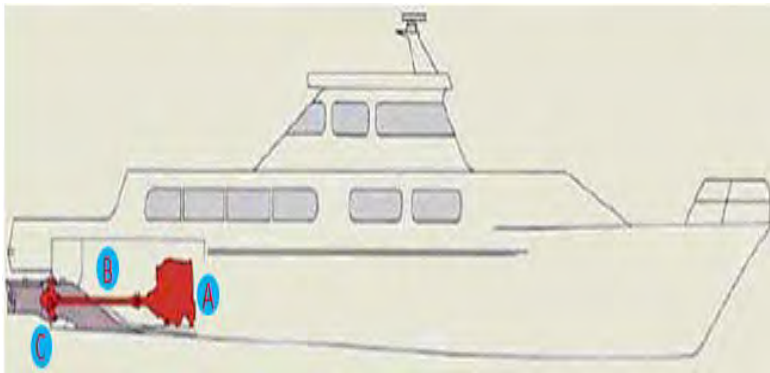
Sumber : Data statistik *Tourism Information Center* Jepara (<http://www.ticjepara.com/>)

Peningkatan jumlah wisatawan yang sangat pesat tersebut belum diimbangi dengan perancangan sarana transportasi yang cukup memadai. Untuk melayani wisatawan yang akan melakukan aktivitas diving, snorkling, maupun mengunjungi pulau - pulau perlu dilakukan penambahan dan modernisasi kapal wisata.

Kapal wisata dapat beroperasi dari satu spot ke spot wisata lainnya apabila memiliki sistem propulsi dengan bahan bakar sebagai sumber energi diesel untuk menggerakkan poros yang dapat memutar baling – baling.

Pada saat ini, dalam perancangan suatu moda transportasi dalam hal ini kapal laut, hampir semuanya menggunakan motor bakar

dengan bahan bakar fosil (solar atau bensin) sebagai energi utama pembangkit dayanya. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.1 di bawah, sistem propulsi kapal motor bakar secara umum terdiri dari motor utama (A) yang memakai bahan bakar solar (motor diesel), sistem transmisi (B) yang terdiri dari roda gigi dan poros yang menghubungkan motor dengan propeller dan sistem propulsi kapal terakhir adalah baling – baling atau propeller kapal (C).



**Gambar 1. 2 Sistem Propulsi Kapal Motor Bakar**

(Sumber : [www.indonesianship.com](http://www.indonesianship.com))

Beberapa grup tour wisata di Karimunjawa sebenarnya sudah memiliki kapal wisata yang disewakan kepada para wisatawan, namun kebanyakan armada yang digunakan memiliki konstruksi yang kurang bagus dan menggunakan motor bakar sebagai penggerak utamanya. Kondisi ini menyebabkan tingkat kenyamanan menjadi rendah akibat tingkat kebisingan dan getaran yang tinggi serta polusi udara dan berupa asap knalpot yang hitam.

Sistem propulsi dengan penggerak utama motor bakar ini memang memiliki kelebihan dalam hal kemudahan operasionalnya, namun

perlu diketahui konsumsi bahan bakar minyak memiliki dampak merugikan yaitu gas buang yang ikut meningkatkan dampak pemanasan global. Pada saat ini ketersediaan dari bahan bakar tersebut di bumi ini juga semakin menipis. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, terdapat beberapa alternatif yang bisa dipergunakan salah satunya pemanfaatan sumber energi alternatif panas matahari sebagai sumber energi kapal.

Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energy pada propulsi kapal menuntut penggunaan motor listrik sebagai penggerak utama kapal atau yang dikenal dengan sistem propulsi elektrik. Sistem propulsi ini memiliki keunggulan tingkat kebisingan dan getaran yang rendah serta ramah lingkungan. Namun penggunaan tenaga surya sebagai sumber energi satu – satunya di kapal masih belum memungkinkan. Hal ini disebabkan ketersediaan panas matahari dengan kondisi cuaca dan efisiensi yang masih rendah. Oleh karena itu masih diperlukan kombinasi dengan energy fosil sebagai sumber energi bagi generator agar dihasilkan listrik yang dibutuhkan motor listrik.

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan analisa perancangan desain kapal wisata yang memadukan sumber tenaga surya dan generator sebagai sumber energi bagi sistem propulsi. Penggunaan generator dengan motor bakar tetap dipertahankan dalam rangka kontinuitas ketersediaan sumber energi bagi kapal wisata, khususnya pada saat energi matahari berkurang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dengan memperhatikan permasalahan yang telah diuraikan pada bab pendahuluan sebelumnya, maka dapat dibuat beberapa rumusan masalah. Berikut ini merupakan rumusan masalah yang akan menjadi objek penelitian selanjutnya pada penulisan Tugas Akhir :

1. Bagaimana perencanaan desain kapal wisata yang sesuai dengan daerah Kepulauan Karimunjawa dan lebih ramah lingkungan ?
2. Bagaimana perencanaan sistem propulsi elektrik yang dapat digunakan pada perancangan kapal wisata?
3. Berapa kebutuhan daya yang dapat disuplai oleh panel surya dan generator?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dari beberapa permasalahan di atas, pembatasan masalah sekiranya perlu dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan analisa sehingga mendapatkan hasil maksimal untuk memecahkan permasalahan tersebut. Berikut ini merupakan batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir :

1. Perencanaan perancangan kapal wisata dapat mengangkut 20 orang wisatawan, 1 orang tourguide dan 2 orang ABK.
2. Perencanaan perancangan kapal wisata tidak memperhitungkan biaya produksi.
3. Perhitungan kurva hidrostatis tidak dilakukan pada pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Perencanaan sistem propulsi tidak memperhitungkan variasi kecepatan kapal.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat desain kapal wisata yang sesuai dengan daerah Kepulauan Karimunjawa dan lebih ramah lingkungan.
2. Membuat perencanaan sistem propulsi elektrik dengan kombinasi sumber energi dari generator dan panel surya pada kapal wisata.
3. Mengetahui kebutuhan daya yang dapat dihasilkan dari panel surya dan generator.

## **1.5 Manfaat Penulisan**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil analisa dapat digunakan sebagai kajian perancangan kapal wisata oleh Dinas Pariwisata Jepara.
2. Hasil perencanaan perancangan desain kapal wisata dapat digunakan sebagai pilot project produksi kapal wisata yang ramah lingkungan di Kepulauan Karimunjawa.
3. Menghasilkan desain kapal wisata modern dengan sistem propulsi yang dapat mengurangi emisi gas buang.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

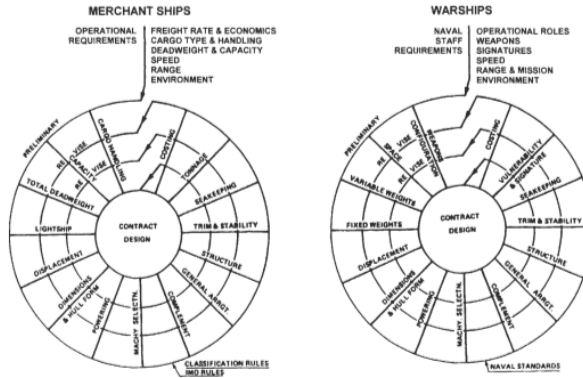
#### **2.1      Gambaran Umum tentang Desain Kapal**

Dalam proses produksi kapal baik pada saat mendesain dan membangun kapal, selalu ada hubungan keterkaitan dengan dunia bisnis yaitu di dasarkan pada permintaan atau pemesanan oleh *owner*. Setelah mendapatkan permintaan produksi kapal dari *owner*, seorang desainer membuat desain gambar kapal yang sesuai data kapal yang diminta oleh *owner*. Pada proses mendesain gambar kapal ini akan terjadi proses berulang yang melibatkan desainer dan *owner* sebagai pihak pemesan.

Hal yang biasanya dijadikan dasar untuk menggambar desain kapal adalah kapasitas daya angkut muatan (*payload*), kecepatan dinas, dan rute pelayaran. Ketiga poin tersebut pada umumnya disebut *owner's requirement*. Seorang desainer kapal harus mampu menerjemahkan ketiga poin tersebut dan mampu melakukan proses desain kapal yang sesuai sehingga memberikan keuntungan pada saat pengoperasian kapal tersebut.

#### **2.2      Teori Desain Kapal**

Proses desain kapal merupakan proses yang berulang, artinya seluruh proses yang dilalui baik itu perancangan dan analisi dilakukan secara berulang untuk mendapatkan hasil desain kapal yang efisien dan maksimal. Pada gambar Gambar 2. 1 ditunjukkan keseluruhan proses desain kapal yang digambarkan dengan garis spiral yang dikenal dengan istilah *spiral ship design*.



**Gambar 2. 1 Spiral Ship Design**

Pada *Spiral ship design* seluruh proses desain kapal dibagi menjadi empat tahapan, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design* dan *detail design*.

### 2.2.1 Concept Design

*Concept design* merupakan tahap lanjutan dari *design statement* dari pihak *owner* kapal. Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman desainer untuk membuat perkiraan - perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari *concept design* ini adalah berupa gambar atau sketsa desain kapal.

### 2.2.2 Preliminary Design

Tahap selanjutnya dari *concept design* adalah *preliminary design*. Pada tahap ini, akan dilakukan pemeriksaan ulang terhadap performa kapal yang didesain. Apabila hasil pemeriksaan ulang

sudah sesuai harapan, maka dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu *contract design*.

### **2.2.3 Contract Design**

Hasil dari tahapan ini adalah dokumen kontrak untuk pembuatan kapal. Setelah dilakukan pemeriksaan kembali dari tahapan sebelumnya dan apabila sudah sesuai dengan yang diharapkan maka dibuatlah dokumen yang berisi kontrak pembangunan kapal. Dokumen tersebut selanjutnya akan menjadi dasar perjanjian atau kontrak pembangunan kapal antara *owner* dan pihak galangan kapal.

### **2.2.4 Detail Design**

Tahap terakhir dari proses mendesain kapal adalah *detail design*. Hasil dari tahapan sebelumnya selanjutnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang lebih detail secara menyeluruh. Tahapan ini mencakup semua rencana yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal baik itu petunjuk instalasi maupun detail dari konstruksi itu sendiri.

## **2.3 Tinjauan Teknis Desain Kapal**

### **2.3.1 Penentuan Ukuran Utama**

Dalam proses mendesain kapal, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan ukuran utama kapal. Dalam pengajaran tugas akhir ini metode desain kapal yang digunakan untuk mendapatkan ukuran utama adalah *point base design*. Penentuan ukuran utama dibuat dengan mendesain *layout* awal kapay berdasarkan pada kebutuhan *payload* yang sudah ditentukan sebelumnya dan kondisi lingkungan operasional kapal.

Ukuran utama kapal yang jadi perhatian pada saat proses mendesain kapal adalah sebagai berikut :

- Lpp (*Length Between Perpendicular*)  
Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, garis horizontal antara garis tegak buritan (After Perpendicular/AP) dan garis tegak haluan (Fore Perpendicular/FP).
- B (*Breadth*)  
Lebar dari bangunan kapal yang diukur pada bidang tengah kapal.
- H (*Height*)  
Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari lunas bagian atas sampai titik atas balok geladak pada sisi bidang tengah kapal.
- T (*Draught*)  
Jarak yang diukur dari lunas bagian atas sampai ke permukaan air.

### **2.3.2 Perhitungan Hambatan Kapal**

Untuk mendapatkan kebutuhan daya mesin yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal sesuai dengan kecepatan yang diinginkan, maka terlebih dahulu perlu dilakukan perhitungan hambatan total kapal. Nilai hambatan kapal bisa didapatkan dengan melakukan perhitungan dengan persamaan rumus maupun dengan bantuan *software maxsurf hidromax*. Gambar 2.2 menunjukkan *screen capture* tentang hasil perhitungan tahanan kapal menggunakan bantuan *software maxsurf hidromax*.

| Speed (kn) | Froude No. LWL | Froude No. Vol. | Van Gortmerssen Resist. (kN) | Van Gortmerssen Power (kW) |
|------------|----------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| 1.250      | 0.044          | 0.099           | 0.1                          | 0.053                      |
| 1.500      | 0.053          | 0.119           | 0.1                          | 0.089                      |
| 1.750      | 0.061          | 0.138           | 0.2                          | 0.138                      |
| 2.000      | 0.070          | 0.158           | 0.2                          | 0.204                      |
| 2.250      | 0.079          | 0.178           | 0.3                          | 0.296                      |
| 2.500      | 0.088          | 0.198           | 0.3                          | 0.426                      |
| 2.750      | 0.096          | 0.217           | 0.4                          | 0.610                      |
| 3.000      | 0.105          | 0.237           | 0.6                          | 0.861                      |
| 3.250      | 0.114          | 0.257           | 0.7                          | 1.186                      |
| 3.500      | 0.123          | 0.277           | 0.9                          | 1.589                      |
| 3.750      | 0.131          | 0.297           | 1.1                          | 2.070                      |
| 4.000      | 0.140          | 0.316           | 1.3                          | 2.627                      |
| 4.250      | 0.149          | 0.336           | 1.5                          | 3.256                      |
| 4.500      | 0.158          | 0.356           | 1.7                          | 3.955                      |
| 4.750      | 0.167          | 0.376           | 1.9                          | 4.721                      |
| 5.000      | 0.175          | 0.395           | 2.2                          | 5.539                      |
| 5.250      | 0.184          | 0.415           | 2.4                          | 6.483                      |
| 5.500      | 0.193          | 0.435           | 2.6                          | 7.424                      |
| 5.750      | 0.202          | 0.455           | 2.9                          | 8.443                      |
| 6.000      | 0.210          | 0.474           | 3.3                          | 10.181                     |
| 6.250      | 0.219          | 0.494           | 3.5                          | 11.206                     |
| 6.500      | 0.228          | 0.514           | 3.5                          | 11.740                     |
| 6.750      | 0.237          | 0.534           | 4.2                          | 14.707                     |
| 7.000      | 0.245          | 0.553           | 5.6                          | 20.017                     |

Gambar 2. 2 Hasil Perhitungan Tahanan dengan *Maxsurf*

### 2.3.3 Perhitungan Kebutuhan Power

Setelah nilai dari hambatan kapal diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan kebutuhan power yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Berikut ini merupakan langkah – langkah dan formula yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan power kapal.

a. *Effective Horse Power* (EHP)

$$EHP = R_t \times V_s \tag{2.1}$$

(*Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998*)

b. *Propulsive Coefficient Calculation*

$$\begin{aligned}\eta_H &= \text{Hull Efficiency} \\ &= (1-t) / (1-w) \quad (2.2) \\ &\quad (\text{Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= 0.325 C_b - 0.1885 D/\sqrt{(B.T)} \quad (2.3) \\ &\quad (\text{Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}w &= 0.3C_b + 10 C_v C_b - 0.1 \quad (2.4) \\ &\quad (\text{Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_R &= \text{Rotative Efficiency} \\ &= 0.9737 + 0.111 (C_P - 0.0227 L_{CB}) - 0.063 P/D \quad (2.5) \\ &\quad (\text{Ship Resistance and Propulsion modul 7})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_D &= \text{Quasi - Propulsive Coefficient} \\ &= \eta_H \times \eta_O \times \eta_R \quad (2.6) \\ &\quad (\text{Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998})\end{aligned}$$

c. *Delivery Horse Power (DHP)*

$$\begin{aligned}\text{DHP} &= \text{EHP} / \eta_D \quad (2.7) \\ &\quad (\text{Ship Resistance and Propulsion modul 7})\end{aligned}$$

d. *Brake Horse Power (BHP)*

$$\begin{aligned}\text{BHP} &= \text{Engine magin 15\%} \quad (2.8) \\ &\quad (\text{Ship Resistance and Propulsion modul 7})\end{aligned}$$

### 2.3.3 Perhitungan Berat

Pada dasarnya kapal memiliki 2 komponen berat, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). Berat

yang termasuk dalam kategori LWT adalah berat konstruksi, berat peralatan kapal dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT meliputi berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat orang (crew dan penumpang) dan berat barang bawaan.

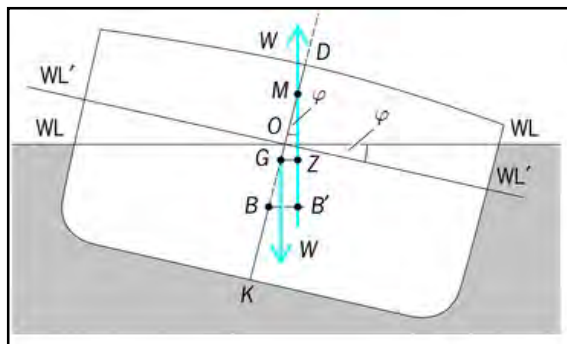
#### **2.3.4 Perhitungan Stabilitas**

Pengertian dari stabilitas sendiri adalah kemampuan suatu kapal untuk dapat kembali pada kedudukan setimbangnya ketika kapal mengalami gangguan. Perhitungan stabilitas dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan kapal untuk kembali pada kedudukan semula apabila mengalami oleng pada saat berlayar.

Keseimbangan statis suatu benda dalam hal ini adalah kapal, dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu :

- **Keseimbangan stabil**  
Keseimbangan ini terjadi apabila kondisi benda mendapat kemiringan akibat adanya gaya luar, maka benda akan kembali pada kondisi semula setelah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G (centre of gravity) berada dibawah titik M (metacentre).
  
- **Keseimbangan Labil**  
Keseimbangan ini terjadi apabila kondisi benda mengalami kemiringan akibat adanya gaya luar yang bekerja pada benda tersebut, maka kedudukan benda akan cenderung berubah lebih banyak dari kedudukan semula sesudah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G berada diatas titik M.

- Keseimbangan indeferent  
 Keseimbangan ini terjadi apabila kondisi benda mengalami kemiringan sedikit dari kedudukannya akibat adanya gaya dari luar, maka benda tetap pada kedudukannya yang baru walaupun gaya tersebut telah hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik berat  $G$  berimpit dengan titik metacentre  $M$ .



**Gambar 2. 3 Titik – Titik Stabilitas Kapal**  
 Sumber : [www.jagunglimabelas.blogspot.com](http://www.jagunglimabelas.blogspot.com)

Pada Gambar 2. 3 dapat dilihat ada titik – titik penting yang mempengaruhi stabilitas sebuah kapal. Tiga titik penting tersebut adalah titik  $M$ ,  $G$  dan titik  $B$ .

- Titik Metasentris,  $M$  (Metacenter)  
 Titik metasentris yang disimbolkan dengan huruf  $M$  adalah batas di mana titik  $G$  tidak boleh melewati di atasnya agar kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut senget.



Titik M ini merupakan titik semu yang dapat berubah posisinya apabila sudut senget lebih dari 15°. Namun ketika sudut senget kapal kecil atau tidak lebih dari 15°, titik M cenderung tetap sedangkan titik apung B bergerak di sepanjang busur di mana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (centre of line).

- Titik Berat, M (Centre of Gravity)

Titik berat yang disimbolkan dengan huruf G adalah titik tangkap dari semua gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggi letak titik G nya.

Secara definisi, titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya-gaya yang bekerja ke bawah. Letak titik G tergantung daripada pembagian berat di kapal. Penambahan, pengurangan atau pemindahan muatan pada kapal mempengaruhi letak dari titik G ini. Jadi selama tidak ada benda(muatan) yang di ditambah, dikurangi atau dipindah, titik G tidak akan berubah.

- Titik Apung, B (Centre of Buoyance)

Titik apung yang disimbolkan dengan huruf B adalah titik resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Kedudukan titik B akan berubah atau berpindah – pindah seiring dengan adanya perubahan sarat dari kapal akibat senget yang dialami.

Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya senget kapal (bila senget berubah maka letak titik B akan berubah atau berpindah. Apabila kapal mengalami senget, titik B akan berpindah kesisi yang rendah.

Ada beberapa kriteria utama dalam menghitung stabilitas kapal. Dalam melakukan analisa perhitungan stabilitas kapal ini, sebagai persyaratan mengacu pada standard MGN 280 – *Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure* Chapter 11 tentang *Intact Stability* yang mensyaratkan ketentuan – ketentuan sebagai berikut :

- Section 3.6.1  
Pada sudut oleng  $0^{\circ} - 30^{\circ}$  , luasan pada daerah dibawah kurva GZ tidak boleh kurang atau sama dengan 3.151 m.deg.  
Pada sudut oleng  $0^{\circ} - 40^{\circ}$  , luasan pada daerah dibawah kurva GZ tidak boleh kurang atau sama dengan 5.157 m.deg
- Section 3.6.2  
Pada sudut oleng  $30^{\circ} - 40^{\circ}$  , luasan pada daerah dibawah kurva GZ tidak boleh kurang atau sama dengan 1.719 m.deg
- Section 3.6.3  
Nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut oleng  $30^{\circ}$  atau lebih tidak boleh kurang atau sama dengan 0.2 m.
- Section 3.6.4  
Pada GZ maksimum, nilai sudut tidak boleh kurang atau sama dengan  $15^{\circ}$

## **2.4 Tinjauan Sumber Tenaga Penggerak Kapal**

Pada dasarnya ada beberapa sumber energi penggerak yang bisa digunakan pada sistem propulsi kapal. Selain dengan sumber tenaga surya (matahari) dan generator, sistem propulsi bisa mendapatkan sumber tenaganya dari tenaga angin, gelombang dan diesel. Berikut ini merupakan contoh kapal dengan sistem propulsinya.

### **2.4.1 Kapal dengan Tenaga Matahari**

Teknologi yang semakin canggih memungkinkan untuk melahirkan ide – ide kreatif salah satunya adalah dengan memanfaatkan sumber panas matahari untuk sistem penggerak kapal. Pada tahun 2007, sebuah tim dari Swiss mampu merancang sebuah kapal dengan seluruh peralatannya baik lampu, navigasi, komunikasi dan sistem propulsinya menggunakan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya yang dipasang di atas kapal. Kapal yang diberi nama Sun 21 ini (gambar 2.4), mampu menyeberangi lautan Atlantik dengan panjang rute kurang lebih 7.000 mil dari Basel, Swiss menuju New York, USA dengan kecepatan kapal rata – rata 6 knots.



**Gambar 2. 4 Kapal Tenaga Surya Sun 21**  
(Sumber : [www.electric-boat-association.org.uk](http://www.electric-boat-association.org.uk))

Pada kapal Sun 21 seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.4 di atas, panel surya yang berjumlah 48 di letakkan di bagian atas kapal. Dengan melihat letak astronomi Indonesia yang berada di daerah katulistiwa, yaitu terletak pada  $6^{\circ}$  LU –  $11^{\circ}$  LS dan  $95^{\circ}$  BT -  $141^{\circ}$  BT dan memperhatikan peredaran matahari dalam setahun yang berada pada daerah  $23.5^{\circ}$  LU dan  $23.5^{\circ}$  LS maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10-12 jam dalam sehari (Bakoren, 1991). Indonesia memiliki tingkat radiasi matahari yang cukup tinggi. Energi matahari adalah bentuk energi elektromagnetik yang dipancarkan ke bumi secara terus menerus. Oleh karena itu, kapal dengan sistem propulsi tenaga matahari selayaknya bisa terus dicoba dan dikembangkan untuk diterapkan di Indonesia.

#### **2.4.2 Kapal dengan Tenaga Turbin Gas**

Kapal dengan sumber tenaga dari gas turbin ini pada prinsipnya adalah dengan mempergunakan udara yang dimampatkan

(dikompresikan) dan dinyalakan dengan menggunakan bahan bakar yang disemprotkan dan kemudian setelah terjadi peledakan udara yang terbakar akan berkembang.

Kemudian campuran gas yang dihasilkan itu yang dipakai untuk memutar turbine. Gas yang telah terpakai memutar turbine itu sebelum dibuang masih dapat dipakai untuk *heat exchangers* sehingga pemakaiannya dapat seefektif mungkin.

### **2.4.3 Kapal dengan Tenaga Turbin Uap**

Tenaga yang dihasilkan oleh mesin semacam ini sangat rata dan uniform dan pemakaian uap sangat efisien baik pada tekanan tinggi ataupun rendah. Kejelekannya yang utama adalah tidak dapat berputar balik atau non reversible sehingga diperlukan reversing turbine yang tersendiri khusus untuk keperluan tersebut.

Juga putarannya sangat tinggi sehingga, reduction propeller gear, sangat diperlukan untuk membuat perputaran propeller jangan terlalu tinggi. Vibration sangat kecil dan pemakaian bahan bakar kecil kalau dibandingkan dengan mesin uap torak. Mesin semacam ini dapat dibuat bertenaga sangat besar, oleh karena itu digunakan untuk kapal yang membutuhkan tenaga besar.

### **2.4.4 Kapal dengan Tenaga Angin**

Kapal ini bergerak dengan memanfaatkan hempasa angin yang menerpa layar kapal sehingga dapat memberikan gaya dorong. Namun pada saat ini, aplikasi kapal dengan penggerak tenaga angin sudah sangat jarang di Indonesia. Kondisi angin yang tidak menentu baik arah atau kecepatannya, membuat para pemilik kapal (umumnya kapal ikan/nelayan) beralih menggunakan kapal dengan sistem penggerak lainnya (motor bakar dalam).

### **2.4.5 Kapal dengan Tenaga Generator Listrik**

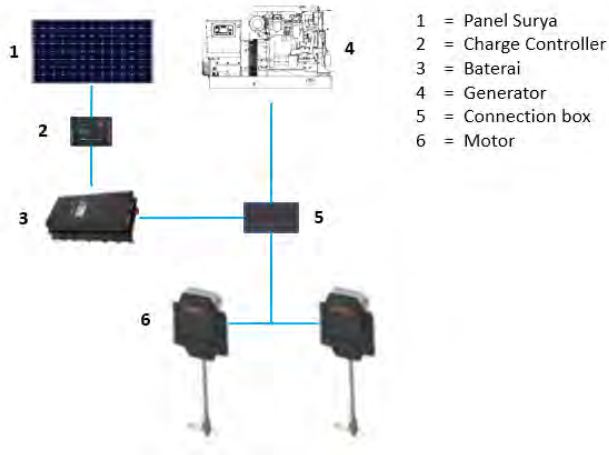
Pada prinsipnya hampir sama dengan kapal tenaga matahari, namun listrik yang dihasilkan bersumber dari generator. Generator akan menghasilkan listrik yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan propeller dari gerakan motor listrik.

## **2.5 Sistem Propulsi Electric**

### **2.5.1 Penggunaan Propulsi Elektrik**

Sejak tahun 1930, propulsi elektrik sudah digunakan dan diterapkan pada motor AC yang mudah perawatannya, ringan dan kecil. Sedangkan untuk DC propulsion hanya bermain pada sistem konverternya yang mengubah arus dari AC kemudian dikonverter menjadi arus DC atau dapat juga langsung tanpa melalui sistem converter yaitu dengan cara menggunakan baterai dan generator DC. Sistem propulsi elektrik ini digunakan karena sistem pengontrolannya yang cukup mudah dan fleksibel serta sistem suplay dayanya dapat terpisah di tempat lain.

Sistem motor DC digunakan pada daya yang relative lebih rendah daripada motor AC. Gambaran umum dari skema sistem propulsi elektrik dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah.



**Gambar 2. 5 Skema Sistem Propulsi Elektrik**

Pada gambar 2.4 dapat dilihat bahwa untuk menggerakkan baling – baling atau propeller pada sistem propulsi elektrik didukung dengan beberapa peralatan. Pada skema di atas, motor listrik yang digunakan adalah motor DC dan generator yang dipakai adalah generator DC sehingga tidak diperlukan sebuah rectifier untuk mengubah arus DC yang dibutuhkan oleh motor.

Pada sistem panel surya, sinar matahari yang ditangkap oleh panel selanjutnya akan dikonversikan menjadi arus listrik DC. Setelah melewati *Solar Charge Controller*, arus listrik akan disimpan di dalam baterai. Arus listrik yang telah terkumpul di baterai kemudian disalurkan ke peralatan yang membutuhkan energi listrik salah satunya adalah motor listrik untuk menggerakkan baling – baling.

### 2.5.2 Penjelasan Umum Panel Surya

Teknologi panel surya sudah lama berkembang di dunia. Namun pemanfaatan selama ini hanya sebatas sebagai pembangkit tenaga listrik rumah. Seiring berkembangnya zaman dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi, menjadikan teknologi panel surya sebagai salah satu solusi nyata untuk energi terbarukan bidang transportasi. Serta mulai berangsur-angsur untuk diaplikasikan ke teknologi transportasi umum. Tetapi masih belum ada yang diaplikasikan untuk transportasi umum di bidang maritim. Kapal wisata dengan memanfaatkan perpaduan bahan bakar fosil dan energi matahari di Indonesia masih belum ada pengaplikasiannya.



**Gambar 2. 6 Panel Surya**  
(Sumber : [www.indonetwork.net](http://www.indonetwork.net))

Dalam perkembangan jenis *Solar Cell* hingga saat ini telah mengalami kemajuan dengan banyaknya bahan yang digunakan untuk membuat *Solar Cell* dengan efisiensi yang yang tinggi. Berikut jenis *Solar Cell* berdasarkan bahan pembuatannya adalah:



- **Mono-crystalline**

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk membujur. Saat ini Mono-Crystalline dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%. Dari hal tersebut jenis Solar Cell ini merupakan jenis Solar Cell yang paling efisien menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

- **Poly-crystalline**

Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Merupakan panel surya / solar cell yang memiliki susunan kristal acak. Type Poly-Crystalline memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis Mono-Crystalline untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.

- **Modul amorphous silicon**

Dibuat dari film tipis amorphous silicon dimana efisiensinya sangat rendah sekitar 5%-7% namun terdapat kelebihanya yaitu membutuhkan material yang sedikit untuk pembuatannya. Sel surya dengan bahan Amorphous Silicon ini, awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi pembuatannya penerapannya menjadi semakin luas. Dengan teknik produksi yang disebut "stacking" (susun lapis).

- **Cadmium telluride (CdTe) solar cells**

Sel surya jenis ini mengandung bahan CadmiumTelluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya Amorphous Silicon, yaitu sekitar: 9% - 11%.

- **Copper indium gallium selenide (CIGS) solar cells**

Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%. Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya Cadmium seperti pada sel surya CdTe.

### **2.5.3 Solar Charge Controller**

Fungsi dari *charge control* sendiri adalah untuk mengatur tegangan dan arus dari susunan panel surya ke pengisian baterai dan melindungi baterai dari tingkat pengisian yang diperbolehkan pabrikan dari baterai.

Solar charger controller memiliki dua jenis yang memiliki efisiensi berbeda. Jenis MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) akan lebih bisa mengisi baterai jika di cuaca kurang terik (mendung) daripada solar charger controller jenis PWM (*Pulse Width Modulation*). Maksud dari lebih bisa mengisi baterai adalah ketersediaan arus listrik ke baterai lebih terjamin. MPPT dapat mengoptimalkan kinerja antara panel surya dan baterai. Dengan MPPT, tegangan output dari panel surya yang besar dapat dikonversi ke tegangan baterai yang lebih kecil tanpa mengurangi daya yang dihasilkan oleh panel surya itu sendiri. Mekanisme yang digunakan MPPT ini adalah dengan meningkatkan arus DC yang masuk ke baterai.

## **2.5.4 Battery**

Baterai adalah alat listrik-kimiawi yang dapat menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu:

- Batang karbon sebagai anode (kutub positif baterai)
- Seng (Zn) sebagai katode (kutub negatif baterai)
- Pasta sebagai elektrolit (penghantar)

Dalam pemilihan baterai, ada beberapa spesifikasi yang bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan pemilihana, antara lain :

### **1) Rating Tegangan**

Pemberian rating tegangan pada baterai kadang membingungkan, sebab tegangan aktual baterai akan berbeda dengan rating yang tertulis dalam baterai. Pada kebanyakan baterai rating tegangan menunjukkan tegangan baterai pada kondisi kosong. Sebagai contoh baterai Nickel Metal Hidrida (NIMH) memiliki rating tegangan 1,2 V, yang menyatakan tegangan baterai tersebut bernilai 1,2V bila telah habis terpakai (nilai nominal cell). Seiring dengan proses pengisian baterai atau biasa disebut charging, tegangan baterai akan meningkat hingga bernilai maksimum ketika baterai telah terisi penuh. Tegangan baterai saat terisi penuh memiliki nilai lebih besar 15-25% dari rating tegangan baterai. Untuk mendapatkan tegangan yang lebih besar, maka baterai dapat dipasang secara seri.

### **2) Rating Arus**

Rating arus pada baterai diberikan dalam bentuk satuan mA. Rating arus menunjukkan arus maksimum yang dapat diberikan baterai pada beban. Rating arus sebenarnya sangat jarang diberikan dalam

baterai terutama baterai NiMH dan NiCd lain halnya dengan baterai yang berasal dari senyawa Lithium. Untuk memperbesar arus, maka baterai dapat dipasang secara parallel.

### **3) Kapasitas Baterai**

Kapasitas pada baterai diukur dengan menggunakan satuan mAh atau Ah yang merupakan singkatan dari mili-ampere-hour dan ampere-hour. Secara praktis baterai dengan kapasitas 1000 mAh dapat memberikan arus sebanyak 1000 mA selama satu jam atau 2000 mA selama setengah jam. Untuk meningkatkan kapasitas, maka baterai dapat dipasang secara parallel.

Dalam aplikasi, ada beberapa jenis baterai yang dapat digunakan untuk menyimpan energi listrik. Berikut ini jenis – jenis baterai yang beredar di pasaran.

#### **1) Nickel Cadmium (NiCd)**

Baterai NiCd merupakan jenis baterai yang cocok untuk beban yang memerlukan arus sedang (2-3 Ampere). Baterai ini relative lebih murah dibandingkan dengan baterai lainnya serta dapat di recharged secara cepat. Namun proses recharge dari baterai ini memiliki kekurangan yang biasa disebut memory effect. Memory effect menyebabkan pengurangan kapasitas baterai apabila di-recharge dalam keadaan masih terisi muatan. Hal ini yang menyebabkan baterai NiCd harus benar-benar dikosongkan bila akan diisi ulang.

#### **2) Nickel Metal Hydride (NiMH)**

Baterai ini tidak jauh berbeda dengan baterai NiCd. Hal yang membedakan dari keduanya adalah discharge factor serta siklus recharge. Baterai NiMH memiliki kekurangan dimana dischare

factor-nya cukup besar, sehingga bila baterai ini dibiarkan begitu saja selama beberapa waktu, muatan yang terdapat dalam baterai akan lebih cepat berkurang dibandingkan baterai lainnya. Namun dalam segi siklus recharge, baterai ini memiliki kelebihan dimana dapat di recharge lebih sering dibandingkan dengan baterai NiCd.

### **3) Lithium Ion (Li-Ion).**

Baterai Li-Ion merupakan baterai standar terbaru (disamping Lithium Polymer). Baterai ini memiliki rapat energy lebih tinggi dibandingkan dengan baterai lainnya. Hal ini memungkinkan baterai Li-Ion memiliki volume lebih kecil untuk kapasitas yang sama. Selain itu, bater Li-Ion tidak memiliki memory effect sehingga dapat di recharge kapan pun kita mau. Terdapat pula baterai Lithium yang bersenyawa dengan senyawa polymer atau biasa disebut Lithium Polymer. Baterai Li-Po sangat baik untuk pemakaian dalam arus besar karena dapat memberikan arus hingga 30 Ampere.

### **4) Baterai Alkaline**

Baterai ini adalah baterai yang paling umum, mudah didapat dan termurah. Namun untuk aplikasi robot dan RC, baterai ini merupakan pilihan yang buruk, jangan sekali-kali menggunakannya! Baterai ini memiliki kapasitas yang rendah, berat, dan bermasalah dalam men-supply arus besar dalam waktu pendek. Selain itu, dikarenakan batterai ini tidak dapat diisi ulang, pemakaian secara terus menerus dengan mengganti baterai baru akan menguras biaya yang cukup besar.

### **5) Baterai Fuel Cell**

Baterai ini memiliki efisiensi energi tertinggi, yaitu 40 hingga 60 kali lipat Baterai Lithium Ion (Li-On) dan memiliki energi densitas

2-3 kali lipat Li-Ion (Perbandingan antara volume zat dengan energi yang dihasilkan, dengan demikian Baterai Fuel Cell dapat menghasilkan energi 2- 3 kali Li-On pada Volume yang sama). Baterai ini menggunakan methanol atau ethanol sebagai energi utamanya. Baterai ini tidak dapat diisi ulang, jika pada saatnya baterai ini habis, maka kita tinggal menggantinya dengan methanol atau ethanol baru. Baterai jenis ini cukup mahal, yaitu berkisar antara 350-400\$USD.

## **6) Baterai Aki**

Baterai aki cukup populer karena mudah dan murah untuk diproduksi. Baterai ini dapat diisi ulang dan dapat diaplikasikan secara luas. Untuk robot yang memiliki performansi besar dalam penggunaan motor atau solar, baterai ini menjadi pilihan yang baik. Baterai ini cukup murah dan mudah didapatkan. Kekurangan baterai ini adalah ukurannya yang cukup besar dan cukup berat, harus selalu dalam keadaan terisi ulang, dan tidak memiliki kecepatan pengosongan baterai (discharge) yang besar. Jika baterai ini tidak digunakan pada jangka waktu yang lama, maka baterai ini akan melakukan pengosongan (discharge) secara internal, sehingga Kita harus sering memastikan bahwa baterai ini dalam keadaan terisi ulang. Hindari penggunaan baterai pada suhu yang terlalu panas atau di bawah 0° C.

### **2.5.5 Generator**

Generator merupakan sebuah peralatan yang dapat memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik.. Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul ggl induksi. Generator mempunyai dua komponen utama, yaitu

bagian yang diam (stator) dan bagian yang bergerak (rotor). Rotor berhubungan dengan poros generator yang berputar di pusat stator.

Dalam aplikasinya terdapat dua jenis generator, yaitu generator arus bolak-balik (AC) dan generator arus searah (DC). Generator arus bolak-balik sering disebut juga dengan alternator. Alat ini terdiri atas magnet dengan kutub berbentuk cekung dan kumparan kawat yang dililitkan pada suatu armatur dan dapat berputar dalam suatu medan magnet. Armatur berupa kumparan persegi dengan lilitan mengitari sebuah inti besi lunak. Generator arus searah sering disebut juga dengan dinamo. Alat ini terdiri atas magnet dan kumparan kawat yang dililitkan pada suatu armatur dan dapat berputar dalam suatu medan magnet. Perbedaannya dengan generator AC adalah pada bagian komponen yang berhubungan dengan ujung kumparan yang berputar. Dinamo menggunakan sebuah cincin belah atau disebut sebagai komutator, sedangkan generator AC menggunakan dua buah slip ring.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Pada umumnya, untuk melakukan sebuah penelitian diawali dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang akan diangkat dalam penelitian tersebut. Untuk mempermudah penulisan Tugas akhir ini, dibuatlah suatu metodologi yang menggambarkan tentang proses pengerjaan dari tahapan awal yaitu identifikasi dan perumusan masalah sampai kesimpulan yang didapatkan.

#### **3.1 Langkah Pengerjaan**

Adapun beberapa tahapan yang dilaksanakan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini ditunjukkan oleh diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dengan penjelasan sebagai berikut.

##### **3.1.1 Identifikasi dan perumusan masalah**

Merupakan tahap dimana memulai untuk mencari dan mengidentifikasi masalah yang bisa dijadikan gagasan sebagai judul Tugas Akhir. Setelah mendapatkan gagasan Tugas Akhir tersebut dirumuskan permasalahan yang perlu dibahas apa saja terkait dengan judul Tugas Akhir tersebut.

##### **3.1.2 Pengumpulan Data**

Merupakan tahap pencarian referensi untuk dijadikan acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Pengumpulan data bisa dilakukan dengan melakukan studi lapangan secara langsung maupun melalui studi literature dari jurnal, Tugas Akhir sebelumnya buku maupun dari *website*.



### **3.1.3 Perancangan Desain Lambung Kapal Wisata**

Tahapan ini dilakukan penggambaran model kapal yang mengacu dari data dimensi dan menyesuaikan jumlah penumpang hasil dari survey lapangan yang telah dilakukan. Penggambaran model dilakukan dengan menggunakan metode literasi *sample design* pada *software* Maxsurf Modeler Advanced. Langkah pertama yang dilakukan di *software* ini adalah menentukan *sample design* yang akan digunakan sebagai acuan pembuatan rencana garis. Setelah mendapatkan *sample design* yang sesuai, langkah selanjutnya adalah menyesuaikan karakteristik *sample design* tersebut dengan kapal yang akan dibangun. Setelah terlihat hasilnya, selanjutnya dilakukan penghalusan dengan menggunakan *software* AutoCAD

### **3.1.4 Perhitungan Teknis**

Setelah desain kapal sudah selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan perhitungan sesuai dengan literature yang telah dipelajari sebelumnya. Dalam perhitungan ini akan dicari hambatan kapal, kebutuhan daya, kebutuhan jumlah baterai dan panel surya, beban, berat dan stabilitas kapal.

### **3.1.5 Perancangan Rencana Umum dan 3D Kapal**

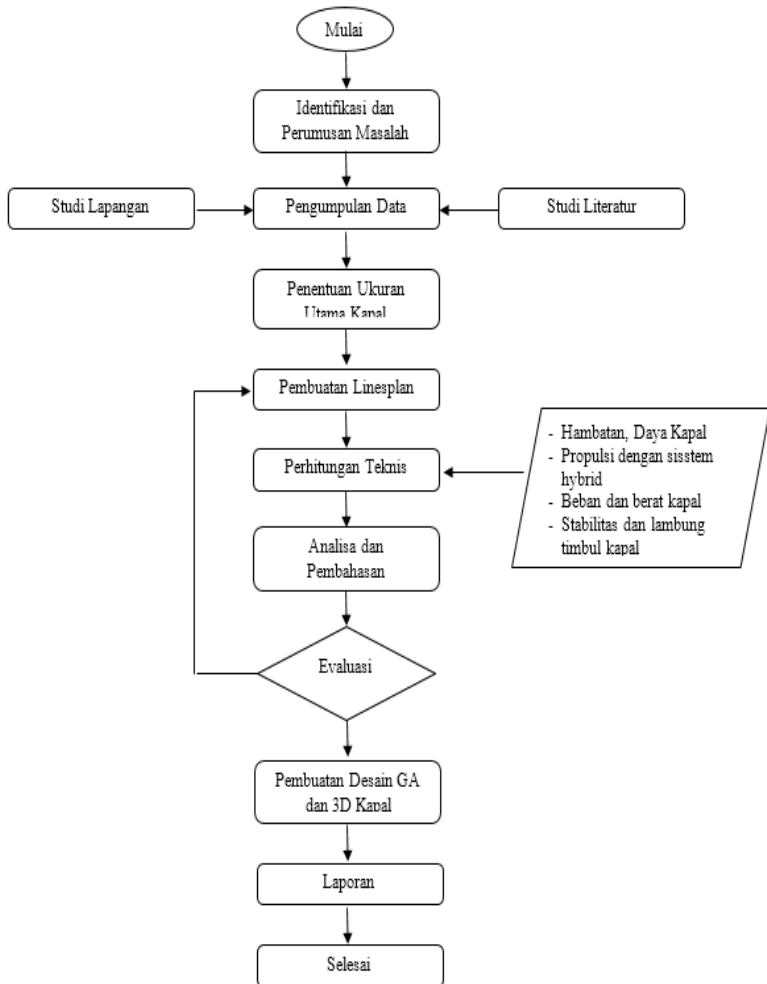
Setelah analisa dari perhitungan yang dilakukan telah selesai, tahap selanjutnya adalah melakukan pembuatan rencana umum dan dilanjutkan dengan menggambar desain 3 dimensi dari kapal. Untuk rencana umum dibantu dengan *software* AutoCad sedangkan untuk desain 3D dibantu dengan menggunakan *software* Sketchup.

### **3.1.6 Menyusun Laporan**

Tahapan terakhir dari metodologi penelitian ini adalah menyusun laporan. Apabila semua tahapan yang direncanakan dalam diagram alir telah selesai langkah selanjutnya adalah melakukan dokumentasi dengan menyusun laporan buku Tugas Akhir mulai dari tahap awal hingga tahap akhir analisa.

### 3.2 Diagram Alir

Gambar 3.1 di bawah ini memperlihatkan tahapan pengerjaan dari metodologi yang digunakan dalam Tugas Akhir.



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian**

## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Tinjauan Daerah Operasional**

##### **4.1.1 Tinjauan Umum**

Kepulauan Karimunjawa sebagai salah satu Taman Nasional, tentu memiliki daya tarik tersendiri bagi setiap wisatawan yang pernah singgah maupun yang berencana berlibur ke sana. Panorama laut yang begitu indah dengan hamparan pasir putih di setiap kawasan pantai pada gugusan pulau – pulau dan spot – spot diving dengan keanekaragaman biota lautnya dapat dinikmati wisatawan hanya beberapa mil dari Pulau Karimunjawa. Tidak hanya digunakan sebagai tempat pariwisata, Taman Nasioanal yang merupakan salah satu kawasan konservasi ini juga digunakan sebagai tempat penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan terkait keanekaragaman hayati yang ada di sana. Semua potensi wisata tersebut menjadikan Karimunjawa sebagai tujuan wisata bahari unggulan di Jawa Tengah.

Kawasan kepulauan ini terdiri dari 27 pulau – pulau kecil dan pulau Karimunjawa sebagai pusat pulau sekaligus sebagai pulau terbesar diantara pulau lainnya seperti P. Nyamuk, P. Parang, P. Genting, P. Parang, P. Bengkoang, P. Kemujan, P. Menjangan Besar, P. Menjangan Kecil dan masih banyak lagi.

Gambar 4.1 di bawah ini menunjukkan gugusan kepulauan Karimunjawa dengan Pulau Karimunjawa sebagai pulau terbesar.



**Gambar 4. 1 Gugusan kepulauan Karimunjawa**

#### **4.1.2 Wisatawan Karimunjawa**

Sebagai salah satu destinasi wisata andalan yang ada di Jawa Tengah, perkembangan pariwisata di Karimunjawa cukup pesat. Kemudahan akses transportasi merupakan hal terpenting untuk mengembangkan suatu obyek wisata. Pada saat ini untuk menuju Karimunjawa dapat diakses melalui jalur Jepara dan Semarang baik itu dengan menggunakan KMP Muria, KMC Kartini Ekspres ataupun KMC Santika Ekspres. Selain jalur darat, Karimunjawa sendiri sudah memiliki Bandar udara yang tentu mempermudah wisatawan yang ingin memakai jalur udara yang tentu lebih cepat.

Dengan semakin banyaknya akses transportasi menuju Karimunjawa, jumlah wisatawan yang berkunjungpun dari tahun ke tahun semakin bertambah. Dari data statistik yang dicatat oleh *Tourism Information Center* Jepara, jumlah wisatan baik lokal

maupun mancanegara tiap tahunnya mengalami peningkatan. Meskipun wisatawan nusantara masih mendominasi sebagai wisatawan terbanyak dari tahun ke tahun seperti yang telah ditunjukkan oleh gambar 1.1 pada bab 1 sebelumnya, dengan semakin banyaknya akses transportasi dan gencarnya promosi yang dilakukan diyakini kedepannya banyak wisatawan mancanegara yang singgah di Karimunjawa.

#### **4.1.3 Kapal Wisata Karimunjawa**

Selain pelabuhan utama, Pulau Karimunjawa memiliki satu pelabuhan lagi yang digunakan kapal – kapal wisata untuk bersandar dan siap mengantarakan wisatawan menuju spot – spot wisata yang ada di sana. Namun untuk mengeksplor spot wisata tersebut, wisatawan dihadapkan pada kondisi dimana jumlah kapal wisata yang digunakan kurang memenuhi. Jumlah kapal wisata yang ada bisa dibilang kurang banyak jika dibandingkan jumlah wisatawan yang ingin mengeksplor spot wisata dalam seharinya. Ada beberapa jenis kapal yang biasa digunakan wisatawan di sana yaitu kapal nelayan, kapal wisata dari kayu dan kapal wisata fiber. Gambar 4.2 di bawah ini memperlihatkan kondisi kapal wisata yang digunakan wisatawan untuk mengeksplor spot wisata yang ada di Karimunjawa. Kondisi kapal tersebut dapat dikatakan kurang menjual apabila wisatawan yang datang merupakan wisatawan kelas atas wisatawan mancanegara.



**Gambar 4. 2 Kapal wisata mengantarkan wisatawan ke spot diving**

#### **4.1.4 Spot dan Rute Wisata**

Wisatawan yang berkunjung ke Karimunjawa kebanyakan mengikuti *tour agent* yang sudah menentukan spot wisata mana yang akan dikunjungi. Normalnya dalam satu hari ada 5 lokasi yang dapat dikunjungi. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, spot dan rute wisata dibuat dan ditentukan berdasarkan data – data yang dikumpulkan dari beberapa *tour agent*. Ada 10 spot wisata yang dapat dieplor oleh wisatawan dalam dua hari.

##### **Rute I**

Pada hari pertama, wisatawan biasanya diajak untuk menikmati spot – spot wisata di sebelah timur Pulau Karimunjawa. Ilustrasi rute kapal secara umum dapat dilihat pada gambar 4.3 dan jarak yang ditempuh kapal dari spot wisata satu ke spot wisata lainnya dapat dilihat pada table 4.1 di bawah ini.



**Gambar 4. 3 Rute operasonal kapal wisata hari pertama**

**Tabel 4. 1 Rute dan jarak yang ditempuh pada hari pertama**

| No.                       | Rute                               | Jarak | Unit |
|---------------------------|------------------------------------|-------|------|
| 1                         | Pelabuhan - Gosong Tengah          | 15    | Km   |
| 2                         | Gosong Tengah - Gosong P. Tengah   | 1.1   | Km   |
| 3                         | Gosong P. Tengah - P. Cilik        | 1.2   | Km   |
| 4                         | P. Cilik - Gosong Seloka           | 4.8   | Km   |
| 5                         | Gosong Seloka - P. Menjangan Besar | 8.3   | Km   |
| 6                         | P. Menjangan Besar - Pelabuhan     | 0.5   | Km   |
| Total jarak yang dilewati |                                    | 30.9  | Km   |



## Rute II



**Gambar 4. 4 Rute operasonal kapal wisata hari kedua**

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4 di atas, pada hari kedua, wisatawan biasanya diajak untuk menikmati spot – spot wisata yang berada di sebelah barat Pulau Karimunjawa. Jarak yang ditempuh kapal dari spot wisata satu ke spot wisata lainnya pada hari kedua dapat dilihat pada table 4.2 di bawah ini.

**Tabel 4. 2 Rute dan jarak yang ditempuh pada hari kedua**

| No. | Rute                             | Jarak | Unit |
|-----|----------------------------------|-------|------|
| 1   | Pelabuhan - P. Menjangan Kecil   | 3.3   | Km   |
| 2   | P. Menjangan Kecil - Spot Diving | 1.2   | Km   |
| 3   | Spot Diving - P. Cemara Kecil    | 5.5   | Km   |
| 4   | P. Cemara Kecil - Gosong Cemara  | 1.2   | Km   |
| 5   | Gosong Cemara - Tanjung Gelam    | 2.8   | Km   |

| No.                              | Rute                      | Jarak | Unit |
|----------------------------------|---------------------------|-------|------|
| 6                                | Tanjung Gelam - Pelabuhan | 6.8   | Km   |
| <b>Total jarak yang dilewati</b> |                           | 20.8  | Km   |

Dari rute operasional kapal yang menghubungkan satu spot ke spot lainnya, rute operasional kapal yang pertama memiliki jarak tempuh yang lebih jauh, sehingga hal tersebut dapat dijadikan patokan untuk menentukan daya maksimal yang dibutuhkan kapal selama satu hari beroperasi. Toleransi 10 % diberikan sebagai koreksi keakuratan pengukuran jarak pada aplikasi google earth yang digunakan untuk memetakan rute operasional kapal.

Jadi, dalam sehari kapal beroperasi selama 3.5 jam dengan menempuh jarak sejauh 34 km atau sekitar 18,4 mil laut.

#### **4.2 *Design Requirement* dan Ukuran Utama Kapal**

Dalam perancangan kapal wisata pada Tugas Akhir ini, dengan memperhatikan kondisi di lapangan yaitu di Karimunjawa, ditentukan ada 3 *design requirement* yaitu kecepatan kapal, kapasitas penumpang dan rute operasional kapal wisata itu sendiri.

Dengan melihat kondisi alam Karimunjawa yang bagus dan suasana selama perjalanan menuju spot wisata satu ke spot wisata lainnya yang indah, sayang kalau dilewatkan begitu cepat. Selain itu tingkat kenyamanan wisatawan juga turut diperhitungkan dalam menentukan kecepatan kapal yang akan dirancang. Kapal rencananya akan memiliki kecepatan maksimal 7 knots dengan kecepatan dinasnya 6 knots. Selama studi lapangan yang pernah dilakukan, kebanyakan wisatawan menggunakan *tour agent* selama kunjungan wisatanya ke Karimunjawa. Kapasitas kapal yang digunakan *tour agent* biasanya mampu menampung 15 – 20

wisatawan. Dalam perancangan kapal wisata ini ditentukan bahwa kapal mampu mengangkut wisatawan sebanyak 20 orang ditambah 3 orang *tour guide* dan awak kapal sehingga total kapasitas penumpang kapal adalah 23 orang. Untuk rute operasional kapal, seperti yang sudah dijelaskan pada subbab 4.1.4 sebelumnya pada hari pertama wisatawan akan diajak untuk mengeksplor bagian timur dari Pulau Karimunjawa, sedangkan bagian barat dari Pulau Karimunjawa akan dieksplor pada hari berikutnya.

Ukuran utama kapal sangat penting untuk perhitungan dan perancangan selanjutnya. Metode yang digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal wisata ini adalah *point base design*. Tabel 4.3 menunjukkan ukuran utama kapal yang disesuaikan dengan kebutuhan design kapal sebenarnya yang akan dirancang nantinya.

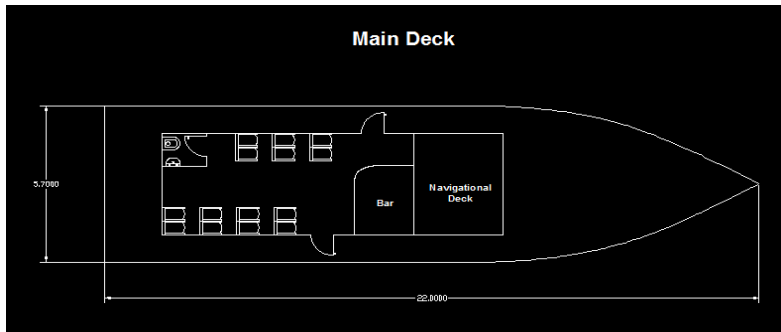
**Tabel 4. 3 Ukuran utama kapal**

| No. | Item | Value | Unit |
|-----|------|-------|------|
| 1   | Lwl  | 22    | m    |
| 2   | B    | 5.7   | m    |
| 3   | H    | 2     | m    |
| 4   | T    | 1.2   | m    |
| 5   | Cb   | 0.57  |      |

### **4.3 Design Layout Awal**

*Design layout* ini dibuat berdasarkan ukuran utama kapal yang sebelumnya telah ditentukan dengan menggunakan metode *point base design*. Dengan mengetahui ukuran utama kapal yang sebelumnya sudah memperhitungkan jumlah penumpang kapal, lebar gangway kapal, panjang dan lebar kapal dapat dipastikan

*design layout* awal ini akan menjadi dasar untuk perancang dan perhitungan selanjutnya. Gambar 4.5 di bawah menunjukkan bentuk dari *design layout* awal kapal yang nantinya akan dijadikan dasar untuk perancangan kapal wisata ini.



**Gambar 4. 5** *Design layout* awal kapal

#### **4.4 Perhitungan Koefisien**

Setelah didapatkan ukuran utama kapal yang akan dirancang, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap koefisien – koefisien.

##### **4.4.1 Froude Number (Fn)**

Froude number akan berhubungan dengan kecepatan kapal. Semakin besar kecepatan kapal secara matematis akan memiliki froud number yang semakin besar juga. Perhitungan Fn mengacu pada formula 4.1 di bawah ini.

$$Fn = V/\sqrt{(g \times L)} \quad (4.1)$$

*(Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998)*

Dimana :

Fn = Froude number

- V = Kecepatan kapal (m/s)  
 g = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)  
 L = Panjang kapal (m)

Dari hasil perhitungan yang dilakukan nilai froude number sebesar 0.25

#### 4.4.2 Displacement Kapal ( $\Delta$ )

Nilai displacement kapal diperoleh dari perhitungan hidrostatis model kapal yang di *running* pada *software maxsurf modeller* dan memiliki nilai sebesar 82.4 ton. Gambar 4.6 di bawah ini merupakan hasil *screen capture* yang didapatkan pada saat *running* mode kapal pada *software maxsurf modeler*.

|    | Measurement           | Value   | Units          |
|----|-----------------------|---------|----------------|
| 1  | Displacement          | 82.43   | t              |
| 2  | Volume (displaced)    | 80.420  | m <sup>3</sup> |
| 3  | Draft Amidships       | 1.200   | m              |
| 4  | Immersed depth        | 1.200   | m              |
| 5  | WL Length             | 21.949  | m              |
| 6  | Beam max extents o    | 5.555   | m              |
| 7  | Wetted Area           | 120.160 | m <sup>2</sup> |
| 8  | Max sect. area        | 5.240   | m <sup>2</sup> |
| 9  | Waterpl. Area         | 97.034  | m <sup>2</sup> |
| 10 | Prismatic coeff. (Cp) | 0.699   |                |
| 11 | Block coeff. (Cb)     | 0.550   |                |
| 12 | Max Sect. area coeff  | 0.787   |                |
| 13 | Waterpl. area coeff.  | 0.796   |                |
| 14 | LCB length            | 8.683   | from z         |
| 15 | LCF length            | 9.109   | from z         |
| 16 | LCB %                 | 39.560  | from z         |
| 17 | LCF %                 | 41.500  | from z         |
| 18 | KB                    | 0.736   | m              |

Gambar 4. 6 Hasil Running *Running Software Maxsurf Modeller*.

#### 4.4.3 Coefisien Block ( $C_B$ )

Untuk menghitung  $C_B$  dapat menggunakan formula 4.2

$$C_B = \nabla / (L.B.T) \quad (4.2)$$

*(Sahoo, Salas & Schwezt, 1997)*

Dimana :

|          |                       |           |
|----------|-----------------------|-----------|
| $C_B$    | = Koefisien blok      |           |
| $\nabla$ | = Volume displasement | ( $m^3$ ) |
| L        | = Panjang kapal       | (m)       |
| B        | = Lebar kapal         | (m)       |
| T        | = Sarat kapal         | (m)       |

Jadi dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $C_B$  sebesar 0,58

#### 4.4.4 Koefisien Luas Midship ( $C_M$ )

Untuk menghitung  $C_M$  dapat menggunakan formula 4.3 di bawah ini.

$$C_M = 0,977 + 0,085 (C_B - 0,6) \quad (4.3)$$

*(Parametric Ship Design)*

Dimana :

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| $C_M$ | = Koefisien luas midship |
| $C_B$ | = Koefisien block        |

Jadi dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $C_M$  sebesar 0,97

#### 4.4.5 Koefisien Prismatic ( $C_P$ )

Untuk menghitung  $C_P$  dapat menggunakan formula 4.4 di bawah ini.

$$C_P = C_B / C_M \quad (4.4)$$

(*Parametric Ship Design*)

Dimana :

$C_P$  = Koefisien prismatic

$C_B$  = Koefisien block

$C_M$  = Koefisien luas midship

Jadi dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $C_P$  sebesar 0,55

#### 4.4.6 Koefisien Bidang Garis Air ( $C_{WP}$ )

Untuk menghitung  $C_{WP}$  dapat menggunakan formula 4.5 di bawah ini.

$$C_{WP} = 0,180 + (0,860 \times C_P) \quad (4.5)$$

(*Parametric Ship Design*)

Dimana :

$C_{WP}$  = Koefisien bidang garis air

$C_P$  = Koefisien prismatic

Jadi dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $C_{WP}$  sebesar 0,65

### 4.5 Perhitungan Hambatan Kapal

Nilai hambatan kapal diperoleh dari perhitungan hidrostatis model kapal yang dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf hidromax*. Metode perhitungan hambatan pada *software maxsurf hidromax* yang dipilih adalah Van Oortmerssen Power.

| Speed (kn) | Froude No. LWL | Froude No. Vol. | Van Oortmerssen Resist. (kN) | Van Gortmerssen Power (kW) |
|------------|----------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| 1.250      | 0.044          | 0.099           | 0.1                          | 0.053                      |
| 1.500      | 0.053          | 0.119           | 0.1                          | 0.089                      |
| 1.750      | 0.061          | 0.138           | 0.2                          | 0.138                      |
| 2.000      | 0.070          | 0.158           | 0.2                          | 0.204                      |
| 2.250      | 0.079          | 0.178           | 0.3                          | 0.296                      |
| 2.500      | 0.088          | 0.198           | 0.3                          | 0.426                      |
| 2.750      | 0.096          | 0.217           | 0.4                          | 0.610                      |
| 3.000      | 0.105          | 0.237           | 0.6                          | 0.861                      |
| 3.250      | 0.114          | 0.257           | 0.7                          | 1.186                      |
| 3.500      | 0.123          | 0.277           | 0.9                          | 1.589                      |
| 3.750      | 0.131          | 0.297           | 1.1                          | 2.070                      |
| 4.000      | 0.140          | 0.316           | 1.3                          | 2.627                      |
| 4.250      | 0.149          | 0.336           | 1.5                          | 3.256                      |
| 4.500      | 0.158          | 0.356           | 1.7                          | 3.955                      |
| 4.750      | 0.167          | 0.376           | 1.9                          | 4.721                      |
| 5.000      | 0.175          | 0.395           | 2.2                          | 5.539                      |
| 5.250      | 0.184          | 0.415           | 2.4                          | 6.483                      |
| 5.500      | 0.193          | 0.435           | 2.6                          | 7.424                      |
| 5.750      | 0.202          | 0.455           | 2.9                          | 8.443                      |
| 6.000      | 0.210          | 0.474           | 3.3                          | 10.181                     |
| 6.250      | 0.219          | 0.494           | 3.5                          | 11.206                     |
| 6.500      | 0.228          | 0.514           | 3.5                          | 11.740                     |
| 6.750      | 0.237          | 0.534           | 4.2                          | 14.707                     |
| 7.000      | 0.245          | 0.553           | 5.6                          | 20.017                     |

**Gambar 4. 7 Nilai Hambatan Kapal pada Maxsurf Hidromax**

Pada Gambar 4.7 diperlihatkan hasil *running* model kapal yang dilakukan pada *software maxsurf hidromax* dengan metode van oortmerssen untuk mencari nilai hambatan kapal pada beberapa variasi kecepatan kapal. Nilai dari hambatan kapal yang dihasilkan dengan parameter kecepatan 7 knots adalah sebesar 5,6 kN.

#### **4.6 Perhitungan Kebutuhan Power**

Setelah nilai dari hambatan kapal diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan kebutuhan power yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Berikut ini merupakan langkah – langkah dan formula yang digunakan acuan dalam melakukan perhitungan kebutuhan power kapal.



a. *Effective Horse Power (EHP)*

$$\text{EHP} = R_t \times V \quad (4.6)$$

*(Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998)*

$$\text{EHP} = 20,16 \text{ Kw}$$

$$= 27,42 \text{ HP}$$

b. *Propulsive Coefficient Calculation*

$$\eta_H = \text{Hull Efficiency}$$

$$= (1-t) / (1-w) \quad (4.7)$$

*(Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998)*

$$t = 0.325 C_b - 0.1885 D/\sqrt{(B.T)} \quad (4.8)$$

$$= 0.138$$

*(Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998)*

$$w = 0.3C_b + 10 C_v C_b - 0.1 \quad (4.9)$$

$$= 0.098$$

*(Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998)*

$$\eta_H = 0.956$$

$$\eta_O = \text{Open Water Test Propeller Efficiency}$$

$$= 0.75 \quad (\text{asumsi berdasarkan hasil open water test pada umumnya})$$

$$\eta_R = \text{Rotative Efficiency}$$

$$= 0.9737 + 0.111 (C_P - 0.0227 L_{CB}) - 0.063 P/D \quad (4.10)$$

*(Ship Resistance and Propulsion modul 7)*

$$\eta_R = 0.969$$

$$\begin{aligned}\eta_D &= \text{Quasi - Propulsive Coefficient} \\ &= \eta_H \times \eta_O \times \eta_R\end{aligned}\quad (4.11)$$

*(Principles of Naval Architectur Vol.2, 1998)*

$$\eta_D = 0.69$$

c. *Delivery Horse Power (DHP)*

$$DHP = EHP / \eta_D \quad (4.12)$$

*(Ship Resistance and Propulsion modul 7)*

$$DHP = 29,04 \text{ kW}$$

d. *Brake Horse Power (BHP)*

$$\begin{aligned}BHP &= \text{Engine magin 15\%} \\ &= 24,68 \text{ kW} \\ &= 33,56 \text{ HP}\end{aligned}\quad (4.13)$$

## 4.7 Perhitungan Lampu, Alat Navigasi dan Komunikasi

### 4.7.1 Perhitungan Lampu

Dalam melakukan perhitungan dan pemilihan lampu yang rencananya akan digunakan di kapal wisata ini, mengacu pada pedoman perhitungan dan tipe lampu yang terdapat dalam Buku Diktat Perencanaan Instalasi Listrik Kapal.

Dalam perhitungan untuk menentukan kebutuhan lampu ini digunakan contoh perhitungan yang ada di dalam ruang penumpang utama. Berikut ini penjelasan dari perhitungan kebutuhan lampu pada ruang penumpang utama.

- Luasan Ruangan (A)  
Berdasarkan *general arrangement* yang telah dirancang, dimensi dari ruang penumpang utama adalah sebagai berikut :

Panjang (p) : 9,50 m

Lebar (l) : 3,30 m

Tinggi (T) : 2,20 m

$$A = p \times l$$

$$A = 9,50 \times 3,30$$

$$A = 31,35 \text{ m}^2$$

Jadi luasan ruang penumpang utama adalah 31,35 m<sup>2</sup>

- Indeks Ruang (K)

$$h = T - H$$

$$h = 2,20 - 0,7$$

$$h = 1,50$$

$$K = \frac{pxl}{hx(p+l)}$$

$$K = \frac{9,50 \times 3,30}{1,50 \times (9,50 + 3,30)}$$

$$K = 31,35$$

Jadi nilai indeks ruangan dari ruang penumpang utama adalah 31,35

- Tipe Lampu

Berdasarkan pemilihan lampu yang ada pada Buku Diktat Perencanaan Instalasi Listrik Kapal, didapatkan tipe armature lampu sebagai berikut :

Indeks lampu : LEF-151N

Tipe lampu : LED

Daya : 15 Watt

Jumlah armature : 1

- Faktor Refleksi  
Pada perhitungan pemilihan kebutuhan lampu pada kapal wisata ini, digunakan factor refleksi sebagai berikut :

$$Cf \text{ (Ceiling Factor)} = 0,75$$

$$Cw \text{ (Wall Factor)} = 0,5$$

$$Ff \text{ (Floor Factor)} = 0,1$$

- Flux ( $\Phi$ )  
Berdasarkan kebutuhan cahaya yang ada di ruang penumpang utama, intensitas cahaya yang dibutuhkan sebesar 150 lux. Berikut ini perhitungan untuk nilai flux yang dibutuhkan.

$$\Phi = \frac{(E \times A)}{Eff \text{ Armature}}$$

$$\Phi = \frac{(150 \times 31,35)}{0,29}$$

$$\Phi = 16366,93 \text{ lumen}$$

- Flux Lampu  
Nilai dari flux lampu dipengaruhi oleh nilai Im. Untuk lampu LED nilai Im adalah 360, sehingga nilai flux lampu adalah sebagai berikut :

$$\Phi \text{ Lampu} = Im \times P \times n$$

$$\Phi \text{ Lampu} = 360 \times 15 \times 1$$

$$\Phi \text{ Lampu} = 5400 \text{ lumen}$$

- Jumlah Titik Lampu  
Dari perhitungan di atas, didapatkan jumlah titik lampu yang dibutuhkan dengan melakukan pembagian flux dengan flux lampu yang digunakan.

$$n = \frac{\Phi}{\Phi \text{ Lampu}}$$

$$n = \frac{16366,93}{5400}$$

$$n = 3,03$$

Sehingga jumlah titik lampu yang dibutuhkan pada ruang penumpang utama kapal adalah sejumlah 3 buah.

Untuk melakukan perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu pada ruangan lainnya digunakan cara yang sama seperti perhitungan di atas. Untuk kalkulasi jumlah titik lampu di kapal ini dapat dilihat pada lampiran 9.

#### 4.7.2 Perhitungan Alat Navigasi dan Komunikasi

Untuk kebutuhan peralatan navigasi dan komunikasi pada kapal ini dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5 di bawah ini.

**Tabel 4. 4 Peralatan Navigasi dan Komunikasi**

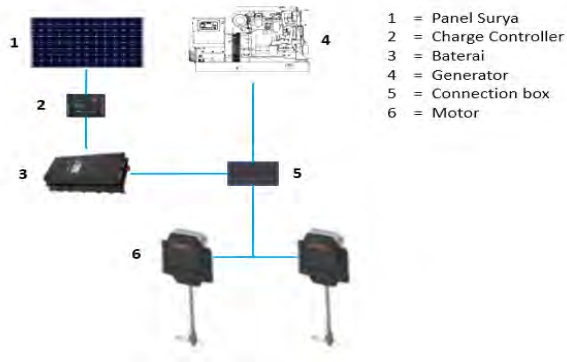
| No | Equipment          | Specification |             |           | Unit | Total Power (W) |
|----|--------------------|---------------|-------------|-----------|------|-----------------|
|    |                    | Maker         | Series/Type | Power (W) |      |                 |
| 1  | VHF Radio          | FURUNO        | FM-4000     | 25        | 1    | 25              |
| 2  | GPS Radar Display  | FURUNO        | MFD8        | 29        | 1    | 29              |
| 3  | GPS Radar Receiver | FURUNO        | GP-320B     | 1.3       | 1    | 1.3             |
| 4  | NAVTEX             | FURUNO        | NX-300      | 3         | 1    | 3               |
| 5  | Echo Sounder       | SPERRY MARINE | ES 5100     | 35        | 1    | 35              |

**Tabel 4. 5 Peralatan Lampu Navigasi**

| No | Equipment       | Specification |             |           | Unit | Total Power (W) |
|----|-----------------|---------------|-------------|-----------|------|-----------------|
|    |                 | Maker         | Series/Type | Power (W) |      |                 |
| 1  | Masthead Light  | KDKKOREA      | LENM2A-S06W | 6         | 1    | 6               |
| 2  | Starboard Light | KDKKOREA      | LENT2A-S04G | 4         | 1    | 4               |
| 3  | Port Light      | KDKKOREA      | LENP2A-S46R | 4         | 1    | 4               |
| 4  | Sternlight      | KDKKOREA      | LENS2A-S04W | 4         | 1    | 4               |

#### **4.8 Pemilihan Motor Penggerak**

Sistem hybrid di kapal ini merupakan sebuah konsep perpaduan atau penggabungan dua atau lebih sumber energi yang digunakan pada sistem propulsinya. Dalam hal ini, sumber energi yang digabungkan adalah bahan bakar minyak dan sinar matahari melalui panel surya. Gambar 4.7 menunjukkan skema sistem hybrid sederhana dengan menggunakan motor penggerak DC dan generator DC.



**Gambar 4. 8 Skema sistem hybrid dengan motor listrik dan generator DC**

Terdapat dua jenis motor listrik, yakni *inboard* dan *outboard*. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk memilih salah satu dari dua jenis motor listrik tersebut ialah :

- a. Pengaruh berat motor listrik terhadap sarat kapal. dari hasil observasi penulis, motor listrik inboard lebih berat dari pada outboard.
- b. Dimensi dari motor listrik apakah sesuai dengan kapasitas ruangan yang tersedia. Motor listrik outboard tidak perlu ruangan khusus.
- c. Harga dari motor listrik inboard lebih murah.
- d. Instalasi motor listrik inboard lebih rumit.
- e. Rencana jangka panjang dalam hal perawatan dari motor listrik. Perawatan motor listrik inboard lebih rumit dan memerlukan pengedokan.

Dengan berbagai pertimbangan di atas, maka perancangan kapal wisata dalam Tugas Akhir ini menggunakan jenis motor listrik *outboard*.

**Tabel 4. 6 Spesikasi Motor Listrik**

|                   |  |
|-------------------|--|
| Input Power       | 25 Kw  |
| Nominal Voltage   | 345 Volt   |
| Comparable petrol | 40 Hp  |
| Weight            | 149 Kg   |
| Range of use      | Lakes, coast, rivers - suitable for salt water use |

Pada tabel 4.6 di atas ditunjukkan spesifikasi teknis motor listrik dari motor listrik Deep Blue 40 RL.

#### **4.9 Pemilihan Panel Surya**

Jumlah dari panel surya yang akan digunakan ditentukan berdasarkan luasan atap kapal sesuai perencanaan design bangunan atas dan perdasarkan perhitungan kebutuhan daya listrik yang akan disimpan di baterai untuk suplai daya ke motor listrik.

Saat ini tersedia berbagai macam jenis panel surya yang diantaranya adalah sebagai berikut :

- Polycrystalline  
Panel surya jenis ini memiliki susunan kristal acak dan tersusun dari beberapa kristal silicon.
- Monocrystalline



Berbeda dengan polycrystalline, panel surya jenis ini hanya tersusun dari satu kristal silicon.

- Amorphous  
Amorphous solar panel merupakan jenis panel surya yang tidak memiliki struktur kristal dan tingkat efisiensi dari jenis panel surya ini sangat rendah. Biasanya hanya digunakan untuk kalkulator bertenaga surya.
- Compound  
Jenis panel surya compound terbuat dari lempengan tembaga.

Berdasarkan tingkat efisiensi dari beberapa katalog panel surya yang ada di pasaran maka dipilihlah panel surya pabrikan sunpower jenis monocrystalline. Tabel 4.7 memperlihatkan spesifikasi panel surya yang telah dipilih dalam perencanaan perancangan kapal ini.

**Tabel 4. 7 Spesifikasi panel surya XR21-345**

| <b>Item</b>           | <b>Value</b> | <b>Unit</b> |
|-----------------------|--------------|-------------|
| Pnom                  | 345          | W           |
| Power Tolerance       | +5%          |             |
| Avg. Panel Efficiency | 21,5%        |             |
| Rate Voltage          | 57,3         | V           |
| Rate Current          | 6,02         | A           |
| L                     | 1559         | m           |
| B                     | 1064         | m           |

Berikut ini merupakan perhitungan kebutuhan daya listrik yang harus disuplai oleh panel surya.

- Jumlah daya yang dibutuhkan untuk input ke motor listrik. Motor listrik yang dipilih sebagai mesin penggerak memiliki daya inputan 25 kw dan dari penentuan rute operasional kapal yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya, ditentukan waktu operasional kapal adalah 3,5 jam.

$$P_1 = 25 \text{ kw} \times 3,5 \text{ jam}$$

$$P_1 = 87,5 \text{ kwh}$$

- Kebutuhan daya peralatan navigasi, komunikasi dan lampu. Pada perhitungan kebutuhan daya peralatan navigasi, komunikasi dan lampu di kapal ini diasumsikan untuk kebutuhan operasi selama 10 jam.

$$P_2 = 0,32 \text{ kw} \times 10 \text{ jam}$$

$$P_2 = 3,2 \text{ kwh}$$

- Total kebutuhan daya

$$P = P_1 + P_2$$

$$P = 87,5 \text{ kwh} + 3,2 \text{ kwh}$$

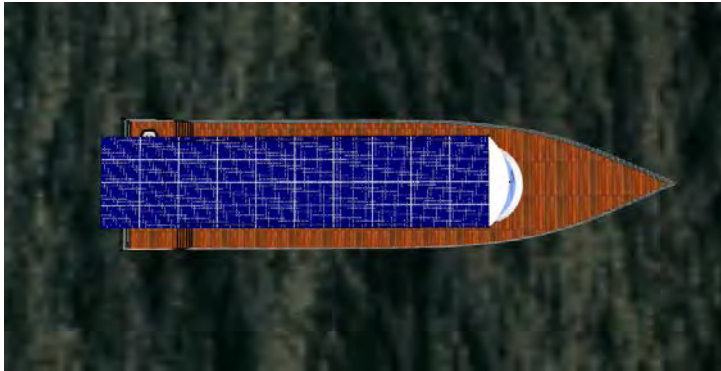
$$P = 90,7 \text{ kwh}$$

- Jumlah panel surya yang dibutuhkan

Diasumsikan total kebutuhan daya di atas dapat disuplai oleh panel surya sebesar 70% dan generator 30%. Maka daya yang harus dihasilkan panel surya adalah  $70\% \times 90,7 \text{ kwh} = 63,5 \text{ kwh}$ .

Sinar matahari puncak di Indonesia yang dapat dikonversi panel surya menjadi energi listrik 100% adalah 5 jam. Jadi selama satu jam panel surya harus mampu menyuplai sebesar 12,74 kwh. Maka jumlah panel surya yang dibutuhkan sesuai output dari panel surya yang dipilih (Tabel 4.7) adalah 37 pcs.

Sebagai pembulatan dan koreksi terhadap efisiensi panel surya maka untuk perancangan panel surya ditentukan berjumlah 40 pcs. Jumlah tersebut memiliki luasan penampang sebesar 64 m<sup>2</sup> dan dapat dilihat pada Gambar 4. 9 yang menunjukkan letak panel surya pada bentuk pandangan atas kapal.



**Gambar 4. 9 Panel Surya pada Pandangan Atas Kapal**

#### **4.10 Pemilihan Baterai**

Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Pada perhitungan panel surya sebelumnya didapatkan jumlah panel surya yang harus disediakan sejumlah 40 pcs. Dari spesifikasi yang dapat kembali dilihat pada Tabel 4.7 terhitung jumlah daya yang dapat dihasilkan panel surya dalam satu jam adalah 13,8 Kw. Selama waktu puncak sinar matahari, daya listrik yang dapat dihasilkan 40 buah panel surya adalah 69 Kw. Dengan spesifikasi baterai yang sesuai pada Table 4.8, maka jumlah baterai yang direncanakan untuk diinstalasi sebanyak 8 unit yang dipasang secara seri.

**Tabel 4. 8 Spesifikasi Smart Baterai 48V 300A**

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| Amp Hours                | 300                |
| Voltage                  | 48 Volt            |
| Life Expectancy          | 3000 – 5000 Cycles |
| Weight                   | 374 Lbs            |
| Efficiency               | 99%                |
| Operating Temperature    | -4 F + 158 F       |
| Auto Over Voltage Cutoff | 64 V               |

#### **4.11 Pemilihan Charger Controller**

Fungsi dari *charge control* sendiri adalah untuk mengatur tegangan dan arus dari susunan panel surya ke pengisian baterai dan melindungi baterai dari tingkat pengisian yang diperbolehkan pabrikan dari baterai.

Dari dua jenis solar charger controller yang ada di pasaran, pada perancangan ini dipilih charger controller jenis MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). Dengan MPPT, tegangan output dari panel surya yang besar dapat dikonversi ke tegangan baterai yang lebih kecil tanpa mengurangi daya yang dihasilkan oleh panel surya itu sendiri. Spesifikasi dari solar charger controller yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

**Tabel 4. 9 Spesifikasi Charger Controller WP-Suntrack 80 Amp**

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| Nominal Battery Volage          | 12V / 24V / 48V       |
| Maximum Solar power Recommended | 1250W / 2500W / 5000W |

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Maximum Solar VOC           | 80VDC / 150VDC /<br>150VDC |
| Maximum Solar Vmp           | 75VDC / 145VDC /<br>145VDC |
| Maximum Output Current      | 80A                        |
| Power Conversion Efficiency | 98%                        |
| Weight                      | 5.5kG                      |

#### **4.12 Pemilihan Generator**

Penggunaan tenaga surya sebagai sumber energi satu – satunya di kapal masih belum memungkinkan. Hal ini disebabkan ketersediaan panas matahari dengan kondisi cuaca dan efisiensi yang masih rendah. Meskipun kebutuhan daya bisa tercukupi oleh panel surya, itupun tidak efektif dengan jumlah panel surya yang terlalu banyak dan membuat desain kapal terlihat tidak bagus. Selain itu, harga instalasi akan semakin tinggi. Dengan memperhatikan hal tersebut, masih diperlukan kombinasi dengan generator untuk menghasilkan listrik yang dibutuhkan motor sebagai mesin penggerak.

Seperti yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya, daya listrik sebagai sumber untuk motor penggerak dihasilkan dari generator dan panel surya dengan pembagian 70% suplai daya dari panel surya dan 30% dari generator. Dengan melihat kebutuhan daya untuk mesin penggerak, juga sebagai suplai daya untuk kebutuhan peralatan lainnya, maka generator yang dipilih adalah Whisperpower Genverter 50 dengan spesifikasinya yang dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini.

**Tabel 4. 10 Spesifikasi Generator Whisperpower GV50**

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Nominal Power        | 50 kW at 3200 RPM         |
| Rated Output voltage | up to 750 VDC             |
| Sound level          | 58 dBA at 1500 RPM at 7 m |
| Engine model         | MO114M38                  |
| Number of cylinders  | 4 inline                  |
| Weight               | 400 kg                    |
| Size (L,B,H)         | 1062 x 830 x 868 mm       |

### **4.13 Perhitungan Beban**

Tujuan dilakukannya perhitungan beban sendiri adalah untuk mengetahui besarnya beban yang terjadi pada kapal. Selain itu, dengan melakukan perhitungan beban kita juga dapat mengetahui seberapa tebal pelat untuk kapal yang masih boleh digunakan, dengan kata lain pada perancangan kapal ini seberapa tebal lapisan fiber yang bisa digunakan untuk konstruksi kapal.

#### **4.13.1 Beban Lambung**

Untuk melakukan perhitungan beban, peraturan yang digunakan untuk kapal dengan ukuran kurang dari 24 m bisa mengacu pada BKI vol 8 edisi 2013.

Dalam peraturan BKI vol 8 edisi 2013 tentang *basic principles for load determination* subbab *hull loading*, perhitungan beban pada lambung kapal terdiri dari dua bagian perhitungan, yaitu perhitungan beban untuk lambung alas kapal dan perhitungan beban untuk sisi kapal.

- Lambung Alas Kapal

Untuk beban alas lambung kapal pada daerah lebih dari sama dengan  $0,4 L + FP$  adalah :

$$PB = 2,7 L + 3,29 \text{ KN/ m}^2 \quad (4.14)$$

$$PB = 62,69 \text{ KN/ m}^2$$

Jadi nilai dari beban alas lambung kapal pada daerah lebih dari sama dengan  $0,4 L + FP$  adalah  $62,69 \text{ KN/ m}^2$

Untuk beban alas lambung kapal pada daerah kurang dari  $0,4 L + AP$  adalah :

$$PB = 2,16 L + 2,63 \text{ KN/ m}^2 \quad (4.15)$$

$$PB = 50,15 \text{ KN/ m}^2$$

Jadi nilai dari beban alas lambung kapal pada daerah kurang dari  $0,4 L + FP$  adalah  $50,15 \text{ KN/ m}^2$

- Lambung Sisi Kapal

Untuk beban samping lambung kapal pada daerah lebih dari sama dengan  $0,4 L + AP$  adalah :

$$PS = 1,88 L + 1,76 \text{ KN/ m}^2 \quad (4.16)$$

$$PS = 43,12 \text{ KN/ m}^2$$

Jadi nilai dari beban samping lambung kapal pada daerah lebih dari sama dengan  $0,4 L + FP$  adalah  $43,12 \text{ KN/ m}^2$

Untuk beban samping lambung kapal pada daerah kurang dari  $0,4 L + AP$  adalah :

$$PS = 1,5 L + 1,41 \text{ KN/ m}^2 \quad (4.17)$$

$$PS = 34,41 \text{ KN/ m}^2$$

Jadi nilai dari beban samping lambung kapal pada daerah kurang dari  $0,4 L + AP$  adalah  $34,41 \text{ KN/ m}^2$

#### 4.13.2 Beban Geladak Utama

Sama halnya dengan perhitungan beban lambung, untuk perhitungan beban pada geladak dan bangunan atas, untuk kapal dengan ukuran kurang dari 24 m juga mengacu pada BKI vol 8 edisi 2013.

Dalam peraturan BKI vol 8 edisi 2013 tentang *basic principles for load determination subbab deck and superstructure loading*, perhitungan beban terdiri dari tiga bagian perhitungan, yaitu perhitungan beban untuk geladak utama, kabin dan bangunan atas kapal.

- Geladak Utama

$$PD = 0,26 L + 8,24 \text{ KN/ m}^2 \quad (4.18)$$

$$PD = 13,96 \text{ KN/ m}^2$$

Jadi nilai dari beban geladak utama adalah 13,96 KN/ m<sup>2</sup>

- Kabin

Pada kabin dilakukan perhitungan beban untuk bagian geladaknya dan untuk bagian dinding kabinnya.

- Geladak kabin

$$PD_{\text{kabin}} = 0,235 L + 7,42 \text{ KN/ m}^2 \quad (4.19)$$

$$PD_{\text{kabin}} = 12,59 \text{ KN/ m}^2$$

Jadi nilai dari beban geladak kabin adalah 12,59 KN/ m<sup>2</sup>

- Dinding kabin

$$PScabin = 0,26 L + 8,24 \text{ KN/ m}^2 \quad (4.20)$$

$$PScabin = 13,96 \text{ KN/ m}^2$$



Jadi nilai dari beban dinding kabin adalah  $13,96 \text{ KN/ m}^2$

- **Bangunan atas**

Pada bangunan atas dilakukan perhitungan beban hanya untuk bagian geladaknya, karena bangunan atasnya terbuka tanpa memiliki dinding.

- Geladak bangunan atas

$$PDdh = (0,235 L + 7,42) (1-h'/10) \text{ KN/ m}^2 \quad (4.21)$$

$h' = 0,5h$  nilai  $h$  merupakan tinggi bangunan atas dari geladak utama yaitu 2 m. Jadi untuk nilai  $h'$  adalah 1 m.

$$PDdh = 11,33 \text{ KN/ m}^2$$

Jadi nilai dari beban geladak pada bangunan atas adalah  $11,33 \text{ KN/ m}^2$

#### **4.14 Perhitungan Berat**

Perhitungan berat kapal dibedakan menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). Berikut ini merupakan perhitungan berat kapal yang dirancang pada Tugas Akhir ini.

##### **4.14.1 Perhitungan LWT (*Light Weight Tonnage*)**

Berat LWT pada kapal terdiri dari beberapa komponen yaitu baja kapal, permesinan, kelistrikan dan peralatan yang sifatnya tidak mudah berpindah. Tabel 4. 11 memperlihatkan rekapitulasi dari perhitungan berat LWT kapal yang dirancang.

**Tabel 4. 11 Perhitungan LWT Kapal**

| No       | Item                                  | Value     | Unit              |
|----------|---------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>1</b> | <b>Berat Lambung (hull) Kapal</b>     |           |                   |
|          | Dari software Maxsurf Pro & Autocad   |           |                   |
|          | Luas Lambung bagian alas              | 110551000 | mm <sup>2</sup>   |
|          | Luas Lambung bagian alas              | 110.55    | m <sup>2</sup>    |
|          | Berat kulit lambung bagian alas       | 98.88     | kg/m <sup>2</sup> |
|          | Berat total kulit lambung bagian alas | 10931.24  | kg                |
|          | Luasan Lambung bagian sisi            | 63580000  | mm <sup>2</sup>   |
|          | Luasan Lambung bagian sisi            | 63.58     | m <sup>2</sup>    |
|          | Berat kulit lambung bagian sisi       | 70.98     | kg/m <sup>2</sup> |
|          | Berat total kulit lambung bagian sisi | 4512.98   | kg                |
|          | Berat sekat kapal                     | 729.86    | Kg                |
|          | Berat Total Lambung Kapal             | 16174.09  | kg                |
|          | Berat Total Lambung Kapal             | 16.17     | ton               |
| <b>2</b> | <b>Berat Geladak Kapal</b>            |           |                   |
|          | Dari software Maxsurf Pro             |           |                   |
|          | Total luasan geladak kapal            | 118356000 | mm <sup>2</sup>   |
|          | Total luasan geladak kapal            | 118.36    | m <sup>2</sup>    |
|          | Berat geladak                         | 67.31     | kg/m <sup>2</sup> |
|          | Berat Total eladak Kapal              | 7966.82   | kg                |
|          | Berat Total Geladak Kapal             | 7.96      | ton               |
| <b>3</b> | <b>Berat Kulit Bangunan Atas</b>      |           |                   |

| No       | Item  | Value   | Unit              |
|----------|---|---------|-------------------|
|          | Luas Sisi Samping Bangunan Atas                 | 61.46   | m <sup>2</sup>    |
|          | Berat Sisi Samping Bangunan Atas                | 66.03   | kg/m <sup>2</sup> |
|          | Berat Total Sisi Samping Bangunan Atas          | 4058.48 | kg                |
|          | Luas Sisi Depan & Belakang Bangunan Atas        | 14.52   | m <sup>2</sup>    |
|          | Berat Sisi Depan & Belakang Bangunan Atas       | 73.82   | kg/m <sup>2</sup> |
|          | Berat Total Sisi Depan & Belakang Bangunan Atas | 1071.91 | kg                |
|          | Luas Geladak Bangunan Atas                      | 37.65   | m <sup>2</sup>    |
|          | Berat Geladak Bangunan Atas                     | 60.64   | kg/m <sup>2</sup> |
|          | Berat Total Geladak Bangunan Atas               | 2282.95 | kg                |
|          | Berat Total Kulit Bangunan Atas                 | 7413.34 | kg                |
|          | Berat Total Kulit Bangunan Atas                 | 7.41    | ton               |
| <b>4</b> | <b>Berat Konstruksi Lambung Kapal</b>           |         |                   |
|          | Berat konstruksi lambung kapal                  |         |                   |
|          | Berat fiber lambung + geladak kapal             | 24.14   | ton               |
|          | 70% dari berat fiber lambung kapal              | 16.89   | ton               |
|          | Berat Konstruksi Lambung Total                  | 16.89   | ton               |
| <b>5</b> | <b>Berat Konstruksi Bangunan Atas</b>           |         |                   |
|          | Berat fiber bangunan atas                       | 7.41    | ton               |
|          | 70% dari berat fiber bangunan atas              | 5.18    | ton               |
|          | Berat Konstruksi Bangunan Atas                  | 5.18    | ton               |
| <b>6</b> | <b>Berat Railing</b>                            |         |                   |

| No       | Item   | Value   | Unit               |
|----------|--|---------|--------------------|
|          | Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum |         |                    |
|          | Material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 2 mm          |         |                    |
|          | Panjang Railing  | 329.10  | m                  |
|          | Diameter pipa  | 0.05    | m                  |
|          | Tebal pipa   | 10      | mm                 |
|          | Tebal pipa   | 0.01    | m                  |
|          | Luas permukaan railing   | 51.69   | m <sup>2</sup>     |
|          | Volume railing = luas x tebal  | 0.52    | m <sup>3</sup>     |
|          | <i>r</i> aluminium   | 2.70    | gr/cm <sup>3</sup> |
|          | <i>r</i> aluminium   | 2700    | kg/m <sup>3</sup>  |
|          | Berat Total Railing  | 1395.76 | kg                 |
|          | Berat Total Railing  | 1.39    | ton                |
| <b>7</b> | <b>Berat Tiang Penyangga</b>   |         |                    |
|          | Tinggi Tiang   | 2.10    | m                  |
|          | Jumlah Tiang   | 4       | unit               |
|          | Berat Total Tiang Penyangga  | 712.51  | kg                 |
|          | Berat Total Tiang Penyangga  | 0.71    | ton                |
| <b>8</b> | <b>Equipment &amp; Outfitting</b>                                      |         |                    |
|          | Berat Kursi Penumpang  | 11      | kg/unit            |
|          | Jumlah kursi   | 20      | unit               |
|          | Berat total kursi  | 220     | kg                 |
|          | Jangkar  | 100     | kg                 |
|          | Peralatan Navigasi   | 200     | kg                 |
|          | Peralatan lainnya  | 500     | kg                 |

| No        | Item  | Value    | Unit               |
|-----------|---|----------|--------------------|
|           | Berat Total Equipment & Outfitting                          | 1180     | kg                 |
|           | Berat Total Equipment & Outfitting                          | 1.18     | ton                |
| <b>9</b>  | <b>Berat Atap Kapal</b>                                     |          |                    |
|           | Material atap menggunakan polycarbonate dengan tebal 2 mm   |          |                    |
|           | Luasan atap didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD |          |                    |
|           | Luas atap kapal   | 37645200 | mm <sup>2</sup>    |
|           | Luas atap kapal   | 37.65    | m <sup>2</sup>     |
|           | Tebal polycarbonate   | 5        | mm                 |
|           | Tebal polycarbonate   | 0.005    | m                  |
|           | Volume atap = luas x tebal                                  | 0.18     | m <sup>3</sup>     |
|           | <i>r</i> polycarbonate                                      | 1.9      | gr/cm <sup>3</sup> |
|           | <i>r</i> polycarbonate                                      | 1900     | kg/m <sup>3</sup>  |
|           | Berat Total Atap Kapal                                      | 357.62   | kg                 |
|           | Berat Total Atap Kapal                                      | 0.36     | ton                |
| <b>10</b> | <b>Berat Kaca Polycarbonate</b>                             |          |                    |
|           | Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD |          |                    |
|           | Luas kaca   | 37645200 | mm <sup>2</sup>    |
|           | Luas kaca   | 37.65    | m <sup>2</sup>     |
|           | Tebal polycarbonate   | 5        | mm                 |
|           | Tebal polycarbonate   | 0.005    | m                  |
|           | Volume kaca = luas x tebal                                  | 0.18     | m <sup>3</sup>     |
|           | <i>r</i> polycarbonate                                      | 1.20     | gr/cm <sup>3</sup> |

| No        | Item  | Value        | Unit              |
|-----------|---|--------------|-------------------|
|           | <i>r</i> polycarbonate                            | 1200         | kg/m <sup>3</sup> |
|           | Berat Total Kaca Polycarbonate                    | 225.87       | kg                |
|           | Berat Total Kaca Polycarbonate                    | 0.22         | ton               |
| <b>11</b> | <b>Genset</b>                                     |              |                   |
|           | Berat   | 400          | kg/unit           |
|           | Jumlah genset                                     | 1            | unit              |
|           | Berat Total Genset                                | 400          | kg                |
|           | Berat Total Genset                                | 0.40         | ton               |
| <b>12</b> | <b>Berat Solar Panel</b>                          |              |                   |
|           | Jumlah solar panel                                | 40           | unit              |
|           | Berat solar panel                                 | 18.60        | kg/unit           |
|           | Berat Total Solar Panel                           | 744          | kg                |
|           | Berat Total Solar Panel                           | 0.74         | ton               |
| <b>13</b> | <b>Berat Electric Outboard Motor</b>              |              |                   |
|           | Jumlah electric outboard motor                    | 2            | unit              |
|           | Berat electric outboard motor                     | 52           | kg/unit           |
|           | Berat Total Electric Outboard Motor               | 104          | kg                |
|           | Berat Total Electric Outboard Motor               | 0.104        | ton               |
| <b>14</b> | <b>Berat Battery</b>                              |              |                   |
|           | Baterai yang Diambil ialah Deep Blue High Voltage |              |                   |
|           | Jumlah battery                                    | 5            | unit              |
|           | Berat battery                                     | 170          | kg/unit           |
|           | Berat Total Battery                               | 340          | kg                |
|           | Berat Total Battery                               | 0.3          | ton               |
|           | <b>Total Berat LWT</b>                            | <b>78.10</b> | <b>ton</b>        |

#### 4.14.2 Perhitungan DWT (*Dead Weight Tonnage*)

Berat DWT pada kapal terdiri dari beberapa komponen yaitu berat penumpang yang terdiri dari wisatawan dan crew kapal, berat bawaan dari penumpang, berat kebutuhan air tawar dan berat bahan bakar untuk generator. Tabel 4. 12 memperlihatkan rekapitulasi dari perhitungan berat DWT kapal yang dirancang.

**Tabel 4. 12 Perhitungan DWT Kapal**

| No       | Item                                      | Value | Unit     |
|----------|---|-------|----------|
| <b>1</b> | <b>Berat Penumpang dan Barang Bawaan</b>  |       |          |
|          | Jumlah penumpang                          | 20    | orang    |
|          | Berat wisatawan                           | 75    | kg/orang |
|          | Berat barang bawaan                       | 5     | kg/orang |
|          | Berat total wisatawan                     | 1500  | kg       |
|          | Berat total barang bawaan wisatawan       | 100   | kg       |
|          | Berat Total wisatawan dan Barang Bawaan   | 1600  | kg       |
|          | Berat Total Wisatawan dan Barang Bawaan   | 1.60  | ton      |
| <b>2</b> | <b>Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan</b> |       |          |
|          | Jumlah crew kapal                         | 3     | orang    |
|          | Berat crew kapal                          | 75    | kg/orang |
|          | Berat barang bawaan                       | 5     | kg/orang |
|          | Berat total crew kapal                    | 225   | kg       |
|          | Berat total barang bawaan crew kapal      | 15    | kg       |

| No       | Item   | Value       | Unit       |
|----------|--|-------------|------------|
|          | Berat Total Crew Kapal dan Barang Bawaan     | 240         | kg         |
|          | Berat Total Crew Kapal dan Barang Bawaan     | 0.24        | ton        |
| <b>3</b> | <b>Berat Kebuthan Air Tawar</b>              |             |            |
|          | Jumlah penumpang dan crew kapal              | 23          | orang      |
|          | Kebutuhan air tawar                          | 10          | kg/orang   |
|          | Berat Total Air Tawar                        | 230         | kg         |
|          | Berat Total Air Tawar                        | 0.23        | ton        |
| <b>4</b> | <b>Berat bahan bakar untuk Generator Set</b> | 0.02        | ton        |
|          | <b>Total Berat DWT</b>                       | <b>2.09</b> | <b>ton</b> |

#### 4.14.3 Berat Total Kapal

Dengan mengetahui hasil perhitungan berat LWT dan DWT kapal, berat total kapal bisa diketahui dengan cara menjumlahkan berat LWT dan DWT kapal yang rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 4. 13 di bawah ini.

**Tabel 4. 13 Berat Total Kapal**

| No       | Komponen Berat Kapal | Value        | Unit       |
|----------|----------------------|--------------|------------|
| <b>1</b> | Berat LWT Kapal      | 78.10        | ton        |
| <b>2</b> | Berat DWT kapal      | 2.09         | ton        |
|          | <b>Total</b>         | <b>80.19</b> | <b>ton</b> |



#### **4.15 Stabilitas Kapal**

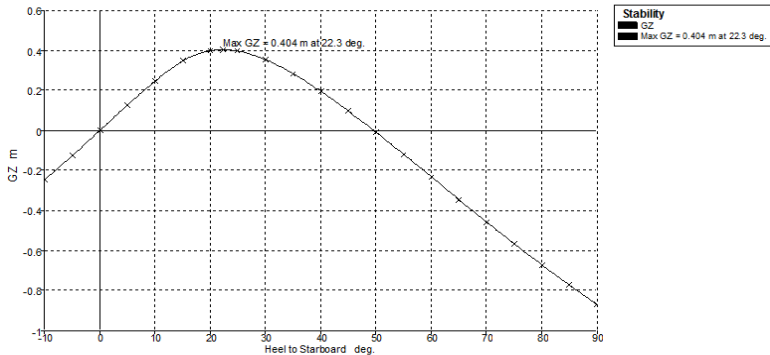
Sebuah kapal dapat dikatakan stabil apabila kapal tersebut dapat kembali pada posisi tegak setelah mengalami sengat. Stabilitas pada kapal ikan ini sangat tergantung dari distribusi muatan yang ada di kapal. Taylor (1977) dan Hind (1982) menyatakan bahwa stabilitas sebuah kapal dipengaruhi oleh letak ketiga titik konsentrasi gaya yang bekerja pada kapal tersebut. Ketiga titik tersebut adalah titik B (centre of bouyancy), titik G (centre of gravity) dan titik M (metacentre). Selanjutnya Hind (1982) mengemukakan bahwa posisi titik G bergantung dari distribusi muatan dan posisi titik B bergantung pada bentuk kapal yang terendam di dalam air.

Pada saat kapal berjalan menuju spot – spot wisata, kapal memuat 20 wisatawan penuh. Pada saat di spot – spot wisata, wisatawan akan turun untuk melakukan kegiatan wisata sebagai contoh diving. Hal ini akan menyebabkan perubahan titik berat pada kapal, sehingga letak titik G (centre of gravity) kapal akan berubah.

Defini dari titik berat (G) adalah suatu titik tangkap dari sebuah titik pusat seluruh gaya berat yang menekan ke bawah. Letak titik G kapal dapat ditentukan dengan meninjau semua pembagian berat yang berada di atas kapal terhadap lunas kapal. Letak titik berat di atas lunas (KG) akan mempengaruhi besar kecilnya nilai lengan penengak GZ yang terbentuk pada saat kapal mengalami keolengan.

Kondisi stabilitas statis kapal ini diukur dengan menghitung nilai dari lengan penegak (GZ) yang terbentuk pada kurva GZ. Dari hasil analisa yang telah dilakukan dengan software maxsurf

stability enterprise didapatkan kurva GZ pada beberapa kondisi pemuatan yang salah satunya dapat dilihat pada Gambar 4. 9 di bawah ini.



Gambar 4. 10 Kurva GZ Model A Muatan 20 Wisatawan

Pada gambar 4.10 dapat dilihat bahwa nilai GZ maksimum pada kondisi kapal A dengan kondisi muatan penumpang adalah 0.404 m pada sudut  $22.3^\circ$ . Untuk nilai GZ maksimum pada kondisi lainnya bisa dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Kriteria Sudut pada Nilai GZ Maksimum

| <b>Tipe Model</b>           | <b>Kondisi Muatan</b> | <b>GZ Max</b> | <b>Sudut Max</b> |
|-----------------------------|-----------------------|---------------|------------------|
| <b>(A) Tanpa Gelombang</b>  | 20 Wisatawan          | 0.404 m       | 22.3 deg         |
|                             | 0 Wisatawan           | 0.397 m       | 22.2 deg         |
| <b>(B) Dengan Gelombang</b> | 20 Wisatawan          | 0.323 m       | 23.2 deg         |
|                             | 0 Wisatawan           | 0.315 m       | 22.7 deg         |

Pengertian stabilitas maksimum sendiri adalah nilai dari GZ (lengan penagak) maksimum yang dapat dicapai oleh kapal pada kondisi tertentu dan terjadi pada kisaran sudut tertentu.

Dalam melakukan analisa perhitungan stabilitas kapal ini, sebagai persyaratan mengacu pada standard MGN 280 – *Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure* Chapter 11 tentang *Intact Stabiliy*.

Beriku ini merupakan ketentuan – ketentuan yang menjadi persyaratan terkait stabilitas kapal :

- Section 3.6.1

Pada sudut oleng  $0^{\circ} - 30^{\circ}$  , luasan pada daerah dibawah kurva GZ tidak boleh kurang atau sama dengan 3.151 m.deg.  
Pada sudut oleng  $0^{\circ} - 40^{\circ}$  , luasan pada daerah dibawah kurva GZ tidak boleh kurang atau sama dengan 5.157 m.deg

- Section 3.6.2  
Pada sudut oleng  $30^{\circ} - 40^{\circ}$  , luasan pada daerah dibawah kurva GZ tidak boleh kurang atau sama dengan 1.719 m.deg
- Section 3.6.3  
Nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut oleng  $30^{\circ}$  atau lebih tidak boleh kurang atau sama dengan 0.2 m.
- Section 3.6.4  
Pada GZ maksimum, nilai sudut tidak boleh kurang atau sama dengan  $15^{\circ}$

Tabel 4. 15 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN 280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure Section 3.6.1 tentang kriteria Luasan di Bawah Kurva GZ dengan Sudut Oleng  $0^{\circ} - 30^{\circ}$

| Tipe Model           | Kondisi Muatan | Kriteria                      |             |        |
|----------------------|----------------|-------------------------------|-------------|--------|
|                      |                | Area $0^{\circ} - 30^{\circ}$ |             |        |
|                      |                | Req.                          | Act.        | Status |
| (A) Tanpa Gelombang  | 20 Wisatawan   | 3.151 m.deg                   | 8.534 m.deg | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 3.151 m.deg                   | 8.394 m.deg | pass   |
| (B) Dengan Gelombang | 20 Wisatawan   | 3.151 m.deg                   | 6.886 m.deg | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 3.151 m.deg                   | 6.722 m.deg | pass   |

Pada Tabel 4.15 di atas, diterangkan bahwa kapal mampu memenuhi standard tentang kriteria luasan di bawah kurva GZ dengan Sudut oleng  $0^{\circ} - 30^{\circ}$ .

Tabel 4. 16 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN 280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure Section 3.6.1 tentang kriteria Luasan di Bawah Kurva GZ dengan Sudut Olang 0° - 40°

| Tipe Model           | Kondisi Muatan | Kriteria     |              |        |
|----------------------|----------------|--------------|--------------|--------|
|                      |                | Area 0° -40° |              |        |
|                      |                | Req.         | Act.         | Status |
| (A) Tanpa Gelombang  | 20 Wisatawan   | 5.157 m.deg  | 11.336 m.deg | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 5.157 m.deg  | 11.094 m.deg | pass   |
| (B) Dengan Gelombang | 20 Wisatawan   | 5.157 m.deg  | 9.259 m.deg  | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 5.157 m.deg  | 8.967 m.deg  | pass   |

Pada Tabel 4.16 di atas, diterangkan bahwa kapal mampu memenuhi standard tentang kriteria luasan di bawah kurva GZ dengan Sudut olang 0° - 40°

Tabel 4. 17 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN 280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure Section 3.6.2 tentang kriteria Luasan di Bawah Kurva GZ dengan Sudut Olang 30° - 40°

| Tipe Model           | Kondisi Muatan | Kriteria       |             |        |
|----------------------|----------------|----------------|-------------|--------|
|                      |                | Area 30° - 40° |             |        |
|                      |                | Req.           | Act.        | Status |
| (A) Tanpa Gelombang  | 20 Wisatawan   | 1.719 m.deg    | 2.802 m.deg | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 1.719 m.deg    | 2.701 m.deg | pass   |
| (B) Dengan Gelombang | 20 Wisatawan   | 1.719 m.deg    | 2.373 m.deg | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 1.719 m.deg    | 2.245 m.deg | pass   |

Pada Tabel 4.17 di atas, diterangkan bahwa kapal mampu memenuhi standard tentang kriteria luasan di bawah kurva GZ dengan Sudut oleng 30° - 40°

Tabel 4. 18 Hasil Running Stabilitas Mengacu Standard MGN 280 – Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure tentang Kriteria Sudut pada GZ Maksimum

| Tipe Model           | Kondisi Muatan | Kriteria     |          |        |
|----------------------|----------------|--------------|----------|--------|
|                      |                | Sudut GZ max |          |        |
|                      |                | Req.         | Act.     | Status |
| (A) Tanpa Gelombang  | 20 Wisatawan   | 15 deg       | 22.3 deg | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 15 deg       | 22.2 deg | pass   |
| (B) Dengan Gelombang | 20 Wisatawan   | 15 deg       | 23.2 deg | pass   |
|                      | 0 Wisatawan    | 15 deg       | 22.7 deg | pass   |

Pada Tabel 4.18 di atas, diterangkan bahwa kapal mampu memenuhi standard tentang kriteria sudut pada GZ maksimum.

Dari analisa kriteria yang disajikan pada tabel 4.15 sampai dengan tabel 4.18 dapat ditarik kesimpulan bahwa kapal wisata telah memenuhi standar yang diterapkan oleh MGN (*Marine Guidance Note*).

#### 4.16 Pembuatan Rencana Garis

Pada subbab sebelumnya sudah dilakukan penentuan ukuran utama kapal dengan menggunakan metode *point based design* yang hasilnya dapat dilihat kembali pada Tabel 4.19 di bawah ini.

**Tabel 4. 19 Ukuran utama kapal**

| No. | Item | Value | Unit |
|-----|------|-------|------|
| 1   | Lwl  | 22    | m    |
| 2   | B    | 5.7   | m    |
| 3   | H    | 2     | m    |
| 4   | T    | 1.2   | m    |
| 5   | Cb   | 0.57  |      |

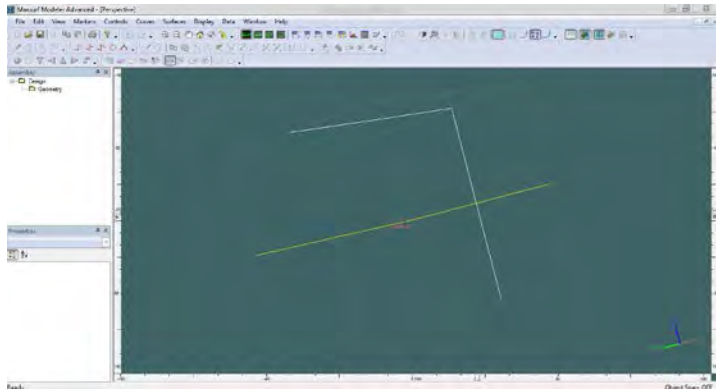
Langkah selanjutnya setelah ditentukan ukuran utama kapal adalah melakukan pembuatan *lines plan* atau rencana garis. Rencana garis menggambarkan potongan – potongan proyeksi atau pandangan gambar badan kapal secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breath plan*).

Metode yang digunakan dalam membuat rencana garis pada Tugas Akhir ini adalah dengan menggunakan metode literasi *sample design* pada *software* Maxsurf Modeler Advanced. Langkah pertama yang dilakukan di *software* ini adalah menentukan *sample design* yang akan digunakan sebagai acuan pembuatan rencana garis. Setelah mendapatkan *sample design* yang sesuai, langkah selanjutnya adalah menyesuaikan karakteristik *sample design* tersebut dengan kapal yang akan dibangun. Setelah terlihat hasilnya, selanjutnya dilakukan penghalusan dengan menggunakan *software* AutoCAD.

Berikut ini merupakan langkah - langkah yang dilakukan dalam membuat rencana garis kapal wisata ini:

1. Menjalankan program *software* Maxsurf Modeler Advanced  
Langkah awal yang dilakukan adalah menjalankan *software* yang digunakan dalam pembuatan rencana garis. Gambar 4.11

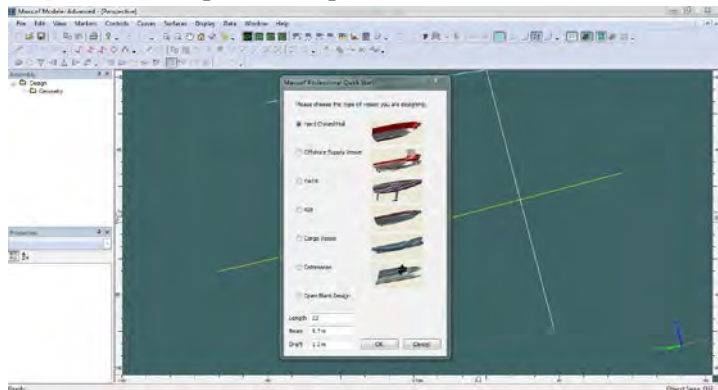
menunjukkan jendela awal dari Software Maxsurf Modeler Advanced setelah dibuka.



**Gambar 4. 11 Jendela Awal Software Maxsurf Modeler Advanced**

## 2. Membuat model kapal

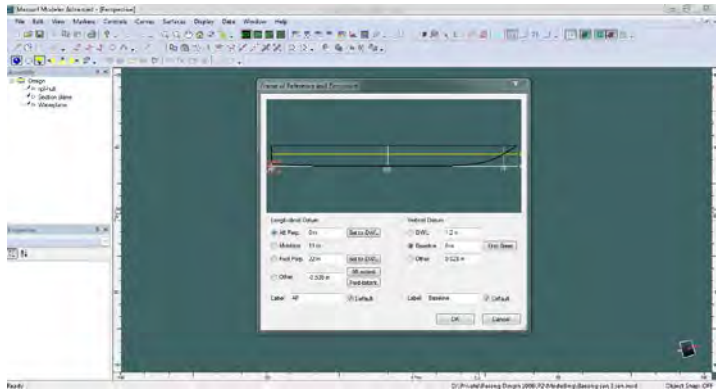
Model kapal dibuat dengan mencari *sample design* yang sesuai dengan bentuk kapal yang akan dirancang. Jendela pemilihan *sample design* dapat dilihat pada Gambar 4.12 di bawah ini.



**Gambar 4. 12 Pembuatan Model Kapal**

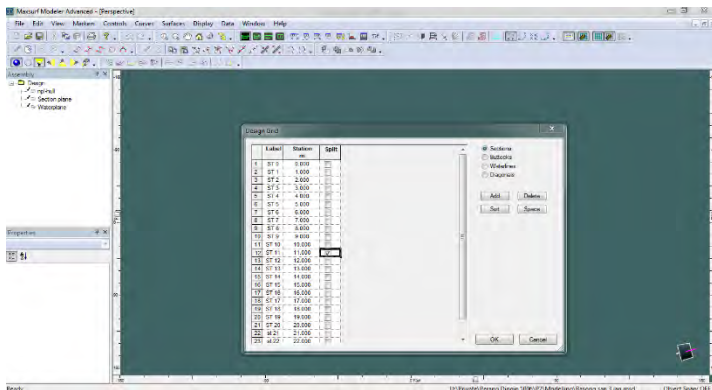


- Menentukan *frame of reference* kapal  
*Frame of reference* merupakan batasan ukuran kapal untuk diset pada kondisi sarat berapa, lwl berapa dan lebar berapa. Tampilan jendela *frame of reference* dapat dilihat pada gambar 4.13 di bawah ini.



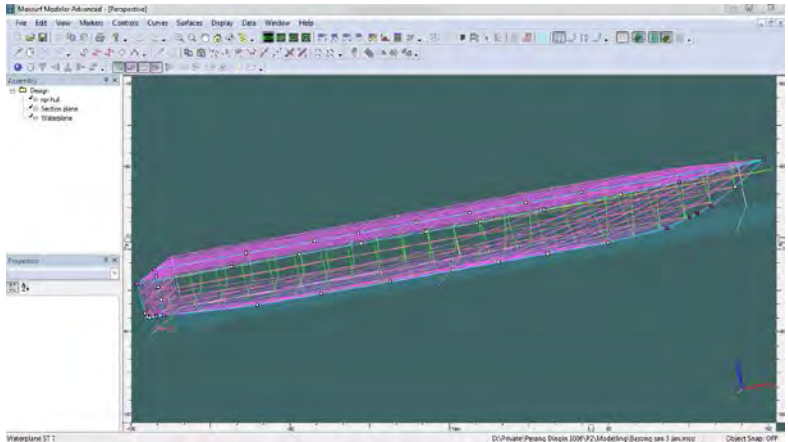
Gambar 4. 13 Tampilan Jendela *Frame of Reference* pada maxsurf

- Melakukan pembagian *design grid* untuk *station*, *buttock line* dan *water line*



Gambar 4. 14 Tampilan Jendela *Design Grid* pada maxsurf

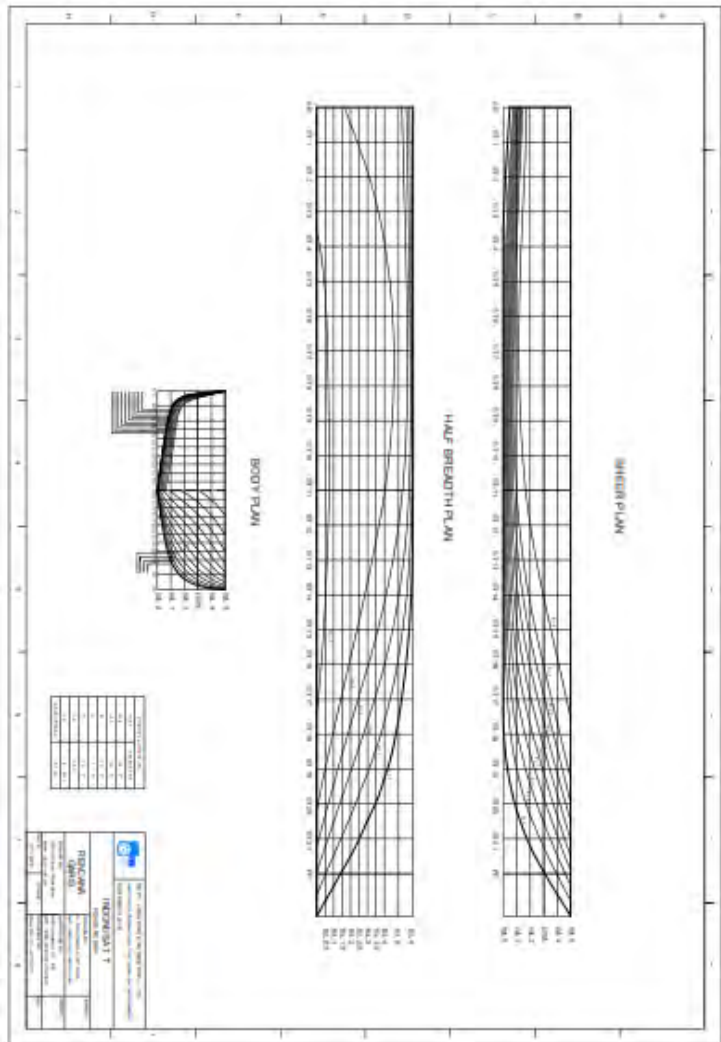
5. Melakukan penyesuaian garis – garis proyeksi



**Gambar 4. 15 Tampilan *Lines Plan* kapal pada maxsurf**

6. Export file

Setelah *lines plan* sudah dirasa sesuai dengan karakteristik kapal yang akan dibangun, maka file dari software maxsurf ini dapat di export ke dalam format dxf untuk diperhalus kembali dan digabungkan menjadi satu bentuk rencana garis yang memuat *body plan*, *sheer plan* dan *half-breadth plan*. Gambar 4.16 menunjukkan rencana garis kapal wisata yang akan dibangun untuk menunjang kegiatan wisata di kepulauan Karimunjawa.



Gambar 4. 16 Rencana Garis Kapal Wisata Karimunjawa

#### **4.17 Pembuatan Rencana Umum**

Langkah selanjutnya dalam mendesain kapal apabila rencana garis telah selesai adalah membuat rencana umum kapal (*general arrangement*). Pada rencana umum ini akan dilakukan perancangan desain ruang kapal yang sesuai dengan kebutuhan kapal wisata ini. Sebagai contoh adalah ruang yang digunakan untuk wisatawan, ruang navigasi, ruang tempat peletakan baterai dan tempat dimana panel surya akan dipasang.

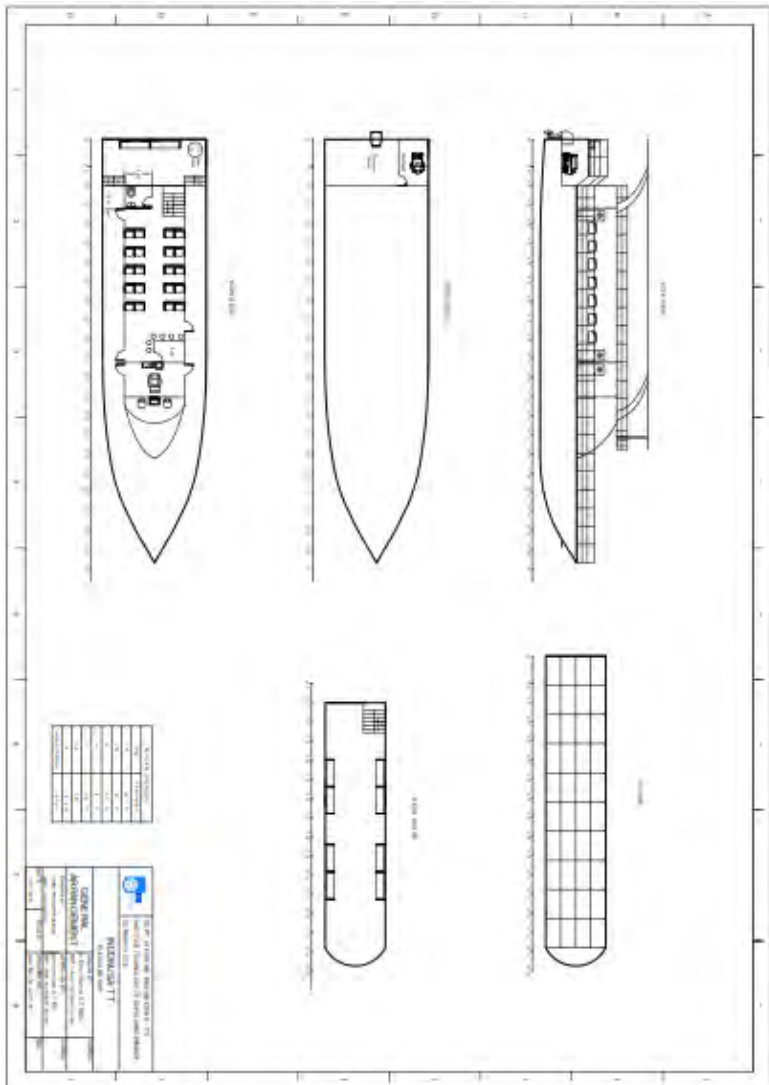
Selain melihat kondisi kebutuhan kapal, pembuatan rencana umum juga mengacu pada rencana garis yang telah dibuat sebelumnya. Dengan memperhatikan rencana garis tersebut, akan memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan – ruangan yang sesuai dengan kebutuhan

Dalam pembuatan rencana umum kapal wisata ini, akan diperhitungkan kenyamanan wisatawan yang melakukan kegiatan wisata di Kepulauan Karimunjawa.

Karakteristik dari rencana umum dibagi menjadi 4 bagian, yaitu :

- Penentuan lokasi ruang utama
- Penentuan batas-batas ruangan
- Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat
- Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup

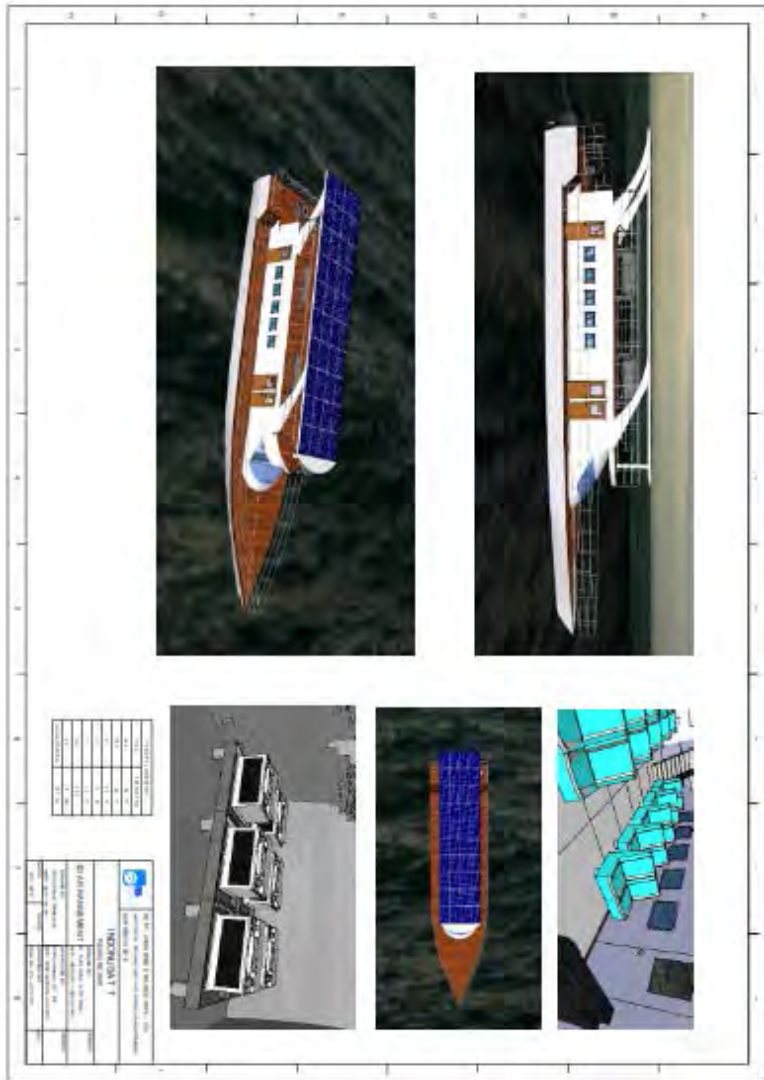
Gambar 4.17 memperlihatkan hasil dari pembuatan rencana umum kapal yang disesuaikan dengan kebutuhan wisata di Kepulauan Karimunjawa.



Gambar 4. 17 Rencana Umum Kapal Wisata Karimunjawa

#### **4.18 Pembuatan 3 Dimensi Kapal**

Langkah terakhir untuk membuat gambar desain, adalah dengan membuat bangun kapal dalam bentuk 3 dimensi. Dalam proses pembuatan bentuk 3 dimensi kapal, *software* yang digunakan adalah *google sketchup*. Bentuk 3 dimensi kapal wisata ini dapat dilihat pada gambar 4.18 di bawah.



Gambar 4. 18 Bentuk 3D Kapal Wisata Karimunjawa

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa perancangan kapal wisata untuk Kepulauan Karimunjawa dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kapal wisata dengan kapasitas 20 penumpang yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :
  - L : 22 m
  - B : 5,7 m
  - T : 1,2 m
  - H : 2 m
  - $V_s$  : 6 knots
  
2. Kecepatan kapal wisata sebesar 6 knots yang diperoleh dari sistem hybrid antara sinar matahari 70% dan bahan bakar 30% sehingga dapat beroperasi selama 3,5 jam per hari.
  
3. Pada analisa stabilitas kapal, semua *loadcase* pada beberapa kondisi yang diberikan telah memenuhi standard persyaratan MGN 280 (*Marine Guidance Note*).

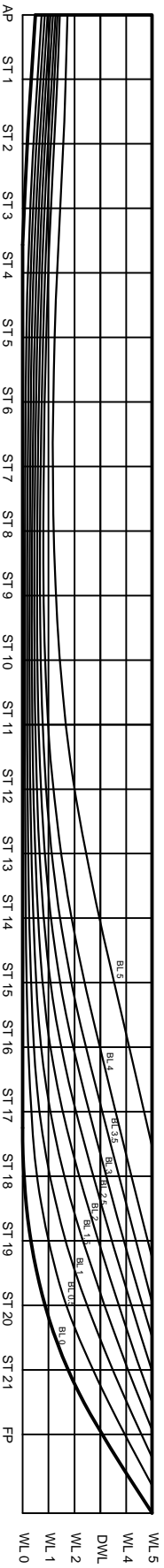
#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan guna pengembangan penelitian ini antara lain adalah :

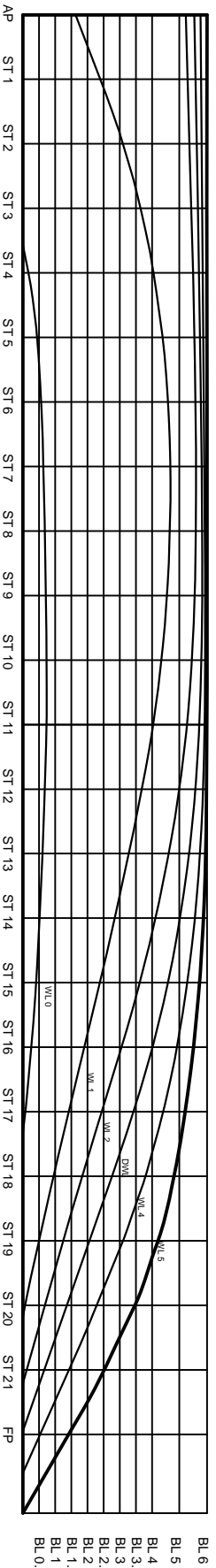
1. Perlu dilakukan analisa ekonomis guna memperhitungkan antara biaya pembangunan kapal dengan harga yang akan digunakan sebagai tarif sewa kapal.



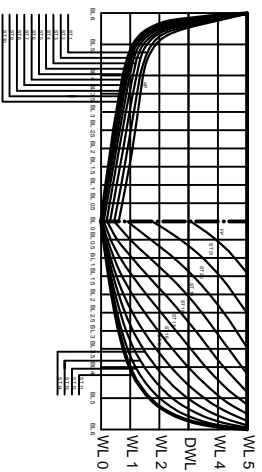
### SHEER PLAN




### HALF BREADTH PLAN



### BODY PLAN



| PRINCIPAL DIMENSION |               |
|---------------------|---------------|
| TYPE                | Pleasure Ship |
| L <sub>oa</sub>     | 24 m          |
| L <sub>pp</sub>     | 22 m          |
| B                   | 5,7 m         |
| H                   | 2 m           |
| T                   | 1,2 m         |
| CD                  | 0,53          |
| V <sub>0</sub>      | 6 knot        |
| JAWAK OPERASI       | 16,7 mm       |


**DEPT. of MARINE ENGINEERING - ITS**  
 INSTITUTE TECHNOLOGY OF SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA 2016

**INDONESIA T T**  
PLEASURE SHIP

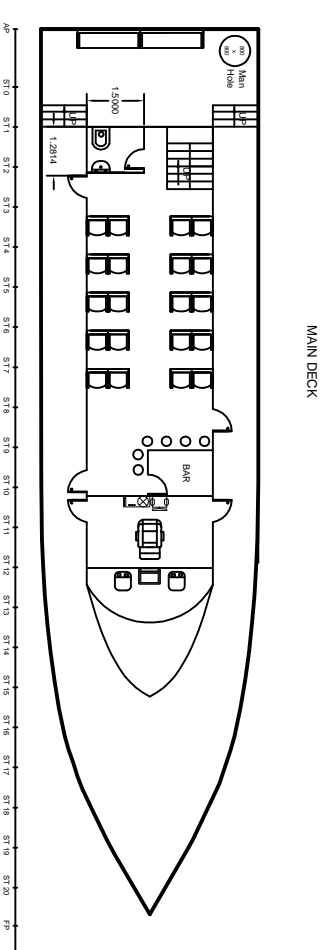
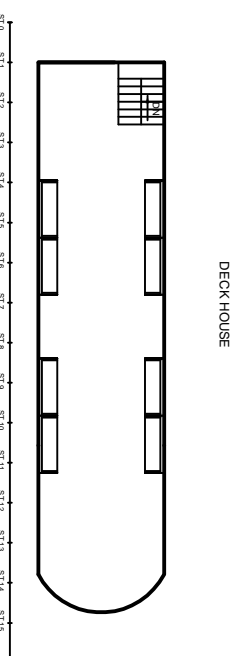
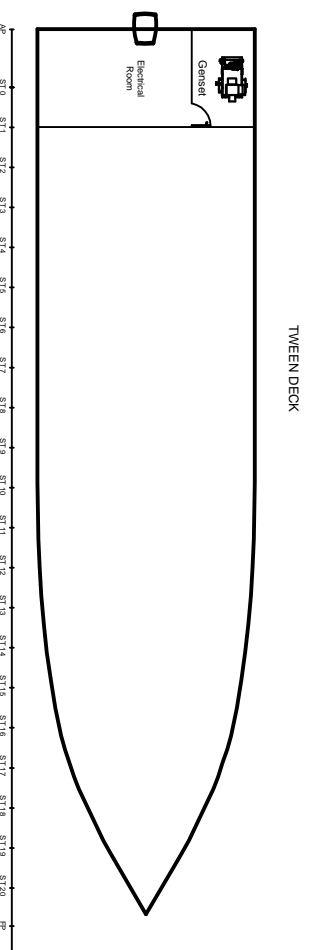
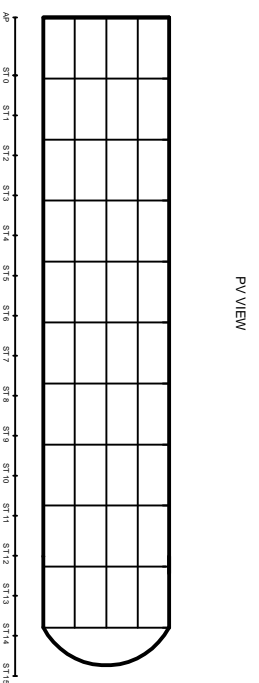
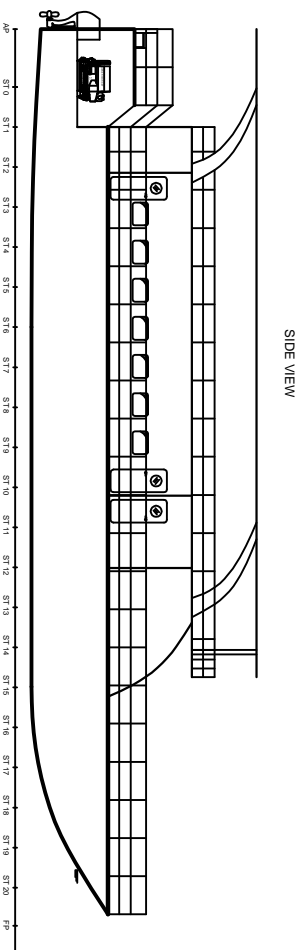
**RENCANA GARIS**

DRAWN BY : **DR. Eddy Sedyo K. S.T., M.Sc.**  
 NIP. 1988 07 01 1985 12 10 01  
 APPROVED BY : **Adi Kurniawan, S.T., M.T.**  
 NIP. 1988 04 29 2014 04 10 01  
 DRAWING NO. :  
 DATE : / 01 / 2016


SCALE :  
 Dwg. No. 01 - 42 11 07 1  
 REV:

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H

1 2 3 4 5 6 7 8

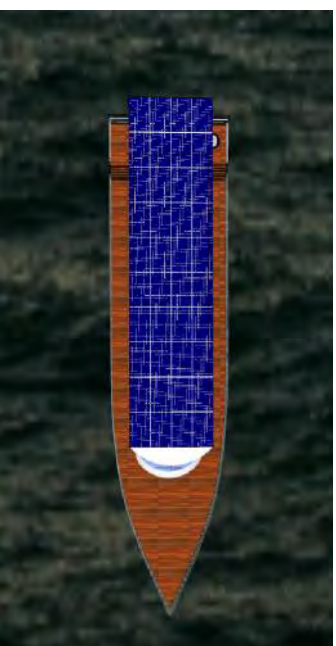
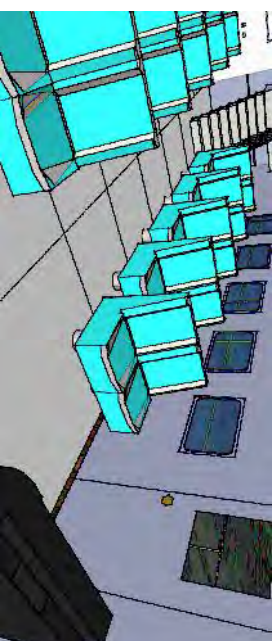
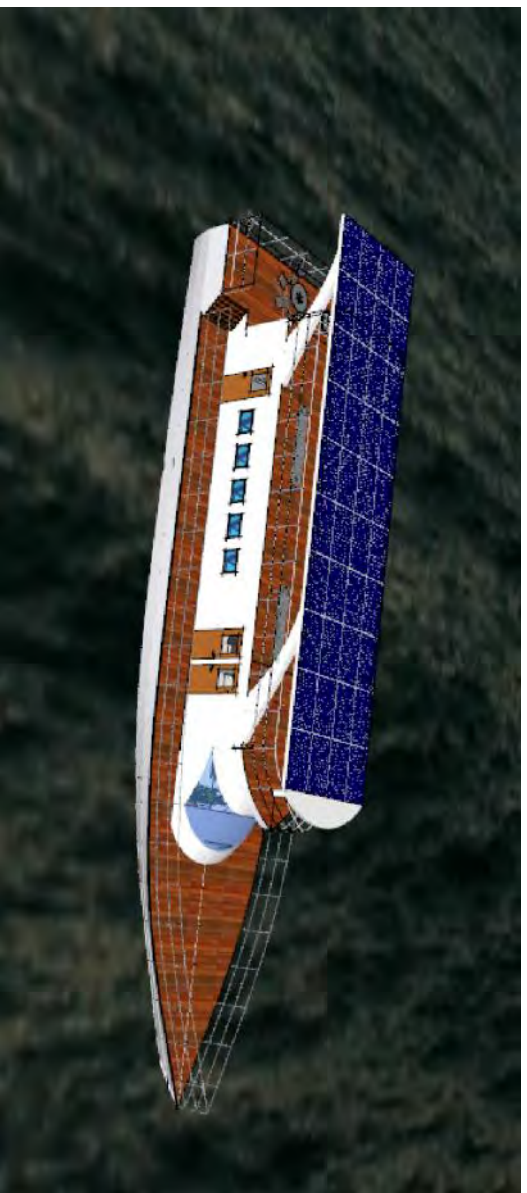


| PRINCIPAL DIMENSION |               |
|---------------------|---------------|
| TYPE                | Pressure Ship |
| Loa                 | 24 m          |
| Lpp                 | 22 m          |
| B                   | 5.7 m         |
| H                   | 2 m           |
| T                   | 1.2 m         |
| Cb                  | 0.53          |
| Vs                  | 6 kind        |
| JARAK OPERASI       | 16.7 mm       |

|  |   |   |
|--|---|---|
|                         |   | DEPT. of MARINE ENGINEERING - ITS<br>INSTITUTE TECHNOLOGY OF SEPULUH NOPEMBER<br>SURABAYA 2016          |
| <b>INDONESIA T T</b><br>PLEASURE SHIP  |   |   |
| <b>GENERAL ARRANGEMENT</b><br>DRAWN BY :<br>Indra Wahyu Wicaksono<br>NRP. 4211100071<br>DATE : / 01 / 2016 | APPROVED BY :<br>Agi Kurnawan, S.T., M.T.<br>NRP. 1989 0429 2014 04 1001<br>DRAWING NO.<br>DWG No. 02 - 42-11-071 | DRAWN BY :<br>P. Eddy Setyo K, S.T., M.Sc.<br>NIP. 1988.0701.1985.12.1001<br>SIGNED:<br>SIGNED:<br>REV: |

1 2 3 4 5 6 7 8

A B C D E F G H



| PRINCIPAL DIMENSION |               |
|---------------------|---------------|
| TYPE                | Pleasure Ship |
| Loa                 | 24 m          |
| Lpp                 | 22 m          |
| B                   | 5,7 m         |
| H                   | 2 m           |
| T                   | 1,2 m         |
| CD                  | 0,53          |
| Va                  | 6 knot        |
| JARAK OPERASI       | 16,7 nm       |

DEPT. of MARINE ENGINEERING - ITS  
 INSTITUTE TECHNOLOGY OF SERPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA 2016

**INDONUSA TT**  
 PLEASURE SHIP

DRAWN BY :  
 Dr. Eddy Sanyo K. S.T., M.Sc.

APPROVED BY :  
 NIP. 1988 07 01 1985 12 10 01

DRAWN BY :  
 Indra Wahyu Wisaksono

APPROVED BY :  
 NIP. 1988 04 29 2014 04 10 01

DRAWING NO. :  
 DWg. No. 03 - 42 11 071



- **21.5% efficiency**

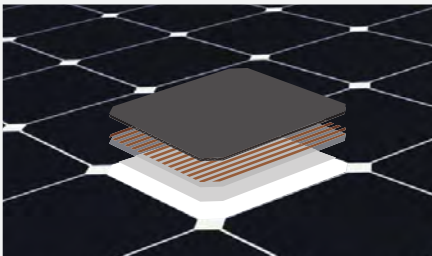
Ideal for roofs where space is at a premium or where future expansion might be needed.

- **Maximum performance**

Designed to deliver the most energy in demanding real world conditions, in partial shade and hot rooftop temperatures.<sup>1, 2, 3</sup>

- **Premium aesthetics**

SunPower® Signature™ Black X-Series panels blend harmoniously into your roof. The most elegant choice for your home.



**Moxeon® Solar Cells: Fundamentally better.**

Engineered for performance, designed for durability.

**Engineered for peace of mind**

Designed to deliver consistent, trouble-free energy over a very long lifetime.<sup>4, 5</sup>

**Designed for durability**

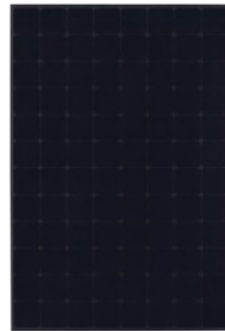
The SunPower Moxeon Solar Cell is the only cell built on a solid copper foundation. Virtually impervious to the corrosion and cracking that degrade Conventional Panels.<sup>4, 5</sup>

Same excellent durability as E-Series panels.

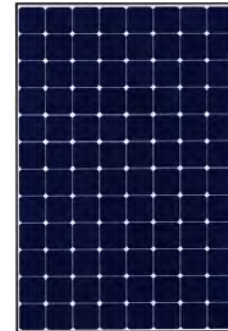
**#1 Ranked** in Fraunhofer durability test.<sup>10</sup>

**100% power** maintained in Atlas 25+ comprehensive PVDI Durability test.<sup>11</sup>

### UNMATCHED PERFORMANCE, RELIABILITY & AESTHETICS



SIGNATURE™ BLACK  
X21 - 335 PANEL



X21 - 345 PANEL



### HIGHEST EFFICIENCY<sup>6</sup>

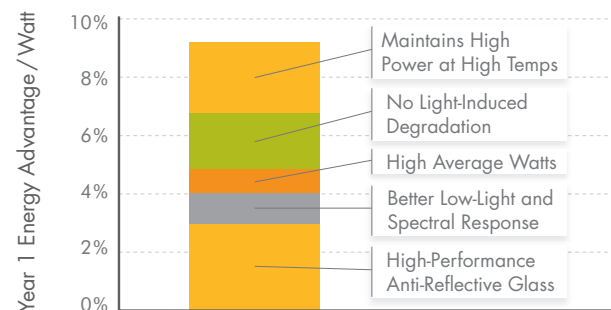
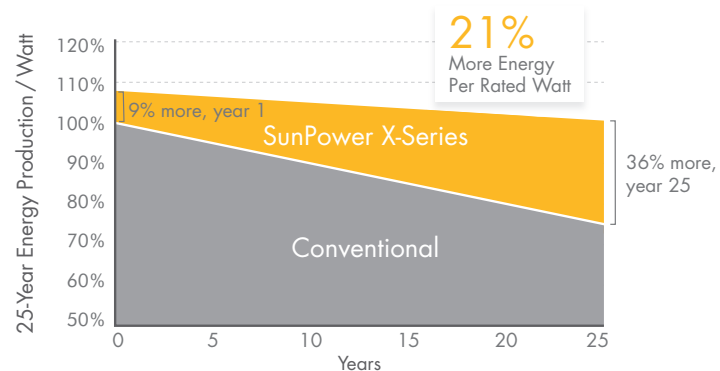
**Generate more energy per square foot**

X-Series residential panels convert more sunlight to electricity producing 44% more power per panel,<sup>1</sup> and 75% more energy per square foot over 25 years.<sup>3, 4</sup>

### HIGHEST ENERGY PRODUCTION<sup>7</sup>

**Produce more energy per rated watt**

High year one performance delivers 8-10% more energy per rated watt.<sup>3</sup> This advantage increases over time, producing 21% more energy over the first 25 years to meet your needs.<sup>4</sup>

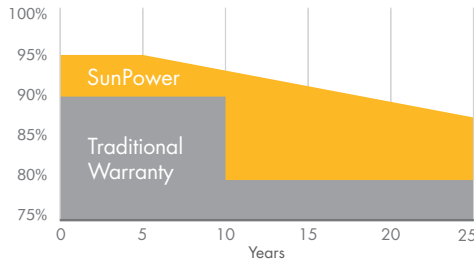


Awarded to SunPower E-Series. X-Series delivers even more energy.<sup>7</sup>



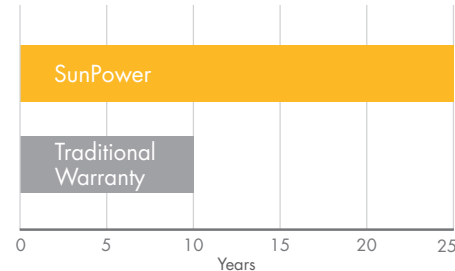
SUNPOWER OFFERS THE BEST COMBINED POWER AND PRODUCT WARRANTY

### POWER WARRANTY



More guaranteed power: 95% for first 5 years, -0.4%/yr. to year 25. <sup>8</sup>

### PRODUCT WARRANTY



Combined Power and Product Defect 25 year coverage that includes panel replacement costs. <sup>9</sup>

### ELECTRICAL DATA

|   | X21-335-BLK           | X21-345 |
|---|-----------------------|---------|
| Nominal Power <sup>12</sup> (P <sub>nom</sub> ) | 335 W                 | 345 W   |
| Power Tolerance                                 | +5/-0%                | +5/-0%  |
| Avg. Panel Efficiency <sup>13</sup>             | 21.1%                 | 21.5%   |
| Rated Voltage (V <sub>mpp</sub> )               | 57.3 V                | 57.3 V  |
| Rated Current (I <sub>mpp</sub> )               | 5.85 A                | 6.02 A  |
| Open-Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )         | 67.9 V                | 68.2 V  |
| Short-Circuit Current (I <sub>sc</sub> )        | 6.23 A                | 6.39 A  |
| Maximum System Voltage                          | 600 V UL ; 1000 V IEC |         |
| Maximum Series Fuse                             | 20 A                  |         |
| Power Temp Coef. (P <sub>mpp</sub> )            | -0.30% / °C           |         |
| Voltage Temp Coef. (V <sub>oc</sub> )           | -167.4 mV / °C        |         |
| Current Temp Coef. (I <sub>sc</sub> )           | 3.5 mA / °C           |         |

### OPERATING CONDITION AND MECHANICAL DATA

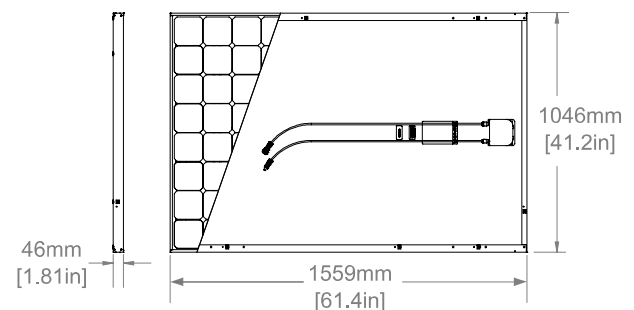
|                   |   |
|-------------------|---|
| Temperature       | - 40°F to +185°F (- 40°C to +85°C)  |
| Max load          | Wind: 50 psf, 2400 Pa, 245 kg/m <sup>2</sup> front & back<br>Snow: 112 psf, 5400 Pa, 550kg/m <sup>2</sup> front |
| Impact resistance | 1 inch (25 mm) diameter hail at 52 mph (23 m/s)   |
| Appearance        | Class A+  |
| Solar Cells       | 96 Monocrystalline Maxeon Gen III Cells   |
| Tempered Glass    | High Transmission Tempered Anti-Reflective  |
| Junction Box      | IP-65 Rated   |
| Connectors        | MC4 Compatible  |
| Frame             | Class 1 black anodized, highest AAMA Rating   |
| Weight            | 41 lbs (18.6 kg)  |

### TESTS AND CERTIFICATIONS

|                    |   |
|--------------------|---|
| Standard tests     | UL 1703, IEC 61215, IEC 61730                           |
| Quality tests      | ISO 9001:2008, ISO 14001:2004                           |
| EHS Compliance     | RoHS, OHSAS 18001:2007, lead-free                       |
| Ammonia test       | IEC 62716   |
| Salt Spray test    | IEC 61701 (passed maximum severity)                     |
| PID test           | Potential-Induced Degradation free: 1000V <sup>10</sup> |
| Available listings | CEC, UL, TUV, MCS                                       |

#### REFERENCES:

- All comparisons are SPR-X21-345 vs. a representative conventional panel: 240W, approx. 1.6 m<sup>2</sup>, 15% efficiency.
- PVEvolution Labs "SunPower Shading Study," Feb 2013.
- Typically 8-10% more energy per watt, BEW/DNV Engineering "SunPower Yield Report," Jan 2013, with CFV Solar Test Lab Report #12063, Jan 2013 temp. coef. calculation.
- SunPower 0.25%/yr degradation vs. 1.0%/yr conv. panel. Campeau, Z. et al. "SunPower Module Degradation Rate," SunPower white paper, Feb 2013; Jordan, Dirk "SunPower Test Report," NREL, Oct 2012.
- "SunPower Module 40-Year Useful Life" SunPower white paper, Feb 2013. Useful life is 99 out of 100 panels operating at more than 70% of rated power.
- Higher than E Series which is highest of all 2600 panels listed in Photon Int'l, Feb 2012.
- 1% more energy than E-Series panels, 8% more energy than the average of the top 10 panel companies tested in 2012 (151 panels, 102 companies), Photon Int'l, Mar 2013.
- Compared with the top 15 manufacturers. SunPower Warranty Review, Feb 2013.
- Some exclusions apply. See warranty for details.
- X-Series same as E-Series, 5 of top 8 panel manufacturers were tested by Fraunhofer ISE, "PV Module Durability Initiative Public Report," Feb 2013.
- Compared with the non-stress-tested control panel. X-Series same as E-Series, tested in Atlas 25+ Durability test report, Feb 2013.
- Standard Test Conditions (1000 W/m<sup>2</sup> irradiance, AM 1.5, 25° C).
- Based on average of measured power values during production.



See <http://www.sunpowercorp.com/facts> for more reference information.

For further details, see extended datasheet: [www.sunpowercorp.com/datasheets](http://www.sunpowercorp.com/datasheets) Read safety and installation instructions before using this product.

# One HP is one HP. Isn't it?

Standardisation of power is nothing new, it goes back to James Watt who defined horsepower in the 18th Century to demonstrate the performance of his steam engine. Since then, it's been measured uniformly in HP or, in honour of its inventor, in Watts. And with that, everything should be clear, shouldn't it? Not completely! It depends where and how you measure.

The **most meaningful performance indicator** of a drive system is **propulsive power**, which indicates the performance actually delivered by the boat's motor, taking all losses, including propeller losses, into account. This method has been used in commercial shipping for nearly 100 years.

For petrol and conventional electrical outboard motors the propulsive power is not normally revealed. Instead, less meaningful indicators are used, such as the **shaft power**, **input power** or even the **static thrust**.

That wouldn't be so bad if the differences between the various power ratings were minimal. But they aren't; they're very large. The propulsive power of a petrol outboard with 4 HP shaft power, for example, is just 1 HP. The differences between outboards related to their efficiency are enormous. We'll shed some light on them.



**Shaft power:** Power rating of petrol outboards, comparable with cars (torque x angular velocity). The rating is expressed in HP or kW but does not take propeller loss into account, which can vary between 30% and 80%.

## Outboards & Inboards 40/80 HP Equivalent

| DEEP BLUE SYSTEM   | DEEP BLUE 40<br>RL/RXL                | DEEP BLUE 80<br>RL/RXL                | DEEP BLUE 40<br>TL/TXL                | DEEP BLUE 80<br>TL/TXL                | DEEP BLUE 40i<br>1800/1400 | DEEP BLUE 80i<br>1800/1400 |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Input power (peak) in kW   | 33                                    | 66                                    | 33                                    | 66                                    | 33                         | 66                         |
| Input power (continuous) in kW   | 25                                    | 50                                    | 25                                    | 50                                    | 25                         | 50                         |
| Propulsive power in kW   | 16.2                                  | 32.4                                  | 16.2                                  | 32.4                                  | > 16.2                     | > 32.4                     |
| Comparable petrol outboards (propulsive power)   | 40 HP                                 | 80 HP                                 | 40 HP                                 | 80 HP                                 | 40 HP                      | 80 HP                      |
| Maximum overall efficiency in %  | 54                                    | 54                                    | 54                                    | 54                                    | > 54                       | > 54                       |
| Usable energy in kWh   | 12.8                                  | 25.6 - 51.2                           | 12.8                                  | 25.6 - 51.2                           | 12.8                       | 25.6 - 51.2                |
| Nominal voltage  | 345 V                                 | 345 V                                 | 345 V                                 | 345 V                                 | 345 V                      | 345 V                      |
| Final charging voltage   | 389 V                                 | 389 V                                 | 389 V                                 | 389 V                                 | 389 V                      | 389 V                      |
| Motor weight without battery, including electronics in kg  | 139 (L) / 145 (XL)                    | 139 (L) / 145 (XL)                    | 145 (L) / 151 (XL)                    | 145 (L) / 151 (XL)                    | 80                         | 80                         |
| Weight of 1 battery in kg  | 149                                   | 149                                   | 149                                   | 149                                   | 149                        | 149                        |
| Total system weight example in kg<br>(long shaft version, 1 charger, including connection box,<br>display, throttle and cabling) | 313<br>(with 1 battery)               | 462<br>(with 2 batteries)             | 319<br>(with 1 battery)               | 468<br>(with 2 batteries)             | 254<br>(with 1 battery)    | 410<br>(with 2 batteries)  |
| Shaft length   | 20" / 51 cm (L)<br>25" / 63.5 cm (XL) | 20" / 51 cm (L)<br>25" / 63.5 cm (XL) | 20" / 51 cm (L)<br>25" / 63.5 cm (XL) | 20" / 51 cm (L)<br>25" / 63.5 cm (XL) | -                          | -                          |
| Standard propeller   | v50/p50k                              | v50/p50k                              | v50/p50k                              | v50/p50k                              | -                          | -                          |
| Maximum propeller speed in rpm   | 2,400                                 | 2,400                                 | 2,400                                 | 2,400                                 | 1,800/1,400                | 1,800/1,400                |
| Steering   | Standard remote steering              | Standard remote steering              | Tiller with throttle                  | Tiller with throttle                  | -                          | -                          |
| Tilting device   | Electric from throttle                | Electric from throttle                | Tiller skewing and throttle           | Tiller skewing and throttle           | -                          | -                          |
| Trim device  | Electric from throttle                | Electric from throttle                | Electric from tiller                  | Electric from tiller                  | -                          | -                          |
| Integrated on-board computer with touch-screen display   | Yes                                   | Yes                                   | Yes                                   | Yes                                   | Yes                        | Yes                        |



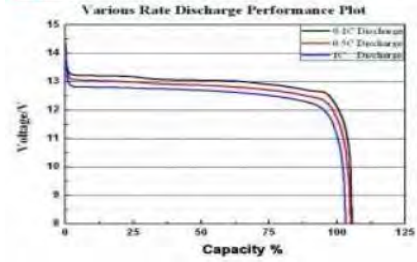
## 48V 300AH Lithium Ion Battery



### ● Cycle life

|             |             |      |
|-------------|-------------|------|
|             | 100 cycles  | 102  |
| Capacity at | 500 cycles  | 96.3 |
| different   | 1000 cycles | 90.8 |
| cycles(%)   | 1500 cycles | 85.4 |
|             | 2000 cycles | 80.1 |

### ● Discharge Curves 25°C (77°F)



### Detail Specification

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>Amp Hours</b>                        | <b>: 300 Ah</b>             |
| <b>Voltage</b>                          | <b>: 48 Volt</b>            |
| <b>Cold Cranking Amps</b>               | <b>: 3000</b>               |
| <b>Life Expectancy</b>                  | <b>: 3000 – 5000 Cycles</b> |
| <b>Weight</b>                           | <b>: 374 Lbs</b>            |
| <b>Group Size</b>                       | <b>: N/A</b>                |
| <b>Minute @20A</b>                      | <b>: 900</b>                |
| <b>Efficiency</b>                       | <b>: 99%</b>                |
| <b>Max Continuous Charge/ Discharge</b> | <b>: 300 A</b>              |
| <b>Operating Temperature</b>            | <b>: -4 F + 158 F</b>       |
| <b>Auto Over Voltage Cutoff</b>         | <b>: 64 V</b>               |





# WP-Suntrack 60 & 80 amp

High yield MPPT solar charge controllers



Datasheet



- Essential components for off- grid power systems
- Optimizing solar production, for a fast and 100% re-charge of the battery

- Two models: 65 Amp and 80 Amp power
- Suitable for 12, 24 and 48 VDC Solar Systems
- Input voltage up to 150 VDC
- Automatic tracking of the maximum power point
- Fully compliant to our Grid Independender Solar/ Diesel Power System
- Suitable to charge any type of battery including Lithium ION



green energy solutions



green energy solutions



## WP-Suntrack 60 & 80 amp

| Electrical characteristics PV array side<br>Art. Nr.                  | WP-Suntrack 65<br>60110420  | WP-Suntrack 80<br>60110421 |
|---|---|----------------------------|
| Nominal Battery Voltage   | 12V / 24V / 48V   | 12V / 24V / 48V            |
| Maximum Solar Power Recommended                                       | 1000W / 2000W / 4000W   | 1250W / 2500W / 5000W      |
| Maximum Solar VOC   | 80VDC / 150VDC / 150VDC   |                            |
| Maximum Solar VMP   | 75VDC / 145VDC / 145VDC   |                            |
| <b>Electrical characteristics Battery side</b>                        |   |                            |
| Maximum Output Current  | 65A   | 80A                        |
| Nominal Battery Voltages  | Automatic or Manual set to 12 / 24 / 48VDC                          |                            |
| Operating Voltage Range   | Above battery voltage, minimum 7V                                   |                            |
| <b>Performances of the device</b>                                     |   |                            |
| Power Conversion Efficiency   | 98%   |                            |
| Maximum Standby Consumption (48V)                                     | 25mA > 1.2W   |                            |
| Maximum Standby Consumption (24V)                                     | 30mA > 0.8W   |                            |
| Maximum Standby Consumption (12V)                                     | 35mA > 0.5W   |                            |
| Battery Charge Modes  | 4 Stages: Bulk, Absorb, Float, Equalisation                         |                            |
| Battery temperature compensation<br>(available with accessory BTS-01) | -3mV / °C / cell (25°C ref) default value adjustable -8 to 0mV / °C |                            |
| <b>Electronic Protection</b>  |   |                            |
| PV Reverse Polarity   | Protected   |                            |
| Battery reverse polarity  | Up to -150VDC   |                            |
| Battery overvoltage   | Up to 150VDC  |                            |
| Over temperature  | Protected   |                            |
| Reverse current at night  | Prevented by relays   |                            |
| <b>Environment</b>  |   |                            |
| Operating Ambient Temperature Range                                   | -20°C to 55°C   |                            |
| Humidity  | 100%  |                            |
| Ingress Protection of Enclosures                                      | IP54, IEC/EN60529:2001  |                            |
| Mounting Location   | Indoor  |                            |
| <b>General Data</b>   |   |                            |
| Warranty  | 5 Years   |                            |
| Weight  | 5.2kG   | 5.5kG                      |
| Dimensions h/w/l (mm)   | 120 / 220 / 310   | 120 / 220 / 350            |
| Parallel Operation (separated PV arrays)                              | Up to 15 devices  |                            |
| Max wire size   | 35mm <sup>2</sup>   |                            |
| Glands  | M20 x 1.5   |                            |
| <b>Communication</b>  |   |                            |
| Network Cabling   | WPC Communication Bus   |                            |
| Remote Display and Controller   | WP-RC or WP-PSCP  |                            |
| Menu languages  | English / French / German / Spanish                                 |                            |
| Data Logging  | With WP-RC and SD card • One point every minute                     |                            |
| <b>Accordance to standards</b>  |   |                            |
| CE compliant  | EMC 2004/108/CE • LV 2006/95/CE • RoHS 2002/95/CE                   |                            |
| Safety  | IEC/EN 62109-1:2010   |                            |
| EMC (Electro Magnetic Compatibility)                                  | IEC/EN 61000-6-3:2011 • IEC/EN 61000-6-1:2005                       |                            |

### WP-Suntrack – product description

**Maximum power point tracking (MPPT)** is a technique that solar charge controllers, grid connected inverters and similar devices use to obtain the maximum possible power from one or more photovoltaic devices. The MPPT technique is essential to optimize the efficiency of a solar system. The WP– SUNTRACK combines an superior MPP Tracking and a perfect charge algorithm, ensuring a fast and reliable charge of the batteries. This includes multi stage, temperature compensated charging. The WP-Suntrack should be installed between the solar array and the battery. The MPPT continuously seeks out the solar generator's optimal voltage to retrieve the maximum available energy. This operating point varies constantly depending on outdoor conditions (sunlight, temperature etc.) to which it must adapt.

### Features and performances

- Tracking efficiency: >99%
- Conversion efficiency: 98%
- 4 step charger for longer battery life
- 8 predefined battery charge curves as standard
- Free programming of the battery's load curve with the WPC remote panel
- Low self-consumption: <1W in night mode
- Protection against incorrect wiring
- Protection against reverse polarity
- Fully configurable
- IP54 enclosure
- Comprehensive display, programming and data logging with the WPC remote panel
- Up to 15 WP Suntrack units can be installed in parallel on the same communication bus



PSCP



WP-RC

# Genverter 50 kW- Power System



Datasheet

Sailing Yachts • Motor yachts • Commercial craft • Back-up Power



## Unique high efficient variable speed diesel generator

- 0-50 kW output power rating
- 4 or 6 cyl. diesel engine by choice
- Fully watercooled PM technology
- 1000-3000 RPM range
- Extremely silent
- Ultra compact and light weight (400 kg)
- Fuel - and maintenance costs reduction
- DC output for hybrid battery charging
- 400 VAC / 50 Hz output by 3-phase inverter
- 60 Hz also available



smart energy solutions







smart energy solutions



# Hy-Gen Genverter GV50 variable speed generator

## Main specifications (preliminary)

|                      |   |
|----------------------|---|
| Nominal Power        | 50 kW at 3200 RPM<br>20 kW at 1800 RPM  |
| Rated Output voltage | up to 750 VDC   |
| Product technology   | variable speed, light weight high speed<br>diesel generator with water cooled<br>compact 3-phase permanent magnet<br>flywheel integrated alternator |
| RPM window           | 1250-3200 RPM   |
| Sound level          | 58 dBA at 1500 RPM at 7 m   |

## Specifications diesel engine

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Engine model              | MO114M38  |
| Engine technology         | 4-stroke, turbo charged, intercooled,<br>direct-injection, fresh water cooling,<br>mono block, high speed combustion<br>diesel engine |
| Output at Crankshaft      | 83 kW (114 HP) at 3200 rpm  |
| Number of cylinders       | 4 inline  |
| Injection system          | two stage unit injectors,<br>mechanically driven but electronic<br>injection pressure controlled<br>up to 2000 bar                    |
| Displacement              | 3200 cm <sup>3</sup> (195 cid)  |
| Bore                      | 85 mm (3.35")   |
| Stroke                    | 94 mm (3.7")  |
| Compression ratio         | 17.0  |
| Max. torque               | 255 Nm at 2500 RPM  |
| Fuel consumption          | 220 g/kWh   |
| Exhaust emissions         | EPA Tier II, RCD/2003/44  |
| Ø Sea water inlet, outlet | 25 mm (1"), 89 mm (3 1/2")  |
| Electrical system         | 12 VDC system plug in solution;<br>14 VDC / 80 A Alternator;<br>2 pole installation as standard;<br>engine diagnostic as standard     |

## Generator back-end specifications

|                  |  |
|------------------|--|
| Model PM         | Synchronous Permanent Magnet,<br>Maintenance free, water cooled alternator |
| Rated Power      | 50 kW at 3200 RPM<br>Rated output voltage max 750 VDC                      |
| Number of phases | 3  |
| Frequency        | up to 400 Hz   |
| Efficiency       | > 92 %   |

## Accessoires

Up to 200 kVA: modulaire switch mode bi-directional DC/DC converter for high voltage battery charging. Up to 200 kVA: modulaire switch mode bi-directional DC/AC inverter for hotel load and stable 230/400 VAC 50/60 Hz. Power management control centre HY-Control, multipurpose display and load management control functions. Up to 80 kWh of high voltage Lithium ION battery-pack for silent mode, E-propulsion and hybrid functionality.

## Also available: Integrated Flywheel generator



Clutch for 50kW  
integrated flywheel generator

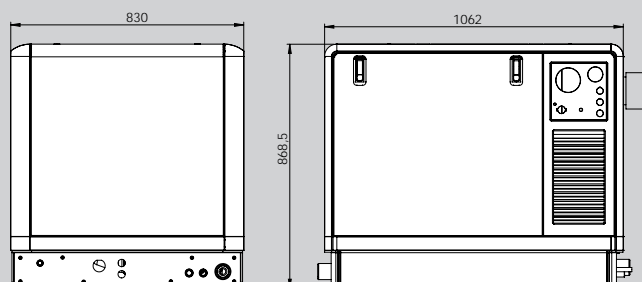
Integrated Flywheel  
alternator PM-motor/  
shaft generator of 50 kW



WhisperPower  
fully-watercooled variable  
speed PM alternator

4 or 6 cyl. compact turbo  
diesel (Steyr or other brands)

## INSTALLATION HY-GEN GENVERTER GV50





## Technical Specification of Lighting and Electrical Terminal

|          |                     |
|----------|---------------------|
| Project  | FINAL PROJECT       |
| Doc. No. | 01 - 42 11 071 - EL |
| Rev. No. |                     |
| Page     |                     |

| No | Nama ruangan     | Dimensi Ruangan |      |     | H<br>(m) | h<br>(m) | Area<br>Room<br>A (m <sup>2</sup> ) | Index<br>Room<br>(K) | KA        | Intensity<br>(E)<br>Luxs | Type of Armature |      |                 | Reflection Factor |      |      |
|----|------------------|-----------------|------|-----|----------|----------|-------------------------------------|----------------------|-----------|--------------------------|------------------|------|-----------------|-------------------|------|------|
|    |                  | P               | L    | T   |          |          |                                     |                      |           |                          | Σ                | Tipe | Power<br>(Watt) | rc                | rw   | rf   |
|    |                  | (m)             | (m)  | (m) |          |          |                                     |                      |           |                          |                  |      |                 |                   |      |      |
| 1  | Passenger Room 1 | 9.50            | 3.30 | 2.2 | 0.7      | 1.50     | 31.350                              | 1.633                | LEF-151N  | 150                      | 1                | LED  | 15              | 0.75              | 0.50 | 0.10 |
| 2  | Passenger Room 2 | 13.00           | 3.30 | 1.7 | 0.7      | 1.00     | 42.900                              | 2.632                | LEF-151N  | 150                      | 1                | LED  | 15              | 0.75              | 0.50 | 0.10 |
| 3  | Toilet           | 1.50            | 1.20 | 2.2 | 0.0      | 2.20     | 1.800                               | 0.303                | MINOR 568 | 50                       | 1                | LED  | 4.4             | 0.75              | 0.50 | 0.10 |
| 4  | Navigation Room  | 3.50            | 3.30 | 2.2 | 0.7      | 1.50     | 11.550                              | 1.132                | LEF-151N  | 150                      | 1                | LED  | 15              | 0.75              | 0.50 | 0.10 |
| 5  | Electrical Room  | 5.70            | 2.50 | 1.5 | 0.7      | 0.80     | 14.250                              | 2.172                | LEKN-08V  | 200                      | 1                | LED  | 8               | 0.75              | 0.50 | 0.10 |
| 6  | Outside Way 1    | 12.00           | 1.20 | 2.2 | 0.0      | 2.20     | 14.400                              | 0.496                | LEKH-08V  | 20                       | 1                | LED  | 8               | 0.75              | 0.50 | 0.10 |
| 7  | Outside Way 2    | 12.00           | 1.20 | 2.2 | 0.0      | 2.20     | 14.400                              | 0.496                | LEKH-08V  | 20                       | 1                | LED  | 8               | 0.75              | 0.50 | 0.10 |

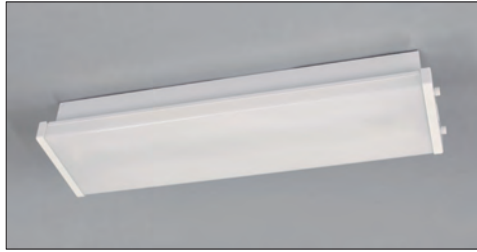


## Technical Specification of Lighting and Electrical Terminal

|          |                     |
|----------|---------------------|
| Project  | FINAL PROJECT       |
| Doc. No. | 01 - 42 11 071 - EL |
| Rev. No. |                     |
| Page     |                     |

| No | Nama ruangan     | Range of Efficiency |       |      |       | Efficiency Interpolasi | Diversitas (d) | Efficiency Armature | Flux ( $\Phi$ ) | Light Flux (lumen) | $\Sigma$ armature          |   | Daya Lampu Total (Watt) |
|----|------------------|---------------------|-------|------|-------|------------------------|----------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|---|-------------------------|
|    |                  | k1                  | Eff 1 | k2   | Eff 2 |                        |                |                     |                 |                    | n                          | N |                         |
| 1  | Passenger Room 1 | 1.50                | 0.407 | 2.00 | 0.420 | 0.410                  | 0.7            | 0.29                | 16366.93        | 5400               | 3.03                       | 3 | 45                      |
| 2  | Passenger Room 2 | 2.50                | 0.460 | 3.00 | 0.478 | 0.465                  | 0.7            | 0.33                | 19780.29        | 5400               | 3.66                       | 4 | 60                      |
| 3  | Toilet           | 0.60                | 0.169 |      |       | 0.085                  | 0.65           | 0.06                | 1622.21         | 1584               | 1.02                       | 1 | 4.4                     |
| 4  | Navigation Room  | 1.00                | 0.350 | 1.25 | 0.379 | 0.365                  | 0.7            | 0.26                | 6774.27         | 5400               | 1.25                       | 1 | 15                      |
| 5  | Electrical Room  | 2.00                | 0.393 | 2.50 | 0.427 | 0.405                  | 0.65           | 0.26                | 10833.88        | 2880               | 3.76                       | 4 | 32                      |
| 6  | Outside Way 1    | 0.60                | 0.185 |      |       | 0.153                  | 0.65           | 0.10                | 2897.96         | 1000               | 2.90                       | 3 | 24                      |
| 7  | Outside Way 2    | 0.60                | 0.185 |      |       | 0.153                  | 0.65           | 0.10                | 2897.96         | 1000               | 2.90                       | 3 | 24                      |
|    |                  |                     |       |      |       |                        |                |                     |                 |                    | <b><math>\Sigma</math></b> |   | <b>204.4</b>            |

## LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEF\*N****LED FLUSH CEILING LIGHT IP20**

Accommodation areas, inside passage ways  
 Body : Electro zinc galvanized steel sheet  
 Diffuser : Milky polycarbonate  
 LED : 0.2W LED Package  
 Cable entry : 6-Snap bushing

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks   |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|-----------|
| LEF151N   | 15W      | 684   | 181   | 181   | 4.21       | FL18W x 1 |
| LEF152N   | 30W      | 684   | 181   | 181   | 4.24       | FL18W x 2 |
| LEF291N   | 29W      | 1294  | 181   | 181   | 7.23       | FL36W x 1 |
| LEF292N   | 58W      | 1294  | 181   | 181   | 7.26       | FL36W x 2 |

**LEF\*S****LED THIN FLUSH CEILING LIGHT IP44**

Galley, laundry, pantry  
 Body : Electro zinc galvanized steel sheet  
 Diffuser : Milky polycarbonate(Aluminium frame)  
 LED : 0.2W LED Package  
 Cable entry : 4-Cable glands

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks   |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|-----------|
| LEF151S   | 15W      | 677   | 275   | 111   | 7.60       | FL18W x 1 |
| LEF152S   | 30W      | 677   | 275   | 111   | 7.63       | FL18W x 2 |
| LEF291S   | 29W      | 1270  | 275   | 111   | 12.70      | FL36W x 1 |
| LEF292S   | 58W      | 1270  | 275   | 111   | 12.73      | FL36W x 2 |

**LEW\*N****LED NO-GAP FLUSH CEILING LIGHT IP44**

B-0, B-15

Accommodation areas, saloon, dining room, inside passage ways  
 Body : Electro zinc galvanized steel sheet  
 Diffuser : Milky polycarbonate(Aluminium frame)  
 B15 Insulation : AL Foil (Hi-wool)  
 LED : 0.2W LED Package  
 Cable entry : 6-Snap bushings

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks   |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|-----------|
| LEW152N   | 30W      | 677   | 275   | 111   | 8.5        | FL18W x 2 |
| LEW292N   | 58W      | 1287  | 275   | 111   | 15.6       | FL36W x 2 |

**LEC\*N****LED DAMPA FLUSH CEILING IP20/IP44**

B-0, B-15

Accommodation areas, saloon, dining room  
 Body : Electro zinc galvanized steel sheet  
 Diffuser : Milky polycarbonate  
 B15 Insulation : AL Foil (Hi-wool)  
 LED : 0.2W LED Package  
 Cable entry : 6-Snap bushings

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks   |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|-----------|
| LEC152N   | 30W      | 645   | 275   | 84.2  | 5.75       | FL18W x 2 |
| LEC292N   | 58W      | 1270  | 275   | 84.2  | 8.80       | FL36W x 2 |

## LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEPH-P****LED PENDANT LIGHT IP56**

Engine room, workshop, stores, cargo hold, toilet  
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC  
 Globe : Clear hard glass (S90)  
 LED : 3~8W Bulb type bulb  
 Cable entry : 2 Cable glands

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| LEPH-03WG-P | 3W       | 114   | 114   | 228   | 0.96       | E26/27  |
| LEPH-05WG-P | 5W       | 114   | 114   | 228   | 0.96       | E26/27  |
| LEPH-08WG-P | 8W       | 114   | 114   | 228   | 0.96       | E26/27  |

- Optional : with Stainless steel Screen (LEPH-\*WU-P), with Hanging hook (LEPH-WH-P)

**LEKH-P****LED BULKHEAD LIGHT, 4HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, cargo hold, outside passage ways  
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC  
 Globe : Clear hard glass (S90)  
 LED : 3~8W Bulb type  
 Cable entry : Flange seat (50A pipe)

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| LEKH-03WG-P | 3W       | 155   | 144   | 267   | 1.24       | E26/27  |
| LEKH-05WG-P | 5W       | 155   | 144   | 267   | 1.24       | E26/27  |
| LEKH-08WG-P | 8W       | 155   | 144   | 267   | 1.24       | E26/27  |

- Optional : with Stainless steel Screen (LEKH-\*WU-P)

**LEKHN-P****LED BULKHEAD LIGHT, 3HOLE IP56**

(NEW JIS TYPE)

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways  
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC  
 Globe : Clear hard glass (S90)  
 LED : 3~8W Bulb type  
 Cable entry : Flange seat (50A pipe)

| Model no.    | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|--------------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| LEKHN-03WG-P | 3W       | 155   | 144   | 262   | 1.24       | E26/27  |
| LEKHN-05WG-P | 5W       | 677   | 144   | 262   | 1.24       | E26/27  |
| LEKHN-08WG-P | 8W       | 1270  | 144   | 262   | 1.24       | E26/27  |

- Optional : with Stainless steel Screen (LEKHN-\*WU-P)

**LEBH-P****LED BRACKET LIGHT, 4HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways  
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC  
 Globe : Clear hard glass (S90)  
 LED : 3~8W Bulb type  
 Cable entry : 2-Cable glands

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| LEBH-03WG-P | 3W       | 155   | 144   | 267   | 1.24       | E26/27  |
| LEBH-05WG-P | 5W       | 155   | 144   | 267   | 1.24       | E26/27  |
| LEBH-08WG-P | 8W       | 155   | 144   | 267   | 1.24       | E26/27  |

- Optional : with Stainless steel Screen (LEBH-\*WU-P)



## LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEPN-B****LED PENDANT LIGHT IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways

Body : Cast brass Guard : Cast brass

Globe : Clear hard glass (S90)

LED : 3-8W Bulb type

Cable entry : 2 Cable glands

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| LEPN-03WG-B | 3W       | 155   | 142   | 212   | 2.40       | E26/27  |
| LEPN-05WG-B | 5W       | 155   | 142   | 212   | 2.40       | E26/27  |
| LEPN-08WG-B | 8W       | 155   | 142   | 212   | 2.40       | E26/27  |

• Optional : with Stainless steel Screen (LEPN-\*WU-B)

**LEKN-B****LED BULKHEAD LIGHT, 4HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways

Body : Cast brass Guard : Cast brass

Globe : Clear hard glass (S90)

LED : 3-8W Bulb type

Cable entry : Flange seat (50A pipe)

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks          |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|------------------|
| LEKN-03WG-B | 3W       | 153   | 105   | 233   | 1.66       | Incand. bulb 20w |
| LEKN-05WG-B | 5W       | 153   | 105   | 233   | 1.66       | Incand. bulb 40w |
| LEKN-08WG-B | 8W       | 153   | 105   | 233   | 1.66       | Incand. bulb 60w |

• Optional : with Stainless steel Screen (LEKN-\*WU-B)

**LEBN-B****LED BRACKET LIGHT, 3HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways

Body : Cast brass Guard : Cast brass

Globe : Clear hard glass (S90)

LED : 3-8W Bulb type

Cable entry : 2 Cable glands

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks          |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|------------------|
| LEBN-03WG-B | 3W       | 151   | 142   | 220   | 1.66       | Incand. bulb 20w |
| LEBN-05WG-B | 5W       | 151   | 142   | 220   | 1.66       | Incand. bulb 40w |
| LEBN-08WG-B | 8W       | 151   | 142   | 220   | 1.66       | Incand. bulb 60w |

• Optional : with Stainless steel Screen (LEBN-\*WU-B)

**LEPH-9P****LED PENDANT LIGHT FOR DC24V IP56**

Engine room, workshop, stores, toilet

Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : PC

Globe : Clear hard glass

LED : 8W Module type

Cable entry : 2 Cable glands

| Model no.    | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks     |
|--------------|----------|-------|-------|-------|------------|-------------|
| LEPH-08WG-9P | 8W       | 114   | 144   | 171   | 0.64       | Module type |

## LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEPS150****LED SEARCH LIGHT IP56**

Bridge wing, Compass deck  
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : sus or Steel chanal (zinc coating)  
 Front glass : Heat and impact resistant glass  
 LED : 2.3W LED Package  
 Cable entry : 1 cable gland

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| LEPS150   | 150W     | 478   | 395   | 714   | 18.5       |         |

**LEPB****LED BOAT DECK LIGHT FOR DC24V IP56**

Boat deck area  
 Body : cast brass  
 Front glass : tempered glass  
 LED : 1.6W LED Package  
 Cable entry : 2 Cable glands

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks         |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|-----------------|
| LEPB-12   | 12W      | 191   | 169   | 236   | 4.11       | Sealed beam 75w |

**PBI-R****BOAT DECK LIGHT IP56**  
Remote control type

Decks, holds and working areas  
 Body : aluminium dai-casting & Stainless steel front cover  
 Front glass : tempered glass  
 LED : Sealed Beam 75W (DC24V)  
       Sealed Beam 250W (AC220V)  
 Cable entry : 2 Cable glands  
 Remote control type

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| PBI75-R   | 75W      | 375   | 112   | 312   | 3.20       |         |
| PBI250-R  | 250W     | 485   | 112   | 308   | 5.00       |         |

**PB-RC****REMOTE CONTROL PANEL**  
FOR LED BOAT DECK LIGHT

Wheel House  
 Body : Steel Sheet  
 Cable Entry : Coaming Hole  
 PAN : 360°, MAX.6°±1° / SEC  
 TILT : -80° ~ +30° MAX. 4° ± 1° / SEC

| Model no. | Lamp   | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-----------|--------|-------|-------|-------|------------|---------|
| PB-RC     | Incan. | 40    | 180   | 120   | 1.2        |         |

## LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEN-S** LED NAVIGATION LIGHT (SINGLE) IP56

All vessels of 20m and above in length  
 Body : Polycarbonate (Seawater resistente materials)  
 Lens : Polycarbonate  
 LED : 1W LED Package  
 Cable entry : 1 Cable gland

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks               |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|-----------------------|
| LENM2A-S06W | 6W       | 210   | 210   | 278   | 2.01       | Masthead 225°         |
| LENS2A-S04W | 4W       | 210   | 210   | 278   | 2.13       | stern 135°            |
| LENP2A-S04R | 4W       | 210   | 210   | 278   | 2.15       | Port side 112.5°      |
| LENT2A-S04G | 4W       | 210   | 210   | 278   | 2.15       | Starboard side 112.5° |
| LENY2A-S04Y | 4W       | 210   | 210   | 278   | 1.82       | Stern towing 135°     |

**LEN-D** LED NAVIGATION LIGHT (DUAL) IP56

All vessels of 50m and above in length  
 Body : Polycarbonate (Seawater resistente materials)  
 Lens : Polycarbonate  
 LED : 1W LED Package  
 Cable entry : 2 Cable gland

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks           |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|-------------------|
| LENM2A-D06W | 6Wx2     | 210   | 210   | 478   | 3.72       | Masthead 225°     |
| LENS2A-D04W | 4Wx2     | 210   | 210   | 478   | 3.96       | Stem 135°         |
| LENP2A-D04R | 4Wx2     | 210   | 210   | 478   | 4.00       | Port side 112.5°  |
| LENT2A-D04G | 4Wx2     | 210   | 210   | 478   | 4.00       | Starboard 112.5°  |
| LENY2A-D04Y | 4Wx2     | 210   | 210   | 478   | 3.96       | Stern towing 135° |

**LEN-S** LED SIGNAL LIGHT (SINGLE) IP56

All vessels of 50m and above in length Allround 360°  
 Body : Polycarbonate (Seawater resistente materials)  
 Lens : Polycarbonate  
 LED : 1W LED Package  
 Cable entry : 1 Cable gland

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks             |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|---------------------|
| LENA2A-S06W | 6W       | 210   | 210   | 278   | 1.82       | Allround white 360° |
| LENU2A-S06W | 6W       | 210   | 210   | 278   | 1.82       | Allround red 360°   |
| LENF2A-S06G | 6W       | 210   | 210   | 278   | 1.82       | Allround green 360° |
| LENV-S06W   | 6W       | 210   | 210   | 278   | 1.82       | Maneuving 360°      |

**LEN-D** LED SIGNAL LIGHT (DUAL) IP56

All vessels of 50m and above in length  
 Body : Polycarbonate (Seawater resistente materials)  
 Lens : Polycarbonate  
 LED : 1W LED Package  
 Cable entry : 1 Cable gland

| Model no.   | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks             |
|-------------|----------|-------|-------|-------|------------|---------------------|
| LENA2A-D06W | 6Wx2     | 210   | 210   | 478   | 3.34       | Allround white 360° |
| LENU2A-D06R | 6Wx2     | 210   | 210   | 478   | 3.34       | Allround red 360°   |
| LENF2A-D06G | 6Wx2     | 210   | 210   | 478   | 3.34       | Allround green 360° |

**PFSI-40****H.P SODIUM FLOOD LIGHT IP67**  
Narrow & wide beam

Decks, holds and working areas  
 Body & cover : Stainless steel  
 Front glass : tempered glass Terminal box : PBT  
 Reflector : Highly polished aluminium, anodized  
 Cable entry : 2 cable glands

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks         |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|-----------------|
| PFSI-40N  | 400W     | 444   | 181   | 398   | 7.62       | E39/E40, Narrow |
| PFSI-40W  | 400W     | 444   | 181   | 398   | 7.62       | E39/E40, Wide   |

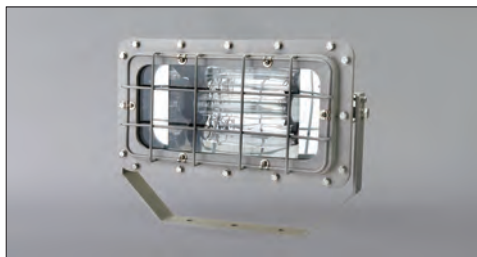
- Optional : Metal halide lamp 400w (PFMH-40)

**PFSI-42****H.P SODIUM FLOOD LIGHT IP67**  
Narrow & wide beam

Decks, holds and working areas  
 Body & cover : Stainless steel  
 Front glass : tempered glass Terminal box : Stainless steel  
 Reflector : Highly polished aluminium, anodized  
 Cable entry : 2 cable glands

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| PFSI-42N  | 400Wx2   | 444   | 185   | 520   | 13.2       |         |
| PFSI-42W  | 400Wx2   | 444   | 185   | 520   | 13.2       |         |

- Optional : Metal halide lamp 400wX2 (PFMH-42)

**PFSI-IP68****H.P SODIUM FLOOD LIGHT IP68**  
Under-water flood light (5meter)

Floating dock  
 Body : Stainless steel sheet Front cover : Cast brass  
 Front glass : tempered glass  
 Reflector : Highly polished aluminium, anodized  
 Cable entry : 1 cable gland

| Model no.     | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks        |
|---------------|----------|-------|-------|-------|------------|----------------|
| PFSI-40N-IP68 | 400W     | 502   | 190   | 384   | 27.0       | E39/E40 Narrow |

- Optional : Metal halide lamp 400w (PFMH-40-IP60)

**PFM(SI)\*-J****FLOOD LIGHT IP56**  
Mercury & sodium lamp

Decks, holds and working areas  
 Body : Stainless steel  
 Front glass : tempered glass Terminal box : Stainless steel  
 Reflector : Highly polished aluminium, anodized  
 Cable entry : 1 cable gland

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks    |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|------------|
| PFM-40-J  | 400W     | 405   | 478   | 607   | 12.5       | Mercury    |
| PFSI-40-J | 400W     | 405   | 478   | 607   | 12.5       | H.P.Sodium |
| PFM-70-J  | 700W     | 543   | 593   | 735   | 16.5       | Mercury    |
| PFSI-70-J | 660W     | 543   | 593   | 735   | 16.5       | H.P.Sodium |

## LIGHTING FIXTURE FOR ON-DECK

**PSHF****HALOGEN SEARCH LIGHT IP56**  
Fixed type

Bridge wing, Compass deck  
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : sus or Steel chanal (zinc coating)  
 Reflector : Glass parabolic mirror  
 Front glass : Heat and impact resistant glass  
 Cable entry : 1 cable gland (M24x1.5)

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks          |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|------------------|
| PSHF-1K   | 1000W    | 425   | 344   | 583   | 16.5       | Lamp base :GX9.5 |
| PSHF-2K   | 2000W    | 692   | 630   | 997   | 60.0       | Lamp base :GX16  |
| PSHF-3K   | 3000W    | 692   | 630   | 997   | 60.0       | Lamp base :GX38  |

**PSHC****HALOGEN SEARCH LIGHT IP56**  
Room control type

Bridge wing, Compass deck  
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : SUS or Steel chanal (zinc coating)  
 Reflector : Glass parabolic mirror Control handle : Cast brass & Plastic  
 Front glass : Heat and impact resistant glass  
 Cable entry : 1 cable gland (M24x1.5)

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks          |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|------------------|
| PSHC-1K   | 1000W    | 425   | 344   | 583   | 16.5       | Lamp base :GX9.5 |
| PSHC-2K   | 2000W    | 692   | 630   | 997   | 60.0       | Lamp base :GX16  |

**PSHR****HALOGEN SEARCH LIGHT IP56**  
Electronic remote control type

Bridge wing, Compass deck  
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : sus or Steel chanal (zinc coating)  
 Reflector : Glass parabolic mirror Mounting box : Stainless steel  
 Front glass : Heat and impact resistant glass  
 Cable entry : 1 cable gland (M24x1.5)

| Model no. | Capacity | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks          |
|-----------|----------|-------|-------|-------|------------|------------------|
| PSHR-1K   | 1000W    | 425   | 344   | 915   | 50.0       | Lamp base :GX9.5 |
| PSHR-2K   | 2000W    | 692   | 630   | 1545  | 155.0      | Lamp base :GX16  |
| PSHR-3K   | 3000W    | 692   | 630   | 1545  | 155.0      | Lamp base :GX38  |

**PSHR-RC****ROMOTE CONTROL PANEL IP20**  
Flush type

Wheel house  
 Front plate : Aluminium (Purple blue screen prints)  
 Cable entry : Coming hole  
 Romete control Switch for lamp on-off, angle up-down, left-right

| Model no. | L(mm) | W(mm) | H(mm) | Weight(kg) | Remarks |
|-----------|-------|-------|-------|------------|---------|
| PSHR-RC   | 220   | 130   | 50    | 0.8        |         |



## ES 5100 Navigation Echosounder The New Standard for Navigation Echosounder

### ES 5100 - the New Standard for Navigation Echosounder

#### Key Highlights

- **Type Approved**
- **User-Friendly**
- **Flexible**
- **High Resolution Graphical TFT Colour Display**
- **Highly Reliable**
- **6 Ranges**

The ES 5100 is the successor to the market leader ES 5000 and sets the standard for navigation echosounder from shallow to deep water. It can be operated as a single or dual frequency unit with up to 4 transducers for frequencies from 30 to 210k. The ES 5100 offers 6 basic ranges from 10 to 2000m, 24 hours memory, interfaces for output of depth data, input of position data and printer interface.

#### Compact Display

- Day & night colour selection
- Continuous observation of depth data in conventional recording mode
- Digital display of water depth and selected range position data
- Optional digital display, DAZ25

#### User-Friendly

- Self-explanatory and practical
- Direct access to all important functions
- Menu guided operation
- Menu controlled transducer adaption / performance setting
- Memory for depth soundings of more than the last 24 hours for print-out including all supplementary data such as sounding range, time and position



#### Flexible

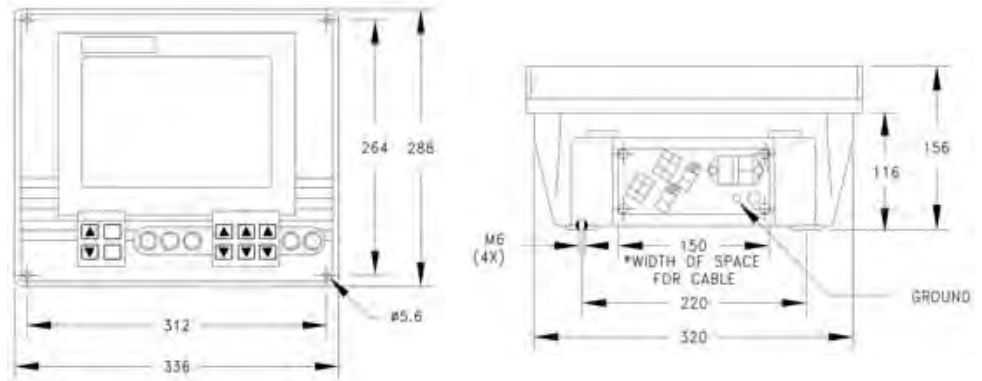
- Optional mounting arrangements for display
- 8 standard frequencies available, in single or dual-frequency
- NMEA standard interfaces allow integration of the ES5100 into any bridge configuration
- Serial interface for data acquisition, remote control, output status
- Retrofit possible to existing Sperry Marine or other manufacturers' transducers
- Standard Sperry Marine transducers LSE 297/50 kHz resp. LSE 313 / 200 kHz, especially developed for ES5100

#### Reliable

- Compliant with IMO rules and recommendations
- Dead man alarm
- Mute control for acoustic alarm
- Power supply voltage monitoring
- Electronic data storage results in no mechanical wear and no paper consumption

# ES 5100 Navigation Echosounder

## The New Standard for Navigation Echosounder



### Sperry Marine

www.sperrymarine.northropgrumman.com  
For more information, please contact:

#### AMERICAS

##### Charlottesville, VA USA

Tel: +1 434-974-2000

Fax: +1 434-974-2259

##### Melville, NY USA

Tel: +1 631-719-4736

Fax: +1 631-719-4630

#### ASIA

##### China, Shanghai

Tel: +86-21-5836-9978

Fax: +86-21-5836-9979

##### Hong Kong, Sheung Wan

Tel: +852-2581-9122

Fax: +852-2581-9967

##### Japan, Tokyo

Ph: +81 (0)-3-3863-7401

Fax: +81 (0)-3-3863-7455

##### Singapore

Tel: +65-6274-3332

Fax: +65-6271-3339

##### South Korea, Busan

Tel: +82-51-247-7455

Fax: +82-51-247-7454

##### Taiwan, Kaohsiung

Tel: +886-7-331-7786

Fax: +886-7-331-7924

#### CANADA

##### Nova Scotia, Halifax

Tel: +1 902-468-9479

Fax: +1 902-468-9480

#### EUROPE

##### Belgium, Antwerp

Tel: +32-3-233-14-33

Fax: +32-3-225-05-53

##### Denmark, Copenhagen

Tel: +45-77-33-66-33

Fax: +45-77-33-66-11

##### Germany, Hamburg

Tel: +49 (0)40 299 00-0

Fax: +49 (0)40 299 00-146

##### Holland, Vlaardingen

Tel: +31(0)-10-4451600

Fax: +31(0)-10-4345015

##### Norway, Bergen

Tel: +47-55-94-94-94

Fax: +47-55-34-52-27

##### United Kingdom, New Malden

Tel: +44(0)20 8329 2000

Fax: +44(0)20 8329 2415

## Product Information

|  |   |
|--|---|
| <b>Frequencies</b>                             | 28, 30, 33, 38, 50, 100, 200, 210 kHz; single or dual frequency; existing transducers can be used                     |
| <b>Display of data</b>                         | Colour TFT display; Size: 10.4", free selection of display layout; night & day presentation mode; optional on printer |
| <b>Basic scale ranges</b>                      | 10, 20, 50, 200, 500, 2000 m  |
| <b>Units</b>                                   | Selectable; meters, fathoms or feet   |
| <b>Measuring accuracy</b>                      | Better than 2,5 % of depth reading  |
| <b>Minimum sounding depth below transducer</b> | Approx. 0,5 m   |
| <b>Trim correction</b>                         | 5 m   |
| <b>Draft correction</b>                        | Up to 29,9 m  |
| <b>Output power</b>                            | 150, 450, 1000 W RMS, depending on transducer   |
| <b>Pulse repetition rate</b>                   | Pulse repetition rate; max. 180 pulses per minute   |
| <b>Gain control</b>                            | Time Variable Gain (TVG) manual and automatic control for depth finding   |
| <b>Special features</b>                        | Recording of time and date internally generated   |
|  | Data output (depth values etc.)   |
|  | Position if externally available  |
|  | Dead man alarm  |
|  | Mute control for acoustic alarm   |
| <b>Interfaces</b>                              | Output: DPT according to NMEA 0183 and DIN EN 61 162-1. Input: NAV data according to NMEA 0183 and DIN EN 61 162-1    |
| <b>Environmental conditions</b>                | According to EN 60 945  |
| <b>Operating temperature</b>                   | -15°... +55°C   |
| <b>Protection code</b>                         | IP 53   |
| <b>Power supply</b>                            | 90- 260 V, 50 - 60 Hz; optionally 10-30 V DC;   |
|  | Supply voltage monitoring   |
| <b>Power consumption</b>                       | Approx. 35 W  |
| <b>Type Approval</b>                           | BSH-Approval 6296/021/02/Wheelmark  |
| <b>Weight</b>                                  | 6,1 kg  |
| <b>Dimensions</b>                              | Height 288 x width 336 x depth 150 mm   |

Sperry Marine, with worldwide headquarters in Charlottesville, VA, and major engineering and support offices in Melville, NY, New Malden, England, and Hamburg, Germany, is part of the Northrop Grumman **Electronic Systems** sector.

This brochure, including the information contained herein, is the Intellectual Property of Northrop Grumman Corporation and as such may not be copied or reproduced without the written permission of Northrop Grumman. All specifications herein were in effect on the date of this publication. However, any technical data should not be solely relied upon and should be verified at time of order. Furthermore, equipment may vary from that specified due to the Sperry Marine policy of continual product improvement.

Economical - no paper required

# NAVTEX RECEIVER

Model **NX-300**



Compact NAVTEX loop antenna



- **Reliable, uninterrupted reception of Navtex messages**
- **No paper required**
- **Designed for small boats and fishing vessels**
- **Ultra clear 4.5" backlit monochrome LCD**
- **Compact, stylish display and antenna unit**
- **30,000-character memory capacity for message storage**
- **Memory backup with a long life lithium battery**
- **Low power consumption**

The NX-300 automatically receives NAVTEX (Navigational Telex) messages and verifies the ID of received messages. NAVTEX is a worldwide coastal telex broadcast system. The broadcast stations transmit Navigational Warnings, Meteorological Warnings, Search and Rescue (SAR) information and other data for ships sailing within their service range. Messages are broadcast every 4 hours. The NAVTEX receiver NX-300 operates on 518 kHz. A typical range is 200-400 nautical miles.

Every incoming message is identified and new messages are read from the high-contrast 4.5" LCD display. The NX-300 requires no paper. However, the message can be printed out via a PC. The broadcasting station can be selected automatically according to own ship position. The NX-300 must be connected with a GPS/DGPS navigator outputting L/L in NMEA 0183 format.

The NX-300 consists of compact, waterproof display and antenna unit for ease of installation in the flybridge or at the navigation station.



© The future today with FURUNO's electronics technology

**FURUNO ELECTRIC CO., LTD.**

9-52 Ashihara-cho, Nishinomiya City, Japan Telephone: +81 (0)798 65 2111  
Telefax: +81 (0)798 65 4200, 66-4622, 66-4623

Catalogue No. NPG-FX5

TRADE MARK REGISTERED  
MARCA REGISTRADA



# SPECIFICATIONS OF NX-300

## RECEIVER CHARACTERISTICS

- Receiver Frequency** 518 kHz
- Mode of Reception** F1B
- Sensitivity** 2  $\mu$ V e.m.f. (50  $\Omega$ ), 4 % error rate
- Selectivity** Bandwidth: 300 Hz at 6 dB  
Attenuation:  $\pm$  0.8 kHz at 46 dB
- Spurious Emission** 1 nW or less
- Message Category**
  - A: Coastal navigation information
  - B: Meteorological warning
  - C: Ice report
  - D: Search and rescue alert
  - E: Meteorological forecast
  - F: Pilot message
  - G: Decca message
  - I: Omega message
  - J: Loran-C message
  - K: Other navigational system message
  - L: Additional warning to category A
  - Z: No message on hand

## PROCESSOR/DISPLAY CHARACTERISTICS

- Display** 4.5" (95 x 60 mm) Monochrome LCD,  
120 x 64 pixels
- Display Modes** Message Selection Mode,  
NAV Data Mode,  
Message Display Mode
- Message Storage** 30,000 Characters

## ENVIRONMENT (IEC 60945 test method)

### Temperature

- Display unit: -15°C to +55°C  
Antenna unit: -25°C to +70°C

### Waterproofing

- Display unit: IPX5 (IEC 60529), CFR-46 (USCG)  
Antenna unit: IPX6 (IEC 60529)

## POWER SUPPLY

10 to 30 VDC, 3 W

## EQUIPMENT LIST

### Standard

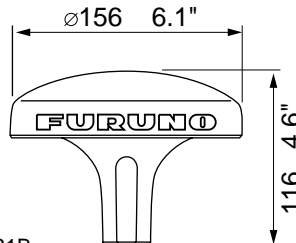
- |   |        |
|---|--------|
| 1. Display unit                           | 1 unit |
| 2. Antenna unit with 10 m cable           | 1 unit |
| 3. Installation materials and spare parts | 1 unit |

### Option

- Rectifier PR-62
- Flush mount kit F type or S type
- Antenna base

## ANTENNA UNIT

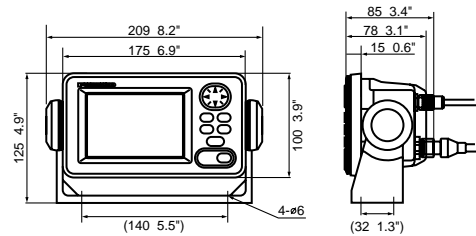
Weight 1.0 kg, 2.21 lb



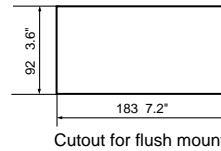
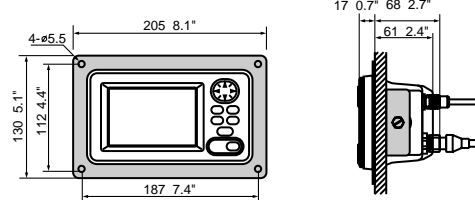
Internal thread 1x14UNS1B

## DISPLAY UNIT

Weight 0.8 kg, 28.2 oz

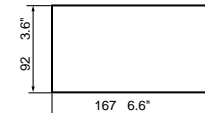
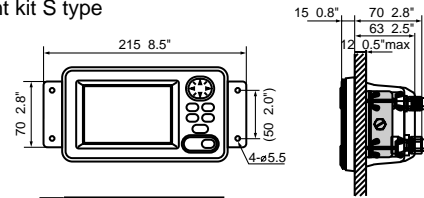


### Flush mount kit F type

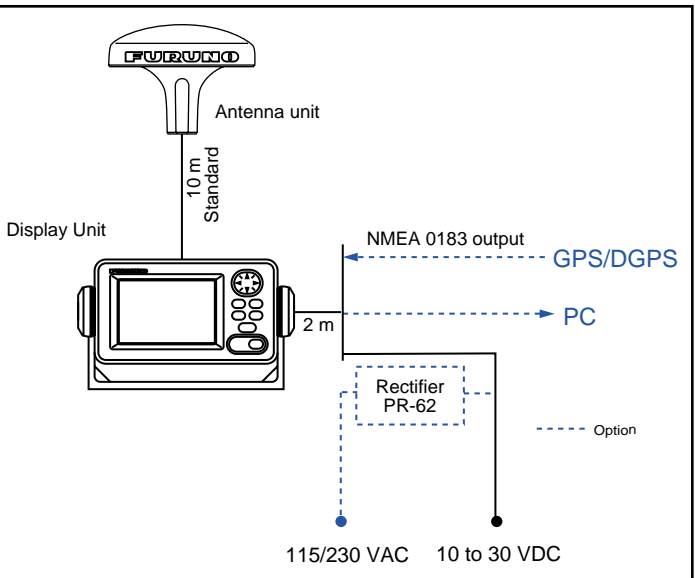


Cutout for flush mount

### Flush mount kit S type



Cutout for flush mount



SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

## FURUNO U.S.A., INC.

Camas, Washington, U.S.A.  
Phone: +1 360-834-9300 Telefax: +1 360-834-9400

## FURUNO (UK) LIMITED

Denmead, Hampshire, U.K.  
Phone: +44 2392-230303 Telefax: +44 2392-230101

## FURUNO FRANCE S.A.

Bordeaux-Mérignac, France  
Phone: +33 5 56 13 48 00 Telefax: +33 5 56 13 48 01

## FURUNO ESPAÑA S.A.

Madrid, Spain  
Phone: +34 91-725-90-88 Telefax: +34 91-725-98-97

## FURUNO DANMARK AS

Hvidovre, Denmark  
Phone: +45 36 77 45 00 Telefax: +45 36 77 45 01

## FURUNO NORGE A/S

Ålesund, Norway  
Phone: +47 70 102950 Telefax: +47 70 127021

## FURUNO SVERIGE AB

Västra Frölunda, Sweden  
Phone: +46 31-709 89 40 Telefax: +46 31-49 70 93

## FURUNO SUOMI OY

Helsinki, Finland  
Phone: +358 9 341 7570 Telefax: +358 9 3417 5716

99112B Printed in Japan

**FURUNO**

# FM-4000

## MARINE VHF RADIOTELEPHONE

With Class-D DSC Modem and CH70 watch receiver

- ▶ 25 W or 1 W RF Output Power
- ▶ Built-in DSC meets Class D ITU-R M493-11/EN 301 025 requirement
- ▶ 30 W PA, FOG, Bells and Whistles with Listen Back
- ▶ Audio tone control
- ▶ Waterproof speaker microphone provides clear reception and transmission
- ▶ Easy channel selection with large rotary control
- ▶ Quick access to channel 16/9 Key
- ▶ Features a large alpha numeric keypad
- ▶ Optional voice scrambler provides private communications with other radios equipped with scramblers



[www.furuno.com](http://www.furuno.com)

# SPECIFICATIONS OF FM-4000

## General

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| 1. Frequency           |                             |
| Transmit               | 156.025 to 157.425 MHz      |
| Receive                | 156.050 to 163.275 MHz      |
| 2. Mode                | FM (16K0G3E), DSC (16K0G2B) |
| 3. Channel Spacing     | 25 kHz                      |
| 4. Frequency Stability | ±5 ppm                      |

## Transmitter

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Output Power             | 25 W (Hi) or 1 W (Lo)     |
| 2. Frequency Stability      | ±3 ppm                    |
| 3. Max. Frequency Deviation | ±5 kHz                    |
| 4. Spurious Emission        | 80 dB (25 W), 66 dB (1 W) |

## Receiver

- |  |  |
|--|--|
| 1. Sensitivity (12 dB SINAD)                     | 0.30 µV  |
| 2. Squelch Sensitivity                           | 0.13 µV  |
| 3. Intermodulation Rejection Ratio (12 dB SINAD) | -80 dB   |
| 4. Spurious Response Rejection Ratio             | -80 dB   |
| 5. Adjacent Channel Selectivity                  | 80 dB  |
| 6. Audio Output Power                            | 4.5 W  |
| 7. Audio Response                                | within +1/-3 of a 6 dB/octave de-emphasis characteristic at 300 to 3000 Hz |

DSC Class D EN 301 025

## Interface (NMEA0183 ver. 2.0/3.01)

- |           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| 1. Input  | GLL, GGA, RMC and GNS               |
| 2. Output | DSC*, DSE* * NMEA0183 ver.3.01 only |

## ENVIRONMENT

- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| Temperature   | -20 °C to +60 °C   |
| Waterproofing | IPX7 (Front Panel) |

## POWER SUPPLY

13.8 VDC ±20%, 5.0 A max








## EQUIPMENT LIST

### Standard

1. Transceiver Unit
2. Microphone
3. Installation Materials and Spare Parts

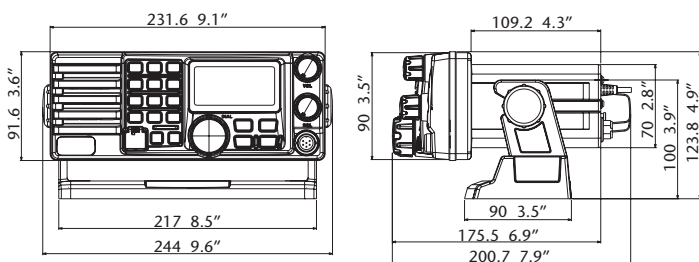
### Option

- |                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 1. Voice Scrambler          | CVS2500        |
| 2. Remote-Access Microphone | CMP30B (Black) |
| 3. Remote-Access Microphone | CMP30W (White) |
| 4. Flush-Mount Bracket      | MMB-84         |
| 5. Extension Cable          | CT-100         |
| 6. Bluetooth Headset        | BH-2A          |
| 7. Bluetooth Adaptor Unit   | BU-1           |
| 8. Charge Holder            | CAB-2          |

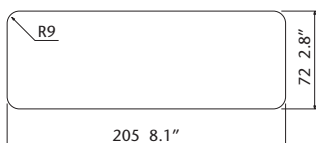
| Optional Accessories  |   |
|---|---|
| Voice Scrambler<br><b>CVS2500</b><br>     | Remote-Access Microphone (Black)<br><b>CMP30B</b><br> |
| Flush-Mount Bracket<br><b>MMB-84</b><br> | Remote-Access Microphone (White)<br><b>CMP30W</b><br> |
| Bluetooth Headset<br><b>BH-2A</b><br>    | Bluetooth Adaptor Unit<br><b>BU-1</b><br>             |
|   | Charger Holder for BH-2<br><b>CAB-2</b><br>          |

## Transceiver Unit FM-4000

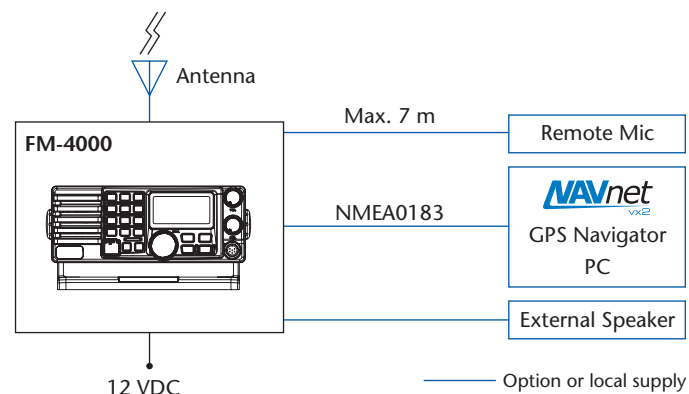
2.0 kg 4.4 lb



Cutout for Flush Mount



## INTERCONNECTION DIAGRAM



NOTE: Antenna unit is not included in the standard equipment.  
Please arrange it locally.

All brand and product names are registered trademarks, trademarks or service marks of their respective holders.

SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

**FURUNO ELECTRIC CO., LTD.**  
Nishinomiya, Hyogo, Japan  
www.furuno.co.jp

**FURUNO U.S.A., INC.**  
Camas, Washington, U.S.A.  
www.furunousa.com

**FURUNO (UK) LIMITED**  
Havant, Hampshire, U.K.  
www.furuno.co.uk

**FURUNO FRANCE S.A.S.**  
Bordeaux-Mérignac, France  
www.furuno.fr

**FURUNO ESPAÑA S.A.**  
Madrid, Spain  
www.furuno.es

**FURUNO DANMARK A/S**  
Hvidovre, Denmark  
www.furuno.dk

**FURUNO NORGE A/S**  
Ålesund, Norway  
www.furuno.no

**FURUNO SVERIGE AB**  
Västra Frölunda, Sweden  
www.furuno.se

**FURUNO FINLAND OY**  
Espoo, Finland  
www.furuno.fi

**FURUNO POLSKA Sp. z o.o.**  
Gdynia, Poland  
www.furuno.pl

**FURUNO DEUTSCHLAND GmbH**  
Rellingen, Germany  
www.furuno.de

**FURUNO EURUS LLC**  
St. Petersburg, Russian Federation  
www.furuno.com.ru

**FURUNO HELLAS LTD.**  
Piraeus, Greece



09105U Printed in Japan  
Catalogue No. V-033



## DAFTAR PUSTAKA

- BKI. (2013). *Rules for Small Vessels BKI Vol 8*. Jakarta: BKI.  
Department of Naval Architecture and Shipbuilding Engineering  
ITS. (2009). *Ship Resistance and Propulsion*. Jakarta: ITS.
- Indonesian Ship. (August 2007). *Propulsion System*. Retrieved  
September 8, 2015 from [www.indonesianship.com](http://www.indonesianship.com)
- Manen, J. D., & Oossanen, P. V. (1998). The Uses of Models for  
Determining Ship Resistance. *Principles of Naval  
Architecture vol II*
- Sarwito, Sardono. 1995. "Perancangan Instalasi Listrik Kapal"
- Torqueedo. (2015). *elektro outbord motor*. Retrieved Nopember 03,  
2015, from [www.torqueedo.com](http://www.torqueedo.com)
- Tourism Information Center. *Data Kunjungan Wisata*. Retrieved  
Oktober 2015, from [www.ticjepara.com](http://www.ticjepara.com)
- Watson, D. G. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier.

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tulungagung, 08 Juni 1992, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Menempuh pendidikan dasar di SDN Notorejo 3 Gondang Tulungagung pada tahun 1999 dan melanjutkan ke jenjang selanjutnya di SMP Negeri 2 Tulungagung pada tahun 2005 serta SMA Negeri 1 Kedungwaru Tulungagung pada tahun 2008 dengan mengambil program kelas IPA. Penulis diterima di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS melalui ujian bersama SNMPTN pada tahun 2011.

Selama masa studinya, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi mahasiswa intra kampus di tingkat jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan (HIMASISKAL) sebagai staff bidang beasiswa (2012/2013) dan kabid beasiswa (2013/2014) di Departemen Kesejahteraan Mahasiswa serta aktif dalam kegiatan luar jurusan seperti seminar dan pelatihan non ITS. Selain itu, pada tahun ajar 2015/2016 penulis diamanahi menjadi grader praktikum listrik kapal. Pada akhir masa studi, penulis mengambil Tugas Akhir bidang *Marine Electrical and Automation System* (MEAS).