**LAPORAN SKRIPSI – ME141501**

# DESAIN *LIFEBOAT* MENGGUNAKAN *ENERGY HARVESTER* SEBAGAI *SUPPLY* KEBUTUHAN DAYA

DANI AKHMAD IMADUDDIN
NRP 4213 100 101

Dosen Pembimbing
Juniarko Prananda, S.T., M.T.
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil., C.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

**LAPORAN SKRIPSI – ME141501**

# DESAIN *LIFEBOAT* MENGGUNAKAN *ENERGY HARVESTER* SEBAGAI *SUPPLY* KEBUTUHAN DAYA

DANI AKHMAD IMADUDDIN
NRP 4213 100 101

Dosen Pembimbing
Juniarko Prananda, S.T., M.T.
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil., C.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

**FINAL PROJECT – ME141501**

# DESIGN LIFEBOAT USING ENERGY HARVESTER AS POWER SUPPLY

DANI AKHMAD IMADUDDIN
NRP 4213 100 101

Dosen Pembimbing
Juniarko Prananda, S.T., M.T.
Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil., C.Eng.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

## LEMBAR PENGESAHAN

# DESAIN *LIFEBOAT* MENGGUNAKAN *ENERGY HARVESTER* SEBAGAI *SUPPLY* KEBUTUHAN DAYA

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang *Marine Electrical and Automatical System* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
**DANI AKHMAD IMADUDDIN**
NRP. 4213100101

Disetujui :
Pembimbing Tugas Akhir

Juniarko Prananda, ST., MT. ( )

199006052015041001

Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.phil., C.Eng. ( )

196809281991021001

**SURABAYA**

**JULI 2017**

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

**LEMBAR PENGESAHAN**

# DESAIN *LIFEBOAT* MENGGUNAKAN *ENERGY HARVESTER* SEBAGAI *SUPPLY* KEBUTUHAN DAYA

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang *Marine Electrical and Automatical System* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**DANI AKHMAD IMADUDDIN**
NRP. 4213100101

Mengetahui :

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS:

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.
197708022008011007

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

**DESAIN *LIFEBOAT***
**MENGGUNAKAN *ENERGY HARVESTER***
**SEBAGAI *SUPPLY* KEBUTUHAN DAYA**


**Nama Mahasiswa : Dani Akhmad Imaduddin**
**NRP : 4213100101**
**Departemen : Teknik Sistem Perkapalan**
**Dosen Pembimbing : Juniarko Prananda, S.T, M.T.**
**Ir. Agoes Santoso, M. Sc., Mphil., CEng.**


## ABSTRAK


*Lifeboat* merupakan sebuah transportasi penyelamat yang diatur dalam *rules* yang wajib dipenuhi pada setiap kapal berukuran diatas 300 *Gross Tonnage* (GT). Fungsi utama dari *lifeboat* ini adalah untuk melaksanakan evakuasi kru atau penumpang kapal yang kecelakaan dan untuk menyelamatkan nyawa manusia agar dapat bertahan di laut. *Germanischer Lloyd*, Biro Klasifikasi Indonesia, dan *stationary rules* lainnya mengatur *lifeboat* harus memiliki *endurance* atau daya hidup selama 24 jam. Artinya jika sebuah *lifeboat* tidak berhasil ditemukan selama 24 jam, maka korban akan terombang-ambing. Maka, penelitian ini melakukan perencanaan ulang sistem *supply* daya dengan harapan dapat memenuhi daya yang dibutuhkan oleh *lifeboat* menggunakan *energy harvester*. Menggunakan *lifeboat* dengan panjang 6.73 Meter sebagai objek perencanaan ulang. Mengubah sistem menjadi berpenggerak *elektris* dengan motor DC *Leroy Somer* pada kecepatan 6 knot sesuai rules selama 24 jam. Sistem ini diakumulasikan dengan penerangan membutuhkan daya sebesar 69 kW per hari. Aplikasi penggunaan pada *energy harvester*, yaitu *solar cell* sebanyak 490 lembar dan turbin angin sebanyak delapan unit dapat menghasilkan total 10.1 kW per hari. Maka hasil analisa ini mendapat peningkatan *endurance* kapal sebesar 13.054%.



*Kata Kunci : Lifeboat, Energy Harvester, Supply Daya.*

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

***DESIGN LIFEBOAT USING ENERGY HARVESTER AS POWER SUPPLY***


| | |
|---|---|
| ***Name of Student*** | ***: Dani Akhmad Imaduddin*** |
| ***NRP*** | ***: 4213100101*** |
| ***Departement*** | ***: Marine Engineering*** |
| ***Supervisor*** | ***: Juniarko Prananda, S.T, M.T.*** |
| | ***Ir. Agoes Santoso, M. Sc., Mphil., CEng.*** |


## *ABSTRACT*


*Lifeboats is a rescue vessel arranged in regulation that must be fulfilled on any ship above 300 Gross Tonnage (GT). The main function of lifeboat is to carry out evacuate crew or passenger from the ship accident and saving human lifes in order to survive in the sea. Germanischer Lloyd, Biro Klasifikasi Indonesia, and other stationary rules governing the lifeboat should have endurance or life-span for 24 hours. Which means, if a lifeboat is not found in 24 hours, then the victim will be floated on the sea. So, this research is re-planning power supply system with hope to fulfill the power needed by lifeboat using energy harvester. Using a lifeboat of 6.73 meters length as a re-planning object. Transform system into electric propulsion with Leroy Somer DC motor at speed of 6 knots according to regulation for 24 hours. This system is accumulated with illumination requiring power of 69 kW per day. Application of use on energy harvester, the solar cell as much as 490 sheets and wind turbine as many as eight units can produce a total of 10.1 kW per day. So the results of this analysis could increase the endurance of lifeboat up to 13.054%.*



*Keywords: Lifeboat, Energy Harvester, Power Supply.*

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"DESAIN *LIFEBOAT* MENGGUNAKAN *ENERGY HARVESTER* SEBAGAI *SUPPLY* KEBUTUHAN DAYA".** Saya Dani Akhmad sebagai mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS angkatan 2013 telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata-satu (S-1), sebagaimana yang menjadi kewajiban untuk menyelesaikan laporan, gambar dan dokumen penunjang lain-lain yang diperlukan dan disyaratkan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pengerjaan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Bapak Dedi Muhidin, Ibu Neneng Nurhayati, Annisa Khairina, dan Ibnu Khairudin yang telah memberikan dukungan do'a, moriil, dan segala hal yang tidak dapat terukur nilainya.

2. Bapak Juniarko Prananda selaku pembimbing I yang memberikan seluruh ilmu dalam bimbingan, memberikan motivasi, dan masukkan yang sangat membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Agoes Santoso selaku pembimbing II yang telah menginspirasi dan memberikan banyak solusi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

4. Bapak Ir. A.A. Masroeri, M.Eng., D.Eng selaku dosen wali yang telah menyambut, membimbing, dan mengarahkan saya selama 4 tahun menempuh Pendidikan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.

5. Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan dan para dosen lain yang telah mendidik selama penulis menempuh Pendidikan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.

6. Kepada Dhilan Amani Abduh (*UUM 2013)*, Randa Indra Rahman (ITS 2014), dan Rara Nabila (IPB 2014) terima kasih telah memberikan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Kepada teman-teman *Marine Electrical and Automatical System Laboratory* (MEAS) atas diskusi dan masukan dalam 1 tahun terakhir.

8. Kepada teman-teman Barakuda 2013 yang telah berjuang bersama selama 4 tahun. Semoga sukses dan dapat menggapai cita-citanya.

Laporan ini berdasarkan apa yang saya dapat dan saya mengerti setelah mengerjakan Tugas Akhir ini, sehingga sedikit atau banyak mungkin terdapat kesalahan-kesalahan yang saya tidak ketahui, maka dari itu mohon saran yang membangun dari bapak-bapak dosen maupun bapak dosen pembimbing sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik dan bermanfaat.

Saya sebagai penulis berharap laporan Tugas Akhir akan berguna semua pembaca laporan ini khusunya bagi yang mencari referensi terkait mengenai Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Penulis
(Dani Akhmad Imaduddin)

# DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing ..... i
Lembar Pengesahan Kepala Jurusan ..... iii
Abstrak ..... v
*Abstract* ..... vii
Kata Pengantar ..... ix
Daftar Isi ..... xi
Daftar Gambar ..... xiii
Daftar Tabel ..... xiv
Daftar Lampiran ..... xvii

**BAB I** Pendahuluan ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Perumusan Masalah ..... 3
1.3 Tujuan Skripsi ..... 3
1.4 Manfaat ..... 3

**BAB II** Tinjauan Pustaka ..... 5
2.1 *Lifeboat* ..... 5
2.2 Tahanan Kapal ..... 8
2.3 Maxsurf ..... 9
2.4 Metode Perhitungan Tahanan (*Fung Method)* ..... 10
2.5 Teori Validasi ..... 11
2.6 Motor DC ..... 12
2.6.1 Umum ..... 12
2.6.2 Konstruksi ..... 13
2.6.3 Prinsip Kerja ..... 15
2.7 Baterai ..... 19
2.7.1 Jenis-jenis Baterai ..... 19
2.7.2 Kapasitas Baterai ..... 20
2.7.3 Prinsip Kerja Baterai ..... 20
2.8 *Power Management System* ..... 21
2.9 Skema *Charging* ..... 25
2.10 *Energy Harvester* ..... 26
2.11 Energi Matahari ..... 27
2.12 Panel Surya ..... 28
2.13 Energi Angin ..... 29
2.14 Turbin Angin ..... 30
2.15 Energi Gelombang ..... 31
2.16 Alat Penyerap Energi Gelombang ..... 33
2.17 Konsumsi Listrik Pada *Lifeboat* ..... 33

**BAB III** Metodologi Penelitian ..... 35

**BAB IV** Analisa Data & Pembahasan ..... 39
4.1 Gambaran Umum ..... 39
4.2 Tipe *Lifeboat* ..... 39
4.3 Desain *Lifeboat* ..... 40
4.4 Mencari Tahanan Kapal ..... 45
4.5 Mencari Total Kebutuhan Daya ..... 48
4.5.1 Mencari Total Kebutuhan Daya *Engine* ..... 48
4.5.2 Mencari Total Kebutuhan Daya *Electrical* ..... 50
4.6 Menentukan Baterai ..... 51
4.6.1 Menentukan Baterai Untuk Penerangan ..... 52
4.6.2 Menentukan Baterai Untuk Motor DC ..... 53
4.7 Penentuan *Energy Harvester* ..... 58
4.8 Menentukan Solar Cell ..... 59
4.8.1 Peletakan Solar Cell ..... 59
4.8.2 Perhitungan Daya Hasil Solar Cell ..... 60
4.9 Menentukan Turbin Angin ..... 61
4.9.1 Peletakan Turbin Angin ..... 62
4.9.2 Perhitungan Daya Hasil Turbin Angin ..... 63
4.10 Desain Perencanaan ..... 65
4.11 Perhitungan *Endurance* ..... 66
4.11.1 Grafik Hasil *Endurance* ..... 70
4.11.2 Analisa Hasil *Endurance* ..... 71
4.12 *Trendline kW vs Knot* ..... 73
4.13 Analisa Penghematan Biaya ..... 74
4.13.1 Menentukan Baterai untuk Penerangan Baru ..... 75
4.13.2 Menentukan Baterai untuk Motor DC Baru ..... 76
4.13.3 Menentukan Harga Pengadaan *Energy Harvester* ..... 79
4.13.4 Menentukan Harga *Charging* Baterai ..... 79
4.13.5 Menentukan Peletakan Baterai ..... 81
4.14 *Wiring* ..... 83

**BAB V** Kesimpulan ..... 85
5.1 Kesimpulan ..... 85
5.2 Saran ..... 85

Daftar Pustaka ..... 87

Lampiran ..... 89

# DAFTAR GAMBAR

**BAB I** Pendahuluan
1.1 Data Investigasi Kecelakaan Pelayaran ..... 1
1.2 Pemetaan Kecelakaan Pelayaran Menurut Wilayah ..... 2

**BAB II** Tinjauan Pustaka
2.1 *Partially Enclosed Lifeboat* ..... 5
2.2 *Partially Enclosed Lifeboat* ..... 6
2.3 *Freefall Lifeboat* ..... 7
2.4 Range Keterntuan Metode Holtrop ..... 8
2.5 Maxsurf ..... 9
2.6 Maxsurf *Resistance* ..... 9
2.7 *Fung's Mathematical Model Range Table* ..... 11
2.8 Konstruksi Motor Arus Searah ..... 13
2.9 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Stator ..... 13
2.10 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor ..... 14
2.11 Inti Jangkar ..... 15
2.12 Sikat & Komutator ..... 16
2.13 Pengaruh Penempatan Konduktor Berarus Dalam Medan Magnet ..... 16
2.14 Prinsip Perputaran Motor DC ..... 17
2.15 Kaidah Tangan Kiri ..... 18
2.16 Proses Pengosongan dan Pengisian Baterai ..... 21
2.17 *Battery Management System* ..... 22
2.18 *Unbalance Battery* ..... 22
2.19 Skema *Balancing* Aktif & Pasif ..... 24
2.20 Skema *Charging* DC ..... 25
2.21 Sumber Energi Surya ..... 27
2.22 Prinsip Kerja Sel Surya ..... 28
2.23 Perbedaan *Cell, Module,* dan *Array* ..... 29
2.24 Prinsip Kerja Angin ..... 31
2.25 Jenis Turbin Angin ..... 31
2.26 Rekaman Gelombang Laut ..... 32
2.27 Gelombang Laut yang Disederhanakan ..... 32
2.28 Alat Instrumen Gelombang Laut ..... 33

**BAB IV** Analisa Data & Pembahasan
4.1 *Sistership Lifeboat* ..... 39
4.2 *Bodyplan* Rancangan & Tampak Depan *Sistership* ..... 41
4.3 *Sheerplan* Rancangan & Tampak Samping *Sistership* ..... 42
4.4 *Halfbreadthplan* Rancangan & Tampak Atas *Sistership* ..... 43
4.5 Koreksi Jarak Antar Garis ..... 44
4.6 Desain 3D *Lifeboat* ..... 45

4.7 Pengambilan Data di Maxsurf ..... 47
4.8 Motor DC 2.8 kW 400 V ..... 49
4.9 Perencanaan Peletakan Solarcell ..... 59
4.10 Peletakan Solarcell ..... 60
4.11 Spesifikasi Solarcell Sunpower ..... 60
4.12 Perencanaan Turbin Angin & Arah Angin ..... 62
4.13 Peletakan Turbin Angin ..... 62
4.14 Spesifikasi Turbin Angin ..... 64
4.15 Perencanaan Desain Tampak 1 ..... 65
4.16 Perencanaan Desain Tampak 2 ..... 66
4.17 Grafik *Endurance* pada Penerangan dan Motor DC ..... 70
4.18 Grafik Kecepatan Terhadap Daya ..... 73
4.19 Perubahan Letak Tanki ke *Battery Box* ..... 81
4.20 Letak *Battery Box* ..... 82
4.21 Rangkaian Seri Baterai ..... 82
4.22 *Arrangement Battery Box* ..... 83

# DAFTAR TABEL

**BAB II** Tinjauan Pustaka
2.1 Range Ketentuan Metode HoltroP ..... 10
2.2 Kondisi Tegangan Baterai Terhadap Kapasitas..... 23

**BAB IV** Analisa Data & Pembahasan
4.1 Ukuran Utama *Lifeboat*..... 40
4.2 hasil Perhitungan Tahanan di Maxsurf..... 47
4.3 Kebutuhan Daya Pendorong ..... 48
4.4 Spesifikasi Motor DC ..... 49
4.5 Kebutuhan Kelistrikan *Lifeboat* ..... 50
4.6 Peralatan Kelistrikan *Lifeboat* Fassmer-marland Ltd. ..... 50
4.7 Perencanaan Total Data Peralatan..... 51
4.8 Kebutuhan Baterai ..... 55
4.9 Spesifikasi Baterai Penerangan ..... 56
4.10 Spesifikasi Baterai Motor DC ..... 57
4.11 Penentuan *Energy Harvester*..... 58
4.12 Penilaian *Solarcell* ..... 59
4.13 Pemilihan Turbin Angin..... 61
4.14 Data Kecepatan Angin ..... 63
4.15 Konsumsi Baterai Lifeboat Tanpa *Energy Harvester*..... 68
4.16 Konsumsi Baterai Lifeboat dengan *Energy Harvester* ..... 69
4.17 Tabel Kebutuhan Kapasitas Baterai Baru..... 77
4.18 Spesifikasi Baterai Baru..... 78
4.19 Perbedaan Harga Pengadaan Baterai..... 79
4.20 Harga Pengadaan Baterai *Energy Harvester* ..... 79
4.21 Tarif Harga Listrik per Daya Pemakaian..... 80
4.22 Perhitungan *Ekonomis*..... 81

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

# DAFTAR LAMPIRAN

*Lampiran 1 – Wiring* .....89
*Lampiran 2 – Spesifikasi Fassmer-Marland Ltd.* .....90
*Lampiran 3 – Spesifikasi Motor DC Leroy Somer* .....93
*Lampiran 4 – Spesifikasi Baterai Penerangan* .....94
*Lampiran 5 – Spesifikasi Baterai Motor DC* .....95
*Lampiran 6 – Spesifikasi Solar Cell* .....96

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

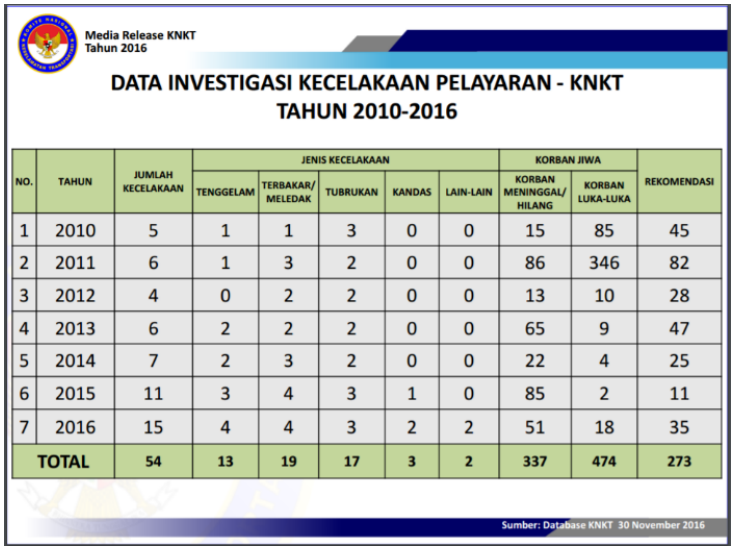
# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Visi Indonesia tentang "Poros Maritim" yang dikumandangkan Presiden Joko Widodo merupakan cita-cita dan akan berdampak besar terhadap penegakan kedaulatan ekonomi dan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Presiden Indonesia Joko Widodo menegaskan bahwa Indonesia adalah Poros Maritim Dunia dikarenakan letak Indonesia yang berada di antara dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Hal tersebut disampaikan Presiden Joko Widodo saat menghadiri Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) ke-9 Asia Timur, di Nay Pyi Taw, Myanmar, pada akhir tahun 2014.KTT tersebut diikuti oleh seluruh Kepala Negara/Pemerintahan negara anggota ASEAN, Perdana Menteri Australia serta Sekretaris Jenderal ASEAN (www.kemenkeu.go.id).

Terbukti bahwa Bapak Presiden Jokowi ini sedang memajukan maritim indonesia dari peryataan BAPPENAS (Badan Perencanaan Pembangunan nasional) kepada Pers, bahwa pemerintah menggelontorkan Rp. 25 trilliun untuk membuat 500 kapal niaga berbahan baja kepada PT. PAL (Penataran Angkatan Laut) Indonesia. Akan tetapi kemajuan maritim ini tidak didampingi dengan pengawasan keselamatan kapal. Hal ini dapat dilihat dari *media release* KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi) tahun 2016.



Media Release KNKT
Tahun 2016

**DATA INVESTIGASI KECELAKAAN PELAYARAN - KNKT**
**TAHUN 2010-2016**

| NO. | TAHUN | JUMLAH KECELAKAAN | JENIS KECELAKAAN | | | | | KORBAN JIWA | | REKOMENDASI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TENGGELAM | TERBAKAR/ MELEDAK | TUBRUKAN | KANDAS | LAIN-LAIN | KORBAN MENINGGAL/ HILANG | KORBAN LUKA-LUKA | |
| 1 | 2010 | 5 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 15 | 85 | 45 |
| 2 | 2011 | 6 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 86 | 346 | 82 |
| 3 | 2012 | 4 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 13 | 10 | 28 |
| 4 | 2013 | 6 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 65 | 9 | 47 |
| 5 | 2014 | 7 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 22 | 4 | 25 |
| 6 | 2015 | 11 | 3 | 4 | 3 | 1 | 0 | 85 | 2 | 11 |
| 7 | 2016 | 15 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 51 | 18 | 35 |
| TOTAL | | 54 | 13 | 19 | 17 | 3 | 2 | 337 | 474 | 273 |

Sumber: Database KNKT 30 November 2016

Gambar 1.1 Data Investigasi Kecelakaan Pelayaran
(*Sumber: Database KNKT, 2016)*

Dimana kecelakaan yang pelayaran yang terjadi dari tahun 2010 menuju tahun 2016 terus meningkat seperti Gambar 1.

Gambar 1.2 Pemetaan Kecelakaan Pelayaran Menurut Wilayah
(*Sumber: Database KNKT, 2016)*

Dan bedasarkan Gambar 2. kecelakaan kapal terbanyak terjadi d pulau jawa. Hal ini membuktikan bahwa tingkat keselamatan kapal masih kurang ditingkatkan. Padahal pada kenyataannya kapal merupakan salah satu transportasi dengan dilengkapi dengan alat *safety* yang banyak, contohnya adalah alat pemadam kebakaran, *lifebuoy*, *liferamp*, *lifeboat*, dll. Alat keselamatan ini diatur dibawa institusi-institusi yang banyak pula, contohnya peraturan *mandatory* dari IMO (*International Maritime Organization*), peraturan *statutory* dari ISPS *code* (*International Ship Security & Port Facility*), dan juga peraturan *class* seperti BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).

Peraturan-peraturan selalu diperbaharui mengikuti insiden insiden kecelakaan yang terjadi di dunia maritim. Diketahui bahwa salah satu alat penyelamat pada kapal, yaitu *lifeboat* diatur khusus secara terpisah dari kapalnya, menurut peraturan *Germanischer Lloyd* (GL). *Lifeboat* atau dalam bahasa sekoci merupakan sebuah moda transportasi yang digunakan saat kapal terjadi kecelakaan di tengah laut.

Akan tetapi dalam peraturan *Germanischer Lloyd* yang juga merupakan acuan peraturan dari klasifikasi dalam negeri yaitu BKI, sekoci hanyalah diatur memenuhi kecepatan hingga 6 knot atau setara dengan 3.08 km/h dengan muatan penumpang penuh, dan 2 knot atau sekitar 1.02 km/h jika menarik 1 *liferamp* yang berisi penuh 25 orang. Kecepatan sekoci ini dilengkapi dengan kapasitas bahan bakar selama 24 jam, artinya sekoci ini hanya dapat menjangkau jarak tempuh sekitar 74 km.

Padahal jika dianalisis di laut jawa yang memiliki *track record* dengan kecelakaan kapal tebanyak menurut KNKT, jarak antara Pulau Jawa dengan Pulau Kalimantan berjarak sekitar 500 km lebih. Hal ini belum memperhitungkan

bagaimana jika keadaan laut saat buruk. Selain itu juga bagaimana solusi dari permasalahan ini jika terjadi pada laut cina selatan, laut arab, pasifik, dan laut yang lebih luas dengan jarak antar pulau yang berjauhan. Dan juga belum memperhitungkan kebutuhan listrik lain yang harus dicukupi.

Untuk menjawab permasalahan ini, maka direncanakan desain sistem *lifeboat* menggunakan *energy harvester* sebagai pemenuh kebutuhan daya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian di atas maka permasalahan utama yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisa perhitungan kebutuhan *supply* daya *energy harvester* yang dibutuhkan oleh *lifeboat*?
2. Analisa penempatan & jumlah *energy harvester* pada *lifeboat* untuk mendapatkan daya serap terbesar?
3. Desain *lifeboat* apakah yang tepat untuk pengaplikasian *enegy harvester?*

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Analisa hitungan bedasarkan data wilayah laut jawa.
2. Tidak memperhitungkan boyensi *lifeboat*.
3. Tidak mempertimbangkan aspek ekonomis.

## 1.3 Tujuan Skripsi

Tujuan dari tugas akhir ini antara lain adalah:

1. Mencari kebutuhan daya total yang dibutuhkan oleh *lifeboat* jika menggunakan *energy harvester*.
2. Mencari kebutuhan jumlah *energy harvester* dan penempatannya.
3. Mendesain *lifeboat* yang memiliki potensi efisiensi penyerapan *energy harvester* terbaik.

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini antara lain adalah:

1. Memberi data karateristik kebutuhan daya *lifeboat* jika menggunakan *energy harvester.*
2. Mendapatkan hasil analisa jumlah dan penempatan *energy harvester* yang dibutuhkan oleh *lifeboat.*
3. Sebagai studi pengaplikasian *energy harvester* dengan desain *lifeboat*.

***Halaman ini Sengaja Dikosongkan***

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## *2.1 Lifeboat*

*Lifeboat* (perahu penyelamat) atau sekoci adalah perahu yang tujuan utamanya dirancang untuk menyelamatkan nyawa manusia jika terjadi masalah di laut. Sekoci pada umumnya merupakan kapal kendaraan yang dibawa oleh kapal yang lebih besar untuk digunakan oleh penumpang dan awak kapal dalam keadaan darurat. *Lifeboat* (sekoci) dan *rescue boat* tidak termasuk dalam klasifikasi bawaan dari kapal bersangkutan. Kapal ini diperlakukan seluruhnya independen dari kapal, maka dari itu dalam rules *Germanischer Lloyd (GL)* I Part 3. Sec 1. A.1 mengharuskan setiap *lifeboat* untuk memiliki sertifikat klasifikasinya sendiri.

Menurut *GL, lifeboat* memiliki beberapa macam tipe berupa:

- *Partially Enclosed Lifeboats*
- *Totally Enclosed Lifeboats*
- *Lifeboats with self-contained air support system*
- *Fire protected lifeboats*
- *Tenders used as lifeboats*
- *Davit-launched lifeboats*
- *Free-fall lifeboats*

Dalam dunia perkapalan umumnya tipe *lifeboat* ini dikenal dengan 2 kelompok dimana masing masing memiliki 2 jenis. Berikut adalah pengelompokan jenis *lifeboat.*

1. Bedasarkan Strukturnya
   - *Partially Enclosed Lifeboats* adalah *lifeboat* yang memiliki struktur yang tidak semuanya tertutup oleh *rigid body*.

Gambar 2.1 *Partially Enclosed Lifeboats*
*(Sumber: NorMar Lifeboats Brochure)*

Biasanya bagian *canopy* tengah kapal terbuat dari bahan kain yang kedap, bagian ini berfungsi sebagai akses keluar masuknya ABK / penumpang kapal. Dimana fungsinya memakai *lifeboat* ini untuk mendapatkan proses evakuasi yang cepat di atas kapal maupun saat menyelamatkan saat di atas laut. Pemakaian *lifeboat* jenis ini sangat cocok digunakan pada kapal penumpang yang mempunyai penumpang yang sangat banyak.

- *Totally Enclosed Lifeboats* adalah *lifeboat* yang memiliki struktur dari depan hingga belakang tertutup oleh *rigid body.*

Gambar 2.2 *Fully Enclosed Lifeboats*

(*Sumber: Vanguard Lifeboats Brochure)*

Perbedaannya di akses keluar masuk melalui pintu kedap yang diletakkan pada bagian belakang (pada *free-fall lifeboats*), atau diletakkan disamping bagian belakang (pada *davit-launched lifeboats*). Pemakaian kapal ini sangat cocok digunakan pada kapal pembawa barang dikarenakan jumlah ABK yang tidak terlalu banyak.

2. Bedasarkan Peluncurannya
   - *Davits-launched Lifeboats* adalah *lifeboat* yang diluncurkan dari dewi-dewi. Menggunakan 2 wire yang berada di depan dan dibelakang dari sisi sekoci seperti gambar 2 Yang dapat dilihat diatas. Wire ini dapat terhubung ke dalam sekoci untuk dapat mengatur penurunan pelan pelan. *Lifeboat* jenis ini akan sangat berguna selain sebagai alat penyelamat. *Lifeboat* ini sering kali digunakan jika ingin melakukan transfer ABK.

- *Free-fall Lifeboats*adalah *lifeboat* yang dapat diluncurkan secara cepat tanpa proses penurunan dengan dewi-dewi. *Lifeboat* ini akan jatuh bebas disaat setelah tuas dilepaskan dan jatuh ke laut disaat

Gambar 2.3 *Freefall Lifeboats*
*(Sumber: NorMar Lifeboats Brochure)*

melakukan evakuasi. *Lifeboat* ini sering dipakai di kapal niaga yang membawa bahan mudah terbakar, dikarenakan memiliki waktu kebutuhan evakuasi yang cepat.

Bedasarkan penjelasan *GL* diatas, fungsi lain dari *lifeboat* sebagai perahu penyelamat adalah sebagai alat moda transportasi yang cocok dan aman untuk melakukan transfer dari daratan ke kapal atau sebaliknya, hal ini akan membantu jika kapal tidak dapat memasuki kawasan pelabuhan. *GL* mengklasifikasikan bahwa *lifeboat* yang akan untuk melakukan transfer, memiliki syarat minimum sebagai berikut :

- *Davit-launched*
- *Partially enclosed*
- *Non self-righting*

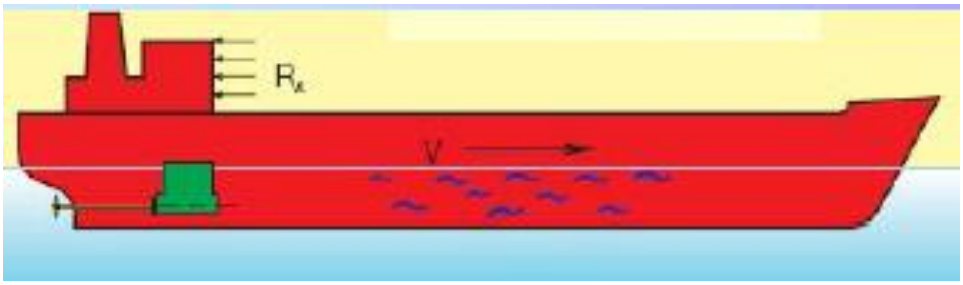
Maka dari itu penulis ditugaskan dan untuk mendesain dan merancang sistem *lifeboat* yang menggunakan energy harvester sesuai yang tercantum di tujuan dengan jenis *lifeboat:*

- *Davit-launched*
- *Partially enclosed*

## 2.2 Tahanan Kapal

Setiap benda yang bergerak atau dinamis pastinya akan memiliki hambatan atau tahanan yang mengiringinya. Hal ini disebabkan karena ketika benda bergerak, maka akan timbul suatu gaya gesek antara beban dengan benda / media tempat beban itu bergerak. Misalnya dalam keseharian sering kali melihat ban mobil sebagai beban dan aspal sebagai media. Disitu terjadi sebuah gaya gesek yang sebenarnya menghambat laju dari mobil tersebut. Sekalipun hambatan yang timbul dari suatu benda terhadap media yang lain kecil maka tetap saja akan berpengaruh kepada benda itu sendiri. Sehingga hambatan adalah suati koefisien yang perlu diperhitungkan agar kerja dari benda tidak kelebihan beban

Dalam bidang perkapalan hambatan lebih sering disebut dengan tahanan kapal. Tahanan kapal merupakan sebuah hambatan yang dialami kapal sebagai hasil reaksi dari aksi melajunya kapal. Dibawah ini merupakan gambaran tentang tahanan.




Gambar 2.4 *Range Ketentuan Metode Holtrop*
(*Sumber: Presentasi Tahanan & Propulsi JTSP ME091311)*

Formulasi empiris hambatan kapal seperti yang diusulkan oleh Holtrop mampu mengadopsi beberapa komponen hambatan kapal, sehingga jika dibandingkan dengan formulasi empiris lainnya hasil perhitungannya jauh lebih teliti. Para ahli bangunan kapal senantiasa menganjurkan bahwa pemahaman terhadap komponen hambatan kapal akan menghasilkan perkiraan besaran hambatan kapal yang lebih teliti.

Hambatan kapal timbul di saat kapal bergerak di permukaan air yang mempunyai kekentalan dan kerapatan masa, serta adanya kondisi fisik permukaan air tersebut seperti adanya gelombang ataupun air dalam keadaan tenang, dsb.). Hambatan kapal ini merupakan gaya yang timbul karena pertemuan antara badan kapal yang tercelup air dengan gaya-gaya air yang bekerja pada elemen permukaan luasan basah pada kapal tersebut. Air yang mempunyai kerapatan masa dan kekentalan secara elementary dapat menimbulkan gaya normal dan tangensial terhadap permukaan basah badan kapal. Jika dibandingkan dengan hambatan total akan terdiri dari hambatan tekanan yang diperoleh dari integral gaya normal dan hambatan gesek yang diperoleh dari integral gaya tangensial. Untuk menghitung masing-masing komponen hambatan ini pada umumnya diawali dengan perhitungan besaran hambatan kapal secara total, selanjutnya hambatan tekanan, dan selisihnya adalah hambatan gesek.

Besaran hambatan kapal secara nyata sulit diukur dari kapal sesungguhnya (full-scale), bahkan dapat dikatakan tidak dapat diukur dari kapal dalam skala 1 : 1, sehingga di samping formula empiris, pengukuran hambatan kapal dalam perancangan kapal pada umumnya dilakukan melalui pengujian subskala model. Pengukuran hambatan kapal di kondisi air tenang biasanya berupa penggabungan dari beberapa besaran komponen hambatan, di mana antar komponen hambatan ini saling berinteraksi, namun sangat sulit diukur secara sendiri-sendiri. (BPPT, 2006)

## 2.3 Maxsurf

Maxsurf modeler merupakan suatu aplikasi pendesainan kapal dari Bentley. Pada maxsurf ini dapat membuat lines plan dalam bentuk 3D, dengan memperlihatkan pandangan depan (*station*), pandangan samping (*shear*), dan pandangan atas (*buttock*) sekaligus. Selain ketiga kebutuhan pendesainan kapal tersebut, dalam 1 layar disajikan pandangan perspektif untuk melihat bagaimana hasil pendesainan kapal. Pembuatan lines plan ini sangatlah penting.karena akan menggambarkan kareteristik kapal yang akan dibuat yang dapat berpengaruh kepada perhitungan setelahnya.

Gambar 2.5 *Maxsurf*
(*Sumber: Maxsurf Bentley Apllication Logo)*

Aplikasi maxsurf dari Bentley ini memiliki banyak fitur, salah satunya adalah maxsurf resistance. Data linesplan yang telah dibuat pada maxsurf modeler sebelumnya di-input ke dalam aplikasi ini, dimana aplikasi akan menghitung besarnya tahanan kapal dan daya yang dibutuhkan untuk membuat kapal melaju dengan kecepatan tertentu.

Gambar 2.6 *Maxsurf Resistance*
(*Sumber: Maxsurf Bentley Apllication Logo)*

Dalam aplikasi ini memiliki beberapa metode hasil perhitungan, telah dijelaskan sebelumnya bahwa metode holtrop dan harvald & guldhammer merupakan

metode yang sering digunakan, tetapi di aplikasi ini memiliki banyak pilihan lain untuk mendapatkan hasil tahanan dengan metode:

- Savitsky Pre-planing
- Savitsky Planning
- Holtrop
- Fung
- Dan, metode lainnya

Dalam pengambilan data menggunakan maxurf ini, penulis memutuskan untuk mengambil data yang dihasilkan oleh *fung method*, hal ini dikarenakan hasil dari metode lain yang tidak keluar dikarenakan metode savitsky adalah untuk kapal yang melakukan planning (melaju dengan melompat) dan holtrop tidak keluar dikarenakan keterbatasan syarat perhitungan yang tidak memenuhi yang akan dijelaskan di bawah ini.

## 2.4 Metode Perhitungan Tahanan *(Fung Method)*

Banyak sekali metode yang dapat dilakukan untuk menghitung tahanan dari suatu desain kapal, dalam jurusan teknik sistem perkapalan FTK-ITS biasanya menggunakan metode guldhammer-harvald dan holtrop sebagai bahan ajar untuk menghitung sebuah tahanan kapal. Akan tetapi kedua metode ini tidak dapat digunakan dalam kasus *lifeboat* dalam tugas akhir ini dikarenakan kapal lifeboat ini tidak mencukupi dari syarat yang harus dipenuhi untuk melakukan metode tersebut. Syarat dari kedua metode tersebut dapat dilihat pada keterangan dibawah ini.

- Holtrop

Tabel 2.1 Range Ketentuan Metode Holtrop

| Ship type | Max. Fn | Cp | L/B | B/T |
|---|---|---|---|---|
| Tanker, Bulk Carriers (Ocean) | 0.24 | 0.73 – 0.85 | 5.1 – 7.1 | 2.4 – 3.2 |
| Trawlers, Coaster | 0.38 | 0.55 – 0.65 | 3.9 – 6.3 | 2.1 – 3.0 |
| Containerships | 0.45 | 0.55 – 0.67 | 6.0 – 9.5 | 3.0 – 4.0 |
| Cargoliners | 0.30 | 0.56 – 0.75 | 5.3 – 8.0 | 2.4 – 4.0 |
| Ro-Ro, car-ferries | 0.35 | 0.55 – 0.67 | 5.3 – 8.0 | 3.2 – 4.0 |

(*Sumber: Presentasi Tahanan & Propulsi JTSP ME091311)*

- Guldhammer-harvald

$$L/\nabla^{\frac{1}{3}} = 4 - 8 \quad \text{.....(1)}$$

*Presentasi Tahanan & Propulsi JTSP ME091311*

Metode lain yang dapat digunakan adalah metode fung yang dikeluarkan pada tahun 1991. *Fung's mathematical model* awalnya diperkenalkan untuk

membantu perhitungan tahanan pada kapal-kapal sintetis NAVSEA pada awal jaman perkapalan (Robert D Moody, 1996). Dalam pembahasan akan dijelaskan bagaimana hasil untuk persyaratan perhitungan pada metode metode perhitungan tahanan, hingga akhirnya penulis menyimpulkan untuk memakai metode fung.

Dalam mengembangkan model matematika fung ini, dilakukan Analisis regresi tiga set *overlapping* yang terdiri dari:

- 426 yang mengandung set awal kondisi pengujian
- 337 kondisi tambahan untuk memperpanjang cakupan rasio perpindahan dan masuknya ofcruiser sterns
- Data akhir dikurangi menjadi 529 kondisi pengujian

Berikut ini adalah tabel *range* untuk pengaplikasian *Fung's mathematical model*.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $L/\nabla^{1/3}$ | 4,567 | - | 10,598 |
| $B/T$ | 2,200 | - | 5,200 |
| $L/B$ | 3 | - | 18 |
| $C_W$ | 0,670 | - | 0,840 |
| $C_P$ | 0,520 | - | 0,700 |
| $C_X$ | 0,620 | - | 1,000 |
| $i_E$ | 3° | - | 20° |

Gambar 2.7 *Fung's Mathematical Model Range Table*
(*Sumber: Preliminary Power Prediction, November 1996)*

## 2.5 Teori Validasi

Dalam penelitian Pendidikan terutama pada penelitian yang bersifat kuantitatif dikenal dengan namanya variabel, contohnya adalah variabel laten, variabel manifest dan sebagainya. Variabel inilah yang pada umumnya ingin diketahui karateristik yang dimiliki, contohnya adalah rata-rata, median, modus, hasil, dll.

Untuk mengukur suatu variabel diperlukan alat ukur yang biasa disebut instrumen. Djaali (2000: 9) menyatakan bahwa secara umum yang dimaksud dengan instrumen adalah suatu alat yang karena memenuhi persyaratan akademis maka dapat dipergunakan sebagai alat untuk mengukur suatu obyek ukur atau mengumpulkan data mengenai suatu variabel. Selanjutnya dinyatakan bahwa pada dasarnya instrumen dapat dibagi menjadi dua macam, yakni tes dan non-tes. Yang termasuk kelompok tes, misalnya dalam penelitian ini adalah :

- Pengambilan data tahanan kapal menggunakan aplikasi maxsurf

- Pengambilan data pencahayaan matahari di BMKG
- Pengambilan data angin di BMKG

Sedangkan yang termasuk non-tes misalnya :

- Penilaian penggunaan *Energy Harvester*
- Penilaian solar cell
- Penilaian turbin angin

Nurkancana (1992: 141) menyatakan bahwa suatu alat pengukur dapat dikatakan alat pengukur yang valid apabila alat pengukur tersebut dapat mengukur apa yang hendak diukur secara tepat. Dalam hal validitas dan reliabilitas, tentunya dipengaruhi oleh (1) instrumen, (2) subjek yang diukur, dan (3) petugas yang melakukan pengukuran. Dalam hal pengukuran, khususnya dalam pendidikan tentunya yang terpenting adalah informasi hasil ukur yang benar. Sebab dengan hasil ukur yang tidak atau kurang tepat maka akan memberikan informasi yang tidak benar, sehingga kesimpulan yang diambil juga tidak benar. Steven (dalam Nur, 1987: 1) menyatakan bahwa pengukuran adalah pemberian angka atas objek atau kejadian sesuai dengan aturan. Steven (dalam Nur, 1987: 1) menyatakan bahwa pengukuran adalah pemberian angka atas objek atau kejadian sesuai dengan aturan.

## 2.6 Motor DC

### 2.6.1 Umum

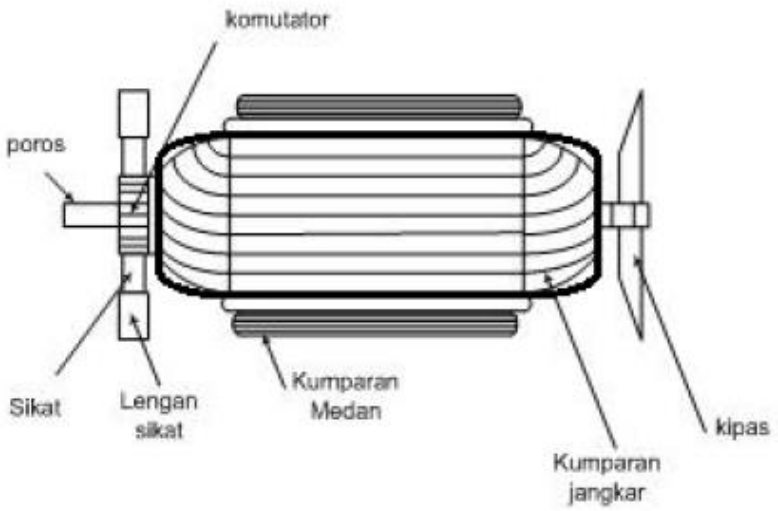
Motor arus searah (motor DC) adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis. Pada prinsip pengoperasiannya, motor arus searah sangat identik dengan generator arus searah. Kenyataannya mesin yang bekerja sebagai generator arus searah akan dapat bekerja sebagai motor arus searah. Oleh sebab itu, sebuah mesin arus searah dapat digunakan baik sebagai motor arus searah maupun generator arus searah.

Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat.

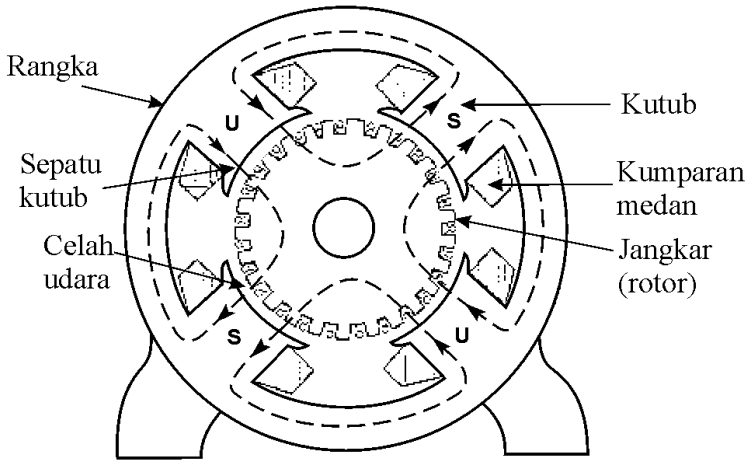
Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya sehingga akan menimbulkan momen puntir atau torsi.

### 2.6.2 Konstruksi

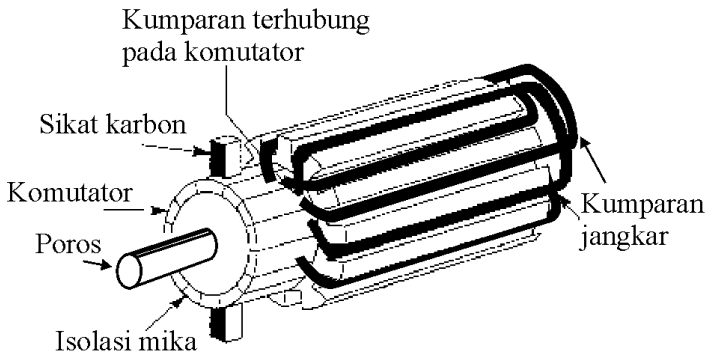
Gambar dibawah ini merupakan konstruksi motor arus searah




Gambar 2.8 Konstruksi Motor Arus Searah
(*Sumber: Jurnal USU)*




Gambar 2.9 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Stator
(*Sumber: Jurnal USU)*




Gambar 2.10 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor
(*Sumber: Jurnal USU)*

Keterangan dari gambar diatas adalah:

1. Badan motor (rangka)

   Rangka (frame atau yoke) mesin arus searah seperti juga mesin-mesin listrik lainnya secara umum memiliki dua fungsi, yaitu:

   a. Merupakan sarana pendukung mekanik untuk mesin secara keseluruhan
   b. Untuk membawa fluks magnetic yang dihasilkan oleh kutub-kutub magnet

   Untuk mesin kecil, pertimbangan harga lebih dominan dari pada beratnya, biasanya rangkanya terbuat dari besi tuang (cast iron), tetapi untuk mesin-mesin besar umumnya terbuat dari baja tuang (cast steel) atau lembaran baja (rolled steel). Rangka ini pada bagian dalam dilaminasi untuk mengurangi rugi-rugi inti, selain itu rangka ini juga harus memiliki permeabilitas yang tinggi, disamping kuat secara mekanik.

   Biasanya pada motor terdapat papan nama (name plate) yang bertuliskan spesifikasi umum atau data-data teknik dari mesin, juga terdapat kotak ujung yang merupakan tempat-tempat ujung-ujung belitan penguat medan dan lilitan jangkar.

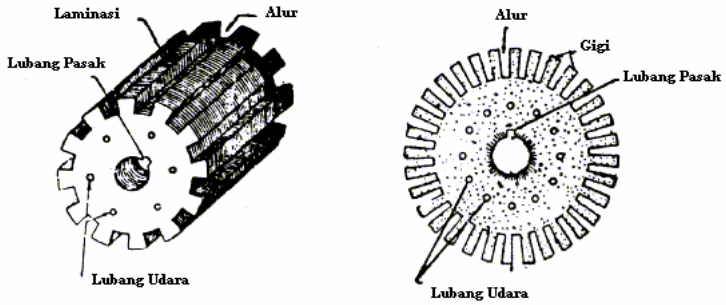
2. Kutub

   Kutub medan terdiri atas inti kutub dan sepatu kutub. Sepatu kutub yang berdekatan dengan celah udara dibuat lebih besar dari badan inti. Adapun fungsi dari sepatu kutub adalah :

   a. Sebagai pendukung secara mekanis untuk kumparan medan
   b. Menghasilkan distribusi fluks yang lebih baik yang tersebar di seluruh jangkar dengan menggunakan permukaan yang melengkung

3. Inti Jangkar

Inti jangkar yang umum digunakan dalam motor arus searah adalah berbentuk silinder yang diberi alur-alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumparan-kumparan tempat terbentuknya GGL induksi. Inti jangkar yang terbuat dari bahan ferromagnetik, dengan maksud agar komponen-komponen (lilitan jangkar) terletak dalam daerah yang induksi magnetnya besar, supaya ggl induksi dapat bertambah besar. Seperti halnya inti kutub magnet maka jangkar dibuat dari bahan berlapis- lapis tipis untuk mengurangi panas yang terbentuk karena adanya arus linier ditunjukkan pada gambar di bawah ini




Gambar 2.11 Inti Jangkar
(*Sumber: Jurnal USU)*

Bahan yang digunakan untuk jangkar ini sejenis campuran baja silikon. Pada umumnya alur tidak hanya diisi satu kumparan yang tersusun secara berlapis.

4. Kumparan Jangkar

Kumparan jangkar pada motor arus searah merupakan tempat dibangkitkannya ggl induksi. Pada motor DC penguatan kompon panjang kumparan medannya diserikan terhadap kumparan jangkar, sedangkan pada motor DC penguatan kompon pendek kumparan medan serinya diparalel terhadap kumparan jangkar.

5. Kumparan Medan

Kumparan medan adalah susunan konduktor yang dibelitkan pada inti kutub. Rangkaian medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi utama dibentuk dari kumparan pada setiap kutub. Pada aplikasinya rangkaian medan dapat dihubungkan dengan kumparan jangkar baik seri maupun paralel dan juga dihubungkan tersendiri langsung kepada sumber tegangan sesuai dengan jenis penguatan pada motor.

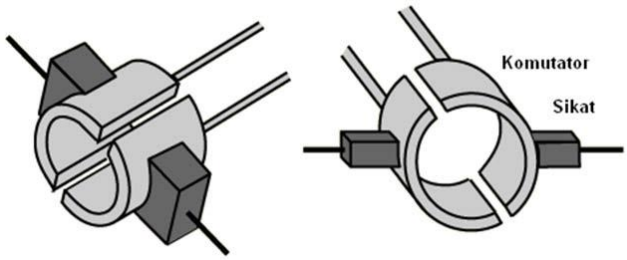
6. Komutator

Untuk memperoleh tegangan searah diperlukan alat penyearah yang disebut komutator dan sikat. Komutator terdiri dari sejumlah segmen tembaga yang berbentuk lempengan-lempengan yang dirakit ke dalam silinder yang terpasang pada poros. Di mana tiap-tiap lempengan atau

segmen-segmen komutator terisolasi dengan baik antara satu sama lainnya.

7. Sikat-sikat

Sikat-sikat ini berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus ke kumparan jangkar. Dimana permukaan sikat ditekan ke permukaan segmen komutator untuk menyalurkan arus listrik. Besarnya tekanan pegas dapat diatur sesuai dengan keinginan.




Gambar 2.12 Sikat & Komutator
(*Sumber: Jurnal USU)*

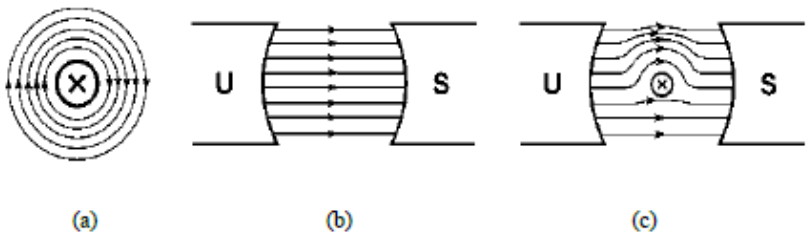
Disamping itu sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi. Karbon yang ada diusahakan memiliki konduktivitas yang tinggi untuk mengurangi rugi-rugi listrik. Agar gesekan antar komutator-komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator. Maka sikat harus lebih lunak dari pada komutator.

8. Celah Udara

Celah udara merupakan ruang atau celah antara permukaan jangkar dengan permukaan sepatu kutub yang menyebabkan jangkar tidak bergesekan dengan sepatu kutub. Fungsi dari celah udara adalah sebagai tempat mengalirnya fluksi yang dihasilkan oleh kutub-kutub medan.

### 2.6.3 Prinsip Kerja

Sebuah konduktor yang dialiri arus mempunyai medan magnet disekelilingnya. Pada saat konduktor yang dialiri arus listrik yang ditempatkan pada suatu medan magnet maka konduktor akan mengalami gaya mekanik, separti diperlihatkan pada gambar:




Gambar 2.13 Pengaruh Penempatan Konduktor Berarus Dalam Medan Magnet
(*Sumber: Jurnal USU)*

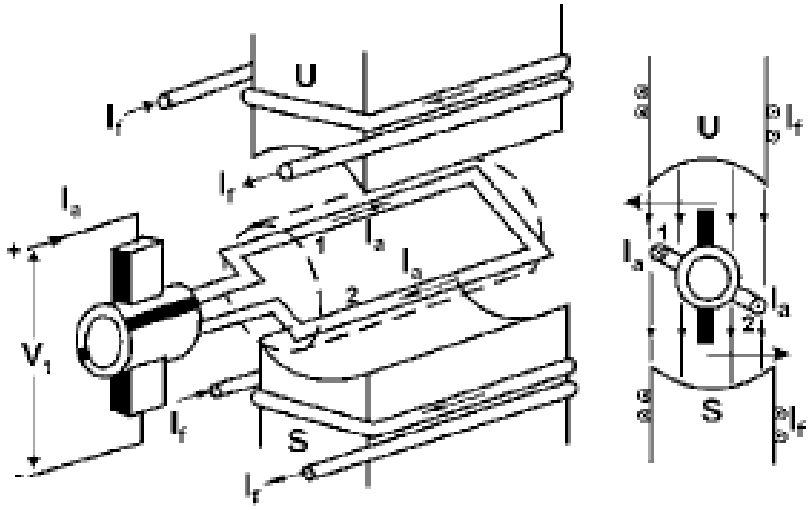
Pada gambar 2.6(a) menggambarkan sebuah konduktor yang dialiri arus listrik menghasilkan medan magnet disekelilingnya. Arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor dapat diperoleh dengan menggunakan kaidah tangan kanan.

Kuat medan tergantung pada besarnya arus yang mengalir pada konduktor. Sedangkan gambar 2.6(b) menunjukkan sebuah medan magnet yang arah medan magnetnya adalah dari kutub utara menuju kutub selatan.

Pada saat konduktor dengan arah arus menjauhi pembaca ditempatkan didalam medan magnet seragam, maka medan gabungannya akan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6(c) daerah di atas konduktor, medan yang ditimbulkan konduktor adalah dari kiri ke kanan, atau pada arah yang sama dengan medan utama. Hasilnya adalah memperkuat medan atau menambah kerapatan fluksi di atas konduktor dan melemahkan medan atau mengurangi kerapatan fluksi di bawah konduktor.

Dalam keadaan ini, fluksi di daerah di atas konduktor yang kerapatannya bertambah akan mengusahakan gaya ke bawah kepada konduktor, untuk mengurangi kerapatannya. Hal ini menyebabkan konduktor mengalami gaya berupa dorongan ke arah bawah. Begitu juga halnya jika arah arus dalam konduktor dibalik. Kerapatan fluksi yang berada di bawah konduktor akan bertambah sedangkan kerapatan fluksi di atas konduktor berkurang. Sehingga konduktor akan mendapatkan gaya tolak ke arah atas. Konduktor yang mengalirkan arus dalam medan magnet cenderung bergerak tegak lurus terhadap medan.

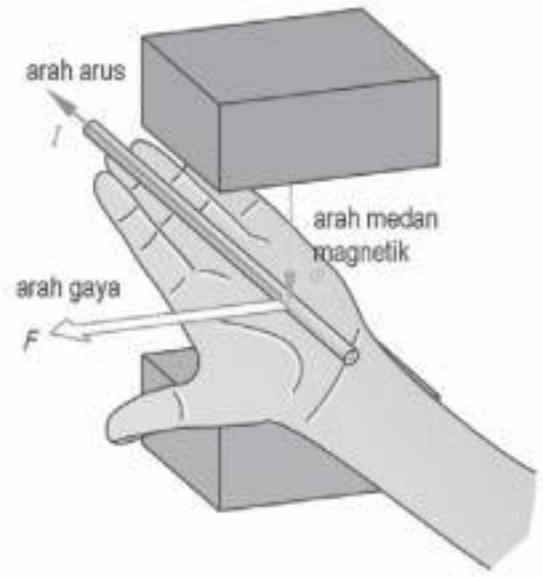
Prinsip kerja sebuah motor arus searah dapat dijelaskan dengan gambar berikut ini.




Gambar 2.14 Prinsip Perputaran Motor DC
(*Sumber: Jurnal USU)*

Pada saat kumparan medan dihubungkan dengan sumber tegangan, mengalir arus medan $If$ pada kumparan medan karena rangkaian tertutup sehingga menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutup utara menuju kutup selatan. Selanjutnya ketika kumparan jangkar dihubungkan kesumber tegangan, pada kumparan jangkar mengalir arus jangkar $Ia$. Arus yang mengalir pada konduktor-konduktor kumparan jangkar menimbulkan fluksi magnet yang melingkar. Fluksi jangkar ini memotong fluksi dari kutub medan, sehingga menyebabkan perubahan kerapatan fluksi dari medan utama. Hal ini menyebabkan jangkar mengalami gaya sehingga menimbulkan torsi.

Gaya yang dihasilkan pada setiap konduktor dari sebuah jangkar, merupakan akibat aksi gabungan medan utama dan medan disekeliling konduktor. Gaya yang dihasilkan berbanding lurus dengan besar fluksi medan utama dan kuat medan di sekeliling konduktor. Medan di sekeliling masing-masing konduktor jangkar tergantung pada besarnya arus jangkar yang mengalir pada konduktor tersebut. Arah gaya ini dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri.




Gambar 2.15 Kaidah Tangan Kiri
(*Sumber: Jurnal USU)*

Besarnya gaya F = B . I . l . sinθ, karena arus jangkar (I) tegak lurus dengan arah induksi magnetik (B) maka besar gaya yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada konduktor jangkar yang ditempatkan dalam suatu medan magnet

## 2.7 Baterai

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan oleh sebuah baterai muncul akibat adanya perbedaan potensial energi listrik dari kedua buah elektrodanya (katoda dan anoda). Perbedaan potensial ini dikenal dengan potensial sel atau (ggl). Baterai yang digunakan sekarang mempunyai perbedaan yang besar dengan baterai generasi awal. Dari segi konstruksi, baterai generasi awal mempunyai ukuran yang besar dan mempunyai komponen komponen yang rawan akan kerusakan. Baterai sekarang mempunyai ukuran yang kecil dan sebagian komponennya padat, sehingga lebih aman. Dari segi kapasitas energi, baterai sekarang mempunyai rasio energi terhadap massa yang jauh lebih besar dibandingkan baterai generasi awal.

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik ( proses pengosongan ) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia ( proses pengisian ) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel.

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang.

### 2.7.1 Jenis-jenis Baterai

Berdasarkan kemampuannya untuk dikosongkan (dischargerd) dan diisi ulang (recharged), baterai dibagi menjadi dua, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Kemampuan atau ketidakmampuan sebuah baterai untuk diisi ulang terletak pada reaksi kimiawi dalam baterai tersebut.

a. Baterai Primer
   Baterai primer adalah baterai yang tidak dapat diisi ulang. Setelah kapasitas baterai habis (fully discharged), baterai tidak dapat dipakai kembali. Beberapa contoh baterai jenis ini adalah baterai Seng-Karbon (Baterai Kering), baterai Alkalin dan baterai Merkuri.
b. Baterai Sekunder
   Baterai sekunder adalah baterai yang dapat diisi ulang. Kemampuan diisi ulang baterai sekunder bervariasi antara 100-500 kali (Satu siklus adalah satu kali pengisian dan pengosongan). Beberapa contoh baterai sekunder adalah baterai Timbal-Asam (Aki), baterai Ni-Cd, baterai Ni-MH, dan salah satu jenis baterai yang saat ini berkembang adalah Lithium Ion Battery atau baterai ion lithium.

### 2.7.2 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh besar / banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai juga menunjukan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (discharging) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (Ampere – hour). Berarti sebuah baterai dapat memberikan arus yang kecil untuk waktu yang lama atau arus yang besar untuk waktu yang pendek. Pada saat baterai diisi (charging), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (Ampere - hour), muatan inilah yang akan dikeluarkan untuk menyuplai beban ke pelanggan. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

$$Ah = Kuat\ Arus\ (Ampere)\ x\ Waktu\ (Hours) \quad \text{.....(2)}$$

*Jurnal Universitas Sumatera Selatan*

Dimana,

Ah = Kapasitas Baterai
I = Kuat Arus (A)
t = waktu (h)

dan,

$$P = V\ .I \quad \text{.....(3)}$$

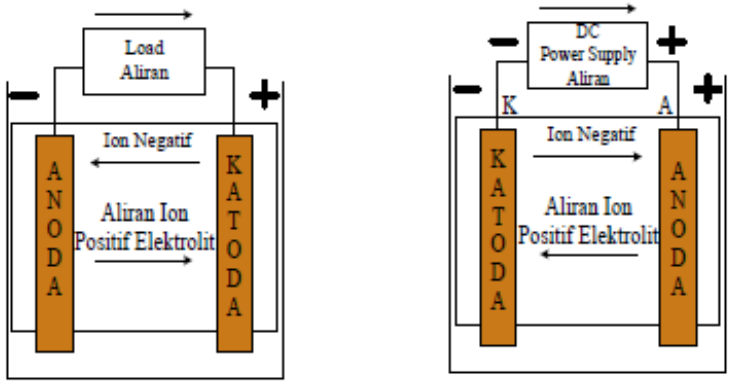
*Jurnal Universitas Sumatera Selatan*

P = Daya
V = *Working Voltage*

### 2.7.3 Prinsip Kerja Baterai

Proses pengosongan (*discharge*) pada sel berlangsung menurut gambar. Jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban melalui beban katoda, kemudian ion – ion negatif mengalir ke anoda dan ion – ion positif mengalir ke katoda.

Pada proses pengisian menurut gambar dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan power supply maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:




Gambar 2.16 *Proses Pengosongan dan Pengisian Baterai*
(*Sumber: Jurnal USU)*

- Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui power supply ke katoda.
- Ion – ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
- Ion – ion positif mengalir dari anoda ke katoda

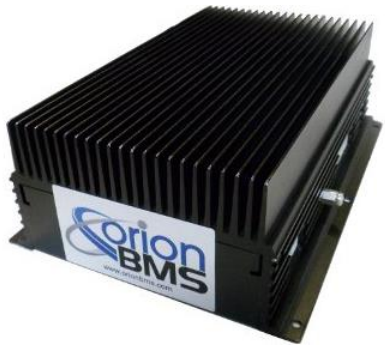
Jadi, reaksi kimia pada saat pengisian (charging) adalah kebalikan dari saat pengosongan (discharging).

## 2.8 *Power Management System*

*Power Management System* adalah sebuah metode untuk memaksimalkan pengisian ulang baterai. Salah satu produk dari metode ini adalah *battery management system*. *Battery management system* adalah perangkat elektronik yang dapat mengelola pengisian ulang baterai (sel atau baterai) yang memiliki bentuk fisik seperti pada gamabr 2.1, serta memantau keadaan baterai, menghitung data sekunder, melaporkan data baterai, melindungi baterai, mengatur kondisi sekitar baterai. (H.J. Bergvel, 2001)

Sebuah BMS dapat memantau kondisi dari baterai melalui input dari beberapa item (Rui HU, 2011):

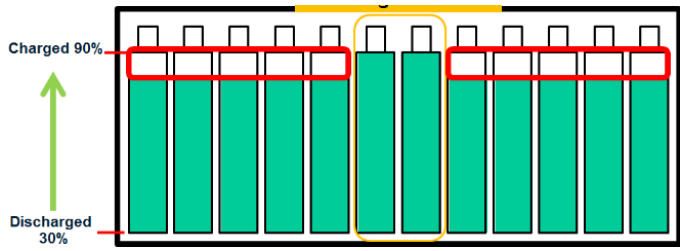
a. *Voltage*: total tegangan, tegangan dari tap periodic atau tegangan dari masing masing sel baterai.
b. *Temperature*: temperatur rata-rata, temperatur udara masuk, temperatur udara keluaran, atau temperatur dari setiap sel baterai.
c. *State of Charge* (SOC): dapat disebut juga *Depth of Charging* (DOD) untuk mengindikasikan level/tingkat pengisian daya pada baterai.
d. *State of Health* (SOH): penunjukan kondisi baterai melalui beberapa macam pengukuran terhadap baterai
e. *Air flow*: sebagai indikasi untuk udara pendingin suhu pada baterai
f. *Current*: arus yang keluar atau masuk ke dalam sel baterai




Gambar 2.17 *Battery Management System*
(*Sumber: Orion BMS Brochure)*

Dan BMS ini memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Kontrol (kendali) *discharging*
Tujuan utama dari BMS adalah untuk menjaga baterai dari operasi dan zona keamanannya agar tetap seimbang. BMS dapat melindungi setiap sel dari kemungkinan kerusakan selama pemakaian. Jika tidak sel dapat beroperasi di luar batas.




Gambar 2.18 *Unbalance Battery*
(*Sumber: Fauzan, M, 2016)*

b. Kontrol (kendali) *charging*
Baterai lebih sering rusak akibat pengisian yang tidak merata dari pada penyebab lainnya seperti gambar diatas. Oleh karena itu, *charging control* menjadi fitur penting dari BMS. Untuk baterai Li-*ion* atau LifePO4 dengan 2 tahap metode pengisian yangbiasa disebut "arus konstan – tegangan konstan" (CC-CV)
Metode yang digunakan pada tahap pengisian yang pertama (tahap arus konstan) adalah pengisian dengan cara meningkatkan tegangan baterai. Ketika tegangan baterai mencapai nilai tertentu dan baterai menjadi hamper, baterai akan memasuki tahap tegangan konstan (CV). Pada tahap ini, pengisian daya akan mempertahan tegangan agar tetap konstan.

*Battery Management System* yang kita gunakan menggunakan tipe tegangan konstan (CV), dikarenakan mengikuti cara kerja motor yang membutuhkan tegangan yang konstan untuk berkerja

Tabel 2.2 Kondisi Tegangan Baterai Terhadap Kapasitas

**BATTERY STATE OF CHARGE VS. OPEN CIRCUIT VOLTAGE**

| % | :: | 12V | :: | 14V | :: | 16V |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | :: | 12.90 | :: | 15.05 | :: | 17.20 |
| 90 | :: | 12.78 | :: | 14.91 | :: | 17.04 |
| 80 | :: | 12.66 | :: | 14.77 | :: | 16.88 |
| 70 | :: | 12.54 | :: | 14.63 | :: | 16.72 |
| 60 | :: | 12.42 | :: | 14.49 | :: | 16.56 |
| 50 | :: | 12.30 | :: | 14.35 | :: | 16.40 |
| 40 | :: | 12.12 | :: | 14.14 | :: | 16.16 |
| 30 | :: | 11.94 | :: | 13.93 | :: | 15.92 |
| 20 | :: | 11.70 | :: | 13.65 | :: | 15.60 |
| 10 | :: | 11.46 | :: | 13.37 | :: | 15.28 |
| 0 | :: | 10.50 | :: | 12.25 | :: | 14.00 |

c. Menentukan *State of Charge* (SOC)
Salah satu fitur dari BMS adalah untuk mengetahui kondisi pengisian SOC dari baterai. SOC dapat diketahui dari sinyal lain dan dapat mengontrol proses pengisian dan pemakaian. Ada 3 metode untuk menentukan SOC: melalui perangkat langsung, melalui perhitungan muatan (coulomb) dan melalui kombinasi dari dua Teknik tersebut. Untuk mengukur SOC secara langsung, hanya bisa menggunakan voltmeter seperti pada gambar di bawah ini. Karena tegangan baterai menurun kurang lebih linear selama siklus pemakaian baterai.
Dalam metode menghitung coulomb saat ini jumlah nilai masuk atau keluar dari baterai itu sendiri terintegrasi untuk menghasilkan nilai relative sendirinya.
Selain itu, kedua metode dapat dikombinasikan. Voltmeter dapat digunakan untuk memantau tegangan baterai dan mengkalibrasi SOC.

d. Menentukan *State of Health* (SOH)
*Stato of health* adalah pengukuran yang menggambarkan kondisi umum dari baterai dan kemampuannya untuk bekerja pada gambar diatas ditunjukan kondisi baterai terhadap tegangan. Parameter seperti impedansi setiap sel atau konduktansi yang berubah secara signifikan dengan usia dapat digunakan untuk menunjukkan nilai SOH sel tersebut.

e. *Cell balancing*
Sel *balancing* adalah metode kompensasi sel dengan menyamakan nilai pada semua sel dalam sistem untuk memperpanjang masa pakai baterai secara keseluruhan. Dalam sistem baterai multi-sel, perbedaan kecil

antara sel-sel karena toleransi produksi atau kondisi operasi cenderung semakin besar dengan setiap siklus *charge-discharge*.
Selama pengisian, sel-sel yang lemah mungkin tertekan dan menjadi lebih lemah sampai akhirnya gagal. Hal ini menyebabkan baterai gagal atau rusak.
Untuk memberikan solusi atas masalah ini dengan memperhitungkan usia dan kondisi sel saat operasi, BMS dapat menggabungkan salah satu dari tiga skema *balancing* untuk menyamakan sel dan mencegah setiap sel dari kerusakan, skema tersebut adalah skema *balancing* aktif, skema *balancing* pasif, dan skema *shunting*.

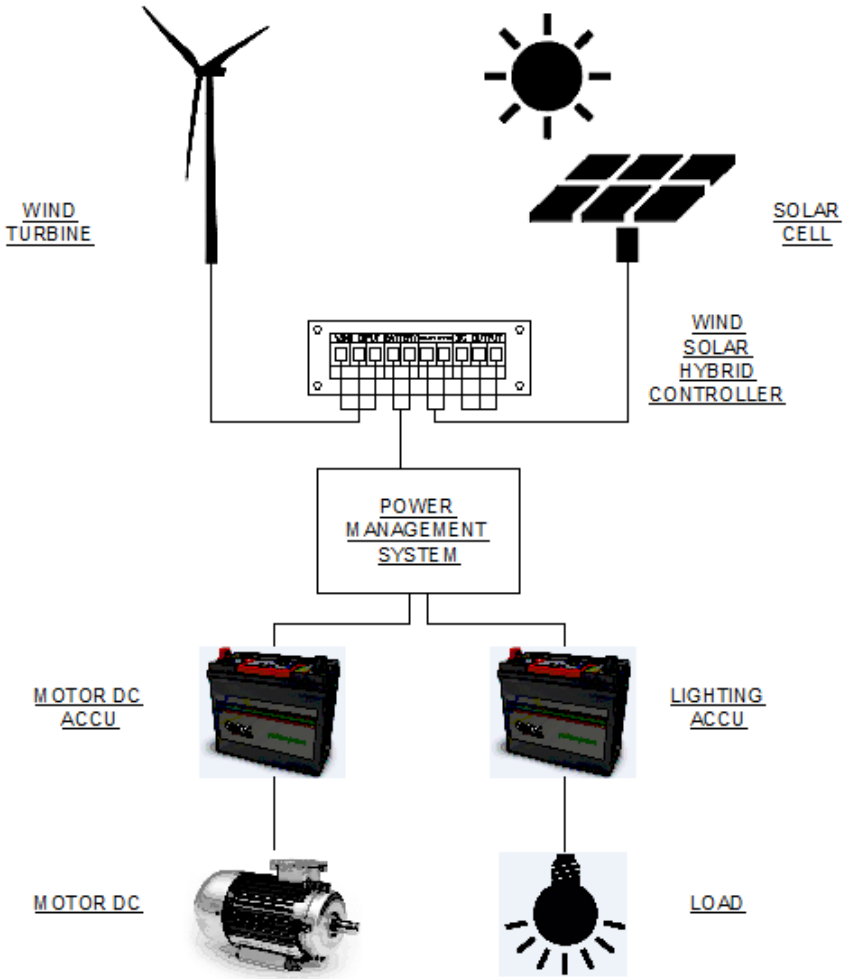
Gambar 2.19 Skema *Balancing* Aktif & Pasif
(*Sumber: Mauliawan, F, 2016)*

f. Komunikasi
Fungsi dari komunikasi BMS dapat diberikan dalam bentuk data yang digunkan untuk memonitor konerja, data log, memberikan diagnose atau mengatur parameter dari sistem tersebut

## 2.9 Skema *Charging* DC

Dalam perencanaan *lifeboat* ini digunakan sumber tenaga elektris yang di-*supply* oleh beberapa kemungkinan sumber energi. Sebenarnya semua energi ini dapat langsung men-*supply* dayanya ke beban, akan tetapi lebih baiknya jika kedua energi ini melewati sebuah *controller* terlebih dahulu. Lebih baik lagi jika daya yang dihasilkan *energy harvester* disimpan di dalam baterai terlebih dahulu. Hal ini akan berpengaruh agar daya yang masuk ke dalam beban tidak fluktuatif dari energi yang diserap oleh setiap sumber, akan tetapi stabil jika di-*supply* dari baterai.

Berikut ini adalah gambar skema *charging* DC.




Gambar 2.20 Skema *Charging* DC
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

## *2.10 Energy Harvester*

*Energy Harvesting* atau memanen energi merupakan proses menyerap energi yang berasal dari sumber eksternal di lingkungan (energi surya, energi angin, energi panas, energi potensial, energi kinetic, dan energi getaran), lalu energi ini akan dikonversi menjadi energi listrik yang akan berguna untuk peralatan listrik. (Theduard & Bambang, 2013)

Fungsi dari *energy harvesting* ini pada umumnya merupakan suatu upaya penghematan energi fossil yang eksploitasinya kian meluap hingga ketersediaannya tidak banyak. Ide menciptakan energi alternative pun banyak bermunculan, dengan salah satunya adalah dengan memanen energi. Akan tetapi pada tugas akhir ini

pemanfaatan pemakaian *energy harvesting* selain faktor diatas merupakan sumber energi yang akan dimanfaatkan satu-satunya ketika suatu *lifeboat* berada di tengah laut dimana sumber energi yang tersedia akan sangatlah terbatas.

Menurut artikel GNFI (*Good News From Indonesia*) Pada bulan Januari lalu, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia, Ignasius Jonan, menandatangani Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2017 tentang pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik. Peraturan Menteri (Permen) tersebut akan mengatur lebih rinci tentang pengelolaan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Tujuan dari peraturan tersebut selain untuk mewujudkan ketahanan energi nasional, juga diharapkan mampu menjadi dasar hukum dalam upaya mengurangi emisi karbondioksida yang selama ini dituding menjadi penyebab perubahan iklim di Bumi. Sumber energi terbarukan yang diatur di dalam Permen tersebut antara lain:

- Tenaga surya,
- Angin,
- Tenaga air,
- Biomassa,
- Biogas,
- Sampah kota,
- dan Panas bumi.

Menurut artikel diatas pengelolaan sumber daya energi terbarukan masihlah sangat sedikit, hal ini dikarenakan kemajuan teknologi yang kurang pesat di Indonesia mengenai efisiensi penyerapan energi terbarukan yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Maka dari itu penulis hanya akan mencoba menganalisis beberapa sumber energi alam saja yang dinilai cukup efisien untuk dicocokkan dengan desain *lifeboat* yang akan di bahas pada bab berikutnya.

Dan untuk perhitungan daya serapan hasil energy harvester, dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$E_{modul} = P_{nom}\, x\, t_{nom} \quad \text{.....(4)}$$

*Jurnal Reka Elkomika, Juli 2015*

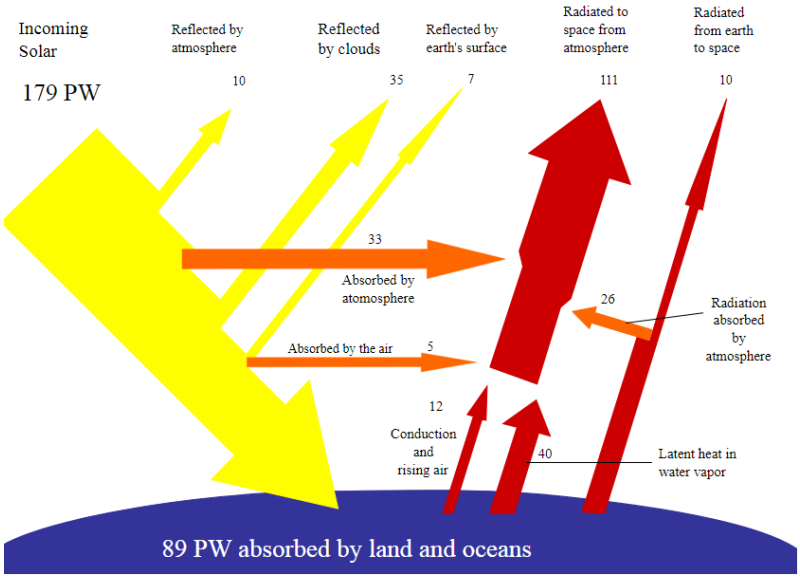
Dimana,

$E_{modul}$ = Energi yang dihasilkan alat (Wh/hari)
$P_{nominal}$ = Daya nominal alat
$t_{nominal}$ = Lamanya alat menyerap daya dari alam

## 2.11 Energi Matahari

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23 % digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi,

sebagaian kecil 0,25 % ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025 % disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuat plastik, formika, bahan sintesis lainnya.




Gambar 2.21 Sumber Energi Surya
(*Sumber: MIT Press 2013)*

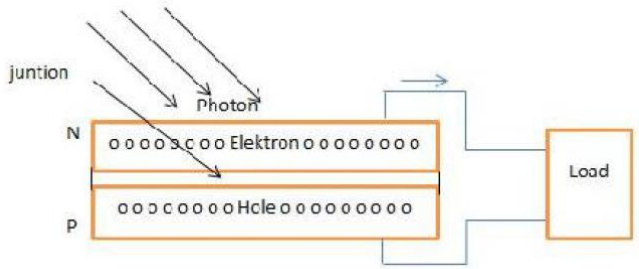
Permukaan darat, samudera, dan atmosfer menyerap radiasi surya, dan hal ini mengakibatkan temperatur naik. Udara hangat yang mengandung uap air hasil penguapan air laut meningkat dan menyebabkan sirkulasi atmosferik atau konveksi. Ketika udara tersebut mencapai posisi tinggi, di mana temperatur lebih rendah, uap air mengalami kondensasi membentuk awan, yang kemudian turun ke Bumi sebagai hujan dan melengkapi siklus air. Panas laten kondensasi air menguatkan konveksi, dan menghasilkan fenomena atmosferik seperti angin, siklon, dan anti-siklon. Cahaya matahari yang diserap oleh lautan dan daratan menjaga temperatur rata-rata permukaan pada suhu 14 °C. Melalui proses fotosintesis, tanaman hijau mengubah energi surya menjadi energi kimia, yang menghasilkan makanan, kayu, dan biomassa yang merupakan komponen awal bahan bakar fosil.

Sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara yang berlainan bahan bakar minyak adalah hasil fotosintesis, tenaga hidro elektrik adalah hasil sirkulasi hujan tenaga angin adalah hasil perbedaan suhu antar daerah dan sel surya (sel fotovoltaik) yang menjanjikan masa depan yang cerah sebagai sumber energi listrik. (Saiful, 2015)

## 2.12 Panel Surya

Sel surya (*solar cell*) adalah perangkat yang mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Efek sel surya ini ditemukan oleh Antoine-Cesar Becquerel tegangan foton ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Pada tahun 1954 ditemukan untuk pertama kali sel surya silicon berbasis p-n *junction* dengan efisiensi 6% mendominasi pasar sel surya dengan pangsa pasar sekitar 82% dan efisiensi laboratiroum dan komersil berturut-turut yaitu 24.7% dan 15%. (Fauzan, 2016)

Prinsip pemanfaatan energi matahari dengan menangkap cahaya matahari yang mengandung foton atau partikel energi surya yang dikonversi menjadi energi listrik. Energi yang diserap oleh sel surya diserahkan pada electron sel surya untuk dikonversi menjadi energi listrik. Pada sel surya terdapat dua sambungan antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semi konduktor, masing masing lapisan diketahui sebagai semi konduktor jenis P dan semi konduktor jenis N. pada saat foton mengenai sel surya maka energi yang diserap dari foton akan diberikan ke elektrin untuk melepaskan diri dari semi konduktor N terlepasnya electron ini meninggalkan *hole* pada daerah yang ditinggalkan oleh electron yang disebut dengan fotogenerasi electron-*hole.* Dikarenakan pada sambungan PN terdapat medan listrik E, electron hasil fotogenerasi tertarik kearah semi konduktor N begitu juga dengan *oleh* yang tertarik ke arah semi konduktor P. jika kedua semi konduktor tersebut dihubungkan dengan sebuah kabel dan diberi beban seperti ditunjukkan pada gambar 1 akan menghasilkan arus listrik dan mengalir melalui kabel tersebut. (Suriadi & Mahdi, 2010)




Gambar 2.22 Prinsip Kerja Sel Surya
(*Sumber: Jurnal Rekayasa Elektrika Vol.9, Oktober 2010)*

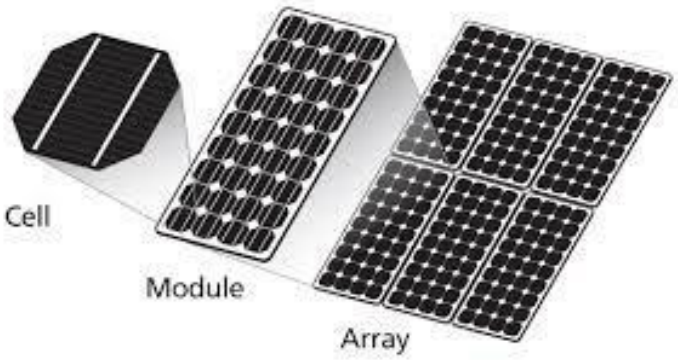
Berdasarkan sel surya penyusunnya, panel surya dibedakan sebagai berikut :

1. Polikristal (Poly-crystalline)
   Merupakan panel surya yang memiliki susunan krital acak. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan energi listrik pada saat sinar matahari kurang melimpah atau mendung.
2. Monokristal (Mono-crystaline)
   Merupakan panel surya yang paling efisien. Panel ini memiliki efisiensi sampai 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi

baik pada saat sinar matahari kurang melimpah atau mendung, efisiensinya akan turun drastis apabila cuaca berawan.

3. Amorphobous

Silikon Amorf (a-Si) telah digunakan sebagai bahan sel photovoltaic untuk kalkulator selama beberapa waktu. Efisiensi panel akan lebih tinggi dengan menumpuk beberapa sel tipis –film di atas satu sama lain, masing – masing sesuai untuk bekerja dengan baik pada frekuensi cahaya tertentu.

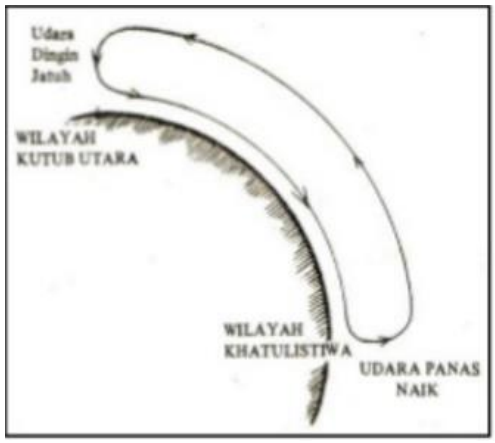



Gambar 2.23 Perbedaan *Cell, Module,* dan *Array*
(*Sumber: ETAP, 2016)*

## 2.13 Energi Angin

Angin adalah suatu bentukan energi surya yang terjadi ketika matahari memanaskan udara yang kemudian menyebabkan udaranya naik dan membentuk suatu *vacuum*, kemudian *vacuum* turun ke udara yang lebih dingin membentuk angin. Angin juga terjadi karena pemanasan bumi yang tidak sama oleh matahari. Para ahli mengestimasikan bahwa 2% dari energi sinar matahari yang diterima oleh bumi dikonversi menjadi energi kinetic angin (Budiastra, Giriantari, dkk, 2009)

Skema terjadinya angin terjadi dikarenakan adanya perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Matahari akan menghasilkan udara yang lebih panas pada daerah khatulistiwa, udara akan mengembang dan menjadi ringan, udara akan naik keatas dan juga akan bergerak kearah tempat yang mempunyai suhu yang dingin, contohnya daerah kutub. Sebaliknya di daerah kutub yang dingin, udara menjadi dingin dan akan turun kearah bawah, dengan demikian akan terjadi sebuah perputaran udara, berupa perpindahan udara dari kutub kearah garis khatulistiwa menyusuri permukaan bumi, dan sebaliknya, suatu perpindahan udara dari garis khatulistiwa kembali ke kutub, melalui laposan udara yang lebih tinggi. Perpindahan angin ini biasanya diebut angin pasat.




Gambar 2.24 Prinsip Kerja Angin
(*Sumber: Buku Energi: Sumber Daya Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi, 1987)*

Gambar di atas menggambarkan terjadinya angin pasat secara skematik. Dengan sendirinya juga terjadi antara kutub selatan dan khatulistiwa selain angin pasat terdapat juga angin angin lokal seperti angin laut, angin darat, angin muson, dan angin lokal lainnya. Prinsip dasar adalah bahwa angin terjadi karena adanya perubahan suhu yang terdapat pada beberapa tempat di muka bumi. (Abdul Kadir, Energi: Sumber Daya Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi, Edisi Kedua, 216-217).

Menurut hukum fisika klasik energi kinetik dari sebuah benda dengan massa m dan kecepatan v adalah $E=1/2mv^2$, dengan ketentuan, kecepatan v tidak mendekati kecepatan cahaya. Rumus itu juga berlaku untuk angin yang merupakan udara yang bergerak.

## 2.14 Turbin Angin

Turbin angin mengambil energi angin dengan menurunkan kecepatannya. Untuk bisa mencapai 100% efisien, maka sebuah turbin angin haru menahan 100% kecepatan angin yang ada, dan rotor harus terbuat dari piringan solid dan tidak berputar sama sekaliu, yang artinya tidak ada energi kinetic yang akan dikonversi.

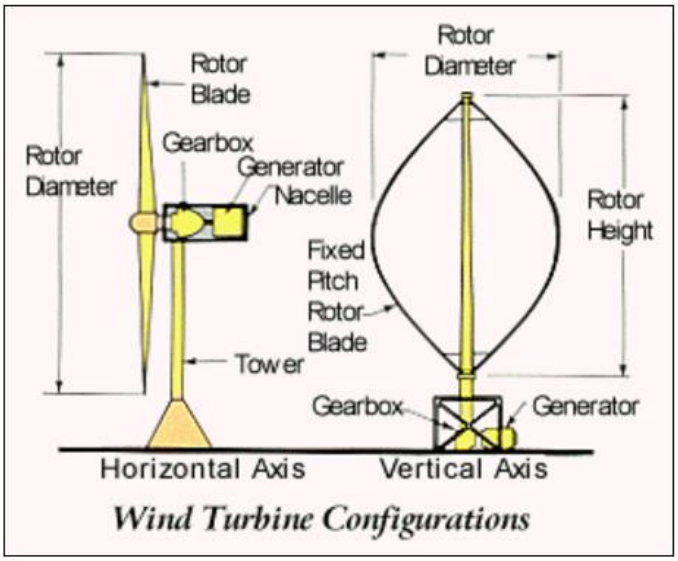
Energi angin bisa ditangkap dengan dua atau tiga buah baling-baling yang didesain seperti sayap pesawat terbang. Untuk mendapatkan kecepatan angin yang cukup tinggi, konstan, dan tidak terlalu abnyak turbulensi, biasanya tturbin angin dipasang diatas sebuah Menara pada ketinggian 30 meter atau lebih.

Baling-baling yang digunakan berfungsi seperti sayap pesawat udara. Ketika angin bertiup melalui baling-baling tersebut, maka akan timbul udara bertekanan rendah di bagian bawah dari baling-baling. Tekanan udara yang endah akan menarik baling-baling bergerak ke area tersebut. Gaya yang ditimbulkan dinamakan gaya angkat. Besarnya gaya angkat biasanya lebih kuat dari gaya tarik. Kombinasi antara gaya angkat dan gaya tarik menyebabkan rotor berputar seperti propeller dan

memutar generator. Turbin angin bisa digunakan secara *stand-alone* maupun dihubungkan ke jaringan tansmisi. (Surya, 2008)

Dalam klasifikasi turbin angin bedasarkan arah geraknya, ada 2 jenis yaitu:

- *Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)*
- *Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)*




Gambar 2.25 Jenis Turbin Angin
(*Sumber: Tugas Akhir Surya Bagaskara ITS, 2008)*

Sebuah turbin angin terdiri dari :

- Baling-baling
- Gearbox
- Break system
- Generator
- Penyimpanan Energi
- Rectifier – Inverter
- Menara

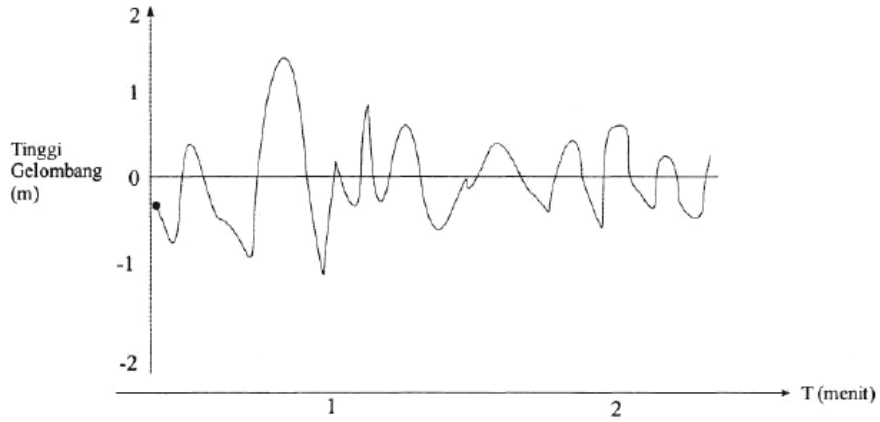
## 2.15 Energi Gelombang

Pada hakekatnya fenomena gelombang laut menggambarkan transmisi dari energi dan momentum. Gelombang laut selalu menimbulkan sebuah ayunan air yang bergerak tanpa henti-hentinya pada lapisan permukaan laut dan jarang dalam keadaan sama sekali diam. Hembusan angin sepoi-sepoi pada cuaca yang tenang sekalipun sudah cukup untuk dapat menimbulkan riak gelombang. Sebaliknya dalam keadaan di mana badai yang besar dapat menimbulkan suatu gelombang besar yang dapat mengakibatkan suatu kerusakan di daerah pantai. (Furqon, 2006)

Gelombang laut pada umumnya timbul oleh pengaruh angin, walaupun masih ada faktor-faktor lain yang dapat menimbulkan gelombang di laut seperti

aktifitas seismik di dasar laut (gempa), letusan gunung api, gerakan kapal, gaya tarik benda angkasa (bulan dan matahari) (Nining, 2002). Gelombang laut dapat juga terjadi di lapisan dalam (pada bidang antara dari dua lapisan air yang mempunyai densitas berbeda). Gelombang ini disebut gelombang dalam (internal waves).

Rekaman data gelombang bentuknya sangat rumit seperti terlihat pada gambar di bawah ini.




Gambar 2.26 Rekaman Gelombang Laut
(*Sumber:Jurnal Oseana LIPI Vol. XXXI, 2006)*

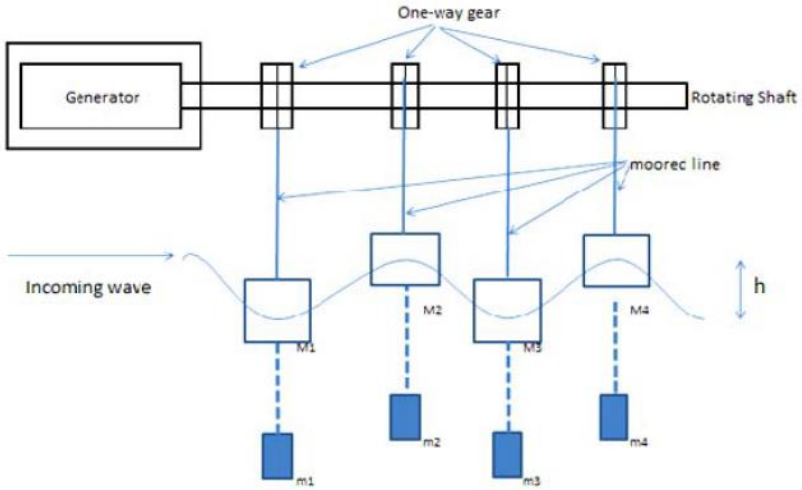
Karena itu untuk mempelajari gelombang laut, bentuknya disederhanakan seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

Gambar 2.27 Gelombang Laut yang Disederhanakan
(*Sumber: Jurnal Oseana LIPI Vol. XXXI, 2006)*

## 2.16 Alat Penyerap Energi Gelombang

Desain konverter knergi gelombang laut. Perancangan alat konverter energi gelombang laut dilakukan dengan memanfaatkan roda gigi satu arah (oneway gear) terdiri atas rotor shaft, one-way gear, alat pemberat yang dapat terapung, counter

weight yang berfungsi untuk menjaga ketegangan tali penggantung saat terjadi osilasi. Ilustrasi konverter dapat dilihat pada pada gambar di bawah ini.




Gambar 2.28 Alat Instrumen Gelombang Laut
(*Sumber: Jurnal Ilmiah Elite Elektro Vol. 3, September 2012)*

## 2.17 Konsumsi Listrik Pada *Lifeboat*

*Germanischer Lloyd* mengatur pada setiap *lifeboat* mematuhi peraturan minimum kebutuhan pada *lifeboat* pada Vol 1. Part 3. Sec 8. D yaitu:

- Motor *lifeboat*

  Dalam peraturan sertifikasi mesin *lifeboat* tidak memiliki kebutuhan khusus dalam spesifikasi, hanya saja harus memenuhi kecepatan yang telah ditentukan yaitu 6 knot pada *service speed*, dan 2 knot disaat kapal menarik *lifeboat lainnya*.

  Penentuan kapasitas tangki *lifeboat* bedasarkan *endurance*-nya selama 24 jam dapat melaju. Pada kasus disini tangki bahan bakar akan digantikan dengan penyimpan energi seperti baterai sebagai pemasok arus secara terus menerus.

- *Internal lighting*

  Lampu interior pada sekoci harus terpasang pada *lifeboat* dengan syarat bahwa lampu dapat menyala selama 12 jam terus menerus. Lampu ini harus bisa menghasilkan intensitas cahaya tidak kurang dari 0.5 cd pada semua permukaan *lifeboat*, hal ini dimaksud untuk keadaan darurat dimana para korban harus membaca instruksi peralatan dan bertahan hidup.

- *Navigation lights*

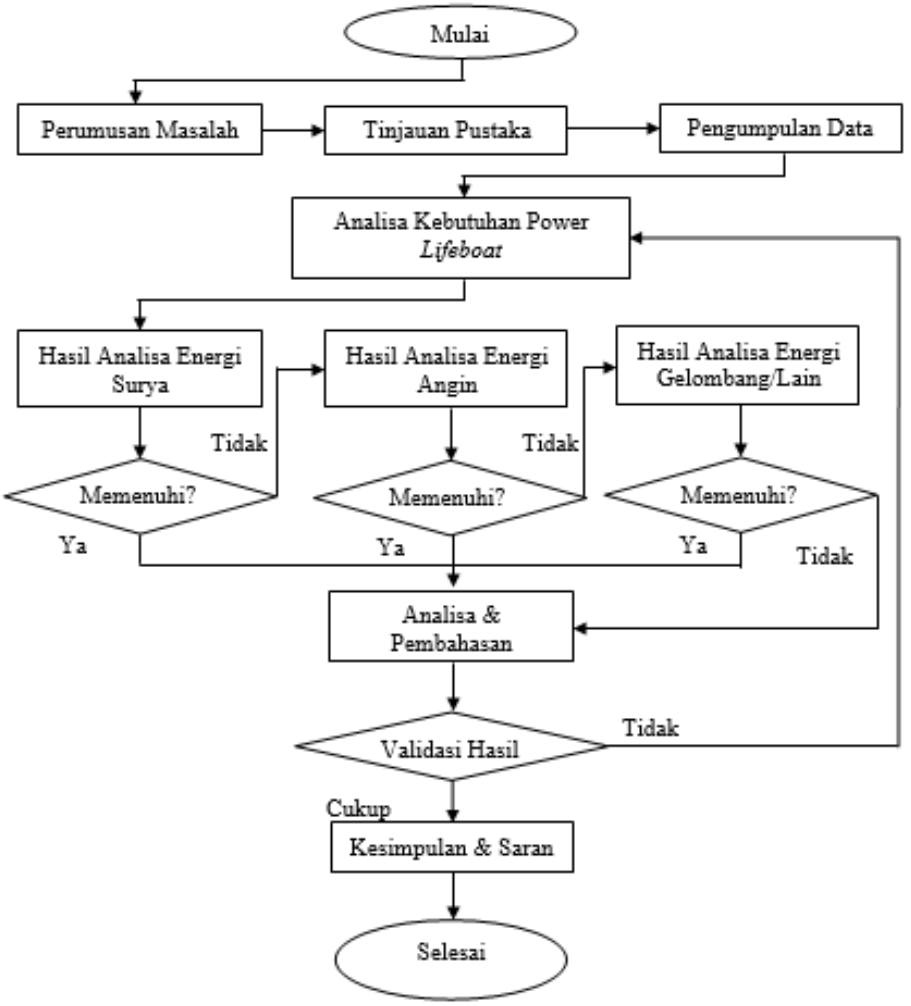
  Sebuah lampu berwarna putih yang menyinari seluruh arah lifeboat harus terpasang dengan syarat dapat menyala 12 jam terus menerus dengan intensitas cahaya tidak kurang dari 4.3 cd. Jika lampu navigasi yang

terpasang ini berkedip, maka kedipan rata-ratanya tidak kurang dari 50 kedipan per menit dan tidak lebih dari 70 kedipan.

- *Search lights*
  Lampu pencarian yang terpasang pada *lifeboat* harus memiliki sektor pencahayaan horizontal dan vertical sebesar 6˚ dan memiliki intensitas cahaya 2500 cd yang dapat menyala selama 3 jam terus menerus.
- *Compass*
  Kompas pada kapal diwajibkan terjangkau pencahayaan agar mudah dibaca. Peletakan kompas ini, khususnya pada *totally enclosed lifeboats* adalah pada *steering position*.
- *Two-way VHF radiotelephone*
  Setiap *lifeboat* harus memiliki *fixed two-way VHF radiotelephone* di dalam kabin. Tidak diperlukan ruangan khusus untuk penempatan radio ini. Akan tetapi harus disediakan dudukan antenna yang terpisah saat operasinya.

# BAB III

# METODOLOGI PENELITIAN




Dalam pembuatan tugas akhir ini, metodologi penelitian merupakan sebuah kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian. Kerangka ini berisi tahapan-tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini. Penyusunan metodologi ini dimaksud untuk mencapai tujuan tugas akhir yang telah disusun dan ditetapkan sesuai tahapan diatas dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Perumusan Masalah

Tahapan awal ini merupakan pengidentifikasian masalah yang ada, untuk kemudian dicari penyelesaian dan sebagai bahan pengerjaan tugas akhir ini.

Identifikasi permasalahan dilakukan dengan cara melihat dari kondisi nyata dan dari berbagai jurnal atau sumber lainnya yang terkait.

b. Tinjauan Pustaka

Studi literatur sebagai pendalaman untuk memahami dasaran bedasarkan literatur, buku, serta jurnal mengenai *lifeboat*, *energy harvester,* motor DC, dan alat-alat penunjang lainnya. Referensi dari teori teori diatas dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan perancangan sistem serta dapat menjadi acuan dalam pengerjaan.

c. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakuka untuk mengetahui data spesifikasi dari alat-alat yang akan digunakan untuk menunjang tugas akhir ini. Ada 2 metode yang dapat dilakukan saat pengumpulan data yaitu:

- Data Primer : Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara). Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian.
- Data Sekunder : Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan.

d. Analisa Kebutuhan Power *Lifeboat*

Pada tahap ini dilakukan analisa jumlah kebutuhan daya yang dibutuhkan oleh *lifeboat* penyelamat selama beroperasi. Hasil Analisa ini dapat dijadikan parameter konsumsi daya dari komponen-komponen yang harus tersedia pada *lifeboat*.

e. Hasil Analisa Energi

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang sudah didapatkan mengenai ketiga energi (surya, angin, dan gelombang) yang akan digunakan pada *lifeboat*. Dari tahap ini akan dihasilkan jumlah daya yang dapat dipasok untuk memenuhi kebutuhan *lifeboat.*

f. Perancangan Alat

Perancangan prototipe kapal *lifeboat* penyelamat sebagai metode pendekatan untuk mendapatkan hasil data yang lebih *valid* jikalai Analisa energi dirasa kurang cukup untuk menjadi dasar pengolahan data.

g. Analisa & Pembahasan

Dari data yang telah dikumpulkan maka dapat dibuat analisis pengaruh jumlah dan penempatan *energy harvester* terhadap kebutuhan daya *lifeboat*. Dari tahap

ini akan dihasilkan perhitungan jumlah kecukupan energi bedasarkan kebutuhan daya pada *lifeboat.* Diharapkan hasil dari penelitian ini mendapatkan efisiensi yang baik, berikut ini adalah rumus dasar untuk mendapatkan efisiensi

$$\eta = \frac{Daya\ Masukkan}{Daya\ Keluaran} - 100\% \text{.....(5)}$$

*Presentasi Tahanan & Propulsi JTSP ME091311*

h. Kesimpulan & Saran

Setelah dilakukan analisis pada setiap varian jumlah dan penempatan *energy harvester* sebagai sumber daya untuk *lifeboat,* maka dapat ditarik kesimpulan bedasarkan penelitian yang telah dilakukan. Saran-saran juga diberikan sebagai dasar pada penelitian selanjutnya, baik terikat secara langsung pada penelitian ini ataupun pada data-data dan metodologi yang nantinya akan direferensi.

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

# BAB IV

# ANALISA DATA & PEMBAHASAN

## 4.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan diuraikan langkah-langkah dalam menentukan *main engine*, baterai, dan alat kelistrikan lainnya. Pada akhirnya akan dihitung perbedaan bedasarkan peningkatan efisiensi dayanya. Hasil ini akan didapat dengan langkah-langkah bedasarkan referensi dan jurnal yang terkait. Data-data yang didapat akan dianalisa dengan harapan hasil Analisa ini dapat mencukupi kebutuhan daya tanpa batas dari *lifeboat*.

## 4.2 Tipe *Lifeboat*

Mendesain dan merencanakan sistem adalah hal yang terpenting sebelum mendesain sistem *lifeboat*. Hal ini bertujuan agar efisiensi penggunaan energi oleh *lifeboat* dapat diminimalkan. Selain itu juga agar efisiensi penyerapan energi oleh *lifeboat* dapat maksimal. Selisih antara output dan input ini yang dapat menjadi tolak ukur efisiensi dari *lifeboat energy harvester* ini.

Sebelum memulai langkah men-desain kapal, perlulah dipertimbangkan jenis *lifeboat* apakah yang tepat untuk didesain. Berikut adalah pertimbangan dalam mendesain kapal.

1. Mendapatkan tahanan terkecil.
2. Memenuhi kecukupan ruang.
3. Menyediakan tempat untuk *energy harvester* yang banyak.

Langkah ini juga akan mempermudah untuk mencari *sister ship* yang sesuai sebagai referensi dalam membuat desain *lifeboat.*

Gambar 4.1 *Sistership Lifeboat*
(*Sumber: Fassmer-Marland Ltd.)*

Dari poin nomor 3, tipe *lifeboat* yang tepat adalah *lifeboat* dengan struktur *totally enclosed*, hal ini berupaya agar luasan pada sisi atas dari *lifeboat* dapat dimanfaatkan secara maksima untuk ditempatkan oleh alat-alat *energy harvester*. Mengingat juga, bahwa *lifeboat* ini akan dipasangkan beberapa komponen tambahan pada kulit luar kapal, maka tipe *lifeboat* dengan peluncuran jenis *free-fall* bukanlah hal yang tepat.

Maka dari itu, dalam mencari *sistership lifeboat* ini diusahakan agar mencari *lifeboat* dengan struktur *totally enclosed lifeboat* yang diluncurkan dengan metode *davit-launched lifeboat.*

## 4.3 Desain *lifeboat*

Dalam pengerjaan desain *lifeboat* ini akan dilakukan menggunakan pendekatan yang telah diajarkan dalam mata kuliah Desain 1, Rencana Garis. Hal yang pertama harus dilakukan adalah mengambil data kapal pembanding atau *sistership* sebagai acuan kapal yang telah sukses berlayar dan memenuhi sertifikat yang dibutuhkan. Berikut adalah data utama *sistership* yang diambil dari perusahaan Fassmer-Marland Ltd.

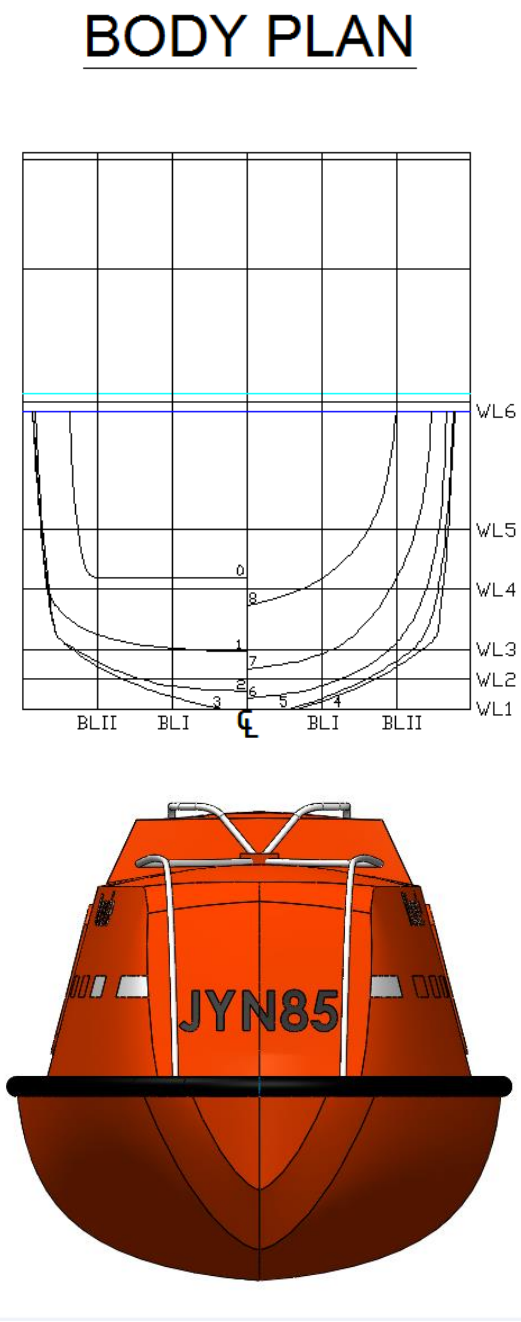
Tabel 4.1 Ukuran Utama *Lifeboat*

| **Tipe Kapal** | ***Lifeboat*** |
|---|---|
| Panjang (LOA) | 6.73 Meter |
| Lebar (B) | 2.70 Meter |
| Tinggi (H) | 3.35 Meter |
| Sarat (T) | 1.40 Meter |
| Kecepatan (Knot) | 6 Knot |

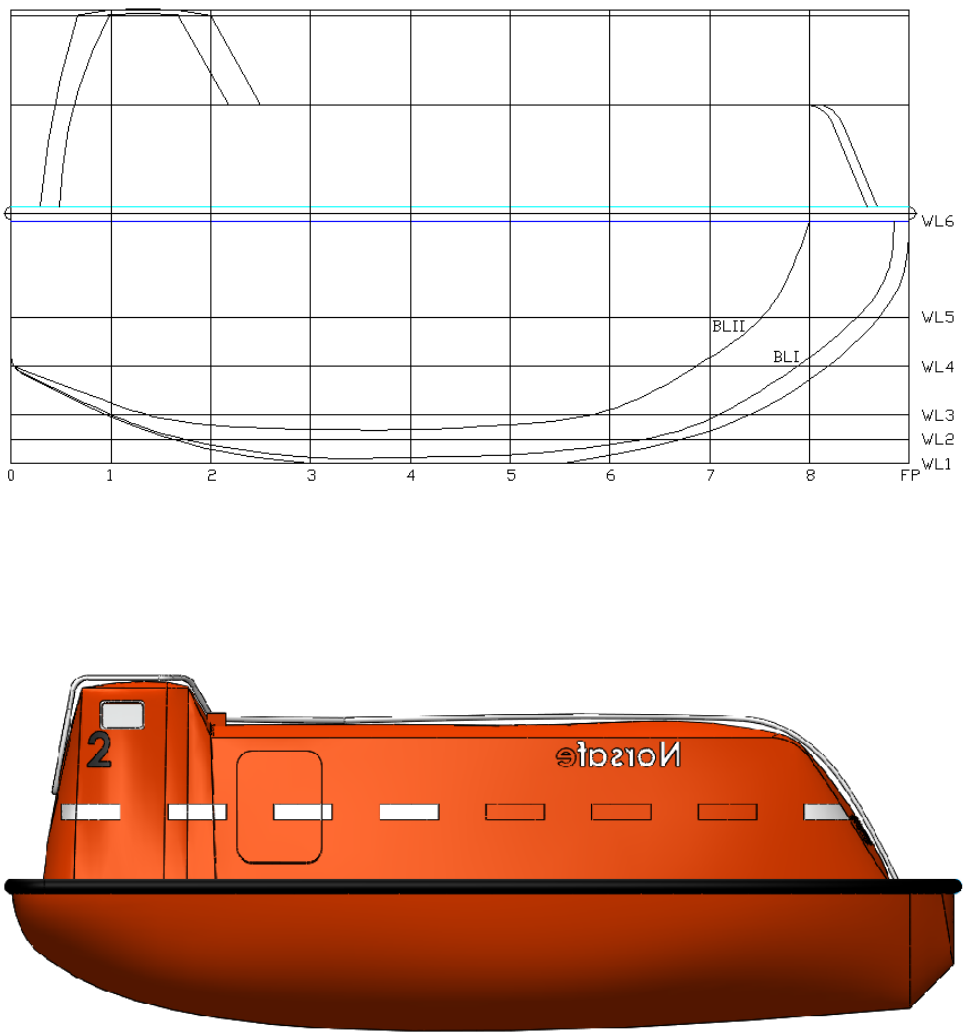
Data diatas akan menjadi referensi mendesain *lifeboat* kedepannya, desain berikutnya akan menyesuaikan dengan kebutuhan *energy harvester* yang akan direncanakan.

Dalam pendekatan pada mata kuliah Rencana Garis, seharusnya membaca diagram NSP, dimana akan menghasilkan data dan gambar CSA sebagai data garis bantu untuk mengukur kestabilan kapal dan sebagai acuan penggambaran. Akan tetapi dalam penulisan Tugas Akhir ini memiliki batasan masalah untuk tidak memperhitungkan keseimbangan kapal dikarenakan diagram NSP sendiri tidak diperuntukkan untuk penggambaran *lifeboat.* Dan sebagai pengganti acuan penggambaran akan memakai gambar rencana garis yang disediakan pada *project guide lifeboat* perusahaan Fassmer-Marland Ltd.

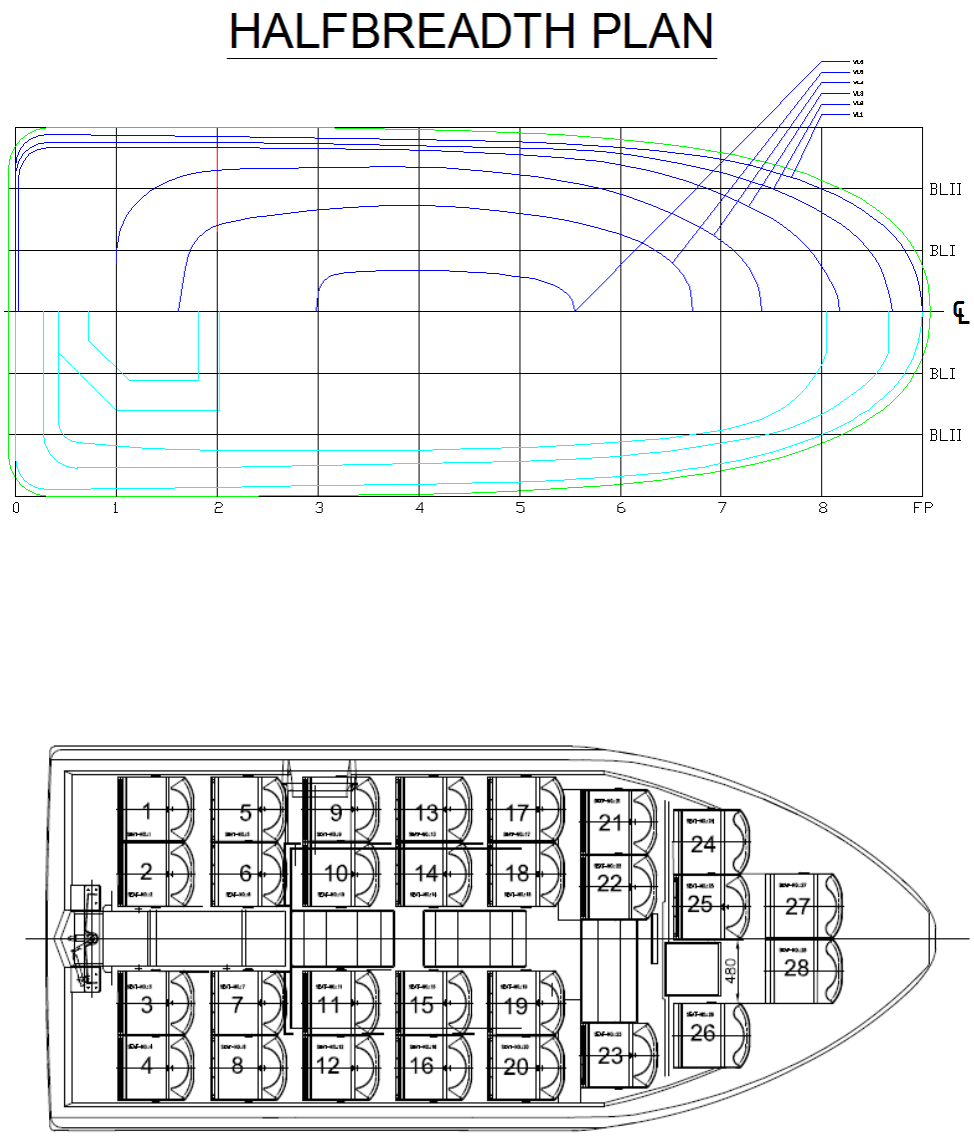
Berikut akan disajikan gambar acuan yang dipakai dan juga hasil pengerjaan pada 3 tampak, yaitu *bodyplan, sheer plan,* dan *halfbreadth plan.*




Gambar 4.2 *Bodyplan* Rancangan & Tampak Depan *Sistership*
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi & Fassmer-Marland Ltd.)*

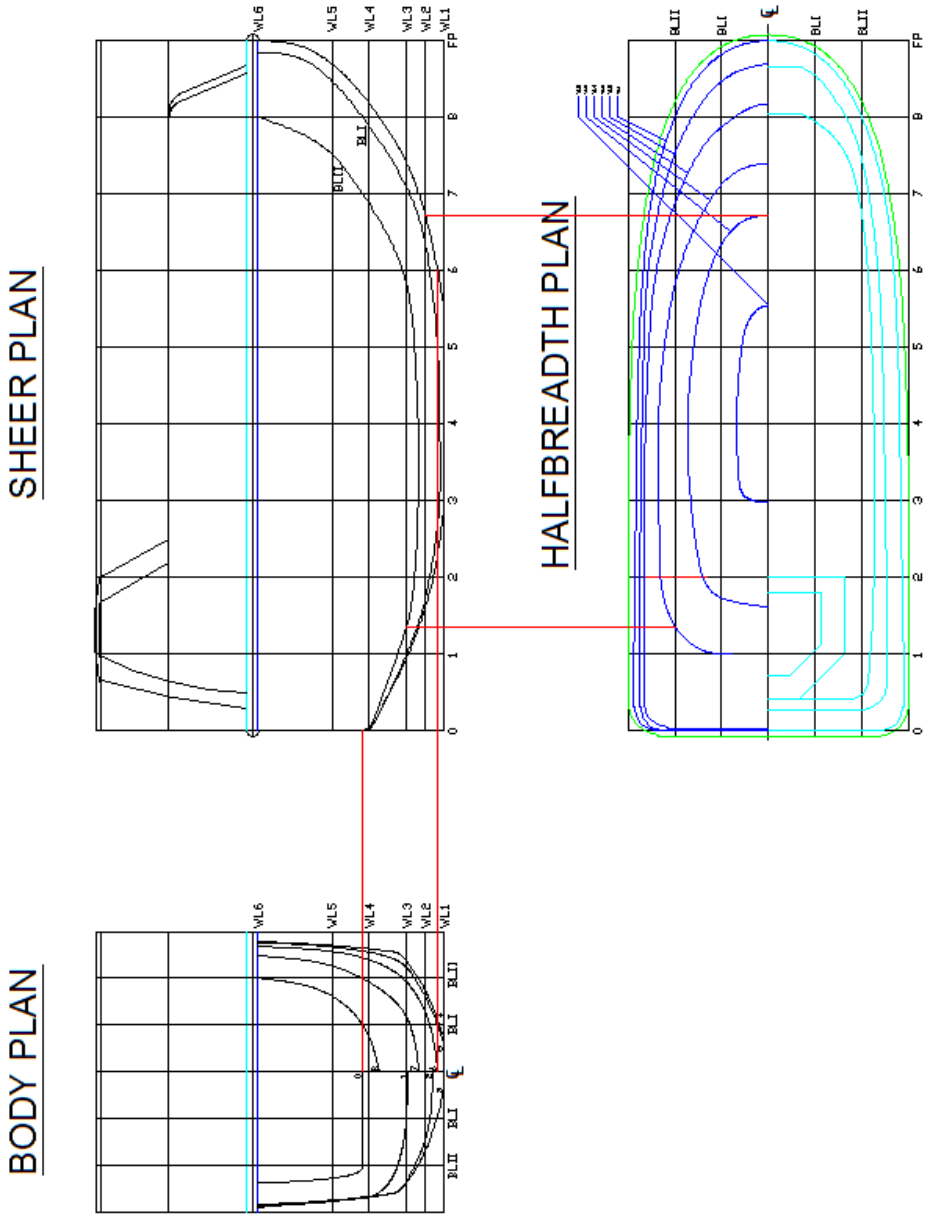



Gambar 4.3 *Sheerplan* Rancangan & Tampak Samping *Sistership*
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi & Fassmer-Marland Ltd.)*



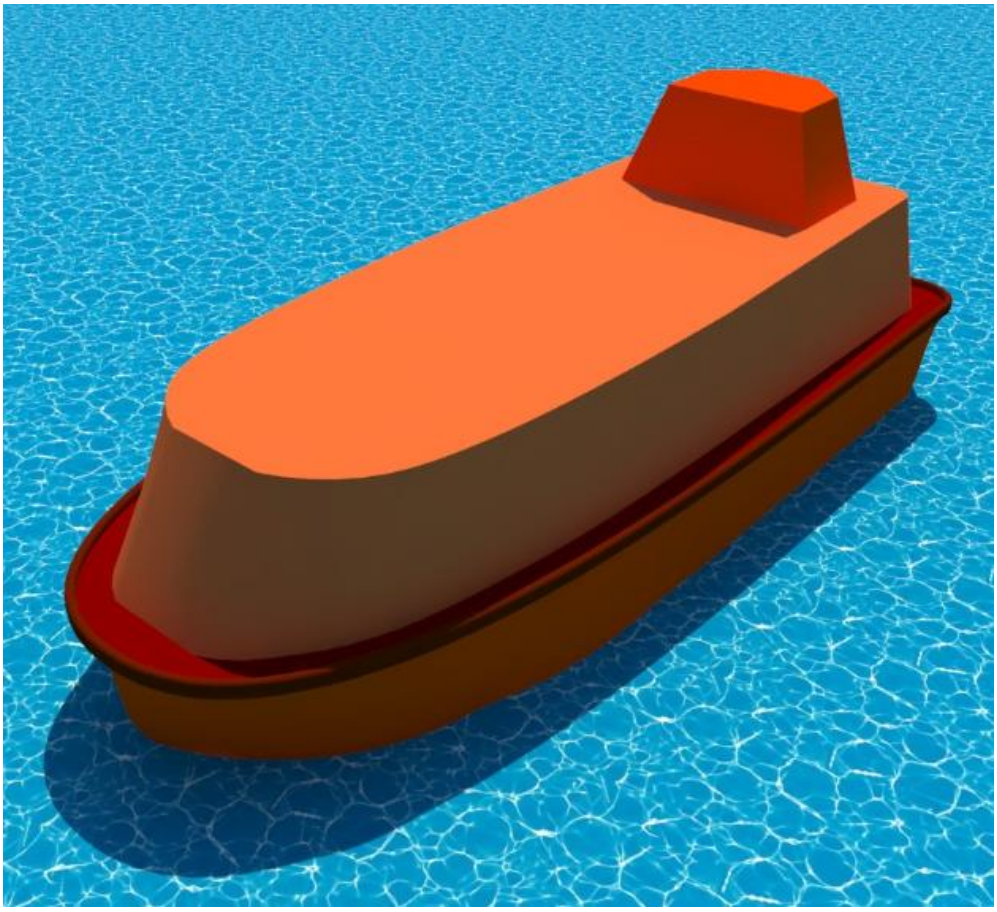

Gambar 4.4 *Halfbreadthplan* Rancangan & Tampak Atas *Sistership*
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi & Fassmer-Marland Ltd.)*

Setelah 3 plan diatas di desain sedemikian rupa, langkah berikutnya adalah pengukuran jarak rencana garis. Pada ketiga gambar ini diukur keselarasannya antara garis. Langkah ini memiliki aturan agar setiap *plan* gambar jaraknya akan sama jika ditarik garis antar ketiganya. Berikut adalah contoh hasil yang baik dalam penggambaran.




Gambar 4.5 Koreksi Jarak Antar Garis
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

Setelah semua garis sesuai jaraknya, berikutnya dilakukan pendesainan 3D. Desain 3D ini memiliki tujuan untuk membantu dalam perhitungan tahanan pada langkah berikutnya. Selain itu gambar 3D juga bertujuan agar para pembaca dapat melihat secara visual dalam perspektifnya. Penggambaran 3D dapat dibantu menggukan aplikasi Autocad 3D, Maxsurf, ataupun Solidworks yang dapat menunjang visual dan juga memperhitungkan dari segi Teknik.



Gambar 4.6 Desain 3D *Lifeboat*
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

## 4.4 Mencari Tahanan Kapal

Tahapan yang harus dilakukan selanjutnya adalah mencari tahanan kapal. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kebutuhan daya mesin, dimana akan dicari sesuai dengan *project guide* yang tersedia. Ada banyak metode yang dapat dilakukan dalam mencari tahanan kapal. Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan diajarkan bagaimana menganalisis menggunakan metode Guldhammer-Harvald yang

menggunakan pendekatan melalui grafik dan tabel dan Holtrop yang menggunakan pendekatan dengan perhitungan matematis.

Akan tetapi kedua metode ini kurang tepat jika diaplikasikan ke dalam kapal sekoci yang akan direncanakan, dikarenakan kedua metode ini pengaplikasiannya untuk kapal-kapal niaga dan dengan ukuran yang besar.

Kapal *lifeboat* yang akan didesain ini dapat dilakukan perhitungan tahanannya dengan metode fung. Dimana *Fung's Mathematical Method* ini terdapat dalam aplikasi milik Bentley, yaitu maxsurf. Dengan bantuan maxsurf, kapal didesain sedemikian rupa seperti pada gambar. Dengan bantuan data dari sister ship yang valid, dan membentuk desain kapal sesuai dengan referensi.

| | Measurement | Value | Units |
|---|---|---|---|
| 1 | Displacement | 15193 | kg |
| 2 | Volume (displaced) | 14.822 | m^3 |
| 3 | Draft Amidships | 1.400 | m |
| 4 | Immersed depth | 1.399 | m |
| 5 | WL Length | 6.715 | m |
| 6 | Beam max extents o | 2.684 | m |
| 7 | Wetted Area | 30.751 | m^2 |
| 8 | Max sect. area | 2.934 | m^2 |
| 9 | Waterpl. Area | 13.964 | m^2 |
| 10 | Prismatic coeff. (Cp) | 0.752 | |
| 11 | Block coeff. (Cb) | 0.588 | |
| 12 | Max Sect. area coeff | 0.784 | |
| 13 | Waterpl. area coeff. | 0.775 | |
| 14 | LCB length | -4104.306 | from z |
| 15 | LCF length | -4104.354 | from z |
| 16 | LCB % | -61124.419 | from z |
| 17 | LCF % | -61125.134 | from z |
| 18 | KB | 0.859 | m |
| 19 | KG fluid | 0.000 | m |
| 20 | BMt | 0.445 | m |
| 21 | BML | 2.739 | m |
| 22 | GMt corrected | 1.303 | m |
| 23 | GML | 3.598 | m |
| 24 | KMt | 1.303 | m |
| 25 | KML | 3.598 | m |
| 26 | Immersion (TPc) | 0.143 | tonne/c |
| 27 | MTc | 0.000 | tonne. |
| 28 | RM at 1deg = GMt.Di | 345.573 | kg.m |
| 29 | Length:Beam ratio | 2.502 | |
| 30 | Beam:Draft ratio | 1.918 | |
| 31 | Length:Vol^0.333 rati | 2.734 | |

Gambar 4.7 Pengambilan Data di Maxsurf
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

Dari model kapal yang sudah jadi ini dapat dihitung tahanannya menggunakan aplikasi Maxsurf Resistance. Terdapat banyak pilihan metode perhitungan tahanan, savitsky planning, savitsky pre-planning, holtrop, Compton, dan Fung method. Akan tetapi hanyalah kolom fung method yang mengeluarkan hasil dari perhitungan tahanan yang dapat dilihat di tabel halaman selanjutnya.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Tahanan di Maxsurf

| | Speed (kn) | Froude No. LWL | Froude No. Vol. | Savitsky Pre-planing Resist. (N) | Savitsky Pre-planing Power (kW) | Savitsky Planing Resist. (N) | Savitsky Planing Power (kW) | Holtrop Resist. (N) | Holtrop Power (kW) | Fung Resist. (N) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 2 | 0.750 | 0.048 | 0.079 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 3 | 1.500 | 0.095 | 0.157 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 4 | 2.250 | 0.143 | 0.236 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 83.54 |
| 5 | 3.000 | 0.190 | 0.314 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 126.03 |
| 6 | 3.750 | 0.238 | 0.393 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 189.66 |
| 7 | 4.500 | 0.285 | 0.472 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 265.81 |
| 8 | 5.250 | 0.333 | 0.550 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 353.84 |
| 9 | 6.000 | 0.380 | 0.629 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 453.49 |
| 10 | 6.750 | 0.428 | 0.707 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 564.62 |

## 4.5 Mencari Total Kebutuhan Daya

Daya pada kapal yang dirancang pada Tugas Akhir ini memiliki 2 jenis, yaitu daya yang dibutuhkan oleh permesinan dan alat gerak kapal, yang kedua adalah daya yang dibutuhkan untuk mensuplai kebutuhan penerangan dan navigasi kapal. Mencari total kebutuhan daya ini sangatlah penting untuk mendapatkan data kebutuhan konsumsi listrik yang nantinya dapat menghitung total kapasitas dari baterai yang diperlukan. Selain itu juga dapat sebagai acuan kebutuhan *charging* oleh *energy harvester.*

Daya yang dibutuhkan oleh permesinan dan alat gerak disini hanyalah engine kapal yang berupa motor listrik, dan juga starting motor jika diperlukan. Engine kapal dapat ditentukan dari hasil Analisa perhitungan tahanan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Dimana jika sudah mendapat hasil dari perhitungan tahanan maka selanjutnya dapat menghitung kebutuhan daya. Sedangkan kebutuhan daya elektrikal membutuhkan lebih banyak komponen. Kebutuhan elektrikal pada kapal dapat dianalisa dari alat listrik apa saja yang dapat menunjang dalam *survival* di dalam lifeboat. Selain itu dapat dianalisa dari *sistership* ataupun dari peraturan negara yang berlaku, contohnya adalah BKI dan GL yang akan diterangkan setelah ini.

Maka dari itu, pada tahap ini akan dihitung total keseluruhan kebutuhan daya listrik dengan satuan WattHour (WH). Dibawah ini akan dijelaskan komponen-komponen yang akan digunakan dan beberapa penunjangnya.

### 4.5.1 Kebutuhan Daya *Engine*

Dalam pendekatan perhitungan tugas desain, dilakukan perhitungan daya dari tahanan kapal untuk mendapatkan nilai daya BHP. Nilai BHP motor ini akan dipakai sebagai acuan untuk mencari referensi mesin yang dapat cocok digunakan dalam *lifeboat* ini. Dalam aplikasi maxsurf telah disediakan hasil perhitungan kebutuhan daya yang harus dicukupi untuk mendorong kapal melaju sesuai dengan kecepatannya sesuai tabel yang dibawah ini.

Tabel 4.3 Kebutuhan Daya Pendorong

| | Speed (kn) | Fung Resist. (N) | Fung Power (kW) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | -- | -- |
| 2 | 0.750 | -- | -- |
| 3 | 1.500 | -- | -- |
| 4 | 2.250 | 83.54 | 0.176 |
| 5 | 3.000 | 126.03 | 0.354 |
| 6 | 3.750 | 189.66 | 0.665 |
| 7 | 4.500 | 265.81 | 1.119 |
| 8 | 5.250 | 353.84 | 1.738 |
| 9 | 6.000 | 453.49 | 2.545 |
| 10 | 6.750 | 564.62 | 3.565 |

Sesuai perhitungan diatas dapat diketahui bahwa kebutuhan daya minimum yang dibutuhkan oleh *lifeboat* yang telah didesain pada kecepatan 6 knot adalah 2.545 kW. Berikut adalah spesifikasi motor DC yang akan direncakanan.

Gambar 4.8 Motor DC 2.8 kW 400 V
(*Sumber: Leroy Somer Catalouge)*

Tabel 4.4 Spesifikasi Motor DC

| **Merek / Tipe** | ***Leroy Somer* / LS 160 M** | |
|---|---|---|
| Rated Power | 2.8 | kW |
| Voltage | 400 | Volt |
| Rated Current | 7.7 | Ampere |
| Power Factor | 0.64 | |
| Efficiency | 80.9 | % |
| P x L x T | 0.5 x 0.3 x 0.4 | Meter |

Dari *project guide* motor DC diatas diketahui bahwa motor ini tidak membutuhkan sebuah *starting* motor dalam melakukan *start engine*. Maka dari itu kebutuhan *starting* motor dari referensi *sistership* dapat ditiadakan.

### 4.5.2 Kebutuhan Daya *Electrical*

Alat-alat elektrikal pada *lifeboat* telah ditentukan syaratnya dalam GL Chap. 4 Page 8-3D. Selain menganalisis kebutuhan alat listrik dari *rules* GL.

Tabel 4.5 Kebutuhan Kelistrikan *Lifeboat*

| **No.** | **Equipment** | **Keterangan** |
|---|---|---|
| 1 | Internal Lighting | 0.5 cd Luminous Intensity |
| 2 | Navigation Light | 4.3 cd Luminous Intensity |
| 3 | Search Light | 2500 cd Luminous Intensity |
| 4 | Compass | Tersedia Penerangan |
| 5 | Radio 2-way VHF | Tersedia |

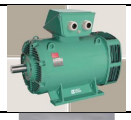
Perlu juga ditinjau alat-alat kelistrikan yang dibutuhkan oleh *lifeboat* ini dari kapal pembanding yang sudah ditetapkan.

Tabel 4.6 Peralatan Kelistrikan *Lifeboat Fassmer-marland Ltd.*

| No. | Nama Alat | Gambar | Qty | Power |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Starting Motor | | 1 | 1.1 kWh |
| 2 | Position Light (Navigation Light) | | 1 | 6 Wh<br>12 V |
| 3 | Canopy Light (Internal Light) | | 2 | 15 Wh<br>12 V |
| 4 | Search Light | | 2 | 75 Wh<br>12 V |
| 5 | Radio | | 1 | 50 Wh |

Maka dari bedasarkan referensi diatas, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan daya dalam perencanaan *lifeboat* pada Tugas Akhir ini akan dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Perencanaan Total Data Peralatan

| No. | Nama Alat | Gambar | Qty | Power Voltage | Working Hours | Power per Day |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Motor Listrik |  | 1 | 2800 W 400 V | 24 | 67200 W |
| 2 | Navigation Light | | 1 | 6 W 12 V | 12 | 72 W |
| 3 | Internal Light | | 2 | 15 W 12 V | 12 | 360 W |
| 4 | Search Light | | 2 | 75 W 12 V | 3 | 450 W |
| 5 | Radio | | 1 | 50 W | 3 | 150 W |
| Total Power per Day (Motor) | | | | | | 67.2 kW |
| Total Power per Day (Lighting) | | | | | | 1.1 kW |
| Total Power per Day | | | | | | ~69 kW |

Dijelaskan dalam GL, bahwa lifeboat harus dapat beroperasi dengan kapasitas bahan bakar selama 24 jam. Maka dari hasil peninjauan terhadap 2 referensi diatas dapat disimpulkan bahwa, kebutuhan untuk *lifeboat* dapat beroperasi keseluruhan dalam sehari adalah sekitar 69 kWh. Hasil perhitungan dari kebutuhan daya per-hari ini akan digunakan untuk menentukan kebutuhan kapasitas baterai yang akan dihitung dibawah ini.

## 4.6 Menentukan Baterai

*Rules* dari *Germanischer Lloyd* mensyaratkan bahwa kapal sekoci harus dapat beroperasi selama 24 jam. Dari bagian sebelumnya sudah didapatkan jumlah kebutuhan kapasitas muatan listrik. Hasil diatas dapat menentukan jumlah baterai yang akan direncanakan dalam *lifeboat* ini.

Dalam perencanaan pada *sistership* kapal yang masih menggunakan bahan bakar berupa diesel. Dalam *project guide*-nya, diketahui bahwa tanki bahan bakarnya memiliki volume sebesar 160 L. Dengan mesin Yanmar 3JH30A yang memiliki *SFOC* sebesar 6.2 L/*hour*. Dari kedua informasi diatas, dapat diketahui bahwa ada koefisien kapasitas lebihnya. Dari perhitungan itu akan mendapatkan batas minimal kapasitas dari tanki yang harus direncanakan. Selain itu juga perlu untuk menghitung maksimal dari kapasitas baterai bedasarkan volume dan beratnya.

**a. Koefisien Kapasitas Lebih (KKL)**

$KKL = ((Ship\ Endurance\ /\ (Endurance\ Rules)) - 1)\ x\ 100\%$

Dimana,

Ship Endurance = $V/SFOC$……(Hour)
Endurance Rules = 24 Jam
Volume Tanki = 160 Liter
SFOC = 6.2 L/jam

$= ((\frac{V}{SFOC}/24) - 1)\ x\ 100\%$

$= \left((\frac{160}{6.2}/24) - 1\right) x\ 100\%$

$= (1.75 - 1)\ x\ 100\%$

$= 7.5\ \%$

**b. Kapasitas Minimum Baterai**

$Volume\ Tanki = 160\ Litres$

1 Liter = 1000 $cm^3$

$= 0.16\ Meter^3$

$Weight\ Tanki = V\ /\ \rho$

$\rho\ Diesel = 0.95\ Ton/M^3$

$Weight\ Tanki = 0.16\ /\ 0.95$

$= 0.16842\ Ton$

$= 168.42\ kg$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan perencanaan baterai direferensikan oleh 3 hal. Yang pertama adalah minimal kapastias yaitu 24 jam operasi ditambah 7.525%. Kedua adalah volume ruang untuk baterai sebesar 0.16 $Meter^3$. Dan ketiga adalah berat total dari bateraisetara dengan 168.42 kg. Baterai juga perlu dibedakan pemakaiannya antara kebutuhan motor DC dan kebutuhan penerangan, dikarenakan selisih *working voltage* yang besar.

4.6.1 Menentukan Baterai untuk Penerangan

Dalam syarat yang pertama, perhitungan dilakukan untuk setiap komponen penerangan yang ada di *lifeboat*, maka perhitungan akan dilakukan di akhir menggunakan tabel excel. Perhitungan kapasitas baterai untuk penerangan ini dipisahkan dengan perhitungan kapasitas baterai untuk motor DC dikarenakan perbedaan selisih *working voltage* yang besar.

**Arus *Lighting* (I)**

Dan dalam syarat sebelumnya telah disebutkan bahwa perencanaan baterai yang diperlukan oleh *lifeboat* ini membutuhkan kapasitas selama 24 jam.. Menggunakan rumus dasar sebagai berikut

$$P = V.I \text{…....(3)}$$

Dimana,

P = Daya Penerangan
V = Working voltage
I = Arus Penerangan

**Kapasitas Baterai *Lighting* ($C_{li}$)**

Kapasitas baterai untuk penerangan ini perlu hitung dengan mengkalikannya dengan waktu lamanya penerangan beroperasi.

$$Ah = I.h \text{…....(2)}$$

Dimana,

Ah = Kapasitas minimal baterai per hari
I = Arus Penerangan
h = Lama Operasi

**Kapasitas Daya Minimal ($C_{min}$)**

Dalam syarat yang pertama, perlu menghitung bedasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik seharian, dengan menambahkan koefisien Kapasitas Lebih.

$Ah_{min} = Ah_{li}\ x\ (KKL + 100\%)$
$KKL = 7.5\ \%$

4.6.2 Menentukan Baterai untuk Motor DC

Perhitungan untuk menentukan kapasitas baterai motor DC menggunakan rumus yang sama dengan rumus menentukan kapasitas baterai untuk penerangan. Dapat dihitung bedasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik 24 jam untuk motor DC, dengan menambahkan koefisien koreksi kapasitas.

**Arus Motor (I)**

Dan dalam syarat sebelumnya telah disebutkan bahwa perencanaan baterai yang diperlukan oleh *lifeboat* ini membutuhkan kapasitas selama 24 jam. Dari hasil perhitungan sebelumnya dapat menentukan kapasitas energi listrik yang harus disimpan dalam baterai. Menggunakan rumus dasar sebagai berikut

$$P = V.I \text{…....(3)}$$

Dimana,

P = Daya Motor DC = 2.8 kW
V = Working voltage = 400 V
I = Arus Motor DC

Maka,

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{2800\ W}{400\ V}$$

$$= \mathbf{7\ A}$$

**Kapasitas Baterai Motor ($C_m$)**

Kapasitas baterai untuk motor ini dapat dihitung dengan mengkalikannya dengan waktu lamanya motor beroperasi.

$$Ah = I\ .\ h \text{.....(2)}$$

Dimana,

Ah = Kapasitas minimal baterai per hari
I = Arus Motor DC = 7 Ampere
h = Lama Operasi = 24 jam

Maka,

$$C_m = 7\ A\ .\ 24\ h$$

$$\boldsymbol{C_m = 168\ Ah}$$

**Kapasitas Daya Minimal ($C_{min}$)**

Dalam syarat yang pertama, perlu menghitung bedasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik seharian, dengan menambahkan koefisien Kapasitas Lebih.

$$C_{min} = C_m\ x\ (KKK + 100\%)$$

$$Kapasitas\ (C) = 168\ Ah$$

$$KKL = 7.5\ \%$$

Maka,

$$C_{min} = 168\ x\ (7.5\ \% + 100\ \%)$$

$$= \mathbf{180\ Ah}$$

Tabel 4.8 Kebutuhan Baterai

| Equipment | Quantity | Power (W) | Working Voltage (V) | Current (I) | Working Hours | Daya Pemakaian (kW) | Needed Capacity (Ah) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Navigation Light | 1 | 6 | 12 | 0.5 | 12 | 72 | 6 |
| Internal Light | 2 | 15 | 12 | 1.25 | 12 | 180 | 15 |
| Search Light | 2 | 75 | 12 | 6.25 | 3 | 225 | 18.75 |
| Radio | 1 | 50 | 12 | 4.167 | 3 | 150 | 12.5 |
| Total | | 146 W | 12 V | Total | | 627 | 56 |

| Equipment | Quantity | Power (W) | Working Voltage (V) | Current (I) | *Working Hours* | Daya Pemakaian (W) | Needed Capacity (Ah) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Motor DC | 1 | 2800 | 400 | 7 | 24 | 67200 | 168 |
| *Working Voltage* | | | 400 | Minimum Capacity, $Ah_{min}$ | | | 180 |

Dari hasil perhitungan diatas, dapat ditentukan baterai bedasarkan kebutuhan kapasitasnya. Berikut adalah pemilihan spesifikasi baterai untuk penerangan yang akan direncanakan dengan membandingkan beberapa tipe baterai dari beberapa merek untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi. Dikarenakan spesifikasi yang mudah dan banyak tipe yang memenuhi, maka pemilihan juga ditentukan dari segi dimensi dan berat dari baterai.

Tabel 4.9 Spesifikasi Baterai Penerangan

| PEMILIHAN BATERAI UNTUK PENERANGAN | | | | | | | | | | Working Voltage (V) : | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | Needed Capacity (Ah) : | 56 |
| No | Merk | Type | Volt | AH | Seri | | Effisiensi Seri | Paralel | | Effisiensi Paralel | Effisiensi Total |
| | | | | | (=) | (-) | | (=) | (-) | | |
| 1 | MASTERVOLT | MLS 12/130 | 12 | 10 | 1.00 | 1 | 1.000 | 6.00 | 6 | 0.933 | 0.933 |
| 2 | MASTERVOLT | MLS 12/80 | 12 | 6 | 1.00 | 1 | 1.000 | 10.00 | 10 | 0.933 | 0.933 |
| 3 | Powerizer | LifeMnPo4 12/15 | 12 | 15 | 1.00 | 1 | 1.000 | 4.00 | 4 | 0.933 | 0.933 |
| 4 | Howell Energy | HW-4F30 | 3 | 15 | 4.00 | 4 | 1.000 | 4.00 | 4 | 0.933 | 0.933 |
| 5 | Howell Energy | HW-8F60 | 12 | 10 | 1.00 | 1 | 1.000 | 6.00 | 6 | 0.933 | 0.933 |




Brand : Powerizer
Type : LifeMnPo4 12/15
Voltage : 12 V
Capacity : 15 Ah
Dimension, Length : 151 mm
Wide : 98 mm
Height : 94 mm
Weight : 1.84 kg
Quantity : 4 Unit

*Souce : http://www.batteryspace.com/Powerizer-LiFePO4-Battery-12V-15Ah-180Wh-30A-rate-with-PCB-and-LED.aspx*

Dan berikut adalah pemilihan spesifikasi baterai untuk motor DC yang akan direncanakan dengan membandingkan beberapa tipe baterai dari beberapa merek untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi.

Tabel 4.10 Spesifikasi Baterai Motor DC

| BATTERY FOR MOTOR DC CALCULATION | | | | Working Voltage (V) : | 400 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Needed Capacity (Ah) : | 180 |

| No | Brand | Type | Voltage | Ah | Seri | | Seri Efficiency | Parallel | | Parallel Efficiency | Total Efficiency |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | (=) | (~) | | (=) | (~) | | |
| 1 | MASTERVOLT | MLS 12/390 | 12 | 30 | 33.33 | 34 | 0.980 | 6.00 | 6 | 1.000 | 0.980 |
| 2 | MASTERVOLT | MLS 24/260 | 24 | 10 | 16.67 | 17 | 0.980 | 18.00 | 18 | 1.000 | 0.980 |
| 3 | Battery Space | LifeMnPo4 24/15 | 24 | 15 | 16.67 | 17 | 0.980 | 12.00 | 12 | 1.000 | 0.980 |
| 4 | Howell Energy | HW-8F20 | 24 | 20 | 16.67 | 17 | 0.980 | 9.00 | 9 | 1.000 | 0.980 |
| 5 | Howell Energy | HW-16F40 | 48 | 40 | 8.33 | 9 | 0.926 | 4.50 | 5 | 0.900 | 0.833 |




Brand : MASTERVOLT
Type : MLS 24/260
Voltage : 24 V
Capacity : 10 Ah
Dimension, Length : 180 mm
Wide : 77 mm
Height : 161 mm
Weight : 3.1 kg
Quantity : 306 Unit

*Source : http://www.mastervolt.com/products/li-ion/mls-24-260/*

## 4.7 Penentuan *Energy Harvester*

Tidak semua energi terbarukan yang dapat menghemat suatu energi dapat direncanakan dalam *lifeboat* ini. Hal ini dikarenakan *lifeboat* merupakan sebuah kapal, dimana teorinya akan sulit melaju jika alirannya terganggu. Selain itu *lifeboat* merupakan sebuah moda transportasi yang dapat dibilang kecil dalam skala ukuran.

Dari 7 sumber energi terbarukan yang sedang marak di Indonesia, yang telah dijelaskan diatas, ada 3 jenis energi yang dapat diserap dan dikonversi ke energi listrik dengan mudah. Energi Surya, Energi Angin, dan Energi Air merupakan energi yang sudah memiliki alat instrument *harvester* yang baik untuk diubah menjadi energi listrik.

Dalam menentukan *energy harvester* yang cocok dalam perencanaan ini, utamanya harus dirumuskan terlebih dahulu aspek dalam penilaiannya. Ukuran, dikarenakan ukuran *lifeboat* ini tidaklah besar, maka hanyalah beberapa alat instrumentasi yang dapat cocok pada perencanaan *lifeboat energy harvester*. Efisiensi, hal ini sangat penting dikarenakan *lifeboat* memiliki daya yang cukup besar untuk melaju di air, sedangkan permukaan dari penyerapan energi sangatlah terbatas. Tidak mengganggu aliran, hal ini dikarenakan walau sebuah perencanaan *energy harvester* dapat menyerap energi untuk menambah kapasitas daya, akan tetapi dapat juga menambah tahanan kapal dan menambah kebutuhan daya.

Tabel 4.11 Penentuan *Energy Harvester*

| Jenis Energi | Ukuran Alat | Efisiensi Alat | Hambatan Alat |
|---|---|---|---|
| **Energi Surya (*Solar Cell*)** | Memiliki ukuran yang kecil, bahkan lembaran. (+) | Dalam pasar sudah mencapai 20%. (+) | Tidak memengaruhi karena tipis. (+) |
| **Energi Angin (Turbin Angin)** | Memiliki ukuran yang relatif besar. (-) | Dalam pasar sudah mencapai 30%. (+) | Hanya sedikit memengaruhi hambatan angin. (+) |
| **Energi Gelombang (*Oscilating Water Column*)** | Memiliki ukuran yang besar. (-) | Dalam beberapa penelitian masih dalam 10%. (-) | Dapat memengaruhi tahanan air karena peletakannya. (-) |

Maka jika dinilai dari tabel diatas, diketahui behwa hanya energi surya dan energi angin yang cocok untuk direncanakan dalam *lifeboat* ini dikarenakan memiliki nilai menguntungkan yang lebih dari pada merugikannya seperti energi gelombang.

## 4.8 Menentukan Solar Cell

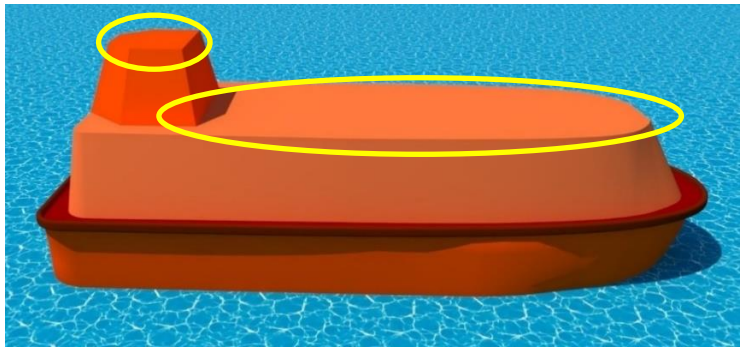
Dalam penentuan solar cell sangat penting untuk mencari efisiensi ruangan dengan energi yang diserap. Untuk mendapatkan efisiensi sebesar-besarnya maka diperlukan spesifikasi solar cell dengan daya serap wattpeak yang tinggi. Sedangkan untuk luasan dari solar cell sendiri dibutuhkan sekecil-kecilnya untuk mendapatkan efisiensi ruangan. Berikut ini adalah perbandingan efisiensi terhadap power wattpeak dan dimensi luasan solar cell dari berbagai perusahaan dengan solar cell terbaiknya.

Tabel 4.12 Penilaian *Solarcell*

| **Merk** | **Len** | **Sunmodule XL** | **Aleo** | **Sunpower C60** | **Sunpower X21** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tipe** | Module Mono | Module Mono | Module Mono | Cell Mono | Module Mono |
| **Power (WP)** | 260 | 350 | 295 | 3.42 | 345 |
| **Dimensi ($M^2$)** | 1.62 | 1.994 | 1.64 | 0.015 | 1.629 |
| **Power / Dimensi** | **160.5** | **175.5** | **179.9** | **228** | **211.8** |
| **Efisiensi** | **16%** | **17.54%** | **18%** | **22.5%** | **21.16%** |

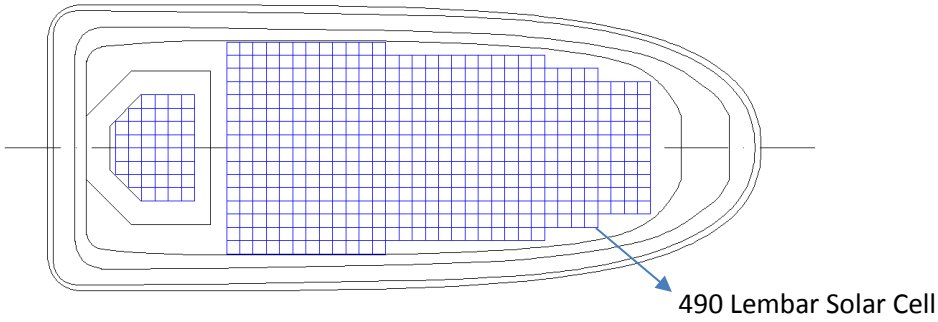
Maka dari hasil penilaian diatas didapatkan bahwa solar cell Sunpower C60 yang berbentuk *cell* dan bertipe monokristal memiliki nilai Power/Dimensi yang paling besar, artinya semakin besar nilai ini maka daya yang dihasilkan lebih besar dengan kebutuhan dimensi yang kecil. Selain memiliki nilai P/D terbaik, solar cell ini juga memiliki nilai efisiensi terbaik sebesar 21.8%. Maka solar cell **Sunpower C60** ini akan digunakan sebagai perencanaan solar cell yang akan dipakai.

### 4.8.1 Peletakan Solar Cell



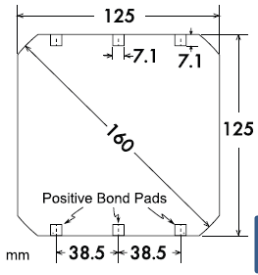
Gambar 4.9 Perencanaan Peletakan *Solarcell*
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*

Gambar diatas menunjukkan tempat yang paling cocok untuk merencanakan peletakan solar cell. Dimana diletakkan pada penutup kanopi dari *lifeboat* yang menghadap ke atas, agar mendapatkan daya serapan yang maksimal karena tidak terhalang oleh benda yang dapat menyebabkan terhalangnya sinar matahari langsung yang akan mengurangi efisiensi dari solar cell.




Gambar 4.10 Peletakan *Solarcell*
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*

Peletakan sesuai dengan perencanaan sebelumnya digambarkan pada gambar diatas. Dimana dari perencanaan ini dapat memuat sebanyak 490 lembar solar cell yang sesuai dengan spesifikasi **sunpower C60**.




| Bin | Pmpp (Wp) | Eff. (%) | Vmpp (V) | Impp (A) | Voc (V) | Isc (A) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G | 3.34 | 21.8 | 0.574 | 5.83 | 0.682 | 6.24 |
| H | 3.38 | 22.1 | 0.577 | 5.87 | 0.684 | 6.26 |
| I | 3.40 | 22.3 | 0.581 | 5.90 | 0.686 | 6.27 |
| J | 3.42 | 22.5 | 0.582 | 5.93 | 0.687 | 6.28 |

Gambar 4.11 Spesifikasi *Solarcell* Sunpower C60
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*

### 4.8.2 Perhitungan Daya Hasil Solar Cell

Setelah mendapatkan letak penempatan solar cell, maka perlu dihitung daya yang dapat dihasilkan oleh solar cell dengan rumus dibawah ini.

$$P = Pmpp\ x\ t\ x\ \Sigma\ Solar\ Cell \text{.....(3)}$$

Dimana,

Pmpp; Spesifikasi daya serap solar cell (WP)
t; optimal 5 jam lama penerangan (hours)

Maka,

| | |
|---|---|
| WP | = 3.42 WP |
| Lama Penerangan | = 5 Jam |
| Jumlah Solar Cell | = 490 Buah |
| $P$ | $= 3.42\ x\ 5\ x\ 490$ |
| $\boldsymbol{P}$ | $\boldsymbol{= 8379\ W \sim 8.35\ kW\ per\ day}$ |

4.9 Menentukan Turbin Angin

Selain solar cell, turbin angin merupakan energi lain yang terpilih untuk direncanakan dalam *lifeboat* ini. Berbeda dengan solar cell yang karateristik ukurannya cenderung kecil dan dapat disusun dengan mudah, turbin angin yang dipakai memiliki ukuran yang relative besar dan butuh ruang untuk direncanakan.

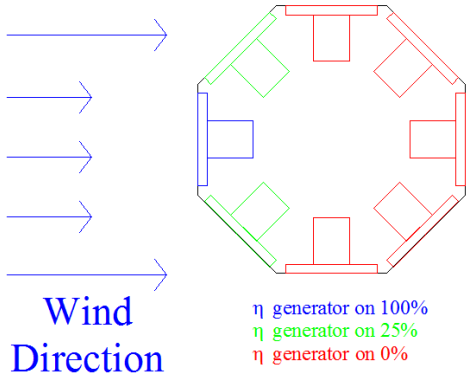
Hal pertama yang dilakukan untuk memilih turbin yang tepat adalah dari klasifikasi arah geraknya, telah diketahui bahwa turbin angin dibagi menjadi 2 tipe bedasarkan arah geraknya yaitu *Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)* dan *Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT).* Dalam pemilihan ini akan dilakukan dengan penilaian keuntungan kerugian dari tabel dibawah ini.

Tabel 4.13 Pemilihan Turbin Angin

| | **VAWT** *(Vertical Axis Wind Turbine)* | **HAWT** *(Horizonal Axis Wind Turbine)* |
|---|---|---|
| **Keuntungan** | • Tidak dipertukan sistem yaw, dikarenakan dapat menerima angin dari segala arah | • Efisiensi lebih tinggi, dikarenakan bergerak tegak lurus terhadap angin |
| **Kerugian** | • Memiliki Efisiensi yang rendah, karena salah satu sudu akan bergerak berlawanan arah mata angin<br>• Membutuhkan ruang yang lebih jika ditaruh pada dinding kanopi | • Membutuhkan kontrol yaw untuk mendapat angin dari segala arah |

Dapat dilihat dari tabel pembahasan diatas bahwa turbin model VAWT akan mendapatkan kerugian yang lebih besar dibandingkan dari turbin model HAWT. Maka dari itu turbin model HAWT-lah yang akan direncanakan dalam *lifeboat* ini. Untuk menjawab kerugian dari turbin ini dapat diselesaikan dengan cara

merencanakan 8 turbin angin sesuai dengan arah mata angin seperti gambar dibawah ini.

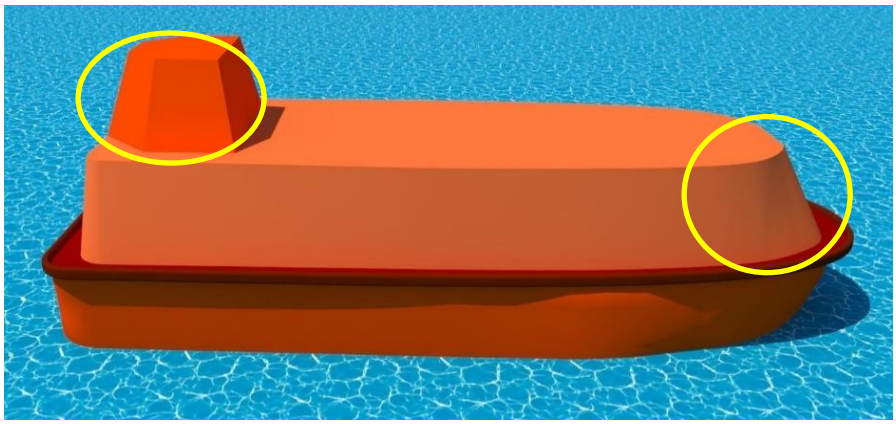



Gambar 4.12 Perencanaan Turbin Angin & Arah Angin
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*

Dengan cara ini, tubin angin akan menghasilkan daya selama ada angin berhembus. Efisiensi penangkapan turbin angin juga dapat bertambah dengan sudu aerofoil, dimana sudu aerofoil dapat menangkap angin tidak hanya dari sudut 90°. Diasumsikan pada perhitungan berikutnya efisiensi tangkapan turbin angin pada posisi miring seperti gambar diatas adalah 25%.

### 4.9.1 Peletakan Turbin Angin

Pada dasarnya, angin akan berhembus dari segala arah, maka perlulah merencanakan penempatan turbin angin pada tempat yang tidak akan terhalang oleh apapun dari arah tersebut.



Gambar 4.13 Peletakan Turbin Angin
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*

Dipilihlah 2 posisi penempatan turbin angin seperti gambar diatas. Dimana sesuai dengan 8 arah mata angin, diposisikan 5 turbin pada belakang *wheelhouse* dan sisanya 3 berada di haluan *lifeboat*. Tiga turbin yang diposisikan di haluan ini dikarenakan jika semuanya diposisikan di *wheelhouse* akan menghalangi pengelihatan juru kemudi.

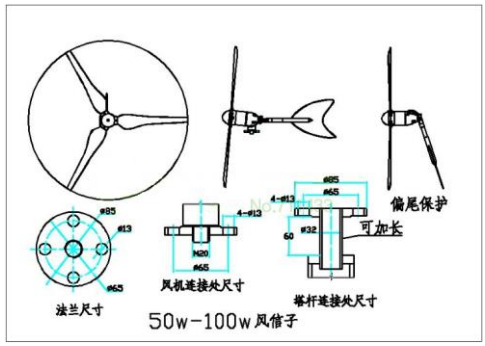
### 4.9.2 Perhitungan Daya Hasil Turbin Angin

Dalam perhitungan daya hasil dari turbin angin ini akan menggunakan referensi dari hasil penelitian. Dimana hasil penelitian ini dapat menyajikan sebuah grafik dari prototipe turbin angin berukuran 50 cm yang sesuai dengan perencanaan di *lifeboat* ini. Grafik ini berisi informasi keluaran daya terhadap diameter propeller pada kecepatan tertentu.
Kecepatan angin dapat diambil dari sampel data yang disajikan oleh BMKG. Dimana sampel diambil pada lokasi laut jawa, lokasi terbanyak terjadinya kecelakaan kapal laut. Berikut dibawah ini data bulanan rata-rata kecepatan angin di laut jawa selama setahun.

Tabel 4.14 Data Kecepatan Angin

| **Bulan** | **Rata-rata Kecepatan Angin (Knot)** |
|---|---|
| Februari 2016 | 8.534 |
| Maret 2016 | 7.025 |
| April 2016 | 8.100 |
| Mei 2016 | 10.415 |
| Juni 2016 | 11.183 |
| Juli 2016 | 13.561 |
| Agustus 2016 | 14.801 |
| September 2016 | 10.774 |
| Oktober 2016 | 9.293 |
| November 2016 | 6.270 |
| Desember 2016 | 11.130 |
| Januari 2017 | 7.316 |
| **Rata-Rata/Tahun** | 9.866 |

Dapat disimpulkan dari tabel diatas bahwa rata-rata dalam setahun kecepatan angin di pulau jawa adalah 9.866 knot. Jika 1 knot itu akan sama dengan 0.514 m/s, maka rata-rata dalam setahun kecepatan angin di pulau jawa adalah 5.071 m/s. Dari ini dibutuhkan untuk mencocokan dengan spesifikasi *tip speed* dari turbin angin.




| Model | Z-50W |
|---|---|
| Starting wind speed | 3m/s |
| Cut in wind speed | 3.5m/s |
| Rated wind speed | 12m/s |
| Rated DC voltage | 12V |
| Rated AC output voltage | 220V/50Hz(110v/60Hz) |
| Over-speed protection | Electromagnetic torque control |
| Engin | Permanent magnetism synchronization generator |
| Rated rotating speed | 1050 |
| Wind energy utilization rate | 0.41 |
| colour | various |
| N.W. | 2.3kg |
| Blade material | Extra-strong and tenacious engineering plastics |
| Rotor diameter | 800mm |
| Rotor length | 614mm |
| Rated power | 50W |
| Packing material | Carton box and foam material |
| Packing dimension | 615*260*210mm |
| G.W. | 4kg |

Gambar 4.14 Spesifikasi Turbin Angin
(*Sumber: Shenzen Sunshare Green Energy Brochure)*

Dari gambar diatas dapat diketahui daya yang dapat diserap oleh 1 turbin angin yang searah mata angin adalah 50 watt/jam, atau dapat disimpulkan 50 Wh. Dari spesifikasi diatas juga sudah memenuhi *cut in speed* atau kecepatan minimum angina agar turbin dapat beroperasi. Setelah mendapatkan spesifikasi dari alat diatas, maka dapat dihitung daya yang dapat dihasilkan oleh turbin angin dengan rumus dibawah ini.

$$P = RP\ x\ t\ x\ \Sigma\ Moving\ Turbine\ Constant \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Dimana,

Rated Power (RP); Spesifikasi daya serap Turbin Angin

t; 24 jam lama penghembusan (hours)

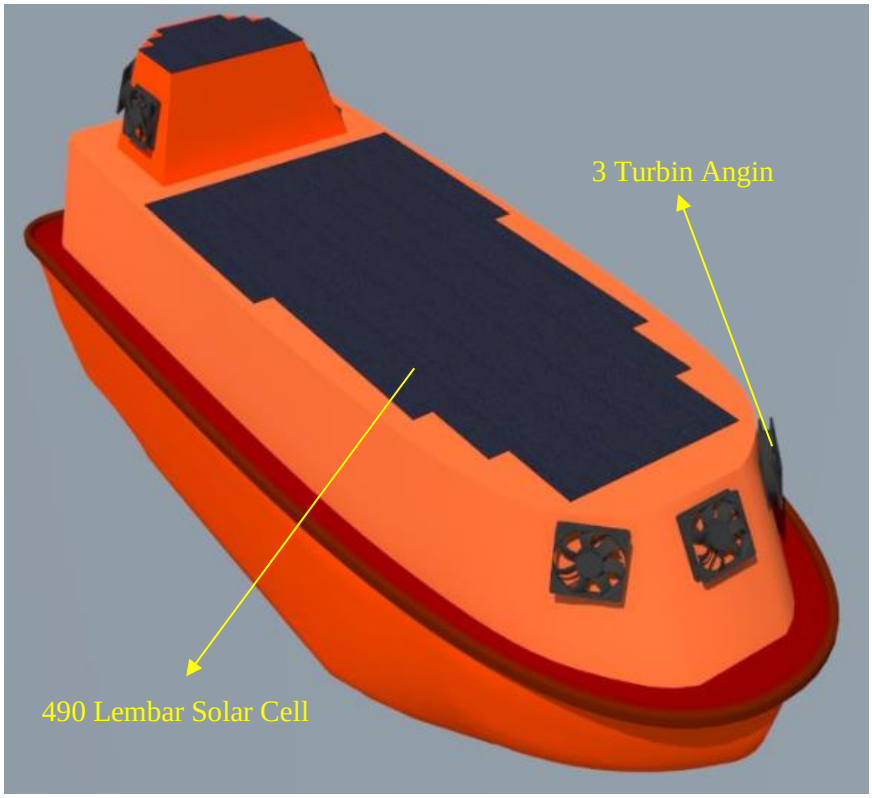
Maka,

Daya Serap = 50 Wh
Lama Hembusan = 24 Jam
Jml Turbin bergerak= 1.5 Buah
$P = 50\ x\ 24\ x\ 1.5$
$\boldsymbol{P = 1800\ W \sim 1.8\ kW\ per\ day}$

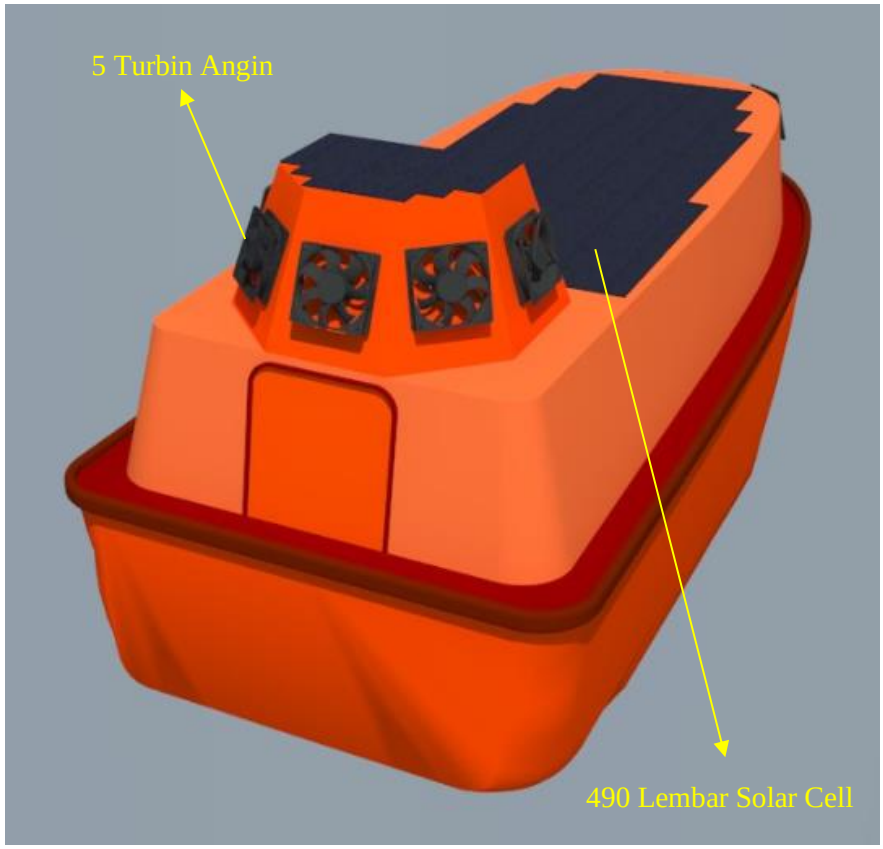
## 4.10 Desain Perencanaan

Dalam desain ini merencanakan desain kapal *lifeboat* dan penempatan *energy harvester*-nya. Dari kedua *energy harvester* diletakkan pada posisi yang sebelumnya telah direncanakan. Dimana solar panel baiknya diletakkan pada posisi atap dari sekoci agar dapat menyerap energi dari matahari. Dan turbin Angin diletakkan pada dinding kanopi *lifeboat* yang mengarah pada setiap arah mata angin.

Maka berikut ini adalah perencanaan posisi solar cell pada sekoci yang telah di desain. Terhitung bahwa *lifeboat* ini dapat menyerap daya dari alam menggunakan kedua *energy harvester* yang direncanakan diatas sebesar **10.1 kw *per day.***




Gambar 4.15 Perencanaan Desain Tampak 1
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi*)




Gambar 4.16 Perencanaan Desain Tampak 2
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi*)

## 4.11 Perhitungan *Endurance*

Tujuan utama dari penulisan ini adalah *endurance*. Diharapkan hasil dari perencanaan dan perhitungan menghasilkan *endurance* yang lebih. Endurance dapat diukur dengan lamanya kapasitas baterai dapat menyuplai daya.

Maka, akan dilakukan simulasi jika sebuah kapal mengalami kecelakaan dan harus mengoperasikan *lifeboat* mulai dari pukul 00.00. Dengan bantuan *charging controller* dan *power management system*, agar *charging* didahulukan untuk akomodasi penerangan terlebih dahulu dikarenakan akomodasi lebih mementingkan. Maka daya sisa *charging* penerangan ini digunakan untuk *charging* baterai motor DC.

Berikut adalah indeks keterangan dan rumus-rumus yang akan dipakai sebelum tabel hasil perhitungan.

a. $C_{p0}$ = Kapasitas Awal Baterai Penerangan
= Kapasitas akhir jam operasi sebelumnya

b. Keterangan Alat,
   - S = *Search Light*, 75 Wh
   - I = *Internal Light*, 15 Wh
   - N = *Navigation Light*, 6 Wh
   - R = Radio, 50 Wh

c. $P_p$ = Daya Penerangan
   = Jumlah daya masing-masing alat (tertera diatas)

d. $P_{EH}$ = Daya Hasil *Energy Harvester*
   Jam 00-10 = 75 Wh (Energi Angin)
   Jam 10-15 = 1670 Wh (Energi Surya) + 75 Wh (Energi Angin)
   Jam 15-00 = 75 Wh (Energi Angin)

e. CH = *Charging*
   Jika, $P_{EH} > P_p$, Maka *charging* sama dengan $P_p$ (Daya penerangan)
   Jika, $P_{EH} < P_p$, Maka *charging* sama dengan $P_{EH}$ (Daya Hasil *Energy Harvester*)

f. $CH_{diff}$ = Sisa *Charging* Penerangan
   = Daya hasil *energy harvester* – Daya penerangan
   = $P_{EH} - P_p$

g. $C_{p1}$ = Kapasitas Akhir Baterai Penerangan
   = Kapasitas Awal – ((*Charging* – Daya)/*Working Voltage*))
   = $C_{p0}$ – ((CH - $P_p$)/12 Volt))

h. $C_{m0}$ = Kapasitas Awal Baterai Motor DC
   = Kapasitas akhir jam operasi sebelumnya

i. $P_m$ = Daya Motor DC
   = 2800 Watt Hour

j. $C_{m1}$ = Kapasitas Akhir Baterai Motor DC
   = Kapasitas Awal – ((*Charging* – Daya)/*Working Voltage*))
   = $C_{m0}$ – ((CH – $P_m$)/400 Volt))

Tabel 4.15 Konsumsi Baterai *Lifeboat* Tanpa *Energy Harvester*

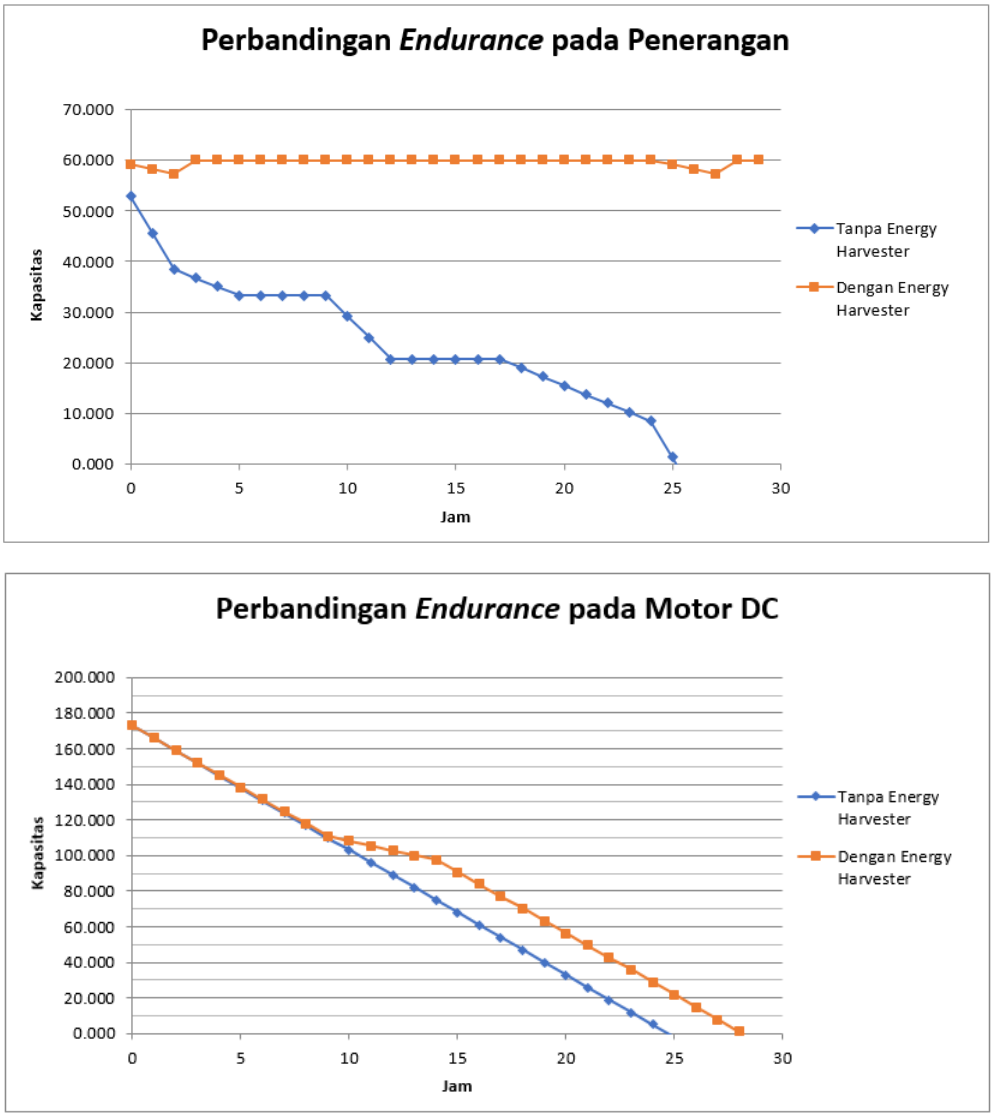
| | Jam | BATERAI UNTUK PENERANGAN | | | | PENERANGAN UNTUK MOTOR DC | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kapasitas Awal | Keterangan Alat | Daya Penerangan | Kapasitas Akhir | Kapasitas Awal | Daya Motor DC | Kapasitas Akhir |
| Simbol | H | Cp0 | - | Pp | Cp1 | Cm0 | Pm | Cm1 |
| Satuan | *hour* | Ah | - | Wh | Ah | Ah | Wh | Ah |
| | 0 | 60 | S, I , N | 86.000 | 52.833 | 180.000 | 2800 | 173.000 |
| | 1 | 53 | S, I , N | 86.000 | 45.667 | 173.000 | 2800 | 166.000 |
| | 2 | 46 | S, I , N | 86.000 | 38.500 | 166.000 | 2800 | 159.000 |
| | 3 | 39 | I, N | 21.000 | 36.750 | 159.000 | 2800 | 152.000 |
| | 4 | 37 | I, N | 21.000 | 35.000 | 152.000 | 2800 | 145.000 |
| | 5 | 35 | I, N | 21.000 | 33.250 | 145.000 | 2800 | 138.000 |
| | 6 | 33 | - | 0.000 | 33.250 | 138.000 | 2800 | 131.000 |
| | 7 | 33 | - | 0.000 | 33.250 | 131.000 | 2800 | 124.000 |
| | 8 | 33 | - | 0.000 | 33.250 | 124.000 | 2800 | 117.000 |
| | 9 | 33 | - | 0.000 | 33.250 | 117.000 | 2800 | 110.000 |
| | 10 | 33 | R | 50.000 | 29.083 | 110.000 | 2800 | 103.000 |
| | 11 | 29 | R | 50.000 | 24.917 | 103.000 | 2800 | 96.000 |
| | 12 | 25 | R | 50.000 | 20.750 | 96.000 | 2800 | 89.000 |
| | 13 | 21 | - | 0.000 | 20.750 | 89.000 | 2800 | 82.000 |
| | 14 | 21 | - | 0.000 | 20.750 | 82.000 | 2800 | 75.000 |
| | 15 | 21 | - | 0.000 | 20.750 | 75.000 | 2800 | 68.000 |
| | 16 | 21 | - | 0.000 | 20.750 | 68.000 | 2800 | 61.000 |
| | 17 | 21 | - | 0.000 | 20.750 | 61.000 | 2800 | 54.000 |
| | 18 | 21 | I, N | 21.000 | 19.000 | 54.000 | 2800 | 47.000 |
| | 19 | 19 | I, N | 21.000 | 17.250 | 47.000 | 2800 | 40.000 |
| | 20 | 17 | I, N | 21.000 | 15.500 | 40.000 | 2800 | 33.000 |
| | 21 | 16 | I, N | 21.000 | 13.750 | 33.000 | 2800 | 26.000 |
| | 22 | 14 | I, N | 21.000 | 12.000 | 26.000 | 2800 | 19.000 |
| | 23 | 12 | I, N | 21.000 | 10.250 | 19.000 | 2800 | 12.000 |
| | 24 | 10 | I, N | 21.000 | 8.500 | 12.000 | 2800 | 5.000 |
| | 25 | 9 | S, I , N | 86.000 | 1.333 | 5.000 | 2800 | -2.000 |
| | 26 | 1 | S, I , N | 86.000 | -5.833 | -2.000 | 2800 | -9.000 |

Tabel 4.16 Konsumsi Baterai *Lifeboat* dengan *Energy Harvester*

| | Jam | BATERAI UNTUK PENERANGAN | | | | | | | | BATERAI UNTUK MOTOR DC | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kapasitas Awal | Keterangan Alat | Daya Penerangan | Energy Harvester | Charging | Charging Difference | Charging Difference | Kapasitas Akhir | Kapasitas Awal | Daya Motor DC | Energy Harvester | Charging | Kapasitas Akhir |
| Simbol | H | Cp0 | - | Pp | Peh | CH | CHdiff | CHdiff | Cp1 | Cm0 | Pm | Peh | CH | Cm1 |
| Satuan | *hour* | Ah | - | Wh | Wh | Wh | Wh | Ah | Ah | Ah | Wh | Wh | Wh | Ah |
| | 0 | 60 | S, I , N | 86 | 75 | 75 | 0 | 0.000 | 59 | 180.000 | 2800 | 0 | 0.000 | 173.000 |
| | 1 | 59 | S, I , N | 86 | 75 | 75 | 0 | 0.000 | 58 | 173.000 | 2800 | 0 | 0.000 | 166.000 |
| | 2 | 58 | S, I , N | 86 | 75 | 75 | 0 | 0.000 | 57 | 166.000 | 2800 | 0 | 0.000 | 159.000 |
| | 3 | 57 | I, N | 21 | 75 | 54 | 21 | 1.750 | 60 | 159.000 | 2800 | 21 | 0.053 | 152.053 |
| | 4 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 152.053 | 2800 | 54 | 0.135 | 145.188 |
| | 5 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 145.188 | 2800 | 54 | 0.135 | 138.323 |
| | 6 | 60 | - | 0 | 75 | 0 | 75 | 6.250 | 60 | 138.323 | 2800 | 75 | 0.188 | 131.510 |
| | 7 | 60 | - | 0 | 75 | 0 | 75 | 6.250 | 60 | 131.510 | 2800 | 75 | 0.188 | 124.698 |
| | 8 | 60 | - | 0 | 75 | 0 | 75 | 6.250 | 60 | 124.698 | 2800 | 75 | 0.188 | 117.885 |
| | 9 | 60 | - | 0 | 75 | 0 | 75 | 6.250 | 60 | 117.885 | 2800 | 75 | 0.188 | 111.073 |
| | 10 | 60 | R | 50 | 1745 | 50 | 1695 | 141.250 | 60 | 111.073 | 2800 | 1695 | 4.238 | 108.310 |
| | 11 | 60 | R | 50 | 1745 | 50 | 1695 | 141.250 | 60 | 108.310 | 2800 | 1695 | 4.238 | 105.548 |
| | 12 | 60 | R | 50 | 1745 | 50 | 1695 | 141.250 | 60 | 105.548 | 2800 | 1695 | 4.238 | 102.785 |
| | 13 | 60 | - | 0 | 1745 | 0 | 1745 | 145.417 | 60 | 102.785 | 2800 | 1745 | 4.363 | 100.148 |
| | 14 | 60 | - | 0 | 1745 | 0 | 1745 | 145.417 | 60 | 100.148 | 2800 | 1745 | 4.363 | 97.510 |
| | 15 | 60 | - | 0 | 75 | 0 | 75 | 6.250 | 60 | 97.510 | 2800 | 75 | 0.188 | 90.698 |
| | 16 | 60 | - | 0 | 75 | 0 | 75 | 6.250 | 60 | 90.698 | 2800 | 75 | 0.188 | 83.885 |
| | 17 | 60 | - | 0 | 75 | 0 | 75 | 6.250 | 60 | 83.885 | 2800 | 75 | 0.188 | 77.073 |
| | 18 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 77.073 | 2800 | 54 | 0.135 | 70.208 |
| | 19 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 70.208 | 2800 | 54 | 0.135 | 63.343 |
| | 20 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 63.343 | 2800 | 54 | 0.135 | 56.478 |
| | 21 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 56.478 | 2800 | 54 | 0.135 | 49.613 |
| | 22 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 49.613 | 2800 | 54 | 0.135 | 42.748 |
| | 23 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 42.748 | 2800 | 54 | 0.135 | 35.883 |
| | 24 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 35.883 | 2800 | 54 | 0.135 | 29.018 |
| | 25 | 60 | S, I , N | 86 | 75 | 75 | 0 | 0.000 | 59 | 29.018 | 2800 | 0 | 0.000 | 22.018 |
| | 26 | 59 | S, I , N | 86 | 75 | 75 | 0 | 0.000 | 58 | 22.018 | 2800 | 0 | 0.000 | 15.018 |
| | 27 | 58 | S, I , N | 86 | 75 | 75 | 0 | 0.000 | 57 | 15.018 | 2800 | 0 | 0.000 | 8.017 |
| | 28 | 57 | I, N | 21 | 75 | 54 | 21 | 1.750 | 60 | 8.017 | 2800 | 21 | 0.053 | 1.070 |
| | 29 | 60 | I, N | 21 | 75 | 21 | 54 | 4.500 | 60 | 1.070 | 2800 | 54 | 0.135 | -5.795 |

### 4.11.1 Grafik Hasil *Endurance*

Dalam analisa ini akan disediakan sebuah grafik antara *lifeboat* yang belum diberi sistem *energy harvester* dan yang sudah diberi sistem *energy harvester*. Berikut ini adalah grafik kapasitas terhadap hari operasi.




Gambar 4.17 Grafik *Endurance* pada Penerangan dan Motor DC
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

4.11.2 Analisa Hasil *Endurance*

**Grafik Perbandingan Endurance pada Kapasitas Baterai Penerangan**

- Dari *trendline* biru terjadi penurunan yang sangat signifikan. Hal ini disebabkan pada kondisi ini *lifeboat* mengonsumsi daya tanpa adanya isi ulang. Pada garis *trendline* ini menunjukkan kapasitas baterai akan habis pada jam ke 25 menuju jam ke 26.
- Dari *trendline* oranye menujukkan grafik yang cenderung linear, bahkan jika terjadi penurunan akan kembali naik pada beberapa jam berikutnya. Hal ini disebabkan pada kondisi *lifeboat* dengan perencanaan *energy harvester* akan terus mengisi ulang dan tak akan habis terus menerus.
- Ditinjau dari perhitungan, diketahui bahwa turbin angin sendiri dapat memasok daya penerangan seluruhnya dan mengecas ulang baterai penerangan hingga kondisi penuh.
- Tetapi, dalam kondisi pengoperasian *search light*, turbin angin mengalami pengurangan kapasitas sebesar 1 Ah setiap jamnya. Walaupun pada jam berikutnya dapat mengisi ulang kembali hingga penuh.
- Efisiensi turbin angin untuk kapasitas baterai penerangan sangatlah maksimal dimana dapat dihitung dengan

$$\eta = \left({}^{P_I}/_{P_o}\right) \cdot 100\%$$
$$\eta = \left(\frac{Charging}{Power\ Used}\right) \cdot 100\%$$
$$Efficiency = (1 - \left(\frac{Cu - Cp}{Cu}\right)) \cdot 100\%$$

Dimana,

*Cu* = *Used Capacity* = 918 W
*Cp* = *Produced Capacity* = 918 W

$$Efficiency = (1 - \left(\frac{918\ W - 918\ W}{918\ W}\right)) \cdot 100\%$$
$$Efficiency = (1 - (0)) \cdot 100\%$$
$$\boldsymbol{Efficiency = 100\ \%}$$

- Ditinjau dari perhitungan, diketahui bahwa turbin angin sendiri dapat memasok daya penerangan seluruhnya dan mengecas ulang baterai penerangan hingga kondisi penuh. Maka, semua daya hasil serapan *solar cell* dapat dialihkan untuk mengisi baterai motor DC yang memiliki beban daya yang sangat besar.

**Grafik Perbandingan Endurance pada Kapasitas Baterai Motor DC**

- Terjadi penurunan yang sangat signifikan pada kedua *trendline*. Hal ini dikarenakan daya yang dibutuhkan oleh motor DC sangatlah besar.

- Tidak ada perubahan penurunan kapasitas yang signifikan pada jam 00.00 – 10.00 dan 15.00 – 29.00, hal ini membuktikan bahwa efisiensi turbin angin pada kapasitas baterai motor DC sangatlah kecil.
- Efisiensi turbin angin untuk kapasitas baterai motor DC sangatlah minimal dimana dapat dihitung dengan

$$Efficiency = (1 - \left(\frac{Cu - Cp}{Cu}\right)) \cdot 100\%$$

Dimana,

*Cu* = *Used Capacity* = 81200 W
*Cp* = *Produced Capacity* = 2175 W

$$Efficiency = (1 - \left(\frac{81200\ W - 2175\ W}{81200\ W}\right)) \cdot 100\%$$
$$Efficiency = (1 - (0.97321)) \cdot 100\%$$
$$\boldsymbol{Efficiency = 2.679\ \%}$$

- Terjadi perubahan penurunan kapasitas pada jam 10.00 – 15.00, hal ini dikarenakan pada jam operasi optimal serapan *solar cell*.
- Efisiensi *solar cell* untuk kapasitas baterai penerangan tidaklah sekecil efisiensi turbin angin pada kondisi ini. Dimana dapat dihitung dengan

$$Efficiency = (1 - \left(\frac{Cu - Cp}{Cu}\right)) \cdot 100\%$$

Dimana,

*Cu* = *Used Capacity* = 81200 W
*Cp* = *Produced Capacity* = 8350 W

$$Efficiency = (1 - \left(\frac{81200\ W - 8350\ W}{81200\ W}\right)) \cdot 100\%$$
$$Efficiency = (1 - (0.89717)) \cdot 100\%$$
$$\boldsymbol{Efficiency = 10.283\ \%}$$

- Dapat disimpulkan dari grafik diatas bahwa *lifeboat* tanpa sistem *energy harvester* akan kehabisan kapasitas baterai untuk motor DC pada jam operasi ke-24 menuju jam operasi ke-25. Sedangkan *lifeboat* yang menggunakan sistem *energy harvester* dapat menghidupkan motor DC hingga jam operasi ke-28 menuju jam operasi ke-29 dengan efisiensi total pada penambahan daya sebesar.

$$Efficiency = (1 - \left(\frac{Cu - Cp}{Cu}\right)) \cdot 100\%$$

Dimana,

*Cu* = *Used Capacity* = 81200 W
*Cp* = *Produced Capacity* = 10060 W

$$Efficiency = (1 - \left(\frac{81200\ W - 10010\ W}{10060\ W}\right)) \cdot 100\%$$
$$Efficiency = (1 - (0.86946)) \cdot 100\%$$
$$\boldsymbol{Efficiency = 13.054\ \%}$$

## 4.12 *Trendline kW vs Knot*

Dalam keadaan darurat, dapat saja sebuah *lifeboat* dalam kondisi belum dapat ditemukan dalam waktu yang telah terhitung diatas. Telah dihitung diatas dengan memakai *energy harvester*, motor DC akan kehabisan *supply* daya dari baterai pada jam operasi ke-28 menuju jam operasi ke-29. Dikarenakan *lifeboat* ini tersedia *energy harvester*, maka walaupun baterai dari *lifeboat* sudah habis, akan tetap dapat ter-*supply* daya pada kecepatan tertentu sesuai dengan hitungan di bawah ini

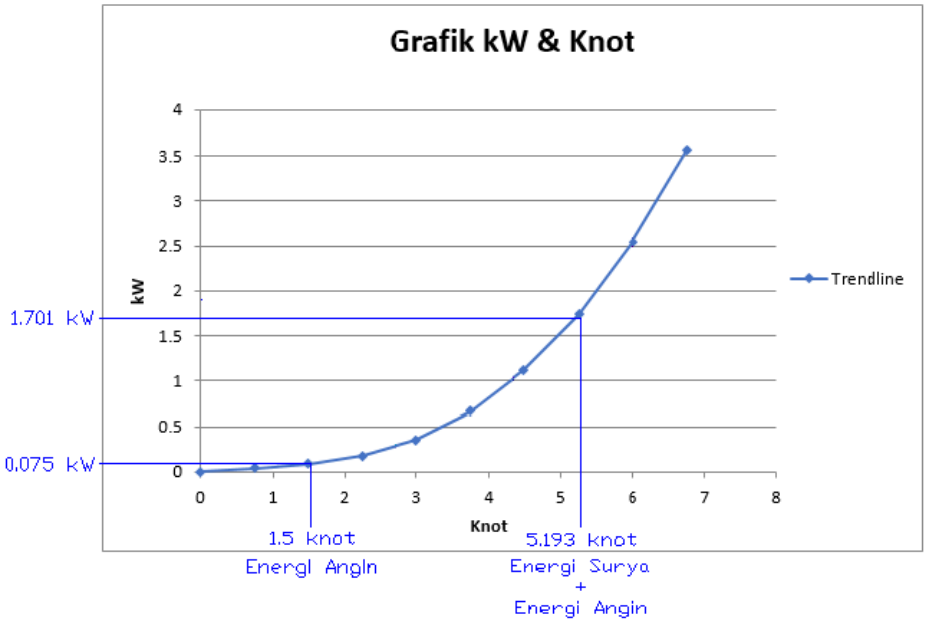
Daya yang dihasilkan = 10.1 kW *per day*

Dimana,

Daya pukul 00 – 10 = Daya hasil Energi Angin
= 750 Watt / 10 Jam
= 0.075 kWh

Daya pukul 10 – 15 = Daya hasil Energi Surya + Angin
= 8518 Watt / 5 Jam
= 1.704 kWh

Daya pukul 15 – 00 = Daya hasil Energi Angin
= 675 Watt / 9 Jam
= 0.075 kWh




Gambar 4.20 Grafik Kecepatan Terhadap Daya
(*Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

Maka dapat menghasilkan grafik daya terhadap kecepatan bedasarkan tabel 3.3 tentang hasil perhitungan daya kebutuhan di maxurf pada variasi kecepatan. Berikut grafik trendline kecepatan terhadap daya, dan garis hubungan kecepatan yang dapat dihasilkan oleh *energy harvester.*

Grafik Menunjukkan bahwa pada pukul 00.00 – 10.00, *energy harvester* dapat memasok daya untuk motor melaju hanya 1.5 knot. Pada saat kondisi ini daya yang dimanfaatkan hanyalah daya dari turbin angin. Sedangkan jika pada pukul 10.00 – 15.00, *energy harvester* dapat memasok daya untuk motor melaju hingga 5.193 knot. Pada kondisi ini daya yang dimanfaatkan berupa akumulasi dari serapan *solar cell* dan juga turbin angin. Akan tetapi kondisi tersebut hanyalah bertahan hingga 5 jam dikarenakan waktu penyerapan optomalnya. Dan pada jam 15.00-00.00 kembali lagi laju kapal hanya dipasok hanya oleh daya hasil turbin angin, dnegan laju mencapai 1.5 knot. Dimana 1 knot sama dengan 0.514 m/s.

Dari 2 kasus perhitungan, endurance dan daya langsung, dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan turbin angin sangatlah kecil untuk membuat *lifeboat* melaju. Jika dianalisa kecepatan yang dihasilkan yaitu setara dengan 0.771 m/s, nilai ini sangat kurang dari kecepatan angin yang berhembus yang mencapai 5.071 m/s. Akan tetapi dalam perhitungan *endurance* sebelumnya dinyatakan bahwa seluruh daya penerangan dapat dipasok oleh daya yang dihasilkan turbin angina, walaupun turbin angin dan konstruksinya akan menambahkan bobot kapal sebesar 32 kg.

Berbeda dengan daya yang dapat dihasilkan oleh *solarcell*, kecepatan *lifeboat* dapat mencapai 5.193 knot, hanya selisih 0.807 dari kebutuhan *rules* laju sekoci yaitu 6 knot, walaupun kondisi ini hanya bertahan 5 jam dari 24 jam operasi seharusnya *lifeboat*. Nilai positif lain dari perencanaan *solarcell* pada *lifeboat energy harvester* ini adalah dimensi dan bobot tambahan yang tidak terlalu besar dibandingkan dengan perencanaan turbin angin.

Pada rules GL disebutkan bahwa *lifeboat* harus mencukupi minimal 24 jam operasi. Rules dibuat bedasarkan rekam kejadian kecelakaan dan didiskusikan dalan *convention*. Artinya peraturan yang menyebutkan 24 jam operasi merupakan waktu untuk para awak / penumpang bertahan hidup lalu diselamatkan. Maka jika kebutuhannya hanya 24 jam operasi, dapat dihitung analisa ekonomis pada bagian di bawah ini.

## 4.13 Analisa Penghematan Biaya

Kapasitas baterai yang dibutuhkan oleh *lifeboat* hanyalah untuk durasi endurance selama 24 jam. Maka dari itu akan dilakukan analisa ekonomis terhadap jumlah baterai, pengadaan *energy harvester* dan biaya *charging*. Dilakukan kembali persamaan rumus yang berlaku pada bagian 4.6, yaitu persamaan 2 & 3 untuk menghitung jumlah baterai yang baru dibawah ini.

4.13.1 Menentukan Baterai untuk Penerangan Baru (Setelah direncanakan *Energy Harvester)*

Dalam syarat yang pertama, perhitungan dilakukan untuk setiap komponen penerangan yang ada di *lifeboat*, maka perhitungan akan dilakukan di akhir menggunakan tabel excel. Perhitungan kapasitas baterai untuk penerangan ini dipisahkan dengan perhitungan kapasitas baterai untuk motor DC dikarenakan perbedaan selisih *working voltage* yang besar.

**Arus *Lighting* (I)**

Dan dalam syarat sebelumnya telah disebutkan bahwa perencanaan baterai yang diperlukan oleh *lifeboat* ini membutuhkan kapasitas selama 24 jam.. Menggunakan rumus dasar sebagai berikut

$$P = V.I \text{.....(3)}$$

Dimana,

P = Daya Penerangan
V = Working voltage
I = Arus Penerangan

**Kapasitas Baterai *Lighting* ($C_{li}$)**

Kapasitas baterai untuk penerangan ini perlu hitung dengan mengkalikannya dengan waktu lamanya penerangan beroperasi.

$$Ah = I\,.\,h \text{.....(2)}$$

Dimana,

Ah = Kapasitas minimal baterai per hari
I = Arus Penerangan
h = Lama Operasi

**Kapasitas Daya Minimal ($C_{min}$)**

Dalam syarat yang pertama, perlu menghitung bedasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik seharian, dengan menambahkan koefisien Kapasitas Lebih.

$Ah_{min} = Ah_{li}\ x\ (KKL + 100\%)$
$KKL = 7.5\ \%$

### 4.13.2 Menentukan Baterai untuk Motor DC Baru (Setelah direncanakan *Energy Harvester)*

Perhitungan untuk menentukan kapasitas baterai motor DC menggunakan rumus yang sama dengan rumus menentukan kapasitas baterai untuk penerangan. Dapat dihitung bedasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik 24 jam untuk motor DC, dengan menambahkan koefisien koreksi kapasitas.

**Arus Motor (I)**

Dan dalam syarat sebelumnya telah disebutkan bahwa perencanaan baterai yang diperlukan oleh *lifeboat* ini membutuhkan kapasitas selama 24 jam. Dari hasil perhitungan sebelumnya dapat menentukan kapasitas energi listrik yang harus disimpan dalam baterai. Menggunakan rumus dasar sebagai berikut

$$P = V.I \ldots\ldots(3)$$

Dikarenakan daya kebutuhan motor DC dapat ditanggung oleh *energy harvester* sebesar 10.1 kw per hari, dan sudah terpakai 918 w untuk charging penerangan. Dimana,

| | | |
|---|---|---|
| $P_m$ | = Daya Motor DC | = 2.8 kW |
| $P_c$ | = Daya Charging per jam | = (10100 W – 918 W) / 24 |
| | | = 382.5 W |
| $P_a$ | = Daya Motor DC Akhir | = 2800 W – 382.5 W |
| | | = 2417.5 W |
| V | = Working voltage | = 400 V |
| I | = Arus Motor DC | |

Maka,

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{2417.5\ W}{400\ V}$$

$$= \mathbf{6.043\ A}$$

**Kapasitas Baterai Motor ($C_m$)**

Kapasitas baterai untuk motor ini dapat dihitung dengan mengkalikannya dengan waktu lamanya motor beroperasi.

$$Ah = I\ .\ h \ldots\ldots(2)$$

Dimana,

Ah = Kapasitas minimal baterai per hari
I = Arus Motor DC = 6.043 Ampere
h = Lama Operasi = 24 jam

Maka,

$C_m = 6.043\ A\ .24\ h$
$\boldsymbol{C_m = 145.05\ Ah}$

**Kapasitas Daya Minimal ($C_{min}$)**

Dalam syarat yang pertama, perlu menghitung bedasarkan hasil perhitungan kebutuhan listrik seharian, dengan menambahkan koefisien Kapasitas Lebih.

$C_{min} = C_m\ x\ (KKK + 100\%)$
$Kapasitas\ (C) = 145.05\ Ah$
$KKL = 7.5\ \%$

Maka,

$C_{min} = 145.05\ x\ (7.5\ \% + 100\ \%)$
$\boldsymbol{= 156\ Ah}$

Maka dari rumusan diatas akan mendapatkan hasil perhitungan sesuai tabel yang ada di bawah ini.

Tabel 4.17 Tabel Kebutuhan Kapasitas Baterai Baru

| Equipment | Quantity | Power (W) | Working Voltage (V) | Current (I) | Working Hours | Daya Pemakaian (kW) | Needed Capacity (Ah) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Navigation Light | 1 | 6 | 12 | 0.5 | 1 | 6 | 0.5 |
| Internal Light | 2 | 15 | 12 | 1.25 | 1 | 15 | 1.25 |
| Search Light | 2 | 75 | 12 | 6.25 | 1 | 75 | 6.25 |
| Radio | 1 | 50 | 12 | 4.167 | 1 | 50 | 4.167 |
| Total | | 146 W | 12 V | Total | | 146 | 13 |

| Equipment | Quantity | Power (W) | Working Voltage (V) | Current (I) | *Working Hours* | Daya Pemakaian (W) | Needed Capacity (Ah) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Motor DC | 1 | 2417.5 | 400 | 6.04375 | 24 | 58020 | 145.05 |
| *Working Voltage* | | | 400 | Minimum Capacity, $Ah_{min}$ | | | 156 |

Dari hasil perhitungan diatas, dapat ditentukan kebutuhan jumlah baterai yang baru dengan spesifikasi yang sama. Berikut adalah perhitungan jumlah baterai yang baru.

Tabel 4.18 Spesifikasi Baterai Baru

| PEMILIHAN BATERAI UNTUK PENERANGAN | Working Voltage (V) : | 12 |
|---|---|---|
| | Needed Capacity (Ah) : | 15 |

| No | Merk | Type | Volt | AH | Seri | | Effisiensi Seri | Paralel | | Effisiensi Paralel | Effisiensi Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | (=) | (~) | | (=) | (~) | | |
| 1 | Powerizer | LifeMnPo4 12/15 | 12 | 15 | 1.00 | 1 | 1.000 | 1.00 | 1 | 1.000 | 1.000 |

Brand : Powerizer
Type : LifeMnPo4 12/15
Voltage : 12 V
Capacity : 15 Ah
Dimension, Length : 151 mm
Wide : 98 mm
Height : 94 mm
Weight : 1.84 kg
Quantity : 1 Unit

*Source : http://www.batteryspace.com/Powerizer-LiFePO4-Battery-12V-15Ah-180Wh-30A-rate-with-PCB-and-LED.aspx*

| BATTERY FOR MOTOR DC CALCULATION | Working Voltage (W) : | 400 |
|---|---|---|
| | Needed Capacity (Ah) : | 156 |

| No | Brand | Type | Voltage | Ah | Seri | | Seri Efficiency | Parallel | | Parallel Efficiency | Total Efficiency |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | (=) | (~) | | (=) | (~) | | |
| 1 | MASTERVOLT | MLS 12/260 | 24 | 10 | 16.67 | 17 | 0.980 | 15.60 | 16 | 0.975 | 0.956 |

Brand : MASTERVOLT
Type : MLS 12/260
Voltage : 24 V
Capacity : 10 Ah
Dimension, Length : 180 mm
Wide : 77 mm
Height : 161 mm
Weight : 3.1 kg
Quantity : 272 Unit

*Source : http://www.mastervolt.com/products/li-ion/mls-24-260/*

Dapat disimpulkan bahwa setelah direncanakan *energy harvester*, kebutuhan baterai penerangan yang sebelumnya membutuhkan 4 unit dapat berkurang menjadi hanya 1 unit. Dan kebutuhan baterai motor yang sebelumnya mencapai 306 unit menjadi hanya 272 unit.

Artinya dari pengurangan ini, *energy* harvester berdampak pada keuntungan ekonomis. Dibawah ini adalah perhitungan pengurangan biaya pengadaan baterai karena *energy harvester*

Tabel 4.19 Perbedaan Harga Pengadaan Baterai

| Keterangan | Tipe Baterai | Jumlah | Harga ($) | Total Harga ($) |
|---|---|---|---|---|
| Baterai Penerangan Lama | LifeMnPo4 12/15 | 4 | 200 | 800 |
| Baterai Motor DC Lama | MLS 24/260 | 306 | 250 | 76500 |
| Baterai Penerangan Baru | LifeMnPo4 12/15 | 1 | 200 | 200 |
| Baterai Motor DC Baru | MLS 24/260 | 272 | 250 | 68000 |
| Selisih Harga ($) | | | | 9100 |
| Selisih Harga (Rp.) | | | | 121330300 |

Dan dalam perhitungan ini menghasilkan bahwa dalam pengadaan *energy harvester* dapat menghemat biaya perbedaan sebesar Rp. 121.330.300,00,- Rupiah.

### 4.13.3 Menentukan Harga Pengadaan *Energy Harvester*

*Energy harvester* yang dapat menghasilkan daya pada *lifeboat* ini ada dua macam, yaitu *solar cell* dan *wind turbine*. Keduanya akan diperhitungkan nilai asset pembeliannya untuk mendapatkan selisih ekonomis dalam Analisa ekonomis ini.berikut adalah tabel harga dan jumlah pengadaan *energy harvester* yang sudah direncanakan.

Tabel 4.20 Harga Pengadaan Baterai *Energy Harvester*

| Jenis Energi | Spesifikasi | Harga Satuan (Rp.) | Kebutuhan (Unit) | Jumlah Harga (Rp.) |
|---|---|---|---|---|
| Solar Cell | Sunpower C60 | 35000 | 490 | 17150000 |
| Wind Turbine | Shenzen 50W | 3326000 | 8 | 26608000 |
| Total | | | | 43758000 |

Total pengadaan sistem solar cell dan turbin angina yang telah direncanalan membutuhkan dana sebesar Rp. 43.758.000,00,-.

### 4.13.4 Menentukan Harga *Charging* Baterai

Dalam pengisian baterai pertama kali dibutuhkan sumber listrik dari PLN sebagai pemasok dayanya. Dibawah ini adalah tabel golongan tarif yang

dapat disesuaikan dengan daya yang diperlukan. Tarif yang sesuai ialah golongan tarif R-3/TR dengan batas daya 6.6 kVA – 200kVA dengan tarif harga Rp. 1.467,28/kWh.

Tabel 4.21 Tarif Harga Listrik per Daya Pemakaian

**PENETAPAN**
**PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK *(TARIFF ADJUSTMENT)***

**BULAN JULI - SEPTEMBER 2017**

| NO. | GOL. TARIF | BATAS DAYA | REGULER | | PRA BAYAR (Rp/kWh) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan) | BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh) | |
| 1. | R-1/TR | 900 VA-RTM | *) | 1.352,00 | 1.352,00 |
| 2. | R-1/TR | 1.300 VA | *) | 1.467,28 | 1.467,28 |
| 3. | R-1/TR | 2.200 VA | *) | 1.467,28 | 1.467,28 |
| 4. | R-2/TR | 3.500 VA s.d. 5.500 VA | *) | 1.467,28 | 1.467,28 |
| 5. | R-3/TR | 6.600 VA ke atas | *) | 1.467,28 | 1.467,28 |
| 6. | B-2/TR | 6.600 VA s.d. 200 kVA | *) | 1.467,28 | 1.467,28 |
| 7. | B-3/TM | di atas 200 kVA | **) | Blok WBP = K x 1.035,78<br>Blok LWBP = 1.035,78<br>kVArh = 1.114,74 ****) | - |
| 8. | I-3/TM | di atas 200 kVA | **) | Blok WBP = K x 1.035,78<br>Blok LWBP = 1.035,78<br>kVArh = 1.114,74 ****) | - |
| 9. | I-4/TT | 30.000 kVA ke atas | ***) | Blok WBP dan<br>Blok LWBP = 996,74<br>kVArh = 996,74 ****) | - |
| 10. | P-1/TR | 6.600 VA s.d. 200 kVA | *) | 1.467,28 | 1.467,28 |
| 11. | P-2/TM | di atas 200 kVA | **) | Blok WBP = K x 1.035,78<br>Blok LWBP = 1.035,78<br>kVArh = 1.114,74 ****) | - |
| 12. | P-3/TR | | *) | 1.467,28 | 1.467,28 |
| 13. | L/TR, TM, TT | | - | 1.644,52 | - |

Catatan :
*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.
**) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat (1,4 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan ( Persero ) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Maka perhitungan tarif dayanya dapat dihitung sebagai berikut.
Kebutuhan daya saat pengisian = Total daya
= 60.123 kW

*Cost* tarif listrik harian = Penggunaan 1 kali X Tarif listrik
= 60.123 kWh X Rp. 1.467,28/kWh*
= Rp. 88.217,27,-

*Tarif listrik per Juli 2017 sesuai Peraturan Menteri ESDM No.28 tahun 2016

Dari ketiga perhitungan ekonomis, maka dapat disimpulkan perhitungan Analisa ekonomisnya pada tabel di halaman berikutnya.

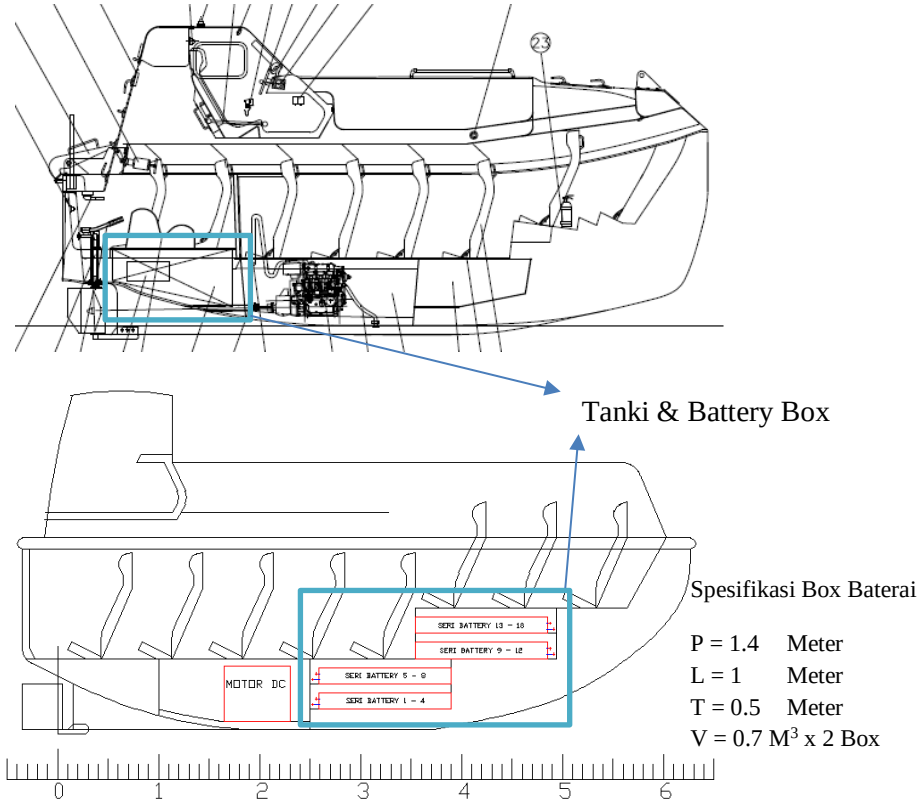
Tabel 4.22 Perhitungan *Ekonomis*

| Keterangan | Harga |
|---|---|
| Selisih Harga Baterai | +Rp. 121.330.300,00,- |
| Harga Pengadaan *Energy Harvester* | -Rp. 43.758.000,00,- |
| Harga *Charging* PLN | -Rp. 88.217,00,- |
| **Total** | **+Rp. 77.484.083,00,-** |

Artinya total keseluruhan penghematan biaya dalam perencanaan *lifeboat energy harvester* ini adalah Rp. 77.484.083.00,-

4.13.5 Menentukan Peletakan Baterai

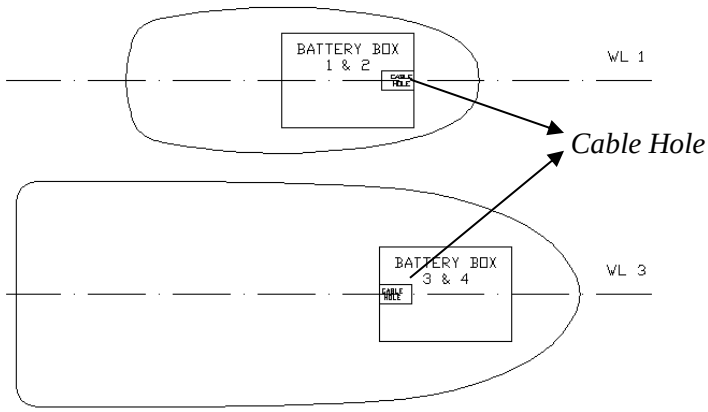
Selanjutnya menghitung kebutuhan ruang pada perencanaan tanki, yang sebelumnya terletak cenderung ke buritan dipindahkan ke tengah agar wiring yang direncanakan tidak sulit. Berikut di bawah ini disediakan perbedaan posisi tanki bahan bakar dan battery boxnya.




Gambar 4.19 Perubahan Letak Tanki ke *Battery Box*
(*Sumber: Fassmer-Marland Ltd. & Dokumen Pribadi)*

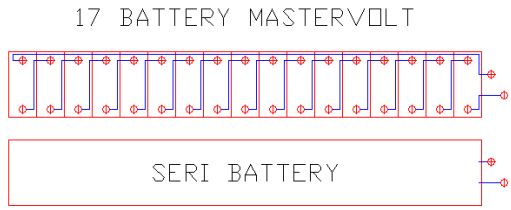
Dari referensi 2 desain *battery box* yang ada, yang pertama yaitu kapasitas tanki *sistership* yang berukuran 0.16 $m^3$. Dalam desain *lifeboat* ini menggunakan box untuk baterai dengan volume sebesar 0.14 $m^3$. Dan juga referensi kedua dimana jumlah berat dari bahan bakar adalah 168.52 kg. Sedangkan berat total dari baterai seluruhnya adalah 845 kg. Hal ini dapat diketahui dikarenakan perencanaannya menggunakan baterai untuk penerangan yaitu Powerizer LifeMnPo4 12/15 sebanyak 1 buah, dengan bobot 1.84 kg. Dan baterai untuk *supply* daya motor DC yaitu Mastervolt MLS 24/260 dengan bobot 3.1 kg.

Berikut di bawah ini akan disajikan plan penggambaran masing masing battery box pada *Waterline 1* di ketinggian 0.36 meter dan *Waterline 3* di ketinggian 0.72 meter dari linggi kapal.

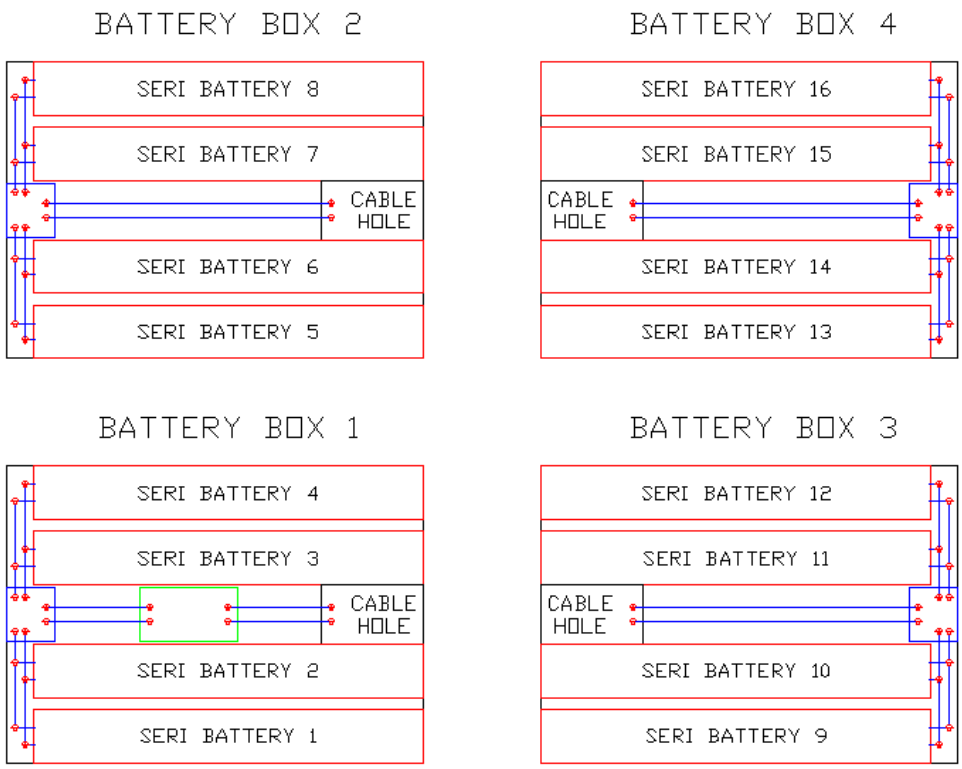



Gambar 4.20 Letak *Battery Box*
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*

Hasil dari mengecek kecukupan ruang untuk setiap *battery box* disimpulkan cukup. Maka dari setiap *battery box* itu sendiri perlu dilakukan *arrangement*, dimana di bawaj ini merupakan *arrangement battery box* dengan gambaan rangkaian seri baterai terlebih dahulu.




Gambar 4.21 Rangkaian Seri Baterai
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*




Gambar 4.22 *Arrangement Battery Box*
(*Sumber: Dokumen Pribadi)*

## *4.14 Wiring*

*Terlampir – Lampiran 1*

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

# BAB V

# KESIMPULAN

## 5.1 Kesimpulan

Bedasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Lifeboat membutuhkan 2 macam daya, yaitu daya untuk penerangan dan untuk propulsi, lifeboat pada umumnya menggunakan *supply* daya pada penerangan menggunakan baterai dan diesel pada pendorong. Tugas akhir ini mendesain sehingga kedua kebutuhan daya dapat di *supply* oleh baterai. Dengan rincian.
   a. Kebutuhan Daya Penerangan : 6.72 kW per hari
   b. Kebutuhan Daya Pendorong : 1.1 kW per hari
   c. Kebutuhan Daya Total : ~69 kW per hari

   Hasil ini tidak mengubah nilai efisiensi dari *lifeboat.*
2. Untuk mencapai target *energy harvester* tanpa batas masih kekurangan pasokan daya per hari dengan jumlah detail dibawah ini
   a. Kebutuhan *Lifeboat* : 69 kW / day
   b. Daya Hasil *Energy Harvester* : 10.1 kW / day
   c. Selisih Kebutuhan dan Hasil : 58.9 kW / day

   Hasil ini sudah mencakup dari perencanaan 490 lembar *solarcell* dengan delapan unit turbin anginyang telah direncanakan.

3.a Hasil akhir dari desain *lifeboat* menggunakan *energy harvester* sebagai *supply* kebutuhan daya ini mendapatkan efisiensi penambahan *endurance* penerangan sebesar 100%. Artinya *endurance* penerangan pada *lifeboat* tidak memiliki batas.

3.b Sedangkan untuk efisiensi penambahan *endurance* motor sebesar 13.054%. Artinya *endurance* kapal yang tadinya hanya bertahan 24 jam, dengan hasil perhitungan perencanaan *energy harvester* ini akan membuat *endurance lifeboat* menjadi 28 jam.

## 5.2 Saran

1. Dapat ditinjau kembali desain kapal menggunakan pelat datar agar mengurangi tahanan dikarenakan pengaplikasian pada *low speed vessel*.
2. Menganalisa pada jenis *vessel* lain yang memiliki ruang yang lebih besar agar dapat menganalisa *energy harvester* lainnya.

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

# DAFTAR PUSTAKA


Anonym. 2008. *Rules for Classificarion and Construction*, Germanischer Lloyd Aktiengesellschaft, Part 3.

Bagaskara, S. 2008. *Analisa Pemanfaatan Turbin Angin Sebagai Penghasil Energi Listrik Alternatif di Pulau Panggang Kepulauan Seribu*. JTSP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Bergvel, H.J. 2001. *Battery Management System.*

Budiastra, IN., Giriantari, D., Artawijaya, Wyn & Partha, Indra. 2009. *Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Nusa Penida dan Dampaknya Terhadap Lingkungan*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana, Denpasar.

Djaali., dkk. *Pengukuran Dalam Pendidikan.* Jakarta: Program Pascasarjana, 2000.

Djaufani, B., Hariyanto, N., & Saodah, S. 2015. *Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Jurnal Reka Elkomika Vol. 3 No.2*

Fauzan, M. 2016. *Analisa Pengaruh Penggunaan BMS dan MPPT pada Jalapatih 2*. JTSP, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Febrawi T. & Daryanto B. 2013. *Vibration Energy Harvesting pada Mesin Cuci dengan Mekanisme Piezo Electric*. *Jurnal Teknik POMITS Vol.2 No. 1*

Furqon, M. 2006. *Gerak Air Dilaut, Jurnal Oseana Vol. XXXI No. 4*, hal. 9-21

Kadir, A. Prof. Ir. 1987. *Energi, Sumber Daya, Inovasi, Tenaga listrik, Potensi Ekonomi.* UI-Press. Jakarta.

Manan, S. 2015. *Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Efisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia*. Diploma III Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.

Masjono. 2012. *Desain dan Simulasi Konverter Energi Gelombang Laut sebagai Pembangkit Tenaga Listrik, Jurnal Ilmiah Elite Elektro Vol. 3 No. 2*, hal. 113-118.

Matondang, Z. 2009. *Validitas dan Reabilitas Suatu Instrumen Penelitian, Jurnal PPS UNIMED.* Medan

Moody, R. 1996. *Preliminary Power Prediction During Early Design Stages of a Ship*. South Africa. Cape Town

Nur, Mohamad. *Teori Tes.* Surabaya: IKIP Surabaya, 1987.

Nurkancana, Wayan., PPN. Sunartana. *Evaluasi Hasil Belajar,* Surabaya: Usaha Nasional, 1992.

Rui, HU. 2011. *Battery Management System. University of Windsor.*

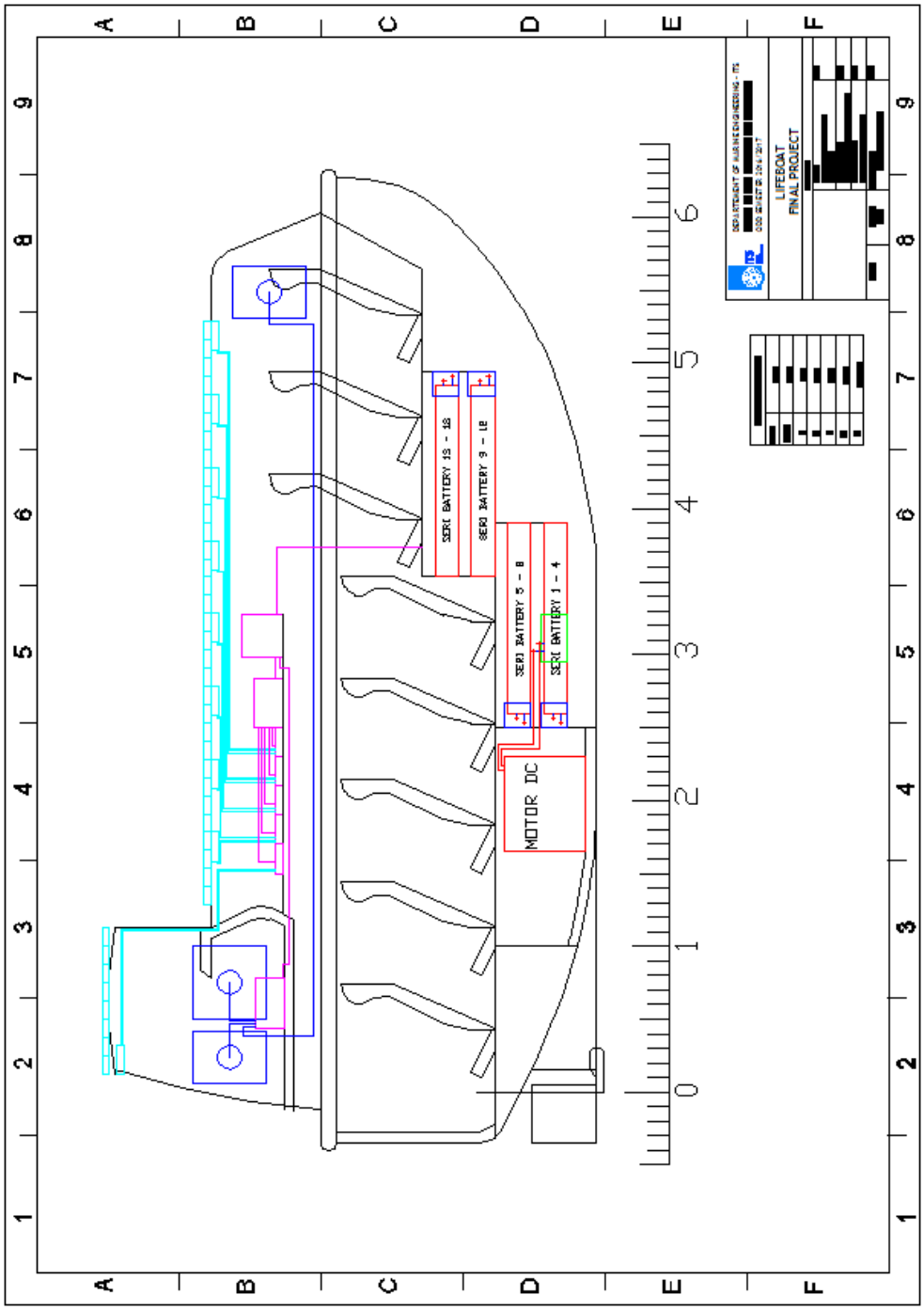
Rutgers. 1998. *Earth Radiation Budget, Enviromental Science, University of New Jersey.*

Somerville, R, Le Treut, H. 2007. *Historical Overview of Climate Change*

Suriyadi & Syukri, M. 2010. *Perencanaan PLTS Terpadu Menggunakan Software PVSYST pada Komplek Perumahan di Banda Aceh*. Juusan Teknik Elektro, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

*Halaman ini Sengaja Dikosongkan*

*Lampiran 1*


SERI BATTERY 13 - 16
SERI BATTERY 9 - 12
SERI BATTERY 5 - 8
SERI BATTERY 1 - 4
MOTOR DC
LIFEBOAT
FINAL PROJECT

# Fassmer-Marland Ltd.

## 1. GENERAL

1.1 The lifeboat is built in compliance with latest SOLAS regulation and LSA code. It is made by fire retardant glass reinforced plastic (FRP) material with self-righting features.

1.2 Evaluation, Testing and Approval

| | |
|---|---|
| Hull NO. | 10560 |
| Classification | BV/CR |
| Flag | PANAMA |
| Certification | MED |

1.3 Shop Test

The following tests except launching tests for individual boats have already been effected at the factory:

- visual inspection
- speed and maneuverability test
- function test of other equipment
- Hook release mechanism test
- inventory check of fixed & loose equipment
- water spray test *(for tanker version only)*
- air supply test *(for tanker version only)*

## 2. PRINCIPAL PARTICULARS

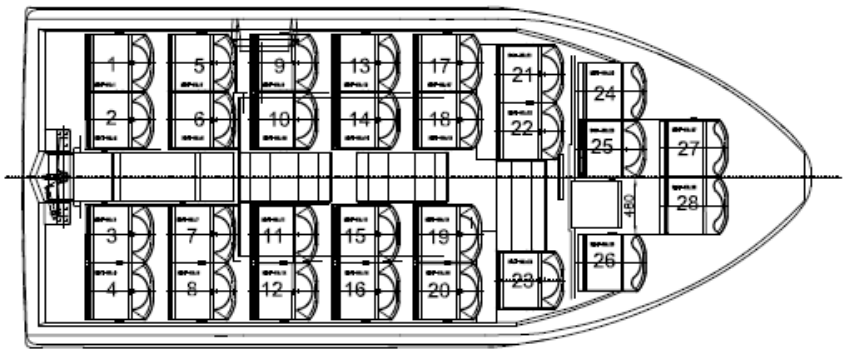
2.1 Main dimensions

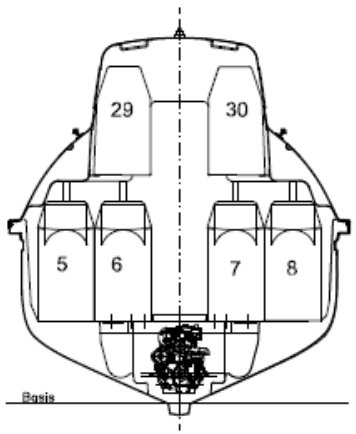
| | |
|---|---|
| Length of hull | 6.73 m |
| Breadth | 2.70 m |
| Registered Height | 1.21 m |
| Max. Height | 3.35 m |
| Max. Freefall Certified Height | 23 m |

2.2 Number of persons — Max. 25 persons

## Model CFL-C66E

| Item \ Model | | | 3JH30A |
|---|---|---|---|
| Manufacturer | | | Yanmar, Japan |
| Type | | | Vertical, water-cooled, 4-cycle |
| Continuous rated output | | | 30hp / 2900RPM |
| No. of Cylinders | | | 3 |
| Dimension (LxBxH) | | | 863 x 470 x 710 mm |
| Electric System | | | 12V x 1.5HP (1.1kW) start motor<br>14V – 50Amp, 700W alternator |
| Cooling System | | | Keel cooling (fresh water) |
| Exhaust Type | | | Dry Exhaust |
| Propeller Reduction Gear Ratio | | | FWD 2.360 / REV 3.160 |
| Fuel oil consumption | | | 6.2 Litres/hour |
| Dry Weight | | | 190 kgs |
| Starting system | | | Dual Electric Starting |
| Fuel oil | Capacity in total | | 195 liters for 24 hours continuous operation at a specified speed. |
| | Quality | | BS 2869, Class A,<br>Equivalent to JIS K2204 no.3 |
| Lub oil | Capacity | Engine | 7.0 liters |
| | | reduction gear | 0.35 liters |
| | API service ranking | | CC or CD |
| | SAE viscosity number | | SAE 15W40 Multi Grade |
| Propeller Shaft | | | Stainless Steel |
| Propeller | | | High strength brass |




SEATS FOR VARYING NO. OF PERSONS

乘员变化时，增减座椅顺序

| NO. OF PERSONS 乘员数量 | FOLLOWING SEAT NO. TO BE REDUCTED 座椅增减顺序 |
|---|---|
| 30 | 1 |
| 29 | 2 |
| 28 | 2 18 |
| 27 | 2 18 19 |
| 26 | 2 18 19 14 |
| 25 | 2 18 19 14 15 |
| 24 | 2 18 19 14 15 6 |
| 23 | 2 18 19 14 15 6 22 |
| 22 | 2 18 19 14 15 6 22 3 |
| 21 | 2 18 19 14 15 6 22 3 5 |
| 20 | 2 18 19 14 15 6 22 3 5 17 |
| 19 | 2 18 19 14 15 6 22 3 5 17 7 |
| 18 | 2 18 19 14 15 6 22 3 5 17 7 20 |

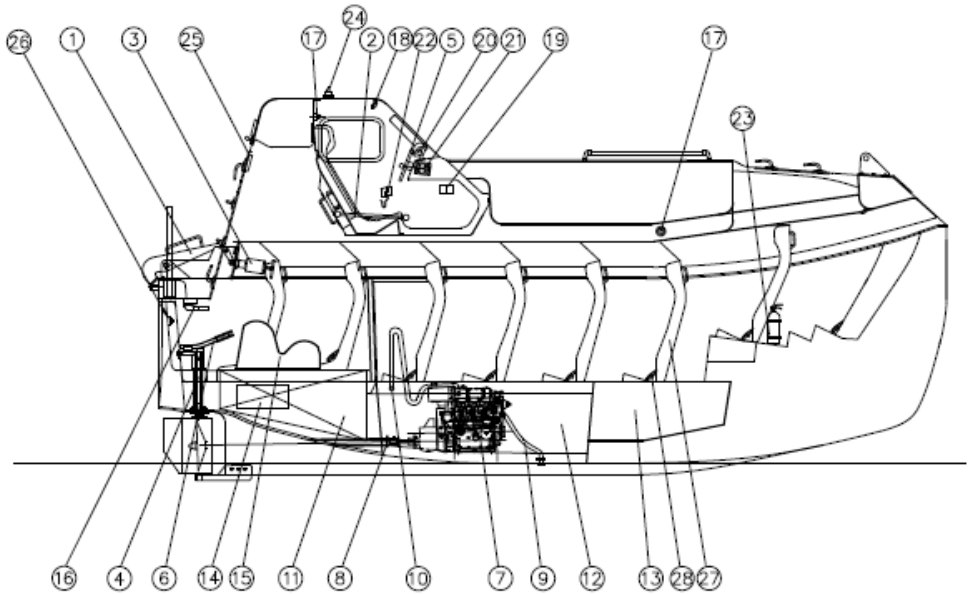
This drawing specification is our property for which we reserve all rights including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.

| No | NAME | MATERIAL | QUANTITY | MASS | REMARK |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | XX | XX | X | | |

CFL-C 66E

SEAT ARRANGEMENT 座椅布置

| PROJECTION | Fassmer Marland Ltd.ZhongShan China | | | |
|---|---|---|---|---|
| Scale | Date | Drawing by | Checked by | DWG NO |
| 1:15 | 08.04.10 | Kenneth | James Qian | FM001200 |




| No | NAME | MATERIAL | QUANTITY | MASS | REMARK |
|---|---|---|---|---|---|
| 28 | SEAT BELT | ST.STEEL | 30 | | SUS 316 |
| 27 | SEAT GRP | GRP | 30 | | |
| 26 | BATTERY SWITCH | PLASTIC | 1 | | |
| 25 | SART STAND | – | 1 | | YARD SUPPLY |
| 24 | INDICATION LIGHT | – | 1 | | |
| 23 | FIRE EXTINGUISHER | STEEL | 1 | | |
| 22 | SEARCH LIGHT | RUBBER | 1 | | |
| 21 | STEERING CONTROL LEVER | PLASTIC | 1 | | |
| 20 | COMPASS | PLASTIC | 1 | | |
| 19 | MAIN ENGINE INSULATOR | PLASTIC | 2 | | |
| 18 | HAND GRIP | ALUMINIUM | 1s | | |
| 17 | CEILING LIGHT | PLASTIC | 2 | | |
| 16 | BILGE PUMP | PLASTIC | 1 | | |
| 15 | BOARDING STEP | GRP | 1 | | |
| 14 | BATTERY BOX | GRP | 1 | | |
| 13 | STORAGE BOX | GRP | 1 | | |
| 12 | ENGINE ROOM | GRP | 1 | | |
| 11 | FUEL TANK | ALUMINIUM | 1 | | |
| 10 | EXHAUST FLANGE | SUS 316 | 1 | | |
| 9 | KEEL COOLING BOX | RUBBER | 2 | | |
| 8 | ENGINE FRAME | Q235 | 1 | | |
| 7 | ENGINE | – | 1 | | YANMAR 3JH30A |
| 6 | REMOTE STEERING LEVER | ST.STEEL | 1 | | DETACH TYPE |
| 5 | STEERING WHEEL | PLASTIC | 1 | | |
| 4 | RUDDER SHAFT | SUS 316 | 1 | | |
| 3 | EMERGENCY RENCH | SUS 316 | 1 | | |
| 2 | RELEASE LEVER | SUS 316 | 1 | | |
| 1 | RELEASE HOOK | GALVSTEEL | 1 | | |

ACCESSORIES ARRANGEMENT

CPL/C 66E 内部设备布置

PROJECTION

Fassmer Marland Ltd.ZhongShan China

| Scale | Date | Drawn by | Checked by | DWG NO |
|---|---|---|---|---|
| 1:20 | 2020.03 | Kenneth | James Sun | |

This drawing specification is our property for which we reserve all rights including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.

*Lampiran 3*

# 3-phase TEFV induction motors
# LS aluminium alloy frame
# Electrical characteristics

## E2 - Selection data: two-speed

4-8 poles 1500-750 min$^{-1}$

**IP 55 - Cl. F - S1**
**Centrifugal applications**
*1 winding (Dahlander)*

**MAINS SUPPLY 400 V** **50 Hz**

| Type | Rated power at 50 Hz $P_N$ kW | Rated speed $N_N$ min$^{-1}$ | Rated current $I_N$(400 V) A | Power factor Cos φ | Efficiency η % | Starting current / Rated current $I_D/I_N$ | Starting torque / Rated torque $M_D/M_N$ | Maximum torque / Rated torque $M_M/M_N$ | Moment of inertia $J$ kg.m$^2$ | Weight IM B3 kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LS 71 L | 0.25 | 1430 | 0.8 | 0.7 | 65 | 3.5 | 1.3 | 2 | 0.00085 | 7.3 |
| | 0.06 | 640 | 0.4 | 0.6 | 38 | 1.5 | 1.1 | 1.3 | | |
| LS 71 L | 0.37 | 1430 | 1.15 | 0.8 | 60 | 4 | 1.4 | 2.1 | 0.0011 | 8.3 |
| | 0.07 | 670 | 0.5 | 0.7 | 30 | 2.1 | 1.2 | 1.4 | | |
| LS 80 L | 0.55 | 1435 | 1.6 | 0.71 | 69 | 4.8 | 2.6 | 2.4 | 0.0018 | 9.3 |
| | 0.09 | 715 | 0.6 | 0.48 | 46 | 2.3 | 2.8 | 2.4 | | |
| LS 80 L | 0.75 | 1425 | 2.3 | 0.72 | 65 | 4.8 | 2.3 | 2.3 | 0.0024 | 10.9 |
| | 0.12 | 710 | 0.9 | 0.52 | 41 | 2.3 | 2.7 | 2.3 | | |
| LS 90 S | 1.1 | 1441 | 3 | 0.78 | 67.5 | 4.1 | 1.1 | 1.5 | 0.0032 | 11.5 |
| | 0.18 | 724 | 1.1 | 0.53 | 43.5 | 2.9 | 1.5 | 2.3 | | |
| LS 90 L | 1.5 | 1459 | 4.2 | 0.70 | 73.4 | 5.5 | 1.9 | 2.5 | 0.0049 | 15.2 |
| | 0.25 | 732 | 1.6 | 0.44 | 50.5 | 3.1 | 2.8 | 3.6 | | |
| LS 100 L | 2.2 | 1446 | 5.5 | 0.78 | 73.6 | 5.2 | 1.7 | 2.1 | 0.0051 | 21 |
| | 0.37 | 726 | 2 | 0.50 | 53.7 | 3.2 | 2.4 | 3 | | |
| LS 100 L | 3 | 1435 | 7.4 | 0.79 | 75 | 5.5 | 1.6 | 2.3 | 0.0071 | 24.4 |
| | 0.55 | 715 | 2.6 | 0.52 | 58 | 2.7 | 2.1 | 2.1 | | |
| LS 112 MU | 4 | 1455 | 8.7 | 0.80 | 82.9 | 6.7 | 2.1 | 2.6 | 0.015 | 37 |
| | 0.75 | 730 | 3.5 | 0.47 | 66 | 3.6 | 2.9 | 3.3 | | |
| LS 132 SM | 5.5 | 1452 | 11 | 0.87 | 83.3 | 6.4 | 2 | 2.3 | 0.0334 | 55 |
| | 1.1 | 726 | 3.2 | 0.63 | 78 | 3.7 | 2 | 1.9 | | |
| LS 132 M | 7.5 | 1449 | 14.7 | 0.88 | 83.7 | 6.3 | 2 | 2.3 | 0.0385 | 60 |
| | 1.5 | 727 | 4.3 | 0.63 | 79 | 4.1 | 2 | 2.2 | | |
| LS 160 M | 9 | 1462 | 17.9 | 0.84 | 86.4 | 6.4 | 1.9 | 2.8 | 0.057 | 75 |
| | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | | |
| LS 160 M | 11 | 1464 | 21.6 | 0.84 | 87.5 | 7.2 | 2.1 | 3 | 0.068 | 85 |
| | 2.8 | 724 | 7.7 | 0.64 | 80.9 | 3.7 | 1.5 | 2.2 | | |
| LS 160 L | 13 | 1464 | 25.8 | 0.83 | 87.5 | 6.9 | 2.1 | 2.9 | 0.074 | 89 |
| | 3.3 | 722 | 9.1 | 0.63 | 80.5 | 3.7 | 1.5 | 2.1 | | |
| LS 160 L | 15 | 1462 | 29.5 | 0.84 | 87.5 | 6.8 | 2.3 | 2.8 | 0.085 | 97 |
| | 3.8 | 722 | 10.1 | 0.64 | 80.5 | 3.4 | 1.4 | 2 | | |
| LS 180 LR | 18.5 | 1462 | 36.6 | 0.83 | 87.9 | 7.2 | 2.4 | 3 | 0.096 | 112 |
| | 4.8 | 722 | 12.1 | 0.64 | 81.5 | 3.6 | 1.4 | 2 | | |
| LS 180 LU | 22 | 1464 | 40.9 | 0.87 | 89.2 | 6 | 2.1 | 2.4 | 0.135 | 150 |
| | 5.3 | 730 | 13.2 | 0.68 | 85.5 | 3.6 | 1.8 | 1.7 | | |
| LS 200 LT | 24 | 1468 | 45.2 | 0.85 | 90.1 | 7.1 | 2.8 | 2.8 | 0.151 | 165 |
| | 6 | 730 | 15.4 | 0.65 | 86.6 | 3.7 | 2.1 | 1.8 | | |
| LS 200 L | 30 | 1475 | 55.8 | 0.86 | 90.3 | 6.1 | 2.1 | 2.4 | 0.240 | 200 |
| | 7 | 735 | 18.6 | 0.63 | 86 | 3.8 | 1.9 | 1.8 | | |
| LS 225 SR | 37 | 1475 | 69.2 | 0.85 | 90.8 | 6.8 | 2.3 | 2.7 | 0.290 | 235 |
| | 8.5 | 735 | 21.8 | 0.64 | 88 | 4 | 2.1 | 1.8 | | |
| LS 225 MG | 45 | 1482 | 83.1 | 0.85 | 92 | 7 | 2.3 | 3 | 0.633 | 320 |
| | 11 | 738 | 26.3 | 0.66 | 91.3 | 4 | 1.8 | 1.8 | | |
| LS 250 ME | 55 | 1484 | 100.8 | 0.85 | 92.7 | 7.7 | 2.6 | 3.4 | 0.83 | 380 |
| | 14 | 738 | 33.1 | 0.66 | 92.4 | 4 | 1.8 | 1.9 | | |
| LS 250 MF | 65 | 1484 | 118.7 | 0.85 | 93 | 7.7 | 2.6 | 3.4 | 0.9 | 430 |
| | 16 | 738 | 37.7 | 0.66 | 92.8 | 4 | 1.8 | 1.9 | | |
| LS 280 SD | 75 | 1484 | 136.9 | 0.85 | 93 | 7.7 | 2.6 | 3.4 | 1.03 | 450 |
| | 19 | 738 | 45.5 | 0.65 | 92.8 | 3.9 | 1.7 | 1.8 | | |
| LS 280 MK | 90 | 1490 | 163.3 | 0.85 | 93.6 | 8.3 | 2.8 | 3.1 | 2.32 | 655 |
| | 23 | 742 | 54.8 | 0.64 | 91.3 | 4.8 | 2.3 | 1.9 | | |
| LS 315 SP | 110 | 1490 | 199.1 | 0.85 | 93.8 | 8.3 | 2.8 | 2.9 | 2.79 | 750 |
| | 29 | 742 | 69 | 0.64 | 91.3 | 4.8 | 2.3 | 1.9 | | |
| LS 315 MR | 132 | 1490 | 238.5 | 0.85 | 94 | 8.3 | 2.8 | 2.9 | 3.27 | 845 |
| | 35 | 742 | 86 | 0.64 | 91.5 | 4.9 | 2.2 | 2 | | |
| LS 315 MR | 160 | 1485 | 288.4 | 0.85 | 94.2 | 8.3 | 2.8 | 2.9 | 3.27 | 860 |
| | 42 | 740 | 103 | 0.65 | 91.7 | 5 | 2.2 | 2 | | |

The top line for each type corresponds to the highest rated speed.

*Lampiran 4*

| | |
|---|---|
| *Packing | • 12V 15Ah Polymer LiFePO4 rechargeable battery<br>• Build in PCB to protect battery from overcharged and discharged<br>• LED indicator shows battery capacity status: Full, Mid or Low |
| Voltage | • 12.8 V (working) 15.2 V (peak) 9.6 V ( cut-off)<br>• Nominal: 12V |
| Capacity | 15Ah |
| Cycle life | > 1000 cycles ( @ 0.2C rate, IEC Standard) Running 5 times more than SLA battery |
| Protection | • 1x PCB installed with the battery pack and protects the battery from<br>◦ Overcharge (>15.6V)<br>◦ Over discharge ( <8.8 V)<br>◦ Over drain ( >80 Amp)<br>◦ Short circuits |
| Terminal | T1 |
| Charging rate | 7.5A Max |
| Max. Discharging Rate | 30A Max (2.0C rate) |
| Dimensions(LxWxH) | 151mm (5.9") X 98mm (3.4") x 94mm (3.7") |
| Weight | 1840grams (4.0lbs 0.8Oz) - 53.30 % less weigh than 12V 12Ah Lead acid battery |
| Warning: | • Do not use in series or in parallel<br>• Must use LiFePO4 charging circuit. Do not use Lead Acid charger to charge this battery. |

*Lampiran 5*

# MLS 24/260

## Specifications

### General specifications

| | |
|---|---|
| Nominal battery voltage | 24 V |
| No-load voltage, fully charged | 25.6 V |
| Nominal battery capacity | 10 Ah |
| Nominal battery energy capacity | 256 |
| Cycle life | ~2000 at 80 % DoD |
| Max. charge current | 10 A (1 C) |
| Max. continuous discharge current | 10 A (1 C) |
| Max. short discharge current | for 30 seconds 25 A (2 C) |
| Peak discharge current | for 2 seconds 48 A (4 C) |
| Battery terminals | M5 |
| Mounting position | upright or either long side |
| Max. outer dimensions (incl. terminals/grip handles), lxwxh | 180 x 77 x 161 mm<br>7.1 x 3.0 x 6.3 inch |
| Weight | 3.1 kg<br>6.8 lb |

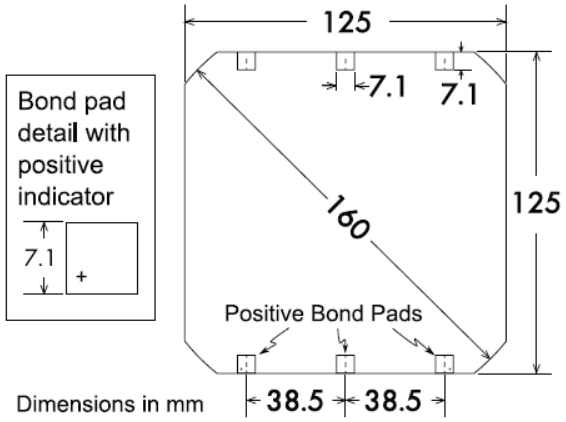
*Lampiran 6*

SUNPOWER

## C60 SOLAR CELL

MONO CRYSTALLINE SILICON

### Cell and Bond Pad Dimensions




Bond pad area dimensions are 7.1mm x 7.1mm
Positive pole bond pad side has "+" indicator on leftmost and rightmost bond pads.

### Electrical Characteristics of Typical Cell at Standard Test Conditions (STC)

STC: 1000W/m², AM 1.5g and cell temp 25°C

| Bin | Pmpp (Wp) | Eff. (%) | Vmpp (V) | Impp (A) | Voc (V) | Isc (A) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G | 3.34 | 21.8 | 0.574 | 5.83 | 0.682 | 6.24 |
| H | 3.38 | 22.1 | 0.577 | 5.87 | 0.684 | 6.26 |
| I | 3.40 | 22.3 | 0.581 | 5.90 | 0.686 | 6.27 |
| J | 3.42 | 22.5 | 0.582 | 5.93 | 0.687 | 6.28 |

All Electrical Characteristics parameters are nominal
Unlaminated Cell Temperature Coefficients
Voltage: -1.8 mV / °C Power: -0.32% / °C

# BIODATA PENULIS

Penulis bernama Dani Akhmad Imaduddin dengan panggilan Dani. Anak ketiga dari tiga saudara dari pasangan suami istri Dedi Muhidin dan Neneng Nurhayati. Penulis memulai studi masa kecil di SDI Al-Azhar BSD dengan masa studi 6 tahun. Kemudian melanjutkan studi merantau ke SMPIT Nurul Fikri Boarding School Anyer dengan masa studi selama 6 tahun. Lalu melanjutkan studi dengan program akselerasi dengan masa studi 2 tahun di SMAN 2 Kota Tangerang Selatan. Kemudian penulis melanjutkan perkuliahan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS dengan masa studi 4 tahun dan dapat menghasilkan tulisan ini. Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan-kegiatan ormawa di lingkungan HIMASISKAL, KM ITS, dan berpartisipasi dalam segala ajang kegiatan lomba. Kegiatan-kegiatan yang pernah diikuti penulis adalah sebagai berikut.

- Peserta NASDARC ITS 2013
- Panitia Marine Icon9 sie. Publikasi
- OC Gerigi ITS 2014
- *Staff* Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) HIMASISKAL 2014
- Kepala Club Marine Technology Innovation Club (METIC) 2014
- Panitia Marine Icon10 sie. Lomba Pop-pop Boat Race
- Ketua Biro METIC 2015
- Peserta Lomba *Aeromodelling* MMENE-UI 2015

Dan pada tahun akhirnya penulis aktif menjadi grader di laboratorium *Marine Electrical and Automatical System* pada praktikum *Automatic Change Over Switch* dan *Seven Segment*.