



SKRIPSI – ME141501

**ANALISA DESIGN DAN KAJIAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS
YANG RAMAH LINGKUNGAN PADA KAPAL IKAN 30 GT**

Alexander Volta Matondang
NRP. 4213 100 057

Dosen Pembimbing
Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.
Juniarko Prananda, ST., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS – ME141501

***ANALYSIS DESIGN AND ECONOMIC STUDIES OF ECO-FRIENDLY
ELECTRICAL PROPULSION SYSTEM ON FISHING VESSEL 30 GT***

Alexander Volta Matondang
NRP. 4213 100 057

Supervisor

Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.
Juniarko Prananda, ST., M.T.

*DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA DESIGN DAN KAJIAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS YANG RAMAH LINGKUNGAN PADA KAPAL IKAN 30 GT

SKRIPSI

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

Oleh:

Alexander Volta Matondang

NRP. 4213 100 057

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.
NIP. 196003191987011001



(.....)

Juniarko Prananda, ST., M.T.
NIP. 199006052015041001



(.....)

SURABAYA
Juli 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA DESIGN DAN KAJIAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS YANG RAMAH LINGKUNGAN PADA KAPAL IKAN 30 GT

SKRIPSI

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

Oleh:

Alexander Volta Matondang

NRP. 4213 100 057

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 197708022008011007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA DESIGN DAN KAJIAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS YANG RAMAH LINGKUNGAN PADA KAPAL IKAN 30 GT

Nama Mahasiswa : Alexander Volta Matondang
NRP. : 4213 100 057
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.
Juniarko Prananda, ST., M.T.

ABSTRAK

Pada umumnya kapal ikan menggunakan sistem propulsi mekanis dengan motor diesel sebagai penggerak utama. Agar menciptakan kondisi yang ramah lingkungan , maka peneliti melakukan perencanaan ulang dengan menggunakan sistem propulsi listrik yang bersumber pada baterai. Sebagai objek penelitian adalah kapal ikan jenis *purse seine* ukuran 30 GT. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan daya, diperoleh motor listrik 75 kW untuk mencapai kecepatan 9 knot dengan sistem berlayar *one day trip* selama 9 jam pelayaran. Sesuai hasil analisa ekonomis diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan sistem propulsi listrik dengan baterai *Deep Blue Sealed* tipe gel kapasitas 220 Ah tegangan 24 Volt dan jumlah 104 buah, lebih menguntungkan dibandingkan dengan sistem propulsi mekanis dan konvensional yang ada saat ini.

Kata kunci : Baterai, Kapal Ikan, Sistem Propulsi Listrik

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

***ANALYSIS DESIGN AND ECONOMIC STUDIES OF ECO-FRIENDLY
ELECTRICAL PROPULSION SYSTEM ON FISHING VESSEL 30 GT***

Name : ***Alexander Volta Matondang***
NRP. : ***4213 100 057***
Department : ***Marine Engineering***
Supervisor : ***Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.***
Juniarko Prananda, ST., M.T.

Abstract

In general, fish vessels use mechanical propulsion system with diesel motor as main driver. In order to create environmentally friendly conditions, the researchers re-planning using an electric propulsion system that comes from the battery. As the object of research is fish vessel type purse seine size 30 GT. Based on the calculation of power requirements, it is obtained 75 kW electric motor to achieve speed 9 knots with one day trip sailing system for 9 hours of shipping. According to the results of economic analysis, it is concluded that the use of electric propulsion system with Deep Blue Sealed battery type gel capacity of 220 Ah 24 Volt voltage and the amount of 104 fruit, is more profitable compared with the existing mechanical and conventional propulsion system.

Keywords: Batteries, Fishing Vessels, Electrical Propulsion Systems

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah – Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISA DESIGN DAN KAJIAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS YANG RAMAH LINGKUNGAN PADA KAPAL IKAN 30 GT” dengan baik dalam rangka memenuhi syarat pada Mata Kuliah Skripsi (ME141501) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS.

Selama proses penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu dan ayah, beserta abang-kakak dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral dan materiel kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T. dan Bapak Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala dan Sekretaris Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
3. Bapak Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen wali yang terus memotivasi dan memberikan masukan kepada penulis selama melaksanakan studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
4. Bapak Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc. dan Juniarko Prananda, ST., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak masukan selama proses penyusunan skripsi.
5. Segenap civitas akademika yang telah menyampaikan ilmu dan berbagai pengalaman selama penulis melaksanakan studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
6. Keluarga Alsifagetsu-Fe serta abang dan *botou* di IKASPRA Jawa Timur yang selalu memberi semangat dan motifasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Keluarga Barakuda '13 serta rekan-rekan Batak Siskal yang selalu menemani dan memberikan semangat dalam menyelesaikan studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
8. Seluruh teknisi, member dan grader Laboraturium Marine Electrical and Automation System (MEAS) yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.

Penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun demi penelitian terkait di waktu mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca.

Surabaya, Juli 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	1
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Sistem Propulsi Elektrik.....	3
2.2. Komponen Penggerak Sistem Propulsi Elektrik.....	4
2.2.1. Baterai.....	4
2.2.2. <i>Battery Management System (Battery Monitoring System)</i>	5
2.2.3. Motor Driver DC.....	5
2.2.4. Motor DC.....	5
2.2.5. Propulsor (<i>Propeler</i>).....	10
2.3. Pembebanan Pada Kapal Ikan.....	11
2.4. Kondisi Operasi Kapal Ikan.....	12
2.4.1. Persiapan di Pelabuhan/Darat (<i>Fishing Base</i>).....	12
2.4.2. Pelayaran menuju Daerah Tangkap (<i>Fishing Ground</i>).....	12
2.4.3. Proses Penangkapan.....	12
2.4.4. Kembali ke Darat.....	14
BAB III METODOLOGI.....	15
3.1. Langkah-langkah Pengerjaan.....	15
3.1.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	15
3.1.2. Studi Literatur.....	15
3.2.3. Pengambilan Data.....	15
3.2.4. Perhitungan.....	15
3.2.5. Analisa dan Pembahasan.....	15
3.2.6. Kesimpulan dan Saran.....	15

3.2.7	Penyusunan Laporan.....	15
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		17
4.1.	Ukuran Utama Kapal	17
4.2.	Perhitungan Perencanaan Waktu Operasi Kapal	17
4.3.	Perhitungan Pembebanan pada Kapal	18
4.4.	Perhitungan Berat Peralatan dan <i>Payload</i>	21
4.5.	Perhitungan Kajian Ekonomis	26
4.5.1.	Biaya Pembuatan Kapal Baru	26
4.5.2.	Analisa Investasi Awal	27
4.5.3.	Analisa Perbandingan Biaya Pengeluaran Dalam Setahun.....	29
4.5.4.	Analisa BEP (<i>Break Even Point</i>).....	31
BAB V KESIMPULAN		35
5.1.	Kesimpulan.....	35
5.2.	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....		37
LAMPIRAN		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Propulsi Elektrik	3
Gambar 2. 2 Rangkaian Sistem Propulsi Elektrik	4
Gambar 2. 3 Energy Densities of Batteries (<i>www.super-b.com</i>).....	4
Gambar 2. 4 Konstruksi Motor Arus Searah	6
Gambar 2. 5 Konstruksi motor arus searah bagian stator	6
Gambar 2. 6 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor.....	7
Gambar 2. 7 Kaidah tangan kiri Flemming	7
Gambar 4. 1 Wiring diagram pembagian daya.....	20
Gambar 4. 2 Variasi berat LWT pada setiap jenis baterai	25
Gambar 4. 3 Variasi berat <i>Payload</i> pada setiap perubahan LWT	26
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan investasi awal	28
Gambar 4. 5 Grafik BEP (<i>Break Even Point</i>).....	32

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Dimensi utama kapal ikan 30 GT.....	17
Tabel 4. 2 Tahanan dan daya kapal berdasarkan simulasi <i>Maxsurf</i>	18
Tabel 4. 3 Beban total pada kapal ikan.....	19
Tabel 4. 4 <i>Displament</i> kapal setiap perubahan <i>Draft</i>	21
Tabel 4. 5 Jenis-jenis baterai	21
Tabel 4. 6 Kebutuhan baterai pada beban utama.....	22
Tabel 4. 7 Total biaya pembuatan kapal baru.....	26
Tabel 4. 8 Rangkuman biaya pembuatan kapal baru.....	27
Tabel 4. 9 Total biaya investasi untuk pengadaan baterai	27
Tabel 4. 10 Total biaya investasi untuk <i>battery charger</i>	27
Tabel 4. 11 Perbandingan nilai investasi awal	28
Tabel 4. 12 Penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik	30
Tabel 4. 13 Rangkuman biaya operasional.....	31
Tabel 4. 14 Akumulasi nilai investasi awal dengan biaya operasional tiap tahun	32

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin mahalnya harga bahan bakar minyak, serta ketersediaan dari bahan bakar fosil yang semakin berkurang, membuat masyarakat di Indonesia menjadi kesulitan. Ini terjadi karena masyarakat di Indonesia sebagian besar menggantungkan mata pencahariannya dengan tidak terlepas dari bahan bakar minyak. Hal ini juga dialami oleh sebagian besar para nelayan di Indonesia pada umumnya sehingga mereka harus berkerja keras bagaimana caranya agar tetap bisa melakukan aktifitasnya.

Melihat hal tersebut perlu dilakukan suatu terobosan untu mencarikan solusi bagi para nelayan agar mereka bisa terlepas dari masalah tersebut, dan bisa terlepas dari keterantungan terhadap bahan bakar fosil. Salah satu alernatif solusi bagi para nelayan agar terlepas dari ketergantungan terhadap bahan bakar fosil adalah dengan mengganti motor penggerak kapal mereka, yang awalnya motor bakar (diesel) diganti dengan sistem propulsi elektrik yang ramah lingkungan.

Sistem propulsi elektrik adalah sistem propulsi pada kapal yang menggunakan sumber daya dari baterai sebagai catu daya mesin penggerak yaitu motor listrik disini bisa berupa motor DC, dimana dalam hal ini baterai disusun paralel maupun seri dan selanjutnya dihubungkan ke controller (power management system) kemudian langsung diteruskan menuju motor elektrik DC dan selanjutnya motor elektrik DC akan menggerakkan baling-baling. Namun disini juga akan timbul permasalahan, yaitu sumber energi yang berasal dari baterai sangat terbatas kapasitasnya, sehingga sangat tidak mungkin kapal mengangkut baterai yang banyak untuk memenuhi kebutuhannya. Dari sini muncul pemikiran yang akan diterapkan, pemilihan baterai yang tepat dengan efisiensi daya dan berat yang tepat untuk ditempatkan di kapal ikan.

1.2. Perumusan Masalah

Dari uraian di atas maka rumusan masalah dari tugas akhir ini yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisa design dan kajian ekonomis propulsi elektris yang ramah lingkungan pada kapal ikan 30 GT?
2. Bagaimana cara pemilihan baterai yang tepat dan efisien sesuai waktu operasional kapal?

1.3. Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Data spesifikasi dan data pendukung lainnya merupakan data yang diambil dari data kapal ikan 30GT Jatim APBN
2. Hanya difokuskan pada perencanaan system penggerak kapal.
3. Daya tiap peralatan untuk menghitung kebutuhan baterai menggunakan data peralatan kapal ikan pada umumnya dan kapal ikan 30GT Jatim APBN-1 pada khususnya.

1.4. Tujuan

Adapun penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui hasil analisa dari design dan kajian ekonomis dari propulsi elektrik yang ramah lingkungan pada kapal ikan 30 GT.
2. Mengetahui cara pemilihan baterai yang tepat dan efisien sesuai waktu operasional kapal.

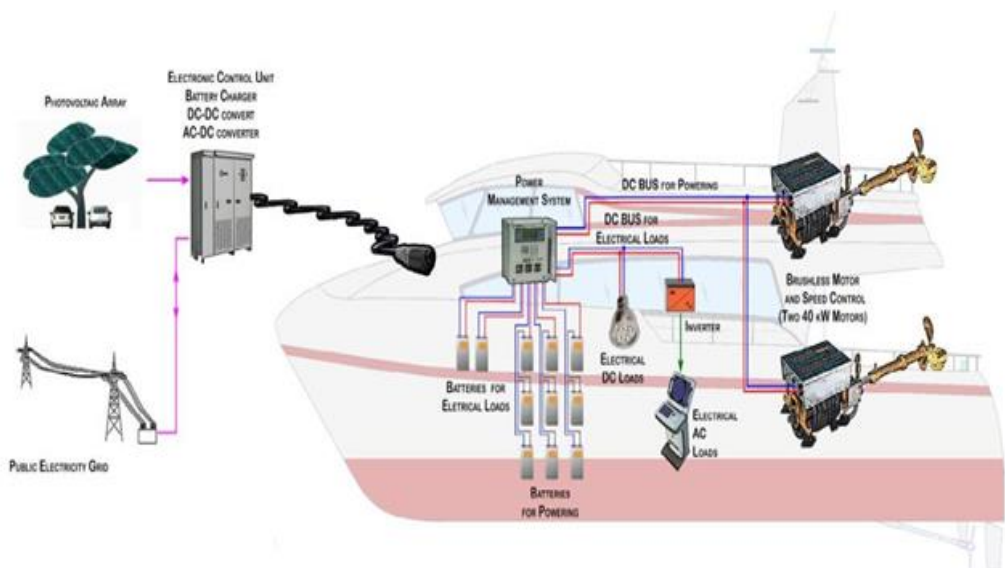
1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini adalah didapatkannya hasil analisa dan kajian ekonomis sistem propulsi elektrik yang ramah lingkungan pada kapal ikan berupa penggunaan baterai yang tepat dan efisien sebagai catu daya utama dalam system propulsi menggunakan motor DC dan dapat memanfaatkannya tenaga matahari sebagai pengisian baterai.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Propulsi Elektrik

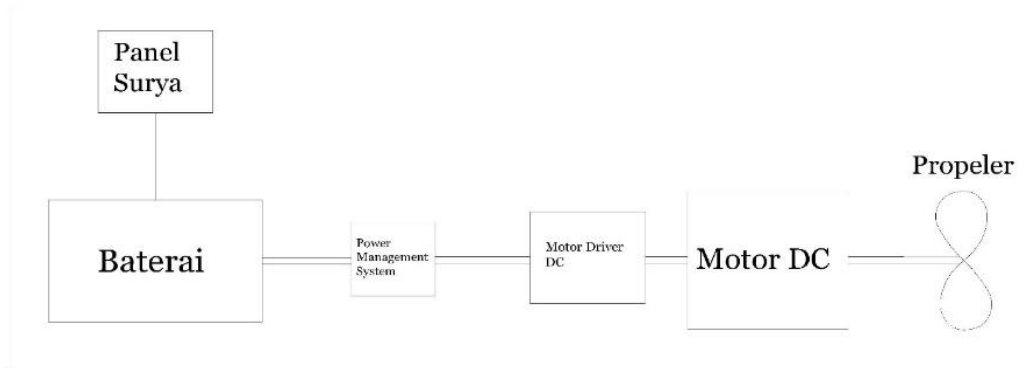
Sistem propulsi elektrik adalah sistem pada kapal yang dapat menggunakan generator set atau baterai sebagai mesin penggerak menggantikan posisi atau kinerja dari mesin utama. Prinsip kerjanya generator dihubungkan ke switchboard, dan selanjutnya energi atau aliran listrik diteruskan ke transformer, kemudian dikonversi dengan menggunakan konverter ke motor elektrik yang menggerakkan baling-baling kapal. Sedangkan dengan menggunakan baterai prinsip kerjanya baterai disusun secara paralel maupun seri kemudian dihubungkan ke *controller* (*power management system*), dan selanjutnya akan diteruskan langsung ke motor DC kemudian motor DC akan menggerakkan baling-baling.



Gambar 2. 1 Sistem Propulsi Elektrik
(Sumber: *Electrical Propulsion Boat System* by Spagnolo.,2011)

Pada mulanya *electric-propulsion* merupakan sebuah alternatif penggerak utama kapal yang sangat mahal dan kurang efisien. Hal ini terutama disebabkan oleh penggunaan konstruksi motor DC yang besar dan berat. Berkaitan dengan perkembangan yang pesat dari penerapan teknologi elektronika dan komputer, penerapan dari sistem DC ke sistem AC, perkembangan kehandalan mesin, 'marinisasi' system elektronika, dan yang terpenting adalah perkembangan *Thyristor-converter*, sehingga sekarang ini memungkinkan untuk memperlengkapi sebuah kapal dengan sistem elektrik dengan kapasitas tenaga yang tak terbatas berdasarkan konsep *Power-station*.

2.2. Komponen Penggerak Sistem Propulsi Elektrik

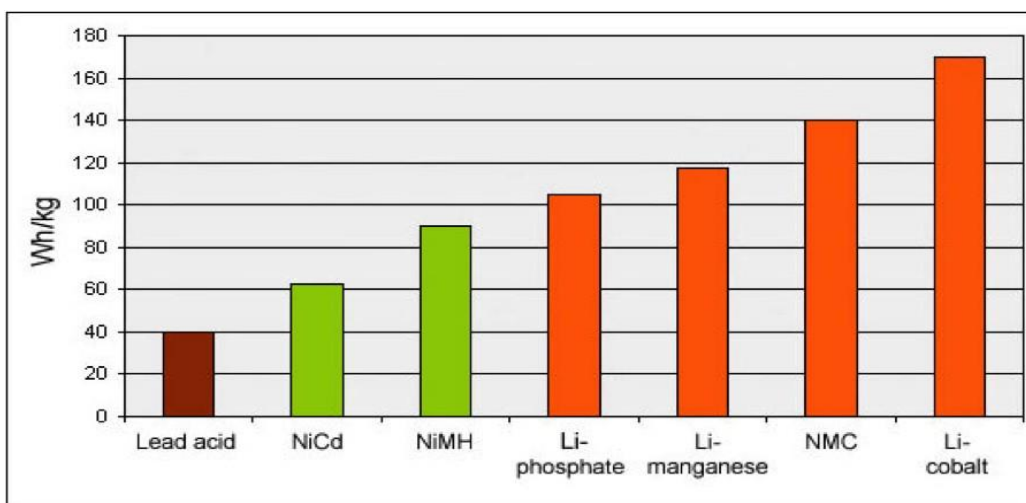


Gambar 2. 2 Rangkaian Sistem Propulsi Elektrik

2.2.1. Baterai

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik maupun motor dengan sumber arus searah. Baterai menyimpan energi dalam bentuk bahan kimia yang dapat bereaksi untuk menyimpan energi ataupun melepas energi. Semakin banyak energi yang disimpan oleh suatu baterai, maka semakin banyak bahan baterai tersebut yang diperlukan. Setiap teknologi baterai mempunyai perbandingan tertentu antara massa baterai dan energi yang dapat disimpan. Parameter ini namanya adalah kepadatan energi atau *energy density*.

Pada Gambar 2.3 ada beberapa jenis baterai yang berbeda dan yang paling umum digunakan pada kapal dengan system propulsi elektrik maupun hybrid yaitu baterai Lithium-Ion. Karakteristik dari baterai *Lithium-Ion* ini adalah memiliki kapasitas yang besar dan bobot yang tidak berat.



Gambar 2. 3 Energy Densities of Batteries (www.super-b.com)

2.2.2 *Battery Management System (Battery Monitoring System)*

Baterai Management System (*Battery Monitoring System* atau biasa disingkat “BMS”) adalah perangkat elektronik yang mengelola pengisian ulang baterai (sel atau *battery pack*), serta memantau keadaan baterai, menghitung data sekunder, melaporkan data baterai, melindungi baterai, mengatur kondisi sekitar baterai, dan / atau menjaga keseimbangan baterai.

2.2.3 **Motor Driver DC**

Driver motor merupakan bagian yang berfungsi untuk menggerakkan Motor DC dimana perubahan arah motor DC tersebut bergantung dari nilai tegangan yang diinputkan pada input dari driver itu sendiri. Atau bisa didefinisikan sebagai piranti yang bertugas untuk menjalankan motor baik mengatur arah putaran motor maupun kecepatan putar motor.

Driver motor berfungsi sebagai piranti yang bertugas untuk menjalankan motor baik mengatur arah putaran motor maupun kecepatan putar motor. Macam *driver motor* diantaranya adalah :

a) **Driver Kontrol Tegangan**

Dengan driver motor kontrol tegangan menggunakan level tegangan secara langsung untuk mengatur kecepatan dari putaran motor.

b) **Driver PWM**

Dengan kontrol PWM kita dapat mengatur kecepatan motor dengan memberikan pulsa dengan frekuensi yang tetap ke motor, sedangkan yang digunakan untuk mengatur kecepatan adalah *duty cycle* dari pulsa yang diberikan.

c) **Driver H-Bridge**

Driver type H digunakan untuk mengontrol putaran motor yang dapat diatur arah putarannya CW (searah jarum jam) maupun CCW (berlawanan jarum jam). Driver ini pada dasarnya menggunakan 4 buah transistor untuk *switching* (saklar) dari putaran motor dan secara bergantian untuk membalik polaritas dari motor. Salah satu jenis *driver* yang sering dipakai adalah *H-Bridge*. *Driver H-Bridge* (dinamakan H-Bridge sebab bentuk *driver* ini jika dicermati mirip huruf H dan bekerja seperti *Bridge* atau Jembatan yang berfungsi melewatkan arus dari tegangan *supply* positif ke motor kemudian ke *ground*). Untuk fungsi tersebut, diharapkan respon dari komparator ke pergerakan motor sangat cepat. Untuk itu digunakan transistor yang mampu memadukan antara kecepatan dan transfer arus yang besar.

2.2.4 **Motor DC**

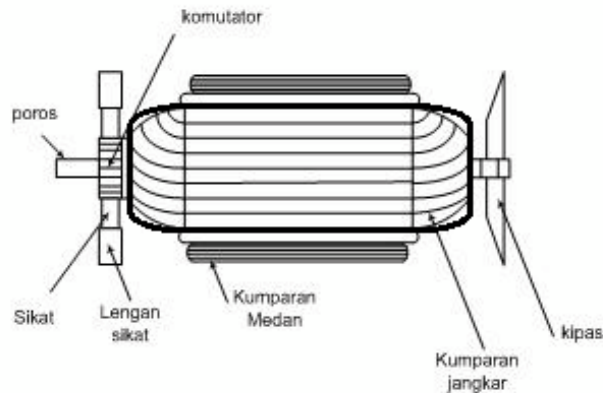
Motor arus searah (motor DC) adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis. Pada prinsip pengoperasiannya, motor arus searah sangat identik dengan generator arus searah. Kenyataannya mesin yang bekerja sebagai generator arus searah akan dapat bekerja sebagai motor arus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

sebuah mesin arus searah dapat digunakan baik sebagai motor arus searah maupun generator arus searah.

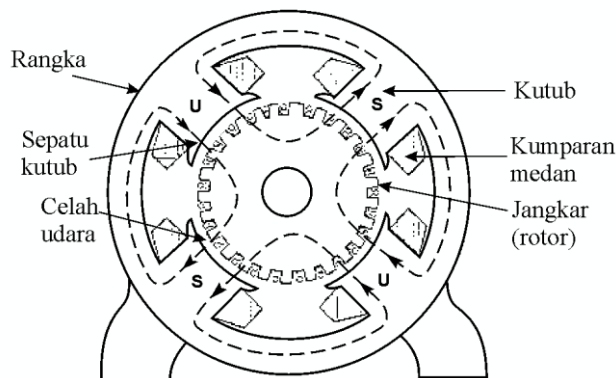
Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian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

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

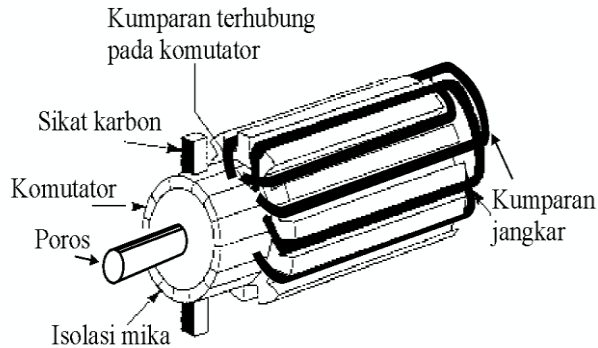
a) Konstruksi Motor Arus Searah (DC)



Gambar 2. 4 Konstruksi Motor Arus Searah



Gambar 2. 5 Konstruksi motor arus searah bagian stator



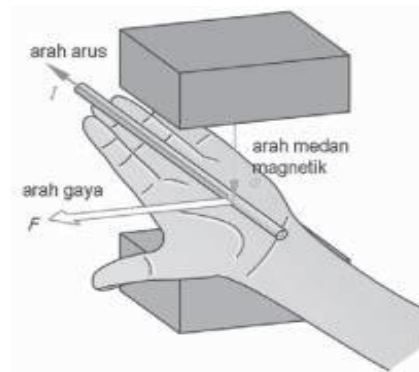
Gambar 2. 6 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor

b) Prinsip Kerja Motor DC

Sebuah motor listrik adalah suatu mesin yang mengubah energi masukan listrik menjadi energi keluaran mekanik, jadi pada dasarnya sebuah mesin arus searah bisa difungsikan sebagai motor atau generator. Bila suatu penghantar yang dialiri arus ditempatkan dalam suatu medan magnet, maka akan timbul gaya yang besarnya $F = B \cdot I \cdot L$ (Nw). Arah gaya F dapat ditentukan berdasarkan hukum tangan kiri Fleming.

Persamaan Gaya sesuai hukum tangan kiri Flamming

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ (Newton)}$$



Gambar 2. 7 Kaidah tangan kiri Fleming

Dimana :

F = Gaya lorenz (Newton)

I = Arus yang mengalir pada konduktor jangkar (Ampere)

B = Kerapatan fluksi (Weber/m²)

l = Panjang konduktor jangkar (m)

Sedangkan torsi yang dihasilkan motor dapat ditentukan dengan:

$$\mathbf{T} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{r}$$

Bila torsi yang dihasilkan motor lebih besar dari pada torsi beban maka motor akan berputar. Besarnya torsi beban dapat dituliskan dengan:

$$T = K \cdot \Phi \cdot I_a$$

$$K = \frac{P \cdot Z}{2\pi a}$$

Dimana : T = torsi (N-m)

r = jari-jari rotor (m)

K = konstanta (bergantung pada ukuran fisik motor)

Φ = fluksi setiap kutub

I_a = arus jangkar (A)

P = jumlah kutub

z = jumlah konduktor

a = cabang paralel

Output Daya Motor DC

$$P_{out} = T_{out} \cdot \omega_m$$

Dimana; P_{out} = Daya

T_{out} = Torsi

ω_m = Kecepatan Sudut

Kecepatan sudut dari motor dapat didefinisikan melalui rumus berikut:

$$\omega_m = n_m \times \frac{2\pi}{60}$$

Dengan n_m adalah jumlah putaran yang dilakukan motor

Effisiensi Motor DC

Seperti halnya dengan mesin listrik lainnya, pada mesin listrik arus searah, effisiensinya dinyatakan sebagai berikut:

$$\eta(\%) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Atau pada motor:

$$\eta(\%) = \frac{\text{HP output} \times 746}{\text{watt input}} \times 100\%$$

$$\eta(\%) = \frac{\text{HP output} \times 746}{(\text{HP input} \times 746) + \text{watt rugi}} \times 100\%$$

Dimana: P_{in} = daya masukan

P_{out} = daya keluaran

$\Sigma Prugi$ = rugi-rugi daya total

c) Rugi-Rugi pada Motor DC

Motor DC menerima daya masukan berupa energi listrik dan menghasilkan daya keluaran berupa energi mekanis. Akan tetapi, tidak seluruh daya masukan ke motor diubah menjadi daya keluaran yang berguna, selalu ada energi yang hilang selama proses pengkonversian energi tersebut.

- Rugi-rugi Tembaga (*Copper Losses*)

Rugi-rugi tembaga adalah rugi-rugi daya yang terjadi di dalam kumparan medan dan kumparan jangkar motor. Karena kawat tembaga kedua kumparan tersebut memiliki nilai resistansi R_f dan R_a , maka jika mengalir arus DC sebesar I_f dan I_a akan menyebabkan kerugian daya yang dihitung dengan persamaan :

$$P_a = I_a^2 \cdot R_a \quad (\text{rugi tembaga di kumparan jangkar})$$

$$P_a = I_a^2 \cdot R_a \quad (\text{rugi tembaga di kumparan medan})$$

I_a = arus jangkar

R_a = resistansi jangkar

I_f = arus medan

R_f = resistansi medan

- Rugi-rugi Inti (*Core or iron Losses*)

Rugi-rugi inti terjadi di dalam jangkar motor DC yang disebabkan oleh perputaran jangkar di dalam medan magnet kutub-kutubnya. Ada dua jenis rugi- rugi inti yaitu (1) rugi *hysteresis* dan (2) rugi arus pusar.

- Rugi *Hysteresis*

Rugi *hysteresis* terjadi di dalam jangkar mesin DC karena setiap bagian jangkar dipengaruhi oleh pembalikan medan magnetik sebagaimana bagian tersebut lewat di bawah kutub-kutub yang berurut.

$$P_h = \eta B_{\max}^{1,6} \cdot fV$$

Dimana : P_h = rugi *hysteresis*

B_{\max} = rapat fluks maksimum di dalam jangkar

f = frekuensi pembalikan magnetic

= $\frac{n \cdot P}{120}$ dimana n dalam rpm dan P = jumlah kutub

V = volume jangkar dalam m³

H = koefisien *hysteresis Steinmentz*

- Rugi Arus Pusing

Sebagai tambahan terhadap tegangan yang diinduksikan di dalam konduktor jangkar, ada juga tegangan yang diinduksikan di dalam inti jangkar. Tegangan ini menghasilkan arus yang bersirkulasi di dalam inti jangkar. Ini disebut sebagai arus pusing (*eddy current*) dan daya yang hilang karena alirannya disebut dengan rugi arus pusing.

- Rugi-rugi Mekanis (*Mechanical Losses*)

Rugi-rugi mekanis di dalam motor DC merupakan rugi-rugi yang berhubungan dengan efek-efek mekanis. Ada dua bentuk dasar rugi-rugi mekanis di dalam motor DC yaitu gesekan dan angin.

Rugi-rugi gesekan adalah rugi-rugi yang disebabkan oleh pergesekan antara permukaan bagian-bagian yang berputar dengan bagian-bagian yang diam dari motor, diantaranya gesekan *bearing* atau bantalan peluru dengan rumah *bearing* atau dengan poros rotor. Sedangkan rugi-rugi angin adalah rugi-rugi yang disebabkan oleh pergesekan antara bagian-bagian motor yang berputar dengan udara di dalam rumah (*casing*) motor.

- Rugi-rugi Sikat (*Brush Losses*)

Jika kumparan jangkar motor DC dialiri arus listrik DC maka sikat- sikatnya juga akan dialiri arus yang sama. Karena sikat memiliki nilai resistansi sikat dan juga tahanan kontak antara permukaan sikat dengan komutator maka terdapat rugi jatuh tegangan pada sikat yang dinyatakan dengan V_{bd} . Jatuh tegangan sikat ini menyebabkan timbulnya rugi-rugi daya sebesar :

$$P_{bd} = V_{bd} \cdot I_a$$

Dimana :

P_{bd}	=	rugi daya akibat jatuh tegangan sikat
I_a	=	arus jangkar
V_{bd}	=	jatuh tegangan sikat

Besarnya nilai jatuh tegangan sikat-sikat pada motor DC hampir konstan dalam rentang arus jangkar yang besar. Maka rugi – rugi sikat dapat dihitung dengan persamaan:
 $P_{bd} = 2 \cdot I_a$

- Rugi-rugi Beban Stray (*Stray Load Losses*)

Rugi-rugi beban *stray* merupakan rugi-rugi yang disebabkan oleh arus pusing di dalam tembaga dan rugi-rugi inti tambahan di dalam besi, yang timbul karena pendistorsian fluks magnetik oleh arus beban (tidak termasuk yang disebabkan oleh jatuh tegangan IR) dan rugi-rugi hubung singkat komutasi.

2.2.5 Propulsor (*Propeler*)

Propulsor atau alat gerak kapal yang fungsinya merubah energi mekanik rotasi dari motor listrik menjadi energi mekanikal translasi vertikal untuk mendorong kapal. Propulsor ini umumnya berupa baling-baling atau propeller.

2.3. Pembebanan Pada Kapal Ikan

- Lampu-lampu
 - a) Lampu Navigasi 24 Volt
 - Lampu tiang
 - Lampu lambung kiri dan kanan
 - Lampu buritan
 - b) Lampu Sorot Dan Lampu Kerja AC-220 Volt
 - Lampu pengumpul ikan kapasitas 400W/220V AC dipasang pada top rumah kemudi
 - Lampu set
 - Lampu-lampu penerangan AC-220V tipe pendant/waterproof
 - Rumah kemudi
 - Ruang ABK
 - Dapur
 - Lampu luar buritan
 - Lampu samping bangunan atas
 - Lampu belakang bangunan atas
 - Ruang mesin
 - Ruang ceruk buritan
- Navigasi dan Komunikasi
 - GPS
 - Fish Finder
 - kompas basah diameter 4"
 - Teropong Binocular
 - Radio komunikasi SSB (*all band*) + antena
- Pompa
- Mesin *Purse Seine*

2.4. Kondisi Operasi Kapal Ikan

2.4.1 Persiapan di Pelabuhan/Darat (*Fishing Base*)

Sebelum meninggalkan fishing base menuju *fishing ground* maka perlu melakukan persiapan pembekalan dan peralatan yang akan digunakan pada saat operasi penangkapan yang harus dipersiapkan secara matang, sehingga pada saat operasi penangkapan dapat berjalan dengan lancar. Adapun persiapan yang dilakukan didarat meliputi : persiapan air tawar, persiapan makanan, persiapan alat tangkap, perawatan harian kapal, pemeriksaan harian baterai, pemeriks dan perawatan lampu, pemeriksaan peralatan navigasi dan komunikasi serta pemeriksaan dan perawatan sekoci.

2.4.2 Pelayaran menuju Daerah Tangkap (*Fishing Ground*)

Pemberangkatan ke lokasi penangkapan biasanya dilakukan pada pagi atau sore hari. Selama \pm 2-3 jam dari darat maka sampai di *fishing ground* atau biasanya nelayan akan sampai di daerah *fishing ground* menjelang siang atau malam hari :

2.4.3 Proses Penangkapan

a) Persiapan Penangkapan

Penyusunan alat tangkap sebelum kapal *purse seiner* (kapal penangkap ikan dengan *purse seine*) merupakan pekerjaan yang harus dikerjakan. Penyusunan jaring di atas dek kapal biasanya disusun pada : samping kiri, samping kanan, atau buritan kapal.

Penempatan alat tangkap di atas kapal ini disesuaikan arah putaran baling-baling kapal. Pada kapal dengan baling- baling kapal putar kiri (dilihat dari buritan kapal) biasanya pukat cincin diletakan di sisi kiri, pada kapal dengan baling- baling putar kanan alat tangkap diletakan di sisi kanan kapal, sedangkan penyusunan di buritan kapal dapat dilakukan pada kapal baling-baling putar kiri maupun kanan.

b) Waktu Penangkapan

Penangkapan dengan *purse seine* biasanya dilakukan pada sore (setelah matahari terbenam sampai dengan pagi hari (menjelang matahari terbit), kadang kala dilakukan siang hari jika berangkat pagi hari.

Waktu penangkapan ini berhubungan dengan berkumpulnya ikan di alat penggumpul ikan (rumpon dan lampu). Pada saat malam ikan-ikan pelagis yang menjadi target penangkapan biasanya kumpul bergerombol di daerah sekitar rumpon, sehingga pada saat ini paling tepat *purse seine* dioperasikan. Tetapi ada pula operasi penangkapan tidak menggunakan rumpon tetapi mencari gerombolan ikan yang ada dengan menggunakan alat bantu pencari ikan/*Fish Finder* yaitu suatu alat yang dapat dipergunakan untuk mengetahui keberadaan gerombolan ikan di dalam laut.

c) Operasi Penangkapan

Adapun syarat daerah penangkapan pengoperasian *purse seine* yaitu :

- bukan daerah yang dilarang menangkap ikan.
- terdapat ikan pelagis yang bergerombol

- perairannya relatif lebih dalam dibandingkan dengan dalamnya jaring

Operasi penangkapan yang membutuhkan rumpon sebagai alat bantu menangkap ikan, maka kapal penangkap tersebut setelah sampai daerah penangkapan yang diinginkan maka rumpon diturunkan ke dalam perairan dan diberi pelampung tanda kemudian ditinggalkan, biasanya nelayan membawa lebih dari satu rumpon. Tetapi ada pula rumpon tidak ditinggalkan, tetapi setelah kapal lego jangkar (menurunkan jangkar) rumpon diturunkan ke dalam air kemudian diikatkan satu buah di haluan di haluan dan satu buah di buritan kapal. Lampu penerangan (listrik atau minyak tanah) dinyalakan di sekeliling kapal sehingga kapal tersebut sangat terang, maksudnya supaya ikan bergerombol di sekitar kapal.

d) Penurunan Alat (*Setting*)

Ikan-ikan akan bergerombol di sekitar rumpon yang diberi penerangan telah terlihat padat maka operasi penangkapan dapat dilaksanakan. Pertama adalah melepas rumpon dari haluan kapal, rumpon yang di buritan dinaikan ke atas kapal. Rumpon yang dilepas dan diberi tanda serta penerangan, kemudian kapal hibob jangkar (menaikan jangkar) menjauhi rumpon sampai dengan jarak yang optimum untuk melingkari gerombolan ikan di sekitar rumpon.

Operasi penangkapan dengan *purse seine* perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Arah angin, yaitu jaring harus di atas, maksudnya jaring berada dimana arah angin datang sedangkan kapal penangkap berada setelah alat tangkap. Sehingga kapal tidak akan masuk ke dalam lingkaran *purse seine*, sebab kapal lebih cepat terbawa angin dibandingkan dengan alat tangkap.
- Arah arus, kebalikan dari arah angin, yaitu kapal harus berada di atas arus sehingga alat tangkap tidak hanyut di bawah kapal, sehingga menyulitkan penarikan alat tangkap ke atas dek kapal.
- Arah pergerakan gerombolan ikan. Jaring harus menghadang arah pergerakan gerombolan ikan sehingga ikan yang telah dilingkari tidak dapat meloloskan diri. Jaring diturunkan di depan gerombolan ikan sehingga setelah selesai *setting* kapal berada di belakang gerombolan ikan.
- Arah datangnya sinar matahari. Operasi penangkapan pada siang hari harus memperhatikan arah datangnya sinar matahari, sebab bila penempatannya tidak sesuai maka gerombolan ikan akan memencar sehingga operasi penangkapan tidak berhasil. Terhadap datangnya sinar matahari alat tangkap harus diletakan sesuai dengan datangnya sinar matahari dan kapal berada berlawanan dengan datangnya sinar matahari.

e) Pengangkatan Alat dan Hasil Tangkapan

- Penarikan badan jaring dimulai dari ujung-ujung sayap, hal ini dilakukan pada *purse seine* yang menggunakan kantong yang di tengah-tengah jaring atau yang ditarik oleh tenaga manusia. Tetapi pada *purse seine* yang ditarik dengan mesin *purse seine*, biasanya kantong dibuat pada

salah satu ujung sayap. Penarikan jaring dilakukan mulai dari ujung sayap yang tidak berkantong. Penarikan dilakukan dengan melepas *ring* dari badan jaring, tetapi pada purse seine yang ditarik manusia cincin tidak dilepaskan.

- Setelah bagian *wing, middle, shoulder* naik keatas kapal, maka ikan ikan terkurung pada bagian bunt yang relatif lebih sempit. Kemudian ikan dinaikan ke atas kapal dengan memaki serok sampai dengan ikan-ikan yang ada di dalam bunt terambil semua.

Ikan hasil tangkapan dicuci bersih dan di simpan ke dalam palkah pendingin. Cara penanganan ikan di atas kapal dapat dilihat pada modul penanganan hasil tangkap.

2.4.4 Kembali ke Darat

Kembali ke darat biasanya dilakukan pada siang hari atau ketika hasil tangkapan sudah mencukupi. Selama \pm 2-3 jam dari daerah penangkapan maka sampai di darat/*fishing base*.

BAB III METODOLOGI

Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah diatas digunakan metode perhitungan dan analisa. Dimana dalam perhitungan yang dilakukan yaitu pemilihan total semua beban yang ada kemudian penentuan baterai dan analisa ekonomis. Dalam perencanaan eksperimen ini menggunakan tahapan-tahapan pengerjaan sebagai berikut :

3.1. Langkah-langkah Pengerjaan

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menyusun tugas akhir ini dilakukan dengan mengikuti tahapan seperti pada penjelasan berikut:

3.1.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang ada untuk kemudian akan dicari penyelesaiannya pada pengerjaan Tugas Akhir ini.

3.1.2 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pendalaman untuk memahami beberapa literatur, buku, serta jurnal mengenai pembebanan pada kapal ikan serta kondisi operasi kapal ikan.

3.2.3 Pengambilan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengambilan data berupa data kapal ikan yang telah dirancang beserta keseluruhan peralatan dalam kapal.

3.2.4 Perhitungan

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan terhadap total pembebanan listrik selama operasi kemudian akan ditentukan pemilihan baterai dan jumlahnya untuk catu daya dari semua total pembebanan listrik selama beroperasi serta total berat kapal.

3.2.5 Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan analisa dan pembahasan terhadap pemilihan baterai dan kelayakan baterai apakah akan mampu memenuhi kebutuhan listrik selama beroperasi serta analisis berat kapal terhadap ruang muat.

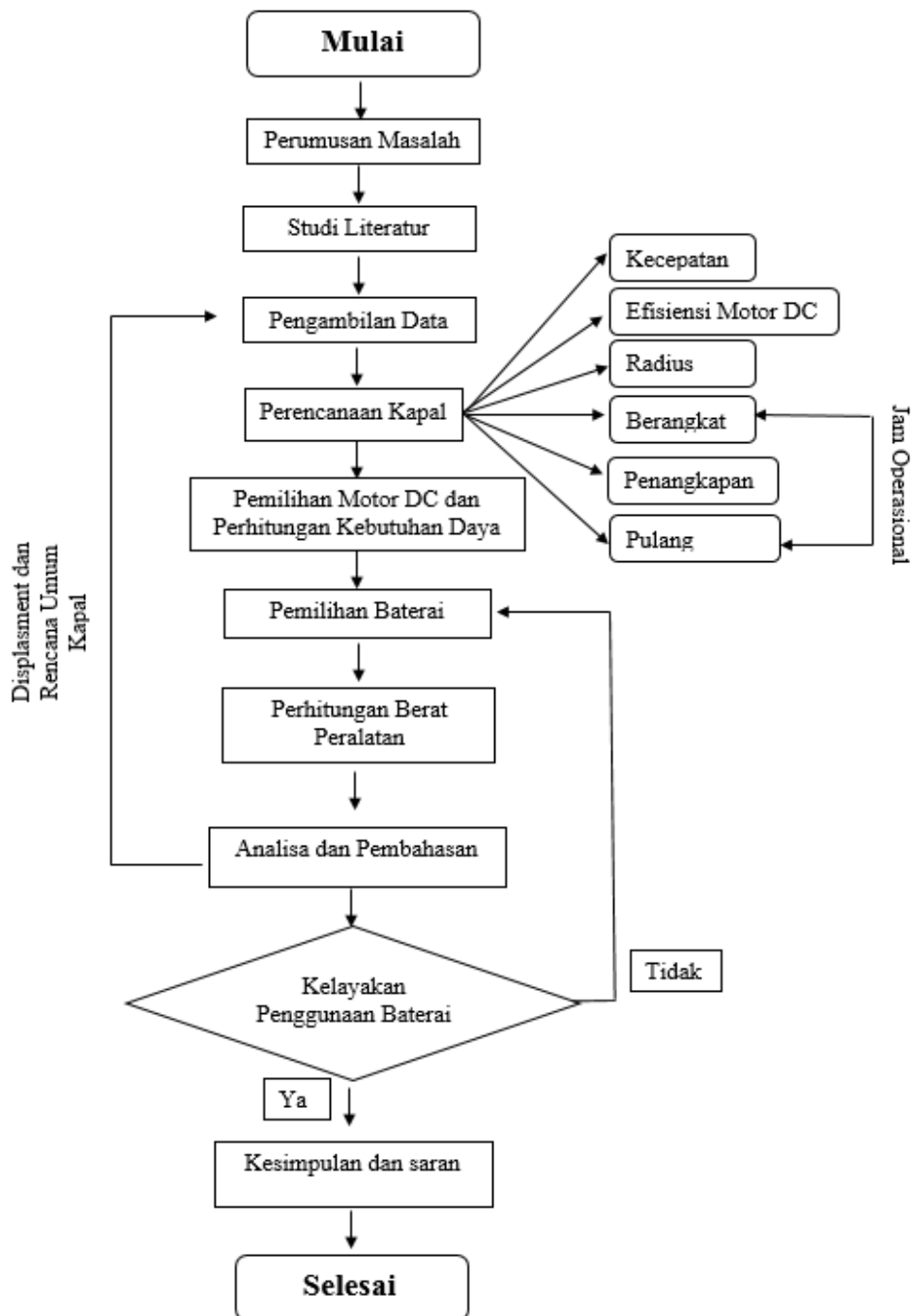
3.2.6 Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisis terhadap total pembebanan listrik dan kelayakan baterai serta kelayakan total muatan kapal, maka dapat ditarik kesimpulan dari hasil penelitian serta saran bagi penelitian yang telah dilakukan.

3.2.7 Penyusunan Laporan

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan laporan sesuai dengan aturan penulisan yang baik dan benar.

Flow Chart Metodologi Penelitian



BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Ukuran Utama Kapal

Kapal yang akan dianalisa adalah kapal ikan berukuran 30 GT dengan peralatan tangkap berjenis *purse seine* dengan dimensi kapal seperti pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Dimensi utama kapal ikan 30 GT

Tipe Kapal	Fishing Vessel	
Panjang (Lwl)	21.5	m
Panjang (Lpp)	19	m
Lebar (B)	5	m
Tinggi geladak (H)	1.6	m
Sarat air (T)	1.1	m
Kecepatan dinas (Vs)	9	knot
Coeff. Prismatic (Cp)	0.712	
Coeff. Block (Cb)	0.568	
Coeff Midship (Cm)	0.799	

4.2. Perhitungan Perencanaan Waktu Operasi Kapal

- A. Waktu proses penangkapan ikan kapal 30 GT dan penggunaan Motor DC dalam 1 Trip.

Kapal ikan direncanakan beroperasi dengan system sehari sekali berlayar atau *one day trip*.

Berangkat pagi antara pukul 07.00, waktu perjalanan dari *Fishing Base* ke *Fishing Ground* (+/-) 1 jam. Berdasarkan buku Petunjuk Praktis Bagi Nelayan (*Fisherman's Workbook*) oleh J. Prado dan P.Y. Dremiere serta hasil survey dan pengamatan dari para nelayan daerah Indonesia, maka direncanakan pola operasional kapal sebagai berikut:

1. *Searching* = 30 menit
2. Di *Fishing Ground* yaitu *Setting-Hauling* untuk penangkapan pertama
 - a. Menebar jarring (*Setting*) secara melingkar 20 menit
 - b. Penarikan jaring (*Hauling*) selama 40 menit, motor DC OffSehingga total motor DC bekerja dalam sekali penangkapan ialah 50 menit

3. Selanjutnya dilakukan penangkapan kedua dan seterusnya sebanyak 4 kali. Sehingga total penggunaan Motor DC = 6 jam (3.5 jam penangkapan + 2,5 jam waktu pergi dan pulang)
4. Penggunaan Mesin Purse Seine +/- 40 menit x 4 kali = 2.5 jam

B. Istirahat dan makan siang 0.5 jam

Maka total lama perjalanan dalam 1 trip adalah 9 jam

Pulang di sore hari sekitar pukul 16.00 selama +/- 1,5 jam. Dalam perjalanan seluruh awak sembari membeda-bedakan hasil tangkapan untuk di lelang sore hari di tempat pelelangan ikan di pelabuhan.

4.3. Perhitungan Pembebanan pada Kapal

A. Pembebanan pada Motor DC

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *software Maxsurf*, didapatkan hasil perhitungan tahanan dan daya seperti pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Tahanan dan daya kapal berdasarkan simulasi *Maxsurf*

Speed	Froude No.	Froude No.	Holtrop	Holtrop
(kn)	LWL	Vol.	Resist. (N)	Power (kW)
0	0	0	--	--
0.75	0.027	0.062	36.38	0.026
1.5	0.053	0.124	131.45	0.184
2.25	0.08	0.185	279.7	0.589
3	0.106	0.247	478.7	1.343
3.75	0.133	0.309	728.38	2.555
4.5	0.159	0.371	1037.92	4.369
5.25	0.186	0.432	1440.11	7.072
6	0.213	0.494	2002.7	11.239
6.75	0.239	0.556	2840.11	17.931
7.5	0.266	0.618	3984.23	27.95
8.25	0.292	0.68	5924.51	45.718
9	0.319	0.741	8775.57	73.874

Dari hasil penghitungan simulasi *Maxsurf*, didapatkan daya motor DC sebesar 73.874 kW saat kecepatan dinas kapal yaitu 9 knot.

Sesuai dengan hasil simulasi dengan menggunakan *software Maxsurf*, maka akan digunakan motor DC dengan daya minimal 73.874 kW.

Spesifikasi Motor DC yang dipilih ialah:

Merk :Siemens 1HQ6 Size 180

RPM : 2000

Daya : 75 kW

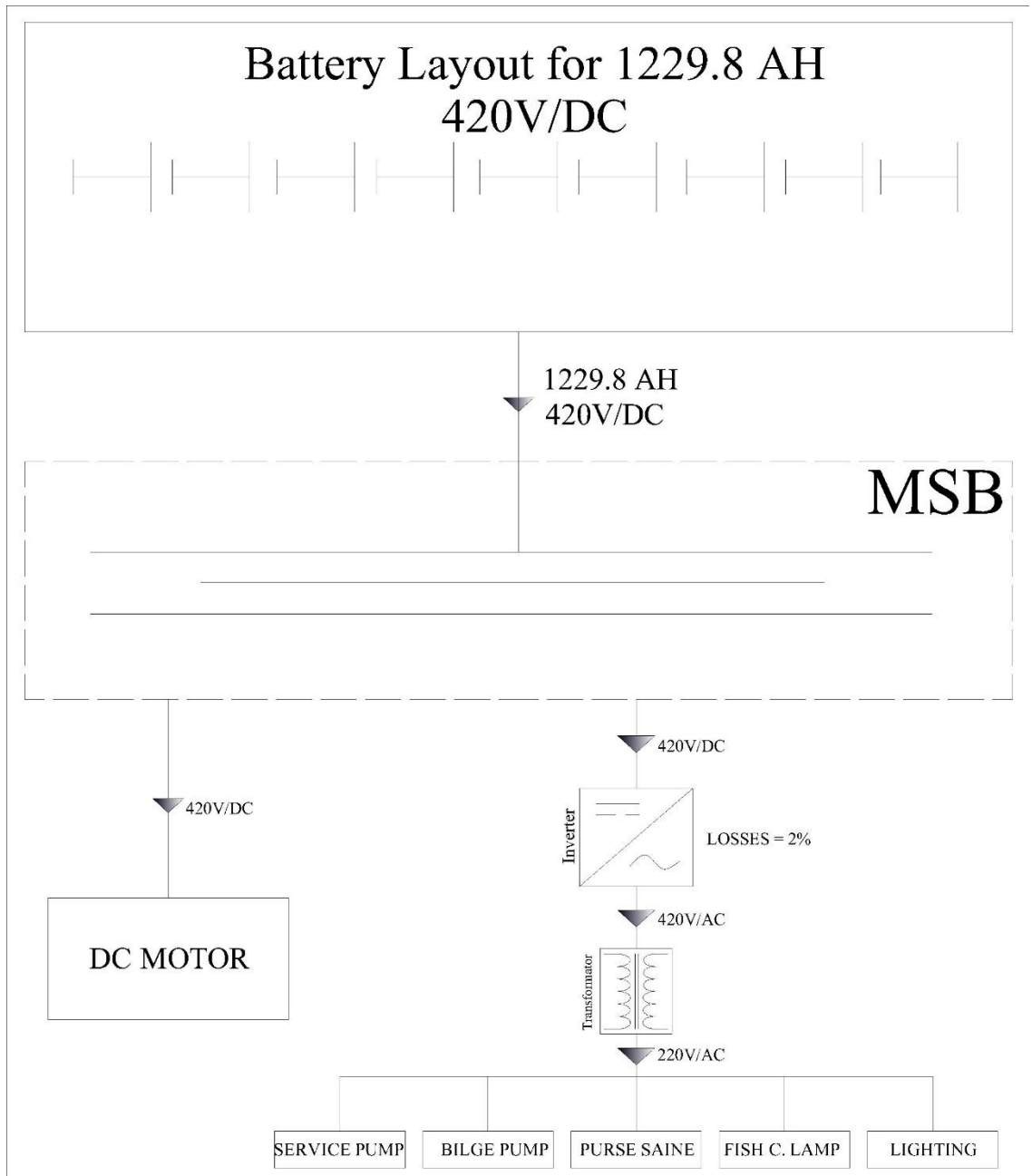
Berat : 0,54 ton

B. Pembebanan utama pada konsumsi daya di kapal

Pembebanan utama kapal ialah pembebanan yang memiliki kapasitas beban yang besar dan langsung di *supply* oleh baterai sebagai sumber daya utama seperti pada tabel 4.3 dan skema pembagian daya pada kapal seperti pada Gambar 4.1 berikut:

Tabel 4. 3 Beban total pada kapal ikan

No.	Name	Unit	Power (kW)	Voltage (Volt)	Current (Ampere)	Time Operation	I*t
1	Service Pump 1.5 kW 220V/AC (Ebara 65x60 FS4JA)(*)	1 unit	1,53 kW	420	3.64	1	3.64
2	Bilge Pump 1.5 kW 220V/AC (Ebara 65x60 FS4JA)(*)	1 unit	1,53 kW	420	3.64	1	3.64
3	Purse Seine Machine 23 kW 220V/AC(*)	1 unit	23,5 kW	420	55.95	2.5	139.875
4	Fish Collecting Lamp 4 kW 220V/AC(*)	10 Bh	4,1 kW	420	9.76	1	9.76
5	Lighting 0.6 kW 220V/AC (*)	15 Bh	0.61 kW	420	1.45	1	1.45
6	DC Motor	1 unit	75 kW	420	178.57	6	1071.429
Total Daya Utama 420V/DC (AH)							1229.794
Nb: (*)= Design with Inverter (DC to AC) and Transformator							
1	Navigation Lamp	4 unit	240 W	24	10	1	10
2	Emergency Lamp	1 unit	60 W	24	2.5	1	2.5
3	Radio Communication	1 unit	25 W	24	1.05	9	9.45
Total Daya Tambahan 24V/DC (AH)							21.95



Gambar 4. 1 Wiring diagram pembagian daya

Dari hasil yang didapatkan dari perhitungan diatas maka dapat ditentukan kebutuhan daya utama yang akan digunakan dalam satu kali pelayaran ialah pada tegangan 420V/DC sebesar 1229.794 Ah. Sesuai dengan prinsipnya, system propulsi elektrik dirancang dengan menggunakan konsumsi daya sehemat mungkin, sehingga tidak melakukan pemborosan pada sumber daya yang ada.

4.4. Perhitungan Berat Peralatan dan *Payload*

A. *Displasment* Kapal pada tiap perubahan *Draft* kapal

Berdasarkan perhitungan menggunakan *software Maxsurf*, maka didapatkan nilai dari berat *Displasment* setiap perubahan *Draft* kapal seperti pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4. 4 *Displasment* kapal setiap perubahan *Draft*

	Draft Kapal (m)					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Displacement (kg)	1327	4890	9702	15169	21109	27465
Draft at FP (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Draft at AP (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6

	Draft Kapal (m)					
	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2
Displacement (kg)	34184	41252	48652	56386	64453	72850
Draft at FP (m)	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2
Draft at AP (m)	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2

B. Perhitungan jumlah baterai

Sistem propulsi elektrik dalam rancangan ini akan menggunakan sumber daya hanya dari baterai. Maka akan dipilih baterai yang tepat dan efisien baik dari segi kapasitas, berat dan luasnya. Tabel 4.5 memaparkan jenis-jenis baterai yang bisa dipilih:

Tabel 4. 5 Jenis-jenis baterai

No	Nama	Keterangan			
		Capacity (AH)	Voltase (Volt)	Berat (kg)	Dimensi (mm)
1	Deep Blue Sealed Type: Gel	220	24	77.1	561 X 265 X 286
2	Smart Battery Type: Lithium Ion	300	48	179.6	740 X 411 X 447
3	Luminous ILTT 26060 Type: Tubuler	220	12	50	503 X 189 X 362
4	Lit/24-200 Type: Lithium Ion	200	24	62	605 X 155 X 490
5	MDL 2-250H Type: Lead Acid	250	24	180	624 X 192 X 627
6	NSB/210FT BLUE+ Type: Pure Lead	216	12	69	560 X 126 X 328

Dengan diketahuinya kebutuhan daya selama 1 kali (trip) perjalanan yaitu **9 jam**, maka dapat ditentukan berapa jumlah baterai yang akan digunakan.

Dari berbagai jenis baterai, tiap baterai memiliki kapasitas dan *voltage* yang berbeda-beda, sehingga untuk mendapatkan kapasitas dan *voltage* yang sama/seimbang terhadap beban maka dilakukan cara menggunakan rangkaian parallel dan rangkaian seri pada baterai agar tercapai kapasitas dan *voltage* yang sama/seimbang.

Rangkaian seri baterai berfungsi untuk meningkatkan tegangan (*voltage*) output baterai namun kapasitas yang tetap sama. Sedangkan rangkaian parallel baterai berfungsi untuk meningkatkan kapasitas baterai namun untuk tegangan (*voltage*) akan tetap sama. Sehingga dengan menggabungkan kedua rangkaian ini dapat meningkatkan tegangan (*voltage*) dan kapasitas baterai.

Adapun perhitungan kebutuhan baterai untuk system propulsi elektris ditampilkan pada tabel 4.6.

C. Penggunaan baterai pada beban utama kapal

Tabel 4. 6 Kebutuhan baterai pada beban utama

No	Name	Information							
		Capacity (AH)	Voltage (Volt)	Weight (kg)	The Use of Battery				Dimension (mm)
					Seri	Parallel	Total	Total Weight (kg)	
1	Deep Blue Sealed Type: Gel	220	24	77.1	18	6	108	8327	4770 X 3366 X 286
2	Smart Battery Type: Lithium Ion	300	48	179.6	9	4	36	6466	3700 X 2960 X 447
3	Luminous ILTT 26060 Type: Tubuler	220	12	50	35	6	210	10500	6510 X 3018 X 362
4	Lit/24-200 Type: Lithium Ion	200	24	62	18	7	126	7812	2790 X 4235 X 490
5	MDL 2-250H Type: Lead Acid	250	24	180	18	5	90	16200	3360 X 3120 X 627
6	NSB/210FT BLUE+ Type: Pure Lead	216	12	69	35	6	210	14490	4410 X 3360 X 328

D. Perhitungan *Light Weight Tonnage* (LWT) awal pada kapal ikan 30GT dengan system propulsi mekanis

LWT(*Light Weight Tonnage*) adalah berat total dari berat permesinan serta konstruksi kapal itu sendiri.

a. Perhitungan Displasment kapal

Sesuai dengan rancangan kapal ikan dengan menggunakan software Maxsurf maka diketahui bahwa berat displasment kapal adalah 64.453 ton.

b. Perhitungan DWT kapal

Sesuai dengan rancangan awal pada kapal ikan diketahui bahwa:

i. *Payload*

Payload merupakan kapasitas cargo atau penumpang yang dapat diangkut oleh kapal. Berat *payload* diusahakan semaksimal mungkin agar dapat memuat muatan yang banyak sehingga keuntungan yang diperoleh besar.

Maka *Payload* awal = 39.52 ton

ii. W_{total}

Perhitungan W_{total} didapat dari berat air tawar, berat bahan makanan, berat *crew* serta berat tambahan.

1. Kebutuhan Air Tawar

Kebutuhan air untuk makan dan minum /orang 1 hari antara 10-20kg/orang/hari.

Diambil 20 kg/orang/hari

Cfwd =	20	kg/orang/hari	=	0.020	ton/orang/hari
Waktu pelayaran (t)	=	1	hari		
Jumlah ABK (Tc)	=	20	orang		
Cfwd (keb Air untuk minum)	=	15	kg/org/hri		
				0.015	ton/org/hri
cfws (keb Air untuk mandi dan cuci)	=	150	kg/org/hri		
				0.15	ton/org/hri

$$\begin{aligned}
 W_{FWD} &= n \times (t) \times C_{FWD} \\
 &= 20 \times 1 \times 0,015 \\
 &= \mathbf{0.30} \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Jadi, total kebutuhan air tawar untuk makan dan minum didapat :

$$W_{FWD \text{ Tot}} = \mathbf{0.30} \text{ ton}$$

2. Kebutuhan Bahan Makanan

Kebutuhan makanan /orang 1 hari antara 4-6 kg/orang/hari.

Maka berat total bahan makanan

$$= 100 \text{ kg/hari} \quad 0.1 \text{ ton}$$

3. Berat *Crew* dan Barang Bawaan

Berat rata-rata orang dewasa 60-70 kg dan rata-rata barang bawaan untuk 1 hari adalah 1 kg.

Jadi berat total *Crew* dan barang bawaan adalah

$$\begin{aligned}
 &= (65 \text{ kg} \times \text{jumlah crew}) + (1 \text{ kg} \times \text{jumlah crew}) \\
 &= 1320 \text{kg} = 1.32 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

4. Berat Cadangan (W_r)

Terdiri dari peralatan di gudang ataupun barang-barang tambahan yang tak terduga, yang mana nilainya berkisar 0.5 % -1.5 % dari berat displasmen :

$$\begin{aligned} W_r &= 0.5\% \times \Delta \\ &= 0.5\% \times 64.453 \text{ ton} \\ &= 0.32 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } W_{\text{total}} &= W_{\text{FWD Tot}} + W_{\text{Food}} + W_{\text{CP}} + W_r \\ &= 0.30 \text{ ton} + 0.11 \text{ ton} + 1.32 \text{ ton} + 0.32 = 2.04 \text{ ton} \end{aligned}$$

5. Berat bahan bakar = 2 ton

6. Berat air tawar = 1 ton

Sehingga berat DWT adalah

$$\begin{aligned} \text{DWT} &= \text{Payload} + W_{\text{total}} + \text{berat bahan bakar} + \text{berat air tawar} \\ &= 39.52 \text{ ton} + 2.04 \text{ ton} + 2 \text{ ton} + 1 \text{ ton} \\ &= 44.56 \text{ ton} \end{aligned}$$

iii. Perhitungan LWT

Untuk mendapatkan berat LWT dapat diketahui dari hasil perhitungan diatas yang berupa :

Displasment = 64.453 ton

Payload = 39.52 ton

W_{total} = 2.04 ton

Bahan bakar = 2 ton

Air tawar = 1 ton

Berat *machinery* = 0,3 ton

Maka berat LWT dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

Displasment = DWT + LWT

LWT = Berat Displasment – DWT

= Berat Displasment – (Payload + W_{total} + bahan bakar + air tawar)

= 64,453 ton -44.56 ton

= 19.893 ton

Setelah didapatkan berat dari LWT maka selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap berat konstruksi kapal

LWT = Berat *machinery* + berat konstruksi kapal

Berat konstruksi = LWT-Berat *machinery*

= 19.893 ton – 0,3 ton = 19,593 ton

E. Perhitungan LWT kapal menggunakan system propulsi elektrik

Berat LWT kapal pada system propulsi elektrik berbeda dengan system propulsi mekanis. Hal ini dikarenakan penggunaan baterai sebagai sumber daya utama. Sehingga

dengan adanya perbedaan berat setiap tipe baterai ini, mengakibatkan adanya perbedaan atau variasi terhadap berat LWT dan *Payload* yang baru.

a. Perhitungan Displasment kapal

Sesuai dengan rancangan kapal ikan dengan menggunakan software Maxsurf maka diketahui bahwa berat displasment kapal adalah 64.453 ton.

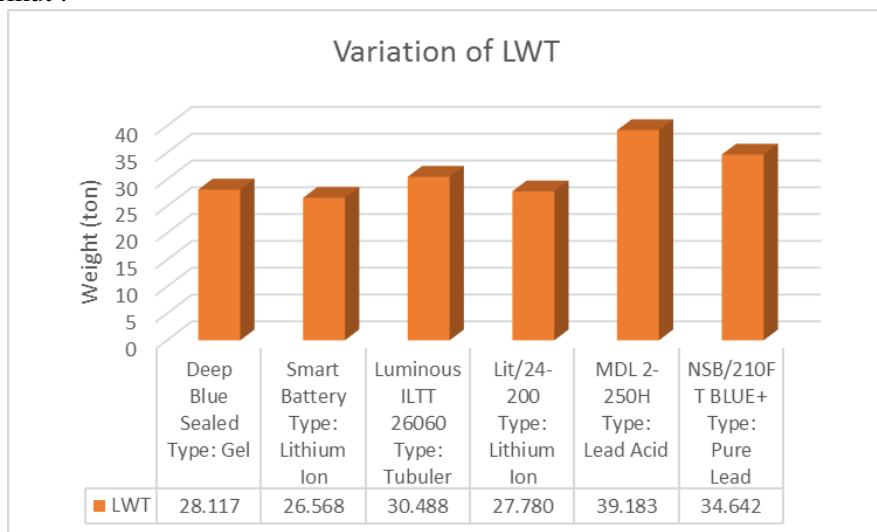
b. Perhitungan LWT dengan system propulsi mekanis

- i. Berat konstruksi = 19.593 ton
- ii. Berat Machinery = 0.3 ton
- iii. Berat baterai = "tabel 4.6"

Untuk mendapatkan berat LWT pada system propulsi elektrik dapat diketahui pada perhitungan berikut:

$$\text{LWT} = \text{Berat konstruksi} + \text{berat machinery} + \text{berat baterai}$$

Maka hasil dari nilai variasi berat LWT untuk lebih lengkap ditampilkan pada Gambar 4.2 berikut :



Gambar 4. 2 Variasi berat LWT pada setiap jenis baterai

c. Perhitungan berat DWT

i. W_{total}

Perhitungan W_{total} didapat dari berat air tawar, berat bahan makanan, berat *crew* serta berat tambahan.

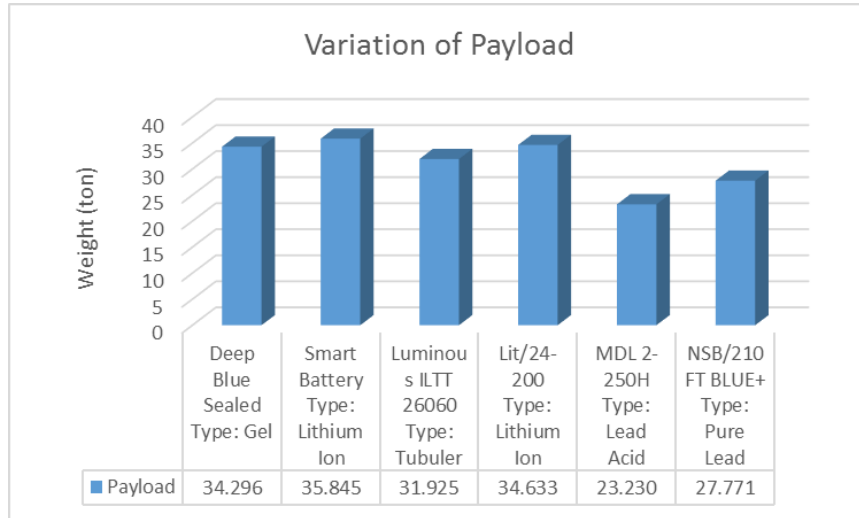
$$\begin{aligned} \text{Maka } W_{total} &= W_{FWD\ Tot} + W_{Food} + W_{CP} + W_r \\ &= 0.30 \text{ ton} + 0.11 \text{ ton} + 1.32 \text{ ton} + 0.32 = 2.04 \text{ ton} \end{aligned}$$

ii. Perhitungan *payload* system propulsi elektrik

Untuk mendapatkan berat *payload* pada system propulsi elektrik dapat diketahui pada perhitungan berikut:

$$\text{Payload} = \text{Displasment} - W_{total} - \text{LWT}$$

Hasil variasi *payload* untuk lebih lengkap ditampilkan pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 Variasi berat *Payload* pada setiap perubahan LWT

4.5. Perhitungan Kajian Ekonomis

Perhitungan kajian ekonomis pada penelitian kali ini meliputi perhitungan biaya pembuatan kapal baru, biaya baterai, biaya pengeluaran serta nilai BEP (*Break Even Point*) yang artinya titik impas di mana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang.

4.5.1. Biaya Pembuatan Kapal Baru

Pada pembiayaan kapal baru yang tertera masih menggunakan motor diesel, pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 tidak termasuk dengan biaya baterai yang akan digunakan karena perlu dilakukan analisa terkait keuntungan dan kerugian.

Tabel 4. 7 Total biaya pembuatan kapal baru

NO	JENIS KEGIATAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
A	TOTAL KONSTRUKSI LAMBUNG	Rp 382,709,520
B	TOTAL KONSTRUKSI GELADAK	Rp 104,451,910
C	TOTAL BANGUNAN ATAS	Rp 43,289,100
D	TOTAL JOINER WORK	Rp 87,829,600
E	TOTAL HULL FITTING	Rp 115,729,487
F	TOTAL MACHINERY (TANPA BATTERY)	Rp 541,865,000
G	TOTAL SHIP SYSTEM	Rp 2,875,700
H	TOTAL PERLISTRIKAN	Rp 31,572,600
I	TOTAL INVENTARIS/PERLENGKAPAN	Rp 409,322,915
J	TOTAL PENGECETAN	Rp 10,103,722

Tabel 4. 8 Rangkuman biaya pembuatan kapal baru

I	JUMLAH BIAYA MATERIAL DAN UPAH TENAGA KERJA	Rp	1,729,749,553
II	JUMLAH BIAYA OVERHEAD PRODUKSI	Rp	139,980,000
III	JUMLAH BIAYA OVERHEAD UMUM	Rp	85,000,000
JUMLAH SELURUH BIAYA		Rp	1,954,729,553
PPN 10%		Rp	195,472,955
HARGA 1 (SATU) UNIT		Rp	2,150,202,508

6.5.2. Analisa Investasi Awal

A. Biaya investasi untuk baterai dan charger

Biaya untuk pengadaan baterai yang tertera pada tabel sangat dipengaruhi oleh tipe (jenis) baterai serta besarnya tegangan dan kapasitasnya. Daftar harga baterai dan charger dapat dilihat pada tabel 4.9 dan tabel 4.10 dibawah:

Tabel 4. 9 Total biaya investasi untuk pengadaan baterai

No	Type of Battery	Capacity (AH)	Voltage (Volt)	Total of Battery	Unit Price (Rp)	Total Price (Rp)
1	Deep Blue Sealed Type: Gel	220	24	108	8.021.400	IDR 866,311,200
2	Smart Battery Type: Lithium Ion	300	48	36	208.572.000	IDR 7,508,592,000
3	Luminous ILTT 26060 Type: Tubuler	220	12	210	3.934.240	IDR 826,190,400
4	Lit/24-200 Type: Lithium Ion	200	24	126	28.077.000	IDR 3,537,702,000
5	MDL 2-250H Type: Lead Acid	250	24	90	15.500.000	IDR 1,395,000,000
6	NSB/210FT BLUE+ Type: Pure Lead	216	12	210	6.992.000	IDR 1,468,320,000

Tabel 4. 10 Total biaya investasi untuk battery charger

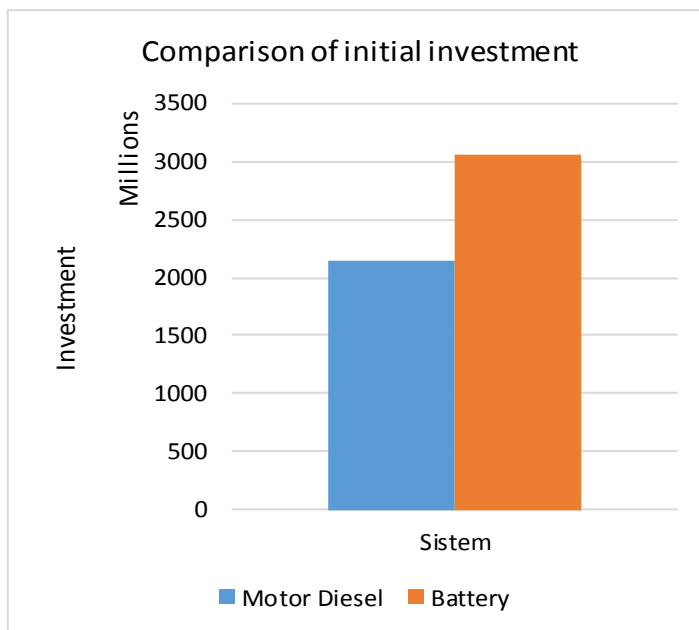
No	Jenis	Power	Input Voltage	Output Voltage	Effisiensi	Jumlah	Harga
1	BC Series Air-Cooled EV Battery Charger	3 kW	100-240 VAC	112-225 VDC 225-450 VDC	92%	4	54.000.000

Setelah melakukan analisa tingkat keefektifan dan keefisienan terhadap ke enam jenis baterai sebagaimana pada tabel diatas , maka dapat disimpulkan dan dipilih jenis baterai yang akan dipilih. Pemilihan baterai ini didasarkan juga didasarkan pada besar kecilnya biaya yang perlu diinvestasikan serta toleransi terhadap besar *payload*. Sehingga baterai yang dipilih adalah:

- Nama : Deep Blue Sealed
- Type : Gel
- Kapasitas : 220 Ah
- Tegangan : 24 Volt
- Jumlah baterai :108 buah
- Harga : Rp. 866.311.200

B. Perbandingan investasi awal menggunakan motor diesel dengan menggunakan baterai

Pada analisa ini akan dibahas nilai investasi pada masing-masing system. Berikut analisa untuk investasi awal masing-masing system.



Gambar 4. 4 Grafik perbandingan investasi awal

Dari Gambar 4.4 diatas diketahui bahwa nilai investasi awal kedua system memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Untuk nilai investasi awal dari system yang menggunakan motor diesel jauh lebih murah dibandingkan dengan system propulsi elektris menggunakan baterai. Seperti pada tabel 4.11 berikut:

Tabel 4. 11 Perbandingan nilai investasi awal

No.	Sistem	Nilai Investasi
1	Motor Diesel	Rp. 2.150.202.508
2	Baterai	Rp. 3.070.513.708

6.5.3. Analisa Perbandingan Biaya Pengeluaran Dalam Setahun

- A. Perhitungan biaya pengeluaran bahan bakar pada system menggunakan motor diesel

Perhitungan biaya bahan bakar ini mengacu pada data kapal ikan 30GT yang menggunakan motor diesel sebelum dimodifikasi dengan menggunakan system propulsi elektrik (data utama kapal secara lengkap terlampir). Berikut perhitungan untuk biaya konsumsi bahan bakar dalam setahun:

Panjang kapal (L_{wl}) : 21.5 m

Panjang kapal (L_{pp}) : 19 m

Lebar (B) : 5 m

Tinggi geladak (H) : 1.6 m

Sarat air (T) : 1.1 m

Kecepatan dinas (V_s) : 9 knot

Main Engine (Diesel) : 80 kW

Konsumsi bahan bakar : 2 ton/minggu (berlayar 5 hari dalam seminggu)

Sehingga, konsumsi bahan bakar dalam setahun dapat dihitung seperti pada hasil perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total bahan bakar} &= \text{Konsumsi bahan bakar sekali berlayar} \times \\ &52 \text{ minggu dalam setahun} \\ &= 2 \text{ ton/minggu} \times 52 \text{ minggu} \\ &= 104 \text{ ton} \end{aligned}$$

Maka, biaya pengeluaran bahan bakar dalam setahun dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Cost bahan bakar} &= \text{Total bahan bakar} \times \text{harga bahan bakar} \\ &= 104 \text{ ton} \times 390.5 \text{ USD/ton}^* \\ &= 40.612 \text{ USD} \\ &= \text{Rp. } 543.347.948 \text{ /tahun} \end{aligned}$$

*Harga solar = 390.5 USD/Ton (*sumber : www.bunkerindex.com*)

- B. Perhitungan biaya listrik dalam pengisian baterai pada system propulsi elektrik menggunakan baterai

Perhitungan biaya tarif listrik ini mengacu pada tarif listrik yang ditetapkan oleh Menteri ESDM per Juli 2017. Berikut perhitungan untuk biaya tarif listrik dalam setahun :

Penentuan tarif dan daya listrik PLN

Tegangan = 420 Volt

Total beban = 1229.8 Ah

Perencanaan lama pengisian = 12 jam

$$\begin{aligned} \text{Arus} &= \text{Total beban/waktu pengisian} \\ &= 1229.8 \text{ Ah/12h} \\ &= 102.5 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka daya listrik yang dibutuhkan dari PLN ialah

$$\begin{aligned} \text{Daya listrik} &= \text{Tegangan X Arus} \\ &= 420 \text{ Volt X } 102.5 \text{ A} \\ &= 43.050 \text{ VA} = 43 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa daya listrik yang dibutuhkan dari PLN adalah daya listrik dengan daya minimum 43 kVA.

Tabel 4. 12 Penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik

**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 kVAh (Rp/kVAh)	
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 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVAh = 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 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 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 (kVAh) 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.

Dari tabel diatas dapat dipilih golongan tarif yang sesuai dengan daya minimum yang dibutuhkan. Maka tarif yang sesuai ialah golongan tarif R-3/TR dengan batas daya 6,6 kVA-200kVA dengan tarif harga Rp. 1.467,28/kWh.

$$\begin{aligned} \text{Total daya selama pengisian} &= \text{Tegangan X Ampere X Power Faktor} \\ &= 420 \text{ Volt X } 102.5 \text{ A X } 0.8 \\ &= 34400 \text{ W} = 34,4 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan daya saat pengisian} &= \text{Total daya X lama pengisian} \\ &= 34.4 \text{ kW X } 12 \text{ jam} \\ &= 422.8 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost tarif listrik harian} &= \text{Penggunaan 1 hari X Tarif listrik} \\ &= 422.8 \text{ kWh X Rp. } 1.467,28/\text{kWh}^* \\ &= \text{Rp. } 637.858 \end{aligned}$$

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

Maka dalam setahun biaya listrik untuk pengisian dapat dihitung seperti perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pelayaran dalam setahun} &= 5 \text{ kali dalam seminggu X } 52 \text{ minggu} \\ &= 260 \text{ kali berlayar (260 hari)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost pengisian baterai per tahun} &= \text{Biaya listrik harian X Jumlah berlayar} \\ &= \text{Rp. } 637.858 \text{ X } 260 \\ &= \text{Rp. } 179.466.939 \\ &= \text{Rp. } 180.000.000 \text{ (pembulatan)} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari kedua system dapat disimpulkan ke dalam sebuah tabel 4.13 berikut:

Tabel 4. 13 Rangkuman biaya operasional

No.	Sistem	Biaya Operasional
1	Motor Diesel	Rp. 543.347.948
2	Baterai	Rp. 180.000.000

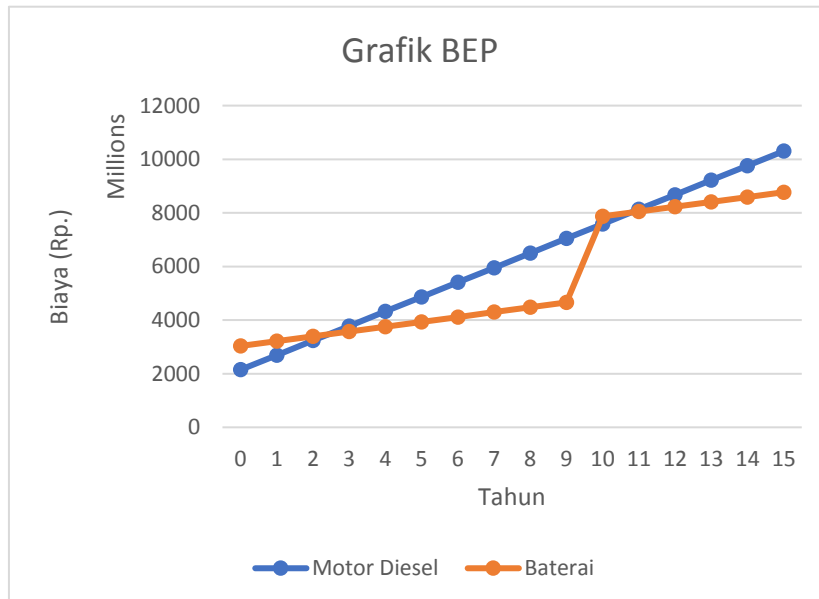
6.5.4. Analisa BEP (*Break Even Point*)

BEP merupakan singkatan dari *Break Even Point* yang memiliki pengertian dasar berupa titik impas di mana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. Pada analisis system propulsi listrik ini analisa BEP diperlukan agar biaya investasi serta biaya operasional tiap tahun dari perbandingan beberapa system dapat menunjukkan titik impas ataupun seimbang dari nilai investasi dan biaya operasional masing-masing. Sehingga dari hasil ini akan didapatkan titik perpotongan yang merupakan titik impas yang menunjukkan bahwa pada titik tersebut biaya investasi dan biaya operasional dari beberapa system seimbang atau tidak mengalami untung ataupun rugi.

Tabel 4.14 berikut merupakan data nilai investasi dan akumulasi biaya operasional tiap tahun selama 15 tahun.

Tabel 4. 14 Akumulasi nilai investasi awal dengan biaya operasional tiap tahun

Tahun ke-	Biaya	
	Motor Diesel	Baterai
0	2150202508	3070513708
1	2693550456	3250513708
2	3236898404	3430513708
3	3780246352	3610513708
4	4323594300	3790513708
5	4866942248	3970513708
6	5410290196	4150513708
7	5953638144	4330513708
8	6496986092	4510513708
9	7040334040	4690513708
10	7583681988	7941027416
11	8127029936	8121027416
12	8670377884	8301027416
13	9213725832	8481027416
14	9757073780	8661027416
15	10300421728	8841027416

Gambar 4. 5 Grafik BEP (*Break Even Point*)

Dari grafik BEP seperti Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa kurva system dengan menggunakan motor diesel dan kurva system propulsi elektrik memiliki titik perpotongan diantara tahun ke-2 dan ke-3. Titik perpotongan pada grafik ini menandakan bahwa nilai investasi system propulsi elektrik yang lebih besar daripada nilai investasi system dengan motor diesel telah mencapai keseimbangan yang berarti tidak mengalami keuntungan dan kerugian. Artinya, nilai investasi system propulsi elektrik yang besar dapat kembali dalam waktu kurang dari 3 tahun.

Setelah didapatkan waktu hingga mencapai titik seimbang, maka untuk waktu (tahun) selanjutnya dapat disimpulkan bahwa system propulsi listrik menjadi lebih ekonomis dan menguntungkan dalam waktu 10 tahun (*battery life time*) hingga masa pergantian baterai baru kembali.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa teknis dan kajian ekonomis terhadap system propulsi elektrik pada kapal ikan 30 GT, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan system propulsi elektrik yang menggunakan sumber daya dari baterai lebih menguntungkan dibandingkan dengan system propulsi mekanis yang menggunakan motor diesel dimana total biaya pengeluaran untuk system propulsi mekanis lebih besar daripada system propulsi elektrik.

5.2. Saran

1. Dilakukan perhitungan pada kapal penangkap ikan yang berukuran lebih besar sehingga di dapat perbedaan harga yang lebih signifikan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

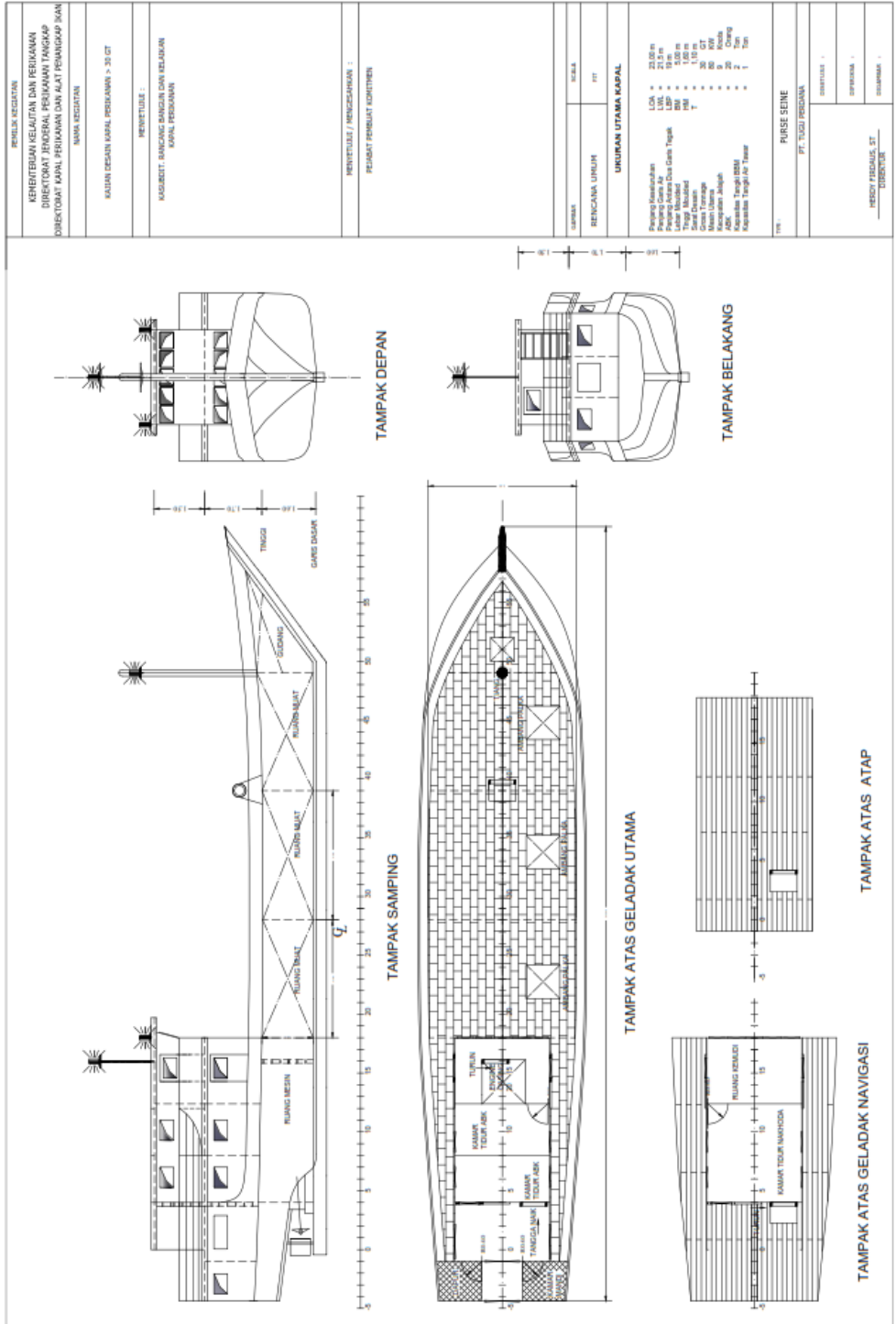
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nova Scotia Boat Builders Association; [2015]; “Review of All-Electric and Hybrid-Electric Propulsion Technology for Small Vessel”; Canada.
- [2] Spagnalo, G, Schirripa, Papalilo, D., Martocchia, D; [2011]; “Eco Friendly Electric Propulsion Boat”;2011 IEEE
- [3] Musta’in, Muhammad, dkk; [2009]; “Analisa Teknis Perancangan Floating Recharge Untuk Kapal Nelayan Di Daerah Cilacap”; Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi IX; Surabaya.
- [4] Nasution, A. R. H. [2011]; ”Pengaruh Metode Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Pengaturan Tahanan Jangkar Terhadap Efisiensi Motor DC SHUNT”; 2011. Sumatera Utara
- [5] Nasution, A. R. H. [2011]; “Motor Arus Searah”; Retrieved Januari 12, 2017, from Repository USU:[http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/37209/3/Chapter %20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/37209/3/Chapter%20II.pdf)
- [6] Mudztahid, Adzwar; [2011]; “Metode Penangkapan dan Alat Tangkap Pukat Cincin (Purse Seine)”; Teknika Kapal Penangkap Ikan; Tegal.
- [7] Sulistiono, Ari; [Juni 21, 2010]; “Sistem Manajemen Baterai”; Retrieved Desember 16, 2016, from Arisulistiono: <http://www.arisulistiono.com/2010/06/sistem-manajemen-baterai.html>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

A. General Arrangement



B. Motor DC

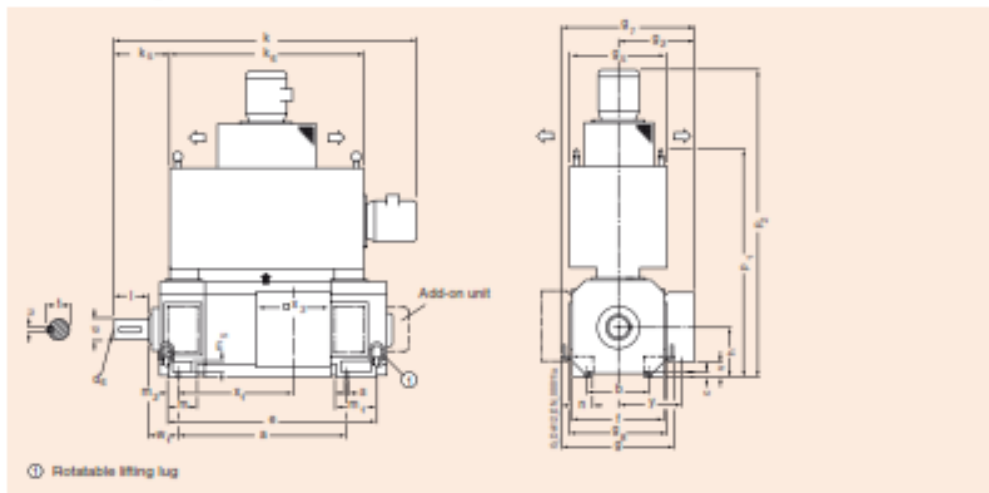
THQ6 Size 180

Selection and ordering data

These motors are uncompensated.

Rated speed n_n rpm	Rated output P_n kW	Rated torque M_n Nm	Maximum field weak- ening speed ¹⁾ n_{max} rpm	Order No.	Rated current I_n A	Effi- ciency η %	Armature circuit Resistance at 120 °C R_a mΩ	Inductance L_a mH
at rated armature voltage 420 V 470 V 520 V 580 V								
Overall length l								
900	37.6	356	2540	SMQ6 186-DNA -1VV1	104	84	472	7.85
1060	42.8	356	2250	-1WV1	104	85		
1190	47.8	354	2020	-2MV1	100	86		
1390	56	355	1570	-2WV1	103	88		
1140	46.2	358	2180	SMQ6 186-DNC -1VV1	124	86	330	5.83
1290	52.5	358	1880	-1WV1	125	87		
1440	58	355	1570	-2WV1	123	88		
1390	53.5	368	3400	SMQ6 186-DNC -1VV1	141	87	242	3.89
1570	60.5	368	3400	-1WV1	141	88		
1750	66.5	362	3400	-2WV1	139	89		
2040	76.5	358	3400	-2WV1	137	90		
1730	62	342	3400	SMQ6 186-DNC -1VV1	159	90	156	2.72
1950	69	338	3400	-1WV1	157	90		
2180	75.5	330	3400	-2WV1	156	91		
2520	86	326	3400	-2WV1	153	92		
2600	75	358	3400	SMQ6 186-DNC -1VV1	182	90	118	1.96
2780	84.5	358	3400	-1WV1	184	91		
2520	93	352	3400	-2WV1	182	92		
2400	81.5	324	3400	SMQ6 186-DNF -1VV1	208	91	82.5	1.46
2700	91.5	324	3400	-1WV1	208	92		
2920	85.5	280	3400	SMQ6 186-DNC -1VV1	216	92	60.5	0.97
3280	96	280	3400	-1WV1	218	92		
3180	87.5	264	3400	SMQ6 186-DNH -1VV1	222	92	51.5	0.84

Dimension drawings



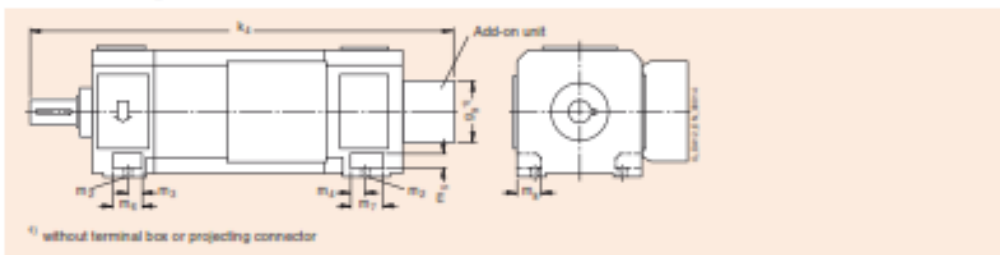
Type of construction IM B 3
IP54 degree of protection

For dimensions of the foot niches and device assembly, see "Speed encoder assembly, foot niche dimensions and brake assembly for 1G.6 and 1H.6 motors".

For motors		Dimensions acc. to																			
Size	Type THQ6...	IEC B	a A	b A	c HA	e BB	f AB	g AC	g ₂ AD	g ₃ -	g ₄ -	g ₅ -	h H	k L	k ₂ -	k ₃ -	m BA	m ₁ -	m ₂ -	m ₃ -	
180	....186	600	279	14	730	360	460	350	440	580	382	180	1310	210	760	110	130	50	55		
	....188	670	279	14	800	360	460	350	440	580	382	180	1380	210	850	110	130	50	55		
200	....206	845	318	18	915	400	500	370	460	620	422	200	1330	210	800	120	180	70	65		
	....208	725	318	18	895	400	500	370	460	620	422	200	1410	210	890	120	180	70	65		
225	....226	735	356	18	925	450	550	430	500	705	475	225	1480	275	860	140	200	50	65		
	....228	825	356	18	1015	450	550	430	500	705	475	225	1560	275	950	140	200	50	65		
250	....256	785	406	22	1015	500	620	455	550	765	525	250	1640	260	1000	150	240	50	80		
	....258	885	406	22	1115	500	620	455	550	765	525	250	1740	260	1100	150	240	50	80		
280	....286	850	457	22	1100	580	680	485	600	825	585	280	1710	260	1070	160	230	80	85		
	....288	960	457	22	1210	580	680	485	600	825	585	280	1820	260	1180	160	230	80	85		

For motors		Dimensions acc. to										Drive end shaft extension				
Size	Type THQ6...	n IEC AA	p ₁ -	p ₂ -	s K	v -	w ₁ C	x ₁ -	x ₂ -	y -	d D	l E	t GA	u F	c ₀ -	
180	....186	70	950	1320	15	30	121	370	310	260	85	140	89	18	M 20
	....188	70	950	1320	15	30	121	440	310	260	85	140	89	18	M 20
200	....206	80	1020	1455	19	50	133	390	310	280	79	140	74.5	20	M 20
	....208	80	1020	1455	19	50	133	470	310	280	79	140	74.5	20	M 20
225	....226	85	1110	1545	19	50	149	475	360	320	80	170	85	22	M 20
	....228	85	1110	1545	19	50	149	565	360	320	80	170	85	22	M 20
250	....256	95	1210	1695	24	75	168	530	360	350	90	170	95	25	M 24
	....258	95	1210	1695	24	75	168	630	360	350	90	170	95	25	M 24
280	....286	100	1260	1765	24	105	190	585	360	380	95	170	100	25	M 24
	....288	100	1260	1765	24	105	190	685	360	380	95	170	100	25	M 24

Dimension drawings



Encoder and brake assemblies and foot niches

C. Baterai

i. Deep Blue Sealed

Type: Gel

DEEP BLUE SEALED BATTERY

STARTING & DEEP CYCLE MARINE BATTERY SYSTEM DB12-2-3ETX





Power Battery Company, the leader in high performance sealed batteries for industrial and commercial uses, brings you the **DEEP BLUE DOUBLE DUTY BATTERY** specifically designed for marine application.

The **DEEP BLUE DOUBLE DUTY BATTERY** uses a proprietary **Advanced Gel Technology** design which combines the very high-rate discharge capabilities of AGM technology together with the cycling advantages of a GEL battery.

SPECIFICATIONS

Rating	220 AH (2x110)
Res. Cap.	400 minutes
MCA	1098 amps
CCA	900 amps
Overall dimensions	22.083" L x 10.430" W x 11.250" H 561 mm L x 265 mm W x 286 mm H
Weight	170 lbs / 77.1 kg



CONFIGURED FOR 12 VOLTS



CONFIGURED FOR 24 VOLTS



6" LOAD CABLES COMPLETE WITH LUGS AND CENTER DISCONNECT







FEATURES & BENEFITS

- Shock absorbent polypropylene plastic. Both the battery/cases and the system container are resistant to extreme temperature and vibration.
- Maintenance free construction. Sealed technology does not require topping up with water.
- Oversized internal battery components. Insures minimal voltage drop and more power availability.
- Industrial grade battery plates. Provides long life and durability.

DOUBLE DUTY ADVANTAGE

The DEEP BLUE DOUBLE DUTY BATTERY has the double advantage of combining two independent 12 volt batteries in a parallel redundant configuration. In the event that one battery should fail, the other will continue to supply power to your critical loads. No more downtime waiting for a replacement battery or cell to arrive.

OPTIONS

- 6" cables complete with a 175 amp plug in type disconnect and lugged wires at both ends for easy connection to the battery and your load. Specify option part number: CBL-CAN-056(2).
- This system can be configured for 24 volt operation. Specify system part number: DB24-2-3ETX.
- Custom systems for all voltages and run times, tailored to meet your specific requirements.

U.S.A.
Power Battery Company, Inc.
25 McLean Blvd.
Spartan, N.J. 07914-2507
Phone: (973) 523-8630
Fax: (973) 523-3023
E-mail: sales@powerbat.com
Website: www.powerbattery.com

CANADA
Power Battery (Canada) Ltd.
770 Thomas Ave.
Saint-Jean-sur-Richelieu, Quebec, J2X 5E7
Phone: (450) 346-3273
Fax: (450) 346-8003
E-mail: sales@powerbat.com
Website: www.powerbattery.com

UK
Power Batteries Ltd.
Powers Way, Aston Park Industrial Estate
Barnsley, Hampshire, SO21 5AQ
Phone: +44 (0)1794 835900
Fax: +44 (0)1794 835910
E-mail: sales@powerbat.co.uk
Website: www.powerbat.co.uk

ii. Smart Battery
Type: Lithium Ion



The Smart Battery 48V 300AH Lithium Ion Battery features an automatic built in battery protection system (BPS) that makes this battery plug and play for almost any application.

**TECHNOLOGY
 ADVANTAGE**

**POWER & ENERGY
 THE ELECTRIC ADVANTAGE**

Nominal Voltage	51.2V (48V)
Charge Voltage	58.4V
Peak Discharge (5 Sec)	3000A
Continuous Charge / Discharge Rate	100A
Capacity (amp hours)	300AH
Capacity (watts)	3,840WH

Usable Capacity (AH)	300AH
Depth of Discharge	100% DOD
Reserve Minutes @ 20A	900 min
Reserve Minutes @ 50A	360 min
Self Discharge	<3% per mo
Chemistry	Lithium Iron Phosphate (LiFePO4)
Cell Type	Cylindrical
Modular	Series or Parallel Connection

**SIZE & WEIGHT
 ADVANTAGE**

Weight	396 lbs
Length	29.13" - 740mm
Width	16.18" - 411mm
Height	17.59" - 447mm

**SAFETY & PROTECTION
 ADVANTAGE**

Built in Automatic Battery Protection System	Internal
Automatic Low Voltage Disconnect	32V
Automatic Short Circuit Protection	Instant
Automatic Over Voltage Protection	63.2V
Automatic Reverse Polarity Protection	Instant
Internal Cell Thermal Safety Fuse	Yes
Flame Retardant Electrolyte	Yes
Length Way Circuit Boards	Yes
Automatic Internal Cell Balancing	Yes
Automatic Fault Recovery	Yes
Explosion Proof Stainless Steel Cells	Yes

iii. Luminous ILTT 26060

Type: Tubuler



Product descriptions

Model	ILTT 26060
Technology	Tall Tubular
Replacement warranty	36 month
Inverter support	600 VA – 10 KVA
Nominal Voltage	12 Volt

Cash back offer

Replace your old battery and buy new battery from Luminous, you could get Cash back up to Rs. 2,000/-* Conditions apply

Cash back Value depends upon Battery Ah Rating, For 150 Ah - Rs. 2000/-, For 135 Ah - Rs, 1500/- and for 100 Ah - Rs, 1000/-

The Cash back amount will be paid to you at the time of picking up old battery.

Backup time*

Load	500W	400W	300W	200W	100W
Duration	3 hrs 30 mint	4 hrs 45 mint	6 hrs 50 mint	11 hrs 40 mint	28 hrs 45 mint

Technical details

Dry Weight	Filled Weight	Overall Dimensions of Containers (mm)			Boost Charging		Trickle Mode Charging	
		Length (+/-3) mm	Width (+/-3) mm	Height (+/-3) mm	Starting rate (Amp)	Finishing rate (Amp)	Min. (mA)	Max (mA)
±5%Kg.	±5%Kg.	503	189	362	15.1	7.6	126	504

Shipping and delivery within 2-3 days with installation. **Still need help, Please call us at 9711 33 0102**

* Back up time is Under Standard Test conditions, may vary depending upon load types, temperature and aging.

iv. Lit/24-200

Type: Lithium Ion



LIT/24-200 - SPECIFICATIONS

Reference	LIT/24-200
Nominal voltage	24 V
Capacity	200 Ah
Dimensions	L 605 mm x W 155 mm x H 490 mm -> insert
Weight	ca 62kg (container included)
Operation temperature	between 0 – 50°C
Protection against	Over Voltage/Under voltage/Over Current/Short Circuit/Over Temperature/Under temperature

v. MDL 2-250H
Type: Lead Acid

MDLblock - MBSblock



PRODUCT SOLUTION	MDLblock - MBSblock
APPLICATION	Standard
TECHNOLOGY	VLA
MAINTENANCE	weekly
DESIGN	Multiblock (24V DIN8 / 55)
CAPACITY (C3)	130-250 Ah
INTER-CELL CONNECTIONS	Welded (internal)
DESIGN LIFE (CYCLES)	1300+
SINGLE POINT WATERING	Optional
AIR MIXING	NA
ELECTROLYTE LEVEL SENSOR	NA
CHARGING SOLUTION	7 to 12 hrs charging time with HF switching charger
ENERGY PACK CHARGER	MDATCON HF
BMS MODULE	Optional
BATTERY CHARGE SOLUTION	YES

One of the greatest challenges in technological development is to create innovation, whilst introducing substantial improvements to both the production process and the resulting product, that positively impact quality, cost and application. The "block project", 8 years on from the launch of the revolutionary MBSblock range, is now completed and significantly enhanced by the introduction of the new MDLblock variants to cover most of the applications on pallet trucks designed for British Standard and DIN8 24V batteries up to 250 Ah/C3.

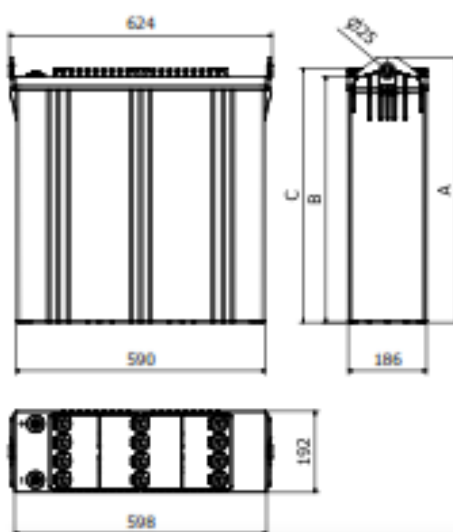
Nell'ambito dello sviluppo tecnologico la sfida più grande è riuscire a creare innovazione, introducendo miglioramenti sostanziali in un processo di produzione e nel prodotto risultante che impattino positivamente su qualità, costi ed applicazioni. Il "progetto block", 8 anni dal lancio della rivoluzionaria gamma MBSblock, è adesso completato e significativamente valorizzato con l'introduzione delle nuove versioni MDLblock a coprire esteso di applicazioni su transpallet elettrici progettati per l'alloggiamento di batterie tipo British Standard e DIN8 24V con capacità fino a 250Ah/C3.



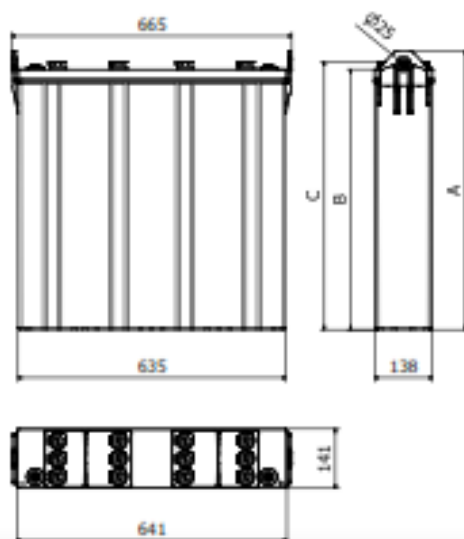
MDLblock - MBSblock

Energy Series	Cell Format		Capacity and discharge rate Capacità e regime di scarica		Nominal Weight Peso nominale	Overall Dimension Dimensioni d'insieme			Energy Pack Energia
	Type / Tipo		in 5 hours / in 5 ore			A	B	C	
	Model	Type / Tipo	Capacity Capacità	Current Corrente					
MDL block	2/180L	2V2 PzS 180	180	32	121	510	467	489	BP 24-30 Ah
	2/180L	2V2 PzS 180	180	36	135	510	467	489	BP 24-30 Ah
	2/180M	2V2 PzS 180	180	36	138	570	527	549	BP 24-30 Ah
	2/210M	2V2 PzS 210	210	42	154	570	527	549	BP 24-30 Ah
	2/210M	2V2 PzS 210	210	42	157	627	584	606	BP 24-30 Ah
	2/230M	2V2 PzS 230	230	46	166	627	584	606	BP 24-30 Ah
	2/250M	2V2 PzS 250	250	50	180	627	584	606	BP 24-40 Ah
MBS block	2/130	2V2 PzB 130	130	26	110	500	457	479	BP 24-30 Ah
	2/150	2V2 PzB 150	150	30	125	549	506	528	BP 24-30 Ah
	2/200	2V2 PzB 200	200	40	160	660	617	639	BP 24-30 Ah

DIMENSIONS / DIMENSIONI (mm) MDLblock



DIMENSIONS / DIMENSIONI (mm) MBSblock



vi. NSB/210FT BLUE+

Type: Pure Lead

NSB 210FT Blue + Battery®
Designed for demanding telecom applications



The proven performance of *Blue Star Technology®* now enhanced to deliver **more power, high cycling and fast recharge**

- + 2 year shelf life
- + Ideal for demanding environments with unstable AC power
- + High cycling and fast recharge performance
- + High potential fuel savings when used with hybrid genset applications
- + Modified electrochemistry delivers high capacity and high power density
- + 10 year float life at 25°C (77°F)
- + Operating temperature range -40°C to +65°C
- + High modulus Polyphenylene Oxide (PPO) plastic materials designed to withstand extended elevated operating temperatures
 - Non-halogenated, thermally sealed plastic casing
 - Flame retardant (UL 94 V0) and LDI of at least 29%
- + Partial State of Charge (PSOC) cycling technology

Visit our website to find out more www.northstarbattery.com



Form: 525-542-00400-02 Issued: 06-23-15 ECO-100002

NSB 210FT Blue+ Battery®

Nominal Technical Specifications



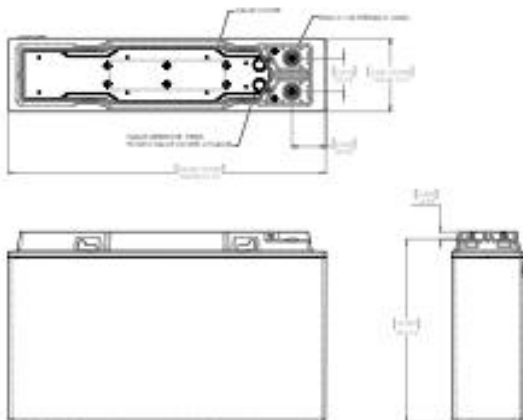
Electrical

10 hour capacity to 1.80 VPC @ 25°C (77°F)	300 Ah
8 hour capacity to 1.75 VPC @ 25°C (77°F)	198 Ah
10 hour capacity to 1.80 VPC @ 30°C (86°F)	197 Ah
Float Voltage	2.25 +/- 0.02 VPC @ 25°C (77°F)
Nominal Voltage	12 V
Impedance [mΩ]	2.6 mΩ @ 25°C (77°F)
Conductance	2.21 S
Short Circuit Current	3,300 A
Maximum Charge Current	no limit

Dimensions

Height	328 mm (12.9 in)	Weight	69 kg (152 lbs)
Width	126 mm (4.96 in)	Terminal	Female M8 x 1.25
Depth	260 mm (10.2 in)	Terminal Torque	5.0 Nm (7.1 in-lbs)

Drawings



All NorthStar batteries are compliant with: Telcordia SR4226, IEC 60896, Bellcore GR-63-CORE, Issue 1, British, German, and Russian telecom standards, UL approved, NorthStar is registered to ISO 9001 and ISO 14001.

NorthStar Americas
NorthStar Battery Company LLC
4000 Continental Way
Springfield, MD, 21150
United States of America
info@northstarbattery.com
Tel: +1 417 575 6000
Fax: +1 417 575 6000

NorthStar Europe
GasTel Sweden AB
Soflens Väg 8
SE-102 07 Solentuna,
Stockholm, Sweden
europa@northstarbattery.com
Tel: +46 8 410 100 00
Fax: +46 8 638 06 00

NorthStar Middle East, Africa
GasTel Sweden AB LTD Branch
Office 702, Gate 1 Tower
Jumeirah Lake Towers, Dubai
United Arab Emirates
mea@northstarbattery.com
Tel: +971 4 423 8000
Fax: +971 4 423 8001

NorthStar Asia-Pacific
NS Asia Pacific Sdn. Bhd.
82-83-13A, Sabana Dataran
No. 1, Jalan Dataran 1, 50400
Kuala Lumpur, Malaysia
asia@northstarbattery.com
Tel: +60 3 6419 0711

www.northstarbattery.com

Form: 525-040-0499-03 Issue: 06-23-15 ECO-103802

D. Battery Charger

BC-Series 3kW 112 - 450 Volt
IP67 Rated Air-Cooled
EV Battery Charger



PATENT PENDING

The BC-Series 3kW EV Battery Chargers ruggedized construction has a fully isolated output for your protection. This versatile charger will operate in extremely wet or dusty environments providing years of reliable service. The BC-Series is designed to be adaptable to the requirements of the future.

- IP67 Rated (Submersible for 30 minutes at 1 meter) sealed against water and dust
- Operates at ambient temperatures of -40C to +65C without derating
- Scalable: 3kW / 6kW / 9kW up to 60kW
- Microprocessor controlled with CAN Bus interface; 500kBd standard (modifiable)
- Integrated SAE J1772 interface

INPUT SPECIFICATIONS

INPUT VOLTAGE	World Compatible Universal AC Input (100-240 VAC)
FREQUENCY	47-63Hz
INRUSH CURRENT	< 40A @ 230 VAC, 60 Hz, Full Load
CURRENT	12A / 16A; Auto limit by line voltage
PROTECTION	Internally Fused 25A, both lines
LEAKAGE	< .75mA @ 230 VAC, 60 Hz (UL2202)
EFFICIENCY	92% typical depending on line and output voltage

ENVIRONMENTAL

ENVIRONMENTAL PROTECTION	IP67 Rated against water and/or dust
SHAKE AND VIB	Designed to meet GMW-3172
OPERATING TEMP	-40C to +65C without derating
OVER TEMP PROTECTION	Above 65C Ambient
COOLING	2 thermostatically controlled fans
EMI COMPLIANCE	Designed to meet FCC Class B
SAFETY COMPLIANCE	Designed to meet UL2202

OUTPUT SPECIFICATIONS

OUTPUT POWER	3kW with 208VAC or above Auto adjusts for maximum line utilization below 208VAC
OUTPUT VOLTAGE	Range I Option: 112-225VDC (37A Max below 112VDC) Range II Option: 225-450VDC (13.5A Max below 225VDC)
RIPPLE	< 1% below 20 Mhz
SETPOINT ACCURACY	< 2% overall
OVER CURRENT PROTECTION	110% Self Limiting
OVER VOLTAGE PROTECTION	110% Threshold
OVER POWER PROTECTION	115% Threshold

ADDITIONAL FEATURES

- 2 Year Full Warranty
- Up to 900VDC Battery Packs can be charged by using 2 chargers in series
- Easy to use Plug and Play operation
- Auto restart from fault (i.e.: power failure, brownout or output fault) every 30 minutes during charge cycle
- Designed to meet or exceed industry standards
- Controlled, Monitored and Programmed via CAN Bus Interface for Automatic, Manual or BMS controlled operation
- Charger is monitored and programmed via Current Ways "VIP Control" GUI (Graphical User Interface program)
- Compact size and weight 12kg (26 lbs.)
- Liquid Cooled model available

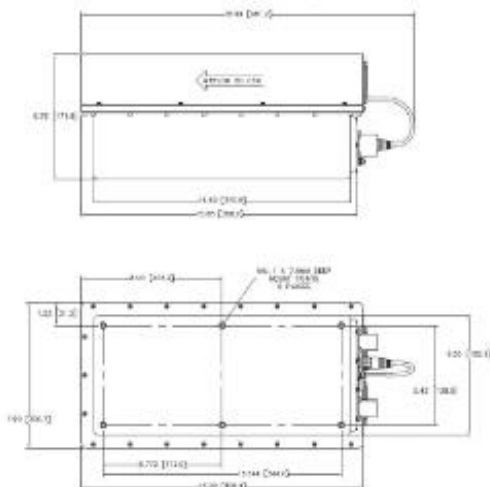
CurrentWays.com
Tel: (619) 596-3984
sales@CurrentWays.com



**BC-Series 3kW 112 - 450 Volt
IP67 Rated Air-Cooled
EV Battery Charger**



Air-Cooled Mechanical Specifications:



BC-SERIES FRONT PANEL

AC INPUT	Tyco 3P HVA 280 Header Plug
FAN CONTROL	Supplied with charger
CAN BUS INTERFACE	Switchcraft 9P Header Plug
DC OUTPUT	Tyco 2P HVA 280 Header Plug
GROUND LUG	To ground unit to chassis (required)
LED INDICATOR	Steady Green —Normal Operation Slow Flashing —Slave Operation (when paralleled w/other chargers) Fast Flashing —Fault Indication; will attempt restart every 30 minutes

Paralleled Example:
CONCEPT DRAWING SHOWING 9kW SYSTEM



- Up to 20 chargers paralleled in 3kW increments, achieving 60kW is possible
- On-board chargers and off-board chargers can be linked to reduce total charging time via CAN Bus Interface

REQUIRED ACCESSORIES

OUTPUT CABLE KIT	Part Number 510247 Includes: AC Input and DC Output connectors with 10 feet (3.05m) of cable; CAN Bus Communication connector with 3 feet (1m) of cable
USB CAN ADAPTER	Part Number 015555
VIP CONTROL SOFTWARE	Part Number 015777
MOUNTING PLATE	Custom configurable. Contact the factory for details and quote
PARALLELING CABLES	Custom configurable. Contact the factory for details and quote

NOTE: Current Ways cables must be used to preserve the IP67 rating and warranty. Please consult the factory for details on custom cable configurations to meet your specific application.

Current Ways Inc. reserves the right to alter product offerings and specifications at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document.

Copyright © 2009-2011 Current Ways, Inc. All rights reserved.



10221 Buena Vista Ave. Santee, CA 92071 USA
Tel: 619.596.3984 Fax: 619.258.7722
sales@CurrentWays.com CurrentWays.com



BIODATA PENULIS



Penulis bernama Alexander Volta Matondang. Lahir di Sidamanik, 26 November 1996. Seorang anak dari pasangan Bapak Ronson Matondang (alm) dan Ibu Rayani Purba dan anak keempat dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 091409 Sidamanik pada tahun 2001 s.d 2007, kemudian melanjutkan sekolah di SMP Negeri 1 Sidamanik pada tahun 2007 s.d 2010, setelah lulus dari SMP kemudian melanjutkan sekolah di SMA Negeri 1 Pematang Raya pada tahun 2010 s.d 2013. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan Strata 1 (S1) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. Selama dalam perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan dan organisasi paguyuban daerah di lingkungan kampus. Selain itu pada tahun 2014 penulis juga menjadi panitia lomba pada kegiatan Marine Icon di Departemen Sistem Perkapalan. Pada tahun keempat, penulis mengikuti kegiatan di Laboratorium *Marine Electrical and Automation System* (MEAS) dan menjadi Koordinator Praktikum Listrik Perkapalan pada Semester Genap 2016/2017. Untuk menyelesaikan pendidikan S1 ini penulis mengambil skripsi di bidang *Marine Electrical and Automation System* (MEAS).