



SKRIPSI – ME141501

**ANALISA PEMANFAATAN *SOLAR CELL* PADA SISTEM PROPULSI
ELEKTRIS KAPAL IKAN 30 GT**

Pablo Purba
NRP. 4213 100 090

Dosen Pembimbing
Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS – ME141501

***ANALYSIS SOLAR CELL UTILIZATION OF ELECTRICAL PROPULSION
SYSTEM ON FISSING VESSEL 30 GT***

Pablo Purba
NRP. 4213 100 090

Supervisor
Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST., M.Sc.

*DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PEMANFAATAN SOLAR CELL PADA SISTEM PROPULSI
ELEKTRIS 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:

Pablo Purba

NRP. 4213 100 090

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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



(.....)

SURABAYA

Juli 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PEMANFAATAN *SOLAR CELL* PADA SISTEM PROPULSI ELEKTRIS 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:

Pablo Purba

NRP. 4213 100 090

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



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

NIP. 197708022008011007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA PEMANFAATAN *SOLAR CELL* PADA SISTEM PROPULSI ELEKTRIS KAPAL IKAN 30 GT

Nama Mahasiswa : Pablo Purba
NRP. : 4213 100 090
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.

ABSTRAK

Pada umumnya kapal ikan menggunakan sistem propulsi mekanis dengan motor diesel sebagai penggerak utama. Banyak yang melakukan analisa dalam rangka menciptakan sistem ramah lingkungan dengan cara beralih menjadi sistem elektrik yang bersumber dari baterai. Namun, hal tersebut juga masih kurang efisien sehingga dilakukan perencanaan ulang dalam sistem propulsi elektrik menggunakan panel surya. Sebagai objek penelitian adalah kapal ikan jenis *purse seine* ukuran 30 GT. Berdasarkan 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 panel surya dalam sistem propulsi elektrik dengan panel tipe *monocrystalline* kapasitas 300 *wattpeak* jumlah 55 unit dan baterai *Deep Blue Seald* tipe gel kapasitas 220 Ah tegangan 24 Volt jumlah 104 buah, lebih menguntungkan dan dapat menghemat biaya operasional kapal dibandingkan sistem propulsi elektrik tanpa panel surya. Namun jumlah 55 unit panel surya belum mampu untuk memenuhi seluruh kebutuhan daya dari kapal sehingga perlu dilakukan analisa lebih lanjut mengenai jenis dan tipe panel surya untuk mendapatkan efisiensi yang lebih baik.

Kata kunci : Baterai, Solar Panel, Kapal Ikan, Sistem Propulsi Elektris

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS SOLAR CELL UTILIZATION OF ELECTRICAL PROPULSION SYSTEM ON FISSING VESSEL 30 GT

Name : *Pablo Purba*
NRP. : *4213 100 090*
Departement : *Marine Engineering*
Supervisor : *Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.*

Abstract

In general, fishing boats use mechanical propulsion systems with diesel motors as the main drivers. Many are doing the analysis in order to create an environmentally friendly system by switching to an electrical system that comes from the battery. However, it is also still inefficient so that it is re-planned in an electric propulsion system using solar panels. As the object of research is fishing boat type purse seine size 30 GT. Based on the calculation of power requirements, obtained 75 kW electric motors 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 solar panels in electric propulsion system with monocrystalline type panel 300 wattpeak capacity of 55 units and Deep Blue Seald type gel battery capacity of 220 Ah 24 Volt voltage of 104 units, more profitable and can save ship operating costs compared with electric propulsion system without solar panels. However, 55 units of solar panels has not been able to fill all the power requirements of the vessel so that's why it needs to analyze further the type of solar panels to get the efficiency better.

Keywords : *Batteries, Solar Panels, 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 PEMANFAATAN *SOLAR CELL* PADA SISTEM PROPULSI ELEKTRIS 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-adik dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral dan material 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 Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T. 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. 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 Barakuda '13 serta rekan-rekan Batak Siskal yang sudah mendahului saya dalam menyelesaikan studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
7. Seluruh teknisi, member, dan grader Laboratorium 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 2018

“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.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Kapal Ikan dengan Sistem Propulsi Elctris	3
2.1.1. Kapal Ikan	3
2.1.2. Pola Operasional Kapal Ikan	3
2.1.2.1. Persiapan di Pelabuhan/Darat (<i>Fishing Base</i>)	3
2.1.2.2. Pelayaran Menuju Daerah Tangkap (<i>Fisihing Ground</i>).....	3
2.1.2.3. Proses Penangkapan	4
2.1.2.4. Kembali ke Darat.....	5
2.1.3. Sistem Propulsi Elektrik	5
2.2. Analisa Teknis dan Ekonomis	7
2.2.1. Perencanaan Sistem Propulsi Elektrik.....	7
2.2.2. Baterai.....	7
2.2.3. Battery Management System (Battery Monitoring System)	8
2.2.4. Motor Driver DC	8
2.2.5. Motor DC.....	9
2.2.6. Propulsor (<i>Propeler</i>).....	14
2.2.7. <i>Solar Cell</i>	14
2.2.8. Inverter	15
2.2.9. Pembebanan Pada Kapal Ikan	16
2.2.10. Perhitungan Hambatan Kapal	17
2.2.11. Pemilihan Motor DC	17
2.2.12. Perhitungan Kebutuhan Baterai dan Panel Surya.....	17
2.2.13. Perhitungan Berat Peralatan dan <i>Payload</i>	18

BAB III METODOLOGI	19
3.1. Langkah-langkah Pengerjaan	20
3.1.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah	20
3.1.2. Studi Literatur	20
3.1.3. Pengambilan Data	20
3.1.4. Perhitungan	20
3.1.5. Analisa dan Pembahasan	20
3.1.6. Kesimpulan dan Saran	20
3.1.7. Penyusunan Laporan	20
BAB IV ANALISA DATA DN PEMBAHASAN	21
4.1. Ukuran Utama Kapal	21
4.2. Perhitungan Perencanaan Waktu Operasional Kapal	21
4.3. Perhitungan Pembebanan pada Kapal	23
4.4. Perhitungan Kebutuhan Baterai dan Panel Surya	26
4.5. Perhitungan Berat Peralatan dan <i>Payload</i>	29
4.6. Perhitungan Kajian Ekonomis	34
4.6.1. Biaya Pembuatan Kapal Baru	34
4.6.2. Analisa Investasi Awal	35
4.6.3. Analisa Perbandingan Biaya Pengeluaran Dalam 10 Tahun	38
4.6.4. Analisa Perbandingan Awal	39
4.6.5. Analisa BEP (<i>Break Event Point</i>)	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Propulsi Elektrik.....	6
Gambar 2. 2 Rangkaian Sistem Propulsi Elektrik	7
Gambar 2. 3 <i>Energy Densities of Batteries</i>	8
Gambar 2. 4 Konstruksi Motor Arus Searah.....	9
Gambar 2. 5 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Stator	10
Gambar 2. 6 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor.....	10
Gambar 2. 7 Kaidah tangan kiri Flemming	11
Gambar 2. 8 Konsep kerja sistem inverter	16
Gambar 4. 1 <i>Wiring diagram</i> pembagian daya	25
Gambar 4. 2 Rancangan Umum Kapal Ikan Sistem Propulsi Elektrik Menggunakan Panel Surya.....	28
Gambar 4. 3 Variasi berat LWT pada setiap jenis baterai	33
Gambar 4. 4 Variasi berat <i>payload</i> pada setiap jenis baterai	34
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan biaya pembuatan kapal baru menggunakan baterai.....	36
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan investasi awal	39
Gambar 4. 7 Grafik BEP (Break Event Point) PLN.....	42
Gambar 4. 8 Grafik BEP (Break Event Point) Solar Cell	42

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Dimensi utama kapal ikan 30 GT.....	21
Tabel 4. 2 Tahanan dan daya kapal berdasarkan simulasi <i>Maxsurf</i>	23
Tabel 4. 3 Beban total pada kapal ikan.....	24
Tabel 4. 4 Jenis-jenis baterai	26
Tabel 4. 5 Kebutuhan baterai pada beban utama.....	27
Tabel 4. 6 <i>Displasmnt</i> kapal setiap perubahan <i>Draft</i>	29
Tabel 4. 7 Susunan Palka Ikan.....	30
Tabel 4. 8 Berat Material Untuk Pembuatan Purse Seine (Ws).....	31
Tabel 4. 9 Total biaya pembuatan kapal baru.....	34
Tabel 4. 10 Total biaya pembuatan kapal baru tanpa mesin mekanis	35
Tabel 4. 11 Total biaya investasi untuk pengadaan baterai	35
Tabel 4. 12 Total biaya investasi untuk <i>battery charger, inverter, transformator</i>	36
Tabel 4. 13 Total biaya pembuatan kapal baru menggunakan baterai	36
Tabel 4. 14 Penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik	37
Tabel 4. 15 Rangkuman perbandingan biaya pengeluaran dalam 10 tahun.....	39
Tabel 4. 16 Total pendapatan ikan dalam 1 Tahun	40
Tabel 4. 17 Akumulasi nilai investasi awal dengan biaya operasional PLN tiap tahun	41
Tabel 4. 18 Akumulasi nilai investasi awal dengan biaya operasional Solar Cell tiap tahun	41

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fluktuasi perubahan harga bahan bakar minyak yang diakibatkan perubahan politik dunia dan ketersediaan dari bahan bakar fosil yang semakin berkurang, berdampak adanya ketidakpastian pada masyarakat nelayan di Indonesia. Hal ini disebabkan armada kapal nelayan di Indonesia masih menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber energinya. Salah satu alternatif solusi bagi para nelayan untuk mengurangi ketergantungan mereka terhadap fluktuasi harga bahan bakar fosil adalah penggunaan energy alternative yang banyak tersedia di Indonesia dan 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.

Indonesia memiliki iklim tropis sehingga matahari menyinari bumi Indonesia sepanjang tahun. Oleh karena itu, panas yang dihasilkan oleh sinar matahari merupakan sumber energy terbarukan yang sangat potensial. Energi ini dapat dimanfaatkan menggunakan panel surya atau solar cell untuk dikonversi menjadi energi listrik yang dapat dipergunakan secara langsung atau disimpan dalam baterai. Pada saat ini, efektifitas panel surya yang hanya berkisar 1 W/m^2 , sehingga penggunaan panel surya sebagai satu-satunya sumber energi pada kapal nelayan merupakan sebuah keniscayaan. Kombinasi sumber energy antara panel surya dan baterai diharapkan dapat mengurangi kendala ini.

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 ditempatkan di kapal ikan. Selain itu pengisian ulang sumber daya untuk memenuhi kebutuhan baterai tersebut akan menjadi pertimbangan dengan menggunakan sumber daya listrik yang berasal dari *solar cell*. Penggunaan *solar cell* dilakukan untuk menganalisa efisiensi dari pengisian ulang daya baterai dibandingkan dengan melakukan pengisian ulang daya baterai yang berasal dari PT. PLN (Persero).

Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis berusaha untuk melakukan analisa pemanfaatan kombinasi sumber energy (solar panel dan baterai) pada kapal nelayan di Indonesia. Analisa yang dilakukan meliputi analisa teknis ekonomis. Analisa teknik meliputi kebutuhan perpaduan dua sumber energy beserta batasan-batasan operasional. Adapun analisa ekonomi meliputi pemilihan jenis baterai dan studi kelayakan.

1.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana menganalisa desain dan kajian ekonomis propulsi elektris

- menggunakan *solar cell* pada kapal ikan 30 GT?
2. Bagaimana cara pemilihan baterai yang tepat dan efisien sesuai waktu operasional kapal?
 3. Bagaimana melakukan analisa studi kelayakan penggunaan kombinasi panel surya dan batterai pada kapal ikan 30 GT?

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 sistem 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.
4. Kajian ekonomis hanya terfokus pada perhitungan baetrai dan panel surya.
5. Analisa desain tidak memperhitungkan stabilitas kapal untuk setiap penambahan peralatan.
6. Nilai asumsi hasil tangkapan dari kapal ikan sebanyak 60% dari *Pay Load* per trip.

1.4. Tujuan

Adapun penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui hasil analisa dari desain dan kajian ekonomis dari propulsi elektrik menggunakan *solar cell* pada kapal ikan 30 GT.
2. Mengetahui cara pemilihan baterai yang tepat dan efisien sesuai waktu operasional kapal.
3. Untuk mengetahui hasil analisa teknis dan ekonomis dari pengisian ulang energi baterai yang berasal dari PT. PLN (Persero) dengan *solar cell*.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini adalah didapatkannya hasil analisa teknis dan kajian ekonomis sistem propulsi elektrik menggunakan *solar cell* pada kapal ikan berupa penggunaan baterai yang tepat dan efisien sebagai catu daya utama dalam system propulsi menggunakan motor DC dan dapat memanfaatkan tenaga matahari sebagai cadangan energi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kapal Ikan dengan Sistem Propulsi Elektris

2.1.1. Kapal Ikan

Kapal ikan merupakan kapal yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan atau mengumpulkan sumber daya perairan, penggunaan dalam beberapa aktivitas riset, kontrol dan sebagainya yang berhubungan dengan penangkapan ikan (Ayodhoya, 1972). Kapal perikanan adalah kapal yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian/eksplorasi perikanan (Buku Ajar Rancang Bangun Kapal Perikanan, 2014). Kapal ikan memiliki kekhususan tersendiri yang disebabkan oleh bervariasinya kerja yang dilakukan pada kapal tersebut. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan meliputi pencarian *fishing ground*, pengoperasian alat, pengejaran ikan, dan sebagai wadah hasil tangkapan. Hal tersebut membuat kapal ikan harus memiliki persyaratan minimal agar dapat digunakan untuk operasi penangkapan (Nomura & Yamazaki, 1977) sebagai berikut :

- 1) Memiliki kekuatan struktur badan kapal;
- 2) Menunjang keberhasilan operasi penangkapan ikan;
- 3) Memiliki stabilitas yang tinggi, dan
- 4) Memiliki fasilitas penyimpanan hasil tangkap ikan.

2.1.2. Pola Operasional Kapal Ikan

Pola operasional kapal ikan dapat dibagi menjadi 2, yaitu kapal ikan yang langsung pulang pergi kembali ke pelabuhan setelah mencari ikan dan melakukan kegiatan bongkar, lalu kembali melaut untuk mencari ikan. Serta ada juga pola operasional kapal ikan yang menggunakan bantuann dari kapal angkut setelah mencari ikan jadi kapal ikan tidak langsung kembali ke pelabuhan, melainkan melakukan alih muatan hasil produksi ke kapal angkut diatas laut dan kembali mencari ikan di area *fishing ground* (M Irza Gabel, 2018).

2.1.2.1. 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, pemeriksian dan perawatan lampu, pemeriksaan peralatan navigasi dan komunikasi serta pemeriksaan dan perawatan sekoci.

2.1.2.2. Pelayaran menuju Daerah Tangkap (*Fishing Ground*)

Pemberangkatan ke lokasi penangkapan biasanya dilakukan pada pagi atau sore hari. Selama \pm 1-2 jam dengan jarak maksimal 27 nm dari garis pantai sampai di *fishing ground* atau biasanya nelayan akan sampai di daerah *fishing ground* menjelang siang atau malam hari

2.1.2.3. Proses Penangkapan

Setelah kapal sampai pada daerah tangkap, maka proses selanjutnya meliputi,

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 atau *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 tenggah- tenggah 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 melepaskan 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.

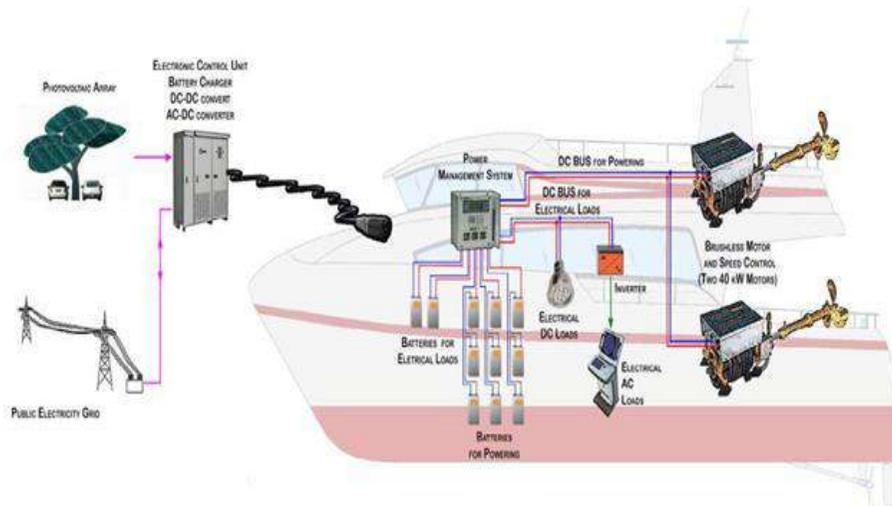
2.1.2.4. Kembali ke Darat

Kembali ke darat biasanya dilakukan pada siang hari atau ketika hasil tangkapan sudah mencukupi. Selama \pm 1-2 jam dari daerah penangkapan maka sampai di darat/fishing base.

2.1.3. 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 switchboar, 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

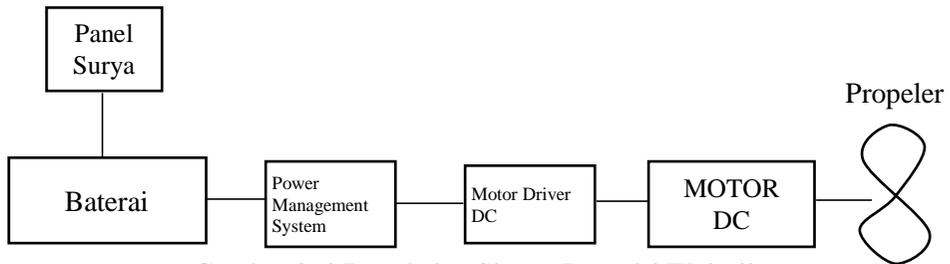
(Sumber: Electrical Propulsion Boat System by Spagnolo.,2011)

Pada gambar 2.1 dapat dilihat bahwa energi listrik yang bersumber dari sutet diteruskan ke *electronic control unit* dan dihubungkan ke *power management system* untuk disimpan di dalam baterai. Baterai ini nantinya akan digunakan untuk menghidupkan peralatan electrik dan juga sebagai penggerak dari motor DC dan selanjutnya digunakan untuk menggerakkan baling-baling kapal.

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 berat dan besar. Berkaitan dengan perkembangan teknologi yang pesat dalam penerapan teknologi elektronika dan komputer, penerapan dari sistem DC ke sistem AC, perkembangan kehandalan mesin, “*marinisasi*” sistem elektronika, dan yang terpenting adalah perkembangan *Thyristor-converter*, sehingga sekarang ini memungkinkan untuk melengkapi sebuah kapal dengan sistem elektrik dengan kapasitas tenaga yang tak terbatas berdasarkan konsep *Power-station*.

2.2. Analisa Teknis dan Ekonomis

2.2.1. Perencanaan Sistem Propulsi Elektrik



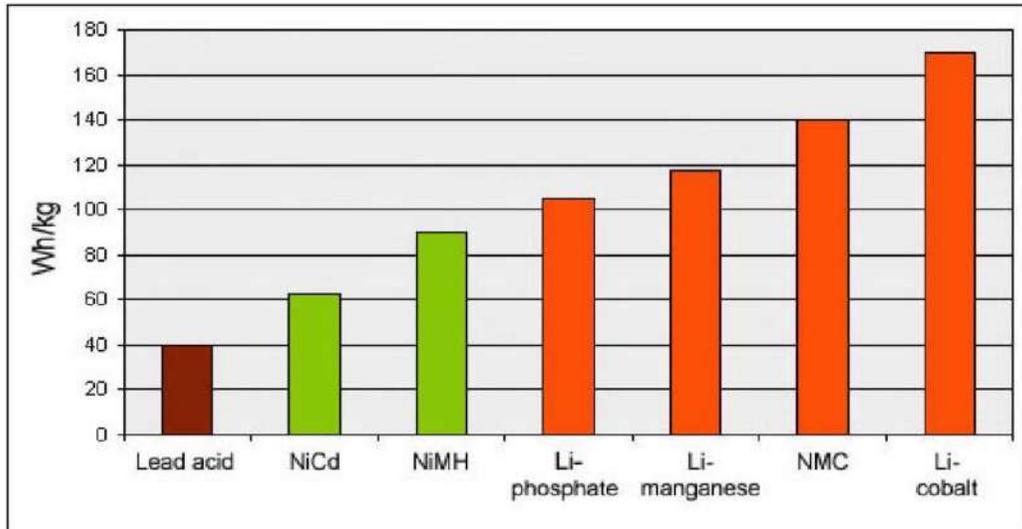
Gambar 2. 2 Rangkaian Sistem Propulsi Elektrik

Pada gambar 2.2 dapat dilihat bahwa rangkaian sistem propulsi elektrik dengan menggunakan panel surya. Energi panas dari matahari ditangkap oleh sel surya dan diubah menjadi energi listrik dalam bentuk partikel electron dan disimpan di dalam baterai. 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 propeler.

2.2.2. 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

(Sumber: www.super-b.com)

2.2.3. 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.

2.2.4. 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.

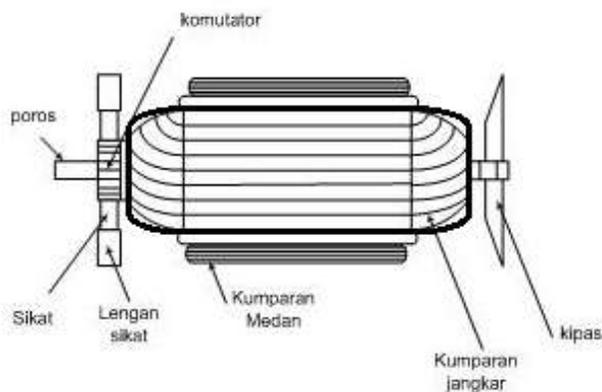
2.2.5. Motor DC

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.

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.

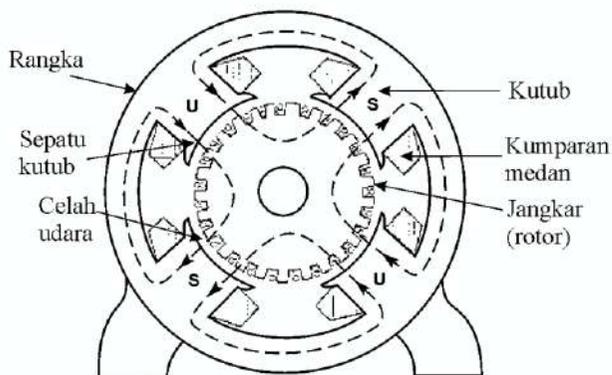
a) Konstruksi Motor Arus Searah (DC)



Gambar 2. 4 Konstruksi Motor Arus Searah

(Sumber: Electrical Engineering: Principles and Application, 5e, by Allan R. Hambley, 2010)

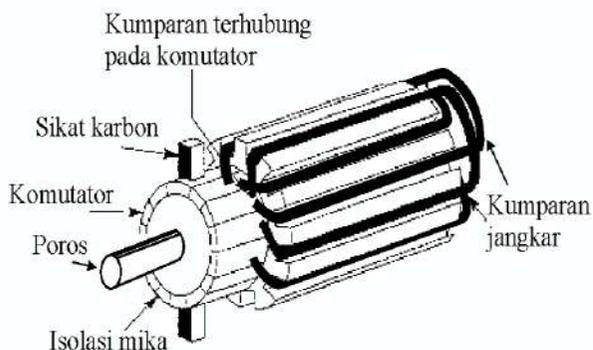
Gambar 2.4 merupakan konstruksi motor arus searah jika dilihat secara melintang dari samping. Terdapat beberapa bagian didalamnya yaitu poros, komutator, sikat, lengan sikat, kumparan medan, kumparan jangkar, dan kipas.



Gambar 2. 5 Konstruksi motor arus searah bagian stator

(Sumber: Electrical Engineering: Principles and Application, 5e, by Allan R. Hambley,2010)

Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa rangka motor arus searah adalah tempat meletakkan sebagian besar komponen mesin berfungsi untuk melindungi bagian mesin. Rangka ini juga berfungsi sebagai tempat untuk mengalirkan fluks magnet yang dihasilkan oleh kutub-kutub medan. Rangka dibuat dengan menggunakan bahan feromagnetic yang memiliki permeabilitas tinggi sebagai penopang mekanis dan juga sebagai bagian dari rangkaian magnet.



Gambar 2. 6 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor

(Sumber: Electrical Engineering: Principles and Application, 5e, by Allan R. Hambley,2010)

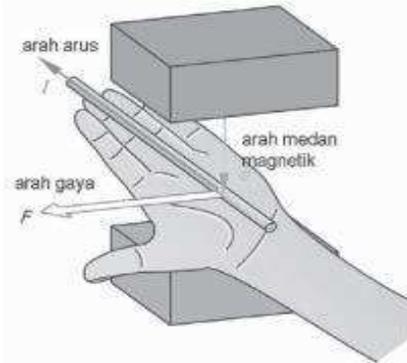
Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa rotor terdiri atas inti kutub dan sepatu kutub. Sepatu kutub yang berdekatan dengan celah udara dibuat lebih besar dari badan inti. Dimana fungsinya adalah untuk menahan kumparan medan ditempatnya dan menghasilkan distribusi fluks yang lebih baik dan tersebar diseluruh jangkar dengan menggunakan permukaan yang melengkung. Inti kutub terbuat dari laminasi plat-plat baja yang terisolasi satu sama lain. Sepatu kutub dilaminasi dan dibaut ke inti kutub, maka kutub medan (inti kutub dan sepatu kutub) direkatkan bersama-sama kemudian dibaut pada rangka. Pada inti kutub ini dibelitkan kumparan medan yang terbuat dari kawat tembaga yang berfungsi untuk menghasilkan fluks magnetic.

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 Flemming.

Persamaan Gaya sesuai hukum tangan kiri Flemming

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ (Newton)(1)}$$



Gambar 2. 7 Kaidah tangan kiri Flemming

(Sumber: Nave,2005)

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:

$$T = F \cdot r \text{(2)}$$

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

$$T = K \cdot \phi \cdot I_a \text{(3)}$$

$$K = \frac{P.Z}{2\pi a} \dots\dots\dots(4)$$

- Dimana :
- T = torsi (N-m)
 - r = jari-jari rotor (m)
 - K = konstanta (bergantung pada ukuran fisik motor)
 - \emptyset = fluksi setiap kutub
 - I_a = arus jangkar (A)
 - P = jumlah kutub
 - z = jumlah konduktor
 - a = cabang paralel

Output Daya Motor DC

$$P_{out} = T_{out} \cdot \omega_m \dots\dots\dots(5)$$

- Dimana :
- P_{out} = Daya
 - T_{out} = Torsi
 - ω_m = Kecepatan Sudut

Kecepatan sudut dari motor dapat didefinisikan melalui rumus berikut:

$$\omega_m = n_m \times \left(\frac{2\phi}{60}\right) \dots\dots\dots(6)$$

Dengan n_m adalah jumlah putaran yang dilakukan motor

Effisiensi Motor DC

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

$$\eta(\%) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

atau pada motor :

$$\eta(\%) = \frac{HP \text{ output} \times 746}{\text{watt input}} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

$$\eta(\%) = \frac{HP \text{ output} \times 746}{(HP \text{ input} \times 746) + \text{watt rugi}} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

- Dimana :
- P_{in} = daya masukan
 - P_{out} = daya keluaran
 - Σ 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 :

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

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

$$I_a = \text{ arus jangkar} \qquad R_a = \text{ resistansi jangkar}$$

$$I_f = \text{ arus medan} \qquad R_f = \text{ resistansi medan}$$

- 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.

1. 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.

$$P_h = \eta B_{\max}^{1.6} \cdot fV \dots\dots\dots(10)$$

- Dimana :
- P_h = rugi *hysteresis*
 - B_{\max} = rapat fluks maksimum di dalam jangkar
 - f = frekuensi pembalikan magnetic
 - $V = \frac{n.P}{120}$ dimana n dalam rpm dan P = jumlah kutub
 - V = volume jangkar dalam m^3
 - H = koefisien *hysteresis Steinmentz*

2. Rugi Arus Pusar

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 pusar (*eddy current*) dan daya yang hilang karena alirannya disebut dengan rugi arus pusar.

- 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*) mot

- 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 :

$$P_{bd} = V_{bd} \cdot I_a \dots\dots\dots(11)$$

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:

$$P_{bd} = 2 \cdot I_a \dots\dots\dots(12)$$

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

Rugi-rugi beban *stray* merupakan rugi-rugi yang disebabkan oleh arus pusar 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 hubungan singkat komutasi.

2.2.6. 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.

2.2.7. Solar Cell (Panel Surya)

Panel surya adalah komponen yang digunakan sebagai pengisi daya untuk baterai. Panel surya bekerja dengan cara menangkap sinar yang berasal dari matahari, mengubahnya sehingga menghasilkan energi listrik.

Beberapa studi memproyeksikan bahwa biaya pembangkit listrik tenaga surya di masa depan akan semakin murah. Hal ini memberikan harapan untuk membuat perencanaan penggunaan energi surya dalam skala global termasuk untuk dunia maritim.

Panel surya terdiri dari sel-sel surya (*Photovoltaic Cells*) yang disusun seri dan paralel. Sel surya ini terbuat dari bahan khusus semikonduktor yang disebut dengan silikon. Ketika cahaya mengenai sel silikon, cahaya tersebut akan diserap oleh sel silikon, hal ini berarti energi cahaya yang diserap telah ditransfer ke bahan semikonduktor yang berupa silikon. Energi yang tersimpan dalam semikonduktor ini akan mengakibatkan elektron lepas dan mengalir dalam semikonduktor. Elektron yang mengalir ini adalah arus listrik. Untuk mendapatkan arus ini, maka tiap sel surya harus dihubungkan. hubungan ini kemudia diarahkan ke sebuah terminal + dan -, sehingga rangkaian beberapa sel ini akan membentuk sebuah set panel surya yang lengkap. Secara umum ada 3 jenis panel surya, yaitu :

1. *Crystalline Silicon (c-Si)*

Panel surya ini memanfaatkan material silikon sebagai bahan utama penyusun sel surya. Tipe *crystalline* merupakan generasi pertama dari sel surya dan memiliki 2 jenis panel utama, yaitu :

- *Monocrystalline silicon (mono-Si)*

Panel Surya ini menggunakan jenis sel surya jenis *crystalline* tunggal (*single-crystal-Si*) dan memiliki efisiensi paling tinggi di kelasnya. Secara fisik, panel surya *monocrystalline* dapat diketahui dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

- *Multicrystalline silicon (multi-Si)*

Panel surya ini menggunakan sel surya jenis multi *crystalline* atau dikenal dengan *polysilicon (p-Si)* dan *multi-crystalline silicon (mc-Si)*. Secara fisik, panel surya *multicrystalline* dapat diketahui dari warna sel yang cenderung biru dengan bentuk persegi.

- *Ribbon silicon (ribbon-Si)*

Strings Ribbon solar panels merupakan salah satu panel surya yang menggunakan jenis sel surya *polycrystalline*, namun menggunakan proses yang berbeda.

2. *Thin-film Solar Cell*

Panel surya ini menggunakan banyak lapisan material sebagai bahan material penyusunnya. Panel surya ini merupakan panel surya generasi kedua. Ketebalan lapisan materialnya mulai dari nanometer (nm) hingga micrometer (μm). Tipe panel surya ini memiliki beberapa jenis berdasarkan material penyusunnya yaitu:

- *Cadmium telluride (CdTe)*

Panel surya jenis ini merupakan jenis panel surya yang memiliki tingkat efisiensi paling baik dikelasnya, yaitu 9-10%.

- *Copper indium gallium diselenide (CIGS)*

Panel surya dari bahan material CIGS ini memiliki efisiensi 10-12%, dengan efisiensi terendah yang pernah diproduksi dalam skala lab adalah 21.7%.

- *Amorphous thin-film silicon (a-Si, Tf-Si)*

Panel surya jenis ini memiliki efisiensi terendah yaitu 6-8% dan mengandung bahan tidak aman dalam materialnya.

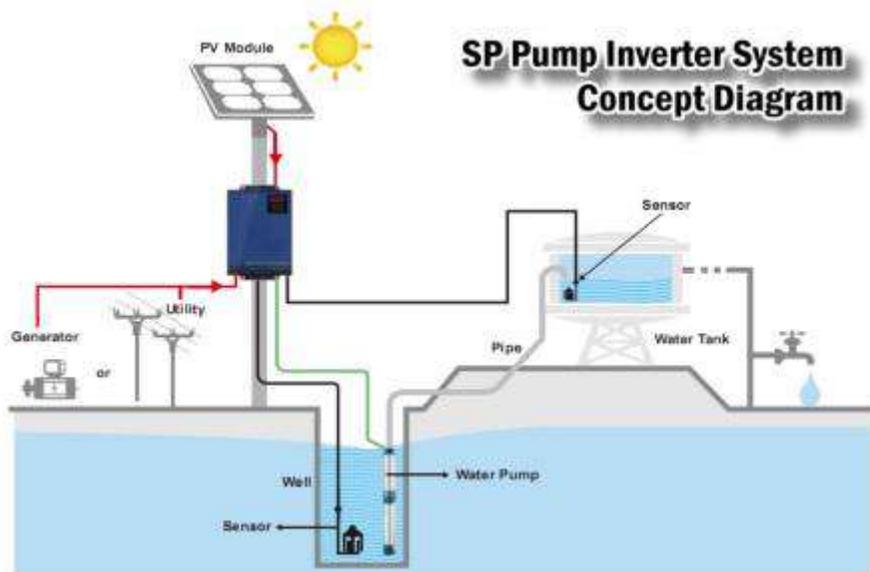
2.2.8. Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa topologi inverter yang ada sekarang ini, dari yang hanya menghasilkan tegangan keluaran kotak bolak-balik (*push-pull inverter*) sampai yang sudah bisa menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa). Inverter satu fasa, tiga fasa sampai dengan multifasa dan ada juga yang namanya inverter multilevel (kapasitor split, *diode clamped*, dan susunan kaskade).

Ada beberapa cara teknik kendali yang digunakan agar inverter mampu menghasilkan sinyal sinusoidal, yang paling sederhana adalah dengan cara mengatur keterlambatan sudut penyalan inverter di tiap lengannya. Cara yang paling umum digunakan adalah dengan modulasi lebar pulsa (PWM). Sinyal kontrol penyalan di dapat dengan cara membandingkan sinyal referensi (sinusoidal) dengan sinyal carrier

(digunakan sinyal segitiga). Dengan cara ini frekuensi dan tegangan fundamental mempunyai frekuensi yang sama dengan sinyal referensi sinusoidal.

Prinsip kerja inverter adalah mengubah input motor (listrik AC) menjadi DC dan kemudian dijadikan AC lagi dengan frekuensi yang dikehendaki sehingga motor dapat dikontrol sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Fungsi inverter adalah untuk merubah kecepatan motor AC dengan cara merubah frekuensi outputnya.



Gambar 2. 8 Konsep kerja sistem inverter

(Sumber: www.rekasurya.com)

Gambar 2.8 menunjukkan sistem kerja daripada inverter. Energi listrik yang bersumber dari generator ataupun panel surya masih berupa arus listrik AC, sedangkan beban listrik yang ada di rumah tangga berupa arus DC. Inverter berfungsi untuk menyamakan arus beban dengan arus yang diterima.

2.2.9. Pembebanan Pada Kapal Ikan

Beban-beban kapal ikan terdiri dari:

- 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*

2.2.10. Perhitungan Hambatan Kapal

Dalam perhitungan hambatan kapal dihitung berdasarkan data ukuran utama dari kapal. Metode yang digunakan dalam perhitungan kapal ikan ini menggunakan metode perhitungan Holtrop. Perhitungan dilakukan berdasarkan data variasi kecepatan kapal yang digunakan untuk mendapatkan nilai beberapa tahanan yaitu tahanan gesek, tahanan gelombang, tahanan akibat perbedaan transom, tahanan akibat ada tidaknya *bulbous bow*, tahanan udara, dan tahanan tambahan. Nilai tahanan tersebut akan dijumlahkan sehingga didapatkan total tahanan dari kapal. Dari jumlah total tahanan kapla maka dapat dihitung jumlah daya yang dibutuhkan kapal selama beroperasi.

2.2.11. Pemilihan Motor DC

Setelah daya yang dibutuhkan kapal untuk beroperasi didapatkan maka selanjutnya dilakukan pemilihan motor DC. Pemilihan motor DC didasarkan pada total kebutuhan daya kapal. Dalam pemilihan ini perlu dipertimbangkan beberapa hal yang dapat berpegaruh saat perencanaan kapal yakni harga, berat motor, RPM, torsi dan tegangan, dan juga dimensi motor agar sesuai dengan dengan rancang bangunan dari kapal itu sendiri.

2.2.12. Perhitungan Kebutuhan Baterai dan Panel Surya

Sistem propulsi elektrik dalam rancangan ini menggunakan baterai sebagai sumber daya. Maka perlu dilkukan pemilihan baterai yang tepat dan efisien baik dari segi kapasitas, berat, dan dimensinya. Dengan diketahuinya kebutuhan daya selama operasional kapal, maka dapat ditentukan berapa jumlah baterai yang akan digunakan.

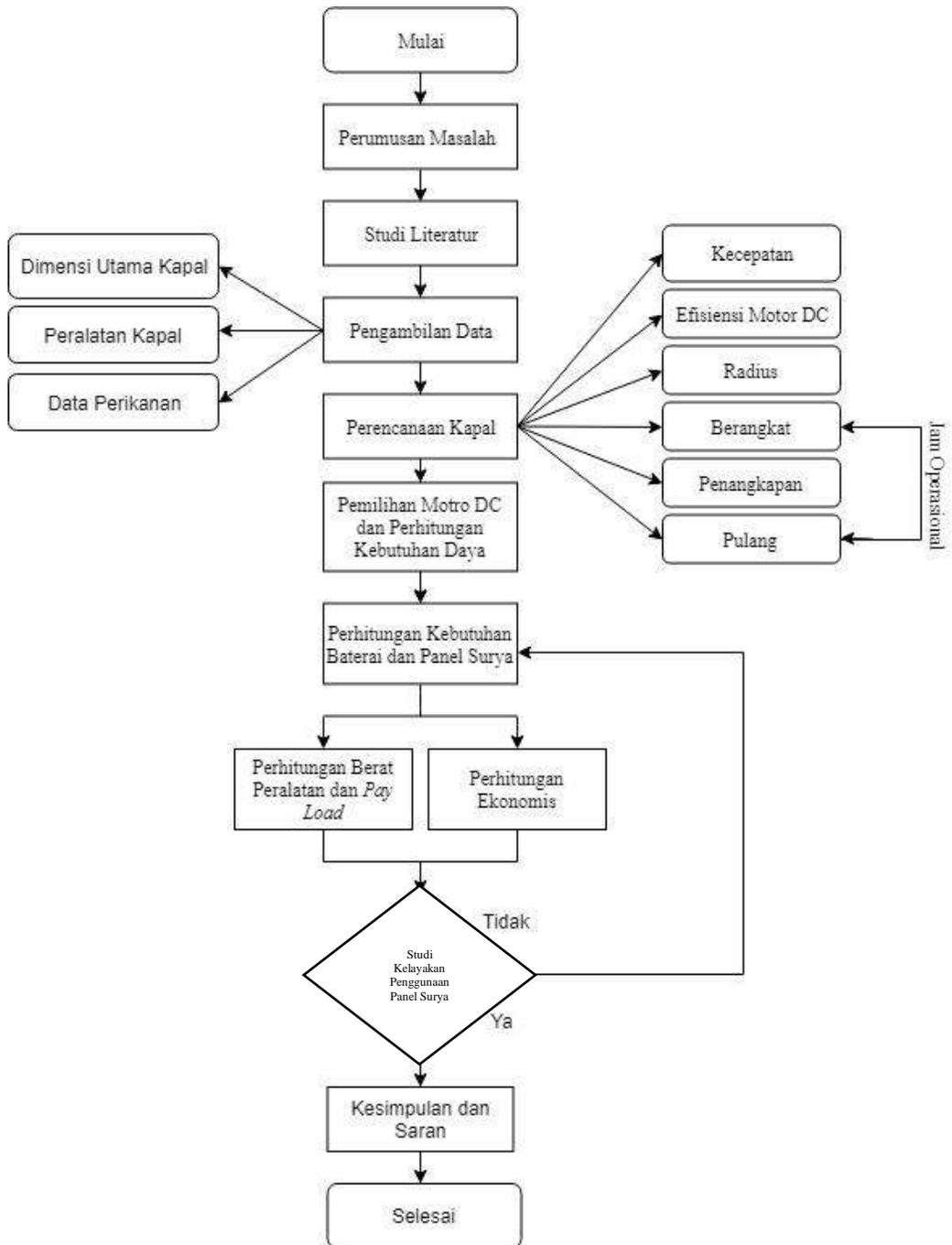
Perhitungan kebutuhan panel surya didasarkan pada harga dan total kebutuhan daya listrik pada kapal. Namun perlu dilakukan analisa desain kapal untuk menentukan posisi pemasangan dari panel surya.

2.2.13. Perhitungan Berat Peralatan dan *Payload*

Kapal dengan sistem propulsi listrik memiliki perbedaan dengan kapal konvensional yang menggunakan mesin *diesel* dalam pembebanan total berat pada kapal. Hal ini dikarenakan perbedaan komponen yang digunakan dalam kapal. Untuk kapal ikan yang menggunakan sistem propulsi listrik perlu dilakukan perhitungan total berat peralatan termasuk peralatan tangkap ikan, baterai, panel surya, dan peralatan tambahan lainnya. Hal ini dilakukan menentukan jumlah *payload* maksimum dari kapal ikan. *Payload* merupakan kapasitas kargo atau muatan yang dapat diangkut oleh kapal.

BAB III METODOLOGI

Flow Chart Metodologi Penelitian



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.

3.1.3. Pengambilan Data

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

3.1.4. Perhitungan Kebutuhan Baterai dan Panel Surya

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. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan panel surya yang digunakan sebagai pasokan energi yang dibutuhkan oleh baterai.

3.1.5. Analisa dan Pembahasan

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

3.1.6. 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.

3.1.7. Penyusunan Laporan

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

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

3.1. 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	

(Sumber: Direktorat Kapal Perikanan dan Alat Penangkap Ikan, Direktorat Jendral Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015)

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

Berdasarkan keterangan diatas waktu operasional dapat dibagi sebagai berikut:

1. Keberangkatan
 - Motor DC on +/- 1 jam
2. Penangkapan Pertama
 - Motor DC on 50 menit
 - Service Pump on 15 menit
 - Bilge Pump on 15 menit
 - Mesin Purse Seine on 40 menit
3. Penangkapan Kedua
 - Motor DC on 50 menit
 - Service Pump on 15 menit
 - Bilge Pump on 15 menit
 - Mesin Purse Seine on 40 menit
4. Penangkapan Ketiga
 - Motor DC on 50 menit
 - Service Pump on 15 menit
 - Bilge Pump on 15 menit
 - Mesin Purse Seine on 40 menit
5. Penangkapan Keempat
 - Motor DC on 50 menit
 - Service Pump on 15 menit
 - Bilge Pump on 15 menit
 - Mesin Purse Seine on 40 menit
6. Pulang
 - Motor DC on +/- 1 jam
 - Lighting on 1 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

(Sumber: Alexander, V.M. *Analisa Desain dan Kajian Ekonomis Sistem Propulsi Elektrik yang Ramah Lingkungan pada Kapal Ikan 30 GT*, 2017)

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

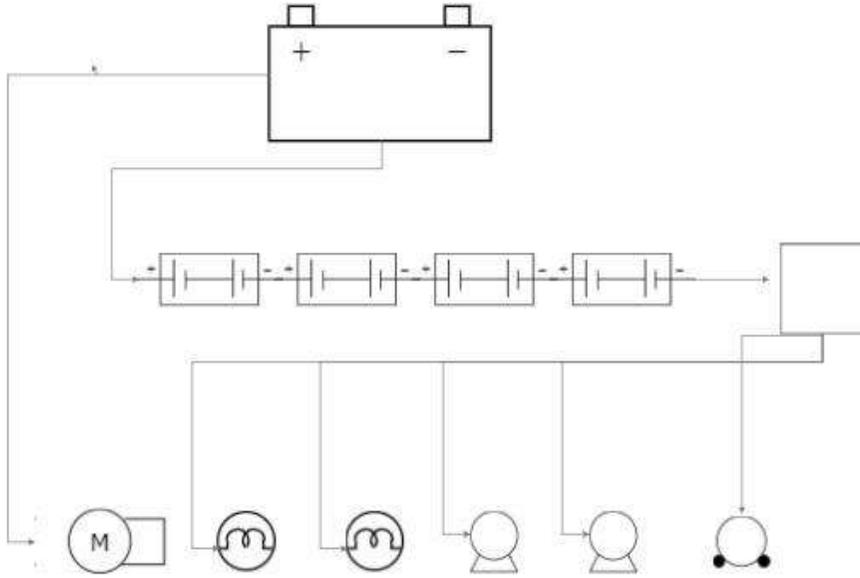
Berat : 0,54 ton

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 (V)	Current (Ampere)	Time Operation (h)	Power	Berat (kg)
1	Service Pump 1.5 kW 220V/AC (Ebara 65x50 FS4JA)(*)	1 unit	1,53 kW	420	3.64	1	1.53	49
2	Bilge Pump 1.5 kW 220V/AC (Ebara 65x50 FS4JA)(*)	1 unit	1,53 kW	420	3.64	1	1.53	49
3	Purse Seine Machine 23 kW 220V/AC(*)	1 unit	23,5 kW	420	55.95	2.5	58.75	0.91
4	Fish Collecting Lamp 4 kW 220V/AC(*)	10Bh	4,1 kW	420	9.76	1	4.1	
5	Lighting 0.6 kW 220V/AC (*)	15Bh	0.61 kW	420	1.45	1	0.61	
6	DC Motor	1 unit	75 kW	420	178.57	6	450	0.5
	Total Daya Utama 420/DC (kWh)						516.52	
	Total Daya Utama 420/DC (AH)						1229.81	
	Nb: (*)= Design with Inverter (DC to AC) and Transformator							
1	Navigation	4 unit	240 W	24	10	1	0.24	
2	Emergency Lamp	1 unit	60 W	24	2.5	1	0.06	
3	Radio Communication	1 unit	25 W	24	1.05	9	0.23	
	Total Daya Tambahan 24V/DC (kWh)						0.53	
	Total Daya Tambahan 24V/DC AH)						22.08	



Gambar 4. 1 Wiring diagram pembagian daya

(Sumber: Alexander,V.M.Analisa Desain dan Kajian Ekonomis Sistem Propulsi Elektris yang Ramah Lingkungan pada Kapal Ikan 30 GT,2017)

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 Kebutuhan Baterai dan Panel Surya

A. Perhitungan jumlah baterai

Sistem propulsi elektrik dalam rancangan ini akan menggunakan sumber daya dari baterai. Maka akan dipilih baterai yang tepat dan efisien baik dari segi kapasitas, berat dan luasnya. Tabel 4.4 memaparkan jenis-jenis baterai yang bisa dipilih:

Tabel 4. 4 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 beterei 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 total kebutuhan listrik kapal ditampilkan pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Kebutuhan baterai pada beban utama

No	Name	Information								
		Total daya utama (AH)	Capacity (AH)	Voltage (Volt)	Weight (kg)	The Use of Battery				Dimension (mm)
						Seri	Parallel	Total	Total Weight (kg)	
1	Deep Blue Sealed Type: Gel	1229.794	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

B. Perhitungan kebutuhan daya listrik
Penentuan kebutuhan daya listrik.

Tegangan = 420 Volt
 Total beban = 1229.8 Ah
 Perencanaan lama pengisian = 12 jam

Arus = Total beban/waktu pengisian
 = 1229.8 Ah/12h
 = 102.5 A

Maka total daya listrik yang dibutuhkan adalah
 Daya listrik = Tegangan X Arus
 = 420 Volt X 102.5 A
 = 43.050 VA = 43 Kva

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

Total daya selama pengisian = Tegangan X Ampere
 = 420 Volt X 102.5 A
 = 43050 W = 43,05 kW

Kebutuhan daya saat pengisian = Total daya X lama pengisian
 = 34.4 kW X 12 jam
 = 516,6 kWh/hari

C. Perhitungan jumlah panel surya

1. Panel surya 300 WP (*watt peak*). Di Indonesia rata-rata maksimum energi surya yang dapat diserap oleh panel surya dan dikonversi menjadi energi listrik rata-rata adalah 5 jam per hari (pkl. 9.00 s.d 14.00).
2. Jumlah kebutuhan panel surya = (Total kebutuhan daya saat pengisian : 5 jam) : 300 WP

$$= (422800 \text{ Wh} : 5) : 300 \text{ WP}$$

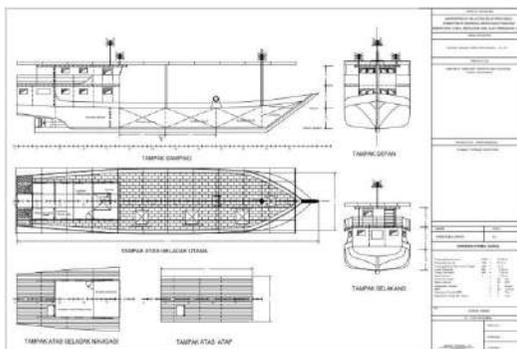
$$= 84560 : 300 \text{ WP}$$

$$= 281.86 \text{ atau } 282 \text{ unit panel}$$
3. Pemilihan Panel Surya

Merk	: SANKENLUX SPV 1610 –300
Tipe	: Monocrystalline
Daya	: 300 Watt Peak
Arus daya maksimum	: 8.4 Ampere
Tegangan maksimum	: 45.6 volt
Efisiensi	: 16 %
Luas area permukaan	: 1.935 m ²
Berat	: 24 kg
Harga	: Rp. 4.573.800,-
Garansi Fungsi	: 25 tahun

Berdasarkan perhitungan jumlah panel yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pengisian ulang baterai, maka perlu dilakukan analisa desain kapal untuk menentukan posisi pemasangan dari panel surya.

Total panel yang dibutuhkan untuk pengisian ulang baterai sebanyak 282 panel. Sehingga total kebutuhan panel yang dapat dipasang pada area permukaan kapal adalah 55 unit disesuaikan dengan ukuran permukaan kapal.



Gambar 4.2 Rancangan Umum Kapal Ikan Sistem Propulsi Elektrik Menggunakan Panel Surya

(Sumber: Direktorat Kapal Perikanan dan Alat Penangkap Ikan, Direktorat Jendral Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015)

Total daya yang dapat diisi oleh panel surya setiap pengisian ulang

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah panel surya} &= (\text{Total daya saat pengisian} : 5) : 300 \\
 \text{Total daya saat pengisian} &= \text{Jumlah panel surya} \times 300 \times 5 \\
 &= 55 \times 300 \times 5 \text{ Wh} \\
 &= 82500 \text{ wh} = 82.5 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa total daya yang dapat diisi oleh panel surya maksimal adalah 82.5 kWh atau sekitar 15,97% dari total kebutuhan daya untuk setiap kali pengisian baterai.

4.5. Perhitungan Berat Peralatan dan *Payload*

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

Berdasarkan perhitungan menggunakan *software Maxsurf*, maka didapatkan nilai dari berat *Displasment* setiap perubahan *Draft* kapal seperti pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4. 6 *Displasment* kapal setiap perubahan *Draft*

	Draft Kapal (m)					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Displacement (kg)	6258	12517	18776	25034	31293	37.552
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)	43811	50069	56328	62687	68845	75104
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 *Light Weight Tonnage (LWT)* awal pada kapal ikan pemanding

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

1. Perhitungan *Displasment* kapal

Sesuai dengan rancangan kapal ikan dengan menggunakan *software Maxsurf* maka diketahui bahwa berat *displasment* kapal adalah 68.845 ton pada sarat maksimal 1.1 meter.

2. Perhitungan DWT kapal

Sesuai dengan rancangan awal pada kapal ikan diketahui bahwa:

i. *Payload*

Payload merupakan kapasitas cargo yang dapat diangkut oleh kapal. Berat *payload* diusahakan semaksimal mungkin agar dapat memuat muatan yang banyak sehingga keuntungan yang diperoleh besar. Berdasarkan data kapal ikan pembanding bahwa nilai dari pada *stowage factor* palka ikan diperkirakan 760 kg/m^3 dengan asumsi ikan campur dengan kepingan es. Berikut susunan palka ikan dapat dilihat pada tabel 4. 7 dibawah ini :

Tabel 4. 7 Susunan Palka Ikan

Ruang Palka Ikan (PI)	Volume (m^3)	Ikan + Es
		(Ton)
Palka Ikan I	16	12.16
Palka Ikan II	16	12.16
Palka Ikan III	11	8.36
Palka Ikan IV	9	6.84
Jumlah	52	39.52

Maka *Payload* awal berdasarkan kapal pembanding = *stowage factor* x volume
 $= 760 \text{ kg/m}^3 \times 52 \text{ m}^3 = 39520 \text{ kg}$
 atau 39.52 ton

ii. W_{total}

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

• Kebutuhan Air Tawar

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

Diambil 15 kg/orang/hari

$C_{\text{fwd}} = 15 \text{ kg/orang/hari} = 0.015 \text{ ton/orang/hari}$

Waktu pelayaran (t) = 1 hari

Jumlah ABK (Tc) = 20 orang

c_{fws} (keb Air untuk mandi dan cuci) = 100 kg/org/hri

0.10 ton/org/hri

$$\begin{aligned} W_{\text{FWD}} &= n \times (t) \times C_{\text{FWD}} \\ &= 20 \times 5 \times 0,015 \\ &= 1.5 \text{ ton} \end{aligned}$$

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

$$W_{\text{FWD Tot}} = 1.5 \text{ ton}$$

- **Kebutuhan Bahan Makanan**

Kebutuhan makanan /orang 1 hari antara 4-6 kg/orang/hari. Diambil 5 kg/orang/hari. Maka berat total bahan makanan 5 x 5 hari x 20 orang adalah 500 kg atau 0.5 ton.

- **Berat Crew dan Barang Bawaan**

Berat rata-rata orang dewasa 60-70 kg dan rata-rata barang bawaan untuk 1 kali pelayaran adalah 1 kg. Jadi berat total *Crew* dan barang bawaan adalah
 $= (65 \text{ kg} \times \text{jumlah crew}) + (1 \text{ kg} \times \text{jumlah crew})$
 $= 1320 \text{ kg} = 1.32 \text{ ton}$

- **Berat Cadangan (Wr)**

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

$$\begin{aligned} W_r &= 0.5\% \times \Delta \\ &= 0.5\% \times 68.845 \text{ ton} \\ &= 0.34 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Berat Material untuk pembuatan Purse Seine (Ws)

No	Bagian Jaring	Material	Berat/m (gr)	Berat/buah (gr)	Jumlah	Berat (kg)
1	Tali Ris Atas	Polyethylene	53.27	-	100 m	5.327
2	Tali Ris Bawah	Polyethylene	53.27	-	100 m	5.327
3	Tali Pelampung	Polyethylene	53.27	-	100 m	5.327
4	Tali Pemberat	Polyethylene	53.27	-	100 m	5.327
5	Tali Kolor	Polyethylene	158.73	-	100 m	15.873
6	Pelampung Pada Kantong	Syntetic fibre	-	255	200 unit	51
7	Pelampung Pada Badan	Syntetic fibre	-	98	200 unit	19.6
8	Pelampung Pada Sayap	Syntetic fibre	-	46	200 unit	9.2
9	Pemberat	Timah	-	398,68	-	300
10	Cincin	Timah	-	1.140	60 unit	68.4
Total Berat (kg)						485.38

$$\begin{aligned} \text{Maka } W_{\text{total}} &= W_{\text{FWD Tot}} + W_{\text{Food}} + W_{\text{CP}} + W_r + W_s \\ &= 1.5 \text{ ton} + 0.5 \text{ ton} + 1.32 \text{ ton} + 0.34 + 0.49 = 4.15 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sehingga berat DWT adalah

$$\begin{aligned} \text{DWT} &= \text{Payload} + W_{\text{total}} \\ &= 39.52 \text{ ton} + 4.15 \text{ ton} = 43.67 \text{ ton} \end{aligned}$$

iii. Perhitungan LWT

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

$$\text{Displasment} = 68.845 \text{ ton}$$

$$\text{Payload} = 39.52 \text{ ton}$$

$$\text{Wtotal} = 4.15 \text{ ton}$$

$$\text{Berat } \textit{machinery} = 0.638 \text{ ton (berat motor DC + berat pompa)}$$

Maka berat LWT dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Displasment} = \text{DWT} + \text{LWT}$$

$$\text{LWT} = \text{Berat Displasment} - \text{DWT}$$

$$= \text{Berat Displasment} - (\textit{Payload} + \text{Wtotal})$$

$$= 68.845 - 43.67$$

$$= 25.175 \text{ ton}$$

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

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

$$\text{Berat konstruksi} = \text{LWT} - \text{Berat } \textit{machinery}$$

$$= 25.175 \text{ ton} - 0,638 \text{ ton} = 24.537 \text{ ton}$$

C. Perhitungan LWT kapal menggunakan sistem propulsi elektrik

Berat LWT kapal pada sistem 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 68.845 ton.

b. Perhitungan LWT dengan sistem propulsi mekanis

$$\text{i. berat konstruksi} = 24.537 \text{ ton}$$

$$\text{ii. berat } \textit{machinery} = 0.638 \text{ ton}$$

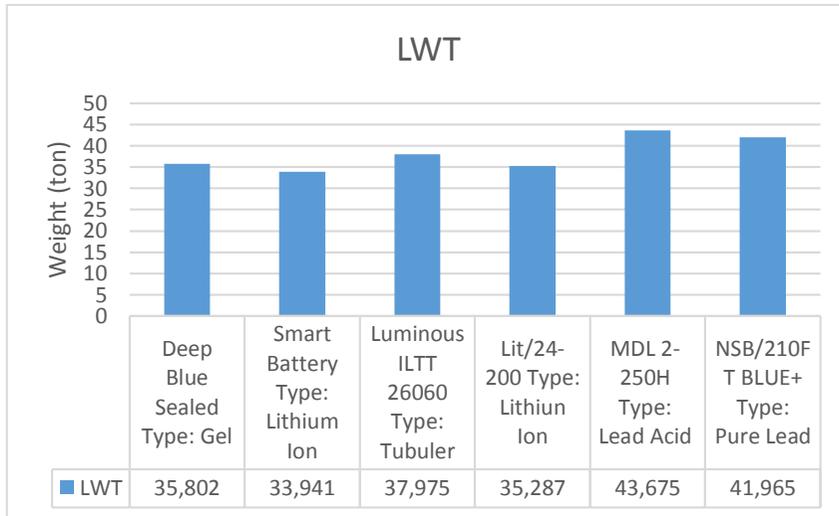
$$\text{iii. berat solar panel} = 55 \times 24 \text{ kg} = 1.32 \text{ ton}$$

$$\text{iv. berat baterai} = \text{"tabel 4.5"}$$

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

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

Maka hasil dari nilai variasi berat LWT untuk lebih lengkap ditampilkan pada Gambar 4.3 berikut :



Gambar 4. 3 Variasi berat LWT pada setiap jenis baterai

c. Perhitungan berat DWT

$$DWT = \text{Payload} + W_{\text{total}}$$

i. W_{total}

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

$$W_{\text{FWD Tot}} = 20 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} \times 0.015 \text{ ton/orang/hari} = 0.3 \text{ ton}$$

$$W_{\text{Food}} = 20 \times \text{orang} \times 1 \text{ hari} \times 5 \text{ kg/orang/hari} = 100 \text{ kg atau } 0.10 \text{ ton}$$

$$W_{\text{CP}} = 1.32 \text{ ton setiap 1 kali pelayaran}$$

$$W_{\text{r}} = 0.32 \text{ ton}$$

$$W_{\text{s}} = 0.49 \text{ ton}$$

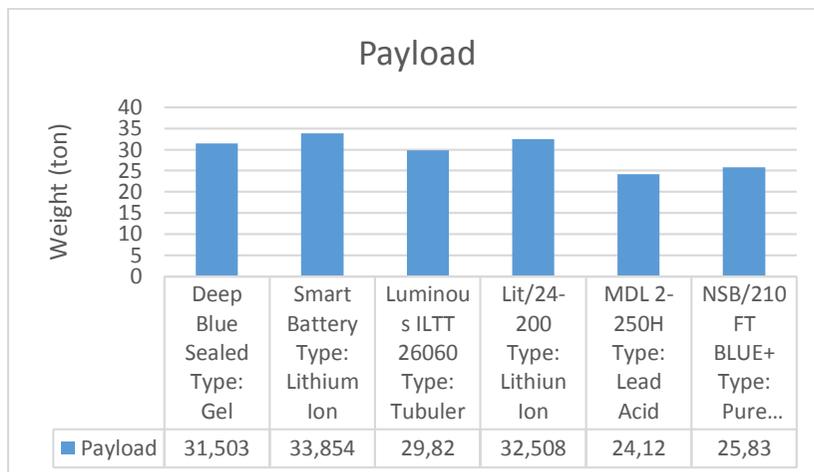
$$\begin{aligned} \text{Maka } W_{\text{total}} &= W_{\text{FWD Tot}} + W_{\text{Food}} + W_{\text{CP}} + W_{\text{r}} + W_{\text{s}} \\ &= 0.30 \text{ ton} + 0.10 \text{ ton} + 1.32 \text{ ton} + 0.32 + 0.49 = \\ &= 2.55 \text{ ton} \end{aligned}$$

ii. Perhitungan *payload* sistem propulsi listrik

Untuk mendapatkan berat *payload* pada sistem propulsi listrik dapat diketahui pada perhitungan berikut:

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

Hasil variasi *payload* untuk lebih lengkap ditampilkan pada Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4. 4 Variasi berat *payload* pada setiap jenis baterai

4.6. Perhitungan Kajian Ekonomis

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

4.6.1. Biaya Pembuatan Kapal Baru

Pada pembiayaan kapal baru yang tertera masih menggunakan motor diesel, pada tabel 4.9 tidak termasuk dengan biaya baterai dan solar panel yang akan digunakan karena perlu dilakukan analisa terkait keuntungan dan kerugian. Perhitungan pembiayaan kapal baru diambil berdasarkan estimasi yang ditulis oleh Saut Gurning, ST., M.Sc. di dalam jurnal yang berjudul “Aplikasi Pendanaan Kapal”.

Tabel 4. 9 Total biaya pembuatan kapal baru

Kegiatan	Unit	Harga / Unit	Total Harga
Biaya Konstruksi Lambung	30 GT	Rp 12.500.000,00	Rp 375.000.000,00
Peralatan Kapal	30 GT	Rp 1.500.000,00	Rp 45.000.000,00
Biaya Konstruksi Geladak	30 GT	Rp 3.000.000,00	Rp 90.000.000,00
Biaya Mesin utama	185 HP	Rp 4.500.000,00	Rp 832.500.000,00
Sistem Propulsi w/o M/E	185 HP	Rp 2.250.000,00	Rp 416.750.000,00
Sub TOTAL			Rp 1.758.750.000,00
Item	Percentage		Total Price
Inflasi	10%		Rp 175.875.000,00
Arus Mata Uang	15%		Rp 263.812.500,00
Pajak	10%		Rp 175.875.000,00
Administrasi	1%		Rp 17.587.500,00
TOTAL			Rp 2.391.900.000,00

Untuk perhitungan biaya pembangunan kapal baru tanpa menggunakan mesin mekanis dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang sama . Perhitungan biaya pembuatan kapal baru dapat dijelaskan pada tabel 4. 10.

Tabel 4. 10 Total biaya pembuatan kapal baru tanpa mesin mekanis

Kegiatan	Unit		Harga / Unit	Total Harga
Biaya Konstruksi Lambung	30	GT	Rp 12.500.000,00	Rp 375.000.000,00
Peralatan Kapal	30	GT	Rp 1.500.000,00	Rp 45.000.000,00
Biaya Konstruksi Geladak	30	GT	Rp 3.000.000,00	Rp 90.000.000,00
Sistem Propulsi	185	HP	Rp 2.250.000,00	Rp 416.750.000,00
Sub TOTAL				Rp 926.250.000,00

4.6.2. Analisa Investasi Awal

A. Biaya investasi untuk baterai, *charger, inverter, transformator*

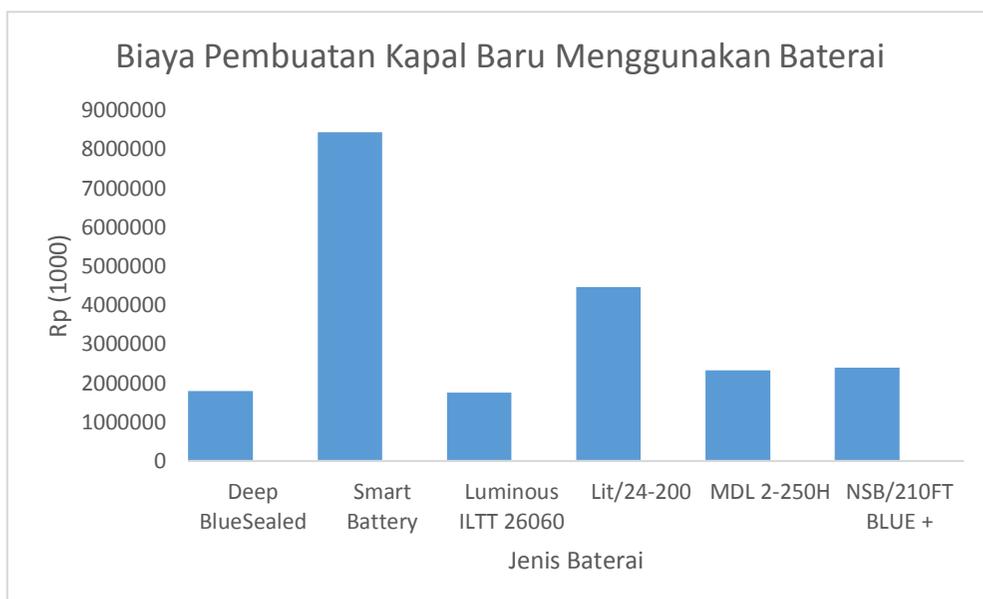
Biaya untuk pengadaan baterai yang tertera pada tabel sangat dipengaruhi oleh tipe (jenis) baterai serta besarnya tegangan dan kapasitasnya. Daftar harga baterai dan *charger, inverter, transformator* dapat dilihat pada tabel 4.11 dan tabel 4.12 dibawah:

Tabel 4. 11 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. 12 Total biaya investasi untuk battery charger, inverter, transformator

No	Jenis	Power	Input Voltage	Output Voltage	Effisiensi	Jumlah	Harga
1	BC Series Air-Cooled EV Battery Charger	3 kW	100-240VAC	112-225 VDC 225-450 VDC	92%	4	54.000.000
2	SP Solar Pump Inverter	11 kW	350-800VDC	380-400 VAC 415-440 VAC	97%	1	18.110.400
3	Transformator Step Down	-	440	220	97%	1	26.000.000



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Biaya Pembuatan Kapal Baru Menggunakan Baterai

Tabel 4.13 Total Biaya Pembuatan Kapal Baru Menggunakan Baterai

Type of Battery	Inflasi (10%)	Arus Mata Uang (15%)	Pajak (10%)	Administrasi (1%)	Total Biaya Kapal
Deep Blue Sealed	Rp179.256.120	Rp 268.884.180	Rp 179.256.120	Rp 17.925.612	Rp 2.437.883.232
Smart Battery	Rp 843.484.200	Rp 1.265.226.300	Rp 843.484.200	Rp 84.348.420	Rp 11.471.385.120
Luminous ILTT 26060	Rp 175.244.040	Rp 262.866.060	Rp 175.244.040	Rp 17.524.404	Rp 2.383.318.944
Lit/24-200	Rp 446.395.200	Rp 669.592.800	Rp 446.395.200	Rp 44.639.520	Rp 6.070.974.720
MDL 22250H	Rp 232.125.000	Rp 348.187.500	Rp 232.125.000	Rp 23.212.500	Rp 3.156.900.000
NSB/210FT BLUE+	Rp239.457.000	Rp359.185.500	Rp239.457.000	Rp23.945.700	Rp3.256.615.200

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. Perhitungan biaya listrik dalam pengisian baterai pada sistem 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 :

Tegangan = 420 Volt
 Total beban = 1229.8 Ah
 Perencanaan lama pengisian = 12 jam
 Arus = 102.5 A
 Daya listrik = 43 kVA

Tabel 4. 14 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 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 = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***	Blok WBP dan Blok LWBP = $996,74$ 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 = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ 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):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

**) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.}$
 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 ($1,4 \leq K \leq 2$), 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.

$$\begin{aligned} \text{Total daya selama pengisian} &= \text{Tegangan} \times \text{Ampere} \times \text{Power Faktor} \\ &= 420 \text{ Volt} \times 102.5 \text{ A} \\ &= 43050 \text{ W} = 43,05 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan daya saat pengisian} &= \text{Total daya} \times \text{lama pengisian} \\ &= 43,05 \text{ kW} \times 12 \text{ jam} \\ &= 516,6 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost tarif listrik harian} &= \text{Penggunaan 1 hari} \times \text{Tarif listrik} \\ &= 516,6 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.467,28/\text{kWh}^* \\ &= \text{Rp. } 757.997,- \end{aligned}$$

*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:

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

$$\begin{aligned} \text{Cost pengisian baterai per tahun} &= \text{Biaya listrik harian} \times \text{Jumlah berlayar} \\ &= \text{Rp. } 757.997 \times 260 \\ &= \text{Rp. } 197.079.220 \\ &= \text{Rp. } 198.000.000 \text{ (pembulatan)} \end{aligned}$$

C. Biaya investasi untuk panel surya

- 55 panel x Rp. 4.573.800/panel = Rp. 251.559.000
- Biaya pemasangan = 55 x Rp.440.000/panel = Rp. 24.200.000
- Total biaya investasi awal = Rp. 251.559.000+ Rp. 24.200.000
= Rp. 275.759.000

4.6.3. Analisa Perbandingan Biaya Pengeluaran Dalam 10 Tahun

A. Biaya pengeluaran untuk solar panel dalam 10 tahun

- Biaya pemeliharaan selama setahun: Rp. 200.000 x 12 bulan = Rp. 2.400.000
- Biaya pemeliharaan selama 10 tahun : Rp. 2.400.000 x 10 = Rp. 24.000.000
- Total biaya pengeluaran selama 10 tahun : total investasi awal + biaya pemeliharaan
=Rp. 275.759.000 + Rp. 24.000.000
= Rp. 299.759.000

B. Biaya pengeluaran untuk pengisian dari PLN dalam 10 tahun

Biaya pengeluaran per tahun Rp. 198.000.000 x 10 tahun = Rp. 1.980.000.000

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan ke dalam sebuah tabel 4. 15 berikut :

Tabel 4. 15 Rangkuman Perbandingan Biaya Pengeluaran dalam 10 tahun

PLN			Solar Cell		
ES			ES		
Es yang dibutuhkan per hari	9,45	Ton	Es yang dibutuhkan per hari	9,45	Ton
Harga es / kg	Rp1.400		Harga es / kg	Rp1.400	
Harga es per tahun	Rp3.439.800.000		Harga es per tahun	Rp3.439.800.000	
MAKANAN			MAKANAN		
Makanan yang dibutuhkan setiap hari	60	Porsi	Makanan yang dibutuhkan setiap hari	60	Porsi
Harga makanan/porsi	Rp15.000		Harga makanan/porsi	Rp15.000	
Harga makanan per tahun	Rp234.000.000		Harga makanan per tahun	Rp234.000.000	
GAJI AWAK KAPAL			GAJI AWAK KAPAL		
Total awak kapal	20	Orang	Total awak kapal	20	Orang
Gaji awak kapal	Rp2.500.000		Gaji awak kapal	Rp2.500.000	
Gaji awak kapal per tahun	Rp600.000.000		Gaji awak kapal per tahun	Rp600.000.000	
BIAYA OPERASIONAL			BIAYA OPERASIONAL		
Harga pemeliharaan	Rp198.000.000		Harga pemeliharaan	Rp2.400.000	
TOTAL	Rp4.471.800.000		Total	Rp4.276.200.000	
Total dalam 10 Tahun	Rp44.718.000.000		Total dalam 10 Tahun	Rp42.762.000.000	

Dari tabel diatas dapat menunjukkan bahwa terdapat perbedaan biaya pengeluaran kapal ikan yang dimana biaya pengeluaran untuk kapal ikan yang menggunakan sistem propulsi elektrik dan panel surya lebih murah daripada tanpa menggunakan panel surya.

4.6.4. Analisa Perbandingan Investasi Awal

Pada analisa ini akan dibahas nilai investasi awal menggunakan baterai diisi ulang dengan PLN dengan menggunakan baterai diisi ulang dengan panel surya. Berikut analisa untuk investasi awal untuk masing-masing sistem.



Gambar 4. 6 Grafik perbandingan investasi awal

Dari gambar 4.6 diatas diketahui bahwa nilai investasi awal kedua sistem memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Untuk nilai investasi awal yang menggunakan baterai dengan pengisian ulang dari PLN tidak memerlukan investasi awal jika dibandingkan dengan nilai investasi awal untuk baterai dengan pengisian ulang menggunakan panel surya.

4.6.5. Analisa BEP (*Break Event 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 sistem 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 sistem seimbang atau tidak mengalami untung ataupun rugi.

Didalam analisa *Break Event Point*, perlu diketahui nilai daripada pendapatan kapal selama beroperasi. Tabel 4.16 menunjukkan total pendapatan kapal ikan dalam setahun.

Tabel 4.16 Total Pendapatan Kapal Ikan dalam 1 Tahun

Volume muatan	52 m ³
Stowage factor	760 kg/m ³
Pay load	31,503 ton
Asumsi hasil tangkapan	60% x pay load ikan + es
Berat ikan	18,9 ton
Berat es	9,45 ton
Harga ikan	Rp2.000
Pendapatan per hari	Rp37.800.000
Pendapatan per bulan	Rp1.134.000.000
Subtotal pendapatan per tahun	Rp13.608.000.000
Pajak 10%	Rp680.400.000
Inflasi 10%	Rp680.400.000
Total	Rp5.443.200.000

Tabel 4.17 berikut merupakan data nilai investasi dan akumulasi biaya operasional tiap tahun selama 15 tahun.

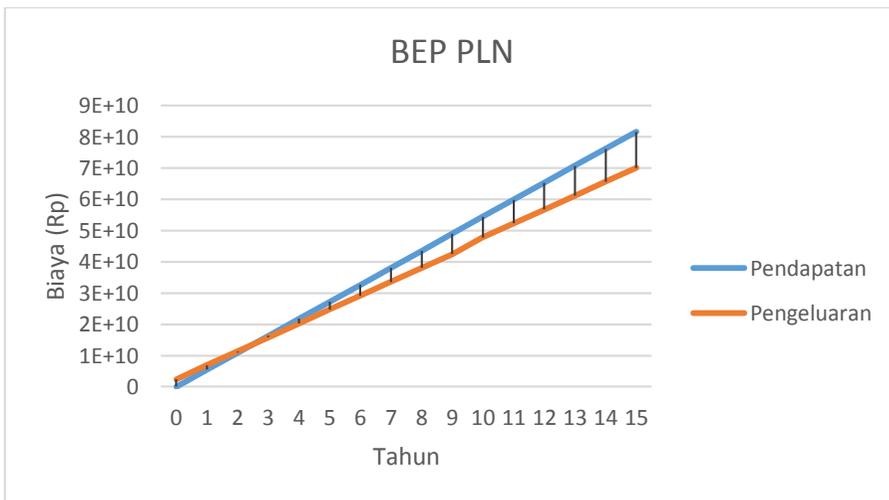
Tabel 4. 17 Akumulasi Nilai Investasi Awal dengan Biaya Operasional PLN Tiap Tahun

Tahun Ke-	Biaya PLN	
	Pendapatan	Pengeluaran
0	0	2437883232
1	5443200000	6891683232
2	10886400000	11345483232
3	16329600000	15799283232
4	21772800000	20253083232
5	27216000000	24706883232
6	32659200000	29160683232
7	38102400000	33614483232
8	43545600000	38068283232
9	48988800000	42522083232
10	54432000000	47842194432
11	59875200000	52295994432
12	65318400000	56749794432
13	70761600000	61203594432
14	76204800000	65657394432
15	81648000000	70111194432

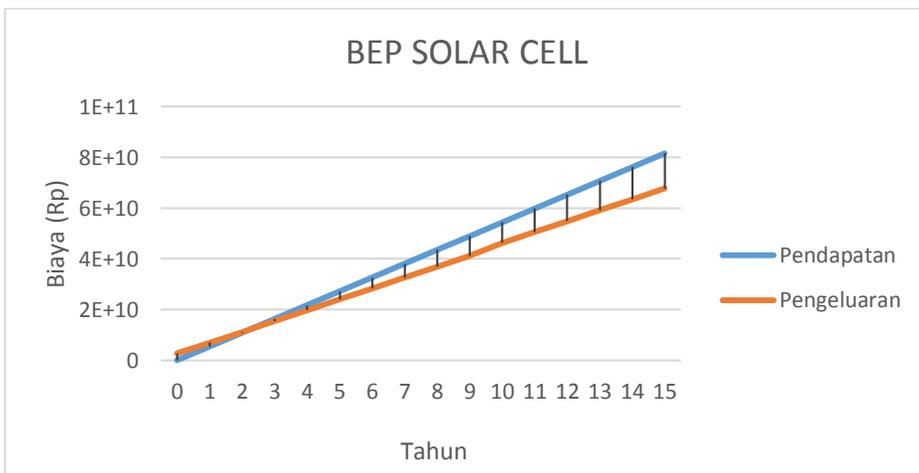
Tabel 4. 18 Akumulasi Nilai Investasi Awal dengan Biaya Operasional Solar Cell Tiap Tahun

Tahun Ke-	Biaya SOLAR CELL	
	Pendapatan	Pengeluaran
0	0	2713642232
1	5443200000	6989842232
2	10886400000	11266042232
3	16329600000	15542242232
4	21772800000	19818442232
5	27216000000	24094642232
6	32659200000	28370842232
7	38102400000	32647042232
8	43545600000	36923242232
9	48988800000	41199442232

10	54432000000	46341953432
11	59875200000	50618153432
12	65318400000	54894353432
13	70761600000	59170553432
14	76204800000	63446753432
15	81648000000	67722953432



Gambar 4. 7 Grafik BEP PLN



Gambar 4. 8 Grafik BEP Solar Cell

Dari gambar 4.7 dan 4.8, antara pendapatan dan pengeluaran memiliki titik perpotongan diantara tahun ke-2 dan ke-3. Titik perpotongan pada grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai investasi kapal dengan sistem propulsi elektrik yang menggunakan pengisian ulang dari baterai dengan panel surya telah mencapai titik keseimbangan yang berarti tidak

mengalami keuntungan dan kerugian. Artinya, nilai investasi kapal tersebut dapat kembali dalam kurun waktu kurang dari 3 tahun.

Setelah didapatkan titik keseimbangan terdapat perubahan nilai pengeluaran yang signifikan pada tahun ke-10. Hal tersebut terjadi akibat adanya pergantian baterai lama dengan yang baru.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Penggunaan *solar cell* tidak dapat memenuhi total kebutuhan kapal karena *solar cell* yang dapat dipasang pada kapal sebanyak 55 unit dengan total daya yang dapat dihasilkan sebesar 82.5 kWh atau sekitar 15.97% dari total daya yang dibutuhkan setiap kali pengisian ulang baterai.
2. Berdasarkan pertimbangan tingkat keefektifan dan keefisienan terhadap ke enam jenis baterai dan juga 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
3. Terdapat perubahan jumlah *payload* kapal saat dilakukan perubahan sistem propulsi dari mekanis menjadi elektrik dengan pengisian ulang menggunakan *solar cell* yaitu dari total *payload* awal sebesar 39.52 ton menjadi 31.50 ton.
4. Nilai investasi awal dalam pembangunan kapal menggunakan *solar cell* memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan tanpa penggunaan *solar cell* yaitu sebesar Rp. 2.713.642.232,-
5. Biaya operasional kapal dengan sistem propulsi menggunakan pengisian ulang dari *solar cell* dapat lebih hemat dengan total biaya operasional tiap tahun hanya Rp.2.400.000,- dibandingkan dengan biaya operasional kapal menggunakan pengisian ulang hanya dari PLN yaitu sebesar Rp.198.000.000,-.
6. Berdasarkan grafik *Break Event Point* diketahui bahwa pengisian ulang dengan *solar cell* dan PLN memiliki titik perpotongan antara tahun ke-2 dan tahun ke-3 yang artinya nilai investasi sistem pengisian ulang dengan solar panel dapat kembali dalam waktu kurang dari 3 tahun.

5.2. Saran

1. Dilakukan analisa penggunaan *solar cell* untuk jenis kapal ikan yang lebih besar sehingga didapat perbedaan yang lebih signifikan.
2. Dilakukan analisa untuk perancangan sistem pengisian ulang terpisah dari kapal menggunakan *solar cell* sehingga mampu untuk memenuhi seluruh total kebutuhan daya kapal.

“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] Matondang, A V; [2017]; “Analisa Design dan Kajian Ekonomis Sistem Propulsi Elektris yang Ramah Lingkungan pada Kapal Ikan 30 GT”; ITS; Teknik Sistem Perkapalan; Surabaya.
- [3] Djaufani, B M, dkk; [2015]; “Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas baterai untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya”; Institut Teknologi Nasional; Teknik Elektro; Bandung.
- [4] Spagnalo, G, Schirripa, Papalilo, D., Martocchia, D; [2011]; “Eco Friendly Electric Propulsion Boat”; 2011 IEEE
- [5] Musta’in, Muhammad, dkk; [2009]; “Analisa Teknis Perancangan Floating Recharge Untuk Kapal Nelayan Di Daerah Cilacap”; Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi IX; Surabaya.
- [6] Nasution, A. R. H. [2011]; ”Pengaruh Metode Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Pengaturan Tahanan Jangkar Terhadap Efisiensi Motor DC SHUNT”; 2011. Sumatera Utara
- [7] 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)
- [8] Mudztahid, Adzwar; [2011]; “Metode Penangkapan dan Alat Tangkap Pukat Cincin (Purse Seine)”; Teknik Kapal Penangkap Ikan; Tegal.
- [9] 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”

B. Motor DC

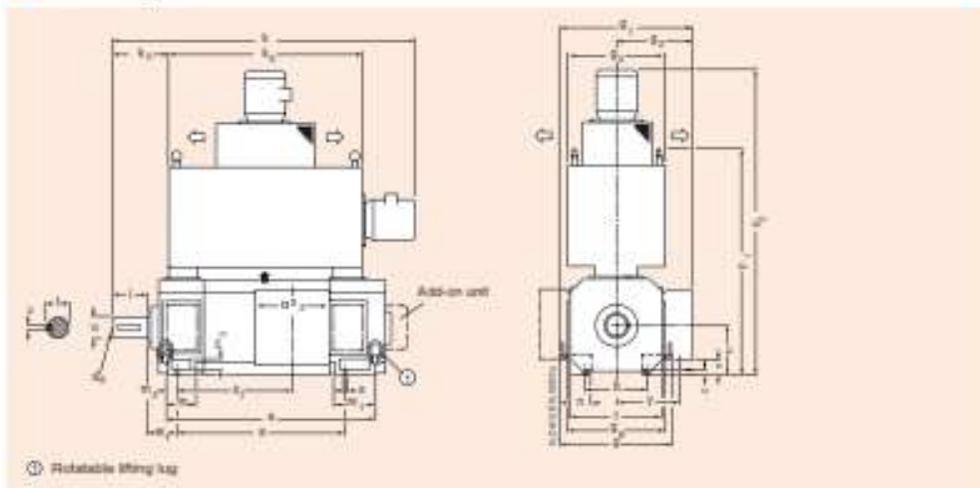
1H00 Size 100									
Selection and ordering data									
These motors are uncompensated									
Rated speed n_n rpm	Rated output P_n kW	Rated torque M_n Nm	Maximum field weak- ening speed n_{max} rpm	Order No.	Rated current I_n A	Effi- ciency η %	Armature Resistance at 100 °C R_a mΩ	Inductance L_a mH	Overall length L
all rated armature voltage 420 V 470 V 520 V 600 V									
200	37.8	340	2540	1H00 100-01A-00 -1VV1	104	84	472	7.90	
1000	42.8	350	2080	-1VV1	104	85			
1120	47.8	364	2020	-1VV1	103	86			
1250	58	400	1870	-1VV1	103	88			
1400	68.2	430	1760	1H00 100-01B-00 -1VV1	124	86	330	0.93	
1500	72.8	439	1680	-1VV1	125	87			
1640	78	451	1670	-1VV1	123	88			
1800	103.2	480	1400	1H00 100-01C-00 -1VV1	140	87	247	0.80	
1970	107.0	480	1400	-1VV1	140	88			
2100	107.5	507	1400	-1VV1	139	88			
2240	118.8	538	1400	-1VV1	137	88			
2400	137	570	1400	1H00 100-01D-00 -1VV1	158	88	150	0.70	
2500	139	578	1400	-1VV1	157	88			
2700	151.5	600	1400	-1VV1	158	89			
2820	151	628	1400	-1VV1	153	88			
3000	170	658	1400	1H00 100-01E-00 -1VV1	180	88	118	0.66	
3200	184.2	695	1400	-1VV1	179	87			
3500	189	723	1400	-1VV1	180	88			
3800	213	764	1400	1H00 100-01F-00 -1VV1	200	87	82.5	0.46	
4000	217.0	764	1400	-1VV1	200	88			
4500	261.5	790	1400	1H00 100-01G-00 -1VV1	218	87	60.5	0.37	
5000	267	790	1400	-1VV1	218	88			
5500	317.8	804	1400	1H00 100-01H-00 -1VV1	232	86	51.5	0.34	

Rated field voltage 270 V

Type of construction M.B.3

M.B.20

Dimension drawings



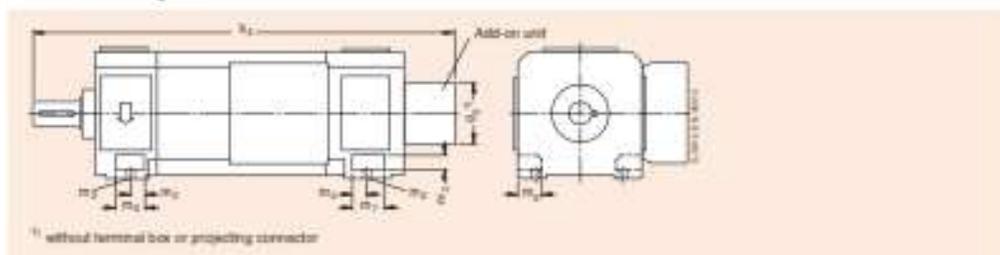
Type of construction M.B.3
IP54 degree of protection

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 IMQ6	IEC B	a	b	c	e	f	g	g ₁	g ₂	g ₃	h	k	k ₁	k ₂	m	m ₁	m ₂	m ₃
			A	A	PA	DB	AB	AC	AD	-	-	H	L	-	-	BA	-	-	-
180	190	600	279	14	730	300	460	300	440	580	362	160	1310	230	390	110	130	30	30
	198	670	279	14	600	380	460	300	440	580	362	180	1380	230	390	110	130	30	30
200	206	645	318	18	815	400	500	370	480	620	402	200	1300	230	390	120	180	70	80
	208	725	318	18	695	400	500	370	480	620	402	200	1410	230	390	120	180	70	80
225	226	735	356	18	925	400	500	430	500	705	475	225	1480	275	390	140	200	30	60
	228	825	356	18	1015	450	500	430	500	705	475	225	1560	275	390	140	200	30	60
250	256	795	406	22	1015	500	620	400	500	785	525	250	1640	280	1000	150	240	30	80
	258	885	406	22	1115	500	620	400	500	785	525	250	1740	280	1100	150	240	30	80
280	286	850	457	22	1160	560	680	480	600	825	585	280	1710	280	1070	160	230	30	80
	288	960	457	22	1210	560	680	480	600	825	585	280	1820	280	1180	160	230	30	80

For motors		Dimensions acc. to										Drive end shaft extension				
Size	Type IMQ6	IEC AA	D ₁	D ₂	f	y	k ₁	k ₂	k ₃	y	d	l	l	e	l ₂	
					K	-	C	-	-	-	D	E	GA	F	-	
180	190	70	360	1380	15	30	121	370	310	280	65	140	60	18	M 20	
	198	70	360	1380	15	30	121	440	310	280	65	140	60	18	M 20	
200	206	80	1020	1455	18	50	133	380	310	280	70	140	74.5	20	M 20	
	208	80	1020	1455	18	50	133	470	310	280	70	140	74.5	20	M 20	
225	226	85	1110	1545	18	50	149	470	360	330	80	170	85	22	M 20	
	228	85	1110	1545	18	50	149	560	360	330	80	170	85	22	M 20	
250	256	95	1210	1635	24	75	168	530	360	330	90	170	95	25	M 24	
	258	95	1210	1635	24	75	168	630	360	330	90	170	95	25	M 24	
280	286	100	1280	1765	24	100	180	580	360	330	95	170	100	25	M 24	
	288	100	1280	1765	24	100	180	680	360	330	95	170	100	25	M 24	

Dimension drawings



Encoder and brake assemblies and foot notes

C. Baterai

1. Deep Blue Sealed Tipe : Gel

DEEP BLUE SEALED BATTERY

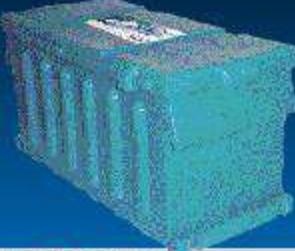
POWER

Power for a World of Applications

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.



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.

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







MADE IN CANADA

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-050(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.
Paterson, N.J. 07654-1507
Phone: (973) 323-8830
Fax: (973) 323-3028
E-mail: sales@powerbat.com
Website: www.powerbattery.com

CANADA
Power Battery (Canada) Ltd.
770 Thomas Ave.
Sackville, New Brunswick, Quebec, J2X 5E7
Phone: (506) 346-5272
Fax: (506) 346-8003
E-mail: sales@powerbat.ca
Website: www.powerbattery.com

UK
Power Batteries Ltd.
Premier Way, Abbey Park Industrial Estate
Ramsay, Hampshire, SO31 9AQ
Phone: +44 (0)1794 839900
Fax: +44 (0)1794 839910
E-mail: sales@powerbat.co.uk
Website: www.powerbat.co.uk

3. Smart Battery Tipe Lithium Ion



TECHNOLOGY ADVANTAGE

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

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

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.

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

SIZE & WEIGHT ADVANTAGE

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

4. Luminous ILTT 26060
Tipe : Tubular



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.

5. Lit/24 – 200
 Tipe : 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

6. MDL 2-250 H
Tipe : Lead Acid

MDLblock - MBSblock



PRODUCT SOLUTION	MDLblock - MBSblock
APPLICATION	Standard
TECHNOLOGY	VLA
MAINTENANCE	weekly
DESIGN	MultiCell block (24V DIN-5 / BS)
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	HEATRON HF
BMS MODULE	Optional
BATTERY CHANGE SOLUTION	YES

One of the greatest challenges in technological development is to create innovation, while 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 DIN5 24V batteries up to 250 Ah/C3.

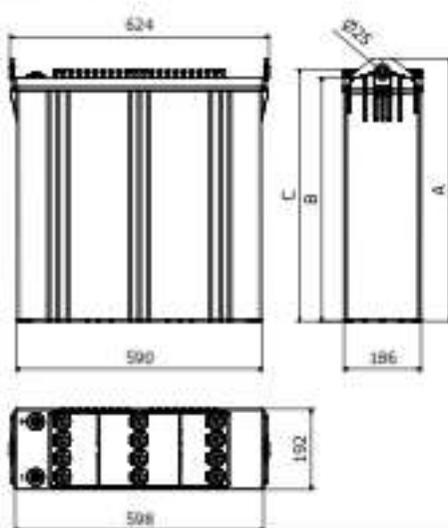
Nell'ambito dello sviluppo tecnologico lo sfida più grande è riuscire a creare innovazioni, introducendo miglioramenti sostanziali in un processo di produzione e nel prodotto risultante che impattino positivamente su qualità, costi ed applicazione. Il "progetto block", 8 anni dal lancio della rivoluzionaria gamma MBSblock, è adesso completo e significativamente rafforzato con l'introduzione delle nuove versioni MDLblock a coprire settori di applicazioni su: trasportatori elettrici progettati per l'alloggiamento di batterie tipo British Standard e DIN5 24V con capacità fino a 250Ah/C3.



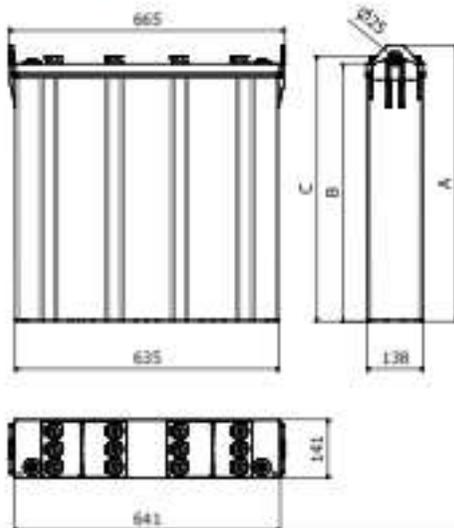
MDLblock - MBSblock

Block Type	Lab. Reference		Quantity and Air Weight per Square Meter of surface		Nominal Weight (kg)	Block Dimensions (mm)			Design Weight
	Type / Tipo		x 2 Rows / in 2 file			L	H	T	
	MSL	MSL/TG	Quantity (per sq. m)	Air Weight (kg)					
					mm	mm	mm		
MDL Block	1/180L	2xV2Fd 90	180	32	121	110	447	487	MF 24-30 M
	1/180L	2xV2Fd 90	180	36	134	110	447	487	MF 24-30 M
	1/180M	2xV2Fd 90	180	36	138	170	437	547	MF 24-30 M
	1/210M	2xV2Fd 210	210	42	154	170	437	547	MF 24-30 M
	1/210M	2xV2Fd 210	210	42	157	427	484	604	MF 24-30 M
	1/230M	2xV2Fd 230	230	46	168	427	484	604	MF 24-30 M
	1/250M	2xV2Fd 250	250	50	188	427	484	604	MF 24-40 M
MBS Block	1/130	2xV2Fd 130	130	26	119	100	427	477	MF 24-30 M
	1/150	2xV2Fd 150	150	30	132	147	484	534	MF 24-30 M
	1/200	2xV2Fd 200	200	40	168	460	437	637	MF 24-30 M

DIMENSIONS / DIMENSIONI (mm) MDLblock



DIMENSIONS / DIMENSIONI (mm) MBSblock



7. NSB/210FT BLUE +
Tipe : 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/gaseng 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 LDH of at least 29%
- + Partial State of Charge (PSOC) cycling technology

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



NSB 210FT Blue+ Battery®

Nominal Technical Specifications



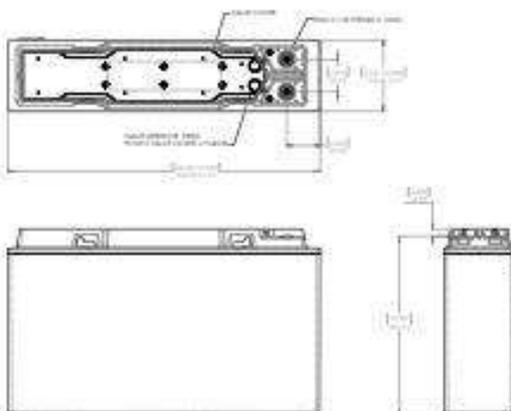
Electrical

10-hour capacity to 1.80 VPC @ 25°C (77°F)	200 Ah
8-hour capacity to 1.75 VPC @ 25°C (77°F)	195 Ah
10-hour capacity to 1.80 VPC @ 30°C (86°F)	197 Ah
Float Voltage	2.28 +/- 0.02 VPC @ 25°C (77°F)
Nominal Voltage	12 V
Impedance (1kHz)	0.8 mΩ @ 25°C (77°F)
Conductance	2.21 S
Short Circuit Current	3300 A
Maximum Charge Current	no limit

Dimensions

Height	305 mm (12.0 in)	Weight	65 kg (143 lbs)
Width	128 mm (4.99 in)	Terminal	Female M8 x 1.25
Depth	500 mm (19.7 in)	Terminal Torque	6.0 Nm (7.1 m-ft)

Drawings



All NorthStar batteries are compliant with Telcordia SR4200, EIC 60200, Bellcore GR-63-CORE, Issue 1, British, German, and Russian telecom standards. UL approved. NorthStar is registered to ISO 9001 and ISO 14001.

NorthStar America

NorthStar Battery Company LLC
4000 Continental Way
Baltimore, MD 21286
United States of America
info@northstarbattery.com
Tel: +1 417 575 8000
Fax: +1 417 575 8000

NorthStar Europe

Geoff Gusten AB
Sofiero Väg 0
SE-100 07 Solleåsna,
Stockholm, Sweden
europa@northstarbattery.com
Tel: +46 8 410 100 00
Fax: +46 8 638 08 00

NorthStar Middle East, Africa

Redif Sweden AB JLT Branch
Office 702, Gate 1 Tower
Jumeirah Lake Towers, Dubai
United Arab Emirates
mea@northstarbattery.com
Tel: +971 4 422 8000
Fax: +971 4 422 8001

NorthStar Asia Pacific

167 Sun Pacific Sdn. Bhd.
99 Sun-15A, Cyberjaya
No. 1, Jalan Dutaamas 1, 50480
Kuala Lumpur, Malaysia
asia@northstarbattery.com
Tel: +60 3 2418 0711

www.northstarbattery.com



Form: 525-540-20455-01 Issue: 05-23-18 EIC-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; 500kD 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 20A, 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 208AC or above Auto adjusts for maximum line utilization below 208VAC
OUTPUT VOLTAGE	Range I Option: 112-225VDC (27A Max below 112VDC) Range II Option: 225-450VDC (13.3A 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

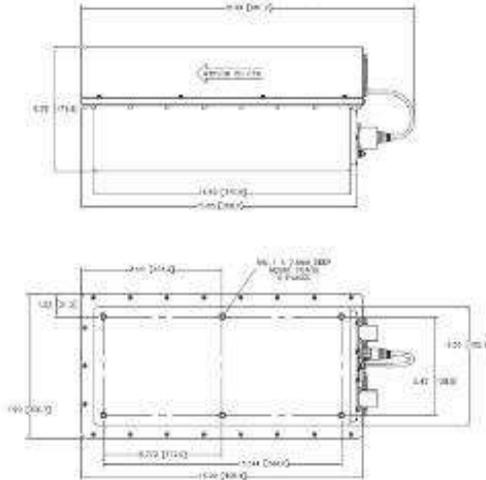
CurrentWays.com
Tel: (619) 596-3984
sales@CurrentWays.com



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	<p>Steady Green—Normal Operation</p> <p>Slow Flashing—Slave Operation (when paralleled w/other chargers)</p> <p>Fast Flashing—Fault Indication; will attempt restart every 30 minutes</p>

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 015655
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

E. Panel Surya
Tipe : Monocrystalline

SANKELUX
Solar System & Lighting

SOLAR PANEL
SANKELUX SPV 1610 - 300
Monocrystalline 300 wp

* Merupakan komponen utama dari penyediaan energi surya, panel surya ini mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik.

Solar panel **SANKELUX SPV 1610** adalah panel surya yang handal, serta memenuhi standar **SNI 04-3850.2-1995** ; yaitu pengukuran karakteristik arus tegangan sel/modul fotovoltaik dari **B2TKE (Balai Besar Teknologi Konversi Energi)**. Solar Panel **SANKELUX** merupakan produksi dalam negeri dan telah mendapat sertifikat **TKDN (Tingkat Komponen Dalam Negeri)** dari **Kementerian Perindustrian Republik Indonesia**.

- ✓ **Garansi 25 tahun**
- ✓ **Standar SNI 04-3850.2-1995;**
- ✓ **Nilai TKDN > 40%**
- ✓ **Efisiensi 16%**
- ✓ **Anti Korosi**

Head Office **PT. SANKEINDO**
Jl. Pattimura Seribu Komp. Golden Boulevard
Duk. 102 No. 43-45 DSD City - Tangerang 15062
Phone : (021) 53161138 | Fax : (021) 53161135
Email : sales@sankeindo.co.id

MEMBER OF **APAMSI** www.sankeindo.co.id

SANKELUX
Solar System & Lighting

ELEKTRIKAL DATA			KARAKTERISTIK
Daya	Wp	300	
Tegangan Daya Maksimum (V _{mp})	Watt	32.2	
Arus Daya Maksimum (I _{mp})	Ampere	8.8	
Tegangan Terbuka (V _{oc})	Volt	45.6	
Arus Hubung Singkat (I _{sc})	Ampere	8.8	
Tahanan Serat (R _s)	Ohm	0.4	
Tahanan Paralel (R _p)	Ohm	153.0	
Faktor Daya	PF	0.7	
Efisiensi (η _p)	%	16.4	

MEKANIKAL DATA	
Tipe Cell	Monocrystalline
Jumlah Cell	72 (6x 12 Cell)
Cover Depan	3.2 mm Kaca Tempemed
Frame	Alumunium Alloy
Kabel	Arus (10A)
Sanctum-Box	IP68, 1 Dioda
Konektor	MC konektor

DIMENSI			GARANSI	
Area Aktif	mm	170004		Garansi Pungsi 25 Tahun
Lebar	mm	900		
Panjang	mm	1855	SERTIFIKASI	
Tebal	mm	40	Sert. Photovoltaic Standar SNI 04:8850.2:2005 Oleh BSTE	
Berat	kg	24	Test Korosi ASTM D 117-03 Oleh SACOFINDO	
Kemasan	Dua dan Packing Kayu 1 Dioda - 2 Riba 1 Packing - 2 & 5 Dioda		Sertifikasi IKDN 625 Oleh KEMENPERIN	

2 & 3

Tebal

1. Uk. Frame

2. Jarak Lubang

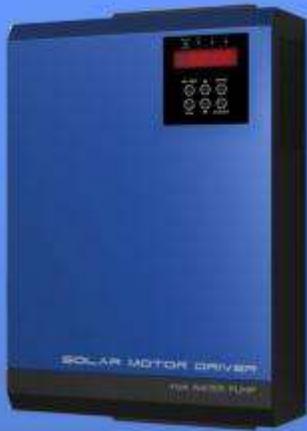
3. Uk. Lubang

www.sankeindo.co.id

F. Inverter
Tipe : SP Solar Pump Inverter

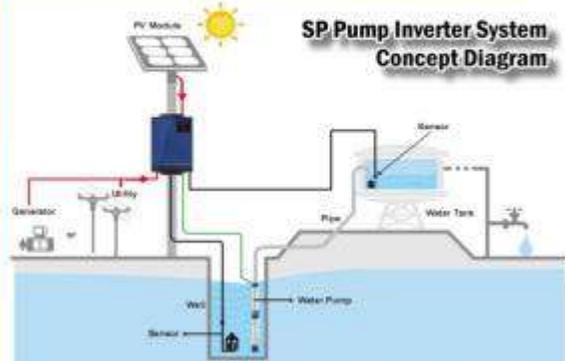
SP INVERTER SERIES

Solar Pump Inverter



MAIN FEATURES

- Battery-less design 3-phase SOLAR pump inverter (run from Solar or AC directly)
- Built in MPPT solar charger
- High PV Input Voc 800V!
- 2.2KW, 7.5KW, or 11KW models to choose
- Compatible with IEC standard 3-phase asynchronous motor
- Peak 97% efficiency!
- 50Hz or 60Hz supported (programmable)
- Alternative AC Input — compatible with utility or generator
- Auto-restart feature after PV reconnect or AC return
- Automatic derating at high temperature
- Soft start feature available
- Full feature system protection
- RS232 / RS485 monitoring feature
- Large LCD / LED display
- (optional) Monitoring of water tank level through input dry contact signal



SP Solar Pump Inverter	SP-2.2K	SP-7.5K	SP-11K
INPUT POWER			
Max PV array	3,500W	12,000W	17,600W
Max PV Input Voc	800Vdc		
MPPT Range	300 - 800Vdc		
Startup Voltage	350Vdc		
Max Input PV current	4.5A	14.5A	21.5A
(Optional) AC Input Power	4,000VA	11,000VA	16,500VA
(Optional) AC Input Voltage	380, 400, 415, 440VAC (3 phase)		
(Optional) AC Input Max Current	5.8A	20.5A	27A
OUTPUT POWER			
Power Phase	3 Phase only		
Output Voltage	380, 400, 415, 440VAC (3 phase)		
Max Output Power	2,200W	7,500W	11,000W
Peak Efficiency	97%		
Max Output Current	5A	17A	26A
Motor Type	3-Phase asynchronous motor		
Output Frequency	50Hz / 60Hz, adjustable		
ENVIRONMENTAL / MECHANICAL SPECIFICATIONS			
Protection	Over/Under-Voltage, Over Current, Over Temp, Short Circuit, Surge		
Communication	RS-232, RS-485		
Operating Temp.	-20°C ~ 45°C (100% load, power derate >45°C)		
Operating Humidity	0~95%RH Non-Condensing		
Dimension	610*250*350mm		
Weight/Packing	3.5kg	8kg	8.5kg

G. Transformer
 Tipe : Transformer Step Down 440/220

SECTION 1 **HPS IMPERATOR®**

SECTION 1

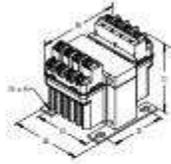


FIGURE A

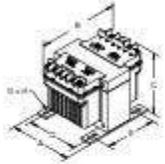


FIGURE B

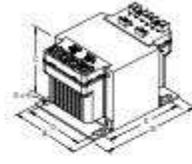


FIGURE C

Group I

Primary Voltage: 480/240 | 400/230/208 | 440/220/200
 Secondary Voltage: 120/23 | 115/24 | 110/23



VA Rating	Casting Number	Mfg. Fig.	Output Amps	Overall Dimensions			Mounting Centers		Mounting Slot Ø X H	Height with Finger Guard	Depth with Finger Guard	Approx. Sds Weight Lbs.	Optional Primary Fuse Size (A)	Optional Delayed and Second Trigger Guard Kit (P/N)
				A	B	C	D	E						
50	PH75MML	A	0.45 @ 208	3.25	4.08	5.50	2.65	2.50	0.22 x 0.44	4.37	5.50	4.80	PKC	PK2/PK2
75	PH75ML	A	0.65 @ 23	5.25	4.25	5.50	2.65	2.50	0.22 x 0.44	4.37	5.83	4.80	PKC	PK2/PK2
100	PH100ML	A	0.87 @ 23	5.25	4.68	5.83	2.65	2.65	0.22 x 0.44	4.30	6.25	5.20	PKC	PK2/PK2
120	PH150ML	B	1.50 @ 23	6.00	5.44	5.83	5.53	2.75	0.22 x 0.75	4.50	6.94	7.60	PKC	PK2
250	PH250ML	B	2.17 @ 23	6.50	5.13	6.49	5.75	5.75	0.22 x 0.75	5.28	6.69	10.1	PKC	PK2
375	PH375ML	B	3.24 @ 23	6.50	5.54	6.49	5.75	5.75	0.22 x 0.75	5.28	7.08	11.0	PKC	PK2
500	PH500ML	B	4.15 @ 23	6.75	6.69	6.49	6.00	6.00	0.22 x 0.84	5.25	8.19	16.1	PKC	PK2
750	PH750ML	C	6.51 @ 23	5.25	6.70	6.94	6.50	6.15	0.31 x 0.81	5.38	8.50	21.0	PKC	PK2
1000	PH2000ML	C	8.70 @ 60	5.25	6.19	6.44	6.50	5.83	0.31 x 0.81	5.38	8.60	32.2	PKC	PK2

Secondary fuse clips and heat dip mounting screws supplied standard with transformers up to and including 1000VA. Primary and secondary voltage fuses (optional) supplied standard with transformers up to and including 1000VA. *All dimensions in inches.*
 *Heat Delayed finger guard kit is an optional kit. For more information refer to page 42.
 Available with 18CT/20T/20T/21/22 Primary and Secondary Fuse Kits up to 1000VA. To order, add the suffix "FK" to the above part number. Refer to page 42 for details. *

Group J

Primary Voltage: 415/400/380
 Secondary Voltage: 110 X 220



VA Rating	Casting Number	Mfg. Fig.	Output Amps	Overall Dimensions			Mounting Centers		Mounting Slot Ø X H	Height with Finger Guard	Depth with Finger Guard	Approx. Sds Weight Lbs.	Optional Primary Fuse Size (A)	Optional Delayed and Second Trigger Guard Kit (P/N)
				A	B	C	D	E						
50	PH500EMX	A	0.45 @ 23	3.00	4.18	5.13	2.50	2.25	0.22 x 0.44	4.00	5.82	3.50	PKC	PK2/PK2
75	PH750EMX	A	0.68 @ 23	3.25	4.00	5.61	2.65	2.65	0.22 x 0.44	4.44	5.50	4.10	PKC	PK2/PK2
100	PH1000EMX	A	0.80 @ 23	3.25	4.19	5.83	2.65	2.65	0.22 x 0.44	4.44	5.83	4.50	PKC	PK2/PK2
120	PH1500EMX	B	1.50 @ 23	4.00	4.94	5.83	5.58	2.75	0.22 x 0.75	4.50	6.44	5.70	PKC	PK2
250	PH2500EMX	B	2.17 @ 23	4.50	5.44	5.83	5.75	5.75	0.22 x 0.75	5.30	6.94	7.50	PKC	PK2
375	PH3750EMX	B	3.18 @ 23	4.50	5.19	6.44	5.75	5.75	0.22 x 0.75	5.18	6.69	10.1	PKC	PK2
500	PH5000EMX	B	4.15 @ 27	4.75	5.94	6.51	6.00	5.81	0.22 x 0.84	5.15	7.44	16.2	PKC	PK2
750	PH7500EMX	B	6.42 @ 27	3.25	6.30	6.94	6.50	6.15	0.31 x 0.81	5.58	8.00	21.0	PKC	PK2
1000	PH2000EMX	B	8.70 @ 23	5.25	6.62	6.94	6.50	6.44	0.31 x 0.81	5.58	8.31	22.6	PKC	PK2

Secondary fuse clips, heat dip mounting screws and primary and secondary voltage fuses (optional) supplied standard with transformers. *All dimensions in inches.*
 *Heat Delayed finger guard kit is an optional kit. For more information refer to page 42.
 **Refer to page 42 for wiring schematic drawing. Custom voltages and VA are available upon request.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Pablo Purba. Lahir di kota Pematangsiantar, 12 Juli 1995. Seorang anak dari pasangan Bapak Elamson Purba dan Ibu Heltinaria Saragih dan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Swasta GKPS Pematangsiantar pada tahun 2001 s.d 2007, kemudian melanjutkan sekolah di SMP Negeri 7 Pematangsiantar pada tahun 2007 s.d 2010, setelah lulus dari SMP kemudian melanjutkan sekolah di SMA Negeri 1 Panombeian Panei Simalungun 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 organisasi keagamaan dan organisasi paguyuban daerah di lingkungan kampus. Selain itu pada tahun 2014 penulis juga menjadi bagian dari Tim *Marine Solar Boat* ITS. Pada tahun keempat, penulis mengikuti kegiatan di Laboratorium *Marine Electrical and Automation System* (MEAS) dan menjadi Grader Praktikum Listrik Perkapalan pada Semester Ganjil 2017/2018. Untuk menyelesaikan pendidikan S1 ini penulis mengambil skripsi di bidang *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)

