



TUGAS AKHIR - ME 141501

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIK
PADA KAPAL IKAN 30 GT TIPE PURSE SEINE**

**Andhy Wijaya
NRP 4213 100 115**

**Dosen Pembimbing :
Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST, M.Sc.
Juniarko Prananda, ST, MT**

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS – ME141501

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF ELECTRIC
PROPULSION SYSTEM ON FISHING VESSEL 30 GT TYPE PURSE
SEINE**

**Andhy Wijaya
NRP 4213 100 115**

**Supervisor :
Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST, M.Sc.
Juniarko Prananda, ST, MT**

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS PADA KAPAL IKAN 30 GT TIPE PURSE SEINE

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:

Andhy Wijaya

NRP. 4213 100 115

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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

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



SURABAYA
Juli 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS PADA KAPAL IKAN 30 GT TIPE PURSE SEINE

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:

Andhy Wijaya
NRP. 4213 100 115

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS PADA KAPAL IKAN 30 GT TIPE PURSE SEINE

Nama Mahasiswa : Andhy Wijaya

NRP. : 4213 100 115

Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

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

Juniarko Prananda, ST., M.T.

ABSTRAK

Pada saat ini kapal-kapal yang ada di Indonesia masih menggunakan sistem propulsi mekanis dengan motor diesel sebagai penggerak utama dan generator sebagai penyuplai daya listrik. Adanya isu lingkungan dan krisis energi berdampak pada perubahan pemilihan sistem propulsi yang dipergunakan di kapal ikan. Salah satu sistem propulsi yang saat ini mulai banyak diaplikasikan pada kapal ikan adalah sistem propulsi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa teknis dan ekonomis sistem propulsi listrik pada kapal ikan 30 GT tipe purse seine dengan mengganti motor diesel menjadi motor listrik yang disuplai oleh generator. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan daya, diperoleh motor listrik 30 kW untuk mencapai kecepatan 9 knot dengan waktu berlayar 15 jam per hari selama 3 minggu. Sesuai hasil analisa ekonomis diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan sistem propulsi listrik dapat menghemat biaya bahan bakar sampai Rp 40.000.000,00 per tahun.

Kata kunci : Generator, Purse Seine 30 GT, Sistem Propulsi Listrik

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

***TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF ELECTRIC PROPULSION
SYSTEM ON FISHING VESSEL 30 GT TYPE PURSE SEINE***

Name : ***Andhy Wijaya***
NRP. : ***4213 100 115***
Department : ***Teknik Sistem Perkapalan***
Supervisor : ***Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc.***
Juniarko Prananda, ST., M.T.

ABSTRACT

At the moment ships in Indonesia still use mechanical propulsion system with a motor diesel as a prime mover and the generator as supplier of electrical power. The concerns the environment and the energy crisis have an impact on change electrical propulsion system which used in a fishing vessel. One of the systems propulsion who are now starting to many apply to fishing vessels is a electrical propulsion system. This study aims to to analyze technical and economical electrical propulsion system on a fishing vessels 30 gt type purse seine by replacing motor diesel be an electric motor that supplied by generator .Based on the results of requirement calculation power , obtained an electric motor 30 kw to reach the speed 9 knots with its sailing 15 hours a day for three weeks. According the results of the analysis economical obtained the conclusion that the utilization of the electrical propulsion system discharge can save fuel cost to rp 40.000.000,00 per year.

Key Word : Generator, Purse Seine 30 GT, Electric Propulsion System

“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 TEKNIS DAN EKONOMIS SISTEM PROPULSI ELEKTRIS PADA KAPAL IKAN 30 GT TIPE PURSE SEINE” 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 kakak - kakak tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral dan materai 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. Ir. Agoes Achmad Masroeri, M.Eng. selaku dosen wali yang terus memotivasi dan memberikan masukan kepada penulis selama melaksanakan studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
4. Bapak Dr. Eddy Setyo K, ST., M.Sc. dan Juniarko Prananda, ST., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak masukan selama proses penyusunan skripsi.
5. Chyntia Indrawati, S.T, Raynaldi Pratama S.T, Himawan Wicaksono S.T, Dony Endra S.T, dan Libryan Qadhi R yang telah menyampaikan ilmu dan berbagai pengalaman selama penulis melaksanakan studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
6. Keluarga Barakuda '13 yang selalu menemani dan memberikan semangat 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 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penulisan.....	2
1.5 Manfaat Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kapal Purse Seine.....	3
2.2 Sistem Propulsi Elektrik.....	3
2.3 Komponen Dari Sistem Propulsi Elektrik.....	5
2.3.1 Generator Set.....	5
2.3.2 Main Switch Board.....	6
2.3.3 Konverter.....	6
2.3.4 Motor Driver.....	7
2.3.5 Motor Listrik.....	7
2.3.6 Poros Propeller.....	7
2.3.7 Propeller.....	7
2.4 Beban – beban listrik.....	9
2.5 Pembebanan Pada Kapal Ikan.....	9
2.5.1 Lampu-lampu.....	9
2.5.2 Navigasi dan Komunikasi.....	9

2.5.3 Beban Lain-Lain	9
2.6 Kondisi Operasional Kapal Ikan	10
2.6.1 Persiapan di Pelabuhan/Darat (Fishing Base)	10
2.6.2 Pelayaran Menuju Daerah Tangkap (Fishing Ground).....	10
2.6.3 Proses Penangkapan.....	10
2.6.4 Perjalanan Kembali ke Darat	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
BAB IV ANALISA DATA	15
4.1 Data Utama Kapal.....	15
4.2 Perhitungan Daya Penggerak	15
4.2.1 Hambatan Kapal	15
4.2.2 Perhitungan Daya Motor Listrik	18
4.2.3 Pemilihan Motor Listrik	20
4.3 Perhitungan Daya Listrik Untuk Beban Generator	20
4.3.1 Daya Propulsi	20
4.3.2 Daya Beban Listrik	21
4.3.3 Analisa Kebutuhan Daya Listrik Pada Setiap Kondisi.....	23
4.3.4 Pemilihan Generator	28
4.4 Analisa Ekonomis.....	30
4.4.1 Waktu Penggunaan Bahan Bakar Pada Kondisi Operasional (Sore-Pagi) :....	30
4.4.2 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Antara Sistem Propulsi Mekanik dan Setiap Sistem Propulsi Elektrik	31
4.4.3 Analisa Grafik Investasi Awal.....	37
4.4.4 Analisa Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Dalam Setahun	37
4.4.5 Analisa Grafik Konsumsi Bahan Bakar Dalam 20 Tahun.....	38
4.4.6 Analisa Grafik Biaya Perawatan.....	39
4.4.7 Analisa Grafik Total Biaya Per Tahun Dalam Jangka 20 Tahun.....	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43

5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengoperasian kapal ikan tipe <i>purse seine</i>	3
Gambar 2. 2 Rangkaian sederhana sistem propulsi elektrik	5
Gambar 2. 3 <i>Generator Set</i>	6
Gambar 2. 4 <i>MSB (Main Switch Board)</i>	6
Gambar 2. 5 <i>Konverter</i>	7
Gambar 2. 6 <i>Motor Driver</i>	7
Gambar 2. 7 <i>Motor Listrik</i>	7
Gambar 2. 8 <i>Propeller Shaft</i>	7
Gambar 2. 9 <i>Propeller</i>	7
Gambar 2. 10 <i>Rangkaian listrik pembebanan</i>	9
Gambar 4. 1 Grafik bahan bakar untuk mesin penggerak	31
Gambar 4. 2 Grafik Biaya Investasi Awal.....	37
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar	38
Gambar 4. 4 Biaya Operasional Bahan Bakar Dalam 20 Tahun	39
Gambar 4. 5 Grafik Biaya Perawatan Selama 20 Tahun	40
Gambar 4. 6 Grafik Total Biaya Pengeluaran Selama 20 Tahun	41

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data utama kapal ikan	15
Tabel 4. 2 Kebutuhan daya listrik untuk sistem propulsi	20
Tabel 4. 3 Kebutuhan daya listrik untuk motor pompa	21
Tabel 4. 4 Kebutuhan daya listrik untuk sistem penerangan	22
Tabel 4. 5 Hasil kebutuhan listrik untuk sistem komunikasi.....	23
Tabel 4. 6 Kebutuhan daya listrik pada kondisi menuju area tangkap.	23
Tabel 4. 7 Kebutuhan daya listrik pada kondisi pencarian kawanan ikan yang bergerombol	25
Tabel 4. 8 Kebutuhan daya listrik pada kondisi penurunan jaring.	25
Tabel 4. 9 Kebutuhan daya listrik pada kondisi pengangkatan jaring.....	26
Tabel 4. 10 Kebutuhan daya listrik pada kondisi kembali dari area tangkap.	27
Tabel 4. 11 Pembebanan generator pada setiap kondisi	29
Tabel 4. 12 <i>Power factor</i> generator pada setiap kondisi.	29
Tabel 4. 13 Waktu yang digunakan pada masing-masing kondisi.	31
Tabel 4. 14 Konsumsi bahan bakar untuk generator sistem mekanik	32
Tabel 4. 15 Konsumsi bahan bakar untuk generator sistem elektrik.....	35

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi perikanan dan kelautan yang sangat besar. Potensi tersebut sepenuhnya belum dapat dimanfaatkan dengan optimal disebabkan sarana kapal penangkap ikan yang masih tradisional. Salah satu tipe alat tangkap yang banyak dipergunakan oleh masyarakat nelayan adalah *Purse Seine*. *Purse seine* merupakan alat penangkapan dengan menggunakan jaring melingkar untuk menangkap ikan yang membentuk *school* (gerombolan) dan berada dekat dengan permukaan air.

Kapal penangkap ikan jenis *purse seine* memiliki pola operasional yang bervariasi, yaitu menuju ke fishing ground (daerah tangkap), searching (pencarian ikan), setting (penurunan jaring), hauling (pengangkatan jaring) dan menuju pelabuhan. Dimana pada setiap pola operasional tersebut memiliki kebutuhan daya untuk propulsi dan pembangkit listrik yang bervariasi. Hal ini berdampak pada pengoperasian daya penggerak keduanya yang tidak bisa optimal yang memicu terjadinya pemborosan bahan bakar. Hal ini disebabkan oleh motor penggerak untuk propulsi dan pembangkit listrik saling berdiri sendiri.

Adanya isu lingkungan dan krisis energi berdampak pada perubahan pemilihan sistem propulsi yang dipergunakan di kapal ikan. Salah satu sistem propulsi yang saat ini mulai banyak diaplikasikan pada kapal ikan adalah sistem propulsi listrik. Sistem propulsi listrik menggunakan satu atau dua motor listrik untuk menggerakkan propeller. Daya listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor listrik diperoleh dari generator listrik. Pada kondisi ini, jenis kebutuhan daya yang harus dibangkitkan hanya daya listrik untuk mensuplai kebutuhan daya untuk sistem propulsi kapal, peralatan tangkap, sistem pendingin dan sistem kelistrikan di kapal. Akibatnya hanya satu jenis daya yang harus tersedia, maka pengendalian pembangkitan daya listrik dapat lebih mudah dilakukan berdasarkan fluktuasi kebutuhan daya listrik yang ada dengan cara mengaktifkan dan menonaktifkan generator yang terpasang di kapal ikan.

Oleh karena itu dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis hendak mengkaji penggunaan sistem propulsi listrik pada kapal ikan jenis *purse seine* dalam rangka melakukan penghematan bahan bakar. Hal ini dimungkinkan karena sistem propulsi listrik merupakan sistem yang terpadu antara sistem untuk propulsi dan pembangkit listrik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang hendak diselesaikan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah melakukan pengkajian penggunaan sistem propulsi listrik untuk menggantikan sistem propulsi mekanis dalam rangka meningkatkan optimalisasi operasional kapal.

- Pemanfaatan sistem propulsi listrik pada kapal penangkap ikan di Indonesia masih belum dijumpai, sehingga belum dapat diketemukan kapal penangkap ikan yang bisa dijadikan referensi.

- Perencanaan sistem propulsi elektrik pada kapal ikan memiliki beberapa variabel yang saling berkaitan, yaitu :
 - Kebutuhan daya listrik pada kapal penangkap ikan
 - Investasi tinggi
 -

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah perlu diambil agar pembahasan masalah menjadi lebih fokus, yaitu :

- Perencanaan sistem propulsi elektrik pada kapal ikan.
- Data spesifikasi dan data pendukung lainnya merupakan data yang diambil dari data Kapal Ikan 30GT Jatim APBN-1
- Data beban listrik tiap peralatan untuk menghitung kebutuhan generator menggunakan spesifikasi kapal pembanding dengan tipe kapal yang sama dan ukuran yang hampir sama.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah merencanakan penggunaan sistem propulsi elektrik untuk kapal ikan 30GT.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan ini antara lain :

1. Menjaga sistem propulsi dan sistem pembangkit listrik senantiasa berada pada kondisi yang optimal.
2. Mengurangi biaya operasional penggunaan bahan bakar minyak pada kapal ikan dan mengurangi emisi gas buang.
3. Meningkatkan kesejahteraan rakyat khususnya masyarakat nelayan.

BAB II

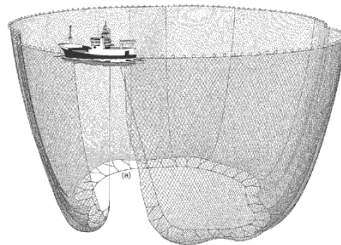
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Purse Seine

Pukat cincin atau lazim disebut dengan “purse seine” adalah alat penangkap ikan yang terbuat dari lembaran jaring berbentuk segi empat pada bagian atas dipasang pelampung dan bagian bawah dipasang pemberat dan tali kerut (purse line) yang berguna untuk menyatukan bagian bawah jaring sehingga ikan tidak dapat meloloskan dari bawah (vertikal) dan samping (horizontal), biasanya besar mata jaring disesuaikan dengan ukuran ikan yang akan ditangkap. Ukuran benang dan mata jaring tiap-tiap bagian biasanya tidak sama. Disebut dengan pukat cincin sebab pada jaring bagian bawah dipasangi cincin (ring) yang berguna untuk memasang tali kerut (purse line) atau biasa juga disebut juga tali kolor.

Purse seine dinamakan demikian karena sifat alat tangkap yang mengurung gerombolan ikan kemudian tali kerut (purse line) ditarik sehingga jaring membentuk kantong yang besar, sehingga ikan-ikan terkurung. Purse seine memiliki bentuk umum dan bagian-bagian yang sama walaupun ada bermacam-macam purse seine. Bentuk umum purse seine beserta bagian-baiknya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Kapal purse seine harus mempunyai kemampuan untuk beroperasi di daerah perairan pantai dengan berbagai kondisi cuaca dan iklim, sehingga kapal purse seine termasuk dalam kapal perikanan pantai. Perkembangan teknologi kapal purse seine semakin maju dengan jangkauan daerah penangkapan (*Fishing ground*) semakin luas dan jenis ikan yang tertangkap semakin beragam. Kapal purse seine sangat memerlukan adanya tempat penyimpanan jaring, ruang akomodasi, gardan (line Hauler) sehingga operasi penangkapan berjalan dengan cepat dan efisien.



Gambar 2. 1 Pengoperasian kapal ikan tipe *purse seine*

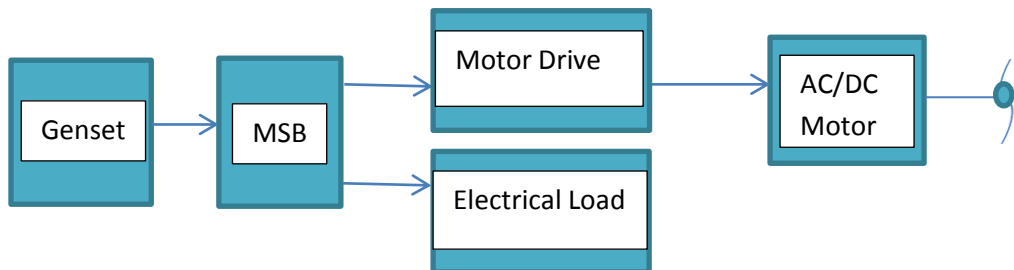
(Sumber : JURNAL PERENCANAAN KAPAL IKAN UNTUK NELAYAN
DAERAH TEGAL)

2.2 Sistem Propulsi Elektrik

Sistem Propulsi elektrik adalah sistem pada kapal yang menggunakan generator set sebagai mesin penggerak menggantikan posisi atau kinerja dari mesin utama, dimana dalam hal ini generator dihubungkan ke switchboard dan selanjutnya energi atau aliran listrik diteruskan ke transformer, kemudian dikonversi dengan menggunakan konverter ke motor listrik yang menggerakkan baling-baling kapal.

Pada mulanya propulsi elektrik merupakan sebuah alternatif penggerak utama kapal yang sangat mahal dan kurang efisien. Hal ini terutama disebabkan oleh penggunaan konstruksi motor DC yang besar dan berat. Kapal harus memiliki dua sistem elektrik yang terpisah, satu untuk melayani penggerak utama dan satunya untuk melayani permesinan bantu.

Propulsi diesel listrik adalah contoh mesin listrik kecepatan sedang yang terhubung ke motor listrik yang dipasang langsung pada *propeller shaft*, baik pada pengaturan kemudi poros atau berbentuk *azimuthing thruster*. Koneksi listrik antara mesin dan motor penggerak meliputi pembangkit, switchboard, transformator jika memungkinkan, pengubah frekuensi dan pemasangan kabel yang diperlukan.



Gambar 2. 2 Rangkaian sederhana sistem propulsi elektrik

2.3 Komponen Dari Sistem Propulsi Elektrik

Adapun sistem propulsi elektrik yang terdiri dari generator, switchboard, power transformer, motor drive, motor dc atau ac, dan propeller sebagai berikut:

2.3.1 Generator Set

Generator listrik merupakan sebuah dinamo besar yang berfungsi sebagai pembangkit listrik. Generator listrik ini mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Generator listrik pertama kali ditemukan oleh Faraday pada tahun 1831. Pada saat itu, generator listrik dibuat dalam bentuk gulungan kawat pada besi yang berbentuk U. Generator listrik tersebut terkenal dengan nama Generator cakram faraday. Cara kerja generator listrik adalah menggunakan induksi elektromagnet, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul energi induksi.

Terdapat 2 komponen utama pada generator listrik, yaitu: stator (bagian yang diam) dan rotor (bagian yang bergerak). Rotor akan berhubungan dengan poros generator listrik yang berputar pada pusat stator. Kemudian poros generator listrik tersebut biasanya diputar dengan menggunakan usaha yang berasal dari luar, seperti yang berasal dari turbin air maupun turbin uap.



Gambar 2. 3 *Generator Set*

(Sumber : <http://www.cat.com>)

2.3.2 Main Switch Board

Main switch board atau dinamakan panel listrik yang berfungsi untuk mengumpulkan tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu atau lebih dari diesel generator sebelum didistribusikan ke beban listrik. Pada MSB terdapat beberapa panel indikator seperti tegangan, frekuensi, arus dan lampu indikator.



Gambar 2. 4 *MSB (Main Switch Board)*

(Sumber : <http://www.malaysiaswitchboard.com>)

2.3.3 Konverter

Konverter dalam sistem propulsi elektrik merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mengkonversikan daya listrik bolak-balik (AC) dari MSB menjadi arus listrik searah (DC).



Gambar 2. 5 Konverter

(Sumber : <https://evolvelectrics.com/products/500w-ac-dc-dc-converter>)

2.3.4 Motor Driver

Motor drive adalah peralatan yang berfungsi mengontrol putaran motor yang memanfaatkan dan mengendalikan energi listrik yang dikirim ke motor. Driver menyuplai listrik ke motor dalam jumlah yang bervariasi dan pada frekuensi yang berbeda-beda, sehingga secara tidak langsung mengendalikan kecepatan motor dan torsi. Untuk pengaturan kecepatan pada motorn induksi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

a) Mengatur jumlah kutub

Salah satu cara pengaturan putaran adalah dengan mengubah jumlah kutub p , dan ini hanya dapat memberikan perubahan putaran yang diskrit, karena p harus merupakan bilangan bulat. Dengan perencanaan yang benar dari rotor sangkar , hanya diperlukan untuk mengubah jumlah kutub dari belitan stator, bersamaan dengan itu arus akan rotor akan menemukan jalurnya masing-masing pada sangkar.

b) Mengubah frekuensi

Pengaturan frekuensi untuk mengendalikan putaran motor induksi biasanya dibarengi juga dengan pengaturan tegangan masuk yang sebanding dengan frekuensi. Dengan menggunakan inverter , yaitu suatu alat yang dapat mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik, frekuensi yang dihasilkan dapat dibuat berubah. Perubahan frekuensi arus bolak-balik dari inverter ini ditentukan oleh periode pulsa yang memicu penyearah yang digunakan. Dengan mempercepat atau memperlambat periode pulsa yang memicu penyearah, frekuensi dan juga kecepatan dapat diatur.

c) Mengubah tegangan stator

Pengaturan putaran dengan mengubah tegangan stator dapat dilakukan dengan mengatur vektor tegangannya. Pengaturan vektor tegangan ini menggunakan pengendalian umpan balik torsi dan fluks stator .Fluks dan torsi dihitung dari tegangan dan arus stator yang diukur pada motor. Fluks dan torsi ini merupakan keadaan aktual, yang akan dibandingkan dengan torsi dan fluks referensi untuk menentukan kondisi torsi error, fluks error dan posisi fluks stator.

Dengan menggabungkan output torsi error, output fluks error, dan posisi fluks stator maka dapat diperoleh posisi switching inverter yang akan menentukan besar tegangan dan arus yang diberikan ke stator.



Gambar 2. 6 *Motor Driver*

(Sumber : <http://www.zestweg.com/electric-motors/motor-drive-combos>)

2.3.5 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Cara kerja motor listrik yaitu melalui interaksi antara medan magnet motor listrik dan arus yang melewati yang digunakan untuk menghasilkan gaya linear atau gaya putar (torsi).



Gambar 2. 7 *Motor Listrik*

(Sumber : <https://id.aliexpress.com/popular/bldc-electric-motor.html>)

2.3.6 Poros Propeller

Poros propeller merupakan salah satu komponen dalam sistem propulsi elektrik yang digunakan untuk menghubungkan atau mentransmisikan daya yang dihasilkan oleh mesin di kapal ke propeller.



Gambar 2. 8 *Propeller Shaft*

(Sumber : www.indonesianship.com)

2.3.7 Propeller

Propulsor (alat gerak kapal) adalah alat yang dapat digunakan untuk memindahkan/menggerakkan kapal dari satu tempat ke tempat lainnya. Alat gerak kapal ini kemudian dibedakan menjadi dua yaitu, alat gerak mekanik dan non-mekanik. Alat gerak non-mekanik biasanya digunakan pada kapal-kapal konvensional. Sedangkan pada kapal-kapal sekarang sudah menggunakan alat gerak mekanik sebagai penggerakannya. Salah satu alat gerak mekanik dalam kapal adalah propeller. Perkembangan propeller sangat pesat dan beragam. Bermula dari Archimede yang menggunakan propeller untuk memindahkan air. Hingga sekarang telah banyak jenis-jenis propeller yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya. CPP (Controllable Pitch Propeller) adalah salah satu perkembangan dari propeller. Controllable Pitch Propeller adalah jenis propeller yang dapat mengubah pitch atau sudut daun propellernya. Sudut daun propeller tersebut nantinya akan disesuaikan dengan kebutuhan kapal.

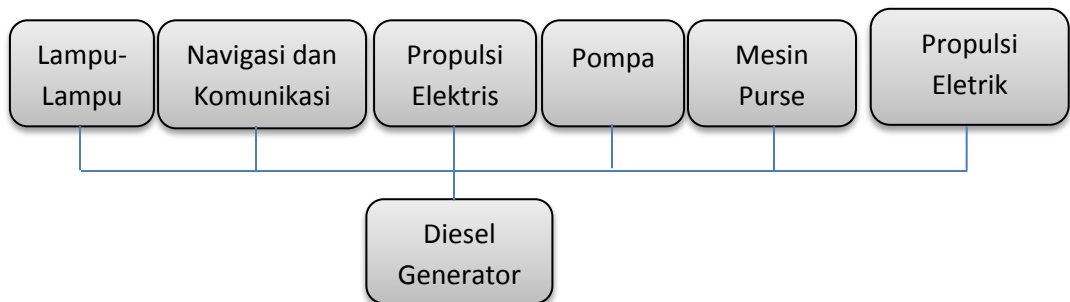


Gambar 2. 9 *Propeller*

(Sumber : www.nauticexpo.com)

2.4 Beban – beban listrik

Beban listrik adalah sesuatu yang harus ditanggung oleh pembangkit listrik. Dalam aplikasi sehari-hari dapat digambarkan bahwa beban listrik adalah peralatan yang menggunakan daya listrik agar bisa berfungsi. Contoh beban listrik dalam rumah tangga diantaranya televisi, lampu penerangan, setrika, mesin cuci, lemari es dan lain-lain. Pada keseluruhan sistem, total daya adalah jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energi listrik. Jadi dalam penggunaannya, total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik tersebut yang aktif, karena dalam kondisi mati peralatan tentu tersebut tidak menggunakan daya listrik.



Gambar 2. 10 Rangkaian listrik pembebanan

2.5 Pembebanan Pada Kapal Ikan

2.5.1 Lampu-lampu

- a) Lampu Navigasi 24V
 - Lampu tiang
 - Lampu lambung kanandan kiri
 - Lampu buritan
- b) Lampu Sorot dan Lampu Kerja AC 220V
 - Lampu pengumpul ikan kapasitas 400W/220V AC dipasang pada top deck
 - Lampu set
 - Lampu-lampu penerangan AC 220V tipe pendant/waterproof

2.5.2 Navigasi dan Komunikasi

- GPS
- Fish Finder
- Kompas
- Teropong Binocular
- Radio komunikasi SSB (all band) + antena
- Lampu-lampu penerangan AC 220V tipe pendant/waterproof

2.5.3 Beban Lain-Lain

1. Pompa

2. Mesin Purse Seine

3. Motor Listrik

2.6 Kondisi Operasional Kapal Ikan

2.6.1 Persiapan di Pelabuhan/Darat (Fishing Base)

Tahap persiapan yang ditandai dengan beberapa kegiatan ook antar llain pengisian bahan bakar, pengadaan bahan makan untuk kebutuhan nelayan, pengisian es sebagai tambahn pengawet mutu ikan dan persiapan sarana pendukung lainnya.

2.6.2 Pelayaran Menuju Daerah Tangkap (Fishing Ground)

Suatu daerah perairan dimana ikan yang menjadi sasaran penangkapan tertangkap dalam jumlah yang maksimal dan alat tangkap dapat dioperasikan serta ekonomis. Suatu wilayah perairan laut dapat dikatakan sebagai “daerah penangkapan ikan” apabila terjadi interaksi antara sumberdaya ikan yang menjadi target penangkapan dengan teknologi penangkapan ikan yang digunakan untuk menangkap ikan. Hal ini dapat diterangkan bahwa walaupun pada suatu areal perairan terdapat sumberdaya ikan yang menjadi target penangkapan tetapi alat tangkap tidak dapat dioperasikan yang dikarenakan berbagai faktor, seperti antara lain keadaan cuaca, maka kawasan tersebut tidak dapat dikatakan sebagai daerah penangkapan ikan demikian pula jika terjadi sebaliknya.

2.6.3 Proses Penangkapan

a) Persiapan Penangkapan

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

Penempatan alat tangkap di atas kapal ini disesuaikan arah putaran baling-baling kapal. Pada kapal dengan baling- baling kapal putar kiri (dilihat dari buritan kapal) biasanya pukut 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.

Waktu penangkapan ini berhubungan dengan berkumpulnya ikan di alat penggumpul ikan (rumpon dan lampu). Pada saat malam ikan-ikan pelagis yang menjadi target penangkapan biasanya kumpul bergerombol di daerah sekitar rumpon, sehingga pada saat ini paling tepat *purse seine* dioperasikan. Tetapi ada pula operasi penangkapan tidak menggunakan rumpon tetapi mencari gerombolan ikan yang

ada dengan menggunakan alat bantu pencari ikan/*Fish Finder* yaitu suatu alat yang dapat dipergunakan untuk mengetahui keberadaan gerombolan ikan di dalam laut.

c) Operasi Penangkapan

Hal pertama yang harus kita ketahui tentang keberadaan daerah penangkapan ikan menurut spesies ikan dan dari musim. Pemilihan daerah penangkapan ikan akan dibahas dengan sesuai pemahaman dari efisiensi, keuntungan dan ekonomi usaha perikanan. Metode pemilihan akan dibahas sebagai berikut :

1). Asumsi awal tentang area lingkungan yang cukup sesuai dengan tingkah laku ikan yang diarahkan dengan menggunakan data riset oseanografi dan meteorologi.

2). Asumsi awal tentang musim dan daerah penangkapan ikan, dari pengalaman menangkap ikan yang lampau yang dikumpulkan ke dalam arsip kegiatan penangkapan ikan masa lampau.

3). Pemilihan daerah penangkapan ikan yang bernilai ekonomis dengan mempertimbangkan dengan seksama jarak dari pangkalan, kepadatan gerombolan ikan, kondisi meteorologi, dan lain sebagainya.

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.

e) Pengangkatan Alat dan Hasil Tangkapan

1. Penarikan badan jaring dimulai dari ujung-ujung sayap, hal ini dilakukan pada purse seine yang menggunakan kantong yang di tengah-tengah jaring atau yang ditarik oleh tenaga manusia. Tetapi pada purse seine yang ditarik dengan mesin purse seine, biasanya kantong dibuat pada salah satu ujung sayap. Penarikan jaring dilakukan mulai dari ujung sayap yang tidak berkantong. Penarikan dilakukan dengan melepas ring dari badan jaring, tetapi pada purse seine yang ditarik manusia cincin tidak dilepaskan.

2. 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.

3. 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.

2.6.4 Perjalanan Kembali ke Darat

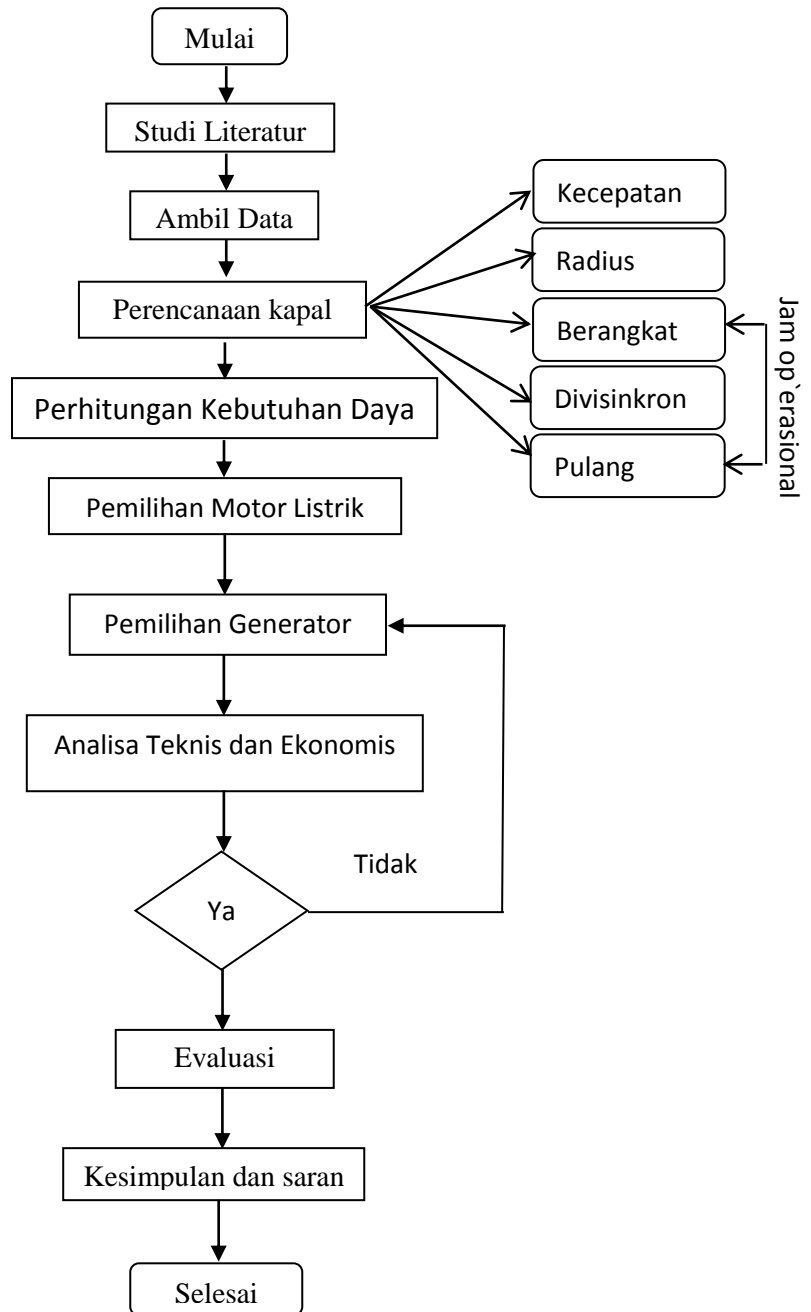
Kembali ke darat biasanya dilakukan pada siang hari bila dirasa nelayan sudah memenuhi. Perjalanan kembali ke darat \pm 3-4 jam dari area penangkapan (*fishing ground*).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

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

1. Studi Literatur
Metode ini dilakukan dalam bentuk studi literatur dengan tujuan merangkum teori-teori dasar serta acuan secara umum, baik dari buku teks, jurnal, internet, artikel dan lain-lain.
2. Pengambilan Data
Pada tahap ini akan dikumpulkan data-data yang diperlukan dalam pengkajian, seperti data umum kapal.
3. Perencanaan kapal
Pada tahap ini direncanakan jam operasional kapal dalam satu kali perjalanan.
4. Perhitungan Kebutuhan Daya
Pada tahap ini dilakukan perhitungan beban-beban listrik yang ada pada kapal dengan tujuan pemilihan sumber listrik yang akan dipakai.
5. Pemilihan Motor Listrik
Pada tahap ini dipilih motor listrik sebagai pengganti motor induk untuk sistem propulsi elektrik.
6. Pemilihan Generator
Pada tahap ini dipilih daya dari generator yang sesuai untuk menyuplai kebutuhan listrik di kapal.
7. Analisa
Pada tahap ini akan dilakukan analisa teknis dan ekonomis dan pemilihan sumber daya (generator) apakah mampu memenuhi semua kebutuhan listrik selama kapal beroperasi.
8. Kesimpulan dan Saran
Pada tahap ini akan didapatkan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran bagi penelitian yang telah dilakukan.
9. Penyusunan Laporan
Tahap terakhir dari penulisan skripsi ini adalah penyusunan laporan, yaitu melaksanakan pembukuan terhadap seluruh data dan pengolahan data-data dalam bentuk laporan.

Diagram Alir (Flowchart)

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Data Utama Kapal

Data yang digunakan pada pengerjaan ini menggunakan data kapal ikan 30 GT APBN-1.

Tabel 4. 1 Data utama kapal ikan

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	

Berdasarkan data di atas selanjutnya dilakukan perhitungan manual untuk mendapatkan daya listrik pada kapal.

4.2 Perhitungan Daya Penggerak

4.2.1 Hambatan Kapal

1) Volume Displasment

Volume Displasment adalah volume zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada dibawah permukaan dimana kapal berada. Dari tabel 4.1 diatas maka didapatkan nilai volume displasment sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\nabla &= L \times B \times T \times C_b \\ &= 21,5 \times 5 \times 1,1 \times 0,568 \\ &= 67,166 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2) Berat Displasment

Displasment adalah berat zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada di bawah permukaan cairan dimana kapal berada, atau bisa dikatakan bahwa displacement adalah berat kapal beserta isinya. Dari tabel 4.1 diatas maka didapatkan nilai berat displasment sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \Delta &= \nabla \times p \text{ air laut} \\
 &= 67,166 \times 1,025 \\
 &= 68,84515 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

3) Luas Permukaan Basah (S)

Luasan yang terbentuk dibawah sarat air yang dipengaruhi oleh luas badan kapal. Dari tabel 4.1 diatas maka didapatkan nilai luas permukaan basah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S &= 1,025 * L_{pp}((C_b \times B) + (1,7 \times T)) \\
 &= 1,025 \times 19((0,568 \times 5) + (1,7 \times 1,1)) \\
 &= 91,72725 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4) Froude Number (Fn)

Sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air, dan membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda-beda. Nilai dari *froude number* dari tabel 4.1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F_n &= \frac{v}{\sqrt{gL_{wl}}} \quad (1 \text{ knot} = 0,514 \text{ m/s}), g = 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= \frac{4,626}{\sqrt{9,81 \times 21,5}} \\
 &= 0,31853114
 \end{aligned}$$

5) Reynold Number (Fn)

Bilangan ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis aliran yang berbeda seperti laminar atau turbulen. Nilai *reynold number* dari tabel 4.1 diatas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{v \times L_{wl}}{\nu k} \quad (\nu k \text{ adalah viskositas kinematis} = 0,88470 \times 10^{-6}) \\
 &= \frac{4,626 \times 21,5}{0,88470 \times 10^{-6}} \\
 &= 112421160
 \end{aligned}$$

6) Koefisien Tahanan Gesek

Hambatan gesek terjadi karena adanya suatu volume air yang melekat pada badan kapal yang terbentuk pada permukaan bagian yang terendam dari badan kapal yang sedang bergerak. Nilai untuk koefisien tahanan gesek pada kapal ini adalah sebagai berikut :

$$C_f = \frac{0,075}{(\log R_n - 2)^2}$$

$$= \frac{0,075}{(\log 611421160 - 2)^2}$$

$$= 0,00204847$$

7) Koefisien Tahanan Sisa

$$= \frac{Lwl}{N^{1/3}}$$

$$= \frac{21,5}{67,166^{1/3}}$$

$$= 5,289183465$$

A		B
1. $L / \nabla^{1/3}$	= 5,0	$Cr = 2,5 \times 10^{-3}$
2. $L / \nabla^{1/3}$	= 5,29	$Cr = (\text{Dicari Dengan interpolasi})$
3. $L / \nabla^{1/3}$	= 5,5	$Cr = 1,95 \times 10^{-4}$

Didapatkan nilai $Cr = 0,001499$

8) Koefisien Tahanan Tambahan

Untuk displasment dibawah 10000 adalah 0,00004 sedangkan bila diatas 10000 menggunakan interpolasi (TAHANAN DAN PROPULSI KAPAL SV. AA HARVALD hal. 132)

9) Koefisien Tahanan Udara

Karena data mengenai angin dalam perancangan kapal tidak diketahui maka disarankan untuk mengoreksi koefisien tahanan udara (HARVALD 5.5.26 hal 132) sehingga didapatkan nilai $Caa = 0,00007$

10) Koefisien Tahanan Kemudi

Berdasarkan HARVALD 5.5.27 hal. 132 koreksi untuk tahanan kemudi mungkin sekitar :

$$Cas = 0,0000$$

11) Koefisien Tahanan Total

Koefisien tahanan total kapal atau Ct , dapat ditentukan dengan menjumlahkan seluruh koefisien - koefisien tahanan kapal yang ada :

$$Ct = Cf + Cr + Ca + Caa + Cas$$

$$= 0,00204847 + 0,001499 + 0,00004 + 0,00007 + 0,00004$$

$$= 0,00369747$$

Sehingga Tahanan Total Kapal adalah :

$$\begin{aligned} RT &= CT \times 0,5 \times \rho \text{ air laut} \times Vs^2 \times S \\ &= 0,00369747 \times 0,5 \times 1,025 \times 4,626^2 \times 91,72725 \text{ m}^2 \\ &= 3,71970209 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.2.2 Perhitungan Daya Motor Listrik

1) Daya Efektif Kapal (EHP)

Besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (*hull*) agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya dengan kecepatan servis sebesar v_s . Daya efektif merupakan fungsi dari besarnya hambatan kapal dan kecepatan kapal. Dari perhitungan tahanan diatas maka didapatkan nilai EHP sebagai berikut :

$$EHP = RT \times Vs$$

$$EHP = 3,72 \times 4,626$$

$$EHP = 17,21 \text{ kw} = 23,39543 \text{ hp}$$

2) Delivery Horse Power (DHP)

Daya yang diserap oleh propeller dari sistem perporosan atau daya yang dihantarkan oleh sistem perporosan ke propeller untuk diubah menjadi daya dorong (thrust)

$$DHP = EHP/P_c$$

$$\text{Dimana } P_c = \eta_H \times \eta_{rr} \times \eta_o$$

a. Effisiensi lambung (η_H)

1) Menghitung Wake Friction (w)

Wake friction atau arus ikut merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang menuju ke propeller. Dengan menggunakan rumus yang diberikan oleh Taylor, maka didapat :

$$\begin{aligned} w &= 0,5Cb - 0,05 \\ &= 0,5(0,568) - 0,05 \\ &= 0,234 \end{aligned}$$

2) Menghitung Thrust Deduction Factor (t)

Nilai t dapat dicari dari nilai w yang telah diketahui yaitu :

$$\begin{aligned} t &= kxw \text{ (Nilai k antara } 0,7 \sim 0,9) \\ &= 0,7 \times 0,234 \\ &= 0,1638 \end{aligned}$$

Sehingga efisiensi lambung :

$$\begin{aligned} \eta_H &= \frac{1-t}{1-w} \\ &= \frac{1-0,1638}{1-0,234} \\ &= 1,09164 \end{aligned}$$

b. Efisiensi Relatif Rotatif (η_{rr})

Harga η_{rr} untuk kapal dengan propeller tipe single screw berkisar 1.0-1.1. (Principal of Naval Architecture hal 152) pada perencanaan propeller dan tabung poros propeller ini diambil harga $\eta_{rr} = 1,1$

c. Efisiensi Propulsi (η_o)

Effisiensi dari propeller pada saat dilakukan open water test. Nilainya antara 40-70%, dan diambil $\eta_o = 60\%$

d. Coeffisien Propulsif (P_c)

$$\begin{aligned} P_c &= \eta_H \times \eta_{rr} \times \eta_o \\ &= 0,7205 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DHP &= EHP/P_c \\ &= 23,39543/0,7205 \\ &= 32,47 \text{ hp} \end{aligned}$$

3. Shaft Horse Power (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. (“Principal of Naval Architecture hal 131”). Pada perencanaan ini, kamar mesin terletak dibagian belakang, sehingga losses yang terjadi hanya 2%

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{DHP}/\eta_{\text{snb}} \\ &= 32,47/0,98 \\ &= 33,13 \text{ hp} \end{aligned}$$

4. Daya Penggerak Utama (BHP)

a) BHP scr

Tidak adanya pengaruh efisiensi roda sistem gigi transmisi (η_G) karena menggunakan motor listrik, sehingga $\eta_G = 0\%$ atau dianggap 1

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{scr}} &= \text{SHP}/\eta_G \\ &= 33,13/1 \\ &= 33,13 \text{ hp} \end{aligned}$$

b) BHP mcr

Daya keluaran pada kondisi maksimum dari motor induk, dimana besarnya 10% atau menggunakan engine margin sebesar 15-20%

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{mcr}} &= \text{BHP}_{\text{scr}} / 0,9 \\ &= 33,13/0,9 \\ &= 36,82 \text{ hp} = 27,45 \text{ kw} \end{aligned}$$

4.2.3 Pemilihan Motor Listrik

Berdasarkan perhitungan daya penggerak utama diatas, maka didapatkan spesifikasi motor listrik sebagai berikut :

Merk : TECO AESV2E/AESU2E

Daya : 30 kW, 1500 rpm

4.3 Perhitungan Daya Listrik Untuk Beban Generator

4.3.1 Daya Propulsi

Besarnya daya yang harus dipersiapkan oleh sistem penggerak kapal agar kapal mampu bergerak dengan kecepatan servis yang direncanakan. Kebutuhan listrik untuk sistem propulsi menurut perhitungan daya motor listrik yaitu 30 kW.

Tabel 4. 2 Kebutuhan daya listrik untuk sistem propulsi

Instrument	Total	Power (kW)	Power(kW)		
			Total Load	LF	Power(kW)

		Spec	Eff	Real			C.L	IL
TECO AESV2E/AESU2E	1	30	0,9	33,3	1	1	33,3	-

Dari tabel 4.2 didapatkan kebutuhan listrik untuk motor listrik sebagai penggerak kapal sebesar 33,3 kw.

4.3.2 Daya Beban Listrik

Beban Listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Daya beban listrik yang direncanakan sebagai berikut :

1) Pompa

Pompa adalah mesin untuk menggerakkan fluida. Pompa menggerakkan fluida dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi, untuk mengatasi perbedaan tekanan ini maka diperlukan tenaga (energi). Pompa yang direncanakan dalam pengerjaan ini meliputi pompa dinas, pompa bilga, dan pompa bahan bakar. Berikut kebutuhan listrik untuk masing-masing pompa tersebut :

Tabel 4. 3 Kebutuhan daya listrik untuk motor pompa

Instrument	Total	Power (kW)			Total Load	LF	Power(kW)	
		Spec	Eff	Real			C.L	IL
		Pompa Dinas (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	1
Pompa Bilga Celup (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	0,5	-	0,8
Pompa BBM (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	1	1,58	-

Dari tabel 4.3 didapatkan kebutuhan listrik untuk pompa yang berbeda-beda. Kebutuhan listrik untuk pompa bahan bakar dan pompa dinas hasilnya sama akan tetapi pembebanannya terus-menerus untuk pompa bahan bakar dan tak menentu untuk pompa dinas. Sedangkan pompa bilga nilainya lebih kecil karena tak menentu pemakainnya.

2) Penerangan

Penerangan adalah suatu rangkaian beberapa komponen listrik dari sumber ke beban yang saling berhubungan satu sama lainnya secara seri ataupun paralel, yang terletak pada suatu tempat atau ruangan tertentu. Berupa titik cahaya sehingga terbentuklah suatu sistem yang mempunyai fungsi. Adapun fungsi dari sistem ini adalah untuk penerangan. Suatu instalasi penerangan dapat berfungsi dengan baik dan aman haruslah memenuhi syarat pemilihan pengaman dan penghantar. Kebutuhan daya penerangan dalam pengerjaan sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Kebutuhan daya listrik untuk sistem penerangan

Instrument	Total	Power (kW)			Total Load	LF	Power(kW)	
		Spec	Eff	Real			C.L	I.L
		Lampu Navigasi	4	0,24	0,95	0,25	4	1
Lampu Penerangan Darurat	1	0,06	0,95	0,06	1	1	-	0,06
Lampu Pengumpul Ikan	10	4	0,95	4,21	10	1	-	42,1
Lampu – Lampu Penerangan	15	0,6	0,95	0,63	15	0,85	0,55	-

Dari tabel 4.4 diperlihatkan bahwa kebutuhan listrik untuk penerangan dimana lampu penerangan darurat dan lampu pengumpul ikan digunakan pada saat kondisi tertentu saja sehingga dikelompokkan sebagai beban *Intermitten Load*. Sedangkan lampu navigasi dan penerangan digunakan terus-menerus yang tergolong dalam beban *Continous Load*.

3) Sistem Komunikasi dan Navigasi

Alat Navigasi kapal merupakan suatu alat yang sangat penting dalam menentukan arah kapal untuk menentukan arah kapal berlayar tidak jauh dari benua atau daratan. Alat komunikasi kapal digunakan untuk berhubungan antara awak kapal yang berada pada satu kapal, atau dapat di gunakan untuk komunikasi dengan kapal lain, dan atau berkomunikasi dengan darat. Untuk kebutuhan listrik peralatan tersebut sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Hasil kebutuhan listrik untuk sistem komunikasi

Instrument	Total	Power (kW)			Power(kW)			
		Spec	Eff	Real	Total Load	LF	C.L	I.L
Radio Komunikasi & Navigasi	1	0,025	0,95	0,3	1	1	0,3	-

Dari tabel 4.5 diperlihatkan bahwa kebutuhan listrik untuk sistem komunikasi dan navigasi tidak begitu signifikan. Kebutuhan listrik dalam sistem ini digunakan terus-menerus selama kapal beroperasi sehingga tergolong beban *continuous load*.

4.3.3 Analisa Kebutuhan Daya Listrik Pada Setiap Kondisi

4.3.3.1 Kebutuhan daya listrik menuju *fishing ground*

Perjalanan menuju area tangkap dibutuhkan waktu 1 jam. Dalam kondisi ini motor beroperasi penuh sehingga *load factor* untuk motor listrik yaitu 1.

Tabel 4. 6 Kebutuhan daya listrik pada kondisi menuju area tangkap.

Instrument	Total	Power (kW)			To Fishing Ground			
		Spec	Eff	Real	Total Load	LF	C.L	I.L
Pompa Dinas (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	1	-	1,58
Pompa Bilga Celup (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	0,5	-	0,8
Pompa BBM (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	1	1,58	-
Mesin Purse Seine	1	23	0,95	24,2	1	-	-	-
Lampu Navigasi	4	0,24	0,95	0,25	4	1	0,25	-
Lampu Penerangan Darurat	1	0,06	0,95	0,06	1	-	-	-
Radio Komunikasi	1	0,025	0,95	0,3	1	1	0,3	-

Lampu Pengumpul Ikan	10	4	0,95	4,21	10	-	-	-
Lampu – Lampu Penerangan	15	0,6	0,95	0,63	15	0,85	0,55	-
Motor DC (Sicmemotori RP200KS Winding G)	1	30	0,90	33,3	1	1	33,3	-
Total	Continous Load						35,98	
	Intermitten Load							2,38

Dari tabel 4.6 diperlihatkan bahwa total daya kebutuhan listrik pada kondisi menuju area tangkap sebesar 35,98 dimana motor listrik sebagai penggerak kapal beroperasi penuh yang membuat *load factor* motor listrik itu sendiri nilainya 1.

4.3.3.2 Kebutuhan daya listrik pada kondisi *searching*

Proses mencari kawanan ikan yang bergorombol dengan kecepatan rendah agar ikan tidak terganggu dengan suara bising dari kapal. Dalam kondisi ini motor tidak beroperasi penuh sehingga *load factor* untuk motor listrik yaitu 0,85.

Tabel 4. 7 Kebutuhan daya listrik pada kondisi pencarian kawanan ikan yang bergorombol

Instrument	Total	Power (kW)			To Fishing Ground			
					Total Load	LF	Power(kW)	
		Spec	Eff	Real			C.L	I.L
Pompa Dinas (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	-	-	-
Pompa Bilga Celup (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	0,5	-	0,8
Pompa BBM (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	0,85	1,34	-
Mesin Purse Seine	1	23	0,95	24,2	1	-	-	-
Lampu Navigasi	4	0,24	0,95	0,25	4	1	0,25	-
Lampu Penerangan Darurat	1	0,06	0,95	0,06	1	-	-	-

Radio Komunikasi	1	0,025	0,95	0,3	1	1	0,3	-
Lampu Pengumpul Ikan	10	4	0,95	4,21	10	-	-	-
Lampu – Lampu Penerangan	15	0,6	0,95	0,63	15	0,85	0,55	-
Motor DC (Sicmemotori RP200KS Winding G)	1	30	0,90	33,3	1	0,85	28,3	-
Total	Continous Load						30,74	
	Intermitten Load							0,8

Dari tabel 4.7 diperlihatkan bahwa total daya kebutuhan listrik pada kondisi pencarian kawanan ikan sebesar 30,74. Pada kondisi ini motor tidak beroperasi penuh yang membuat kapal tidak pada kecepatan penuh. Tidak beroperasinya motor membuat *load factor* motor itu sendiri berkurang dimana nilainya 0,85. Kondisi motor yang tidak pada kecepatan penuh membuat pompa bahan bakar untuk penyuplai *main power* juga berdampak tidak sebesar pada kondisi menuju area tangkap, sehingga nilai *load factor* diambil sama dengan nilai *load factor* motor listrik yaitu 0,85.

4.3.3.3 Kebutuhan daya listrik pada kondisi *setting*

Proses penurunan jaring yang dipasang melingkar untuk memperkecil kemungkinan ikan bisa lolos dari area yang sudah ditentukan. Dalam kondisi ini kecepatan kapal 3-5 knot dengan *load factor* 0,85.

Tabel 4. 8 Kebutuhan daya listrik pada kondisi penurunan jaring.

Instrument	Total	Power (kW)			To Fishing Ground			
					Total Load	LF	Power(kW)	
		Spec	Eff	Real			C.L	I.L
Pompa Dinas (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	-	-	-
Pompa Bilga Celup (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	0,5	-	0,8
Pompa BBM (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	0,6	0,94	-
Mesin Purse Seine	1	23	0,95	24,2	1	-	-	-

Lampu Navigasi	4	0,24	0,95	0,25	4	1	0,25	-
Lampu Penerangan Darurat	1	0,06	0,95	0,06	1	-	-	-
Radio Komunikasi	1	0,025	0,95	0,3	1	1	0,3	-
Lampu Pengumpul Ikan	10	4	0,95	4,21	10	1	42,1	-
Lampu – Lampu Penerangan	15	0,6	0,95	0,63	15	0,85	0,55	-
Motor DC (Sicmemotori RP200KS Winding G)	1	30	0,90	33,3	1	0,6	19,98	-
Total	Continous Load						64,12	
	Intermitten Load							0,8

Dari tabel 4.8 diperlihatkan bahwa total daya kebutuhan listrik pada kondisi penurunan jaring sebesar 64,12. Pada kondisi ini kecepatan motor berkurang dari 2 kondisi sebelumnya yang membuat *load factor* motor listrik dan pompa bahan bakar juga berkurang dimana nilai yang diambil sebesar 0,6. Akan tetapi kebutuhan listrik bertambah karena beban juga ikut bertambah untuk lampu pengumpul ikan. Lampu pengumpul ikan mempunyai nilai yang besar dan berjumlah 10 buah. Lampu ini sendiri bertujuan agar ikan berkumpul menjadi satu gerombolan yang luasannya terbatas sehingga pada saat jaring disebar ikan tersebut tidak keluar dari area penurunan jaring.

4.3.3.4 Kebutuhan daya listrik pada kondisi *hauling*

Proses penarikan jaring menggunakan mesin purse seine pada keadaan kapal diam. Dalam kondisi ini daya listrik tidak begitu besar karena motor tidak beroperasi yang artinya load faktor motor listrik adalah 0.

Tabel 4. 9 Kebutuhan daya listrik pada kondisi pengangkatan jaring.

Instrument	Total	Power (kW)			To Fishing Ground			
					Total Load	LF	Power(kW)	
		Spec	Eff	Real			C.L	I.L
Pompa Dinas (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	-	-	-
Pompa Bilga Celup (Ebara	1	1,5	0,95	1,58	1	0,5	-	0,8

65x60 FS4JA)								
Pompa BBM (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	-	-	-
Mesin Purse Seine	1	23	0,95	24,2	1	1	24,2	-
Lampu Navigasi	4	0,24	0,95	0,25	4	1	0,25	-
Lampu Penerangan Darurat	1	0,06	0,95	0,06	1	-	-	-
Radio Komunikasi	1	0,025	0,95	0,3	1	1	0,3	-
Lampu Pengumpul Ikan	10	4	0,95	4,21	10	-	-	-
Lampu – Lampu Penerangan	15	0,6	0,95	0,63	15	0,85	0,55	-
Motor DC (Sicmemotori RP200KS Winding G)	1	30	0,90	30,3	1	-	-	-
Total	Continous Load						25,3	
	Intermitten Load							0,8

Dari tabel 4.9 diperlihatkan bahwa total daya kebutuhan listrik pada kondisi penarikan jaring menggunakan mesin *purse seine* sebesar 25,3 kw. Pada kondisi ini motor listrik tidak beroperasi atau mati dengan kata lain beban listrik juga berkurang. Akan tetapi berkurangnya beban listrik motor diganti dengan beban listrik mesin *purse seine* sebesar 24,2 kw.

4.3.3.5 Kebutuhan daya listrik menuju ke pelabuhan

Proses perjalanan kembali dari area tangkap menuju pelabuhan dengan membawa hasil tangkapan yang segar. Dalam kondisi ini motor beroperasi penuh sama halnya dengan menuju area penangkapan, sehingga *load factor* untuk motor listrik 1.

Tabel 4. 10 Kebutuhan daya listrik pada kondisi kembali dari area tangkap.

Instrument	Total	Power (kW)			To Fishing Ground			
					Total Load	LF	Power(kW)	
		Spec	Eff	Real			C.L	I.L
Pompa Dinas (Ebara 65x60	1	1,5	0,95	1,58	1	-	-	-

FS4JA)								
Pompa Bilga Celup (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	0,5	-	0,8
Pompa BBM (Ebara 65x60 FS4JA)	1	1,5	0,95	1,58	1	1	1,58	-
Mesin Purse Seine	1	23	0,95	24,2	1	-	-	-
Lampu Navigasi	4	0,24	0,95	0,25	4	1	0,25	-
Lampu Penerangan Darurat	1	0,06	0,95	0,06	1	-	-	-
Radio Komunikasi	1	0,025	0,95	0,3	1	1	0,3	-
Lampu Pengumpul Ikan	10	4	0,95	4,21	10	-	-	-
Lampu – Lampu Penerangan	15	0,6	0,95	0,63	15	0,85	0,55	-
Motor DC (Sicmemotori RP200KS Winding G)	1	30	0,90	33,3	1	1	33,3	-
Total	Continous Load						35,98	
	Intermitten Load							0,8

Dari tabel 4.10 diperlihatkan bahwa total daya kebutuhan listrik pada kondisi kembali ke pelabuhan atau kembali dari area tangkap sebesar 25,3 kw yang nilainya sama dengan kondisi menuju area tangkap.

4.3.4 Pemilihan Generator

Generator set sebagai permesinan bantu di kapal berfungsi untuk menyuplai kebutuhan energi listrik semua peralatan diatas kapal. Penentuan kapasitas generator dipengaruhi oleh load factor peralatan. Load factor untuk tiap peralatan tidak sama. Penentuan kapasitas generator harus mendukung pengoperasian diatas kapal. Dari analisa kebutuhan daya listrik pada setiap kondisi diatas, maka didapatkan total kebutuhan listrik yang harus disuplai generator sebagai berikut :

Tabel 4. 11 Pembebanan generator pada setiap kondisi.

<i>ITEM</i>	<i>TO FISHING GROUND</i>	<i>SEARCHING</i>
<i>Total Load (C.L)</i>	35,98 kw	30,74 kw
<i>Total Load (I.L)</i>	2,38 kw	0,8 kw
<i>Diversity factor (0,55 x I.L)</i>	1,31 kw	0,44 kw
<i>Number of Load</i>	37,29 kw	31,18 kw

<i>ITEM</i>	<i>SETTING</i>	<i>HAULING</i>
<i>Total Load (C.L)</i>	64,12 kw	25,3 kw
<i>Total Load (I.L)</i>	0,8 kw	0,8 kw
<i>Diversity factor (0,55 x I.L)</i>	0,44 kw	0,44 kw
<i>Number of Load</i>	64,56 kw	25,74 kw

<i>ITEM</i>	<i>TO PORT</i>
<i>Total Load (C.L)</i>	35,98 kw
<i>Total Load (I.L)</i>	0,8 kw
<i>Diversity factor (0,55 x I.L)</i>	0,44 kw
<i>Number of Load</i>	36,42 kw

Dari tabel 4.11 menunjukkan total kebutuhan listrik yang harus disuplai generator pada setiap kondisi. Nilai terbesar didapat pada saat penurunan jaring sebesar 64,56 kw, sehingga daya generator yang terpilih harus lebih besar dari nilai tersebut. Pemilihan generator ini dapat menggunakan 1 buah generator yang nilainya lebih besar dari total kebutuhan listrik pada kondisi *setting* atau bisa menggunakan 2 buah generator yang diparalel dengan nilai dibawah nilai tersebut untuk setiap generatonya. Dalam perencanaan pemilihan generator dipilih 2 generator dengan kapasitas daya 50 kw dan 30 kw.. Untuk faktor daya dari generator dengan daya total 80 kw ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 12 *Power factor* generator pada setiap kondisi.

<i>ITEM</i>	<i>TO FISHING GROUND</i>	<i>SEARCHING</i>
<i>Total Load (C.L)</i>	35,98 kw	30,74 kw
<i>Total Load (I.L)</i>	2,38 kw	0,8 kw
<i>Diversity factor (0,55 x I.L)</i>	1,31 kw	0,44 kw
<i>Number of Load</i>	37,29 kw	31,18 kw

<i>Generator Capacity</i>	50 kw	50 kw
<i>Power factor</i>	0,74	0,62

<i>ITEM</i>	<i>SETTING</i>	<i>HAULING</i>
<i>Total Load (C.L)</i>	64,12 kw	25,3 kw
<i>Total Load (I.L)</i>	0,8 kw	0,8 kw
<i>Diversity factor (0,55 x I.L)</i>	0,44 kw	0,44 kw
<i>Number of Load</i>	64,56 kw	25,74 kw
<i>Generator Capacity</i>	80 kw	30 kw
<i>Power factor</i>	0,8	0,85

<i>ITEM</i>	<i>TO PORT</i>
<i>Total Load (C.L)</i>	35,98 kw
<i>Total Load (I.L)</i>	0,8 kw
<i>Diversity factor (0,55 x I.L)</i>	0,44 kw
<i>Number of Load</i>	36,42 kw
<i>Generator Capacity</i>	50 kw
<i>Power factor</i>	0,72

Dari tabel 4.12 menunjukkan efisiensi generator pada setiap kondisi. Faktor daya pada kondisi *setting* sangat besar yang membuat 2 generator bekerja pada kondisi tersebut. Sedangkan faktor daya untuk generator kapasitas 30 kw didapatkan pada kondisi *hauling* dengan faktor daya 0,85.

Generator terpilih : GENERAC INDUSTRIAL POWER

Konverter terpilih : MAGNA-POWER

4.4 Analisa Ekonomis

Analisa yang digunakan untuk mengetahui segi ekonomis dalam membandingkan antara sistem propulsi mekanis dan sistem propulsi listrik pada kapal ikan dalam kurun 20 tahun. Untuk mengetahui berapa lama penggunaan bahan bakar maka dibutuhkan waktu operasi masing-masing daya. Berikut perkiraan waktu yang dibutuhkan dalam sekali perjalanan.

4.4.1 Waktu Penggunaan Bahan Bakar Pada Kondisi Operasional (Sore-Pagi) :

Waktu yang digunakan dalam sekali perjalanan dan kondisi dimana sumber daya beroperasi. Waktu yang diperkirakan oleh penulis sebagai berikut :

Tabel 4. 13 Waktu yang digunakan pada masing-masing kondisi.

<i>To Fishing Ground</i>	<i>Searching</i>	<i>Setting</i>	<i>Hauling</i>	<i>To Port</i>
Motor Listrik	Motor Listrik	Motor Listrik	Mesin Purse Seine	Motor Listrik
1 jam	60 menit	30 menit	60 menit	2 jam
	60 x 4 = 240 menit	30 x 4 = 120 menit	60 x 4 = 240 menit	
53% Load	44,5% Load	92% Load	36,7% Load	52% Load

Dari tabel diatas maka selanjutnya akan dicari kebutuhan bahan bakar untuk mengetahui berapa liter tangki yang harus tersedia di kapal agar daya tersuplai terus.

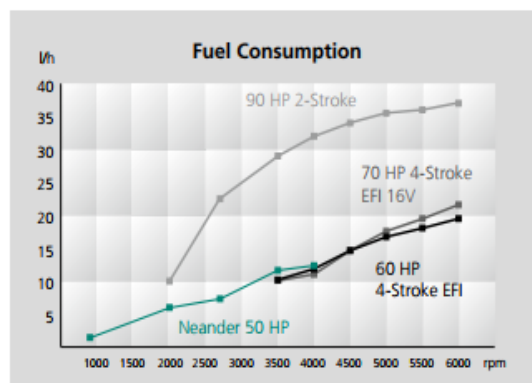
4.4.2 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Antara Sistem Propulsi Mekanik dan Setiap Sistem Propulsi Elektrik

Perbandingan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa selisih kebutuhan bahan bakar pada setiap sistem propulsi. Selisih tersebut nantinya akan diubah menjadi segi ekonomis dalam sekali perjalanan.

4.4.2.1 Sistem Propulsi Mekanik

Pada sistem ini terdapat dua daya untuk memenuhi kebutuhan propulsi dan daya kelistrikan di kapal. Sehingga bahan bakar dikonsumsi untuk dua daya tersebut yaitu mesin diesel dan generator. Berikut kebutuhan bahan bakar dan biaya yang harus tersedia untuk sistem propulsi mekanik di kapal dalam kurun waktu satu tahun dengan spesifikasi mesin diesel dan generator yang sudah ada :

Mesin diesel : 54 hp
Generator : 40 KVA



Gambar 4. 1 Grafik bahan bakar untuk mesin penggerak

Dari gambar diatas didapatkan konsumsi bahan bakar untuk mesin diesel sebagai penggerak kapal. Diasumsikan mesin beropersai 90% dan didapatkan nilai SFOC sebesar 17 l/h. Sehingga bisa diketahui berapa kebutuhan bahan bakar untuk mesin penggerak dalam waktu yang sudah ditentukan.

Tabel 4. 14 Konsumsi bahan bakar untuk generator sistem mekanik

Fuel Consumption (l/hr)	100% Load	2.8
	75% Load	2.1
	50% Load	1.4
	25% Load	0.8

Dari gambar diatas menunjukkan SFOC untuk generator lama. Diasumsikan nilai *load* terbesar yaitu 100% karena penggunaan generator lama tidak dihitung sehingga SFOC untuk generator 2,8 l/hr.

Perhitungan konsumsi bahan bakar *Main Engine*

SFOC (saat load factor kondisi paling besar)	=	324	gr/kwh
Daya <i>Main Engine</i>	=	45	kW
Estimasi Waktu Pelayaran	=	20	Hari
Banyak Pelayaran selama satu tahun	=	18	Trip
Kebutuhan Bahan Bakar selama Satu Tahun	=	SFOC (gr/kwh) x Daya (kw) x waktu pelayaran (jam dalam setahun)	
	=	125	ton/tahun
Harga Solar (per 1 april 2017)	=	355	USD / MT
(www.bunkerindex.com)	=	390,5	USD / Ton
Kurs USD to IDR (per 17 mei 2017)	=	13,379	/ USD
Biaya Bahan Bakar Selama Satu Tahun	=	Kebutuhan Bahan Bakar selama Satu Tahun x Harga Bahan Bakar	
	=	653.062.437,5	per tahun

Perhitungan konsumsi bahan bakar generator lama

SFOC (saat load factor kondisi paling besar)	=	80,27	gr/kwh
Daya Generator	=	30	kW
Estimasi Waktu Pelayaran	=	20	Hari
Banyak Pelayaran selama satu tahun	=	18	Trip
Kebutuhan Bahan Bakar selama Satu Tahun	=	SFOC (gr/kwh) x Daya (kw) x waktu pelayaran (jam dalam setahun)	
	=	20,8	ton/tahun

Harga Solar (per 1 april 2017)	=	355	USD / MT
(<i>www.bunkerindex.com</i>)	=	390,5	USD / Ton
Kurs USD to IDR (per 17 mei 2017)	=	13,379	/ USD
Biaya Bahan Bakar Selama Satu Tahun	=	Kebutuhan Bahan Bakar selama Satu Tahun x Harga Bahan Bakar	
	=	108.669.589,6	per tahun

4.4.2.2 Sistem Propulsi Elektrik

Pada kondisi sistem propulsi elektrik semua kebutuhan daya di kapal disuplai oleh generator. Berikut kebutuhan bahan bakar dan biaya yang harus tersedia untuk sistem propulsi elektrik di kapal dalam kurun waktu satu tahun dengan spesifikasi generator sebagai berikut :

Generator terpilih : GENERAC INDUSTRIAL POWER

Tabel 4. 15 Konsumsi bahan bakar untuk generator sistem elektrik

Fuel Consumption (1/hr) Generator 50 kw	Full Load	16.36
	75% Load	12.5
	50% Load	8.71
	25% Load	4.92

Fuel Consumption (1/hr) Generator 30 kw	Full Load	7.9
	75% Load	6.5
	50% Load	4.8
	25% Load	2.8

Sesuai data pada sub bab 4.4.1 pada kondisi operasional sistem propulsi elektrik, nilai *load factor* terbesar 0,8 untuk 2 buah generator. Berdasarkan tabel konsumsi bahan bakar pada tabel 4.14, menggunakan interpolasi untuk faktor daya 0,8 pada masing-masing generator yang totalnya memiliki nilai konsumsi bahan bakar 18.5 l/hr atau 227.3 gr/kWh. Adapun perhitungan konsumsi bahan bakar kondisi ini selama setahun sebagai berikut

Perhitungan konsumsi bahan bakar generator lama

SFOC (saat load factor kondisi paling besar)	=	227,3	gr/kwh
Daya Generator	=	80	kW
Estimasi Waktu Pelayaran	=	20	Hari
Banyak Pelayaran selama satu tahun	=	18	Trip
Kebutuhan Bahan Bakar selama Satu Tahun	=	SFOC (gr/kwh) x Daya (kw) x waktu pelayaran (jam dalam setahun)	
	=	137,5	ton/tahun
Harga Solar (per 1 april 2017)	=	355	USD / MT
(<i>www.bunkerindex.com</i>)	=	390,5	USD / Ton
Kurs USD to IDR (per 17 mei 2017)	=	13,379	/ USD
Biaya Bahan Bakar Selama Satu Tahun	=	Kebutuhan Bahan Bakar selama Satu Tahun x Harga Bahan Bakar	
	=	718.368.681,25	per tahun

4.4.3 Analisa Grafik Investasi Awal

Pada analisa ini akan dibahas biaya untuk investasi awal pada masing-masing sistem propulsi. Untuk lebih rincian biaya akan dicantumkan pada lampiran. Berikut analisa untuk investasi awal :



Gambar 4. 2 Grafik Biaya Investasi Awal

Dari grafik 4.4 diatas dapat diketahui nilai perbandingan biaya investasi awal yang dikeluarkan untuk instalasi komponen masing-masing sistem. Bahwa dengan pemasangan sistem propulsi elektrik biaya instalasi lebih mahal dibanding dengan instalasi sistem propulsi mekanik. Investasi awal untuk sistem propulsi elektrik menghabiskan biaya Rp. 301.427.500,00 sedangkan biaya untuk sistem propulsi mekanik Rp. 194.256.500,00 sehingga dapat dikalkulasikan perbedaan yang sangat signifikan antara keduanya. Biaya instalasi sistem propulsi elektrik 1,5 kali lebih besar dari biaya instalasi sistem propulsi mekanik. Sehingga dari grafik ini juga menggambarkan mahalnya biaya instalasi sistem propulsi elektrik.

4.4.4 Analisa Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Dalam Setahun

Pada analisa ini akan dibahas biaya konsumsi bahan bakar untuk setiap sistem propulsi dalam setahun. Untuk biaya yang lebih rinci biaya akan dicantumkan pada lampiran. Berikut analisa untuk konsumsi bahan bakar dalam setahun :

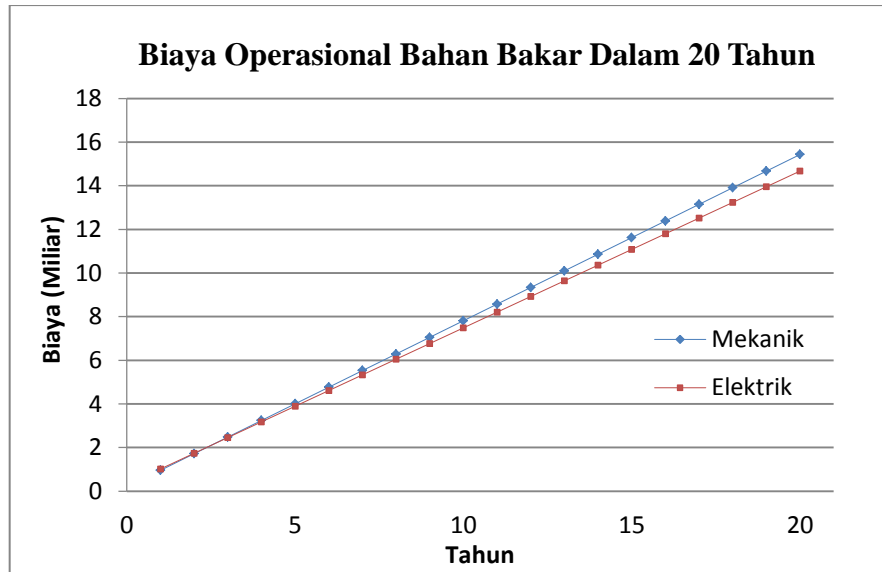


Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Dari grafik 4.5 diatas dapat diketahui nilai perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk memenuhi konsumsi bahan bakar yang digunakan pada masing-masing sistem propulsi selama satu tahun. Bahwa dengan penggunaan sistem propulsi mekanik menghabiskan biaya Rp. 761.732.027,00 per tahun sedangkan biaya untuk sistem propulsi elektrik Rp. 718.368.681,00 per tahun sehingga dapat dikalkulasikan perbedaan yang sedikit sangat signifikan antara keduanya. Konsumsi bahan bakar untuk sistem propulsi elektrik lebih kecil dari konsumsi bahan bakar sistem propulsi mekanik. Sehingga dari grafik ini juga menggambarkan keunggulan sistem propulsi elektrik yaitu hemat konsumsi bahan bakar dan hemat biaya pengeluaran.

4.4.5 Analisa Grafik Biaya Operasional Konsumsi Bahan Bakar Dalam 20 Tahun

Pada analisa ini akan dibahas kenaikan biaya per tahun untuk setiap sistem propulsi dalam kurun waktu 20 tahun kedepan. Analisa lebih lanjut terkait penambahan biaya setiap tahunnya sehingga dapat diketahui pada tahun keberapa biaya yang dikeluarkan sistem propulsi mekanik dan sistem propulsi elektrik pada titik yang sama. Berikut adalah data yang didapatkan dengan menambahkan biaya awal pada masing-masing tahun agar didapatkan nilai total pengeluaran selama 20 tahun.



Gambar 4. 4 Biaya Operasional Bahan Bakar Dalam 20 Tahun

Dari grafik 4.4 Total Kenaikan Biaya per Tahun dapat diketahui bahwa terjadi perpotongan kurva sistem propulsi elektrik dan sistem propulsi mekanik pada pertengahan tahun ke-5. Sehingga dapat diambil kesimpulan dari grafik tersebut bahwa sistem propulsi elektrik menjadi lebih ekonomis dari sistem propulsi mekanik yang dibuktikan mulai tahun ke-5 sistem propulsi elektrik membutuhkan total biaya lebih sedikit dari sistem propulsi mekanik, yakni dari tahun ke-5 sistem propulsi elektrik Rp 3.893.270.906,00 dan sistem propulsi mekanik Rp 4.002.916.635,00. Hal ini karena konsumsi bahan bakar pada sistem propulsi mekanik setiap tahun bertambah sehingga biaya bertambah setiap tahunnya untuk konsumsi bahan bakar. Namun Investasi awal untuk sistem propulsi elektrik lebih besar dibanding sistem propulsi mekanik untuk tahun pertama.

Oleh karena itu, dari grafik 4.4 diatas dapat digunakan sebagai gambaran untuk acuan dalam penggunaan sistem propulsi mekanik dan sistem propulsi elektrik dari segi biaya. Karena sejauh ini belum ada rules tertulis yang mengatur tentang sistem propulsi elektrik di kapal. Selain itu klasifikasi hanya melakukan pengecekan terhadap instalasi kelistrikan di kapal.

4.4.6 Analisa Grafik Biaya Perawatan

Pada analisa ini akan dibahas biaya perawatan dalam tahun pertama dan total biaya perawatan dalam waktu 20 tahun dengan menambahkan biaya awal perawatan setiap tahunnya. Analisa lebih lanjut terkait penambahan biaya perawatan setiap tahun dapat diketahui pada lampiran. Berikut adalah data yang didapatkan dengan menambahkan biaya awal pada masing-masing tahun agar didapatkan nilai total pengeluaran selama 20 tahun untuk perawatan.



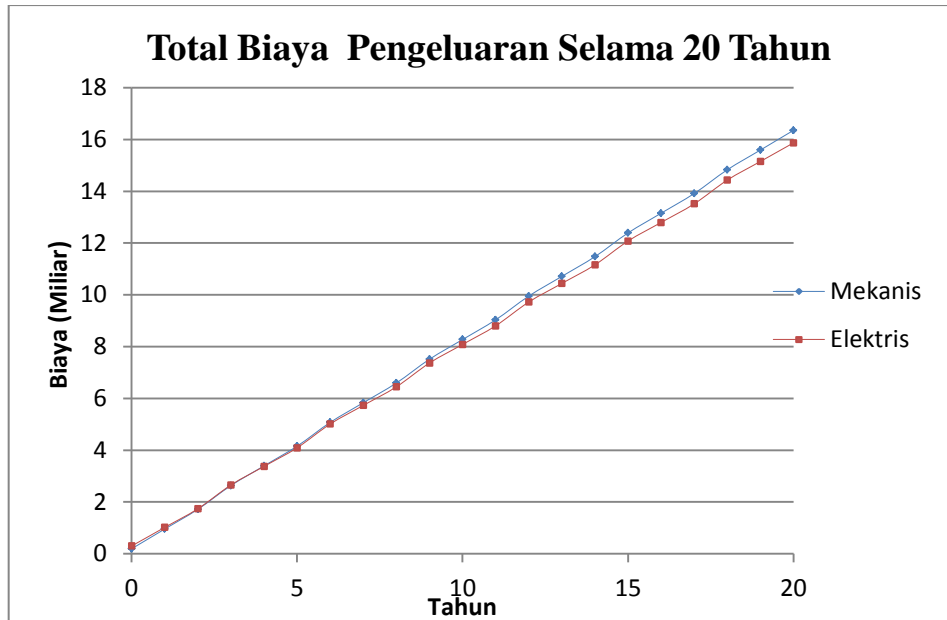
Gambar 4. 5 Grafik Biaya Perawatan Selama 20 Tahun

Dari grafik 4.5 Total Biaya Perawatan Selama 20 Tahun dapat diketahui bahwa biaya perawatan sistem propulsi elektrik lebih mahal dari sistem propulsi mekanik. Hal ini terjadi karena biaya perawatan dihitung per kw-nya. Pada sistem propulsi mekanik total biaya perawatan masing-masing komponen yaitu *main engine* dan generator total biaya dalam sekali perawatan yaitu Rp 154.000.000,00. Sedangkan komponen pada sistem propulsi elektrik generator dan motor listrik sehingga biaya dalam sekali perawatan sebesar Rp 200.000.000,00. Bisa disimpulkan biaya perawatan untuk sistem propulsi elektrik ini lebih mahal dari biaya perawatan sistem propulsi mekanik. Untuk sistem propulsi elektrik *lifetime* generator yang diasumsikan penulis sama dari *main engine* dan generator yang ada di sistem propulsi mekanik sehingga perawatan yang dilakukan selama 20 tahun mengalami 6 perawatan yang sama. Perhitungan biaya akan dicantumkan pada lampiran.

Oleh karena itu, dari grafik 4.5 diatas dapat digunakan sebagai acuan dalam segi perawatan pada masing-masing sistem propulsi. Dengan total tahun beroperasi yang sama sistem propulsi lebih mahal untuk segi perawatan.

4.4.7 Analisa Grafik Total Biaya Pengeluaran Selama 20 Tahun

Pada analisa ini akan dibahas total biaya pengeluaran selama 20 tahun. Analisa lebih lanjut terkait rincian biaya bisa dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik total biaya pengeluaran selama 20 tahun.



Gambar 4. 6 Grafik Total Biaya Pengeluaran Selama 20 Tahun

Dari grafik 4.6 diatas dapat diketahui perbandingan nilai total biaya pengeluaran selama 20 tahun. Bahwa dengan pemasangan sistem propulsi elektrik total biaya lebih murah dibanding dengan sistem propulsi mekanik dengan selisih total biaya sebesar Rp 480.000.000,00. Total biaya diatas sudah meliputi biaya investasi, biaya konsumsi bahan bakar dan biaya perawatan. Sehingga biaya penggunaan sistem propulsi elektrik lebih murah dari biaya penggunaan sistem propulsi mekanik untuk 20 tahun.

“Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perbandingan antara penggunaan sistem propulsi mekanis dan listrik pada kapal ikan diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan sistem propulsi listrik lebih menguntungkan. Hal ini berdasarkan :

1. Biaya investasi, sistem propulsi listrik lebih mahal 100 juta daripada sistem propulsi mekanis.
2. Biaya bahan bakar, sistem propulsi listrik lebih hemat 40 juta daripada sistem propulsi mekanis per tahun.
3. Biaya perawatan, sistem propulsi listrik 46 juta lebih mahal daripada sistem propulsi mekanis per 3 tahun.
4. Total biaya pengeluaran selama 20 tahun, sistem propulsi listrik lebih hemat 484 juta dari sistem propulsi mekanis.

5.2 Saran

1. Dilakukan perhitungan pada kapal penangkap ikan yang berukuran lebih besar sehingga di dapat perbedaan harga yang lebih signifikan.
2. Mencari komponen sistem propulsi listrik yang lebih lengkap agar didapatkan biaya investasi awal yang jauh lebih mahal dari biaya investasi sistem propulsi mekanik.
3. Memvariasikan beberapa kapasitas generator agar didapatkan nilai yang lebih efisien dan menguntungkan untuk generator yang akan dipasang pada sistem propulsi listrik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ABB Marine; [2003]; “Maritime Electrical Installtions And diesel Electric Propulsion”; United States.
- [2] Hansen, Jan Fredrik, Fossen, Thor I.; [2001]; “Mathematical Modelling of Diesel-Electric Propulsion Systemsfor Marine Vessels”; Norwegian.
- [3] Mukhtar, A.Pi, M.Si; [2010]; “Daerah Penangkapan (Fishing Ground)”; Indonesia.
- [4] Wahyono, Agung [2012]; ”MANAJEMEN PENINGKATAN PRODUKSI USAHA PENANGKAPAN IKAN”; Kementrian Kelautan dan Perikanan, Semarang.
- [5] Whitelegg, Ian, Bucknall, Richard [2013]; “Electrical Propulsion in the Low Carbon Econmy”; Low Carbon Shipping Conference, London.
- [6] Bassham, Bobby A. ; [2003]; “An Evaluation of Electric Motors for Ship Propulsion”; Naval Postgraduate School, Monterey, California.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

1. Investasi Awal
2. Konsumsi Bahan Bakar Selama 20 Tahun
3. Biaya Perawatan
4. Total Biaya Pengeluaran Selama 20 Tahun
5. Spesifikasi Motor Diesel
6. Spesifikasi Generator

INVESTASI AWAL

Investasi Awal Sistem Mekanik

No	Item	Harga (Rp)
1	Marine Engine 54 HP	133970000
2	Genset 40 KVA	60286500
	Total	194256500

Investasi Awal Sistem Elektrik

No	Item	Harga (Rp)
1	Generator 80 kw	288035500
2	Motor DC 30 kw	13392000
	Total	301427500

KONSUMSI BAHAN BAKAR 20 TAHUN

Tahun	Mekanik	Elektrik
1	955.988.527,10	1.019.796.181,25
2	1.717.720.554,20	1.738.164.862,50
3	2.633.452.581,30	2.656.533.543,75
4	3.241.184.608,40	3.174.902.225,00
5	4.002.916.635,50	3.893.270.906,25
6	4.918.648.662,60	4.811.639.587,50
7	5.526.380.689,70	5.330.008.268,75
8	6.288.112.716,80	6.048.376.950,00
9	7.203.844.743,90	6.966.745.631,25
10	7.811.576.771,00	7.485.114.312,50
11	8.573.308.798,10	8.203.482.993,75
12	9.489.040.825,20	9.121.851.675,00
13	10.096.772.852,30	9.640.220.356,25
14	10.858.504.879,40	10.358.589.037,50
15	11.774.236.906,50	11.276.957.718,75
16	12.381.968.933,60	11.795.326.400,00
17	13.143.700.960,70	12.513.695.081,25
18	14.059.432.987,80	13.432.063.762,50
19	14.667.165.014,90	13.950.432.443,75
20	15.428.897.042,00	14.668.801.125,00

BIAYA PERAWATAN

Daya Engine + Daya Genset = 45 + 32 Maintenance
 = 77 kw 1 year : 360 days : 8640 hours *harga per kw = 2000000
 Estimasi Penggunaan Daya per Hari

1 Hari = 15 jam
 1 Tahun = 15 x 360 hari
 = 5400 hours

Total Daya Untuk Sistem elektrik

Daya Genset + Motor Listrik = 80 + 30
 = 110 kw

	Lifetime	work in 1 year	replacement	Fix
Engine	10000	5400	1,851851852	2
Genset Lama	10000	5400	1,851851852	2
Genset Baru	10000	5400	1,851851852	2
Motor Listrik	8000	5400	1,481481481	2

tahun	mekanik	elektrik
1		
2		
3	154000000	200000000
4		
5		
6	308000000	400000000
7		
8		
9	462000000	600000000
10		
11		
12	616000000	800000000
13		
14		
15	770000000	1000000000
16		
17		
18	924000000	1200000000
19		
20		

Total Biaya 20 Tahun

mekanis				
Tahun	Investasi	BB	Perawatan	Total
0	194.256.500	0	0	194.256.500
1	0	761.732.027,10	0	955.988.527,10
2	0	761.732.027,10	0	1.717.720.554,20
3	0	761.732.027,10	154000000	2.633.452.581,30
4	0	761.732.027,10	0	3.395.184.608,40
5	0	761.732.027,10	0	4.156.916.635,50
6	0	761.732.027,10	154000000	5.072.648.662,60
7	0	761.732.027,10	0	5.834.380.689,70
8	0	761.732.027,10	0	6.596.112.716,80
9	0	761.732.027,10	154000000	7.511.844.743,90
10	0	761.732.027,10	0	8.273.576.771,00
11	0	761.732.027,10	0	9.035.308.798,10
12	0	761.732.027,10	154000000	9.951.040.825,20
13	0	761.732.027,10	0	10.712.772.852,30
14	0	761.732.027,10	0	11.474.504.879,40
15	0	761.732.027,10	154000000	12.390.236.906,50
16	0	761.732.027,10	0	13.151.968.933,60
17	0	761.732.027,10	0	13.913.700.960,70
18	0	761.732.027,10	154000000	14.829.432.987,80
19	0	761.732.027,10	0	15.591.165.014,90
20	0	761.732.027,10	0	16.352.897.042,00

elektris			
investasi	BB	Perawatan	
301427500			301.427.500
	718.368.681,25		1.019.796.181,25
	718.368.681,25		1.738.164.862,50
	718.368.681,25	200000000	2.656.533.543,75
	718.368.681,25		3.374.902.225,00
	718.368.681,25		4.093.270.906,25
	718.368.681,25	200000000	5.011.639.587,50
	718.368.681,25		5.730.008.268,75
	718.368.681,25		6.448.376.950,00
	718.368.681,25	200000000	7.366.745.631,25
	718.368.681,25		8.085.114.312,50
	718.368.681,25		8.803.482.993,75
	718.368.681,25	200000000	9.721.851.675,00
	718.368.681,25		10.440.220.356,25
	718.368.681,25		11.158.589.037,50
	718.368.681,25	200000000	12.076.957.718,75
	718.368.681,25		12.795.326.400,00
	718.368.681,25		13.513.695.081,25
	718.368.681,25	200000000	14.432.063.762,50
	718.368.681,25		15.150.432.443,75
	718.368.681,25		15.868.801.125,00

STANDBY POWER RATING

50 kW, 63 kVA, 60 Hz

PRIME POWER RATING*

45 kW, 56 kVA, 60 Hz

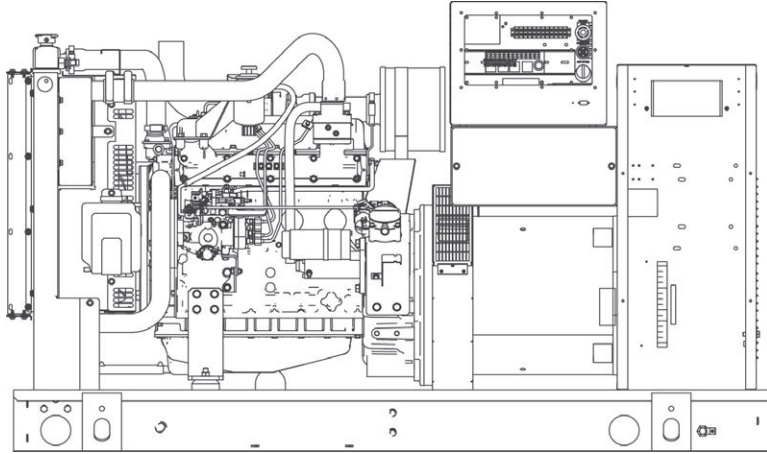


Image used for illustration purposes only



*Built in the USA using domestic and foreign parts


*EPA Certified Prime ratings are not available in the U.S. or its Territories.

**Certain options or customization may not hold certification valid.


CODES AND STANDARDS

Generac products are designed to the following standards:

 UL2200, UL508, UL142, UL498

 NFPA70, 99, 110, 37

 NEC700, 701, 702, 708

 ISO9001, 8528, 3046, 7637, Pluses #2b, 4

 NEMA ICS10, MG1, 250, ICS6, AB1

 **ANSI**
 American National Standards Institute
 ANSI C62.41

POWERING AHEAD

For over 50 years, Generac has led the industry with innovative design and superior manufacturing.

Generac ensures superior quality by designing and manufacturing most of its generator components, including alternators, enclosures and base tanks, control systems and communications software.

Generac's gensets utilize a wide variety of options, configurations and arrangements, allowing us to meet the standby power needs of practically every application.

Generac searched globally to ensure the most reliable engines power our generators. We choose only engines that have already been proven in heavy-duty industrial application under adverse conditions.

Generac is committed to ensuring our customers' service support continues after their generator purchase.

STANDARD FEATURES

ENGINE SYSTEM

General

- Oil Drain Extension
- Air Cleaner
- Fan Guard
- Stainless Steel flexible exhaust connection
- Critical Exhaust Silencer (enclosed only)
- Factory Filled Oil
- Radiator Duct Adapter (open set only)

Fuel System

- Fuel lockoff solenoid
- Primary fuel filter

Cooling System

- Closed Coolant Recovery System
- UV/Ozone resistant hoses
- Factory-Installed Radiator
- Radiator Drain Extension
- 50/50 Ethylene glycol antifreeze
- 120 VAC Coolant Heater

Engine Electrical System

- Battery charging alternator
- Battery cables
- Battery tray
- Solenoid activated starter motor
- Rubber-booted engine electrical connections

ALTERNATOR SYSTEM

- UL2200 GENprotect™
- 12 leads (3-phase, non 600 V)
- Class H insulation material
- Vented rotor
- 2/3 pitch
- Skewed stator
- Auxiliary voltage regulator power winding
- Amortisseur winding
- Brushless Excitation
- Sealed Bearings
- Automated manufacturing (winding, insertion, lacing, varnishing)
- Rotor dynamically spin balanced
- Full load capacity alternator
- Protective thermal switch

GENERATOR SET

- Internal Genset Vibration Isolation
- Separation of circuits - high/low voltage
- Separation of circuits - multiple breakers
- Silencer Heat Shield
- Wrapped Exhaust Piping
- Silencer housed in discharge hood (enclosed only)
- Standard Factory Testing
- 2 Year Limited Warranty (Standby rated Units)
- 1 Year Limited Warranty (Prime rated Units)
- Silencer mounted in the discharge hood (enclosed only)

ENCLOSURE (IF SELECTED)

- Rust-proof fasteners with nylon washers to protect finish
- High performance sound-absorbing material
- Gasketed doors
- Stamped air-intake louvers
- Air discharge hoods for radiator-upward pointing
- Stainless steel lift off door hinges
- Stainless steel lockable handles
- Rhino Coat™ - Textured polyester powder coat

TANKS (IF SELECTED)

- UL 142
- Double wall
- Vents
- Sloped top
- Sloped bottom
- Factory pressure tested (2 psi)
- Rupture basin alarm
- Fuel level
- Check valve in supply and return lines
- Rhino Coat™ - Textured polyester powder coat
- Stainless hardware

CONTROL SYSTEM



Control Panel

- Digital H Control Panel - Dual 4x20 Display
- Programmable Crank Limiter
- 7-Day Programmable Exerciser
- Special Applications Programmable PLC
- RS-232/485
- All-Phase Sensing DVR
- Full System Status
- Utility Monitoring
- Low Fuel Pressure Indication
- 2-Wire Start Compatible
- Power Output (kW)

- Power Factor
- kW Hours, Total & Last Run
- Real/Reactive/Apparent Power
- All Phase AC Voltage
- All Phase Currents
- Oil Pressure
- Coolant Temperature
- Coolant Level
- Engine Speed
- Battery Voltage
- Frequency
- Date/Time Fault History (Event Log)
- Isochronous Governor Control
- Waterproof/sealed Connectors
- Audible Alarms and Shutdowns
- Not in Auto (Flashing Light)
- Auto/Off/Manual Switch
- E-Stop (Red Mushroom-Type)
- NFPA110 Level I and II (Programmable)
- Customizable Alarms, Warnings, and Events
- Modbus protocol
- Predictive Maintenance algorithm
- Sealed Boards
- Password parameter adjustment protection

- Single point ground
- 15 channel data logging
- 0.2 msec high speed data logging
- Alarm information automatically comes up on the display

Alarms

- Oil Pressure (Pre-programmable Low Pressure Shutdown)
- Coolant Temperature (Pre-programmed High Temp Shutdown)
- Coolant Level (Pre-programmed Low Level Shutdown)
- Low Fuel Pressure Alarm
- Engine Speed (Pre-programmed Over speed Shutdown)
- Battery Voltage Warning
- Alarms & warnings time and date stamped
- Alarms & warnings for transient and steady state conditions
- Snap shots of key operation parameters during alarms & warnings
- Alarms and warnings spelled out (no alarm codes)

CONFIGURABLE OPTIONS

ENGINE SYSTEM

General

- Oil Heater
- Industrial Exhaust Silencer

Fuel System

- Flexible fuel lines
- Primary fuel filter

Engine Electrical System

- 10A UL battery charger
- 2.5A UL battery charger
- Battery Warmer

ALTERNATOR SYSTEM

- Alternator Upsizing
- Anti-Condensation Heater
- Tropical coating
- Permanent Magnet Excitation

ENGINEERED OPTIONS

ENGINE SYSTEM

- Coolant heater ball valves
- Block Heaters
- Fluid containment pans

ALTERNATOR SYSTEM

- 3rd Breaker Systems

CONTROL SYSTEM

- Spare inputs (x4) / outputs (x4) - H Panel Only
- Battery Disconnect Switch

CIRCUIT BREAKER OPTIONS

- Main Line Circuit Breaker
- 2nd Main Line Circuit Breaker
- Shunt Trip and Auxiliary Contact
- Electronic Trip Breaker

GENERATOR SET

- Gen-Link Communications Software (English Only)
- 8 Position Load Center
- 2 Year Extended Warranty
- 5 Year Warranty
- 5 Year Extended Warranty

ENCLOSURE

- Weather Protected
- Level 1 Sound Attenuation
- Level 2 Sound Attenuation
- Steel Enclosure
- Aluminum Enclosure
- 150 MPH Wind Kit
- 12 VDC Enclosure Lighting Kit
- 120 VAC Enclosure Lighting Kit
- AC/DC Enclosure Lighting Kit
- Door Alarm Switch

GENERATOR SET

- Special Testing
- IBC Seismic Certification

ENCLOSURE

- Motorized Dampers
- Door switched for intrusion alert
- Enclosure ambient heaters

TANKS (Size on last page)

- Electrical Fuel Level
- Mechanical Fuel Level
- 54 Gal (204.4 L) Usable Capacity
- 132 Gal (499.7 L) Usable Capacity
- 211 Gal (798.7 L) Usable Capacity
- 300 Gal (1135.6 L) Usable Capacity
- 8" Fill Extension
- 13" Fill Extension
- 19" Fill Extension

CONTROL SYSTEM

- 21-Light Remote Annunciator
- Remote Relay Panel (8 or 16)
- Oil Temperature Sender with Indication Alarm
- Remote E-Stop (Break Glass-Type, Surface Mount)
- Remote E-Stop (Red Mushroom-Type, Surface Mount)
- Remote E-Stop (Red Mushroom-Type, Flush Mount)
- Remote Communication - Modem
- Remote Communication - Ethernet
- 10A Run Relay
- Ground Fault Indication and Protection Functions

TANKS

- Overfill Protection Valve
- UL2085 Tank
- ULC S-601 Tank
- Stainless Steel Tank
- Special Fuel Tanks (MIDEQ and FL DEP/DERM, etc.)
- Vent Extensions

RATING DEFINITIONS

Standby - Applicable for a varying emergency load for the duration of a utility power outage with no overload capability.

Prime - Applicable for supplying power to a varying load in lieu of utility for an unlimited amount of running time. A 10% overload capacity is available for 1 out of every 12 hours. The Prime Power option is only available on International applications. Power ratings in accordance with ISO 8528-1, Second Edition

APPLICATION AND ENGINEERING DATA

ENGINE SPECIFICATIONS

General

Make	Generac
EPA Emissions Compliance	Stationary Emergency
EPA Emissions Reference	See Emissions Data Sheet
Cylinder #	4
Type	In-Line
Displacement - L (cu In)	3.4 (207.48)
Bore - mm (in)	98 (3.86)
Stroke - mm (in)	113 (4.45)
Compression Ratio	18.5:1
Intake Air Method	Turbocharged/Aftercooled
Cylinder Head Type	Cast Iron OHV
Piston Type	Aluminium
Crankshaft Type	Forged Steel

Engine Governing

Governor	Electronic Isochronous
Frequency Regulation (Steady State)	+/- 0.25%

Lubrication System

Oil Pump Type	Gear
Oil Filter Type	Full Flow Cartridge
Crankcase Capacity - L (qts)	7 (7.4)

Cooling System

Cooling System Type	Closed Recovery
Water Pump	Pre-Lubed, Self Sealing
Fan Type	Pusher
Fan Speed (rpm)	NA
Fan Diameter mm (in)	560 (22)
Coolant Heater Wattage	1500
Coolant Heater Standard Voltage	120 V /240 V

Fuel System

Fuel Type	Ultra Low Sulfur Diesel Fuel
Fuel Specifications	ASTM
Fuel Filtering (microns)	10
Fuel Injection	Bosch (VE)
Fuel Pump Type	Engine Driven Gear
Injector Type	Pintel - 2100 PSI
Fuel Supply Line mm (in)	7.92 (0.312)
Fuel Return Line mm (in)	7.92 (0.312)

Engine Electrical System

System Voltage	12 VDC
Battery Charging Alternator	20 A
Battery Size	See Battery Index 0161970SBY
Battery Voltage	12 VDC
Ground Polarity	Negative

ALTERNATOR SPECIFICATIONS

Standard Model	390
Poles	4
Field Type	Revolving
Insulation Class - Rotor	H
Insulation Class - Stator	H
Total Harmonic Distortion	<3%
Telephone Interference Factor (TIF)	<50

Standard Excitation	Synchronous
Bearings	Single Sealed Cartridge
Coupling	Direct, Flexible Disc
Load Capacity - Standby	100%
Prototype Short Circuit Test	Yes
Voltage Regulator Type	Digital
Number of Sensed Phases	All
Regulation Accuracy (Steady State)	±0.25%

OPERATING DATA

POWER RATINGS

		Standby
Single-Phase 120/240 VAC @1.0pf	50 kW	Amps: 208
Three-Phase 120/208 VAC @0.8pf	50 kW	Amps: 173
Three-Phase 120/240 VAC @0.8pf	50 kW	Amps: 150
Three-Phase 277/480 VAC @0.8pf	50 kW	Amps: 75
Three-Phase 346/600 VAC @0.8pf	50 kW	Amps: 60

STARTING CAPABILITIES (sKVA)

		sKVA vs. Voltage Dip											
		480 VAC						208/240 VAC					
Alternator	kW	10%	15%	20%	25%	30%	35%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
Standard	50	34	52	69	86	103	120	26	39	52	65	77	90
Upsize 1	60	42	63	83	104	125	146	32	47	62	78	94	110

FUEL CONSUMPTION RATES*

		Diesel - gph (lph)	
Fuel Pump Lift - ft (m)	Percent Load	gph (lph)	
3 (1)	25%	1.3 (4.92)	
	50%	2.3 (8.71)	
Total Fuel Pump Flow (Combustion + Return)	75%	3.3 (12.50)	
5.5 gph	100%	4.3 (16.36)	

* Fuel supply installation must accommodate fuel consumption rates at 100% load.

COOLING

		Standby
Coolant Flow per Minute	gpm (lpm)	12.2 (46)
Coolant System Capacity	gal (L)	2.5 (9.5)
Heat Rejection to Coolant	BTU/hr	135,900
Inlet Air	cfm (m3/hr)	7500 (212)
Max. Operating Radiator Air Temp	F° (C°)	122 (50)
Max. Ambient Temperature (before derate)	F° (C°)	104 (40)
Maximum Radiator Backpressure	in H ₂ O	0.5

COMBUSTION AIR REQUIREMENTS

	Standby
Flow at Rated Power cfm (m3/min)	166 (4.7)

ENGINE

		Standby
Rated Engine Speed	rpm	1800
Horsepower at Rated kW**	hp	86
Piston Speed	ft/min (m/min)	1335
BMEP	psi	169

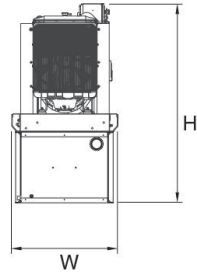
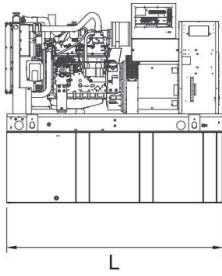
EXHAUST

		Standby
Exhaust Flow (Rated Output)	cfm (m ³ /min)	448 (12.7)
Max. Backpressure (Post Silencer)	inHg (Kpa)	1.5 (5.1)
Exhaust Temp (Rated Output)	°F (°C)	1044 (562)
Exhaust Outlet Size (Open Set)	mm (in)	63.5 (2.5)

** Refer to "Emissions Data Sheet" for maximum bHP for EPA and SCAQMD permitting purposes.

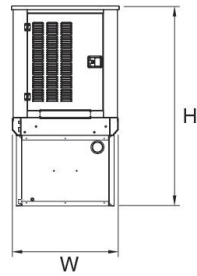
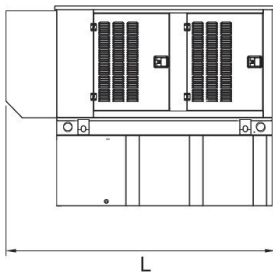
Deration – Operational characteristics consider maximum ambient conditions. Derate factors may apply under atypical site conditions. Please consult a Generac Power Systems Industrial Dealer for additional details. All performance ratings in accordance with ISO3046, BS5514, ISO8528 and DIN6271 standards.

DIMENSIONS AND WEIGHTS*



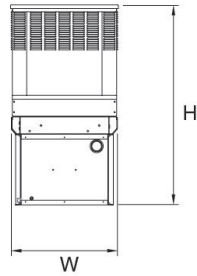
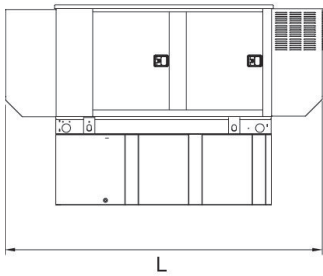
OPEN SET

RUN TIME HOURS	USABLE CAPACITY GAL (L)	L x W x H in (mm)	WT lbs (kg) - Tank & Open Set	
			Steel	Aluminum
NO TANK	-	76 (1930.4) x 38 (914.4) x 45 (1143)		1756 (796)
13	54 (204.4)	76 (1930.4) x 38 (914.4) x 58 (1473.2)		2236 (1014)
31	132 (499.7)	76 (1930.4) x 38 (914.4) x 70 (1778)		2466 (1119)
49	211 (798.7)	76 (1930.4) x 38 (914.4) x 82 (2082.8)		2675 (1213)
70	300 (1135.6)	93 (2362.2) x 38 (914.4) x 86 (2184.4)		2738 (1242)



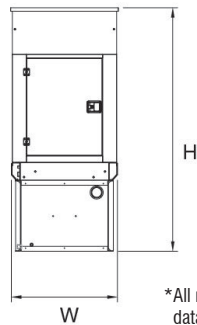
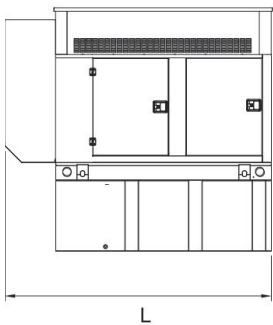
STANDARD ENCLOSURE

RUN TIME HOURS	USABLE CAPACITY GAL (L)	L x W x H in (mm)	WT lbs (kg) - Enclosure Only	
			Steel	Aluminum
NO TANK	-	95 (2413) x 38 (965.2) x 50 (1270)		
13	54 (204.4)	95 (2413) x 38 (965.2) x 63 (1600.2)	334 (152)	115 (52)
31	132 (499.7)	95 (2413) x 38 (965.2) x 75 (1905)		
49	211 (798.7)	95 (2413) x 38 (965.2) x 87 (2209.8)		
70	300 (1135.6)	95 (2413) x 38 (965.2) x 91 (2311.4)		



LEVEL 1 ACOUSTIC ENCLOSURE

RUN TIME HOURS	USABLE CAPACITY GAL (L)	L x W x H in (mm)	WT lbs (kg) - Enclosure Only	
			Steel	Aluminum
NO TANK	-	113 (2870.2) x 38 (965.2) x 50 (1270)		
13	54 (204.4)	113 (2870.2) x 38 (965.2) x 63 (1600.2)	435 (198)	150 (68)
31	132 (499.7)	113 (2870.2) x 38 (965.2) x 75 (1905)		
49	211 (798.7)	113 (2870.2) x 38 (965.2) x 87 (2209.8)		
70	300 (1135.6)	113 (2870.2) x 38 (965.2) x 91 (2311.4)		



LEVEL 2 ACOUSTIC ENCLOSURE

RUN TIME HOURS	USABLE CAPACITY GAL (L)	L x W x H in (mm)	WT lbs (kg) - Enclosure Only	
			Steel	Aluminum
NO TANK	-	95 (2413) x 38 (965.2) x 62 (1574.8)		
13	54 (204.4)	95 (2413) x 38 (965.2) x 75 (1905)	520 (236)	179 (81)
31	132 (499.7)	95 (2413) x 38 (965.2) x 87 (2209.8)		
49	211 (798.7)	95 (2413) x 38 (965.2) x 99 (2514.6)		
70	300 (1135.6)	95 (2413) x 38 (965.2) x 103 (2616.2)		

*All measurements are approximate and for estimation purposes only. Sound dBA can be found on the sound data sheet. Enclosure Only weight is added to Tank & Open Set weight to determine total weight.

YOUR FACTORY RECOGNIZED GENERAC INDUSTRIAL DEALER

Specification characteristics may change without notice. Dimensions and weights are for preliminary purposes only. Please consult a Generac Power Systems Industrial Dealer for detailed installation drawings.

BIODATA PENULIS



Andhy Wijaya, dilahirkan di Malang pada tanggal 13 Juli 1995. Merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Penulis merupakan alumni dari SD Negeri Sukoharjo 1 Malang, SMP Negeri 9 Malang, dan SMA Negeri 6 Malang. Penulis melanjutkan studi Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 2013. Selama perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan akademik dan non akademik. Kegiatan akademik penulis yaitu sebagai grader praktikum *motor single phase dan automatic change over switch* dalam mata kuliah listrik perkapalan di *Marine Electrical and Automation System Laboratory*. Sedangkan kegiatan non-akademik penulis yaitu organisasi HIMASISKAL FTK-ITS bidang METIC pada tahun kedua sampai tahun keempat sebagai ketua *RC Fuel Engine*, selain itu menjadi koordinasi laboratorium *Marine Electrical and Automation System Laboratory* pada tahun keempat. Pengalaman kerja penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero) dan PT. Banter Prima Sentosa.

Andhy Wijaya
Marine Engineering Department
Andhywijaya1@gmail.com