



TUGAS AKHIR - ME141501

ANALISA PERBANDINGAN DIESEL ELECTRIC PROPULSION & DIESEL MECHANICAL PROPULSION SYSTEM PADA KAPAL FERRY DITINJAU DARI BIAYA OPERASIONAL

**FAUZI AGUSTIAN
NRP 4211 100 093**

**Dosen Pembimbing 1:
Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fatallah, M.Eng, Ph.D.**

**Dosen Pembimbing 2:
Semin, ST. MT, Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN INSTITUT
TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS - ME141501

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIESEL ELECTRIC PROPULSION AND DIESEL MECHANICAL PROPULSION SYSTEM ON A FERRY BOAT IN TERMS OF OPERATIONAL COSTS

**FAUZI AGUSTIAN
NRP 4211 100 093**

**SUPERVISOR 1:
Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fatallah, M.Eng, Ph.D.**

**SUPERVISOR 2:
Semin, ST. MT, Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN INSTITUT
TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

Analisa perbandingan Diesel Electric Propulsion (DEP) & Diesel Mechanical Propulsion (DMP) system pada kapal ferry ditinjau dari biaya operasional

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada bidang studi Marine Power Plant (MPP)

program study S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FAUZI AGUSTIAN
NRP : 4211 100 093

Disetujui oleh pembimbing skripsi :

1. Ir. Aguk Zuhdi M.F, M.Eng, Ph.D.



2. Semin, ST. MT, Ph.D



Surabaya
Juli 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

Analisa perbandingan Diesel Electric Propulsion (DEP) & Diesel Mechanical Propulsion (DMP) system pada kapal ferry ditinjau dari biaya operasional

SKRIPSI

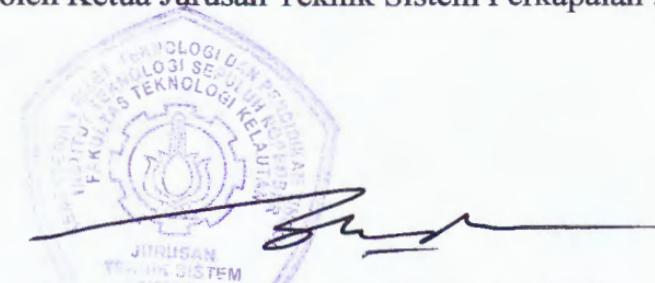
Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada bidang studi Marine Power Plant (MPP)

program study S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FAUZI AGUSTIAN
NRP : 4211 100 093

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST. MT.
NIP 1977 0802 2008 01 1007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Analisa perbandingan Diesel Electric Propulsion (DEP) & Diesel Mechanical Propulsion (DMP) system pada kapal ferry ditinjau dari biaya operasional

Nama Mahasiswa

: Fauzi Agustian

NRP

: 4211 100 093

Jurusan

: Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS

Dosen Pembimbing

: 1. Ir. Aguk Zuhdi M.F, M.Eng, Ph.D.

: 2. Semin, ST. MT, Ph.D

Abstrak

Indonesia merupakan Negara dengan luas lautan yang cukup besar dan dikelilingi oleh beberapa pulau-pulau besar dan pulau-pulau kecil. Maka dari itu diperlukan sarana transportasi khususnya transportasi laut. Pada skripsi ini kapal yang dianalisa merupakan kapal ferry penumpang dengan pelayaran Surabaya-Madura. Kapal ferry tersebut memiliki beberapa moda operasi diantaranya full mode, Idle Mode dan Continous Mode. Kapal yang digunakan dalam penggerjaan tugas akhir ini adalah kapal ferry penumpang Jokotole yang menggunakan sistem diesel konvensional. Dalam tugas akhir ini penulis menganalisa Komponen-komponen apa saja yang di maintenance, perbandingan konsumsi bahan bakar tiap mode dan biaya operasional pada Diesel Mechanical Propulsion dan Diesel Electrical Propulsion. Pada tugas akhir ini dilakukan tahap pengumpulan data, perumusan masalah, tahap perhitungan biaya operasional kemudian tahap perbandingan biaya. Dari hasil analisa dalam skripsi ini menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar untuk Diesel Electric Propulsion lebih hemat dibandingkan Diesel Mechanical Propulsion yaitu sebesar

158.400 liter per tahun. Untuk perbedaan biaya bahan bakar Diesel Electric Propulsion lebih hemat dibandingkan Diesel Mechanical Propulsion yaitu sebesar Rp. 522,699,800 pertahun. Untuk total perbedaan biaya operasional yang meliputi biaya maintenance dan bahan bakar dari system Diesel Electrical Propulsion dan Diesel Mechanical Propulsion dalam rentang waktu 5 tahun yaitu sebesar Rp. 4,551,695,688. Penggunaan system Diesel Electrical Propulsion lebih menguntungkan dibandingkan dengan Diesel Mechanical propulsion. Dikarenakan mesin yang dipakai Diesel Mechanical adalah mesin lama.

Kata kunci : Diesel Electric Propulsion, ferry, operational cost, maintenance

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Comparative Analysis of Diesel Electric Propulsion (DEP) and Diesel Mechanical Propulsion (DMP) system on a ferry boat in terms of operational costs

Nama Mahasiswa	: Fauzi Agustian
NRP	: 4211 100 093
Jurusan	: Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS
Dosen Pembimbing	: 1. Ir. Aguk Zuhdi M.F, M.Eng, Ph.D. : 2. Semin, ST. MT, Ph.D

Abstract

Indonesia is a country with vast seas were quite large and surrounded by some of the larger islands and islets. Thus the necessary means of transport, especially sea transport. In this thesis analyzed the ship that is a passenger ferry with cruise Surabaya-Madura. A ferry has several modes of operation including full mode, Idle Mode and Continuous Mode. Boats used in this final project is a passenger ferry Jokotole that uses a conventional diesel system. In this thesis the author analyzes the components of any kind are in maintenance, a comparison of fuel consumption and operating costs of each mode on Diesel Mechanical Propulsion and Electrical Propulsion Diesel. In this final project the data collection phase, the formulation of the problem, the operational cost calculation stage later stage cost comparison. From the analysis in this paper shows that the fuel consumption for Diesel Electric Propulsion more efficient than Diesel Mechanical Propulsion amounting to 158 400 liters per year. For the difference in cost of fuel Diesel Electric Propulsion more efficient than Diesel Mechanical Propulsion is Rp. 522,699,800 per year. For the total difference in operating costs which include the cost of maintenance and fuel system Electrical Propulsion Diesel and Diesel Mechanical Propulsion within a span of 5 years is Rp. 4,551,695,688. Use of Electrical Propulsion Diesel system is more profitable than Diesel Mechanical propulsion. Due to Mechanical Diesel engine used is the old machine

Keywords : Diesel Electric Propulsion, ferry, operational cost, maintenance

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
Abstrak	v
Abstract	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penulisan.....	3
1.4. Manfaat Tugas Akhir	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Diesel Mechanical Propulsion	5
2.2. Diesel Electric Propulsion	7
2.2.1. Komponen Diesel Electric Propulsion	10
2.3. Perhitungan	13
2.3.1. Perhitungan Endurance kapal	13
2.3.2. Perhitungan Analisa Ekonomi	14

BAB III	17
METODOLOGI.....	17
3.1. Perumusan Masalah	17
3.2. Pengumpulan Data.....	17
3.3. Tahap Perhitungan biaya operasional	17
3.4. Tahap Perbandingan Biaya	19
BAB IV	21
HASIL DAN DISKUSI	21
4.1. Pengumpulan Data Kapal	21
4.2. Pengumpulan data mesin kapal	21
4.3. Perhitungan Endurance Kapal	22
4.4. Perencanaan sistem DEP & DMP di kamar mesin....	24
4.5. <i>Maintenance</i> untuk komponen-komponen yang terlibat pada penggunaan system DMP & DEP	27
4.5.1.Maintenance pada Diesel Mechanic Propulsion system 27	
4.5.2.Maintenance pada Diesel Elecric Propulsion System	33
4.6. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar	36
4.7. Biaya Maintenance	39
4.7.1 Biaya Maintenance DMP	39
4.7.2 Biaya Maintenance DEP	40
4.8. Perhitungan Biaya Bahan Bakar.....	41
4.9. Analisa Perbandingan Komparasi Pengeluaran.....	42
4.10. Pembahasan	44

4.10.1. Komponen-komponen DMP & DEP	44
4.10.2. Operasional DMP & DEP	44
BAB V	47
KESIMPULAN	47
5.1. Kesimpulan	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor Diesel Konvensional.....	5
Gambar 2. 2 Sistem Diesel Electric Propulsion	8
Gambar 2. 3 Diagram Proses Losses DEP	9
Gambar 2. 4. Generator set caterpillar	10
Gambar 3. 1 Diagram Metode Penelitian.....	18
Gambar 4. 1 Rencana Umum Kapal ferry dengan system DMP	25
Gambar 4. 2 Rencana Umum Kapal Ferry dengan system DEP	26
Gambar 4. 3 Maintenance visual check MSB	35
Gambar 4. 4 Gambar Tabel Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar DMP & DEP	38
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar DMP & DEP.....	39
Gambar 4. 6 Grafik Total Biaya Maintenance DMP & DEP system.....	41
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Biaya Bahan Bakar	42
Gambar 4. 8 Grafik Total Biaya Operasional DMP & DEP	43

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Referensi jurnal	15
Tabel 4. 1 Data utama kapal.....	21
Tabel 4. 2 Data mesin kapal	22
Tabel 4. 3 Data mesin bantu kapal	22
Tabel 4. 4 Data generator set kapal	22
Tabel 4. 5 Moda operasi dan waktu operasi per tahun.....	23
Tabel 4. 6 pelaksanaan <i>maintenance</i> periode 100 jam.....	27
Tabel 4. 7 pelaksanaan <i>maintenance</i> periode 1000 jam.....	27
Tabel 4. 8 pelaksanaan <i>maintenance</i> periode 2000 jam.....	28
Tabel 4. 9 pelaksanaan <i>maintenance</i> periode 4000 jam.....	30
Tabel 4. 10 pelaksanaan <i>maintenance</i> periode 8000 jam...	31
Tabel 4. 11 pelaksanaan <i>maintenance</i> periode 16000 jam.	32
Tabel 4. 12 Pelaksanaan maintenance C18	33
Tabel 4. 13 Konsumsi bahan bakar DMP	36
Tabel 4. 14 Konsumsi Bahan Bakar DEP	37
Tabel 4. 15 Biaya Maintenance DMP	40
Tabel 4. 16 Biaya Maintenance DEP	41
Tabel 4. 17 Biaya Bahan Bakar.....	42
Tabel 4. 18 Total Biaya Operasional DMP & DEP	43

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara dengan luas lautan yang cukup besar dan dikelilingi oleh beberapa pulau-pulau besar dan pulau-pulau kecil. Maka dari itu diperlukan sarana transportasi khususnya transportasi laut. Jenis transportasi laut ini dapat diandalkan sebagai sarana perhubungan antar pulau. Salah satu jenis sarana transportasi laut yang banyak terdapat di perairan nusantara adalah jenis kapal ferry (penyeberangan). Sarana ini juga berfungsi mengangkut jumlah penumpang yang cukup besar dan juga lebih ekonomis. Jenis kapal ferry sudah banyak yang beroperasi baik yang tipe kecil, sedang maupun yang besar.

Untuk menjalankan fungsinya dengan baik. Maka, kapal ferry harus dirancang cepat, nyaman, dan mempunyai stabilitas yang tinggi. Dan juga harus unggul dalam beberapa aspek dari segi operasional teknis dan ekonomis. Maka dari itu dibutuhkan penggerak kapal atau biasa yang disebut sebagai propulsi. Kapal ferry di Indonesia hampir semua memakai *Diesel Mechanical Propulsion* sebagai motor penggerak utama untuk sistem propulsinya.

Diesel engine merupakan motor penggerak utama yang langsung terhubung dengan system transmisi pada kapal, system transmisi langsung menghubungkan ke *shaft propeller*. Kecepatan pada *engine* dan kecepatan pada *propeller* secara langsung proporsional. Bahan bakar yang digunakan pada motor diesel juga sangat mempengaruhi intensitas dari gas buang yang dihasilkan pada umumnya bahan bakar yang digunakan pada motor diesel adalah HFO (*Heavy Fuel Oil*), atau MDO (*Marine Diesel Oil*) yang memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan

bahan bakar yang lainnya sehingga kualitas gas buang yang dihasilkan sangat buruk.

Dalam hal sistem penggerak, khususnya pada *electrical propulsion system*, dimana motor listrik digunakan sebagai sistem penggerak. Sistem propulsi dengan penggerak electric ini sangat cocok jika diperlukan sistem pengendalian yang mudah, tata letak yang bebas, dan ke-multigunaan perangkat generator penggerak utama. Sistem ini sangat cocok untuk kapal yang memerlukan tingkat kemampuan olah gerak yang tinggi, daya yang besar yang dapat dipakai untuk berbagai keperluan, dan kapal mempunyai penggerak lebih dari satu, arah putarannya tidak dapat dibalik, dan putaran tinggi. Hal ini telah menjadi bagian yang penting dalam bidang industri dan perkapalan, khususnya pada *ship electrical propulsion system*, dimana motor listrik sebagai penggerak propeller sangat diperlukan untuk mengatur kecepatan propeller. Hal ini sangat diperlukan untuk mengatur kecepatan gerak dan *maneuvering* sebuah kapal.

Diesel elektrik propulsi adalah Motor listrik DC yang digunakan sebagai tenaga penggerak utama, biasanya digunakan pada kapal-kapal dengan kemampuan manuver yang tinggi, kapal khusus, kapal dengan daya tampung muatan yang besar, dan kapal yang menggunakan penggerak mula *non-reversible*. Pada *system diesel electric propulsion, main propulsion engine* di ganti dengan *diesel generator*, kelistrikan yang dihasilkan oleh diesel generator langsung ditransmisikan melalui *switch board*. *Switch board* digunakan untuk sebagai power yang di sambungkan langsung ke *shaft propeller*. Generator akan memberikan daya listrik yang di distribusikan ke jaringan utama, kemudian dari jaringan utama di distribusikan ke beberapa motor propulsi atau ke beberapa assesoris yang ada di kapal.

Pada saat ini owner kapal enggan memakai *Diesel Electric Propulsion* karena mahalnya biaya dibandingkan memakai Diesel

Konvensional biasanya. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui biaya pemakaian operasional *Diesel Electric Propulsion* yang diaplikasikan pada kapal ferry *passenger*

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan komponen-komponen yang terlibat pada penggunaan *Diesel Electric Propulsion* dan *Diesel Mechanical Propulsion* pada kapal ferry penumpang?
2. Bagaimana menghitung biaya operasional antara penggunaan *Diesel Electric Propulsion* dengan *Diesel Mechanic Propulsion* pada kapal ferry penumpang ?

1.3. Tujuan Penulisan

1. Mempelajari perbandingan komponen-komponen yang terlibat pada penggunaan *Diesel Electric Propulsion* dan *Diesel Mechanical Propulsion* pada kapal ferry penumpang?
2. Mempelajari estimasi biaya operasional antara penggunaan *Diesel Electric Propulsion* dengan Diesel Mechanical Propulsion pada kapal ferry penumpang

1.4. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

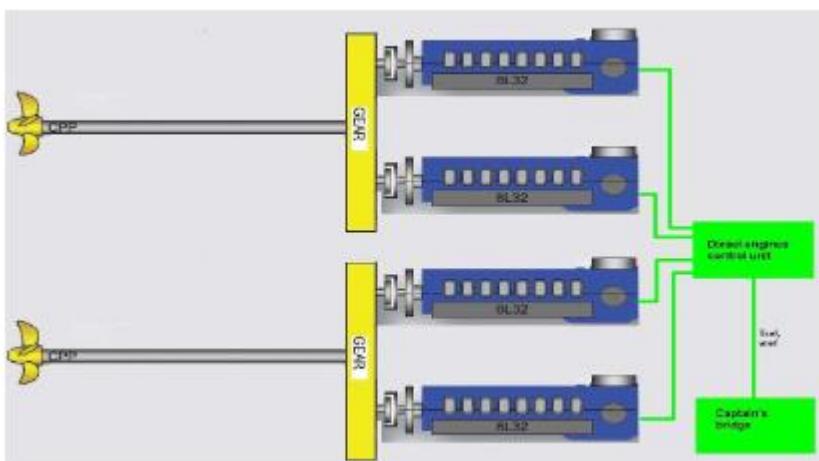
1. Mengetahui perbandingan komponen-komponen yang terlibat pada penggunaan *Diesel Electric Propulsion* dengan *Diesel Mechanical Propulsion* pada kapal ferry penumpang
2. Mengetahui estimasi biaya operasional antara penggunaan *Diesel Mechanical Propulsion* dengan *Diesel Electric Propulsion* pada kapal ferry penumpang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Diesel Mechanical Propulsion

Motor diesel adalah jenis motor pembakaran dalam (*Internal Combustion engine*) dimana sistem penyalaan bahan bakarnya dengan cara menyemprotkan bahan bakar dengan pompa bertekanan kedalam silinder yang berisi udara terkompresi. Dengan tekanan dan temperature udara didalam silinder yang tinggi dimana melebihi temperature nyala bahan bakar maka bahan bakar akan terbakar bersamaan dengan udara bertekanan kemudian akan menghasilkan kerja. (*Wijayanto, 2011*)



Gambar 2. 1 Motor Diesel Konvensional
(www.marineinsight.com)

Konsumsi bahan bakar merupakan jumlah bahan bakar yang digunakan per satuan waktu. Konsumsi bahan bakar secara spesifik didasarkan pada torsi motor bakar yang berbanding dengan aliran massa bahan bakar yang ditransfer ke motor bakar. Dari tiap beban daya yang dikeluarkan oleh motor bakar, terdapat perbedaan mengenai konsumsi bahan bakar. Pada titik daya tertentu konsumsi bahan bakar berada pada titik terendah pada grafik *specific fuel oil consumption* (SFOC). Biasanya satuan yang digunakan gram/bkWh atau gram/kWh. Nilai satuan tersebut umumnya diambil dari pengukuran test-bed, dengan menggunakan bahan bakar yang telah disuling, dan dalam kondisi yang terkendali dengan pengawasan standar pengujian. Ketika menafsirkan secara signifikan dan kutipan nilai SFC, faktor angka harus dipertimbangkan. (*Wijayanto, 2011*).

2.1.1. Komponen Diesel Mechanical Propulsion

a. Main Engine

Main engine adalah suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal. (*Tarun, 2007*)

b. Sistem Penggerak

- Poros Thrust atau Poros Dorong

Sebuah mesin kapal harus diperlengkapi dengan poros trust (poros dorong) dan bantalan-bantalan untuk menopang dorongan yang dihasilkan kapal selama gerakan maju dan mundur.

- Poros Penghubung

Poros penghubung ini terletak diantara poros dorong (trust shaf) dan poros propeller. Pada beberapa kapal poros ini ditiadakan, dan juga dikapal-kapal dimana mesin itu merupakan bagian penggerak, yaitu dengan menyambung poros propeller.

- Poros Propeller

Poros propeller adalah poros yang menghubungkan poros penghubung dengan dengan propeller.

c. Propeller

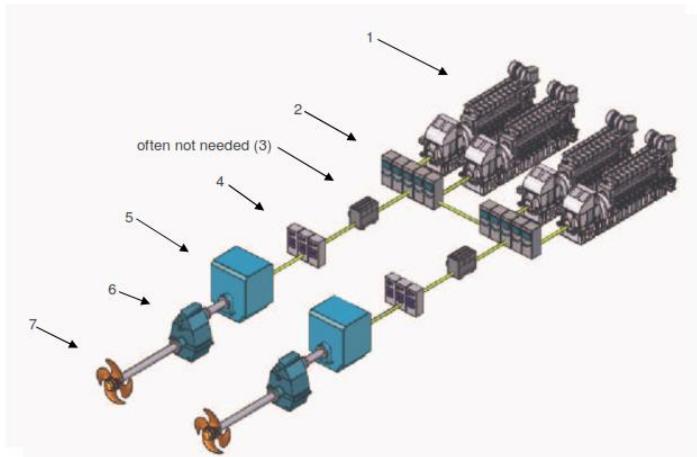
Propeller adalah suatu baling-baling yang terhubung dengan shaft dan diesel engine yang menghasilkan daya dorong terhadap kapal.

2.2. Diesel Electric Propulsion

Pada kapal yang menggunakan system *Diesel-electric propulsion*, tenaga bantu dan pelayanan kapal adalah secara elektris, karenanya jika sistem propulsi utama juga menggunakan sistem elektris maka semua kebutuhan tenaga di kapal tersebut akan dapat dihasilkan oleh mesin yang sama. Dengan menggunakan beberapa buah Genset maka memungkinkan untuk menyediakan tenaga listrik secara kontinyu dan teratur. Hal ini juga didukung dengan penggunaan sistem kontrol produksi listrik untuk mengoptimisasi output dari masing masing generator listrik (*Suyadi,2012*).

Pada setiap kapal yang menggunakan system propulsi *Diesel Electric Propulsion*, effisiensinya lebih rendah dibandingkan dengan kapal yang menggunakan system propulsi konvensional. Effisiensi dari system DEP (*Diesel Electrical*

Propulsion) hanya berkisar 85 – 89 %, rendahnya effisiensi karena banyak kehilangan daya (losses) pada system transmisi akibat dari banyaknya tahapan untuk system transmisi dari main power ke propulsor pada system DEP (*Rifai,2014*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

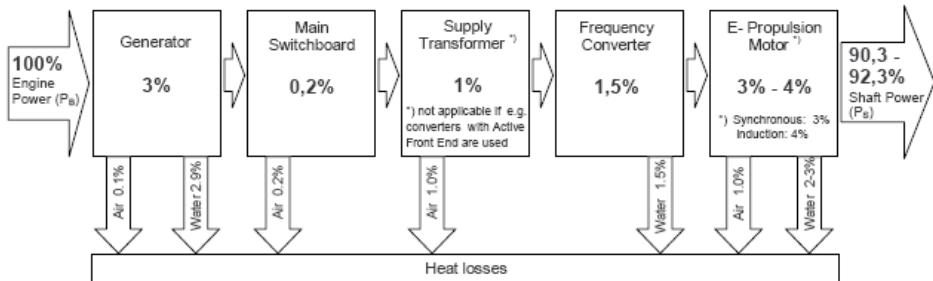


Gambar 2. 2 Sistem Diesel Electric Propulsion
(Sumber : marine.man.eu)

Dari gambar 2.3 dapat dilihat bahwa banyak sekali tahapan yang diperlukan untuk mentransmisikan daya dari *main power* ke *propeller*. Oleh karena itu banyak lossis daya yang hilang dan menyebabkan efisiensi turun. Berikut ini adalah effiesiensi dari tahapan – tahapan system *Diesel Electric Propulsion* (*MAN BW*) :

- Effisiensi Generator	0.974%
- Efisiensi Transformator	0.985%
- Effisiensi MSB	0.999%
- Effisiensi Converter	0.986%
- Effisiensi Motor	0.98%

Dapat dilihat pada gambar 2.4 merupakan diagram proses mengenai losses yang terjadi pada system *Diesel Electric Power* berdasarkan MAN BW yang ditunjukkan oleh



Gambar 2. 3 Diagram Proses Losses DEP
(Sumber : marine.man.eu)

Meskipun efisiensi dari system propulsi DEP dinilai lebih rendah dibandingkan dengan DMP (*Diesel Mechanical Conventional*), namun terdapat beberapa keunggulan yang dimiliki oleh DEP (*Diesel Electric Propulsion*) yaitu (MAN BW) :

1. Kemudahan dan kesesuaian dalam pengaturan putaran beserta arahnya pada propeller yang digunakan.
2. Fleksibel dalam instalasi perancangan kamar mesin, sehingga dapat menghemat ruang kamar mesin.
3. Getaran dan polusi lebih rendah
4. Lebih hemat bahan bakar karena adanya variasi penggunaan generator set sesuai dengan misi operasional kapal.

2.2.1. Komponen Diesel Electric Propulsion

a. Generator Set

Generator set adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator atau alternator. Engine sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit listrik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik. Adapun contoh gambar generator adalah sebagai berikut (Suyadi,2011) :



Gambar 2. 4. Generator set caterpillar

(Sumber : www.marinecat.com)

Engine dapat berupa perangkat mesin diesel berbahan bakar solar atau mesin berbahan bakar bensin, sedangkan generator atau alternator merupakan kumparan atau gulungan tembaga yang terdiri dari stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar).

Untuk menentukan Generator Set yang sesuai dengan kriteria yang di inginkan, maka harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Pengoperasian beban minimum generator set yaitu 30%, kemudian beban ideal yaitu kisaran 70% - 100%, dan jika terjadi overload maksimal 10% dengan 1 jam operasi dan 12 jam istirahat.
2. Data beban yang akan digunakan harus sesuai dengan perhitungan desainer kemudian pilih generator yang sesuai.
3. Pemilihan generator juga harus sesuai dengan rute pelayaran kapal, karena rute pelayaran berpengaruh pada temperature sehingga berpengaruh besar pada sistem pendingin dari generator set.

Berikut ini adalah tipe rating *marine genset* yang dimiliki oleh Caterpillar dan sudah memenuhi aturan ISO 8528 – 1 yang menyangkut tentang aturan *Rating* dan *load factor* generator set (Caterpillar) :

a. Continous Genset

Continous Generator set merupakan genset yang digunakan secara terus menerus (24 jam) dengan load atau beban yang tetap selama operasi. Rata – rata beban yang digunakan pada genset jenis ini yaitu sebesar 30% - 100% dengan batas overload kurang dari 3%. Genset continuous diharapkan tidak overload karena akan mengurangi life time dan performa genset. Genset jenis ini biasanya digunakan untuk pembangkit Listrik, karena pada pembangkit listrik membutuhkan suplay daya yang tetap untuk setiap waktunya

b. Prime Genset

Prime Genset merupakan jenis yang paling banyak diminati oleh user, karena genset jenis ini cocok digunakan untuk industri, selain itu di dunia marine, banyak kapal yang juga menggunakan jenis genset ini. Genset prime dapat digunakan selama 24 jam dengan rata – rata beban 70%, namun masih diperbolehkan overload sebesar 10% dengan catatan ketika genset overload batas maksimum pemakaian adalah satu jam dan kemudian harus

dimatikan selama 12 jam setelah operasi overload. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga performa engine generator tetap stabil.

c. Standby Genset

Genset standby merupakan genset yang digunakan untuk kondisi darurat (back up dari main engine), sehingga pemakaian genset ini berbeda dengan jenis genset yang lain yaitu dibatasi running selama 500 jam/tahun dengan beban bervariasi dengan rata – rata beban 70% dan tidak diperbolehkan overload. Biasanya genset jenis ini banyak digunakan untuk dunia industri dan sedikit digunakan di kapal.

d. MSB

MSB (*Main switchboard*) adalah papan control yang digunakan untuk menyalurkan daya dari sumber utama penghasil listrik ke perangkat – perangkat kapal yang membutuhkan energy listrik untuk menjalankan fungsinya.

e. Inverter / converter

Converter dalam sistem *Diesel Electric Propulsion* merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mengkonversikan daya listrik dari transformator ke motor drive,

Converter terbagi menjadi 5 jenis, yaitu :

- Converter AC – DC (Rectifier)
- Converter AC – AC (Cycloconverter)
- Converter DC – DC (DC Chopper)
- Converter DC – AC (Inverter)
- Penyearah : rangkaian penyearah diode mengubah tegangan AC ke tegangan DC tetap. Tegangan masukan ke penyearah dapat bersifat satu fasa ataupun tiga fasa.

f. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energy listrik menjadi energy mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energy mekanik menjadi energy listrik disebut generator.

g. Shaft Propeller

Shaft propeller berfungsi untuk menghubungkan atau mentransmisikan daya yang dihasilkan oleh mesin ke propeller, selain itu shaft propeller berfungsi memindahkan atau meneruskan tenaga dari transmisi ke differential.

h. Propeller

Propeller adalah alat yang berfungsi menyalurkan daya dari main engine yang berfungsi sebagai daya dorong kapal.

2.3. Perhitungan

2.3.1. Perhitungan Endurance kapal

Pada jam kerja kapal Ferry untuk pelayaran Surabaya – Madura ini tiap tahun adalah sekitar 5000 jam. Dan kapal Ferry juga mempunyai beberapa mode operasi yang masing masingnya mempunyai waktu jalannya mode operasi yang berbeda-beda lamanya. Misalnya: (*Wilujeng, 2015*)

- Idle mode

Pada mode operasi idle kapal Ferry memakan waktu sekitar 40 menit untuk sekali perjalanan berangkat dan datang. Dan total untuk perjalanan berangkat dan datang dalam sehari adalah 400 menit, sehingga waktu operasi yang digunakan untuk idle mode ini dalam setahun adalah

$$\text{Waktu operasi} = \text{waktu yang digunakan} \times \text{waktu operasi 1 tahun}$$

$$\text{Idle Mode} = 400 \text{ menit} \times 330 = 2200 \text{ jam tiap tahunnya}$$

- Continous mode

Pada mode operasi continous kapal Ferry memakan waktu sekitar 50 menit untuk sekali perjalanan berangkat dan datang. Dan total untuk perjalanan berangkat dan datang dalam sehari adalah 500 menit, sehingga waktu operasi yang digunakan untuk continous mode ini dalam setahun adalah

Waktu operasi = waktu yang digunakan x waktu operasi 1 tahun
Continous mode = 500 menit x 330 = 2800 jam tiap tahunnya.

2.3.2. Perhitungan Analisa Ekonomi

Perhitungan analisa ekonomi yang digunakan adalah metode komparasi perbandingan yang merupakan tahap akhir setelah kapal ferry penumpang “Jokotole” yang dirancang sudah memakai *Diesel Electric Propulsion*, kemudian sudah dihitung estimasi biaya operasional kapal yang dibutuhkan beroperasi selama 5 tahun. Kemudian biaya tersebut dibandingkan dengan biaya operasional kapal awal selama 5 tahun beroperasi, kemudian dapat disimpulkan biaya yang paling murah dari kedua pemakaian sistem propulsi yang berbeda.

Tabel 2.1 adalah beberapa jurnal dan buku yang telah menganalisa system propulsi *Diesel Electric Power* (DEP) pada berbagai jenis kapal :

Tabel 2. 1 Referensi jurnal

No	Judul Jurnal	Pengarang	Deskripsi
1	Methodology of the hybrid propulsion system (DMP & DEP) for trimaran type fast patrol boat	Aulia W, Dedy Wahyudi	Tahapan Pemilihan system propulsi hybrid yaitu gabungan Mechanical Conventional Propulsion dan Ekelectric Propulsion.
2	Diesel electric propulsion sebagai alternative power plant pada kapal komersial	Suyadi	Analisa penggunaan system DEP pada kapal komersial
3	Marine electrical international & diesel electric propulsion	Alf Kåre Ådnanes	Membahas tentang pemilihan system converter pada system Diesel Electric Propulsion.
4	Diesel electric driver versus mechanical conventional driver	MAN BW	Menjelaskan mengenai tahapan serta penjelasan dalam melakukan perhitungan atau pemilihan system DEP.
5	Extending the Energy Efficiency Design Index to Handle Non-Transport Ves-sels	Henrique M. Gaspar, Stein Ove Erikstad,	Menjelaskan mengenai langkah atau proses dalam menganalisa system DEP, dan menghitung energy effisiensi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

3.1. Perumusan Masalah

Pada tahap dilakukan perumusan masalah terhadap masalah yang ada dan kemudian telah dilaksanakan suatu analisa terhadap masalah tersebut. Pada Tugas Akhir ini permasalahan yang telah dianalisa mengenai perbandingan *Diesel Mechanical Propulsion & Diesel Electrical Propulsion* pada kapal ferry ditinjau dari operasional. Gambar 3.1 merupakan diagram akhir metodologi penelitian

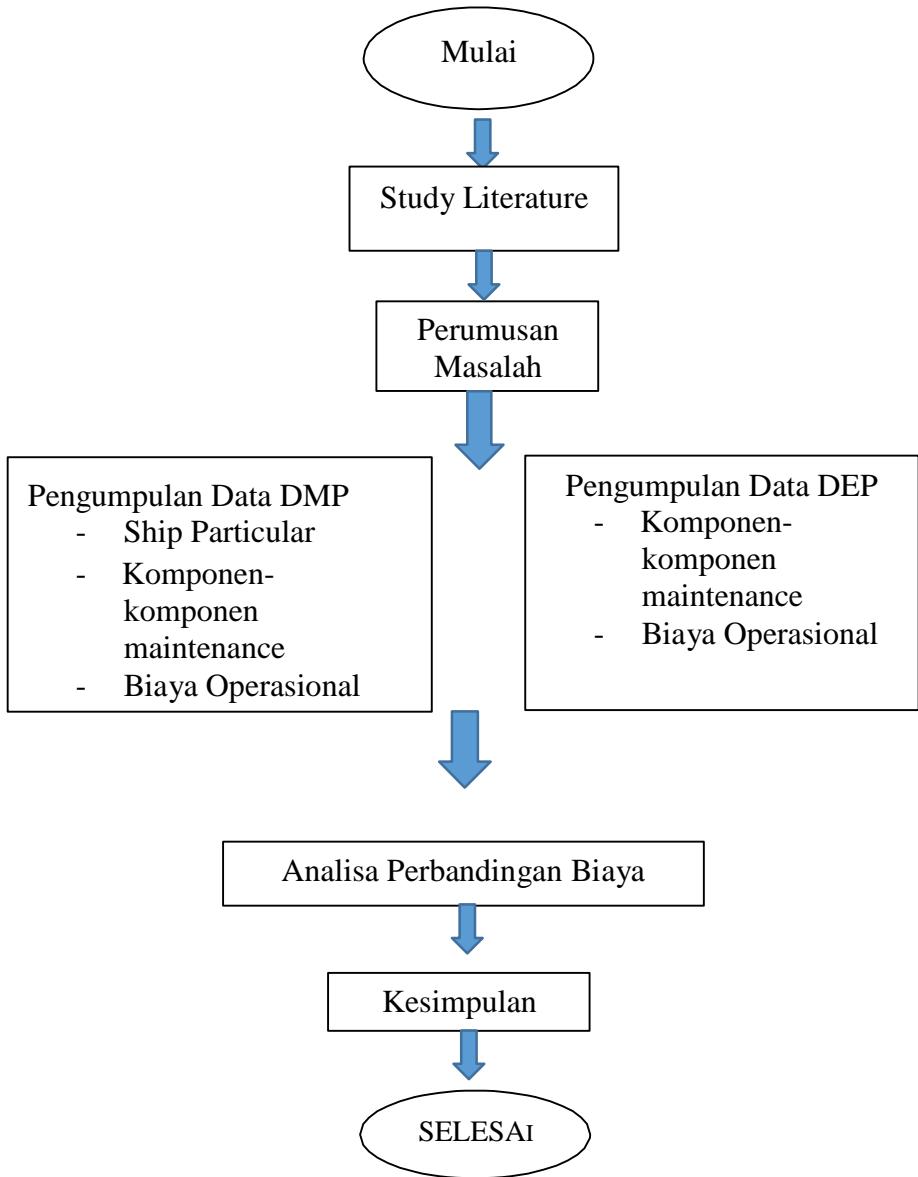
3.2. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data ini merupakan tahap awal dimana data berawal dari kapal ferry passenger dengan menggunakan *Diesel Mechanical Propulsion* yang sudah ada, kemudian diubah dengan menggunakan *Diesel Electric Propulsion* yang menggunakan data kapal yang sama.

3.3. Tahap Perhitungan biaya operasional

Tahap Perhitungan ini dibagi menjadi 2, yaitu :

- Perhitungan biaya maintenance secara rinci mulai dari maintenance awal sampai dengan general overhaul engine untuk DMP & DEP system
- Tahap perhitungan analisis pendekatan biaya operasional yang diestimasikan kapal beroperasi.



Gambar 3. 1 Diagram Metode Penelitian

3.4. Tahap Perbandingan Biaya

Tahap ini merupakan tahap akhir setelah kapal ferry passenger yang dirancang sudah memakai *Diesel Electric Propulsion*, kemudian sudah dihitung perkiraan biaya maintenance saat kapal beroperasi. Lalu biaya tersebut dibandingkan dengan biaya operasional kapal awal saat menggunakan *Diesel Mechanical Propulsion*. Setelah itu perkiraan biaya maintenance tersebut di bandingkan secara detail, kemudian dapat disimpulkan biaya yang paling murah dari kedua pemakaian sistem propulsi yang berbeda.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN DISKUSI

4.1. Pengumpulan Data Kapal

Berikut ini adalah data utama kapal ferry yang digunakan sebagai kapal pembanding yang nantinya digunakan sebagai kapal ferry penumpang dengan *system Diesel Electric Propulsion*. Data kapal yang dipakai dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data utama kapal

Data Utama Kapal		
Lwl	31.15	m
LPP	28.94	m
Breadth Molded	9	m
Depht Molded	2.4	m
Speed	7	knots
T	1.3	m
GT	192	GRT

4.2. Pengumpulan data mesin kapal

Data engine pada kapal ferry yang menggunakan *system Diesel Mechanical Propulsion*, dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3

Tabel 4. 2 Data mesin kapal

Data Main Engine Kapal		
Bkw	4 x 272	kw
Rpm	1800	
FOC	75	l/h
HFO	0.85	

Tabel 4. 3 Data mesin bantu kapal

Data Mesin Bantu Kapal		
Bkw	2 x 39	
Rpm	1500	
FOC	11	l/h

Untuk engine yang digunakan sebagai *Diesel Electric Propulsion system* pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Data generator set kapal

Data Generator Set Kapal		
Bkw	2 x 550	ekw
Rpm	1800	
FOC	144	l/h
HFO	0.85	

4.3. Perhitungan Endurance Kapal

Data *endurance* yang diperoleh dari kapal ferry penumpang pelayaran Surabaya-Madura sekitar 5000 jam per tahun. Dan kapal ferry untuk pelayaran tersebut mempunyai beberapa moda operasi yang masing-masingnya mempunyai waktu jalan operasi yang berbeda beda.

1. Idle mode

Pada mode operasi *idle* kapal Ferry memakan waktu sekitar 40 menit untuk sekali perjalanan berangkat dan datang. Dan total untuk perjalanan berangkat dan datang dalam sehari adalah 400 menit, sehingga waktu operasi yang digunakan untuk *idle mode* ini dalam setahun adalah

Waktu operasi = waktu yang digunakan x waktu operasi 1 tahun

$$\text{Idle Mode} = 400 \text{ menit} \times 330 = 2200 \text{ jam tiap tahunnya}$$

2. Continous mode

Pada mode operasi *continuous* kapal Ferry memakan waktu sekitar 50 menit untuk sekali perjalanan berangkat dan datang. Dan total untuk perjalanan berangkat dan datang dalam sehari adalah 500 menit, sehingga waktu operasi yang digunakan untuk *continuous mode* ini dalam setahun adalah

Waktu operasi = waktu yang digunakan x waktu operasi 1 tahun

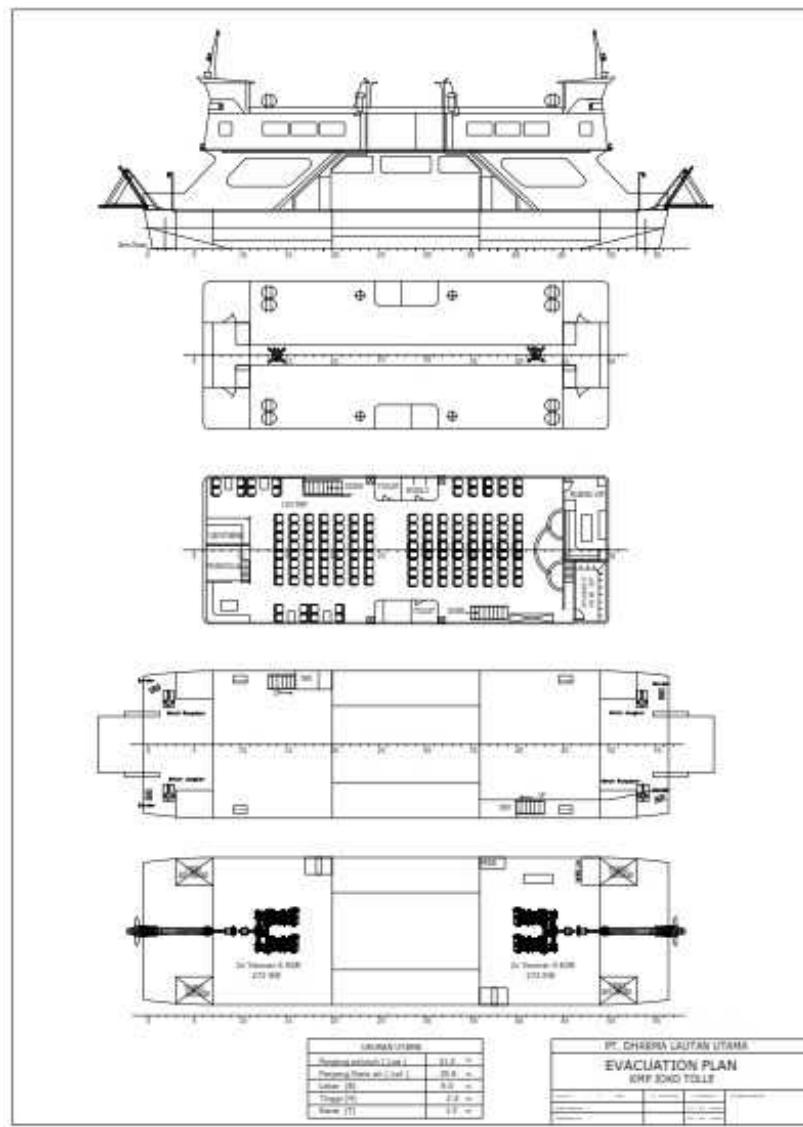
$$\text{Continous mode} = 500 \text{ menit} \times 330 = 2800 \text{ jam tiap tahunnya.}$$

Tabel 4. 5 Moda operasi dan waktu operasi per tahun

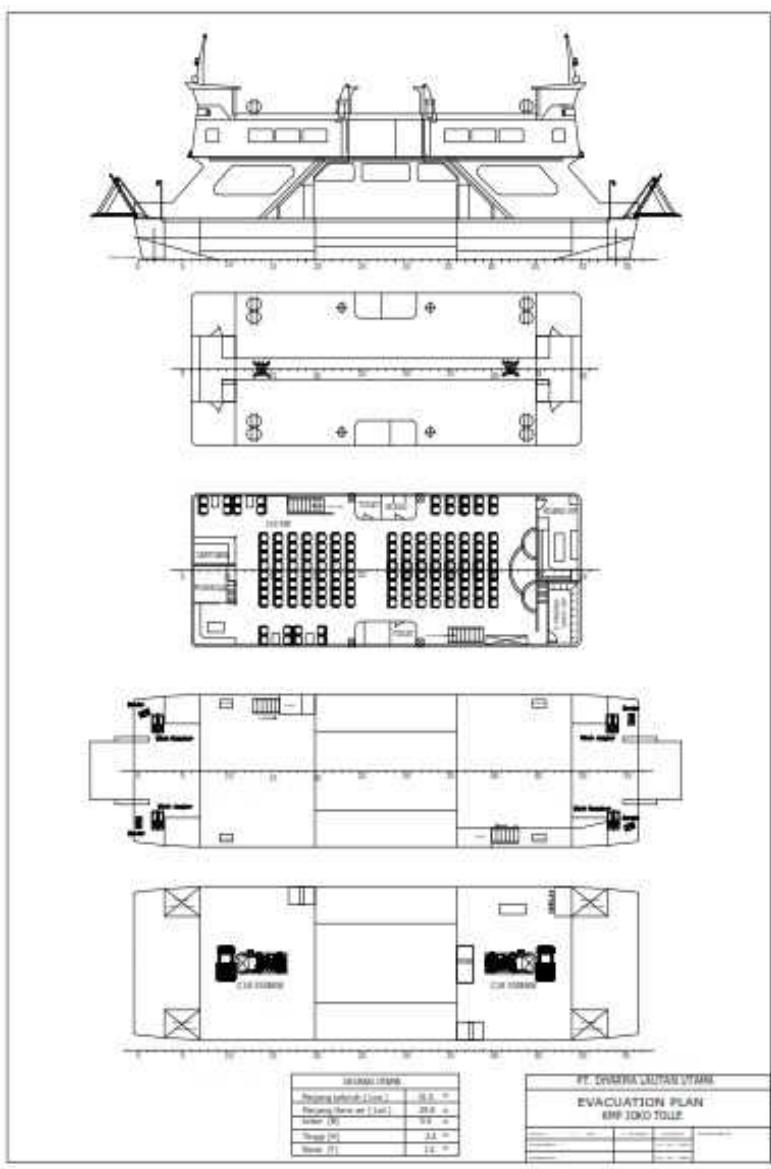
No.	Mode Operasional	Time	
1	Idle Mode	400 menit/hari	2200 h/y
2	Continous Mode	500 menit/hari	2800 h/y

4.4. Perencanaan sistem DEP & DMP di kamar mesin

Pada studi analisa ini penulis juga menyertakan rancangan sistem *Diesel Mechanical Propulsion* (DMP) dan *Diesel Electric Propulsion* (DEP) pada kamar mesin. Berikut ini adalah rancangan dari sistem DMP maupun DEP seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2. Dapat dilihat pada gambar 4.1 kapal ferry masih menggunakan system *Diesel Mechanic Propulsion* yang yang terdiri dari 4 buah *Main Engine* tipe Yanmar 6 KDE dan 2 buah *auxiliary engine* tipe Yanmar 4TNV 106T. Dapat dilihat pada gambar diatas kondisi ruangan kamar mesin terasa lebih penuh dan kurang ergonomis. Dan untuk gambar 4.2 kapal ferry sudah menggunakan system *Diesel Electric Propulsion* yang terdiri dari 2 buah *Generator set* tipe Caterpillar C18 dan juga 2 buah *auxiliary engine* tipe Yanmar 4TNV 106T.



Gambar 4. 1 Rencana Umum Kapal ferry dengan system DMP



Gambar 4. 2 Rencana Umum Kapal Ferry dengan system DEP

4.5. *Maintenance* untuk komponen-komponen yang terlibat pada penggunaan system DMP & DEP

4.5.1. Maintenance pada Diesel Mechanic Propulsion system

Penulis memfokuskan komponen-komponen yang di *maintenance* pada system DMP ini adalah *Main engine* dan *Auxilliary engine*. *Maintenance Main engine* dan *auxiliary engine* di kapal ferry penumpang “Jokotole” dibuat sama dikarenakan kebijakan perusahaan. Untuk rincian dapat dilihat pada tabel 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, dan 4.11.

Tabel 4. 6 pelaksanaan *maintenance* periode 100 jam

Sub sistem	Object
Mesin pokok	Fungsi dari pelumasan di rocker arm
	Kebocoran kompresi exhaust & intake valve
	cuci filter kasa turbo charger
Mesin bantu	Fungsi dari pelumasan di rocker arm
	kebocoran kompresi exhaust & intake valve
	cuci filter kasa turbo charger

Pada tabel 4.6 langkah *maintenance* selanjutnya yang diterapkan adalah Pemeriksaan visual dan Penggantian komponen.

Tabel 4. 7 pelaksanaan *maintenance* periode 1000 jam

Sub sistem	Object
Mesin pokok	cek kondisi aksesoris di cylinder head
	cek kondisi kerja governor pada katup buang dan hisap
Mesin bantu	cek kondisi kerja governor
	cek kondisi kerja governor pada katup buang dan hisap

Pada tabel 4.7 langkah *maintenance* selanjutnya adalah pemeriksaan visual dan perawatan

Tabel 4. 8 pelaksanaan *maintenance* periode 2000 jam

Sub sistem	Object
Mesin pokok	Cek kondisi metal duduk dan metal jalan
	cek kondisi baut, mur, dan split pennya serta kondisi crank shaft
	kondisi pipa pelumas di rumah metal duduk
	cek kondisi dilihat dari dalam ruang carter untuk permukaan liner
	cek kondisi connecting rod
	cek kondisi permukaan camshaft dan rollernya
	cek kondisi permukaan kontak antara cam dan roller
	cek kondisi permukaan sisi kanan kiri dari roller
	cek dan overhaul exhaust valve
	cek clearance intake valve
	cek fuel injection valve
	cek starting valve
	cek starting air distributor
	bongkar pasang drain separator untuk starting air
	bersihkan daerah dalam pipa starting air
	cek dan keraskan baut pondasi mesin
	cek defleksi dari crank shaft
	cek dan keraskan baut pada turbo charger
	cek dan keraskan baut pada intercooler
	cek dan keraskan baut pada bracket dan pondasi turbocharger dan intercooler
	cek dan keraskan baut manifold
	cek dan keraskan baut dan klem pipa pipa
Mesin bantu	cek kondisi fuel injection pump, readjust injection timing
	cek kondisi dan repair delivery valve
	cek kondisi metal duduk dan metal jalan serta kondisi crank shaft
	cek kondisi baut, mur dan split pen
	cek kondisi pelumas dirumah metal duduk

	cek kondisi dilihat dari dalam ruang carter untuk permukaan liner
	cek kondisi connecting rod
	cek kondisi permukaan camshaft dan rollernya
	cek kondisi permukaan kontak antara cam dan roller
	cek kondisi permukaan sisi kanan kiri dari roller
	cek dan overhaul exhaust valve
	cek clearance intake valve
	cek fuel injection valve
	cek starting valve
	cek starting air distributor
	bongkar pasang drain separator untuk starting air
	bersihkan daerah dalam pipa starting air
	cek dan keraskan baut pondasi mesin
	cek defleksi dari crank shaft
	cek dan keraskan baut pada turbo charger
	cek dan keraskan baut pada intercooler

Pada tabel 4.8 langkah *maintenance* selanjutnya Pemeriksaan visual dan penggantian komponen

Tabel 4. 9 pelaksanaan *maintenance* periode 4000 jam

Sub sistem	Object
Mesin pokok	Top overhaul silinder head
	bongkar pasang dan bersihkan turbo charger bagian blower side
	cuci intercooler dan oil cooler
	cek kondisi gigi pada semua roda gigi termasuk pengukuran clearance
Mesin bantu	Top overhaul silinder head
	bongkar pasang dan bersihkan turbo
	cuci intercooler dan oil cooler
	cek kondisi gigi pada semua roda gigi termasuk pengukuran clearance

Pada tabel 4.9 langkah *maintenance* selanjutnya yang diterapkan adalah Pemeriksaan visual dan penggantian komponen.

Tabel 4. 10 pelaksanaan *maintenance* periode 8000 jam

Sub sistem	Object
Mesin pokok	top overhaul silinder head
	cek intake valve dan asesorisnya
	cek dan overhaul piston
	cek connecting rod, bushing pin piston, pin piston dan metal jalan
	cek dan overhaul metal duduk
	cek dan overhaul fuel injection pump
	cek dan ukur diameter liner
	overhaul turbo charger
	cuci intercooler
	cuci semua cooler (cooler air dan oli)
	cek kondisi sistem pipa pelumas
	cek kondisi governor
	cek dan overhaul bush dan shaft rocker arm
	cek dan overhaul cam shaft bearing dan camshaftnya
	cek dan overhaul roller guide, cases, dan pin nya
	cek dan overhaul thrust bearing dari crank shaft
	cek kondisi dari baut pengatur gap katup dengan rocker arm
	bongkar pasang dan perbaiki indikator cocks dan cylinder safety
	bongkar pasang dan ganti O ring dari safety valve ruang crank shaft
	cek kondisi dari pompa-pompa oli
	ganti pipa rubber pendingin cylinder head
Mesin bantu	top overhaul silinder head
	cek intake valve dan asesorisnya
	cek dan overhaul piston
	cek connecting rod, bushing pin piston, pin piston dan metal jalan
	cek dan overhaul metal duduk
	cek dan overhaul fuel injection pump

cek dan ukur diameter liner
overhaul turbo charger
cuci intercooler
cuci semua cooler (cooler air dan oli)
cek kondisi sistem pipa pelumas
cek kondisi governor
cek dan overhaul bush dan shaft rocker arm
cek dan overhaul cam shaft bearing dan camshaftnya
cek dan overhaul roller guide, cases, dan pin nya
cek dan overhaul thrust bearing dari crank shaft
cek kondisi dari baut pengatur gap katup dengan rocker arm
bongkar pasang dan perbaiki indikator cocks dan cylinder safety
bongkar pasang dan ganti O ring dari safety valve ruang crank shaft
cek kondisi dari pompa-pompa oli
ganti pipa rubber pendingin cylinder head

Pada Tabel 4.10 di atas langkah *maintenance* selanjutnya pengecekan visual dan pembersihan

Tabel 4. 11 pelaksanaan *maintenance* periode 16000 jam

Sub sistem	Object
Mesin utama	Over haul dan cek silinder liner
	cek kondisi silinder block, ruang crankshaft dan pondasi mesin
	cek kondisi crankshaft
	overhaul dan cek rodak gigi penggerak dari camshaft, governor
Mesin bantu	Over haul dan cek silinder liner
	cek kondisi silinder block, ruang crankshaft dan pondasi mesin
	cek kondisi crankshaft
	overhaul dan cek rodak gigi penggerak dari camshaft, governor

Pada tabel 4.11 langkah *maintenance* berikutnya adalah *general overhaul*. Ketentuan langkah-langkah *maintenance* tersebut sudah tertera pada manual book di kapal ferry “jokotole”.

4.5.2. Maintenance pada Diesel Elecric Propulsion System

Penulis memfokuskan Komponen-komponen yang terlibat pada *Maintenance Diesel Electric Propulsion* diantaranya adalah Generatos set yang telah dipilih yaitu CAT C18 dan MSB yang didapat dari perusahaan PT TTS. Untuk *Maintenance* dari C18 dibagi mulai tiap periode 250 jam hingga waktu untuk general overhaul yaitu 12000 jam. Ketentuan tersebut sudah disepakati oleh pihak dari *engine guide*. (Catterpillar). Tabel dibawah ini merupakan part-part yang di ganti saat proses *Maintenance* pada generator set C18 dilaksanakan.

Tabel 4. 12 Pelaksanaan maintenance C18

1	HP427	511	SOS - ENGINE PARTICLES
2	177-9343	000	CAP PROBE
3	HP428	511	SOS - COOLANT SAMPLE
4	1R-1808	000	FILTER-ENGINE OIL
5	1R-0749	000	FILTER-FUEL
6	133-5673	000	FILTER ELEMENT-WTR SEP & FUEL
7	3E9840	000	ENGINE OIL DEO (CH-4)
8	8T-4988	000	CLAMP-HOSE (INSPECT TURBO)
9	371-8955	000	HOSE (INSPECT TURBO)
10	255-6863	000	GASKET (INSPECT TURBO)
11	0S-1594	000	BOLT (INSPECT TURBO)
12	8M-9124	000	WASHER (INSPECT TURBO)
13	290-1935	000	FILTER ELEMENT AS-AIR (PRIMARY)
14	275-2276	000	FILTER ELEMENT-BREATHER

15	242-9537	000	SEAL-VALVE COVER
16	4N-0933	000	GASKET
17	6I-4953	000	REGULATOR-WATER TEMPERATURE (37-DEG C)
18	3S-9643	000	SEAL-LIP TYPE
19	6V-6707	000	SEAL-O-RING
20	5M-6509	000	SEAL-O-RING
21	8T-4984	000	CLAMP HOSE
22	366-5911	000	HOSE
23	8T-4984	000	CLAMP HOSE
24	363-7037	000	HOSE
25	390-9009	000	SEAL-O-RING
26	121-8117	000	SEAL-O-RING
27	205-4832	000	SEAL-O-RING
28	131-0074	000	SEAL-O-RING
29	2S-4078	000	SEAL-O-RING
30	119-5152	000	ELC-Extender
31	8T-9527	000	SEAL-O-RING
32	3J-7354	000	SEAL-O-RING
33	4J-5477	000	SEAL-O-RING
34	9L-6647	000	V-BELT GP (1-GROOVE)(ALTERNATOR)
35	101-2845	000	ELC PREMIX

Dari tabel 4.12 dapat menunjukkan bahwa part-part yang harus diganti saat proses *Maintenance*. Untuk periode pelaksanaan tiap 250 jam hingga 12000 jam dapat dilihat di lampiran.

Maintenance berikutnya yang dibahas oleh penulis adalah *Maintenance* pada MSB atau *Main SwitchBoards*. Berikut ini rincian Maintenance MSB yang dilaksanakan menurut PT TTS.

1. VISUAL INSPECTION

No	Description	Result	Function
1	Component Fixing	OK	
2	Component Indication	OK	
3	Cable installation	OK	
4	Main Busbar Cover	OK	
5	Hand Rail	OK	

2. MEGA (INSULATION) AND HIGH VOLTAGE TEST FEEDER 440V

A. 440V FEEDER MEGGER TEST

No	Description	Result	Function
a	R - S		
b	R - T		
c	S - T		
d	R - PE		
e	S - PE		
f	T - PE		

3. MEGA (INSULATION) AND HIGH VOLTAGE TEST FEEDER 220V

B. 220V FEEDER MEGGER TEST

No	Description	Result	Function
a	R - S		
b	R - T		
c	S - T		
d	R - PE		
e	S - PE		
f	T - PE		

Gambar 4. 3 Maintenance visual check MSB
(PT Teknik Tadakara Sumberkarya)

Maintenance MSB dilaksanakan tanpa ada periode jam operasinya atau juga bisa disebut perawatan insidentil. Yaitu perawatan yang dilaksanakan saat MSB ada masalah teknis

maupun non teknis atau juga bisa disebut perawatan yang tidak terjadwal. Dan jika ada komponen-komponen dari MSB yang rusak harus diganti dengan yang baru.

4.6. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Untuk menentukan konsumsi bahan bakar mesin terdapat data-data yang diperlukan yaitu data *engine*, rpm yang digunakan, dan juga daya yang digunakan. Data *engine* dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.4.

$$\frac{\text{M}}{\text{M}} / = \frac{\text{M}}{\text{M}} / = \frac{\text{F} \text{E}}{\text{F} \text{E}} / \dots\dots(1)$$

Dari persamaan (1) maka didapatkan konsumsi bahan bakar untuk *Diesel Mechanic Propulsion* dan *Diesel Electric Propulsion*

Tabel 4. 13 Konsumsi bahan bakar DMP

Mode	RPM	%RPM	power (bkw)	FOC	FOC/day	FOC/years
Full	1800	100%	272	75 l/h	1125	371250
Continous	1600	90%	242	67 l/h	1005	331650
Idle	720	40%	109	30 l/h	450	148500

Dari perhitungan FOC (*Fuel Oil Consumption*) untuk sistem *Diesel Mechanical* penggunaan kapal yang membutuhkan paling banyak menggunakan bahan bakar adalah pada saat *full mode*. Tetapi dikarenakan pada hasil survey kapal sudah tidak memakai *full mode* tetapi *continuous* dan *idle mode*. Dari hasil

perhitungan ini, kemudian akan dibandingkan dengan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar sistem *electrical*.

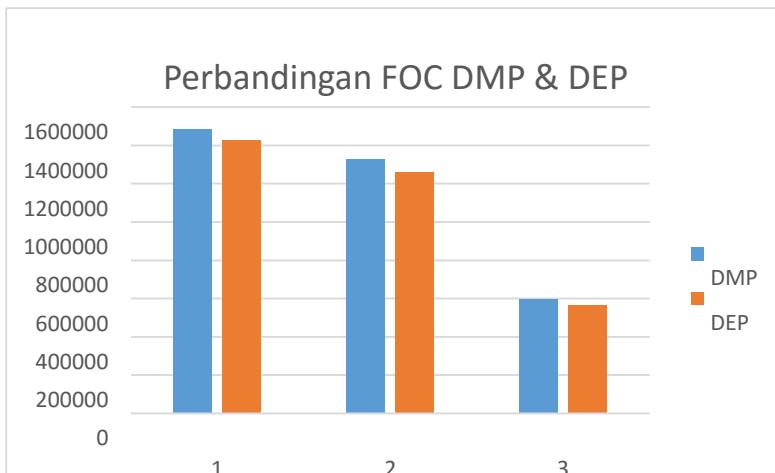
Tabel 4. 14 Konsumsi Bahan Bakar DEP

Mode	RP M	%RP M	power (bkw)	FOC	FOC/day	FOC/year
Full	1800	100%	538	144 l/h	2160	712800
Continous	1600	90%	477	127 l/h	1270	419100
Idle	720	40%	215	57 l/h	570	188100

Setelah mendapatkan konsumsi bahan bakar dari *Diesel Mechanical Propulsion system* dan *Diesel Electric Propulsion system* langkah berikutnya adalah membandingkan konsumsi dari kedua sistem tersebut secara menyeluruh. Yang dimaksudkan menyeluruh adalah total konsumsi bahan bakar dari jumlah *engine* yang dipakai pada sistem tersebut. Dapat dilihat pada gambar 4.4 bahwa *Diesel Electric Propulsion system* lebih irit dalam konsumsi bahan bakar dibandingkan *Diesel Mechanical System*.

Gambar 4.4 Gambar Tabel Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Sistem Diesel Electric Propulsion (DEP) dan Mechanical Propulsion (MP) Dalam Satu Tahun Operasi (5000 JAM)

No	Mode Operasi	Power (kW)		FOC (l/h)		RPM	FOC/day		FOC/years	
		DMP	DEP	DMP	DEP		DMP	DEP	DMP	DEP
1	Full	1088	1076	300	288	1800	4500	4320	1485000	1425600
2	Continous	968	954	268	254	1600	4020	3810	1326600	1257300
3	Idle	436	430	120	114	720	1800	1710	594000	564300
Total									3405600	3247200
Selisih DEP dengan DMP									158400	



Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar DMP & DEP

Dari gambar 4.5 grafik menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar untuk system *Diesel Electrical Propulsion* lebih irit dibandingkan dengan *Diesel Mechanical Propulsion* dilihat dari mode *Full*, *Continous* dan *Idle*.

4.7. Biaya Maintenance

Untuk mengetahui pengeluaran yang bersumber pada engine, maka biaya operasional *engine* juga merupakan faktor yang perlu diperhitungkan. Khususnya biaya *Maintenance*.

4.7.1 Biaya Maintenance DMP

Maintenance pada mesin Kapal ferry “Jokotole” ini mempunyai jadwal rutin maintenance mesin yang mengacu pada perawatan rutin dari perusahaan yang berawal pada setiap interval 100 jam, 1000 jam, 2000 jam, 4000 jam, 8000 jam, 16000 jam hingga perawatan *engine* sampai pada tahap pelaksanaan *General Overhaul*. Dalam melakukan *maintenance*

ini pihak perusahaan juga mengeluarkan biaya yang tidak sedikit, jarak interval yang begitu dekat membuat jumlah total pengeluaran *maintenance engine* memerlukan biaya yang cukup besar. Dalam melaksanakan *Maintenance* mesin Diesel Konvensional Yanmar 6KDE ini mempunyai waktu normal kerja kapal ferry “Jokotole” selama 5000 jam pertahun. Pada tabel 4.15 merupakan biaya maintenance DMP selama 5 tahun dengan kenaikan inflasi sebesar 5 %. Untuk rincian biaya tiap tahun dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 15 Biaya Maintenance DMP

No.	years	Maintenance DMP
1	1	183,637,186
2	2	184,218,555
3	3	184,808,145
4	4	194,080,822
5	5	188,711,691
total		935,456,399

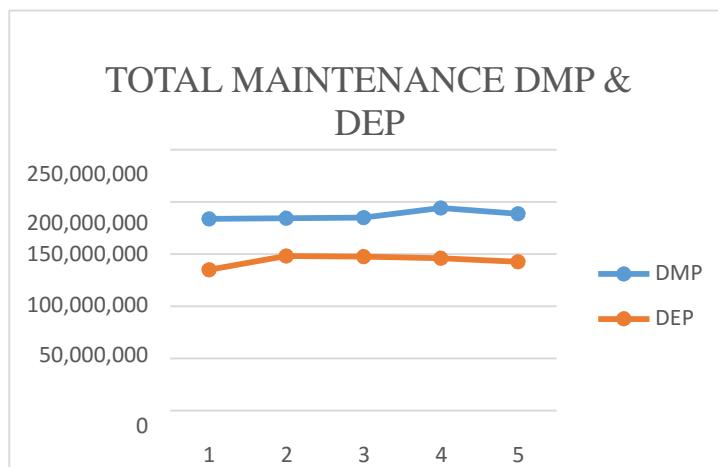
4.7.2 Biaya Maintenance DEP

Untuk Maintenance Diesel Electric Propulsion system menggunakan 2 buah generator set tipe C18 yang diterapkan pada kapal ferry “Jokotole” yang sebelumnya memakai mesin diesel konvensional. Pada tabel 4.16 adalah biaya maintenance DEP selama 5 tahun dengan kenaikan inflasi sebesar 5%. Untuk rincian biaya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 16 Biaya Maintenance DEP

No.	years	Maintenance DEP
1	1	134,927,940
2	2	148,206,521
3	3	147,428,396
4	4	145,888,156
5	5	142,654,821
total		719,105,834

Total biaya *maintenance* untuk system *Diesel Mechanical Propulsion & Diesel Electrical Propulsion* dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Grafik Total Biaya Maintenance DMP & DEP system

4.8. Perhitungan Biaya Bahan Bakar

Setelah biaya maintenance, faktor biaya operasional yang perlu diperhitungkan adalah faktor dari biaya bahan bakar.

Dikarenakan. Bahan bakar adalah hal paling utama yang dibutuhkan agar mesin bisa beroperasi. Oleh karena itu biaya untuk bahan bakar sangat diperhatikan.

Tabel 4. 17 Biaya Bahan Bakar

System	FOC liter/years	Cost/years
DMP	1,485,000	13,167,495,000
DEP	1,425,600	12,640,795,200



Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Biaya Bahan Bakar

Dapat dilihat pada gambar 4.7 biaya konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan untuk menggunakan Diesel Mechanical lebih mahal dibandingkan penggunaan Diesel Electric.

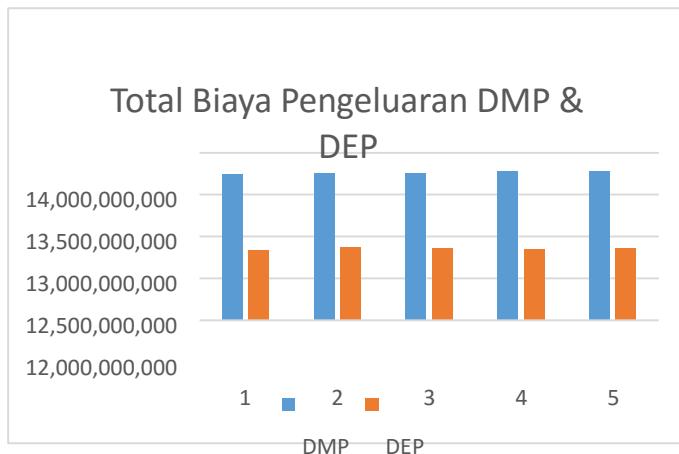
4.9. Analisa Perbandingan Komparasi Pengeluaran

Pengeluaran pada operasional kapal yang terbesar yaitu konsumsi bahan bakar engine dan maintenance, dua hal tersebut sangat diperhatikan karena menyangkut pendapatan kapal. Analisa disini merupakan perbandingan modal awal pembelian

sistem propulsi yang dipilih, kemudian pada tahun selanjutnya hanya pada konsumsi bahan bakar dan maintenance engine tiap tahunnya. Analisa ini juga mempertimbangkan nilai inflasi pada harga bahan bakar dan harga maintenance engine sebesar 5 % pada tahun kelima. Untuk total biaya operasional penggunaan DMP & DEP dapat dilihat pada tabel 4.18

Tabel 4. 18 Total Biaya Operasional DMP & DEP

TOTAL PENGELUARAN		
Years	DMP	DEP
1	13,748,229,044	12,833,743,730
2	13,758,560,184	12,864,303,724
3	13,756,719,272	12,860,647,838
4	13,771,981,208	12,846,652,972
5	13,772,976,408	12,851,422,164
TOTAL	68,808,466,116	64,256,770,428



Gambar 4. 8 Grafik Total Biaya Operasional DMP & DEP

4.10. Pembahasan

4.10.1. Komponen-komponen DMP & DEP

Komponen-komponen dalam system *Diesel Mechanical Propulsion* & *Diesel Electric Propulsion* hampir sama. Yang membedakan dari kedua system tersebut adalah pada penggunaan Main engine dan Generator set sebagai sumber engine untuk pendorong kapal. Pada system Diesel Mechanic yang terpasang dikapal ferry menggunakan empat buah Main Engine tipe Yanmar 6 KDE dan dua buah auxiliary engine. Sedangkan untuk system Diesel Electric menggunakan dua buah Generator set tipe Catterpilar C18.

4.10.2. Operasional DMP & DEP

Dari gambar 4.8 menunjukan total pengeluaran terbesar terjadi pada penggunaan system *Diesel Mechanic Propulsion* dibandingkan dengan *Diesel Electrical Propulsion*. Ditinjau dari harga biaya bahan bakar dan biaya maintenance dari kedua system *Diesel Mechanic Propulsion* membutuhkan biaya lebih banyak, dan juga harga bahan bakar dari kedua system tersebut. Hal ini dikarenakan mesin yang digunakan pada *Diesel Mechanical Propulsion* adalah mesin lama dibandingkan dengan *Diesel Electric Propulsion* sehingga biaya yang dikeluarkan pada penggunaan *Diesel Mechanical Propulsion* lebih membutuhkan banyak biaya

Untuk biaya maintenance pada *Diesel Mechanical Propulsion* dan *Diesel Electric Propulsion* dilihat pada grafik 4.2 dan grafik 4.3. Pada grafik 4.2 menunjukkan biaya maintenance pada tahun pertama hingga tahun ke tiga

mengalami kenaikan signifikan, tetapi pada tahun ke empat Maintenance DMP mengalami kenaikan yang drastis Sedangkan pada grafik 4.3 menunjukkan bahwa biaya pada tahun kedua mengalami kenaikan yang cukup banyak dikarenakan adanya penggantian komponen pada periode 6000 dan 9000 jam. dan pada tahun tiga hingga kelima mengalami penurunan.

Menurut grafik 4.1 menunjukkan perbandingan konsumsi bahan bakar antara *Diesel Mechanical Propulsion* dengan *Diesel Electrical Propulsion*. Konsumsi bahan bakar pada sistem *Diesel Mechanical Propulsion* lebih boros dibandingkan pada penggunaan sistem *Diesel Electrical Propulsion*. Hal ini disebabkan dalam sistem *Diesel Mechanical Propulsion* menggunakan mesin lama sehingga berpengaruh pada konsumsi bahan bakarnya dibandingkan dengan penggunaan sistem *Diesel Electrical propulsion* yang menggunakan mesin baru.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN



C18 MARINE GENERATOR SET

550 ekW
500 ekW



Image is a representation only, and may not show optional attachments.

STANDARD EQUIPMENT

Air Inlet System

Corrosion-resistant sea water aftercooler core; air cleaner/fumes disposal (closed system)

Control System

Note: Package comes with no stop/start capability. If an EMC panel is not chosen as optional equipment, then start/stop controls must be provided by the customer.

Electronic governing; cold mode start strategy; programmable low idle; electronic diagnostics and fault logging; fuel/air ratio control

Cooling System

Thermostat and housing; gear-driven jacket water pump; gear-driven, bronze impeller sea water pump; titanium plate heat exchanger with expansion tank (heat exchanger models only); coolant recovery system (heat exchanger models only); combined circuit keel cooling (keel cooled models only)

Exhaust System

Watercooled exhaust manifold and turbocharger; 152 mm (6 in.) round flanged outlet

Flywheels & Flywheel Housings

SAE No. 0 flywheel (136 teeth); SAE No. 0 flywheel housing; SAE standard rotation

Fuel System

Fuel filter (RH or LH service); fuel priming pump; fuel transfer pump; flexible fuel lines

60 Hz, 1800 rpm

SPECIFICATIONS

I-6, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO/EPA/CCNR compliant
Displacement	18.1 L (1106 cu. in.)
Rated Engine Speed	1800 rpm
Bore	145 mm (5.7 in.)
Stroke	183 mm (7.2 in.)
Aspiration	Twin Turbocharged-Aftercooled
Governor	Electronic
Cooling System	Heat Exchanger & Keel Cooled
Weight, Net Dry (approx)	3974-4565 kg (8761-10,064 lbs)
Refill Capacities (engine only)	
Cooling System	45.8 L (12.1 gal)
Lube Oil System	49 L (12.9 gal)
Oil Change Interval	250 hr
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise
Flywheel and flywheel housing	SAE No. 0
Flywheel Teeth	136
Max. Exhaust Backpressure	10 kPa (40 in. water)

Generator

6- or 12-lead re-connectable; three-phase brushless; broad voltage band, automatic voltage regulation $\pm 0.5\%$, Class H insulation, generator meets Marine Society temperature rise requirements for Class F insulation, permanent magnet (PM) excitation

Lube System

Crankcase breather; oil cooler; spin-on oil filter (RH or LH service); center sump oil pan; shallow pan; oil filler; dipstick (RH or LH service); gear-driven oil pump

Mounting System

Front support; 254 mm (10 in.) height rails; six shipped-loose linear vibration isolators for installation below base

Power Take-Offs

Hydraulic pump drive; SAE A; 11 tooth spline; crankshaft pulley (alternator drive)

Protection System

Electronic shutdown (12 or 24 volt), energized to run

General

Torsional finned vibration damper; lifting eyes; RH or LH service options; literature; variable engine wiring; upper rear-facing customer wiring connector and service tool connection

**Factory-designed systems built at Caterpillar®
ISO 9001:2000 certified facilities.**

OPTIONAL EQUIPMENT

Emissions Certifications

CCNR and IMO (ABS or GL) certifications

Air Inlet System

Regular duty air cleaner

Charging System

Battery charger — 10 amp; charging alternator — 12V 51 amp or 105 amp; charging alternator — 24V 35 amp or 60 amp

Cooling System

Flange kit

Exhaust System

Dry elbows; watercooled elbows; flexible fittings; mufflers; flanges; rain caps

Fuel System

Primary fuel filters; duplex fuel filters; water separators; fuel coolers

Generators & Generator Attachments

Manual voltage controls; low voltage connections

Instrumentation

Gauges and instrument panels

Lube System

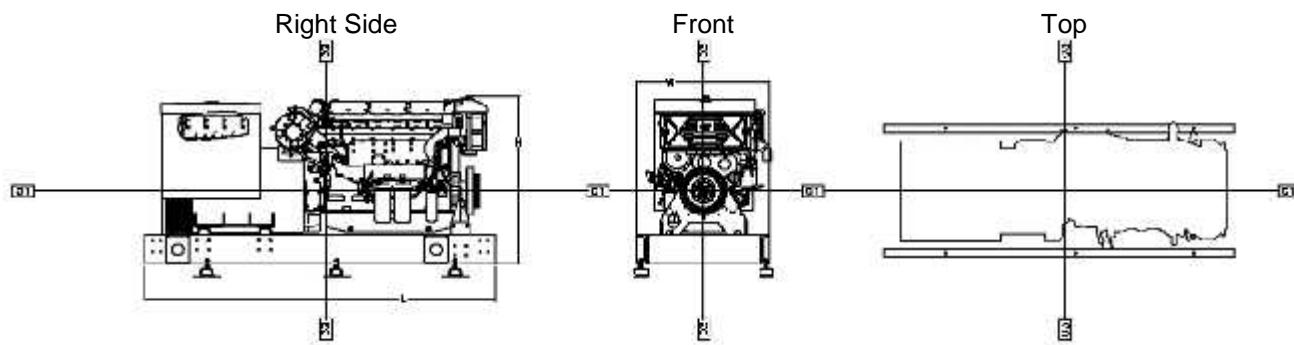
Sump pumps; oil pan accessories; duplex oil filters

Starting System

Air starting motor; air pressure regulator; air silencer; electric starting motors (12V and 24V); starting aids; battery sets

General

Guards; filter cover kits; tool set; literature; decals; storage preservation; export packing



DIMENSIONS

Engine Dimensions (Heat Exchanger Cooled)		
(1) Length (flywheel housing)	3040 mm	119.68 in
(2) Width	1150.9 mm	45.31 in
(3) Height	1557.5 mm	61.32 in
Weight, Net Dry (approx)	3974-4565 kg	8761-10,064 lb

Note: Do not use for installation design.

GENERATOR INFORMATION

60 Hz

Power	Generator Arrangement	Leads	Pitch	Excitor
500 ekW	9Y-1447	12	0.7333	Permanent Magnet
550 ekW	9Y-1448	6	0.7333	Permanent Magnet

RATING CONDITIONS

Power at declared engine speed is in accordance with ISO3046-1:2002E. Caterpillar maintains ISO9001:1994/QS-9000 approved engine test facilities to assure accurate calibration of test equipment. Electronically controlled engines are set at the factory at the advertised power corrected to standard ambient conditions. The published fuel consumption rates are in accordance with ISO3046-1:2002E.

Fuel rates are based on fuel oil of 35° API [16°C (60°F)] gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (18,390 Btu/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/L (7.001 lb/U.S. gal). Additional ratings may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for additional information.

Performance data is calculated in accordance with tolerances and conditions stated in this specification sheet and is only intended for purposes of comparison with other manufacturers' engines. Actual engine performance may vary according to the particular application of the engine and operating conditions beyond Caterpillar's control.

Power produced at the flywheel will be within standard tolerances up to 50°C (122°F) combustion air temperature measured at the air cleaner inlet, and fuel temperature up to 52°C (125°F) measured at the fuel filter base. Power rated in accordance with NMMA procedure as crankshaft power. Reduce crankshaft power by 3% for propeller shaft power.

CAT, CATERPILLAR, their respective logos and "Caterpillar Yellow," as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

DAFTAR PERKIRAAN BUDGET PM

MODEL / SER NO.	C18 / JHL							
CUSTOMER								
CUSTOMER ID								
VALIDITY								

No.	Part No	SOS	Description	Unit Price	QTY / LOT					
					PM 250	PM 500	PM 1000	PM 2000	PM 3000	PM 5000

PARTS

1	HP427	511	SOS - ENGINE PARTICLES	147,560	1	1	1	1	1	1
2	177-9343	000	CAP PROBE	24,990	1	2	2	2	2	2
3	HP428	511	SOS - COOLANT SAMPLE	219,580		1	1	1	1	1
4	1R-1808	000	FILTER-ENGINE OIL	491,740		2	2	2	2	2
5	1R-0749	000	FILTER-FUEL	274,270		1	1	1	1	1
6	133-5673	000	FILTER ELEMENT-WTR SEP & FUEL	583,800		1	1	1	1	1
7	3E9840	000	ENGINE OIL DEO (CH-4)	44,442		75 Ltr				
8	8T-4988	000	CLAMP-HOSE (INSPECT TURBO)	237,800			2	2	2	2
9	371-8955	000	HOSE (INSPECT TURBO)	43,300			13	13	13	13
10	255-6863	000	GASKET (INSPECT TURBO)	494,460			1	1	1	1
11	0S-1594	000	BOLT (INSPECT TURBO)	4,530			4	4	4	4
12	8M-9124	000	WASHER (INSPECT TURBO)	25,940			4	4	4	4
13	290-1935	000	FILTER ELEMENT AS-AIR (PRIMARY)	1,853,510			1	1	1	1
14	275-2276	000	FILTER ELEMENT-BREATHER	1,506,280					1	
15	242-9537	000	SEAL-VALVE COVER	687,730					3	
16	4N-0933	000	GASKET	15,040					1	
17	6I-4953	000	REGULATOR-WATER TEMPERATURE (37-D)	872,570					1	
18	3S-9643	000	SEAL-LIP TYPE	197,300					1	
19	6V-6707	000	SEAL-O-RING	65,620					1	
20	5M-6509	000	SEAL-O-RING	39,520					2	
21	8T-4984	000	CLAMP HOSE	198,650					2	
22	366-5911	000	HOSE	508,980					1	

PM STD JOB

SUB TOTAL BUDGET

PM 6000	PM 8000	PM 9000	PM 10000	PM 12000	PM 250	PM 500	PM 1000	PM 2000	PM 3000	PM 5000	PM 6000	PM 8000
---------	---------	---------	----------	----------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

1	1	1	1	1	147,560	147,560	147,560	147,560	147,560	147,560	147,560	147,560
2	2	2	2	2	24,990	49,980	49,980	49,980	49,980	49,980	49,980	49,980
1	1	1	1	1	-	219,580	219,580	219,580	219,580	219,580	219,580	219,580
2	2	2	2	2	-	983,480	983,480	983,480	983,480	983,480	983,480	983,480
1	1	1	1	1	-	274,270	274,270	274,270	274,270	274,270	274,270	274,270
1	1	1	1	1	-	583,800	583,800	583,800	583,800	583,800	583,800	583,800
75 Ltr	-	3,333,150	3,333,150	3,333,150	3,333,150	3,333,150	3,333,150	3,333,150				
2	2	2	2	2	-	475,600	475,600	475,600	475,600	475,600	475,600	475,600
13	13	13	13	13	-	562,900	562,900	562,900	562,900	562,900	562,900	562,900
1	1	1	1	1	-	494,460	494,460	494,460	494,460	494,460	494,460	494,460
4	4	4	4	4	-	18,120	18,120	18,120	18,120	18,120	18,120	18,120
4	4	4	4	4	-	103,760	103,760	103,760	103,760	103,760	103,760	103,760
1	1	1	1	1	-	1,853,510	1,853,510	1,853,510	1,853,510	1,853,510	1,853,510	1,853,510
1		1		1	-	-	-	-	1,506,280	-	1,506,280	-
3		3		3	-	-	-	-	2,063,190	-	2,063,190	-
1		1		1	-	-	-	-	15,040	-	15,040	-
1		1		1	-	-	-	-	872,570	-	872,570	-
1		1		1	-	-	-	-	197,300	-	197,300	-
1		1		1	-	-	-	-	65,620	-	65,620	-
2		2		2	-	-	-	-	79,040	-	79,040	-
2		2		2	-	-	-	-	397,300	-	397,300	-
1		1		1	-	-	-	-	508,980	-	508,980	-

4		4		4	-	-	-	-	794,600	-	794,600	-
1		1		1	-	-	-	-	222,140	-	222,140	-
1		1		1	-	-	-	-	29,550	-	29,550	-
1		1		1	-	-	-	-	32,810	-	32,810	-
2		2		2	-	-	-	-	108,760	-	108,760	-
1		1		1	-	-	-	-	86,460	-	86,460	-
1		1		1	-	-	-	-	28,460	-	28,460	-
2		2		2	-	-	-	-	346,380	-	346,380	-
		1			-	-	-	-	-	303,440	-	-
		1			-	-	-	-	-	11,600	-	-
		1			-	-	-	-	-	12,330	-	-
1				1	-	-	-	-	-	-	514,940	-
43 Ltr				43 Ltr	-	-	-	-	-	1,195,916	1,195,916	-
					172,550	5,591,820	9,100,170	9,100,170	16,454,650	10,623,456	18,165,506	9,100,170

PM 10000	PM 12000
----------	----------

147,560	147,560
49,980	49,980
219,580	219,580
983,480	983,480
274,270	274,270
583,800	583,800
3,333,150	3,333,150
475,600	475,600
562,900	562,900
494,460	494,460
18,120	18,120
103,760	103,760
1,853,510	1,853,510
-	1,506,280
-	2,063,190
-	15,040
-	872,570
-	197,300
-	65,620
-	79,040
-	397,300
-	508,980

-	794,600
-	222,140
-	29,550
-	32,810
-	108,760
-	86,460
-	28,460
-	346,380
303,440	-
11,600	-
12,330	-
-	514,940
1,195,916	1,195,916
10,623,456	18,165,506

DAFTAR PERKIRAAN BUDGET PM

MODEL / SER NO.	Yanmar 6KDE	
CUSTOMER		
CUSTOMER ID		
VALIDITY		

No.	Part No	SOS	Description	Unit Price	QTY			
					PM 100	PM 1000	PM 2000	PM 4000

PARTS

1	5P-5678	000	M SEAL STK	246,950				
2	HP428	511	SOS COOLANT ANALYSIS	255,770	1	1	1	1
3	4F-7390	000	RING	67,830	1	1	1	1
4	HP427	511	SOS ENGINE ANALYSIS	171,890	1	1	1	1
5	1R-0716	000	FILTER AS	398,090	1	1	1	1
6	3E-9848	622	DEO 15W40-20 LITER (1L)	43,416	34	34	34	34
7	1R-0749	000	FILTER AS FUEL	326,090	1	1	1	1
8	TU3-397C	621	TRK MINE GRS NLG12	64,710	1	1	1	1
9	133-5673	000	ELEMENT-FILTER	632,680		1	1	1
10	141-0284	000	SEAL KIT	90,170		1	1	1
11	119-5152	000	EXTENDER	199,080				
12	248-5513	000	REGULATOR-TEMP	831,710				
13	4N-1156	000	GASKET	29,500				
14	3S-9643	000	SEAL	226,750				
15	5P-5678	000	M SEAL STK	246,950				
16	365-8396	000	COOLANT ENG - 18 LITER (1L)	63,890				
17	365-8395	000	COOLANT ENG - 4 LITER (1L)	65,335				

/ LOT				SUB TOTAL BUDGET					
PM 8000	PM 10000	PM 16000	PM 100	PM 1000	PM 2000	PM 4000	PM 8000	PM 10000	PM 16000
1	1	1	255,770	255,770	255,770	255,770	255,770	255,770	255,770
1	1	1	67,830	67,830	67,830	67,830	67,830	67,830	67,830
1	1	1	171,890	171,890	171,890	171,890	171,890	171,890	171,890
1	1	1	398,090	398,090	398,090	398,090	398,090	398,090	398,090
34	34	34	1,476,144	1,476,144	1,476,144	1,476,144	1,476,144	1,476,144	1,476,144
1	1	1	326,090	326,090	326,090	326,090	326,090	326,090	326,090
1	1	1	64,710	64,710	64,710	64,710	64,710	64,710	64,710
1	1	1	-	632,680	632,680	632,680	632,680	632,680	632,680
1	1	1	-	90,170	90,170	90,170	90,170	90,170	90,170
1			-	-	-	-	199,080	-	-
1		1	-	-	-	-	831,710	-	831,710
1		1	-	-	-	-	29,500	-	29,500
1		1	-	-	-	-	226,750	-	226,750
5		5	-	-	-	-	1,234,750	-	1,234,750
		18	-	-	-	-	-	-	1,150,020
		3	-	-	-	-	-	-	196,005
			2,760,524	3,483,374	3,483,374	3,483,374	6,005,164	3,483,374	7,152,109

DAFTAR PERKIRAAN SUKU CADANG PREVENTIVE MAINTENANCE (PM)

MODEL: Yanmar
 PREFIX SN: 4TNV 106T

CUSTOMER NAME:
 ID. CUSTOMER:

NO	PART NO.	DESCRIPTION	PM INTERVAL							UNIT PRICE (IDR)
			100	1000	2000	4000	8000	10000	16000	
PARTS										
1	HP427	SOS ENG	1	1	1	1	1	1	1	165,140
2	HP428	SOS COO	1	1	1	1	1	1	1	245,720
3	7W-2326	FILTER A		1	1	1	1	1	1	170,380
4	3E9901	DEO15W40-5 LIT	9	9	9	9	9	9	9	259,620
5	250-6527	ELEMENT-F FL	1	1	1	1	1	1	1	675,680
6	287-6052	FILTER	2	2	2	2	2	2	2	471,580
7	225-6451	GASKET- / COV		1	1	1	1	1	1	485,620
8	254-2268	CONNECTION A			1	1		1	1	1,524,130
9	123-2367	ELEMENT-PRIM			1	1		1	1	481,510
10	123-2368	ELEMENT			1	1		1	1	396,200
11	269-9117	V-BELT				1		1	1	381,120
12	119-5152	EXTENDER							2	191,260

PM COST (IDR)						
100	1000	2000	4000	8000	10000	16000

165,140	165,140	165,140	165,140	165,140	165,140	165,140
245,720	245,720	245,720	245,720	245,720	245,720	245,720
0	170,380	170,380	170,380	170,380	170,380	170,380
0	2,336,580	2,336,580	2,336,580	2,336,580	2,336,580	2,336,580
0	675,680	675,680	675,680	675,680	675,680	675,680
0	943,160	943,160	943,160	943,160	943,160	943,160
0	0	485,620	485,620	485,620	485,620	485,620
0	0	0	1,524,130	1,524,130	0	1,524,130
0	0	0	481,510	481,510	0	481,510
0	0	0	396,200	396,200	0	396,200
0	0	0	0	381,120	0	381,120
0	0	0	0	0	0	382,520
410,860	4,536,660	5,022,280	7,424,120	7,805,240	5,022,280	8,187,760

Maintenance Main Engine Yanmar 6KDE

NO.	PM	TOTAL COST
1	100	2,760,524
2	200	2,760,524
3	300	2,760,524
4	400	2,760,524
5	500	2,760,524
6	600	2,760,524
7	700	2,760,524
8	800	2,760,524
9	900	2,760,524
10	1000	3,483,374
11	1100	2,760,524
12	1200	2,760,524
13	1300	2,760,524
14	1400	2,760,524
15	1500	2,760,524
16	1600	2,760,524
17	1700	2,760,524
18	1800	2,760,524
19	1900	2,760,524
20	2000	3,483,374
21	2100	2,760,524
22	2200	2,760,524
23	2300	2,760,524
24	2400	2,760,524
25	2500	2,760,524
26	2600	2,760,524
27	2700	2,760,524
28	2800	2,760,524
29	2900	2,760,524
30	3000	3,483,374
31	3100	2,760,524

Maintenance aux engine Yanmar 4 TNV

NO.	PM	TOTAL COST
1	100	410,860
2	200	410,860
3	300	410,860
4	400	410,860
5	500	410,860
6	600	410,860
7	700	410,860
8	800	410,860
9	900	410,860
10	1000	2,832,460
11	1100	410,860
12	1200	410,860
13	1300	410,860
14	1400	410,860
15	1500	410,860
16	1600	410,860
17	1700	410,860
18	1800	410,860
19	1900	410,860
20	2000	4,288,550
21	2100	410,860
22	2200	410,860
23	2300	410,860
24	2400	410,860
25	2500	410,860
26	2600	410,860
27	2700	410,860
28	2800	410,860
29	2900	410,860
30	3000	2,832,460
31	3100	410,860

32	3200	2,760,524
33	3300	2,760,524
34	3400	2,760,524
35	3500	2,760,524
36	3600	2,760,524
37	3700	2,760,524
38	3800	2,760,524
39	3900	2,760,524
40	4000	3,483,374
41	4100	2,760,524
42	4200	2,760,524
43	4300	2,760,524
44	4400	2,760,524
45	4500	2,760,524
46	4600	2,760,524
47	4700	2,760,524
48	4800	2,760,524
49	4900	2,760,524
50	5000	3,483,374
	total 1 tahun =	141,640,450
	total 1 tahun + 2.5 % =	145,183,511
51	5100	2,760,524
52	5200	2,760,524
53	5300	2,760,524
54	5400	2,760,524
55	5500	2,760,524
56	5600	2,760,524
57	5700	2,760,524
58	5800	2,760,524
59	5900	2,760,524
60	6000	3,483,374
61	6100	2,760,524
62	6200	2,760,524
63	6300	2,760,524
64	6400	2,760,524
65	6500	2,760,524
66	6600	2,760,524

32	3200	410,860
33	3300	410,860
34	3400	410,860
35	3500	410,860
36	3600	410,860
37	3700	410,860
38	3800	410,860
39	3900	410,860
40	4000	6,241,150
41	4100	410,860
42	4200	410,860
43	4300	410,860
44	4400	410,860
45	4500	410,860
46	4600	410,860
47	4700	410,860
48	4800	410,860
49	4900	410,860
50	5000	2,832,460
	total 1 tahun =	37,515,780
	total 1 tahun + 2.5 % =	38,453,675
51	5100	410,860
52	5200	410,860
53	5300	410,860
54	5400	410,860
55	5500	410,860
56	5600	410,860
57	5700	410,860
58	5800	410,860
59	5900	410,860
60	6000	2,832,460
61	6100	410,860
62	6200	410,860
63	6300	410,860
64	6400	410,860
65	6500	410,860
66	6600	410,860

67	6700	2,760,524
68	6800	2,760,524
69	6900	2,760,524
70	7000	3,483,374
71	7100	2,760,524
72	7200	2,760,524
73	7300	2,760,524
74	7400	2,760,524
75	7500	2,760,524
76	7600	2,760,524
77	7700	2,760,524
78	7800	2,760,524
79	7900	2,760,524
80	8000	6,005,164
81	8100	2,760,524
82	8200	2,760,524
83	8300	2,760,524
84	8400	2,760,524
85	8500	2,760,524
86	8600	2,760,524
87	8700	2,760,524
88	8800	2,760,524
89	8900	2,760,524
90	9000	3,483,374
91	9100	2,760,524
92	9200	2,760,524
93	9300	2,760,524
94	9400	2,760,524
95	9500	2,760,524
96	9600	2,760,524
97	9700	2,760,524
98	9800	2,760,524
99	9900	2,760,524
100	10000	3,483,374
101	10100	2,760,524

Total 2 tahun = 144,162,240

total 2 tahun + 2.5 % = 147,766,296

67	6700	410,860
68	6800	410,860
69	6900	410,860
70	7000	2,832,460
71	7100	410,860
72	7200	410,860
73	7300	410,860
74	7400	410,860
75	7500	410,860
76	7600	410,860
77	7700	410,860
78	7800	410,860
79	7900	410,860
80	8000	4,288,550
81	8100	410,860
82	8200	410,860
83	8300	410,860
84	8400	410,860
85	8500	410,860
86	8600	410,860
87	8700	410,860
88	8800	410,860
89	8900	410,860
90	9000	2,832,460
91	9100	410,860
92	9200	410,860
93	9300	410,860
94	9400	410,860
95	9500	410,860
96	9600	410,860
97	9700	410,860
98	9800	410,860
99	9900	410,860
100	10000	4,288,550
101	10100	410,860

Total 2 tahun = 35,563,180

total 2 tahun + 2.5 % = 36,452,259

102	10200	2,760,524
103	10300	2,760,524
104	10400	2,760,524
105	10500	2,760,524
106	10600	2,760,524
107	10700	2,760,524
108	10800	2,760,524
109	10900	2,760,524
110	11000	3,483,374
111	11100	2,760,524
112	11200	2,760,524
113	11300	2,760,524
114	11400	2,760,524
115	11500	2,760,524
116	11600	2,760,524
117	11700	2,760,524
118	11800	2,760,524
119	11900	2,760,524
120	12000	3,483,374
121	12100	2,760,524
122	12200	2,760,524
123	12300	2,760,524
124	12400	2,760,524
125	12500	2,760,524
126	12600	2,760,524
127	12700	2,760,524
128	12800	2,760,524
129	12900	2,760,524
130	13000	3,483,374
131	13100	2,760,524
132	13200	2,760,524
133	13300	2,760,524
134	13400	2,760,524
135	13500	2,760,524
136	13600	2,760,524

102	10200	410,860
103	10300	410,860
104	10400	410,860
105	10500	410,860
106	10600	410,860
107	10700	410,860
108	10800	410,860
109	10900	410,860
110	11000	2,832,460
111	11100	410,860
112	11200	410,860
113	11300	410,860
114	11400	410,860
115	11500	410,860
116	11600	410,860
117	11700	410,860
118	11800	410,860
119	11900	410,860
120	12000	6,241,150
121	12100	410,860
122	12200	410,860
123	12300	410,860
124	12400	410,860
125	12500	410,860
126	12600	410,860
127	12700	410,860
128	12800	410,860
129	12900	410,860
130	13000	2,832,460
131	13100	410,860
132	13200	410,860
133	13300	410,860
134	13400	410,860
135	13500	410,860
136	13600	410,860

137	13700	2,760,524
138	13800	2,760,524
139	13900	2,760,524
140	14000	3,483,374
141	14100	2,760,524
142	14200	2,760,524
143	14300	2,760,524
144	14400	2,760,524
145	14500	2,760,524
146	14600	2,760,524
147	14700	2,760,524
148	14800	2,760,524
149	14900	2,760,524
150	15000	3,483,374
151	15100	2,760,524
152	15200	2,760,524
153	15300	2,760,524
154	15400	2,760,524
155	15500	2,760,524
156	15600	2,760,524
157	15700	2,760,524
158	15800	2,760,524
159	15900	2,760,524
160	16000	7,152,109
		Overhaul
161	16100	2,760,524
162	16200	2,760,524
163	16300	2,760,524
164	16400	2,760,524
165	16500	2,760,524
166	16600	2,760,524
167	16700	2,760,524
168	16800	2,760,524
169	16900	2,760,524
170	17000	3,483,374
171	17100	2,760,524

Total 3 tahun =

141,640,450

total 3 tahun + 4 % =

147,306,068

137	13700	410,860
138	13800	410,860
139	13900	410,860
140	14000	2,832,460
141	14100	410,860
142	14200	410,860
143	14300	410,860
144	14400	410,860
145	14500	410,860
146	14600	410,860
147	14700	410,860
148	14800	410,860
149	14900	410,860
150	15000	2,832,460
151	15100	410,860
152	15200	410,860
153	15300	410,860
154	15400	410,860
155	15500	410,860
156	15600	410,860
157	15700	410,860
158	15800	410,860
159	15900	410,860
160	16000	6,623,670
161	16100	410,860
162	16200	410,860
163	16300	410,860
164	16400	410,860
165	16500	410,860
166	16600	410,860
167	16700	410,860
168	16800	410,860
169	16900	410,860
170	17000	2,832,460
171	17100	410,860

Total 3 tahun =

36,059,690

total 3 tahun + 4 % =

37,502,077

172	17200	2,760,524
173	17300	2,760,524
174	17400	2,760,524
175	17500	2,760,524
176	17600	2,760,524
177	17700	2,760,524
178	17800	2,760,524
179	17900	2,760,524
180	18000	3,483,374
181	18100	2,760,524
182	18200	2,760,524
183	18300	2,760,524
184	18400	2,760,524
185	18500	2,760,524
186	18600	2,760,524
187	18700	2,760,524
188	18800	2,760,524
189	18900	2,760,524
190	19000	3,483,374
191	19100	2,760,524
192	19200	2,760,524
193	19300	2,760,524
194	19400	2,760,524
195	19500	2,760,524
196	19600	2,760,524
197	19700	2,760,524
198	19800	2,760,524
199	19900	2,760,524
200	20000	3,483,374
Total 4 tahun =		145,309,185
total 4 tahun + 4 % =		151,121,552
201	20100	2,760,524
202	20200	2,760,524
203	20300	2,760,524
204	20400	2,760,524
205	20500	2,760,524
206	20600	2,760,524

172	17200	410,860
173	17300	410,860
174	17400	410,860
175	17500	410,860
176	17600	410,860
177	17700	410,860
178	17800	410,860
179	17900	410,860
180	18000	4,288,550
181	18100	410,860
182	18200	410,860
183	18300	410,860
184	18400	410,860
185	18500	410,860
186	18600	410,860
187	18700	410,860
188	18800	410,860
189	18900	410,860
190	19000	2,832,460
191	19100	410,860
192	19200	410,860
193	19300	410,860
194	19400	410,860
195	19500	410,860
196	19600	410,860
197	19700	410,860
198	19800	410,860
199	19900	410,860
200	20000	6,241,150
Total 4 tahun =		41,306,990
total 4 tahun + 4 % =		42,959,270
201	20100	410,860
202	20200	410,860
203	20300	410,860
204	20400	410,860
205	20500	410,860
206	20600	410,860

207	20700	2,760,524
208	20800	2,760,524
209	20900	2,760,524
210	21000	3,483,374
211	21100	2,760,524
212	21200	2,760,524
213	21300	2,760,524
214	21400	2,760,524
215	21500	2,760,524
216	21600	2,760,524
217	21700	2,760,524
218	21800	2,760,524
219	21900	2,760,524
220	22000	3,483,374
221	22100	2,760,524
222	22200	2,760,524
223	22300	2,760,524
224	22400	2,760,524
225	22500	2,760,524
226	22600	2,760,524
227	22700	2,760,524
228	22800	2,760,524
229	22900	2,760,524
230	23000	3,483,374
231	23100	2,760,524
232	23200	2,760,524
233	23300	2,760,524
234	23400	2,760,524
235	23500	2,760,524
236	23600	2,760,524
237	23700	2,760,524
238	23800	2,760,524
239	23900	2,760,524
240	24000	6,005,164
241	24100	2,760,524

207	20700	410,860
208	20800	410,860
209	20900	410,860
210	21000	2,832,460
211	21100	410,860
212	21200	410,860
213	21300	410,860
214	21400	410,860
215	21500	410,860
216	21600	410,860
217	21700	410,860
218	21800	410,860
219	21900	410,860
220	22000	4,288,550
221	22100	410,860
222	22200	410,860
223	22300	410,860
224	22400	410,860
225	22500	410,860
226	22600	410,860
227	22700	410,860
228	22800	410,860
229	22900	410,860
230	23000	2,832,460
231	23100	410,860
232	23200	410,860
233	23300	410,860
234	23400	410,860
235	23500	410,860
236	23600	410,860
237	23700	410,860
238	23800	410,860
239	23900	410,860
240	24000	4,288,550
241	24100	410,860

242	24200	2,760,524
243	24300	2,760,524
244	24400	2,760,524
245	24500	2,760,524
246	24600	2,760,524
247	24700	2,760,524
248	24800	2,760,524
249	24900	2,760,524
250	25000	3,483,374

Total 5 tahun =
total 5 tahun + 5% =

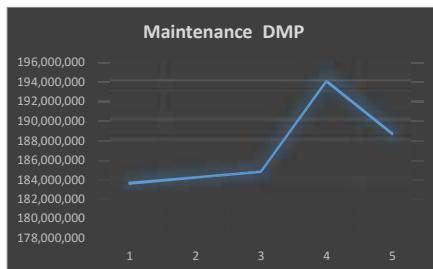
242	24200	410,860
243	24300	410,860
244	24400	410,860
245	24500	410,860
246	24600	410,860
247	24700	410,860
248	24800	410,860
249	24900	410,860
250	25000	2,832,460

Total 5 tahun =
total 5 tahun + 5 % =

No.	years	Maintenance Main engine
1	1	145,183,511
2	2	147,766,296
3	3	147,306,068
4	4	151,121,552
5	5	151,370,352
total		742,747,779
total		2,970,991,116

No.	years	Maintenance aux engine
1	1	38,453,675
2	2	36,452,259
3	3	37,502,077
4	4	42,959,270
5	5	37,341,339
total		192,708,620
total		385,417,240

No.	years	Maintenance DMP
1	1	183,637,186
2	2	184,218,555
3	3	184,808,145
4	4	194,080,822
5	5	188,711,691
total		935,456,399
total		3,356,408,356



Maintenance C18 550 kw

NO.	PM	TOTAL COST
1	250i	172,550
2	500	5,591,820
3	1000	9,100,170
4	1250	172,550
5	1500	5,591,820
6	1750	172,550
7	2000	9,100,170
8	2250	172,550
9	2500	5,591,820
10	2750	172,550
11	3000	16,454,650
12	3250	172,550
13	3500	5,591,820
14	3750	172,550
15	4000	9,100,170
16	4250	172,550
17	4500	5,591,820
18	4750	172,550
19	5000	10,623,456
20	5250	172,550
21	5500	5,591,820
22	5750	172,550
23	6000	18,165,506
24	6250	172,550
25	6500	5,591,820
26	6750	172,550
27	7000	9,100,170
28	7250	172,550
29	7500	5,591,820
30	7750	172,550

Total 1 tahun =
Total 1 tahun + 2.5 % =

83,890,666
96,474,265

Maintenance aux engine Yanmar 4
TNV 106 T

NO.	PM	TOTAL COST
1	100	410,860
2	200	410,860
3	300	410,860
4	400	410,860
5	500	410,860
6	600	410,860
7	700	410,860
8	800	410,860
9	900	410,860
10	1000	2,832,460
11	1100	410,860
12	1200	410,860
13	1300	410,860
14	1400	410,860
15	1500	410,860
16	1600	410,860
17	1700	410,860
18	1800	410,860
19	1900	410,860
20	2000	4,288,550
21	2100	410,860
22	2200	410,860
23	2300	410,860
24	2400	410,860
25	2500	410,860
26	2600	410,860
27	2700	410,860
28	2800	410,860
29	2900	410,860
30	3000	2,832,460

31	8000	9,100,170
32	8250	172,550
33	8500	5,591,820
34	8750	172,550
35	9000	16,454,650
36	9250	172,550
37	9500	5,591,820
38	9750	172,550
39	10000	10,623,456
40	10250	172,550
41	10500	5,591,820
42	10750	172,550
43	11000	9,100,170
44	11250	172,550
45	11500	5,591,820
46	11750	172,550
47	12000	18,165,506
48	12250	172,550
49	12500	5,591,820
50	12750	172,550
51	13000	9,100,170
52	13250	172,550
53	13500	5,591,820
54	13750	172,550
55	14000	9,100,170
56	14250	172,550
57	14500	5,591,820
58	14750	172,550
59	15000	16,454,650
60	15250	172,550
61	15500	5,591,820
62	15750	172,550
63	16000	9,100,170
64	16250	172,550
65	16500	5,591,820

Total 2 tahun =

93,128,552

Total 2 tahun + 2.5% =

111,754,262

31	3100	410,860
32	3200	410,860
33	3300	410,860
34	3400	410,860
35	3500	410,860
36	3600	410,860
37	3700	410,860
38	3800	410,860
39	3900	410,860
40	4000	6,241,150
41	4100	410,860
42	4200	410,860
43	4300	410,860
44	4400	410,860
45	4500	410,860
46	4600	410,860
47	4700	410,860
48	4800	410,860
49	4900	410,860
50	5000	2,832,460
51	5100	410,860
52	5200	410,860
53	5300	410,860
54	5400	410,860
55	5500	410,860
56	5600	410,860
57	5700	410,860
58	5800	410,860
59	5900	410,860
60	6000	2,832,460
61	6100	410,860
62	6200	410,860
63	6300	410,860
64	6400	410,860
65	6500	410,860

total 1 tahun =

37,515,780

total 1 tahun + 2.5 % =

38,453,675

Total 3 tahun =

91,605,266

Total 3 tahun + 4 % =

109,926,319

66	16750	172,550
67	17000	10,623,456
68	17250	172,550
69	17500	5,591,820
70	17750	172,550
71	18000	18,165,506
72	18250	172,550
73	18500	5,591,820
74	18750	172,550
75	19000	9,100,170
76	19250	172,550
77	19500	5,591,820
78	19750	172,550
79	20000	9,100,170
80	20250	172,550
81	20500	5,591,820
82	20750	172,550
83	21000	9,100,170
84	21250	172,550
85	21500	5,591,820
86	21750	172,550
87	22000	9,100,170
88	22250	172,550
89	22500	5,591,820
90	22750	172,550
91	23000	9,100,170
92	23250	172,550
93	23500	5,591,820
94	23750	172,550
95	24000	18,165,506
96	24250	172,550
97	24500	5,591,820
98	24750	172,550
99	25000	9,100,170

Total 4 tahun =

Total 4 tahun + 4% =

Total 5 tahun

Total 5 tahun + 5 % =

66	6600	410,860
67	6700	410,860
68	6800	410,860
69	6900	410,860
70	7000	2,832,460
71	7100	410,860
72	7200	410,860
73	7300	410,860
74	7400	410,860
75	7500	410,860
76	7600	410,860
77	7700	410,860
78	7800	410,860
79	7900	410,860
80	8000	4,288,550
81	8100	410,860
82	8200	410,860
83	8300	410,860
84	8400	410,860
85	8500	410,860
86	8600	410,860
87	8700	410,860
88	8800	410,860
89	8900	410,860
90	9000	2,832,460
91	9100	410,860
92	9200	410,860
93	9300	410,860
94	9400	410,860
95	9500	410,860
96	9600	410,860
97	9700	410,860
98	9800	410,860
99	9900	410,860
100	10000	4,288,550

Total 2 tahun =

total 2 tahun + 2.5 % =

35,563,180

36,452,259

No.	years	Maintenance C18
1	1	96,474,265
2	2	111,754,262
3	3	109,926,319
4	4	102,928,886
5	5	105,313,482
total		526,397,214
total		1,052,794,428

101	10100	410,860
102	10200	410,860
103	10300	410,860
104	10400	410,860
105	10500	410,860
106	10600	410,860
107	10700	410,860
108	10800	410,860
109	10900	410,860
110	11000	2,832,460
111	11100	410,860
112	11200	410,860
113	11300	410,860
114	11400	410,860
115	11500	410,860
116	11600	410,860
117	11700	410,860
118	11800	410,860
119	11900	410,860
120	12000	6,241,150
121	12100	410,860
122	12200	410,860
123	12300	410,860
124	12400	410,860
125	12500	410,860
126	12600	410,860
127	12700	410,860
128	12800	410,860
129	12900	410,860
130	13000	2,832,460
131	13100	410,860
132	13200	410,860
133	13300	410,860
134	13400	410,860
135	13500	410,860

136	13600	410,860
137	13700	410,860
138	13800	410,860
139	13900	410,860
140	14000	2,832,460
141	14100	410,860
142	14200	410,860
143	14300	410,860
144	14400	410,860
145	14500	410,860
146	14600	410,860
147	14700	410,860
148	14800	410,860
149	14900	410,860
150	15000	2,832,460
151	15100	410,860
152	15200	410,860
153	15300	410,860
154	15400	410,860
155	15500	410,860
156	15600	410,860
157	15700	410,860
158	15800	410,860
159	15900	410,860
160	16000	6,623,670
161	16100	410,860
162	16200	410,860
163	16300	410,860
164	16400	410,860
165	16500	410,860
166	16600	410,860
167	16700	410,860
168	16800	410,860
169	16900	410,860
170	17000	2,832,460

Total 3 tahun =
total 3 tahun + 4 % =

36,059,690
37,502,077

171	17100	410,860
172	17200	410,860
173	17300	410,860
174	17400	410,860
175	17500	410,860
176	17600	410,860
177	17700	410,860
178	17800	410,860
179	17900	410,860
180	18000	4,288,550
181	18100	410,860
182	18200	410,860
183	18300	410,860
184	18400	410,860
185	18500	410,860
186	18600	410,860
187	18700	410,860
188	18800	410,860
189	18900	410,860
190	19000	2,832,460
191	19100	410,860
192	19200	410,860
193	19300	410,860
194	19400	410,860
195	19500	410,860
196	19600	410,860
197	19700	410,860
198	19800	410,860
199	19900	410,860
200	20000	6,241,150
201	20100	410,860
202	20200	410,860
203	20300	410,860
204	20400	410,860
205	20500	410,860

Total 4 tahun =

total 4 tahun + 4 % =

41,306,990

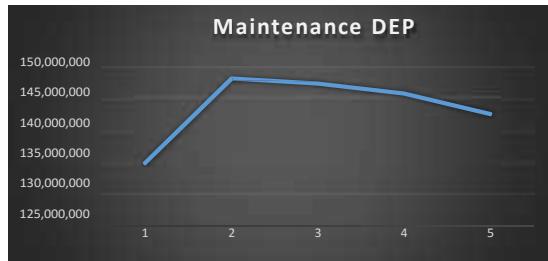
42,959,270

206	20600	410,860
207	20700	410,860
208	20800	410,860
209	20900	410,860
210	21000	2,832,460
211	21100	410,860
212	21200	410,860
213	21300	410,860
214	21400	410,860
215	21500	410,860
216	21600	410,860
217	21700	410,860
218	21800	410,860
219	21900	410,860
220	22000	4,288,550
221	22100	410,860
222	22200	410,860
223	22300	410,860
224	22400	410,860
225	22500	410,860
226	22600	410,860
227	22700	410,860
228	22800	410,860
229	22900	410,860
230	23000	2,832,460
231	23100	410,860
232	23200	410,860
233	23300	410,860
234	23400	410,860
235	23500	410,860
236	23600	410,860
237	23700	410,860
238	23800	410,860
239	23900	410,860
240	24000	4,288,550
241	24100	410,860
242	24200	410,860
243	24300	410,860

244	24400	410,860
245	24500	410,860
246	24600	410,860
247	24700	410,860
248	24800	410,860
249	24900	410,860
250	25000	2,832,460

Total 5 tahun = 35,563,180
 total 5 tahun + 5 % = 37,341,339

No.	years	Maintenance DEP
1	1	134,927,940
2	2	148,206,521
3	3	147,428,396
4	4	145,888,156
5	5	142,654,821
total		719,105,834



BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir ini adalah :

1. Untuk komponen-komponen dalam system Diesel Mechanical Propulsion yang digunakan adalah empat buah main engine dengan tipe Yanmar 6KDE dan dua buah auxiliary engine tipe Yanmar 4TNV 106T. Sedangkan untuk komponen-komponen dalam system Diesel Electric Propulsion berupa dua buah generator set tipe Caterpillar C18 dan juga dua buah auxiliary engine tipe Yanmar 4TNV 106T
2. Perbandingan biaya operasional antara engine Diesel Electrical Propulsion jauh lebih menguntungkan yaitu sebesar Rp 64,256,770,428 sedangkan jika dibandingkan dengan Diesel Mechanical Propulsion yang lebih mahal dengan harga Rp 68,808,466,116 dalam 5 tahun dengan memperhitungkan inflasi sebesar 5% dalam tempo lima tahun. Sehingga biaya operasional lebih menguntungkan Diesel Electrical Propulsion dibandingkan Diesel Mechanical Propulsion.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- MAN BW, “*Diesel -electric Propulsion Plants*”, Brief Guideline, MAN BW.
- Gaspar.M.h; Erikstad Ove Stein., “*Extanding the Energy Efficiency Design Index to Handle Non – Transport Vessel*”, Trondheim, Norway.
- Caterpillar, “*Conventional Propulsion Versus Diesel Electric Propulsion*”, Guideline, CAT.
- Suyadi, ”*diesel electric propulsion sebagai alternative power plant pada kapal-kapal komersial*”, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Aulia Windyandari dan Dedy Wahyudi, ”*Methodology of the hybrid propulsion system for trimaran type fast patrol boat*” Universitas Diponogoro.
- Alf Kåre Ådnanes, “*Maritime Electrical Installations And Diesel Electric Propulsion*”. ABB as marine
- Fretty Harauli Sitohang, ”*Tinjauan teknis ekonomis perbandingan penggunaan diesel engine dan motor listrik sebagai penggerak cargo pump pada kapal tanker KM. avila*”. Teknik Sistem Perkapalan FTK -ITS <http://bisniskeuangan.kompas.com/>
- Harvald,Sv,Aa(1983). ”*Resistance and Propulsion of Ship*”. www.marineinsight.com
- [.www.marinediesels.co.UK](http://www.marinediesels.co.UK)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS



FAUZI AGUSTIAN, lahir pada 29Agustus 1993 di Surabaya sebabagai anak kedua dari pasangan Bpk. Muryadin dan Ibu Fatimah. Setelah menempuh pendidikan formal di SD Medokan Ayu II Surabaya, SMP Al-Hikmah Surabaya dan SMA Muhammadiyah 2Surabaya, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di S1 Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS pada tahun 2011. Pada akhir masa pendidikannya, penulis terpilih untuk mengerjakan tugas akhir di Laboratorium Marine Power Plan. Dibawah bimbingan Ir. AgukZuhdi M.F, M.Eng, Ph.D dan Semin, S.T, M.T, Ph.D penulis mengambil topik Analisa perbandingan Diesel Electric Propulsion (DEP) & Diesel Mechanical Propulsion (DMP) system pada kapal ferry ditinjau dari biaya operasional.

Dengan semangat serta motivasi tinggi, penulis akhirnya mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini serta menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Sistem Perkapan FTK-ITS

