

3100001013020

TUGAS AKHIR
NE 1701

STUDY PENENTUAN KAPASITAS GENSET TEKNIS DAN
PERHITUNGAN EKONOMIS PADA KAPAL PAX 500



RSSp
623. 850 3
WIB
S-1
1999

Oleh :

GUNTUR WIBOWO

NRP. 4294 100 021

PERPUSTAKAAN I T S	
Tgl. Terima	28 - 6 - 2010
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	21-477

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999

LEMBAR PENGESAHAN

STUDY PENENTUAN KAPASITAS GENSET TEKNIS DAN PERHITUNGAN EKONOMIS PADA KAPAL PAX 500

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, Februari 1999

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing,



Ir. Sardono Sarwito, MSc
NIP. 131 651 255

SURABAYA
Februari, 1999



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN**

Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111 Telp. 5948757 & 5947274 Pes. 261 – 262 Telex 34224

TUGAS AKHIR NE 1701

Nama : Guntur Wibowo
NRP : 4294100021
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito, MSc
Tgl. diberikan tugas : 17/09/1998
Tgl. diselesaikan tugas : Pebruari 1999
Judul Tugas Akhir : STUDY PENENTUAN KAPASITAS GENSET TEKNIS DAN PERHITUNGAN EKONOMIS PADA KAPAL PAX 500

Dosen Pembimbing,


Ir. Sardono Sarwito
NIP. 131 651 255

Mahasiswa,


Guntur Wibowo
NRP 4294100021

Surabaya, Pebruari 1999

Ketua Jurusan,



DR. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.
NIP. 131 407 591

Di buat rangkap 4 (empat) untuk :
-Arsip Jurusan TSP.
-Dosen Pembimbing ybs.
-Mahasiswa ybs.
-Koordinator T.A.-TSP.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap syukur ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan berkah dan rahmat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Adapun penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari perjuangan yang telah dilakukan oleh penulis dengan bantuan dosen-dosen, rekan-rekan mahasiswa, dan juga keluarga.

Tak lupa penulis ingin mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. A. A. Masroeri, M. Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
2. Bapak Ir. Sardono Sarwito, MSc., selaku dosen pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. A. A. Masroeri, M. Eng., selaku dosen wali selama masa kuliah di Teknik Sistem Perkapalan.
4. Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
5. Pimpinan dan karyawan PT. PAL Indonesia.
6. Ayah dan Ibu, adik-adikku dan saudara-saudaraku yang tercinta.
7. Kresno H, Punta A, Teddy "Bear", Idi P, Irawan, Agung S, Anwar, Abdul H, Frenky, Wawan, Herri M, Irdam, Nur Hidayat, David, Harris H, Dueng D, Susan, Wahyu S, Ratno H, Ardyan A, Agus P, Kartolo cs dan sahabatku semua.

Penulis mohon maaf apabila ada kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam penulisan Tugas Akhir ini dan diharapkan saran serta kritik yang membangun guna lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Pebruari 1999

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR v

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR NOTASI vii

ABSTRAK viii

BAB I PENDAHULUAN

- | | |
|-----------------------------|-----|
| 1.1. Latar Belakang Masalah | I-1 |
| 1.2. Permasalahan | I-2 |
| 1.3. Tujuan Penulisan | I-3 |
| 1.4. Pembatasan Masalah | I-3 |
| 1.5. Sistematika Penulisan | I-4 |

BAB II DASAR TEORI

- | | |
|--------------------------------------|------|
| 2.1. Konversi Energi Elektromagnetik | II-1 |
| 2.2. Faktor Daya | II-2 |
| 2.3. Perhitungan Tiga Fasa | II-3 |
| 2.3.1. Hubungan Bintang | II-4 |
| 2.3.2. Hubungan Delta (Δ) | II-6 |
| 2.4. Reaksi Jangkar | II-8 |

2.5. Kerja Paralel Alternator	II-10
-------------------------------	-------

BAB III ANALISA DAN PERHITUNGAN BEBAN GENSET

3.1. Umum	III-1
3.2. Plant Unit Pembangkit Daya Listrik di Kapal	III-2
3.2.1. Instalasi Generator Utama	III-2
3.2.2. Pemilihan Plant Unit Generator	III-3
3.3. Analisa Beban Genset	III-4
3.4. Penentuan Kapasitas Genset	III-6

BAB IV TINJAUAN EKONOMIS TERHADAP INVESTASI

4.1. Umum	IV-1
4.2. Dasar Teori	IV-2
4.2.1. Dasar-dasar Perhitungan	IV-2
4.2.2. Metode Analisa Ekonomi dan Finansial	IV-6
4.2.3. Perhitungan Biaya Total Genset	IV-14
4.3. Contoh Perhitungan Biaya-Biaya Genset	IV-16
4.4. Contoh Penggunaan Metode Break Even	IV-21

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan wye (Y) dan urutan fasa abc

Gambar 2.2. Fasor diagram urutan fasa abc dan fasa acb

Gambar 2.3. Hubungan delta (Δ)

Gambar 2.4. Hubungan antara arus kawat dengan arus fasa

Gambar 2.5. Kondisi reaksi jangkar

Gambar 4.1. Biaya- biaya variabel dan biaya- biaya tetap linier

Gambar 4.2. Ilustrasi grafik untuk break-event diantara dua alternatif

DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Total Load Genset

Tabel 3.2. Faktor Beban Genset

Tabel 3.3. Alternatif- alternatif Genset

Tabel 4.1. Contoh Perbedaan Biaya Dari Alternatif Optimum

DAFTAR NOTASI

DAFTAR NOTASI

V	= Tegangan	(Volt)
I	= Arus	(Ampere)
P	= Daya	(kva)
i	= Bunga bank	(%)
SFOC	= Specific Fuel Oil Consumption	(gr/kW.h)
SLOC	= Specific Lubricating Oil Consumption	(kg/h)

ABSTRAK

ABSTRAK

Study Penentuan Kapasitas Genset Teknis dan Perhitungan Ekonomis Pada Kapal PAX 500

*Oleh
Guntur Wibowo (4294100021)*

Suatu instalasi pembangkit tenaga listrik adalah merupakan suatu hal yang sangat vital untuk keperluan kapal yang beroperasi dan untuk keselamatan serta kenyamanan para penumpang dan crew di kapal. Untuk maksud ini, instalasi pembangkit tenaga listrik di kapal PAX 500 dilengkapi dengan empat buah Genset Caterpillar 3412 DI-T yang masing-masing dayanya 340 kW.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya listrik di kapal, maka haruslah dilakukan perhitungan beban-beban listrik yang terpasang pada kapal PAX 500. Setelah besarnya kebutuhan daya listrik diketahui, kemudian dihitung faktor beban dari beberapa alternatif genset dan dipilih dari alternatif-alternatif tersebut yang memenuhi syarat secara teknis.

Selanjutnya dalam menentukan genset yang tepat tentu perlu suatu analisa ekonomi, dari berbagai alternatif-alternatif genset yang sudah memenuhi syarat secara teknis. Sehingga akhirnya dapat dipilih suatu Genset terpasang yang optimum untuk dioperasikan dan juga diharapkan dapat dipakai sebagai pertimbangan atau referensi dalam penentuan Genset untuk kapal PAX 500 generasi selanjutnya. Sedangkan dari hasil perhitungan dan analisa secara teknis maupun ekonomis maka diperoleh alternatif yang optimum, yaitu Caterpillar 3408C dayanya 310 kW.

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Untuk menunjang kebutuhan dan pelayanan kapal, kebutuhan akan tersedianya daya listrik mutlak diperlukan terutama untuk suplai peralatan dan permesinan yang memakai listrik sebagai tenaga penggeraknya dan kebutuhan akan daya listrik untuk penerangan baik saat malam hari maupun siang hari. Oleh karena itu sistem pelistrikan di kapal harus terdiri dari peralatan yang dapat memelihara kontinuitas pelayanan keamanan dan kenyamanan anak buah kapal beserta penumpangnya selama berlayar dengan kondisi kapal yang terisolasi dari sumber energi listrik luar.

Daya listrik diperlukan untuk menggerakkan motor-motor dari permesinan bantu di kamar mesin dan mesin-mesin geladak di kapal, penerangan interior dan eksterior, pengkondisian udara (AC) dan ventilasi, perlengkapan dapur, sistem sanitari serta sistem pelayanan yang lain. Selain itu daya listrik juga harus disediakan untuk sistem navigasi dan sistem komunikasi.

Dalam perencanaan dan penentuan kapasitas genset sebagai pembangkit daya listrik di kapal, harus dilakukan analisa-analisa perhitungan yang didasarkan pada hal-hal: perhitungan beban, load factor dari peralatan-peralatan yang membutuhkan arus listrik, pemakaian bersamaan (diversity factor), dll. Sehingga daya listrik yang disediakan oleh genset harus dapat memenuhi kebutuhan listrik

peralatan-peralatan yang bekerja di dalam kapal, baik dalam keadaan berlabuh, meninggalkan pelabuhan, maupun berlayar.

Untuk mendapatkan suatu kapal yang mempunyai nilai ekonomis maka diperlukan suatu design kapal yang dapat mengakomodasikan keperluan ini. Kapal yang mempunyai nilai ekonomis tinggi tidak hanya terletak pada konstruksinya tetapi biaya operasional kapal juga mempengaruhi nilai ekonomis kapal. Salah satu bagian yang mempengaruhi nilai ekonomis kapal adalah pemilihan genset sebagai unit pembangkit daya listrik. Oleh karena itu, selain perhitungan teknis penentuan kapasitas genset, juga harus dilakukan perhitungan ataupun tinjauan ekonomis untuk pemilihan genset yang terpasang pada kapal. Pemilihan genset terpasang di kapal yang mempunyai total cost terendah untuk interval waktu tertentu akan juga dikerjakan pada tugas akhir ini. Kenaikan biaya dalam interval ini dideskripsikan dalam suatu perhitungan dari biaya bahan bakar, minyak pelumas, perawatan, investasi dan asuransi.

1.2. Permasalahan

Untuk menentukan kapasitas genset terpasang pada kapal PAX 500, kita perlu tahu semua peralatan-peralatan yang akan disuplai oleh daya listrik tersebut. Perhitungan teknis ini berdasarkan pada besarnya beban-beban listrik yang bekerja pada kapal dan berbagai kondisi operasi kapal.

Untuk memilih genset terpasang paling ekonomis diantara 2 atau lebih genset yang ada di pasaran maka setiap genset harus dibandingkan satu sama lain karena masing-masing genset sebagai unit pembangkit daya listrik di kapal mempunyai kelebihan dan kekurangan tersendiri. Untuk mendapatkan genset

terpasang yang paling ekonomis diperlukan suatu analisa untuk memprediksi perkembangan biaya dari genset yang digunakan.

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Menghitung besarnya beban-beban listrik yang terpasang pada kapal PAX 500.
2. Menghitung dan memilih dari beberapa alternatif-alternatif genset.
3. Memilih genset dari alternatif-alternatif di pasaran yang mempunyai total cost terendah untuk interval waktu yang ditentukan.

1.4. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah digunakan dalam penulisan tugas akhir ini bertujuan agar penyelesaian masalah dapat terarah. Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan daya dari masing-masing peralatan sesuai dengan data-data yang diambil dari lapangan.
2. Load factor yang ada berdasarkan data dari PT. PAL Indonesia.
3. Tidak merencanakan instalasi listrik.
4. Plant unit pembangkit daya listrik berdasarkan kondisi di kapal PAX 500.
5. Penelitian tidak membahas dan meneliti operasional dari genset yang akan dipasang.
6. Tidak membahas tentang paralel generator.

1.5. Metodologi Penulisan

Dalam tugas akhir ini, metode yang digunakan untuk menyelesaikan adalah:

- * Pencarian data dilakukan di PT. PAL Indonesia.
- * Perhitungan beban-beban listrik terpasang pada kapal PAX 500.
- * Perhitungan faktor beban genset dari beberapa alternatif.
- * Perhitungan biaya pembangkit daya listrik dalam interval waktu yang ditentukan.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

BAB II Dasar Teori

BAB III Analisa dan Perhitungan Beban Genset

BAB IV Tinjauan Ekonomis Terhadap Investasi

BAB V Kesimpulan dan Saran

BAB II

DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Konversi Energi Elektromagnetik

Salah satu aspek penting dalam sistem tenaga adalah yang menyangkut konversi energi elektromagnetik; yaitu konversi energi dari bentuk mekanik ke listrik dan dari bentuk listrik ke bentuk mekanik. Konversi energi tersebut berlangsung pada sistem tenaga melalui peralatan elektromagnetik yang disebut generator dan motor.

Konversi energi baik dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari satu sistem ke sistem yang lainnya, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus sebagai medium untuk mengkopel proses perubahan energi.

Dengan mengingat hukum kekekalan energi, proses konversi energi elektromagnetik (dalam hal ini sebagai aksi motor) dapat dinyatakan sebagai berikut:

Energi listrik sebagai input = Energi mekanik sebagai output + Energi yang dirubah menjadi panas + Energi tersimpan pada medan magnet.

Atau setelah Σ rugi dikelompokkan:

Energi listrik – rugi tahanan = Energi mekanis – rugi gesekan + Energi tersimpan pada medan magnet plus \sum rugi yang menyertainya atau dalam bentuk diferensial.

$$dW_E = dW_M + dW_F$$

Diatas telah diterangkan bahwa energi yang diubah dari satu ke lain sistem akan disimpan sementara pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya dan secara matematika dinyatakan oleh persamaan diferensial.

$$dW_E = dW_M + dW_F \quad (\text{untuk Aksi Motor})$$

Hal tersebut diatas hanya berlaku ketika proses konversi energi sedang berlangsung, artinya berlaku untuk keadaan dinamis yang transient. Untuk keadaan tunak, dimana fluks merupakan harga yang konstan, maka

$$dW_F = \Im d\Phi$$

dimana: \Im =gaya gerak magnet

$d\Phi$ =perubahan fluks

$$dW_F=0$$

$$dW_E = dW_M$$

(Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, oleh Zuhal)

2.2. Faktor Daya

Daya rata-rata bukan fungsi rms dari arus dan tegangan saja, tetapi ada unsur perbedaan sudut fasa arus dan tegangan.

Maka persamaan daya:

$$P = V I \cos\phi$$

Dimana: V =harga efektif tegangan

I =harga efektif arus

$\cos\phi$ =sudut faktor daya

Tegangan dikalikan dengan arus disebut daya semu. Daya rata-rata dibagi daya nyata disebut faktor daya. Untuk arus dan tegangan sinusoid, faktor daya dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Faktor Daya} = \frac{P}{VI} = \frac{VI \cos\phi}{VI} = \cos\phi$$

ϕ dinamakan sudut faktor daya; sudut ini menentukan kondisi (I) arus mendahului atau tertinggal terhadap tegangan.

Bila sebuah beban diberi tegangan, impedansi dari beban tersebut akan menentukan besar arus dan sudut fasa yang mengalir pada beban tersebut. Faktor daya merupakan petunjuk yang manyatakan sifat suatu beban.

(*Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, oleh Zuhal*)

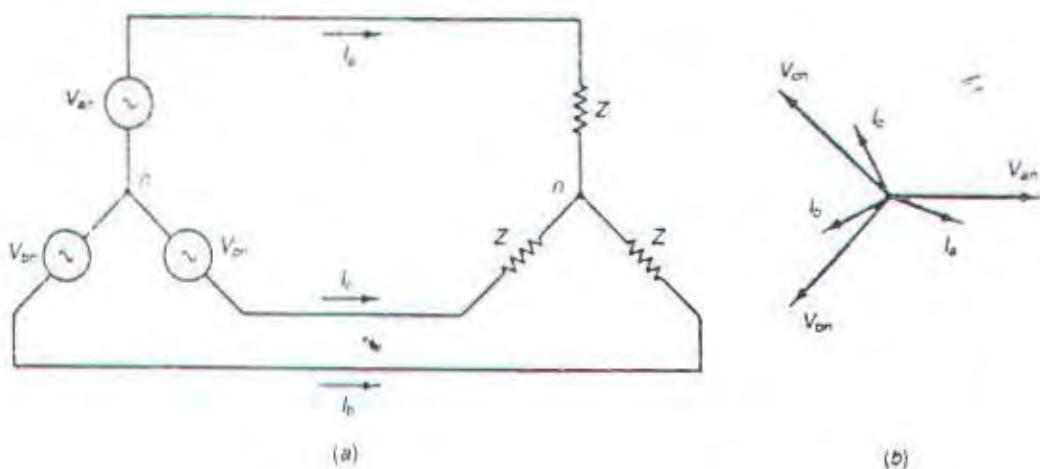
2.3. Perhitungan Tiga Fasa

Hampir semua listrik yang digunakan oleh industri, dibangkitkan, ditransmisikan, dan didistribusikan dalam sistem tiga fasa. Sistem tiga fasa ini memiliki besar yang sama (untuk tegangan atau arus) tetapi mempunyai perbedaan sudut sebesar 120° antar fasanya. Sumbu ini disebut juga sumbu yang seimbang.

Apabila sumber mensuplai sebuah beban seimbang, maka arus-arus yang mengalir pada masing-masing pengantar akan memiliki besar yang sama

dan berbeda sudut fasa sebesar 120° satu sama lain. Arus-arus ini disebut arus seimbang.

Gambar 2.1 memperlihatkan sebuah rangkaian sederhana dan diagram fasor sebuah sistem seimbang.



Gambar 2.1 Hubungan wye (Y) dan urutan fasa abc

Sistem pada gambar 2.1 disebut sistem urutan abc, dimana fasa b tertinggal 120° terhadap fasa a, dan fasa c tertinggal 120° terhadap fasa b. Hanya satu kemungkinan urutan lagi selain urutan abc, yaitu acb.

(*Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, oleh Zuhal*)

2.3.1. Hubungan Bintang

Beban pada gambar 2.1a dihubungkan dengan cara hubungan wye (Y). Hubungan bintang kadang-kadang dikenal sebagai sistem hubungan wye. Dalam hubungan tipe wye ini tegangannya adalah tegangan kawat netral dan arus yang mengalir pada tiap fasa beban adalah arus kawat. Tegangan antara masing-masing kawat (saluran) dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_{ab} = V_{an} + V_{nb} = V_{an} - V_{bn}$$

$$V_{bc} = V_{bn} - V_{cn}$$

$$V_{ca} = V_{an} - V_{an}$$

Secara sistematis dari gambar 2.1b untuk urutan fasa abc dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$V_{ab} = V_{an} \sqrt{3} \angle 30^\circ$$

$$V_{bc} = V_{bn} \sqrt{3} \angle 30^\circ$$

$$V_{ca} = V_{cn} \sqrt{3} \angle 30^\circ$$

Masing-masing tegangan kawat-kawat terdahulu 30° dan $\sqrt{3}$ kali sebesar terhadap tegangan kawat netral. Untuk urutan fasa acb persamaan di atas akan menjadi:

$$V_{ab} = V_{an} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$V_{bc} = V_{bn} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$V_{ca} = V_{cn} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

Untuk urutan ini tegangan kawat-kawat tertinggal 30° terhadap tegangan kawat-kawat netral. Fasor diagram untuk kedua jenis urutan fasa ini dapat dilihat pada gambar 2.2.

Daya yang digunakan pada masing-masing fasa pada beban adalah:

$$P_{1\phi} = |V_{an}| I_1 \cos\phi$$

Dimana I_1 = arus I_a

$\cos\phi$ = faktor daya

Untuk sistem yang seimbang, daya total yang dipergunakan adalah

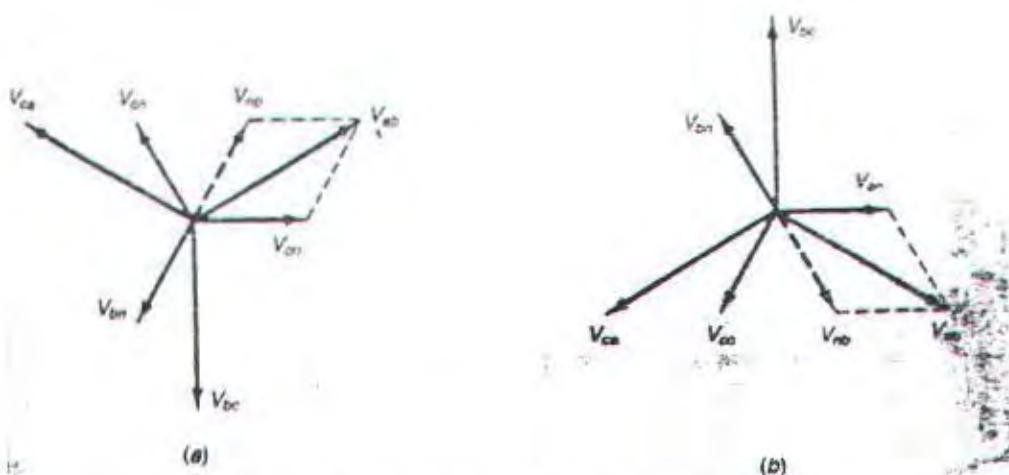
$$P_T = P_{3\phi} = 3 |V_{an}| I_1 \cos\phi$$

$$= 3 \frac{V_H}{\sqrt{3}} I_1 \cos\phi$$

$$= \sqrt{3} V_H I_1 \cos\phi$$

dimana V_{ll} = tegangan kawat ke kawat

I_1 = arus kawat ke kawat

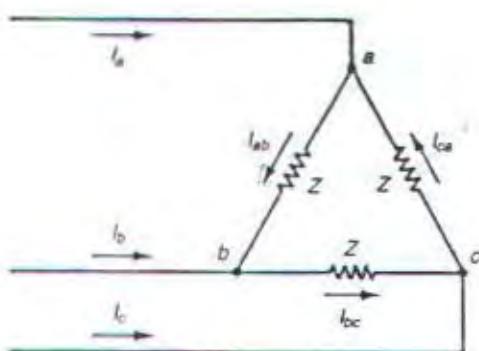


Gambar 2.2 Fasor diagram urutan fasa abc dan fasa acb

(*Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, oleh Zuhal*)

2.3.2. Hubungan Delta (Δ)

Selain hubungan bintang ini masih terdapat satu buah hubungan lain untuk beban yang seimbang, yaitu hubungan delta (Δ) seperti digambarkan pada gambar 2.3.



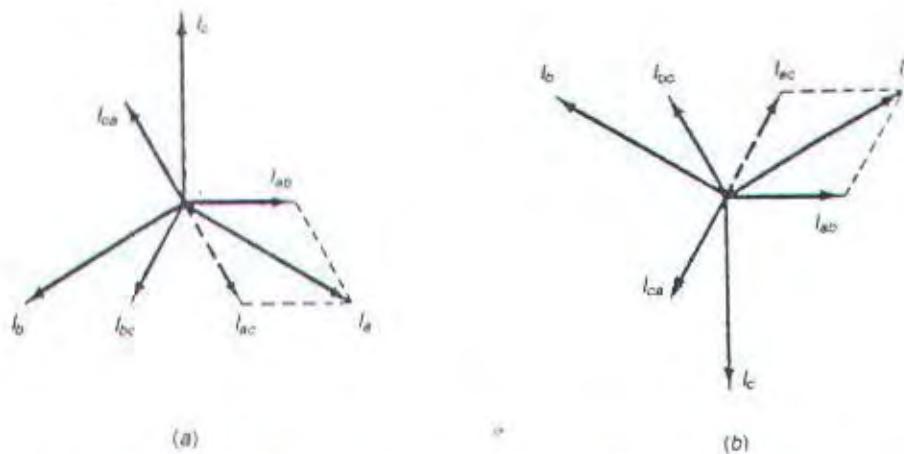
Gambar 2.3 Hubungan delta (Δ)

Tegangan pada hubungan delta ini adalah tegangan kawat ke kawat. Hubungan antara arus kawat dengan arus yang mengalir pada beban dapat dijelaskan dengan rumus (lihat gambar 2.4).

$$I_a = I_{ab} + I_{ac} = I_{ab} - I_{ca}$$

$$I_b = I_{bc} - I_{ab}$$

$$I_c = I_{ca} - I_{bc}$$



Gambar 2.4 Hubungan antara arus kawat dengan arus fasa

Hubungan antara arus kawat pada hubungan delta untuk urutan fasa abc dan acb dapat dijelaskan melalui persamaan-persamaan di bawah ini.

$$I_a = I_{ab} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$I_b = I_{bc} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$I_c = I_{ca} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

Untuk urutan fasa abc, arus kawat $\sqrt{3}$ kali arus fasa dan tertinggal 30° arus fasa. $I_a = I_{ab} \sqrt{3} \angle -30^\circ$

$$I_b = I_{bc} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$I_c = I_{ca} \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

Untuk urutan fasa acb, arus terdahulu 30° terhadap arus fasa.

Daya yang dikonsumsi setiap fasa pada beban gambar 2.3 adalah:

$$P_{1\phi} = V_H | I_{ab} | \cos\phi$$

Dimana V_H = tegangan V_{ab}

$\cos\phi$ = faktor daya

Untuk sistem yang seimbang, daya total yang dikonsumsi ke beban adalah

$$P_T = 3P_{1\phi} = 3 V_H | I_{ab} | \cos\phi$$

$$= 3 V_H \frac{I_1}{\sqrt{3}} \cos\phi$$

$$= \sqrt{3} V_H I_1 \cos\phi$$

dimana I_1 = arus kawat

(Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, oleh Zuhal)

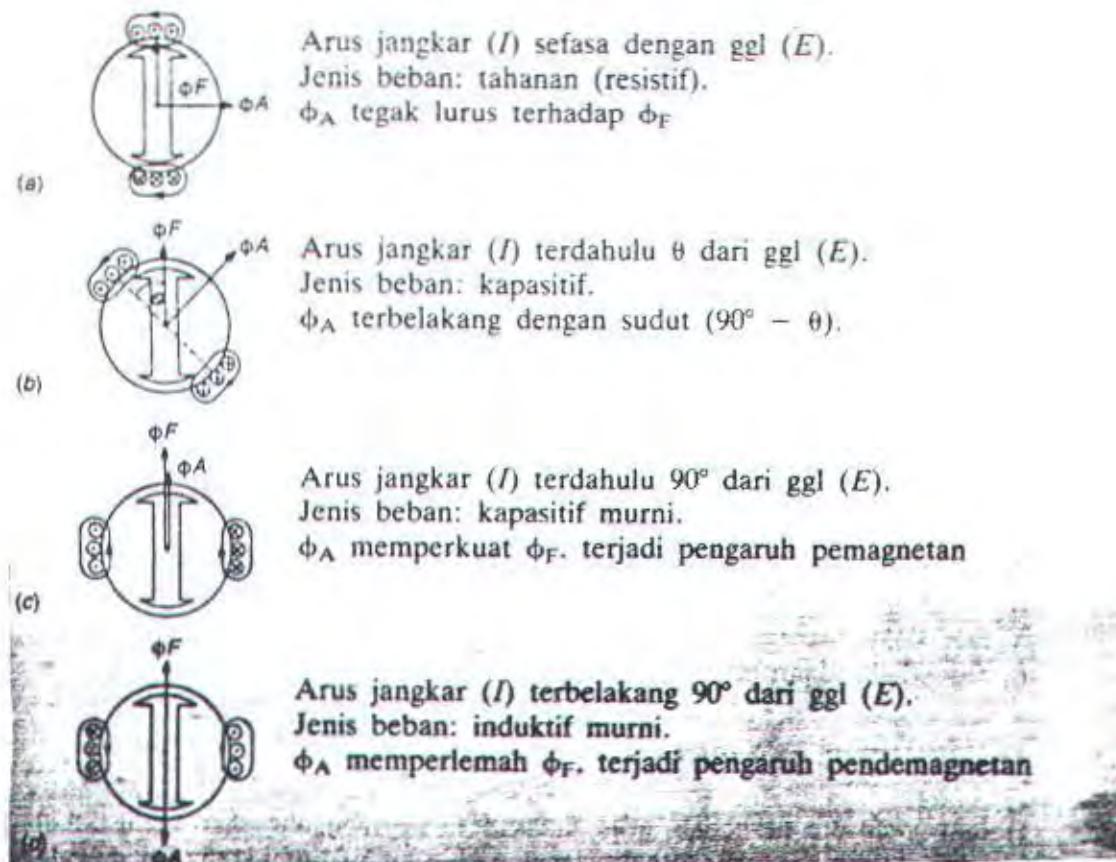
2.4. Reaksi Jangkar

Apabila generator sinkron (alternator) melayani beban, maka pada kumparan jangkar stator mengalir arus, dan arus ini menimbulkan fluks jangkar. Fluks jangkar yang ditimbulkan arus (Φ_A) akan berinteraksi dengan yang dihasilkan kumparan medan rotor (Φ_F), sehingga menghasilkan fluks resultante (Φ_R).

$$\Phi_R = \Phi_F + \Phi_A ; \text{jumlah secara vektor.}$$

Adanya interaksi ini dikenal sebagai reaksi jangkar.

Kondisi reaksi jangkar untuk berbagai macam jenis beban adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Kondisi reaksi jangkar

Terlihat bahwa reaksi jangkar pada alternator bergantung pada jenis beban yang dilayani, dengan perkataan lain bergantung pada sudut fasa antara arus jangkar (I) dengan tegangan induksi (ggl).

(*Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, oleh Zuhal*)

2.5. Kerja Paralel Alternator

Untuk melayani beban berkembang, ada kalanya kita harus memparalelkan dua atau lebih alternator dengan maksud memperbesar kapasitas daya yang dibangkitkan. Selain untuk tujuan di atas, kerja paralel juga sering dibutuhkan untuk menjaga kontinuitas pelayanan apabila ada mesin (alternator) yang harus dihentikan, misalnya untuk istirahat atau reparasi. Untuk maksud memparalel ini, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Harga sesaat ggl kedua alternator harus sama dalam kebesarannya, dan bertentangan dalam arah. Atau harga sesaat ggl alternator harus sama dalam kebesarannya dan bertentangan dalam arah dengan harga efektif tegangan jala-jala.
2. Frekuensi kedua alternator atau alternator dengan jala-jala harus sama.
3. Fasa kedua alternator harus sama dan bertentangan setiap saat.
4. Urutan fasa kedua alternator harus sama.

BAB III

ANALISA DAN PERHITUNGAN BEBAN GENSET

BAB III

ANALISA DAN PERHITUNGAN BEBAN GENSET

3.1. Umum

Dalam menentukan daya Genset yang akan digunakan untuk melayani kebutuhan listrik di kapal, maka diperlukan pertimbangan-pertimbangan agar Genset yang digunakan dapat melayani kebutuhan listrik secara optimal pada berbagai kondisi operasi kapal. Adapun pertimbangan-pertimbangan tersebut, antara lain:

- Daya total dari peralatan listrik dan penerangan.
- Faktor daya dari peralatan atau penerangan.
- Penggunaan pada waktu berlayar, berlabuh maupun melakukan manuver di laut.

Dengan adanya pertimbangan-pertimbangan tersebut di atas, maka didapatkan suatu kebutuhan daya listrik di kapal pada masing-masing kondisi operasi kapal. Genset terpasang sebagai unit pembangkit daya listrik di kapal harus mampu melayani kebutuhan daya listrik di kapal pada berbagai kondisi operasi kapal.

3.2. Plant Unit Pembangkit Daya Listrik di Kapal

Desain plant dari unit pembangkit daya listrik harus selalu berpegangan pada prinsip teknis dan ekonomis. Secara teknis plant harus dapat melayani untuk semua aktifitas utama kapal pada kondisi operasinya. Seringkali secara teknis

desain memenuhi syarat yang ditentukan, tetapi dari segi teknis sangat merugikan pemilik kapal. Disebabkan oleh perencanaan plant pembangkit daya listrik yang menyupplai daya jauh lebih tinggi dari kebutuhan yang ada.

Dalam perkembangannya aspek ekonomis semakin menjadi perhatian dalam setiap desain suatu rancangan. Setiap persaingan dalam bidang teknologi selain dari aspek teknis, aspek ekonomis juga sangat menentukan bahwa hasil teknologi itu layak untuk dimanfaatkan.

Dalam aktifitas utama kapal kebutuhan listrik dipenuhi oleh unit generator. Generator disamping mempunyai sistem penggerak sendiri juga dapat menggunakan generator berpenggerak poros atau Power Take Off (PTO). Keuntungan yang didapat dari sistem PTO adalah pengurangan dari pemakaian bahan bakar. Tetapi tidak pada semua aktifitas kapal kebutuhan daya listrik dapat dipenuhi dengan sistem ini. Hal ini disebabkan sistem PTO sangat bergantung dari pengoperasian mesin induk.

3.2.1. Instalasi Generator Utama

Sekurang-kurangnya dua agregat utama terpisah masing-masing harus disediakan untuk pemberian daya instalasi listrik. Daya keluarannya harus berukuran sedemikian hingga daya keluar generator masih bersisa dan cukup untuk menutup kebutuhan daya dalam kondisi berlayar dan manuver ketika agregat rusak atau diberhentikan.

Direkomendasikan bahwa paling sedikit satu generator terpisah dari sistem penggerak utama harus disediakan.

(BKI vol.IV)

Instalasi generator berpenggerak poros, yang generatornya digerakkan dengan mesin induk pada putaran yang bervariasi sebagai fungsi dari olah gerak yang dilakukan, tidak dianggap sebagai instalasi generator utama.

Instalasi generator berpenggerak poros harus dilengkapi elemen pengendali yang pasti mempertahankan tegangan dan biia perlu juga frekwensi didalam batas-batas yang diizinkan bila generator diputar dalambatas kecepatan yang direncanakan, untuk menjalankan instalasi generator berpenggerak poros pada daya-keluar noinal yang sekurang-kurangnya masih mungkin pada 75% sampai 100% dan untuk waktu singkat sampai dengan 120% dari putaran nominal mesin utama.

Generator berpenggerak poros yang dioperasikan pada kecepatan putar yang hampir konstan pada semua tingkatan kecepatan dari kapal (misal CPP) dapat diakui sebagai generator utama, asalkan mesin utama dapat diasut dan tetap dijalankan biarpun agregat terpisah yang terbesar rusak.

(BKI vol.IV)

3.2.2. Pemilihan Plant Unit Generator

Beberapa pertimbangan untuk mendapatkan plant unit generator yang memenuhi klasifikasi adalah:

- Daya keluar dari generator yang sekurang-kurangnya diperlukan untuk pelayanan (pelayaran) di laut harus 15% lebih tinggi daripada kebutuhan daya yang ditetapkan dalam balans daya. Dengan alasan utama sebagai berikut:

- * Daya cadangan harus dimasukkan perhitungan untuk menutup kebutuhan daya pada puncak beban waktu singkat. misal bila secara otomatis mengasut motor-motor besar.
 - * Konsumsi listrik memungkinkan untuk bertambah pada waktu yang akan datang
 - * Peralatan yang berumur mengakibatkan efisiensi generator menurun.
- Paling sedikit satu generator terpisah dari sistem penggerak utama harus disediakan.

3.3. Analisa Beban Genset

Pada saat merencanakan kapasitas daya Genset yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan daya listrik di kapal, terutama sewaktu melakukan perhitungan analisa beban pada seluruh bagian yang akan disuplai oleh daya listrik tersebut. Satu hal yang harus diketahui adalah besarnya load faktor dari masing-masing peralatan tersebut, dimana nilai load factornya akan dikaikan dengan konsumsi daya listrik maksimum dari masing-masing peralatan tersebut. Sehingga nantinya kapasitas daya Genset yang direncanakan tersebut betul-betul sesuai dengan kebutuhan daya listrik yang harus disediakan di kapal, tanpa kekurangan ataupun kelebihan daya listrik yang menyebabkan pemborosan daya terutama pada pengkonsumsian bahan bakar oleh motor dari penggerak generatornya. Hal inilah yang menentukan pengoptimalan untuk menentukan besarnya kapasitas Genset yang dibutuhkan dan juga pemilihan Genset.

Adapun pertimbangan lain yang harus diperhatikan yaitu kebutuhan daya listrik untuk berbagai kondisi operasi kapal pada saat berlayar, berlabuh dan melakukan manuver. Dari sini kita akan ketahui besarnya beban-beban kebutuhan listrik pada masing-masing kondisi operasi kapal. Dan tentunya didapat beban maksimum, apakah pada saat berlayar, berlabuh ataupun melakukan manuver. Sehingga dengan diketahui beban-beban kebutuhan listrik pada masing-masing kondisi operasi kapal dan beban maksimumnya, maka kapasitas daya Genset bisa ditentukan dan bagaimana pengaturan operasi dari Genset.

Untuk lebih memudahkan perhitungan kebutuhan listrik berdasarkan beban-beban peralatan yang bekerja pada kapal Pax 500, berikut ini pada tabel perhitungan beban kebutuhan listrik (lihat lampiran) diberikan load balance kapal Pax 500 pada kondisi berlayar, berlabuh dan manuver serta kebutuhan saat keadaan darurat.

Dari tabel load balance, selanjutnya kita menghitung besarnya beban listrik pada masing-masing kondisi operasi kapal seperti ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Total Load Genset

EQUIPMENT	SAILING	MANOUVER	REST IN PORT	EMERGENCY SERVICE
Intermittend Load:				
a)Total Load (KW)	466.81	449.29	358.29	9.44
b)Diversity Faktor	0.7	0.7	0.7	0.7
c)Necessary Power (KW)	326.77	314.50	250.80	6.61
Continous Load (KW)				
TOTAL LOAD (KW)	528.60	745.93	356.89	124.18

Dari tabel 3.1 masing-masing kondisi tersebut, besarnya total beban kebutuhan listrik di kapal Pax 500 pada masing-masing kondisi operasi dapat kita ketahui. Sedangkan kebutuhan listrik terbesar terjadi pada kondisi kapal melakukan manuver, yaitu 745.93 kW.

3.4. Penentuan Kapasitas Genset

Berdasarkan pada tabel 3.1 diatas maka penentuan besar kapasitas Genset yang akan dipasang dapat ditentukan berdasarkan pada kondisi kebutuhan beban listrik terutama saat beban terbesar. Berikut ini ditunjukkan perhitungan faktor beban Genset pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Faktor Beban Genset

NO	SPEED (rpm)	DAYA (Kw)	MERK & TYPE	FAKTOR BEBAN GENSET (%)						TOTAL SET
				SAILING	SET	MANOUVER	SET	REST IN PORT	SET	
1	1000	190	CATERPILLAR	70	4	79	5	63	3	6
2	1500	200	CATERPILLAR	88	3	93	4	89	2	5
3	1500	230	CATERPILLAR	77	3	81	4	78	2	5
4	1500	280	CATERPILLAR	63	3	67	4	64	2	5
5	1500	310	CATERPILLAR 3408 C	85	2	80	3	58	2	4
6	1500	340	CATERPILLAR 3412 DI-T	78	2	73	3	52	2	4
7	1500	350	CATERPILLAR	76	2	71	3	51	2	4
8	1500	400	CATERPILLAR	66	2	62	3	89	1	4
9	1000	415	CATERPILLAR	64	2	60	3	86	1	4
10	1500	260	NIIGATA 6 NSE-G	68	3	96	3	69	2	4
11	1500	160	MWM TBD 232V8K	83	4	93	5	74	3	6
12	1500	220	MWM TBD 232V12K	80	3	85	4	81	2	5
13	1500	228	MWM TBD 232V12K	77	3	82	4	78	2	5
14	1500	240	MWM TBD 232V12K	73	3	78	4	74	2	5

Genset normalnya dalam paket lengkap dengan semua komponen utama dan peralatan-peralatan bantu; seperti penggerak utama, reduction gear (jika dibutuhkan), generator, exciter, panel kontrol, sistem minyak pelumas, sistem air pendingin dan perakitannya pada sebuah bedplate. Biasanya untuk daya terpasang 1000 KW kebawah, dioperasikan pada putaran hingga 1800 rpm.

Semua generator bertipe medan berputar. Belitan stator bolch hubungan delta ataupun hubungan wye tetapi biasanya adalah hubungan wye; yang hanya tiga terminal utama yang dibutuhkan tiap generator. Perubahan tegangan yang

melekat pada generator relatif lebar pada reaksi tinggi sinkronisasi lilitan. Hal ini merupakan sebuah kelebihan sebab seperti batasan-batasan reaksi sinkronisasi pada hubungan pendek. Dalam penggunaannya memelihara kebutuhan tegangan dan beban kvar dilakukan bersama-sama paralel generator menggunakan pengubah tegangan otomatis dengan mesin yang lain.

Generator diusahakan terlindung dari tetesan atau tertutup keseluruhan. Jika tertutup keseluruhan, generator dilengkapi dengan sebuah pendingin udara double-tube menggunakan air laut sebagai medium pendingin. Isolasi silikon dilarang digunakan untuk tertutup keseluruhan pada generator yang sedang tidak digunakan, slip ring terletak pada lokasi paling luar dari generator; hal ini untuk mencegah penyikatan pelindung yang tidak normal dan untuk memelihara slip ring.

Generator-generator terpasang di kapal yang beratnya lebih dari 1000 lb, tidak termasuk poros dan semua generator emergency diperlengkapi pula dengan pemanas eletrik untuk mencegah kondensasi udara lembab selama generator dimatikan. Generator antara 500 kv dan diatasnya tersedia pula dengan tahanan tipe pendeksi temperatur melekat pada lilitan stator.

Ada dua tipe pembangkit berputar yaitu pembangkit DC dan pembangkit AC brushless. Kedua pembangkit ini dihubungkan pada poros generator. Pembangkit AC brushless responnya lebih cepat daripada pembangkit DC. Tipe ketiga dari pembangkit adalah sistem pembangitan statis. Sistem ini mengurangi kebutuhan terhadap komponen-komponen berputar dan memiliki respon lebih cepat daripada tipe-tipe pembangkit yang lain. Pembangkit dan penghubung tegangan harus dikoordinasikan untuk mendapatkan kebutuhan waktu perbaikan.

Rute kabel-kabel diantara generator dan switchboard ada di bagian bawah, di bawah platform generator dan di atas switchboard. Lokasi terminal kabel generator, pada bagian bawah dari generator kebanyakan ukurannya kecil, boleh dihubungkan bagian dalam sebuah kotak terminal standart pada frame generator. Semua terminal generator terlindungi terhadap kontak kecelakaan dan kerusakan mekanis. Jika terminal lokasinya pada bagian atas atau sisi samping dari frame generator, terminal terlindungi dengan tutup tahan air dengan cover yang dapat dipindahkan. Dimana kabel masuk pada terminal tertutup bagian atas atau sisi samping dari frame generator, penutupan ini menggunakan tabung terminal. Untuk terminal yang diletakkan pada bagian bawah dari frame generator, perlindungan sangat diperlukan, biasanya terhadap metal dari bagian badan kapal.

Mesin dua langkah dan empat langkah biasanya digunakan untuk pembangkit tenaga listrik di kapal. Dalam tambahan, mesin dua langkah dan empat langkah dilengkapi dengan turbocharge untuk meningkatkan daya keluar mesin dan memperbaiki ekonomis pemakaian bahan bakar. Kebanyakan mesin-mesin yang dioperasikan di laut dilengkapi dengan turbocharge untuk mengurangi ukuran dan berat mesin.

Berikut ini adalah mesin lengkap termasuk peralatannya:

- * Sistem kontrol bahan bakar dilengkapi pompa bahan bakar, duplex filter, strainer, kontrol injektor level untuk penyalaan manual, penghenti dan pengontrol kecepatan darurat

- * Sistem minyak pelumas dilengkapi pompa minyak pelumas, filter aliran penuh dengan katup relief bypass, strainer dengan katup relief dan pendingin dengan katup relief bypass
- * Sistem air tawar untuk genset ukuran besar dilengkapi dengan sebuah tangki ekspansi, pompa air tawar, regulator suhu air otomatis. Mesin-mesin yang lebih kecil umumnya memiliki sebuah radiator dan kipas untuk pendinginan air tawar
- * Sistem gas buang
- * Sistem udara start yang mana biasanya pneumatis, hidrolis atau elektris. Udara start biasanya didesign untuk dioperasikan pada tekanan 125 hingga 450 psi. tangki udara bertekanan dan kompresor udara umumnya disediakan. Genset pada 500 KW atau lebih rendah umumnya menggunakan sistem elektris atau hidrolis
- * Filter udara masukan
- * Elektris – hidrolis speed governor
- * Pengatur kecepatan dengan pencokan manual dan sebuah elektrik mptor atau potensiometer untuk pengaturannya
- * Overspeed trip device
- * Switch interlock
- * Kontrol lokal dan gageboard
- * Dll

(Roy L. H; Marine Engineering; 1992)

Berikut ini merupakan penjelasan terhadap tabel 3.2 dan dilengkapi tinjauan terhadap specification Genset:

1. Caterpillar; 190 KW; 1000 rpm.

Genset ini bekerja pada putaran 1000 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge Aftercooled. Beban yang ditanggung oleh Genset pada kondisi berlayar adalah 70% dengan empat set yang diparalelkan. Beban Genset ini sesuai dengan peraturan karena daya Genset yang keluar 15% lebih tinggi dari balans daya kebutuhan di laut. Beban Generator pada saat manuver adalah 79% dengan lima set yang diparalelkan. Sedangkan pada saat bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh tiga generator yang memiliki faktor beban sebesar 63%. Generator ini menggunakan radiator sebagai pendinginnya.

2. Caterpillar; 200 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm. Beban yang harus ditanggung oleh tiga generator yang diparalelkan selama berlayar sebesar 88%. Hal ini tidak sesuai dengan peraturan karena daya generator yang keluar harus 15% lebih tinggi dari beban balans daya kebutuhan di laut. Untuk melakukan manuver sebesar 93% dilayani dengan empat set yang diparalelkan. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator yang memiliki faktor beban sebesar 89%. Generator ini menggunakan radiator sebagai pendinginnya, sehingga tidak memerlukan adanya tangki ekspansi air tawar untuk pendingin generator. Generator ini juga dilengkapi dengan turbocharge.

3. Caterpillar, 230 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh tiga generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 77%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 81% yang dilayani oleh empat generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, besarnya beban generator adalah 78%. Sebagai pendinginnya, maka generator ini menggunakan radiator.

4. Caterpillar, 280 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh tiga generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 63%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 67% yang dilayani oleh empat generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh satu generator, yang memiliki faktor beban generator adalah 64%. Generator ini menggunakan radiator sebagai pendinginnya.

5. Caterpillar 3408C; 310 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh tiga generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 85%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 80% yang dilayani oleh empat generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh satu generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 58%. Pendingin generator ini menggunakan radiator yang memiliki kapasitas sebesar 102 liter, jacket water pump, oil cooler, blower fan dan fan guard.

6. Caterpillar 3412 DI-T; 340 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik hanya dipenuhi oleh dua generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 78%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 73% yang dilayani oleh tiga generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 53%. Pendingin generator ini terdiri dari jacket water dan auxiliary sea water pump, expansion tank; dan dapat pula diperlengkapi dengan peralatan

yang optimal yaitu dry change conditioner, heat exchanger, auxiliary sea water pump.

7. Caterpillar; 350 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 76%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 71% yang dilayani oleh tiga generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 51%. Pendingin generator ini terdiri dari jacket water dan auxiliary sea water pump, expansion tank; dan dapat pula diperlengkapi dengan peralatan yang optimal yaitu dry change conditioner, heat exchanger, auxiliary sea water pump.

8. Caterpillar; 400 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh dua generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 66%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 62% yang dilayani oleh tiga generator.

Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh satu generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 89%. Pendingin generator ini terdiri dari jacket water dan auxiliary sea water pump, expansion tank; dan dapat pula diperlengkapi dengan peralatan yang optimal yaitu dry change conditioner, heat exchanger, auxiliary sea water pump.

9. Caterpillar; 415 KW; 1000 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1000 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh dua generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 64%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 60% yang dilayani oleh tiga generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh satu generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 86%. Pendingin generator ini terdiri dari jacket water dan auxiliary sea water pump, expansion tank; dan dapat pula diperlengkapi dengan peralatan yang optimal yaitu dry change conditioner, heat exchanger, auxiliary sea water pump.

10. Niigata 6 NSE-G; 260 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh tiga generator secara paralel dengan faktor beban yang

ditanggung oleh generator adalah 68%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 96% yang dilayani oleh tiga generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 69%. Pendingin generator ini terdiri dari jacket water dan auxiliary sea water pump, expansion tank.

11. MWM TBD 232V8K; 160 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh empat generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 83%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 93% yang dilayani oleh lima generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh tiga generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 74%. Pendingin generator ini dapat memanfaatkan radiator ataupun heat exchanger, yang jika kita menggunakan radiator maka berat dari engine set sebesar 2380 kg sedangkan jika menggunakan heat exchanger maka menjadi lebih ringan yaitu 2320 kg

12. MWM TBD 232V12K; 220 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh tiga generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 80%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 85% yang dilayani oleh empat generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 81%. Pendingin generator ini dapat memanfaatkan radiator ataupun heat exchanger, yang jika kita menggunakan radiator maka berat dari engine set sebesar 3230 kg sedangkan jika menggunakan heat exchanger maka menjadi lebih ringan yaitu 3110 kg.

13. MWM TBD 232V12K; 228 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh tiga generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 77%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 82% yang dilayani oleh empat generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 78%.

Pendingin generator ini dapat memanfaatkan radiator ataupun heat exchanger, yang jika kita menggunakan radiator maka berat dari engine set sebesar 3230 kg sedangkan jika menggunakan heat exchanger maka menjadi lebih ringan yaitu 3110 kg.

14. MWM TBD 232V12K; 240 KW; 1500 rpm.

Generator ini bekerja pada putaran 1500 rpm dan dilengkapi dengan Turbocharge. Dalam kondisi operasi berlayar, beban kebutuhan listrik dipenuhi oleh tiga generator secara paralel dengan faktor beban yang ditanggung oleh generator adalah 73%. Beban generator sudah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu tersedia 15% daya keluar yang lebih tinggi dari balans daya kebutuhan listrik kapal di laut. Beban generator pada saat manuver adalah 78% yang dilayani oleh empat generator. Sedangkan ketika bersandar di pelabuhan, kebutuhan listrik dilayani oleh dua generator, yang memiliki faktor beban generator sebesar 74%. Pendingin generator ini dapat memanfaatkan radiator ataupun heat exchanger, yang jika kita menggunakan radiator maka berat dari engine set sebesar 3230 kg sedangkan jika menggunakan heat exchanger maka menjadi lebih ringan yaitu 3110 kg.

Berdasarkan pada tabel 3.2 beserta penjelasannya maka dapat kita peroleh alternatif-alternatif Genset yang memenuhi persyaratan teknis untuk dipasang pada kapal PAX 500, yaitu:

Tabel 3.3 Alternatif-alternatif Genset

Nomor Alternatif	Merk	Speed (rpm)	Daya (kW)
1	Caterpillar 3408B DITA JW	1000	190
2	Caterpillar 3406B DITA JW	1500	230
3	Caterpillar 3408B DITA JW	1500	280
4	Caterpillar 3408C	1500	310
5	Caterpillar 3412 DIT	1500	340
6	Caterpillar 3412 DIT	1500	350
7	Caterpillar 3412 DIT	1500	400
8	Caterpillar 3412 DITA JW	1000	415
9	MWM TBD 232V12K	1500	220
10	MWM TBD 232V12K	1500	228
11	MWM TBD 232V12K	1500	240

Kemudian dari alternatif-alternatif tersebut dapat kita pertimbangkan Genset terpasang, yang memiliki faktor beban yang baik untuk pelayanan kebutuhan listrik di kapal PAX 500 pada berbagai kondisi operasinya, yaitu:

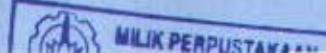
- * Merk : Caterpillar 3408C
Speed : 1500 rpm
Gen Power: 310 kW
- * Merk : MWM TBD 232V12K
Speed : 1500 rpm
Gen Power: 220 kW

Pada pembahasan secara teknis ini kita sudah dapat memiliki alternatif-alternatif Genset terpasang pada kapal PAX 500. Selanjutnya kita akan meninjau alternatif-alternatif tersebut dari segi ekonomis pada bab selanjutnya. Hal ini disebabkan karena penentuan Genset merupakan suatu investasi yang selain kita

hitung secara teknis untuk menjamin keselamatan dan tersedianya pelayanan kebutuhan listrik di kapal , juga harus kita pertimbangkan tinjauan ekonomis dari investasi tersebut.

BAB IV

TINJAUAN EKONOMIS TERHADAP INVESTASI



BAB IV

TINJAUAN EKONOMIS TERHADAP INVESTASI

4.1. Umum

Dalam bab sebelumnya sudah dijabarkan tentang perhitungan-perhitungan teknis dalam menentukan kapasitas Genset terpasang pada kapal PAX 500. Selanjutnya juga diberikan alternatif-alternatif Genset terpasang. Pada Bab IV ini dibahas tentang langkah-langkah dalam menghitung biaya suatu investasi seperti Genset, dan disini akan diterapkan teori-teori yang dikemukakan dan sistem analisa ekonomi yang akan dipakai.

Biaya operasi kapal adalah merupakan suatu hal yang penting dan perlu mendapat perhatian yang khusus didalam melakukan suatu analisa ekonomi terhadap rencana pembangunan suatu kapal atau dalam skala yang lebih kecil dalam merencanakan suatu sistem dalam kapal.

Parameter ekonomi yang akan dipakai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- p₁ =jenis bahan bakar
- p₂ =jenis minyak pelumas
- p₃ =harga motor atau unit yang lengkap (Rp)
- p₄ =persentasi dari harga motor pendorong (%)
- p₅ =harga pembangkit listrik/generator (Rp)
- p₆ =biaya instalasi (%)
- p₇ =daya maksimal dari generator (kW)

- p₈ =daya minimal dari generator (kW)
- p₉ =total waktu dari periode maintenance (jam)
- p₁₀ =jumlah seluruh periode maintenance (jam)
- p₁₁ =jumlah dari harga material maintenance (Rp)
- p₁₂ =SLOC (Specific Lubricating Oil Consumption) (kg/hour)
- p₁₃ =SFOC (Specific Fuel Oil Consumption) (gr/kW.h)
- p₁₄ =Efisiensi generator (%)

4.2. Dasar Teori

4.2.1. Dasar-Dasar Perhitungan

Pada dasarnya pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan pengoperasian sebuah kapal dalam pelayaran niaga dapat dibedakan dalam dua katagori, yaitu:

1. Biaya Tetap (Fix Cost)
2. Biaya Tidak Tetap (Variabel Cost)

4.2.1.a. Biaya Tetap (Fixed Cost)

Pada umumnya fixed cost dinyatakan sebagai biaya-biaya yang jumlahnya relatif konstan selama kegiatan berlangsung dan tidak tergantung dari tingkat kegiatan yang dicapai. Dalam konteks pendekatan Tekno Ekonomi, konsep fixed cost ini meliputi pengertian yang luas. Dalam pengoperasian sebuah kapal, fixed cost meliputi komponen-komponen pembiayaan seperti crew cost, maintenance cost, asuransi cost, investasi (modal), biaya penyusutan (depresiasi).

i. Biaya ABK (Crew Cost)

Crew Cost adalah komponen pembiayaan yang harus dikeluarkan sehubungan dengan bekerjanya manusia dalam sebuah kapal. Pada umumnya crew cost ini meliputi :gaji (wages), biaya makanan, biaya tunjangan sosial (social allowance) seperti tunjangan kesehatan ABK, biaya premi dan biaya lembur. Dalam perhitungan nantinya biaya ABK yang dihitung adalah selama periode pemeliharaan mesin, jadi bukan biaya ABK selama mereka bekerja di kapal.

ii. Biaya Pemeliharaan, Reparasi (Maintenance Cost)

Secara umum biaya pemeliharaan (CMAIN), dirumuskan:

$$C_{MAIN} = \frac{P_{11} + P_{10} \times C_w}{P_9} \quad (\text{Rp/jam})$$

Dimana: P_9 =total waktu dari periode maintenance (jam)

P_{10} =jumlah seluruh periode maintenance (jam)

P_{11} =jumlah dari harga material maintenance (Rp)

C_w =upah pegawai

Komponen biaya ini adalah komponen pembiayaan yang harus dikeluarkan sehubungan dengan aspek-aspek keselamatan pelayaran pada umumnya dan keselamatan kapal pada khususnya. Keselamatan kapal ini pada dasarnya diukur dari dimensi-dimensi laik laut uang mampu dimiliki sebuah kapal sehubungan dengan daerah operasinya, kondisi muatan dan sistem kerjanya. Untuk menjaga supaya kapal selalu dalam kondisi laik laut, maka diperlukan adanya pemeliharaan dan reparasi pada bagian-bagian tertentu.

Maintenance seharusnya dilakukan sesuai jadwal dan menggunakan spare part yang digunakan sesuai standart.

iii. Biaya Asuransi (Insurance Cost)

Biaya asuransi adalah komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang diimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini yang berbentuk pembayaran premi asuransi kapal, besarnya tergantung harga pertanggungan dan umur kapal, hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko dapat dibebankan melalui claim pada perusahaan asuransi tersebut.

Perhitungan biaya asuransi dihitung menggunakan rumus:

$$Cais = \frac{ais}{100} \times CINV$$

Dimana: ais = premi asuransi

CINV = biaya investasi (modal)

iv. Biaya Investasi (Modal)

Biaya investasi merupakan biaya paling awal yang dikeluarkan sehubungan dengan pengadaan kapal. Biaya awal ini biasa merupakan komponen yang relatif lebih besar dibandingkan dengan biaya-biaya lainnya. Biaya investasi ini dapat dihitung dengan rumus:

$$CINV = \left(P_3 \times \frac{P_4}{100} + P_5 \right) \times \left(\frac{P_6}{100} + 1 \right)$$

Dimana: P_3 = harga motor atau unit yang lengkap (Rp)

P_4 = persentasi dari harga motor pendorong (%)

p_5 = harga pembangkit listrik/generator (Rp)

p_6 = biaya instalasi (%)

(*Fundamental in Ship Design Economics; Benford H*)

4.2.1.b. Biaya Berubah (Variable Cost)

Variable Cost berbeda dengan fixed cost karena besarnya nilai yang berubah-ubah sesuai dengan ton mile produced dan oleh karena itu meliputi komponen-komponen pembiayaan, seperti:

i. Biaya Bahan Bakar (Fuel Cost)

Fuel cost adalah komponen pembiayaan yang harus dikeluarkan sehubungan dengan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan selama pengoperasian kapal.

Secara umum biaya bahan bakar (CKWH) dirumuskan sbb:

$$CKWH = \frac{P_{13} \times C_F}{10 \times p_{14}}$$

Dimana: p_{13} = SFOC (Specific Fuel Oil Consumption) (gr/kW.h)

p_{14} = Efisiensi generator (%)

C_F = harga bahan bakar (Rp/kg)

Untuk tahun berikutnya akan dipengaruhi kenaikan harga bahan bakar.

ii. Biaya Minyak Pelumas (Lubricating Oil Cost)

Biaya ini merupakan komponen pembiayaan yang harus dikeluarkan sehubungan dengan konsumsi minyak pelumas (lubrication oil) untuk

keperluan mesin bantu di kapal. Besarnya biaya ini tergantung pada kebutuhan minyak pelumas.

Biaya minyak pelumas dihitung menggunakan rumus:

$$\text{CLUB} = p_{12} \times C_1$$

Dimana: p_{12} = SLOC (Specific Lubricating Oil Consumption)

C_1 = harga pelumas (Rp)

Untuk tahun berikutnya akan dipengaruhi kenaikan harga miyak pelumas.

4.2.2. Metode Analisa Ekonomi Dan Finansial

Pada pelaksanaan suatu proyek misalnya pembuatan sebuah kapal, tidak dapat dilaksanakan begitu saja, hal tersebut memerlukan proses pemikiran yang lama dan rumit hingga terwujud menjadi suatu bangunan.

Proses pemikiran tersebut meliputi:

- Apakah proyek tersebut mungkin dilaksanakan atau tidak
- Bagaimana pengadaan dana
- Apakah menguntungkan atau tidak
- Bagaimana prospek dimasa depan, dsb.

Berbagai disiplin ilmu sangat diperlukan, guna menentukan apakah kapal tersebut layak dibuat atau tidak. Dari masing-masing disiplin ilmu yang tidak berdiri sendiri akan tetapi saling terkait dan menuju satu sama lainnya. Penggabungan dari berbagai disiplin ilmu untuk rekayasa dan analisa suatu proyek lazim dikenal sebagai ekonomi perekayasaan (engineering economic). Perumusan ekonomi perekayasaan adalah membandingkan beberapa alternatif atas dasar nilai uang.

Pada suatu analisa kelayakan dalam proyek tidak akan lepas dari permasalahan mengenai keuntungan dan kerugian. Untuk proses berikutnya akan dicari berapa jumlah keuntungannya, dimana dapat berupa keuntungan ekonomi ataupun keuntungan sosial. Dari segi ekonomi keuntungan tersebut diwujudkan dalam bentuk satuan uang, baik langsung ataupun tidak langsung. Untuk menentukan berapa besarnya keuntungan tidak langsung adalah sulit, karena manfaat kadang-kadang hanya dilihat dari pengurangan biaya operasional kapal, penghematan waktu dan pengembalian investasi. Maka haruslah perlu diadakan evaluasi dan alaisis-analisis.

Adapun aspek ekonomi dalam evaluasi tersebut mencakup aspek dari manfaat proyek, apakah proyek tersebut terjamin dananya, serta kemampuan membayar kembali dana tersebut. Dan untuk selanjutnya didalam melakukan analisa ekonomi yaitu mengenai perhitungan untung-rugi, adanya beberapa metoda yang dapat digunakan.

Ada dua tipe keputusan investasi pemilihan yang diambil atas dasar pertimbangan-pertimbangan ekonomis, yaitu:

- Hanya melibatkan biaya-biaya
- Melibatkan biaya-biaya dan pendapatan-pendapatan sekaligus.

Untuk memilih peralatan paling ekonomis diantara dua atau lebih peralatan, pendapatan-pendapatan (cash flow in) dan/atau biaya-biaya (cash flow out) setiap peralatan harus dibandingkan satu sama lain.

Berdasarkan buku “Prinsip-Prinsip Ekonomi Teknik” karangan Ir. Dadan Kurniawan Harun ada beberapa cara dalam menilai Kelayakan Investasi yaitu:

1. Metode Nilai Tahunan (Annual Worth), dengan tingkat bunga minimum menguntungkan i^* yang ditentukan sebelumnya sebagai tingkat suku bunga.
2. Metode Nilai Sekarang (Present Worth), dengan tingkat bunga minimum yang menguntungkan i^* yang telah ditentukan sebelumnya sebagai tingkat suku bunga.
3. Metode Nilai Yang Akan Datang (Future Worth), dengan tingkat bunga yang dihitung dibandingkan dengan tingkat bunga minimum i^* yang telah ditentukan.
4. Metode Break Even.

Tiga metode yang pertama adalah metode-metode *valid* berdasarkan bunga yang menggunakan prinsip ekivalensi. Sebelum menggunakan ketiga metode ini, adalah perlu untuk mengambil keputusan tentang suku bunga yang akan digunakan.

Untuk menentukan satu pilihan peralatan yang paling ekonomis dengan menggunakan metode break even, kita harus mendapatkan titik break even (break even point) yang kondisi operasi dimana dua alternatif akan sama-sama ekonomis. Dengan melihat diagram break-even, kita ketahui bahwa satu peralatan akan paling ekonomis untuk dioperasikan pada suatu tingkat operasi tertentu.

4.2.2.1. Metode Nilai Tahunan (Annual Worth)

Problem dalam AW adalah mengkonversikan biaya-biaya awal peralatan dan nilai jual kembali jika ada, menjadi suatu nilai tahunan ekivalen. Dan juga harus mengkonversi biaya-biaya eksplotasi tahunan jika biaya-biaya

ini akan tidak konstan sepanjang umur perkiraan peralatan. Demikian pula konversi-konversi unga majemuk berlaku untuk pendapatan-pendapatan operasi yang konstan dan biaya-biaya untuk overhaul periodik yang terjadi pada tahun-tahun tertentu.

Untuk mengadakan perbandingan ekonomis dengan metode ini, suku bunga i yang digunakan dalam konversi ekivalensi harus diketahui atau diasumsikan dulu. Suku bunga yang digunakan mungkin menunjukkan tingkat laba yang layak (reasonable) atau dikehendaki yang akan menarik bagi investor, atau suku bunga atas uang pinjaman.

Untuk pertimbangan seri penguaran yang tidak uniform dimana uang mempunyai nilai waktu, perlu untuk memuat mereka dapat dibandingkan, maka dipergunakan rumus-rumus, al:

$C_r = P \cdot (A/P, i^*, n)$ untuk mengubah ongkos awal menjadi seri tahunan uniform, yaitu dengan mengalikannya dengan faktor pengembalian modal.

Keuntungan utama dari metode AW adalah bahwa kompleksitas dari umur yang tidak sama diantara peralatan-peralatan yang dibandingkan akan secara otomatis diperhitungkan tanpa komputasi ekstra.

4.2.2.2. Metode Nilai Sekarang (Present Worth)

Metode Nilai Sekarang (PW) membuat alternatif-alternatif sebanding dengan mangkonversi semua perkiraan biaya-biaya dan pendapatan ke suatu angka eivalen pada waktu nol. Biaya awal tidak perlu dikonversi karena sudah ada pada waktu sekarang.

Metode Annual Worth dan metode Present Worth memberikan keputusan-keputusan yang identik tentang alternatif-alternatif mana yang terbaik dari sudut ekonomis. Ini bila alternatif-alternatif yang dibandingkan adalah sama. Untuk membandingkan dua alternatif atau lebih dengan menggunakan metode PW, semua alternatif perlu disamakan jumlah tahun pelayanannya yang akan datang. Jika alternatif-alternatif yang dibandingkan punya umur yang tidak sama, sebelum perbandingan diadakan, umur dari alternatif-alternatif harus disamakan dulu. Prinsip bahwa masing-masing alternatif harus dibandingkan atas periode waktu yang sama, menjadi dasar agar perbandingan menjadi *valid*.

Dua penggunaan perhitungan-perhitungan nilai sekarang (PW) didalam ekonomi teknik diterangkan, yaitu:

1. Alternatif-alternatif hanya melibatkan biaya-biaya.
2. Alternatif-alternatif melibatkan biaya-biaya dan pendapatan sekaligus.

Untuk permasalahan pertama, alternatif dengan PW, ekivalen terendah adalah yang lebih atau paling ekonomis. Sedangkan untuk problem yang kedua, alternatif dengan PW yang tertinggi adalah yang paling menguntungkan.

Rumus-rumus yang digunakan al:

- $PW = F(P/F, i^*, n)$ untuk pengeluaran pada akhir periode
- $PW = A(P/A, i^*, n)$ untuk pengeluaran/pembayaran pada akhir periode secara uniform

4.2.2.3. Metode Nilai Yang Akan Datang (Future Worth)

Aplikasi metode nilai yang akan datang (FW) untuk memilih alternatif-alternatif adalah sama dengan metode Present Worth dan metode Annual Worth. Kriteria nilai yang akan datang mengukur nilai ekonomis suatu alternatif-alternatif, N. Masing-masing dihitung dengan tingkat laba (rate of return, ROR) tertentu. NFW merupakan ekspresi kunci, adalah nilai (value) jumlah bulat (lump sum) ekivalen pada saat yang akan datang tertentu hasil dari penjumlahan nilai-nilai yang akan datang eivalen dari semua biaya dan pendapatan.

Pada metode ini alternatif-alternatif juga harus dibandingkan atas jumlah tahun yang sama untuk tiap alternatif.

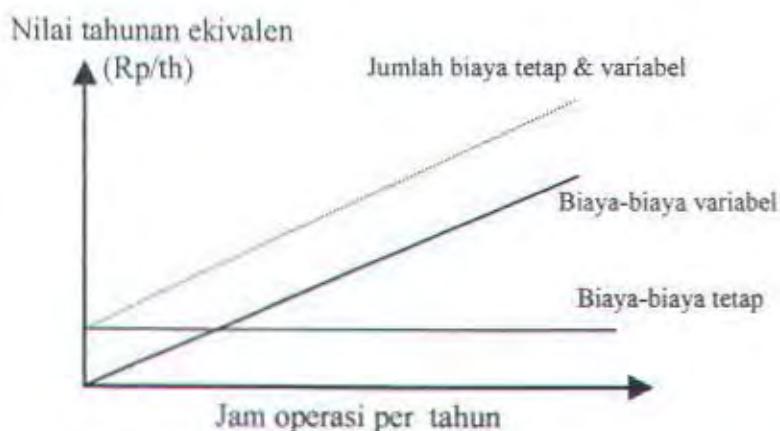
4.2.2.4. Metode Break Even

Seperti juga analisa nilai tahunan, analisa break-even merupakan suatu teknik evaluasi ekonomi yang bermanfaat untuk digunakan dalam menganalisa problem-problem ekonomis manajerial. Para analisis atau pengambil keputusan yang dihadapkan pada problem-problem pemilihan untuk menentukan peralatan yang mana yang lebih baik secara ekonomis dapat menggunakan teknik ini sebagai penolong dalam mengambil keputusan rasional.

Problem-problem break-even menyangkut perbandingan alternatif-alternatif dimana suatu alternatif akan ekonomis untuk dioperasikan pada suatu tingkat operasi tertentu dan alternatif yang lain akan paling ekonomis untuk dioperasikan pada tingkat operasi yang lain.

Penyelesaian problem-problem pemilihan dengan metode break-even dapat diadakan secara matematis atau secara grafis. Penyelesaian grafis akan memberikan gambaran visual kepada pegambil keputusan atau analisis tentang perbedaan dalam sifat (desirabilitas) ekonomis alternatif-alternatif berbagai tingkat operasi.

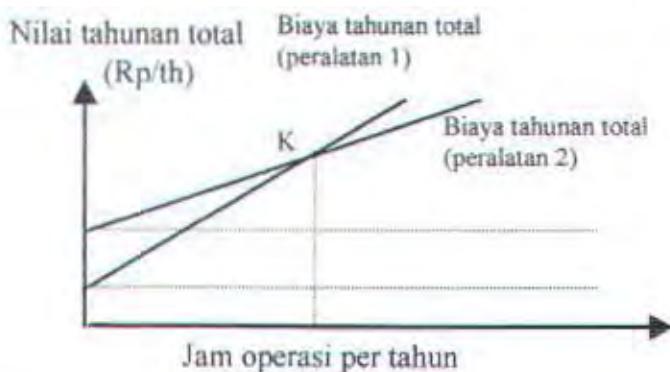
Agar dapat menemukan titik break-even, perlu untuk menentukan biaya-biaya tetap dan biaya-biaya variabel dari tiap peralatan. Dua tipe biaya ini dapat digambarkan pada suatu grafik seperti diperlihatkan pada gambar dubawah. Biaya-biaya tetap pada grafik akan diperlihatkan sebagai suatu garis horosontal yang menunjukkan biaya tahunan kostan yang sama.



Gambar 4.1 Biaya-biaya variabel dan biaya-biaya tetap linier

Seringkali kita dihadapkan pada keputusan-keputusan diantara pembelian peralatan yang lebih efisien dengan biaya-biaya awal yang lebih tinggi dan biaya-biaya eksplorasi yang murah, atau sebaliknya. Untuk

menjelaskan konsep break-even untuk dua alternatif peralatan yang mempunyai karakteristik demikian.



Gambar 4.2 Ilustrasi grafis untuk break-even diantara dua alternatif

Pada gambar terlihat, biaya tetap yang mungkin hanya biaya awal dari peralatan 1. Biaya ini lebih kecil daripada peralatan 2, tetapi peralatan 1 mempunyai biaya variabel yang lebih tinggi. Hal ini seperti ditunjukkan oleh slopenya yang lebih besar. Titik (K) dari dua garis biaya tahunan total menunjukkan titik break-even di antara dua peralatan. Titik break-even atau dikenal juga sebagai titik crossover adalah nilai dari jam operasi yang membuat dua alternatif sama-sama ekonomis. Lalu jika kita dapat mengestimasikan apakah jumlah jam operasi peralatan sebenarnya pertahun lebih rendah atau lebih tinggi daripada titik break-even, maka alternatif yang lebih baik (secara ekonomis) menjadi jelas terlihat.

4.2.3. Perhitungan Biaya Total Genset

Dasar perhitungan dari Genset dibagi atas tiga parameter, yaitu:

1. CKWH = biaya bahan bakar (Rp/kW.h)
2. CHOUR = biaya kerja generator perjam (Rp/jam)
3. CFIX = biaya tahunan dari modal dan asuransi (Rp/tahun)

4.2.3.1. Biaya Bahan Bakar

Untuk perhitungan biaya bahan bakar seperti yang telah diterangkan di atas, yaitu dengan rumus:

$$CKWH = \frac{P_{13} \times C_F}{10 \times p_{14}}$$

Dimana: P_{13} = SFOC (Specific Fuel Oil Consumption) (gr/kW.h)

p_{14} = Efisiensi generator (%)

C_F = harga bahan bakar (Rp/kg)

Dari rumus tersebut diperlukan data penggunaan dari Genset tersebut yaitu data lama penggunaan Genset selama pelayaran dalam satu tahun. Kemudian dikalikan dengan daya Genset itu sendiri, sehingga dapat dihitung biaya bahan bakar pertahunnya, yaitu:

$$\text{Biaya Bahan Bakar Pertahun} = CKWH \times P \times T_n$$

Dimana: $CKWH$ = biaya bahan bakar (Rp/kW.h)

P = daya (kW)

T_n = waktu operasional Genset (h)

Sedangkan untuk menghitung biaya bahan bakar pada tahun berikutnya digunakan rumus, yaitu $= CKWH \times P \times T_n \times k_o$

Dimana: k_o = kenaikan harga bahan bakar pertahun.

4.2.3.2. Biaya Kerja Generator Perjam

Biaya kerja generator perjam terdiri dari biaya minyak pelumas (CLUB) dan biaya pemeliharaan (CMAIN).

$$\text{CHOUR} = \text{CMAIN} + \text{CLUB} \quad (\text{Rp/jam})$$

Dimana: $\text{CMAIN} = \frac{P_{11} + P_{10}x C_w}{P_0} \quad (\text{Rp/jam})$

$$\text{CLUB} = p_{12}x C_L \quad (\text{Rp/jam})$$

Untuk menghitung biaya operasi pertahunya dihitung dengan rumus:

$$\text{Biaya operasi pertahun} = \text{CHOUR} \times T_n$$

Dimana: T_n = waktu operasional Genset (h)

Dan untuk biaya operasi pada tahun berikutnya adalah:

$$\text{CMAIN} = \frac{P_{11}x(\text{inf}) + P_{10}x C_w x k_w}{P_0} \quad (\text{Rp/jam})$$

$$\text{CLUB} = p_{12}x C_L x k_o \quad (\text{Rp/jam})$$

Dimana: inf = tingkat inflasi pertahun

k_w = kenaikan gaji pegawai

k_o = kenaikan harga minyak pelumas

4.2.3.3. Biaya Tahunan Dari Modal dan Asuransi

Untuk perhitungan biaya dari modal dan asuransi, kita perhatikan tentang tingkat bunga pinjaman di bank. Misalkan bunga pinjaman sebesar R%, depreciation time (waktu penyusutan) dari kapal dan generator unit dalam dpt years, bagian asuransi pertahunnya sebesar a/s% dari total investasi (CINV). Misalkan seluruh investasi merupakan pinjaman, dan itu kita dibayar lunas pinjaman ini dengan dpt dikalikan cicilan tahunan (C_I).

Misalkan $i=R/100$. Persentase dari angsuran (pa) diberikan dengan persamaan

$$(Benford, 1965): \quad pa = \frac{ix(1+i)^{dpt}}{(1+i)^{dpt} - 1} \times 100\%$$

Total jumlah investasi dari genset diberikan dengan:

$$CINV = \left(P_3 x \frac{P_4}{100} + P_5 \right) x \left(\frac{P_6}{100} + 1 \right) \quad (\text{Rp})$$

Cicilan tahunan (C_t) diberikan dengan persamaan:

$$C_t = \frac{pa}{100} \times CINV \quad (\text{Rp/tahun})$$

Biaya tahunan untuk asuransi adalah merupakan yang tetap (ais%) dari total investasi. Hasil ini untuk biaya tahunan dari investasi dan asuransi (CFIX):

$$CFIX = \frac{ais + pa}{100} \times CINV \quad (\text{Rp/tahun})$$

Dengan menggunakan rumus diatas maka kita akan bisa menghitung biaya yang dibutuhkan selama kapal tersebut beroperasi, misalnya kapal tersebut diperkirakan beroperasi sampai 20 tahun. Disamping itu kita juga bisa menghitung biaya yang dikeluarkan tiap tahun.

4.3. Contoh Perhitungan Biaya-Biaya Genset

Untuk mendapatkan biaya pengoperasian dari Genset, beberapa data-data awal dan parameter dari unit Genset yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tingkat inflasi pertahun	10%
Tingkat bunga bank	38%
Premi asuransi pertahun	2,5%

Harga bahan bakar	Rp 450,-/kg
Harga minyak pelumas	Rp 3.500,-/kg
Gaji pegawai	Rp 18.000,-/jam
Kenaikan harga bahan bakar per tahun	15%
Kenaikan gaji per tahun	10%

Parameter-parameter unit generator: contoh Caterpillar 3408 DITA JW

Kode	Parameter-parameter	190 kW
p ₁	jenis bahan bakar	MDO
p ₂	jenis minyak pelumas	L. 40
p ₃	Harga motor atau unit yang lengkap (Rp)	$285 \cdot 10^6$
p ₄	Persentasi dari harga motor pendorong (%)	100
p ₅	Harga pembangkit listrik/generator (Rp)	-
p ₆	biaya instalasi (%)	-
p ₇	daya maksimal dari generator (kW)	190
p ₈	daya minimal dari generator (kW)	-
p ₉	total waktu dari periode maintenance (jam)	10.000
p ₁₀	Jumlah seluruh periode maintenance (jam)	3.000
p ₁₁	harga material maintenance (Rp)	$25 \cdot 10^6$
p ₁₂	SLOC (kg/hour)	0,35
p ₁₃	SFOC (gr/kW.h)	214
p ₁₄	Efisiensi generator (%)	95

- Sebagai contoh perhitungan adalah Genset Caterpillar 3408 DITA JW dayanya 190 kW.
- Perhitungan biaya bahan bakar.

Untuk tahun pertama Generator 340 kW.

$$\begin{aligned} \text{CKWH} &= \frac{P_{12} \times C_F}{10 \times p_{14}} \\ &= \frac{0,214 \times 450}{10 \times 95} \\ &= 0,10 \text{ Rp/kW.h} \end{aligned}$$

pemakaian dalam satu tahun: (asumsi adalah 220 hari)

$$\begin{aligned} \# \text{ Biaya bahan bakar} &= 0,10 \text{ Rp/kW.h} \times 5 \times 190 \times 9600 \text{ kW.h} \\ &= 924,480 \quad \text{Rupiah} \end{aligned}$$

- Perhitungan biaya Generator per jam

Untuk tahun pertama

$$\text{CHOUR} = \text{CMAIN} + \text{CLUB}$$

$$\begin{aligned} * \text{ CMAIN} &= \frac{P_{11} + P_{10} \times C_w}{P_9} \quad (\text{Rp/jam}) \\ &= \frac{25 \cdot 10^6 + 3.000 \times 18.000}{10.000} \\ &= 2,48 \cdot 10^7 \quad \text{Rp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{ CLUB} &= p_{12} \times C_L \quad (\text{Rp/jam}) \\ &= 0,35 \times 3.500 \\ &= 1225 \quad \text{Rp/jam} \end{aligned}$$

Pemakaian dalam satu tahun:

$$\#CHOUR \text{ total} = 1,19 \cdot 10^{12} \text{ Rupiah}$$

- * Perhitungan Biaya Tetap (investasi dan asuransi)

Untuk perhitungan biaya tetap atas investasi dan asuransi ini, dianggap investasi merupakan modal pinjaman dengan bunga bank $i=38\%$ dengan usia kapal (dpt)=20 tahun. Premi asuransi sebesar 2,5% dari modal. Untuk harga motor atau unit lengkap diasumsikan = $1,5P \times 10^6$ Rupiah.

Dimana: P = daya genset (kW).

Maka perhitungan biaya tetap ini adalah sbb:

- * Persentase angsuran:

$$\begin{aligned} pa &= \frac{i \times (1+i)^{dpt}}{(1+i)^{dpt} - 1} \times 100\% \\ &= \frac{0,38 \times (1+0,38)^{20}}{(1+0,38)^{20} - 1} \times 100\% \\ &= 38,06\% \end{aligned}$$

- * Total jumlah investasi dari unit generator:

$$\begin{aligned} CINV &= \left(P_3 \times \frac{P_4}{100} + P_5 \right) \times \left(\frac{P_6}{100} + 1 \right) \quad (\text{Rp}) \\ &= \left(285 \cdot 10^6 \times \frac{100}{100} + 0 \right) \times \left(\frac{0}{100} + 1 \right) \quad (\text{Rp}) \\ &= 285 \cdot 10^6 \text{ Rupiah} \end{aligned}$$

biaya tahunan dari investasi dan asuransi:

$$CFIX = \frac{ais + pa}{100} \times CINV \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$= \frac{2,5 + 38,06}{100} \times 285 \cdot 10^6 \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$= 1,79 \cdot 10^6 \quad \text{Rp}$$

$$\# \text{ Jadi CFIX total} = \text{CFIX} \times 6 \text{ set}$$

$$= 10,74 \cdot 10^6 \quad \text{Rupiah}$$

Dari perhitungan-perhitungan diatas untuk Genset Caterpillar 3408 DITA JW pada tahun pertama didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\text{CKWH} = 924,480 \quad \text{Rp}$$

$$\text{CHOUR} = 1,19 \cdot 10^{12} \quad \text{Rp}$$

$$\text{CFIX} = 10,74 \cdot 10^6 \quad \text{Rp}$$

$$\text{Biaya Total} = \text{CKWH} + \text{CHOUR} + \text{CFIX}$$

$$= 1,2 \cdot 10^{11} \quad \text{Rp}$$

Dan untuk tahun-tahun berikutnya terjadi pertambahan biaya untuk CKWH (biaya bahan bakar) dan CHOUR (biaya kerja generator perjam).

Biaya CKWH naik karena terjadinya kenaikan harga bahan bakar sebesar $k_o = 15\%$, sedangkan CHOUR naik dikarenakan adanya kenaikan gaji pegawai sebesar $k_w = 10\%$.

Untuk tahun berikutnya CKWH dihitung menggunakan rumus:

$$\text{CKWH} = \frac{P_{13} \times C_F + (1 + k_o)}{10 \times P_{14}}$$

Sedangkan CHOUR dihitung menggunakan rumus:

$$\text{CHOUR} = \text{CMAIN} + \text{CLUB}$$

$$\text{Dimana: CMAIN} = \frac{P_{11}x(1 + \inf) + P_{10}xC_wx(1 + k_w)}{P_9}$$

$$\text{CLUB} = p_{12}xC_Lx(1 + k_o)$$

4.4. Contoh Penggunaan Metode Break Even

Dalam penggunaan analisa break even, yang diambil datanya untuk grafik adalah perbedaan biaya total yang paling optimum pada tiap tahun. Jadi caranya adalah, setelah didapat biaya total dari masing-masing genset pada tiap-tiap tahun maka dari alternatif-alternatif tersebut diambil alternatif yang mempunyai biaya total yang paling optimum sebagai pembanding, dan dicari selisih biaya total masing-masing alternatif dari genset yang mempunyai biaya yang paling optimal. Kemudian selisih tersebut dibandingkan dengan biaya alternatif yang paling optimal dan akan didapat persentase perbedaan biaya totalnya dari biaya total optimum.

Tabel 4.1 Contoh Perbedaan Biaya Dari Alternatif Optimum

NOMOR ALTERNATIF	BIAYA TOTAL (10 ¹² RUPIAH)	PERBEDAAN TERHADAP OPTIMUM
4	0.777	0.00
5	0.907	0.17
6	0.917	0.18
9	0.919	0.18
10	0.952	0.23
11	1.002	0.29
2	1.004	0.29
7	1.047	0.35
8	1.087	0.40
1	1.190	0.53
3	1.222	0.57

Tabel diatas merupakan tabel yang terdiri dari sebelas alternatif pada tahun 1. Pada tabel diatas terlihat bahwa alternatif 4 merupakan alternatif yang mempunyai biaya total yang paling optimum maka alternatif-alternatif yang lain akan dicari selisihnya terhadap alternatif 4, misal alternatif 5 mempunyai selisih biaya total 13 maka persentase perbedaannya adalah $13/0,777 \times 100\% = 17\%$, begitu seterusnya dengan alternatif-alternatif yang lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1. Kesimpulan**

Sesuai dengan analisa dan perhitungan pada bab-bab terdahulu maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Besarnya kebutuhan beban-beban listrik terpasang pada kapal PAX 500 untuk tiap-tiap kondisi operasi adalah sebagai berikut:
 - * Berlayar = 528,60 kW
 - * Manuver = 745,93 kW
 - * Bersandar di pelabuhan = 356,89 kW
2. Kapasitas genset terpasang pada kapal PAX 500 telah memenuhi persyaratan secara teknis, yaitu pada:
 - * Merk : Caterpillar 3412 DI-T
 - * Speed : 1500 rpm
 - * Daya : 340 kW
3. Sedangkan berdasarkan perhitungan teknis dan tinjauan ekonomis, maka kapasitas genset yang optimum adalah pada:
 - * Merk : Caterpillar 3408C
 - * Speed : 1500 rpm
 - * Daya : 310 kW

4. Pada Genset Caterpillar 3408C, memiliki faktor beban untuk tiap-tiap kondisi operasi kapal sebagai berikut:

* Berlayar	= 85%
* Manuver	= 80%
* Bersandar di pelabuhan	= 58%

Dan secara ekonomis memiliki biaya total sebesar $30,32 \cdot 10^{12}$ Rupiah.

5.2. Saran

Bagaimanapun masih perlu dilakukan riset yang lebih terinci, dalam hal ini adalah untuk mendapatkan angka-angka load factor yang lebih riil dalam pengoperasian kapal tersebut dalam kaitannya untuk mendapatkan kapasitas generator yang betuk-betul sesuai kondisi riil di kapal.

Tabel Perhitungan Load Balance

NO	EQUIPMENT	POWER (kW)	TOTAL SET	SAILING			MANOUVERING			REST IN PORT			EMERGENCY SERVICE		
				LF (%)	CL (kW)	IL (kW)	LF (%)	CL (kW)	IL (kW)	LF (%)	CL (kW)	IL (kW)	LF (%)	CL (kW)	IL (kW)
HULL PART															
1	ANCOR & MOORING WINCH PUMP	15.68	2	40	0	12.54	60	0	18.82	60	0	18.82	0	0	0
2	MOORING WINCH PUMP	9.65	2	40	0	7.72	60	0	11.58	60	0	11.58	0	0	0
3	BOAT DAVID 1 PS	27.96	1	40	11.18	0	0	0	0	0	0	0	50	13.98	0
4	BOAT DAVID 3 PS	11.36	1	40	4.54	0	0	0	0	0	0	0	50	5.68	0
5	BOAT DAVID 2 PS	27.96	1	40	11.18	0	0	0	0	0	0	0	50	13.98	0
6	BOAT DAVID 4 PS	11.36	1	40	4.54	0	0	0	0	0	0	0	50	5.68	0
7	STEERING GEAR	4.24	2	90	0	3.82	90	0	3.82	0	0	0	0	0	0
8	BOW THRUSTER	289.47	1	0	0	0	90	260.52	0	0	0	0	0	0	0
9	DECK CRANE	17.05	2	0	0	0	0	0	0	80	0	27.28	0	0	0
10	ACCOMODATION LADDER	2.50	2	0	0	0	0	0	0	60	1.50	0	60	1.5	0
11	WATERTIGHT DOOR SYSTEM	6.47	2	50	0	3.24	50	0	3.24	50	0	3.24	50	0	3.24
12	AC COMPRESSOR PLANT	138.95	1	90	0	125.06	90	0	125.06	90	0	125.06	0	0	0
13	SUPPLY FAN BOW THRUSTER ROOM	1.33	1	0	0	0	90	1.20	0	0	0	0	0	0	0
14	CARGO HOLD SUPPLY FAN	0.60	1	0	0	0	80	0.48	0	40	0.24	0	0	0	0
15	CARGO HOLD EXHAUST FAN	0.60	1	0	0	0	80	0.48	0	40	0.24	0	0	0	0
16	SUPPLY FAN STEERING GEAR	0.45	1	80	0.36	0	80	0.36	0	40	0.18	0	0	0	0
17	EXH FAN STEERING GEAR	0.45	1	80	0.36	0	80	0.36	0	40	0.18	0	0	0	0
18	SUPPLY FAN AC ROOM	1.33	1	90	1.20	0	90	1.20	0	90	1.20	0	0	0	0
19	EXH FAN AC ROOM	1.33	1	90	1.20	0	90	1.20	0	90	1.20	0	0	0	0
20	EXH FAN BOW THRUSTER	1.33	1	0	0	0	80	1.06	0	0	0	0	0	0	0
21	FAN CO2 ROOM	0.36	1	110	0.29	0	80	0.29	0	80	0.29	0	0	0	0
22	AC UNIT ECR	1.29	1	80	0	1.03	80	0	1.03	80	0	1.03	0	0	0
23	FAN ECR	1.76	1	80	1.41	0	80	1.41	0	80	1.41	0	0	0	0
24	AC1 CABIN, FRONT	12.79	1	110	10.23	0	80	10.23	0	80	10.23	0	0	0	0

25	AC2 CABIN, AFTER	2.5	1	80	2.00	0	80	2.00	0	80	2.00	0	0	0
26	E1 SANITARY SPACES	2.59	1	80	2.07	0	80	2.07	0	80	2.07	0	0	0
27	E2 HOSPITAL	0.29	1	80	0.23	0	80	0.23	0	80	0.23	0	0	0
28	E4 RESTAURANT, PANTRY	1.76	1	80	1.41	0	80	1.41	0	80	1.41	0	0	0
29	AC3 GALLEY, PANTRY	3.53	1	80	2.82	0	80	2.82	0	60	2.12	0	0	0
30	AC4 ECONOMY CLASS, MOSQUE	6.25	1	80	5.00	0	80	5.00	0	60	3.75	0	0	0
31	AC5 ECONOMY CLASS	6.25	1	80	5.00	0	80	5.00	0	60	3.75	0	0	0
32	AC6 STAIR, MIDDLE	0.66	1	80	0.53	0	80	0.53	0	60	0.40	0	0	0
33	AC7 STAIR, FRONT	0.9	1	80	0.72	0	80	0.72	0	60	0.54	0	0	0
34	E8 ECONOMY CLASS, FRONT	2.59	1	80	2.07	0	80	2.07	0	80	2.07	0	0	0
35	E7 GALLEY	1.29	1	80	1.03	0	80	1.03	0	80	1.03	0	0	0
36	RE5 MIDDLE	0.3	1	80	0.24	0	80	0.24	0	80	0.24	0	0	0
37	RE6 STAIR, FRONT	0.45	1	80	0.36	0	80	0.36	0	80	0.36	0	0	0
38	E9 ECONOMY CLASS, AFTER	2.59	1	80	2.07	0	80	2.07	0	80	2.07	0	0	0
39	E3 SANITARY FRONT	1.29	1	80	1.03	0	80	1.03	0	80	1.03	0	0	0
40	SUPPLY FAN AC COMP.RM	2.59	1	80	2.07	0	80	2.07	0	80	2.07	0	0	0
41	EXH.FAN AC COMP RM	2.59	1	80	2.07	0	80	2.07	0	80	2.07	0	0	0
42	SUPPLY FAN INCINERATOR RM	1.76	1	70	1.23	0	0	0	0	80	1.41	0	0	0
43	EXH FAN AC SEPARATOR RM	1.76	1	80	1.41	0	80	1.41	0	80	1.41	0	0	0
44	PD LAUNDRY	21.51	1	80	0	17.21	0	0	0	60	0	12.91	0	0
45	PD PROVISION COOLING PLANT	12.61	2	90	0	11.35	90	0	11.35	90	0	11.35	0	0
46	PD GALLEY	110.53	1	60	0	66.32	60	0	66.32	50	0	55.27	0	0
47	EXH FAN BOATSWAIN STORE	0.66	1	50	0.33	0	50	0.33	0	0	0	0	0	0
48	SUPPLY FAN BOATSWAIN STORE	0.9	1	50	0.45	0	50	0.45	0	0	0	0	0	0
49	HATCH COVER MOTOR	1.76	1	0	0	0	0	0	0	80	1.41	0	0	0
50	PROVISION LIFT	1.65	1	60	0	0.99	60	0	0.99	80	0	1.32	0	0
51	SEA WATER PUMP FOR PROV. REFR.	0.65	2	80	0	0.52	80	0	0.52	80	0	0.52	0	0
52	COMPRESSOR FOR PROV. REFR.	8.52	2	80	0	6.82	80	0	6.82	80	0	6.82	0	0
53	SECONDARY OIL PUMP AC SYST.	1.76	2	80	0	2.82	80	0	2.82	80	0	2.82	0	0

54	MISCELLANEOUS	2.35	1	80	0	1.88	80	0	1.88	80	0	1.88	0	0
	SUBTOTAL HULL PART				80.654	261.30		311.71	254.22		48.104	279.87		40.82
MACHINERY PART														
1	STARTING AIR COMPRESSOR	6.25	3	50	0	9.38	60	0	11.25	80	0	15.00	0	0
2	FRESH WATER CIRC. PUMP ME	6.25	2	70	8.75	0	70	8.75	0	0	0	0	0	0
3	PURIFIER HEATER L.O	10.23	2	70	0	7.16	80	0	8.18	0	0	0	0	0
4	PURIFIER HEATER F.O	10.23	2	70	0	7.16	80	0	8.18	0	0	0	0	0
5	L.O BST PUMP TO L.O SEPR.	0.45	2	60	0	0.27	70	0	0.32	0	0	0	0	0
6	F.O BST PUMP TO F.O SEPR.	0.45	2	60	0	0.27	70	0	0.32	0	0	0	0	0
7	SEA COOL WATER PUMP ME PS	8.52	2	90	0	7.67	90	0	7.67	0	0	0	0	0
8	SEA COOL WATER PUMP ME SS	8.52	2	90	0	7.67	90	0	7.67	0	0	0	0	0
9	SEA COOL WATER PUMP AUX. ENGINE	6.82	4	90	0	12.28	90	0	18.41	90	0	12.28	0	0
10	PREHEATING COOL W. AUX ENGINE	1.2	4	90	0	2.16	90	0	3.24	90	0	2.16	0	0
11	PREHEATING COOL W. EMERG. ENGINE	1.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
12	SEA COOL WATER PUMP AC PL	9.09	1	80	0	7.27	80	0	7.27	80	0	7.27	0	0
13	CHILLED WATER PUMP AC	23.66	1	80	0	18.93	80	0	18.93	80	0	18.93	0	0
14	PREHEATING M/E	3.53	1	60	0	2.12	70	0	2.47	0	0	0	0	0
15	SEA COOLING WATER PUMP AC ECR	0.84	1	80	0	0.67	80	0	0.67	80	0	0.67	0	0
16	FIRE PUMP	34.41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	27.53
17	FRESH WATER GENERATOR	26.88	1	60	16.13	0	60	16.13	0	0	0	0	0	0
18	SPRINKLER PUMP	34.41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	27.53
19	TOPPING UP PUMP SPRINKLER	1.41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	1.13
20	BILGE & BALLAST PUMP	8.52	2	60	0	10.22	60	0	10.22	60	0	5.11	0	0
21	BILGE & BALLAST VALVE PLANT	0.36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	BILGE PUMP	8.52	1	60	0	5.11	0	0	0	0	0	0	0	0
23	BALLAST PUMP IN BOW THRUSTER	4.55	1	0	0	0	80	0	3.64	0	0	0	0	0
24	OILY BILGE SEPARATOR	1.33	1	60	0	0.80	60	0	0.80	60	0	0.80	0	0
25	OILY BILGE PUMP	4.12	1	60	0	2.47	60	0	2.47	60	0	2.47	0	0

26	HYDROPORE PUMP SEA WATER	5.68	2	60	0	6.82	60	0	6.82	50	0	2.84	0	0
27	HYDROPORE PUMP FRESH WATER	11.36	2	60	0	13.63	60	0	13.63	50	0	5.68	0	0
28	LAUNDRY WATER PUMP	4.12	1	60	0	2.472	0	0	0	0	0	0	0	0
29	SEWAGE TREATMENT PLANT	13.45	1	60	0	8.07	0	0	0	0	0	0	0	0
30	SEWAGE TRANSFER PUMP	4.12	1	50	0	2.06	0	0	0	0	0	0	0	0
31	STAND BY LUB OIL PUMP M/E PS	17.05	2	60	0	10.23	60	0	10.23	0	0	0	0	0
32	GEAR OIL PUMP	8.52	4	75	0	12.78	75	0	12.78	0	0	0	0	0
33	L.O TRANSFER PUMP	0.29	1	60	0	0.174	60	0	0.17	0	0	0	0	0
34	DIRTY OIL PUMP	1.76	1	50	0	0.88	50	0	0.88	50	0	0.88	0	0
35	SLUDGE PUMP	0.88	1	60	0	0.53	60	0	0.53	60	0	0.53	0	0
36	MDO BOOSTER PUMP M/E	0.45	2	60	0.54	0	60	0.54	0	0	0	0	0	0
37	MDO TRANSFER PUMP	2.5	2	60	3.00	0	60	3.00	0	0	0	0	0	0
38	MDO BOOSTER PUMP EMERG. D/E	0.65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0.52
39	L.O SEP M/E	2.59	2	80	4.14	0	80	4.14	0	0	0	0	0	0
40	MDO SEPARATOR	2.59	2	80	0	4.14	80	0	4.14	0	0	0	0	0
41	TURNING GEAR M/E	2.59	2	80	0	4.14	80	0	4.14	0	0	0	0	0
42	INCINERATOR	16.19	1	60	0	9.714	0	0	0	0	0	0	0	0
43	HYD UNIT BOW THRUSTER	1.29	1	0	0	0	60	0	0.77	0	0	0	0	0
44	ENGINE ROOM FAN	8.52	2	90	15.34	0	90	15.34	0	90	7.67	0	0	0
45	CO2 FAN M/E ROOM	0.42	1	90	0.38	0	90	0.38	0	90	0.38	0	0	0
46	CO2 FAN AUX ENGINE ROOM	0.42	1	90	0.38	0	90	0.38	0	90	0.38	0	0	0
47	AUX ENGINE ROOM FAN	6.47	2	90	11.65	0	90	11.65	0	90	5.82	0	0	0
48	SUPPLY FAN SEPARATOR ROOM	0.88	1	90	0.79	0	90	0.79	0	90	0.79	0	0	0
49	FAN EMERGENCY ENGINE	0.45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0.41	
50	HOT WATER CIRC. PUMP	1.33	2	80	0	2.13	80	0	2.13	0	0	0	0	0
51	HOT WATER CALORIFIER	22.58	2	90	0	20.32	90	0	20.32	0	0	0	0	0
52	MISCELLANEOUS	2.35	1	80	0	1.88	80	0	1.88	50	0	1.18	0	0
SUBTOTAL MACHINERY PART					61.09	201.58		61.09	190.15		15.039	75.79		57.11

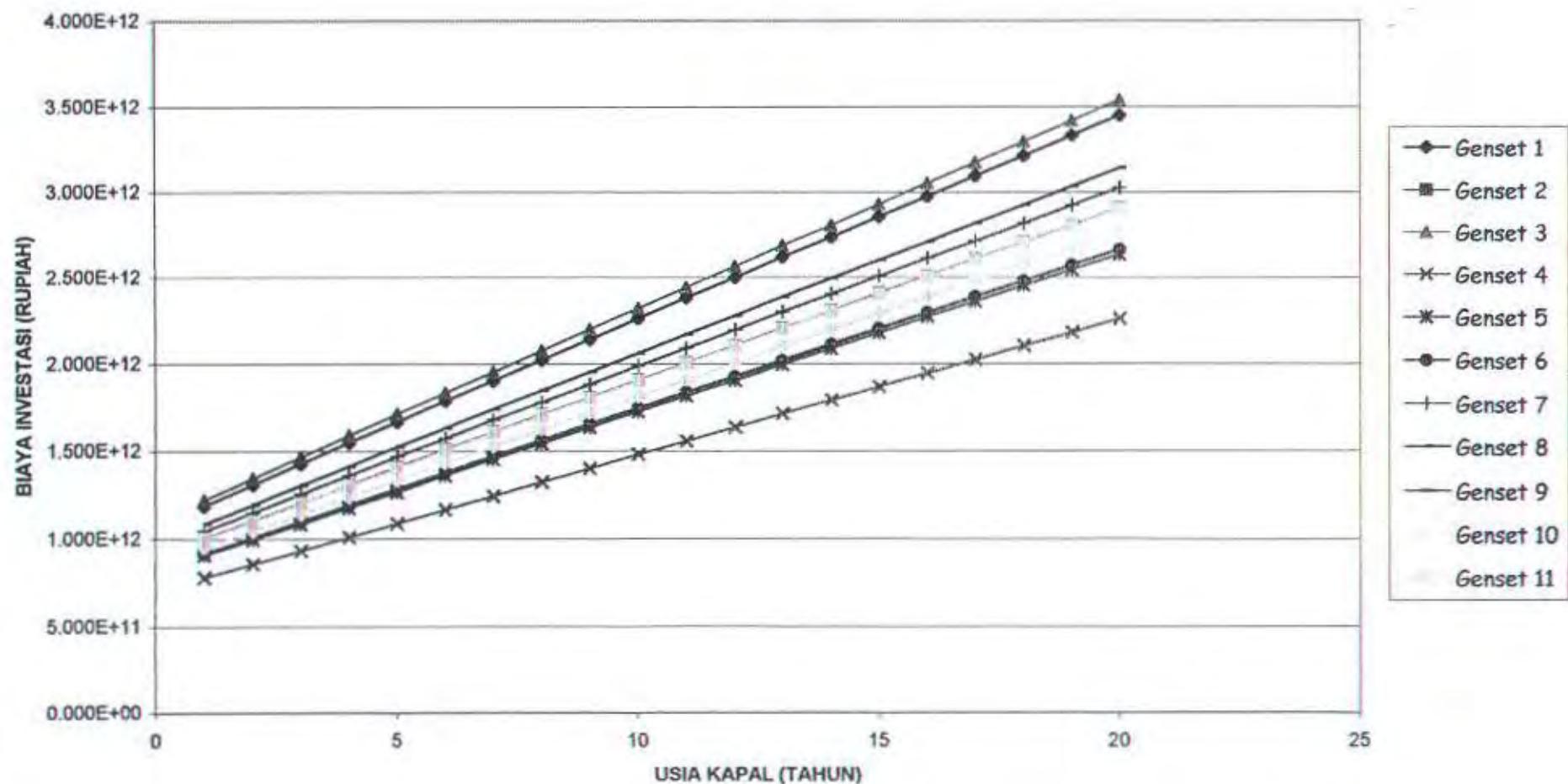
ELECTRICAL PART													
1 RADAR	3.33	2	70	2.33	0	85	2.83	0	60	2.00	0	80	2.66
2 RADIO SYSTEM	5.56	1	60	0	3.336	75	0	4.17	40	0	2.22	80	0
3 INTERNAL COMMUNICATION	1	1	60	0	0.6	75	0	0.75	40	0	0.40	80	0
4 BATTERY CHARGER	2.35	3	50	2.35	0	0	0	0	50	2.35	0	50	1.175
5 LIGHTING TRANSFORMER	56	2	80	44.80	0	80	44.80	0	50	28.00	0	0	0
6 EMERG LIGHTING TRANSFORMER	24	1	40	9.60	0	40	9.60	0	40	9.60	0	60	14.40
7 DISTRIBUTION NAUTIC	2	1	50	1.00	0	70	1.40	0	50	1	0	70	1.40
SUBTOTAL ELECTRICAL PART				60.08	3.94		58.63	4.92		42.95	2.62		19.64
TOTAL				201.83	466.81		431.43	449.29		106.09	358.29		117.57

Tabel Biaya Tiap-Tiap Tahun Dari Alternatif-Alternatif Genset

TAHUN	GENSET 1 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 2 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 3 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 4 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 5 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 6 (10 ¹² RUPIAH)
1	1.190	1.004	1.222	0.777	0.907	0.917
2	1.309	1.104	1.344	0.8541	0.998	1.008
3	1.428	1.205	1.466	0.9318	1.088	1.100
4	1.547	1.305	1.589	1.009	1.179	1.191
5	1.666	1.405	1.711	1.087	1.270	1.283
6	1.785	1.505	1.833	1.165	1.361	1.375
7	1.904	1.605	1.955	1.243	1.452	1.467
8	2.023	1.705	2.077	1.321	1.543	1.559
9	2.142	1.805	2.199	1.399	1.634	1.651
10	2.261	1.905	2.321	1.477	1.725	1.743
11	2.380	2.005	2.443	1.555	1.816	1.835
12	2.499	2.105	2.565	1.633	1.907	1.927
13	2.618	2.205	2.687	1.711	1.998	2.019
14	2.737	2.305	2.809	1.789	2.089	2.111
15	2.856	2.405	2.931	1.867	2.180	2.203
16	2.975	2.505	3.053	1.945	2.271	2.295
17	3.094	2.605	3.175	2.023	2.362	2.387
18	3.213	2.705	3.297	2.101	2.453	2.479
19	3.332	2.805	3.419	2.179	2.544	2.571
20	3.451	2.905	3.541	2.257	2.635	2.663
TOTAL	46.410	39.100	47.630	30.320	35.400	35.790

TAHUN	GENSET 7 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 8 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 9 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 10 (10 ¹² RUPIAH)	GENSET 11 (10 ¹² RUPIAH)
1	1.047	1.087	0.919	0.952	1.002
2	1.152	1.195	1.010	1.047	1.102
3	1.257	1.304	1.102	1.142	1.202
4	1.362	1.413	1.194	1.237	1.303
5	1.466	1.521	1.286	1.333	1.403
6	1.570	1.629	1.378	1.429	1.503
7	1.674	1.737	1.470	1.525	1.603
8	1.778	1.845	1.562	1.621	1.703
9	1.882	1.953	1.654	1.717	1.803
10	1.986	2.061	1.746	1.813	1.903
11	2.090	2.169	1.838	1.909	2.003
12	2.194	2.277	1.930	2.005	2.103
13	2.298	2.385	2.022	2.101	2.203
14	2.402	2.493	2.114	2.197	2.303
15	2.506	2.601	2.206	2.293	2.403
16	2.610	2.709	2.298	2.389	2.503
17	2.714	2.817	2.390	2.485	2.603
18	2.818	2.925	2.482	2.581	2.703
19	2.922	3.033	2.574	2.677	2.803
20	3.026	3.141	2.666	2.773	2.903
TOTAL	40.760	42.300	35.840	37.220	39.050

BIAYA VS USIA KAPAL



Tabel Perbedaan Biaya Dari Alternatif Optimum

NOMOR ALTERNATIF	PERBEDAAN TAHUN 1	PERBEDAAN TAHUN 2	PERBEDAAN TAHUN 3	PERBEDAAN TAHUN 4	PERBEDAAN TAHUN 5	PERBEDAAN TAHUN 6	PERBEDAAN TAHUN 7	PERBEDAAN TAHUN 8	PERBEDAAN TAHUN 9	PERBEDAAN TAHUN 10
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
6	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17
9	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
10	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
11	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
2	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
7	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.29
8	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.34
1	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.40
3	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.53

NOMOR ALTERNATIF	PERBEDAAN TAHUN 11	PERBEDAAN TAHUN 12	PERBEDAAN TAHUN 13	PERBEDAAN TAHUN 14	PERBEDAAN TAHUN 15	PERBEDAAN TAHUN 16	PERBEDAAN TAHUN 17	PERBEDAAN TAHUN 18	PERBEDAAN TAHUN 19	PERBEDAAN TAHUN 20
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
6	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17
9	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
10	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
11	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
2	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
7	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.29
8	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
1	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.39
3	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57

PROJECT NAME	PASSENGER VESSEL TYPE 500	DATE	1998
PROJECT NO.	M000122,126	DRAWING / DOCUMENT NAME	
OWNER	DTIJEN HUBLA	CLASS / CODE	KI
DESIGNER	PT. PAL	GROUP	PROJ. PROPOSAL
SCALE		SHEET	1 1 OF 6
SIZE	A4	DRAWING / DOCUMENT NO.	3002 - 01
<p style="text-align: center;">ELECTRICAL POWER CONSUMPTION TABLE</p>  <p style="text-align: right;">INDONESIA</p>			

ELECTRIC POWER CONSUMPTION TABLE

PROJECT	PASSENGER VESSEL PAX 500
PROJECT NO.	M000122 - M000126
DRAWING NO.	3002 - 01

SHIP PARTICULARS

Length Overall (LOA)	:	74.00	M
Length Between perpendiculars (LPP)	:	68.00	M
Breadth (Mid.)	:	15.20	M
Draught	:	2.85	M
V. Service	:	14	Knots

ELECTRIC POWER CONSUMPTION TABLE

• Nama Kapal

PASSENGER VESSEL TYPE 500

BRITISH LIBRARY

Feltrinelli Editore - PI, PAL INDONESIA (PERSERO)

Generator Engine

• 340 kW, AC-3B, 50 Hz, 400 Volt, 4 sets

Entfernung (Kilometer) [m]:

Efficiency characterisation : 140 kW, AC 3A, 50 Hz, 400 Volt, 1 sec

MARY OF GENERATOR LOAD

No	EQUIPMENT	Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouvering			At In Port			Em'cy Service		
					%	C.L.	IL.	%	C.L.	IL.	%	C.L.	IL.	%	C.L.	IL.
HULL PART																
1	Anchor & Mooring Winch Pump	13.80	15.68	2	40	-	12.55	60	-	18.82	60	-	18.82	-	-	
2	Mooring Winch Pump	8.20	9.65	2	40	-	7.72	60	-	11.58	60	-	11.58	-	-	
3	Boat Davit 1 PS	26.00	27.96	1	40	11.18	-	-	-	-	-	-	-	50	13.98	
4	Boat Davit 3 PS	10.00	11.36	1	40	4.55	-	-	-	-	-	-	-	50	5.68	
5	Boat Davit 2 SS	26.00	27.96	1	40	11.18	-	-	-	-	-	-	-	50	13.98	
6	Boat Davit 4 SS	10.00	11.36	1	40	4.55	-	-	-	-	-	-	-	50	5.68	
7	Bow Thruster	275.00	289.47	1	-	-	-	90	260.53	-	-	-	-	-	-	
8	Deck Crane	15.00	17.05	2	-	-	-	-	-	-	80	-	27.27	-	-	
9	Steering Gear	3.60	4.24	2	90	-	3.81	90	-	3.81	-	-	-	-	-	
10	Accomodation Ladder	2.20	2.50	2	-	-	-	-	-	-	60	1.50	-	60	1.50	
11	AC Compressor Plant	132.00	138.95	2	90	-	125.05	90	-	125.05	90	-	125.05	-	-	
12	Watertight Door System	5.50	6.47	2	50	-	3.24	50	-	3.24	50	-	3.24	50	-	
13	Supply Fan Bow Thruster Room	1.10	1.33	1	-	-	-	90	1.19	-	-	-	-	-	3	
14	Cargo Hold Supply Fan	0.50	0.60	1	-	-	-	80	0.48	-	80	0.24	-	-	-	
15	Cargo Hold Exhaust Fan	0.50	0.60	1	-	-	-	80	0.48	-	80	0.24	-	-	-	
16	Supply Fan Steering Gear	0.37	0.45	1	80	0.36	-	80	0.36	-	80	0.18	-	-	-	
17	Exh Fan Steering Gear RM	0.37	0.45	1	80	0.36	-	80	0.36	-	80	0.18	-	-	-	
18	Supply Fan AC Room	1.10	1.33	1	90	1.19	-	90	1.19	-	90	1.19	-	-	-	
19	Exh Fan AC Room	1.10	1.33	1	90	1.19	-	90	1.19	-	90	1.19	-	-	-	
20	Exh Fan Bow Thruster	1.10	1.33	1	-	-	-	80	1.06	-	-	-	-	-	-	
21	Fan CO ₂ Room	0.30	0.36	1	80	0.29	-	80	0.29	-	80	0.29	-	-	-	
22	AC Unit E.C.R	1.10	1.29	1	80	-	1.04	80	-	1.04	80	-	1.04	-	-	
23	Fan E.C.R	1.50	1.76	1	80	1.41	-	80	1.41	-	80	1.41	-	-	-	
24	AC1 Cabin, Front	11.00	12.79	1	80	10.23	-	80	10.23	-	80	10.23	-	-	-	
25	AC2 Cabin, After	2.20	2.50	1	80	2.00	-	80	2.00	-	80	2.00	-	-	-	
26	E1 Sanitary Spaces	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	
27	E2 Hospital	0.25	0.29	1	80	0.24	-	80	0.24	-	80	0.24	-	-	-	
28	E4 Restaurant, Pantry	1.50	1.76	1	80	1.41	-	80	1.41	-	80	1.41	-	-	-	
29	AC3 Galley, Pantry	3.00	3.53	1	80	2.82	-	80	2.82	-	60	2.12	-	-	-	
30	AC4 Economy Class, Mosque	5.50	6.25	1	80	5.00	-	80	5.00	-	60	3.75	-	-	-	
S U B T O T A L I					60.03	153.40		292.32	163.53		28.24	186.99		40.82	3.24	

Note: > C.L. : Continous Load

> IL. : Intermittent Load

R

REC

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (kW)												
		Output (kW)	Input (kW)	To tal set	Normal Sea Going			Manouevring			At In Port			Em'cy Service			
					%	C.L.	IL	%	C.L.	IL	%	C.L.	IL	%	C.L.	IL	
	HULL PART																
31	AC5 Economy Class	5.50	6.25	1	80	5.00	-	80	5.00	-	60	3.75	-	-	-	-	-
32	AC6 Stair, Middle	0.55	0.66	1	80	0.53	-	80	0.53	-	60	0.40	-	-	-	-	-
33	AC7 Stair, Front	0.75	0.90	1	80	0.72	-	80	0.72	-	60	0.54	-	-	-	-	-
34	E8 Economy Class, Front	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-	-
35	E7 Galley	1.10	1.29	1	80	1.04	-	80	1.04	-	80	1.04	-	-	-	-	-
36	RE5 Middle	0.25	0.30	1	80	0.24	-	80	0.24	-	80	0.24	-	-	-	-	-
37	RE6 Stair, Front	0.37	0.45	1	80	0.36	-	80	0.36	-	80	0.36	-	-	-	-	-
38	E9 Economy Class, After	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-	-
39	E3 Sanitary Front	1.10	1.29	1	80	1.04	-	80	1.04	-	80	1.04	-	-	-	-	-
40	Supply Fan AC Comp. RM	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-	-
41	Exh Fan AC Comp RM	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-	-
42	Supply Fan Incinerator RM	1.50	1.76	1	70	1.24	-	-	-	-	80	1.41	-	-	-	-	-
43	Exh Fan Separator RM	1.50	1.76	1	80	1.41	-	80	1.41	-	80	1.41	-	-	-	-	-
44	PD Laundry	20.00	21.51	1	80	-	17.20	-	-	-	60	-	12.90	-	-	-	-
45	PD Provision Cooling Plant	11.10	12.61	2	90	-	11.35	90	-	11.35	90	-	11.35	-	-	-	-
46	PD Galley	105.00	110.53	1	60	-	66.32	60	-	66.32	50	-	55.26	-	-	-	-
47	Exh Fan Boatswain Store	0.55	0.66	1	50	0.33	-	50	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-
48	Supply Fan Boatswain Store	0.75	0.90	1	50	0.45	-	50	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-
49	Hatch Cover Motor	1.50	1.76	1	-	-	-	-	-	-	80	1.41	-	-	-	-	-
50	Provision Lift	1.40	1.65	1	60	-	0.99	60	-	0.99	80	-	1.32	-	-	-	-
51	Sea Water Pump For Prov. Refr.	0.55	0.65	2	80	-	0.52	80	-	0.52	80	-	0.52	-	-	-	-
52	Compressor for Prov. Refr.	7.50	8.52	2	80	-	6.82	80	-	6.82	80	-	6.82	-	-	-	-
53	Secondary Oil Pump AC Syst.	1.50	1.76	2	80	-	2.82	80	-	2.82	80	-	2.82	-	-	-	-
54	Miscellaneous	2.00	2.35	1	80	-	1.88	80	-	1.88	80	-	1.88	-	-	-	-
SUBTOTAL II					20.63	107.90	-	19.40	90.70	-	19.88	92.88	-	0.00	0.00	-	-

Note: > C.L. : Continous Load

> IL : Intermittent Load

R DES

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%)											
		Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouevring			In Port			Em'cy Service		
MACHINERY PART																
1	Starting Air Compressor	5.50	6.25	3	50	-	9.38	60	-	11.25	80	-	-	15.00	-	-
2	Fresh Water Circ Pump ME	5.50	6.25	2	70	8.75	-	70	8.75	-	-	-	-	-	-	-
3	Purifier Heater L.O.	9.00	10.23	2	70	-	7.16	80	-	8.18	-	-	-	-	-	-
4	Purifier Heater F.O.	9.00	10.23	2	70	-	7.16	80	-	8.18	-	-	-	-	-	-
5	L.O. BST. Pump to L.O. Sepr.	0.37	0.45	2	60	-	0.27	70	-	0.31	-	-	-	-	-	-
6	F.O. BST. Pump to F.O. Sepr.	0.37	0.45	2	60	-	0.27	70	-	0.31	-	-	-	-	-	-
7	Sea Cool Water Pump ME PS	7.50	8.52	2	90	-	7.67	90	-	7.67	-	-	-	-	-	-
8	Sea Cool Water Pump ME SS	7.50	8.52	2	90	-	7.67	90	-	7.67	-	-	-	-	-	-
9	Sea Cool Water Pump Aux Engine	6.00	6.82	4	90	-	12.27	90	-	18.41	90	-	12.27	-	-	-
10	Preheating Cool. W. Aux Engine	1.00	1.20	4	90	-	2.17	90	-	3.25	90	-	2.17	-	-	-
11	Preheating Cool. W. Emerg Gen	1.00	1.20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-
12	Sea Cool Water Pump AC PL	8.00	9.09	2	80	-	7.27	80	-	7.27	80	-	7.27	-	-	-
13	Chilled Water Pump AC	22.00	23.66	2	80	-	18.92	80	-	18.92	80	-	18.92	-	-	-
14	Preheating M/E	3.00	3.53	2	60	-	2.12	70	-	2.47	-	-	-	-	-	-
15	Sea Cooling Water Pump AC ECR.	0.70	0.84	1	80	-	0.67	80	-	0.67	80	-	0.67	-	-	-
16	Fire Pump	32.00	34.41	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	27.53	-
17	Fresh Water Generator	25.00	26.88	1	60	16.13	-	60	16.13	-	-	-	-	-	-	-
18	Sprinkler Pump	32.00	34.41	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	27.53	-
19	Topping Up Pump Sprinkler	1.20	1.41	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	1.13	-
20	Bilge and Ballast Pump	7.50	8.52	2	60	-	10.23	60	-	10.23	60	-	5.11	-	-	-
21	Bilge and Ballast Valve Plant	0.30	0.36	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Bilge Pump	7.50	8.52	2	60	-	5.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Ballast Pump In Bow Thruster	4.00	4.55	1	-	-	-	80	-	3.64	-	-	-	-	-	-
24	Oily Bilge Separator	1.10	1.33	1	60	-	0.80	60	-	0.80	60	-	0.80	-	-	-
25	Oily Bilge Pump	3.50	4.12	1	60	-	2.47	60	-	2.47	60	-	2.47	-	-	-
26	Hydrophore Pump Sea Water	5.00	5.68	2	60	-	6.82	60	-	6.82	50	-	2.84	-	-	-
27	Hydrophore Pump Fresh Water	10.00	11.36	2	60	-	13.64	60	-	13.64	50	-	5.68	-	-	-
28	Laundry Water Pump	3.50	4.12	2	60	-	2.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Sewage Treatment Plant	25.01	26.89	2	60	-	8.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Sewage Transfer Pump	3.50	4.12	2	50	-	2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S U B T O T A L III					24.88	134.66	-	24.88	132.17	-	0.00	73.22	-	56.18	-	

Note: > CL. : Continous Load

> IL. : Intermittent Load

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (kW)												
		Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouevring			In Port			Em'cy Service			
					%	C.L.	IL	%	C.L.	IL	%	C.L.	IL	%	C.L.	IL	
	MACHINERY PART																
31	Stand By Lub Oil Pump M/E PS	15.00	17.05	2	60	-		10.23	60	-	10.23	-	-	-	-	-	-
32	Gear Oil Pump	7.50	8.52	4	75	-		12.78	75	-	12.78	-	-	-	-	-	-
33	L.O. Transfer Pump	0.25	0.29	1	60	-		0.18	60	-	0.18	-	-	-	-	-	-
34	Dirty Oil Pump	1.50	1.76	1	50	-		0.88	50	-	0.88	50	-	-	-	-	-
35	Sludge Pump	0.75	0.88	1	60	-		0.53	60	-	0.53	60	-	0.88	-	-	-
36	MDO Booster Pump M/E	0.37	0.45	2	60	0.53	-	60	0.53	-	-	-	-	0.53	-	-	-
37	MDO Transfer Pump	2.20	2.50	2	60	3.00	-	60	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-
38	MDO Booster Pump Emerg. Diesel	0.55	0.65	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	L.O. Sep M/E	2.20	2.59	2	80	4.14	-	80	4.14	-	-	-	-	-	80	0.52	-
40	MDO Separator	2.20	2.59	2	80	-		4.14	80	-	4.14	-	-	-	-	-	-
41	Turning Gear M/E	2.20	2.59	2	80	-		4.14	80	-	4.14	-	-	-	-	-	-
42	Incinerator	14.25	16.19	1	60	-		9.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Hyd Unit Bow Thruster	1.10	1.29	1	-	-	-	60	-		0.78	-	-	-	-	-	-
44	Engine Room Fan	7.50	8.52	2	90	15.34	-	90	15.34	-	90	7.67	-	-	-	-	-
45	CO ₂ Fan M/E Room	0.37	0.42	1	90	0.38	-	90	0.38	-	90	0.38	-	-	-	-	-
46	CO ₂ Fan Aux Engine Room	0.37	0.42	1	90	0.38	-	90	0.38	-	90	0.38	-	-	-	-	-
47	Aux Engine Room Fan	5.50	6.47	2	90	11.65	-	90	11.65	-	90	5.82	-	-	-	-	-
48	Supply Fan Separator Room	0.75	0.88	1	90	0.79	-	90	0.79	-	90	0.79	-	-	-	-	-
49	Fan Emergency Engine	0.37	0.45	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	Hot Water Circulating Pump	1.10	1.33	2	80	-		2.12	80	-	2.12	-	-	-	90	0.40	-
51	Hot Water Calorifier	21.00	22.58	2	90	-		20.32	90	-	20.32	-	-	-	-	-	-
52	Miscellaneous	2.00	2.35	1	80	-		1.88	80	-	1.88	50	-	1.18	-	-	-
	S U B T O T A L IV					36.22	66.92		36.22	57.98		15.04	2.59		0.92	0	

Note: > C.L. : Continuous Load
 > I.L. : Intermittent Load

SHIP : PASSENGER VESSEL

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (kW)												page	
		Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouvering			At In Port			Em'cy Service				
					%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.		
	ELECTRICAL PART																	
1	Radar	3.00	3.33	2	70	2.33	-	85	2.83	-	60	2.00	-	80	2.67	-		
2	Radio System	5.00	5.56	1	60	-	3.33	75	-	4.17	40	-	2.22	80	-	4.		
3	Internal communication	1.00	1.00	1	60	-	0.60	75	-	0.75	40	-	0.40	80	-	0.		
4	Battery charger	2.00	2.35	3	50	2.35	-	-	-	-	50	2.35	-	50	1.18	-		
5	Lighting Transformer	56.00	56.00	2	80	44.80	-	80	44.80	-	50	28.00	-	-	-	-		
6	Emergency Lighting Transformer	24.00	24.00	1	40	9.60	-	40	9.60	-	40	9.60	-	60	14.40	-		
7	Distribution Nautic	2.00	2.00	1	50	1.00	-	70	1.40	-	50	1.00	-	70	1.40	-		
	S U B T O T A L V					60.09	3.93		58.63	4.92		42.95	2.62		19.64	5.2		
	G R A N D T O T A L					201.84	466.82		431.44	449.30		106.12	358.29		117.57	9.44		

Note: > C.L. : Continuous Load

> I.L. : Intermittent Load

DESI 95

- Untuk arus bolak-balik 3-fasa.
 - 4 kawat dengan titik-bintang dibumikan, tetapi tanpa lambung sebagai saluran balik,
 - 3 kawat dengan titik-bintangnya dibumikan, dan lambung berfungsi sebagai penghantar netral,
 - 3 kawat yang terisolasi dari lambung kapal.
- Sistem lain harus setiap kali dimintakan persetujuannya oleh B.K.I. (kelas).
- Diatas kapal tangki, pemakaian sistem yang berkaitan dengan lambung sebagai saluran balik dan/atau sistem hubungan kebumi, tidak diizinkan, lihat Bab T.

Tegangan dan frekwensi

1. Tegangan yang distandardisasikan

Direkomendasikan penggunaan tegangan dan frekwensi yang distandardisasikan.
Tegangan kerja generator boleh 2,5% sampai 5% lebih tinggi dari pada tegangan kerja perlengkapan pemakai daya.

2. Tegangan kerja.

Tegangan kerja seperti pada tabel 2 tidak boleh dilampaui.

Rancangan dan konstruksi instalasi pembangkit listrik

Balans daya

Untuk membuktikan bahwa instalasi generator diberi ukuran yang memadai, maka harus dilengkapi dengan suatu balans daya untuk instalasi listriknya.

Kebutuhan daya harus ditetapkan untuk pelayanan di laut, perniagaan di muara dan pelayanan darurat. Jika kapal memiliki instalasi pendinginan yang dikelaskan (SMP) dan bila diperlukan juga untuk kapal peti-kemas yang didinginkan, maka diperlukan juga penentuan kebutuhan daya guna menurunkan pendinginan muatan dan memelihara suhu yang diperlukan untuk muatan yang didinginkan. Dari seluruh perlengkapan pemakai-daya listrik yang melekat didalam dan masing-masing daya kerjanya (nominalnya) harus tertera dalam suatu tabel.

- Seluruh perlengkapan pemakai-daya yang secara tetap diperlukan untuk memelihara pelayanan yang normal harus diperhitungkan dengan daya kerja penuhnya.
- Beban terhubung dari seluruh perlengkapan cadangan harus dinyatakan.
Dalam hal perlengkapan pemakai-daya nyata yang hanya akan bekerja bila suatu perlengkapan serupa akan rusak, kebutuhan dayanya tidak perlu dimasukkan perhitungan.
- Daya masuk total yang harus ditentukan, dari seluruh pemakai-daya yang hanya

untuk sementara dimasukkan, dikalikan dengan suatu faktor kesamaan waktu bersama (common simultaneity factor) dan ditambahkan kepada daya-masuk total dari seluruh perlengkapan pemakai-daya yang terhubung tetap. Faktor kesamaan waktu bersama harus ditetapkan dengan dimasukkan pertimbangan beban tertinggi yang dapat diharapkan terjadi pada waktu yang sama. Seandainya suatu penentuan yang tepat tidaklah mungkin, faktor kesamaan waktunya yang digunakan tidak boleh lebih rendah dari 0,5.

- Daya masuk total sebagaimana ditentukan sesuai dengan a) dan c) maupun kebutuhan daya untuk instalasi pendinginan yang mungkin ada, harus dipakai sebagai dasar dalam pemberian ukuran instalasi generator.

Daya cadangan harus dimasukkan perhitungan untuk menutup kebutuhan daya pada punca beban waktu singkat, misal bila secara otomatis mengasut motor-motor besar.

Apabila tidak ada suatu petunjuk yang terperinci guna menentukan persediaan daya yang cukup, daya-keluar dari generator yang sekurang-kurangnya diperlukan untuk pelayanan (pelayaran) di laut harus 15% lebih tinggi daripada kebutuhan daya yang ditetapkan dalam balans daya. Petunjuk ini ditetapkan sejalan juga terhadap sistem daya darurat.

Instalasi generator utama.

2.1. Rancangan.

Sekurang-kurangnya dua agregat yang terpisah dari mesin penggerak utama harus disediakan untuk pemberian daya instalasi listrik. Daya keluarannya harus berukuran sedemikian hingga daya keluar generator masih bersisa dan cukup untuk menutup kebutuhan daya dalam pelayanan di laut ketika agregat rusak atau diberhentikan. Untuk kapal dengan instalasi pendinginan yang dikelaskan (SMP), Peraturan Pembangunan untuk Instalasi Pendingin Muatan, Bagian 5, Bab 2, B 1, juga harus sesuai dengan ketika menentukan persyaratan dayanya.

Perkecualian dapat dijamin dalam hal-hal tertentu bagi kapal-kapal untuk pelayanan khusus atau yang memiliki daerah pelayanan terbatas, asalkan sudah diperoleh persetujuan dari pejabat nasional yang berwenang.

2.2. Susunan

- Agregat utama harus dipasang dalam kamar mesin utama atau kamar mesin listrik tersendiri.

- Untuk memasang agregat utama dibadan dapat hanya diizinkan dengan persetujuan khusus dari BKI dan pada kondisi berikut :

- b) dengan mesin utama, disediakan untuk pelayanan di laut yang normal.
- c). Sistem gerak peralatan kemudi, jika operasinya tidak dapat langsung diteruskan secara hidrolik tangan, dan indikator sudut kemudi listrik.
- c). Sistem pengendalian jarak-jauh yang dioperasikan dengan listrik untuk instalasi mesin penggerak utama, atau komponen kerja listrik dari sistem kombinasi (sistem elektro hidraulik dan elektro pneumatik).
- d). Tanda bahaya mesin dan sistem pengamatan.
- e). Lampu navigasi, lampu sinyal penting, penduga arah, perangkat radio dan bantuan navigasi.
- f). Sistem penerangan di kamar mesin, stasiun pengamanan, kamar harian, gang dan tangga.
- 3.4.3. Setelah pelepasan daya dan penentuan kembali penyediaan daya, perlengkapan pemakaian daya seperti dijelaskan dalam 3.4.2. harus secara otomatis dihubungkan kembali ke rangkaiannya. Penghubungan kembali dapat dihasilkan secara cepat tergantung kepada pentingnya peralatan pemakaian-daya.
Penghubungan kembali harus disempurnakan paling lambat 30 detik setelah gangguan utama.
- 3.5. Instalasi generator berpenggerak poros harus diamankan, disesuaikan dengan petunjuk dalam Bab 1.J.6., terhadap kerusakan yang disebabkan oleh hubung-singkat, beban-lebih dan dimana perlu, daya balik yang sama.
Dalam sistem yang berisi konverter elektronis, perlengkapan pengamanan boleh dirancang sedemikian untuk memenuhi persyaratan konverter frekwensi, ini di dalam penyimpangan dari petunjuk seperti dalam Bab 1.J.6. Walaupun demikian, kondisi berikut harus dipegati :
- 3.5.1. Pembedaan dalam hal hubungan singkat pada rangkaian listrik dikapal harus dipelihara.
- 3.5.2. Sistemnya tidak boleh rusak dibawah pembahan-lebih waktu singkat yang disebabkan misalkan oleh arus pengasutan motor. Kecuali pemberi perintah telah melengkapi perincian khusus. Sehubungan dengan beban-lebih waktu singkat yang diperkirakan, kondisi yang dijelaskan terdahulu harus dianggap dipenuhi jika :
- a). Dalam instalasi a.s. :
pengasutan dari beban dasar 85%-nya daya keluar nominal, beban sebesar 110%-nya daya keluar nominal akan diberikan secara berubah-ubah (transient) selama 10 detik;
- b). pengasutan dari beban dasar 85%-nya daya nyata nominal pada faktor-daya cos Q:0,8, beban 120%-nya daya nyata nominal pada faktor-daya cos Q:0,7 akan disediakan secara berubah-ubah (transient) selama 10 detik.
- 3.6. Dalam hal generator berpenggerak poros yang direncanakan untuk tetap dibuat kecakalan sistem poros baling-baling, rancangan yang sesuai dari generator dan kedudukannya harus menjamin bahwa instalasi baling-baling akan bekerja bebas dari kesulitan-kesulitan sekalipun pada gelombang laut yang agak besar dan pada seluruh kondisi beban kapal.
Dengan mengingat kondisi kerja yang istimewa, bila memungkinkan selalu celah udara generator tidak boleh kurang dari 6 mm. Jika sekiranya ada kerusakan pada generator, harus ada kemungkinan untuk memisahkan rotor dan stator (misal dengan menggeser statornya) dengan peralatan di kapal sendiri.
- 3.7. Generator berpenggerak poros yang tidak terletak pada sistem poros baling-baling harus mampu dalam keadaan tidak dikopel.
4. Penyediaan daya darurat
- Agregat darurat, baterai daya darurat maupun masing-masing alat-pemutus harus dipasang di atas gelatinik ^{*)} terusan teratas dan di luar selubung kamar mesin, tetapi tidak di depan sekat tubruk.
Letak instalasinya harus sedemikian hingga penyediaan daya darurat tidak akan dirugikan jika sekiranya ada kebakaran atau kejadian lain di dalam kamar mesin.
Sistem penyediaan daya darurat harus dapat dioperasikan sepenuhnya pada miringan tetap $22,5^\circ$ dan/ataupun trim. Seluruh sistem yang melayani penyediaan daya darurat harus dilengkapi dengan perlengkapan yang memungkinkan pengujian kerja beristimewa elemen-elemen pengendalian dan pengasutan otomatis. Harus ada kemungkinan melaksanakan pengujian-pengujian ini tanpa mengganggu penggunaan-penggunaan lain di kapal.
- 4.1. Penyediaan daya darurat pada kapal-kapal penumpang
(tanpa pembatasan bagi tonasenya).
- Suatu sumber daya darurat harus disediakan yang mampu memberi daya kepada seluruh perlengkapan listrik dan peralatan pemakaian daya yang diperlukan bagi keselamatan penumpang dan awak-kapal untuk jangka waktu 36 jam. Dalam persetujuan dengan badan pemerintah yang berwenang, peringinan dapat dikabulkan bagi kapal-kapal yang secara tetap berlayar dalam jangka waktu terbatas. Mengenai pemakaian daya darurat bagi pengamanan instalasi baling-baling utama, lihat 4... Mengingat keselamatan kapal, penumpang dan awak-kapal.

*) Ini ekivalen terhadap pencatatan linseune atau jalur (direct on-line starting) dan motor yang mempunyai daya-keluar nominal kira-kira 10% dari daya kerja nominal aktif generator berpenggerak poros.

Sumber daya darurat pada kapal-kapal barang dari 500 sampai dengan 4999 BRT.

Pada kapal-kapal barang yang memiliki tonase dari 500 sampai 4999 BRT, suatu sistem suplai daya yang terpisah dari sistem daya utama harus tersedia sehingga akan berada dalam suatu posisi guna memberi daya perlengkapan berikut untuk periode tiga jam :

- a). Penerangan navigasi dan penerangan tidak dibawah komando demikian pula sistem penerangan darurat seperti pada D.4.1.A) dengan perkecualian penerangan darurat dalam dapur.
- b). Sistem tanda-bahaya umum.
- c). Jika ada, sistem tanda-bahaya CO₂.

Sumber daya darurat pada kapal-kapal barang dari 200 sampai dengan 499 BRT

Kapal-kapal barang yang memiliki tonase dari 200 sampai dengan 499 BRT harus dipasangi dengan suatu sistem penerangan darurat untuk perlengkapan pelayanan terpenting, teristimewa posisi kendali, tangga-tanpa dan pintu keluar dari ruang pelayanan. Suplai harus cukup untuk tiga jam. Untuk maksud ini lampu-lampu baterai tersendiri boleh juga digunakan dimana dipasang secara tetap, secara otomatis mengisi kembali, dan secara otomatis menyala pada kesalahan jaringan utama. Ragam instalasinya harus sedemikian sehingga tidak dapat dipindahkan sesuka hati.

Perlengkapan pemakaian daya darurat untuk pengaman instalasi baling-baling utama

Ketika merancangkan sumber daya darurat, perlengkapan pemakaian daya selanjutnya, dalam keadaan diperlukan, harus diperhitungkan apabila harus dibuktikan perlu untuk pengamanan instalasi baling-baling utama dalam kejadian sistem suplai daya listrik utama rusak. Bagian daripadanya bisa dibentuk oleh sistem suplai darurat minyak pelumas dan suatu alat pemutar instalasi turbin. Langkah-langkah yang diambil harus diamati bersama BKI (kelas) di masing-masing kasus tersendiri.

Rancangan generator dan kendali

1. Generator arus-searah.

Generator lilitan-kompon atau generator lilitan-shunt dengan pengatur tegangan otomatis lebih suka digunakan untuk agregat-agregat yang memberi daya sistem listrik kapal.

1.1. Generator lilitan kompon harus memenuhi karakteristik tegangan berikut dibawah kondisi perputaran yang panas sambil memperhitungkan karakteristik kecepatan mesin penggerak (Lihat Bagian 3, Bab 2—motor bakar dan kompresor udara dan Bab 3—Instalasi Turbin Uap dan Gas).

Tegangan generator pada 20% daya kerja (nominal) diatur menjadi tegangan kerja (nominal) dengan suatu ketelitian $\pm 1\%$.

Tegangan beban-penuh kemudian tidak boleh berubah-ubah sampai melebihi 2,5% dari tegangan yang dipasang lebih dahulu. Dalam batasan antara, kenaikan dan penurunan bagian-bagian dari karakteristik tegangan tidak boleh berubah-ubah melebihi 4% tegangan kerja (nominal) dari nilai tegangan-tegangan yang dimaksudkan pada kedua hal tersebut, misalnya 20% beban dan beban-penuh.

5.1.2. Kecepatan dari mesin-mesin penggerak yang dalam praktiknya konstan, karakteristik tegangan dari generator-generator lilitan shunt yang dilengkapi dengan pengatur tegangan otomatis, tidak boleh jatuh melebihi 20% antara tanpa-beban dan berbeban-penuh dengan pengatur tegangan terbuka (tidak bekerja) dan pengatur medan tetap dipasang (dizetel) tepat seperti sebelum ke eksitasi kerja tanpa beban.

Tegangan dimana pun, tidak boleh melebihi tegangan tanpa-beban selama penggunaan dan pemindahan beban. Pengatur tegangan akan menjamin sesuai dengan persyaratan-persyaratan seperti dalam D.5.1.1.

5.1.3. Pengatur-pengatur tegangan untuk masing-masing generator itu sendiri harus dipasang pada papan-hubung guna memungkinkan suatu pengaturan tegangan pada suatu titik antara tanpa-beban dan berbeban-penuh dengan ketelitian-ketelitian di bawah suatu kondisi kerja dan pada sesuatu suhu pelayanan yang dilizinkan dari generator :

0,5 % dari tegangan kerja (nominal) untuk generator-generator yang memiliki daya keluar lebih dari 100 KW,
1 % dari tegangan kerja (nominal) untuk generator-generator yang memiliki daya keluar 100 KW atau lebih kecil.

5.1.4. Dimana generator-generator dimaksudkan untuk bekerja paralel, masing-masing beban pada masing-masing mesin harus secara pasti tidak berbeda dari bagian beban yang sebanding dengan melebihi 10%-nya daya keluar nominal dari mesin terbesar didalam batasan dari 20% sampai 100% nya total daya-keluar nominal, tanpa diatur (disete) pengatur (penguatur), pengatur kecepatan atau pengatur medan nya.

Dimana daya-keluar nominal dari mesin terkecil kurang dari 50%-nya mesin yang terbesar, behannya tidak boleh berubah melebihi 20% daya-keluar nominalnya dari bagian (share) beban yang sebanding.

Karakteristik statis dan karakteristik dinamis dari agregat harus menjamin bahwa ketika beban tiba-tiba terutama akan ditimbang oleh agregat terbesar.

Peraturan-peraturan berikut diterapkan ke lilitan-lilitan seri dan rancangan dari uji kompensasi :

a). Lilitan seri dari generator lilitan-kompon harus dihubungkan ke terminal jangkar negatif atau kutub komutasi.

terminalnya tidak akan kurang dari tiga kali ataupun melebihi enam kali arus kerja. Alternator dan perlengkapan eksitasinya harus pada suatu posisi untuk membawa arus hubung-singkat yang terus-menerus selama periode satu detik tanpa menderita kerusakan.

Pembebasan dari persyaratan-persyaratan ini bisa diberikan asalkan pembuktian diperlengkapi dalam hal tersendiri sehingga perbedaan hubung-singkat dalam jaringan kapal dijamin, bahkan pada arus hubung-singkat terus-menerus yang lebih kecil.

5.2.3. Alternator-alternator tiga-fasa untuk kerja paralel.

Dimana alternator-alternator yang berdaya-keluar nominal sama, bekerja paralel dan beban aktif dibagi sama, daya reaktif dari masing-masing mesin tidak boleh berbeda melebihi 10% daya reaktif nominalnya dari bagian sebandingnya didalam batasan dari 20% sampai 100% daya keluar nominalnya.

Mengenai alternator-alternator dari daya-keluar nominal yang berbeda, deviasi dari bagian yang seimbang didalam batasan beban yang dijelaskan sebelumnya, tidak boleh melebihi salah satu dari nilai berikut yang lebih rendah, pembagian yang sama menurut perimbangan dari beban aktif yang diperkirakan :

- 10% daya reaktif nominal dari mesin terbesar,
- 20% daya reaktif nominal dari mesin terkecil.

Mesin penggerak generator

Rancangan dan pengendalian

Rancangan dan pengendalian mesin penggerak generator harus memenuhi peraturan Konstruksi untuk Mesin, Bagian 3, Bab 2 Motor listrik dan Kompressor udara) dan Bab 3 (Instalasi-instalasi Turbin Uap dan Gas).

Kerja paralel.

Karakteristik governor kecepatan dari agregat satu dan tiga-fasa yang mempunyai daya-keluar sama dan bekerja paralel harus menjamin bahwa dalam batasan dari 20 % sampai 100 % total daya aktif, bagian dari beban yang disalurkan oleh masing-masing mesin atau mesin penggerak, masing-masing tidak akan berbeda melebihi 10 % daya aktif nominalnya dari bagian seimbangnya. Dimana agregat mempunyai daya-keluar yang berbeda, deviasi dari bagian seimbang didalam batasan beban yang dijelaskan sebelumnya tidak boleh melebihi salah satu dari nilai berikut yang lebih rendah :

- 10 % daya aktif nominal dari mesin terbesar,
- 20% daya aktif nominal dari mesin terkecil.

6.2.2. Dimana generator-generator turbo a.s. bekerja paralel, katup turbin menutup cepat harus dikopel dengan suatu saklar bantu yang ketika menjawab, misal : ketika suplai uap sedang terputus putus, akan melepas pemutus generator.

6.3.

Siklus ketidak-aturan

Persoalan tentang suatu siklus ketidak-aturan yang diperkenankan harus ditetapkan diantara pembuat mesin penggerak dan pembuat generator. Hal itu harus menjamin :

- kerja paralel yang memuaskan dari alternator-alternator tiga-fasa,
- Bawa fluktuasi beban yang teratur dan tidak teratur tidak menyebabkan sesuatu ayunan (hunting) dari daya-keluar aktif lebih dari 10%-nya daya-keluar nominal dari mesin yang dipersoalkan.
- Secara praktis, penerangan yang tidak berkedip pada seluruh kecepatan kerja.

E.

Mesin Listrik.

1. Pedoman rancangan umum.

1.1. Konstruksi poros

Apabila poros dari :

- generator dan motor yang merupakan bagian dari mesin propulsii listrik,
 - generator berpenggerak-poros atau sistem propulsii listrik bantu,
- merupakan bagian dari sumbu utama kapal maka dalam hal mutu karakteristik bahan bahannya harus memenuhi persyaratan-persyaratan seperti untuk kontainer dalam Bagian 6. Peraturan tentang bahan. Bukti masing-masing harus dilengkapi s hubungan dengan Peraturan bahan, Bab 1, maupun dengan bab-bab tersebut yang digunakan terhadap masing-masing tingkat bahan dibentuk produksinya. Masing-masing peng lasan pada poros dan motor, harus memenuhi peraturan untuk pengelasan, pada Bagian 7.

1.2. Pengamanan terhadap air

Semua mesin setidak-tidaknya harus tahan cipratan (selungkup jenis P 12 atau P 15) atau, untuk pemakaian, memenuhi, jenis selungkup yang tertera dalam tabel 1.

Walaupun demikian, jenis selungkup yang lebih baik dianjurkan untuk mesin-mesin yang lebih besar, misalnya sirkuit udara tertutup dengan sirkulasi pendingin.

Mesin harus kedap-air sampai dengan ujung poros yang lebih rendah dimana ini dibutuhkan pada keadaan ditempat instalasi, misalnya dimana mesin sebagian dipasang dibawah lantai.

1.3. Pendinginan udara

Mesin dapat dirancang agar memiliki ventilasi angin atau pendingin sirkuit tertutup.

Generator Set

310 ekW 50 Hz @ 1500 rpm

370 ekW 60 Hz @ 1800 rpm

Radiator Cooled, Wet Manifold

CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

V8, 4-Stroke-Cycle Diesel

Bore—mm (in) 137 (5.4)

Stroke—mm (in) 152 (6.0)

Displacement—L (cu in) 18.0 (1099)

Rotation (from flywheel end) ... Counterclockwise

Compression Ratio 14.5:1

Capacity for Liquids—L (U.S. gal)

Cooling System

(engine and radiator) 102.0 (26.5)

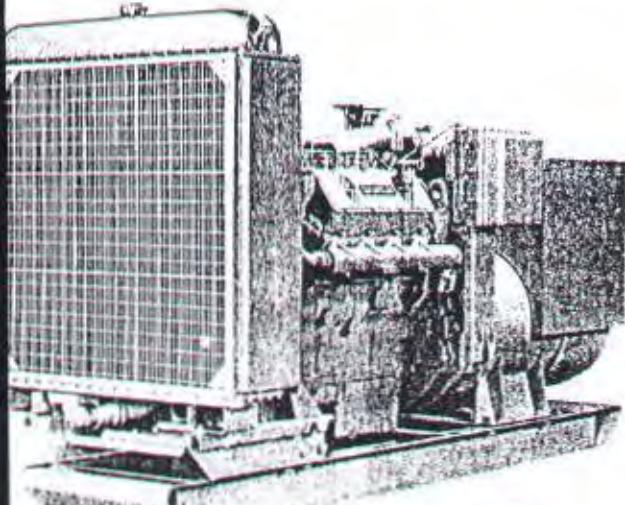
Lube Oil System (refill) 45.4 (12.0)

Oil Change Interval 250 hrs

Engine Weight,

Net Dry (approx)—kg (lb) 1734 (3815)

Engine and Radiator Weight (approx) ... 2024 (4453)



own with
tional Equipment



CATERPILLAR® SR4 GENERATOR

pe	brushless, revolving field, solid state self-excited
nstruction	single bearing, close coupled
ase 3
nnection	10 wire, wye
ulation	Class H with tropicalization and anti-abrasion
gnment pilot shaft
ltage regulator	generator mounted, Volts per Hertz
age regulation ± 1/2 %

Voltage droop	adjustable for parallel operation
Voltage gain	adjustable
Generator weight, net (approx) — kg (lb)	
584 frame	1166 (2570)
Voltages available (adjustable +10%, -5%)	
50 Hz – 190-380 Volts	
60 Hz – 220-440 Volts	
Space heater	
Meets or exceeds marine society requirements	

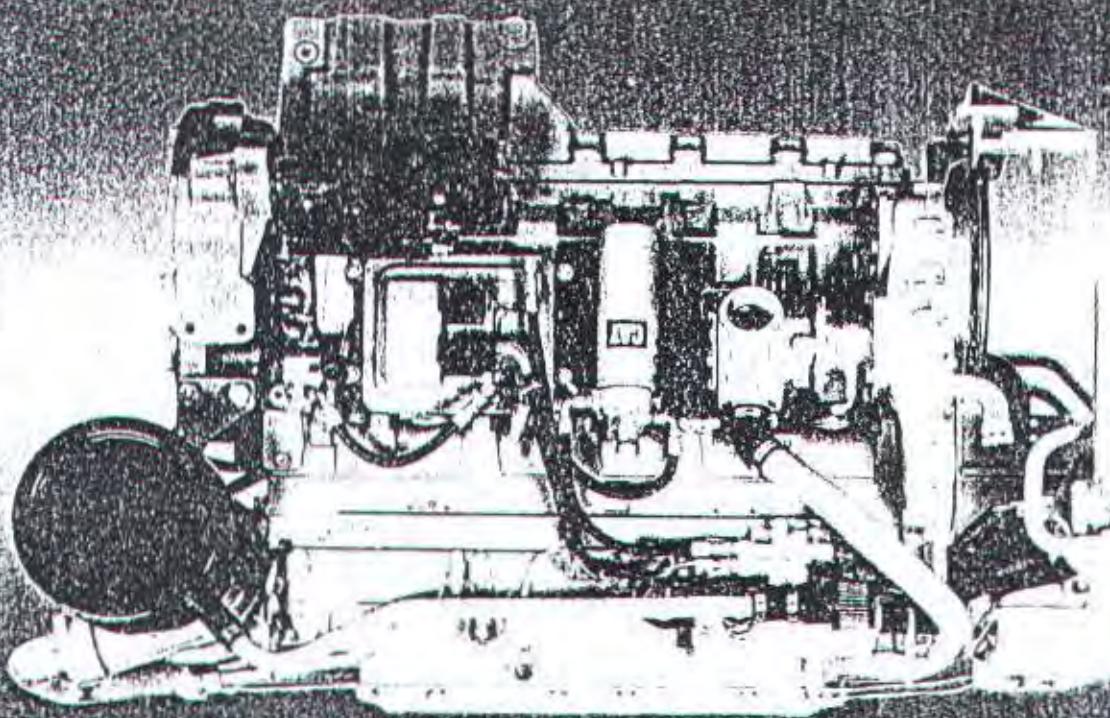
PERFORMANCE DATA

Hz, 1500 rpm – Turbocharged-Aftercooled

60 Hz, 1800 rpm

Load	310 ekW (.8 pf), 388 kV·A				370 ekW (.8 pf), 462 kV·A			
	100	75	50	25	100	75	50	25
ekW	310	232	155	78	370	278	185	92
l/hr	89.7	68.1	48.2	29.0	109.4	82.5	58.8	36.5
gph	23.7	18.0	12.7	7.7	28.9	21.8	15.5	9.6

Caterpillar marine engines and generators are approved by marine classification societies. Consult your Caterpillar dealer for specific ratings and approvals.
and emission rates are based on 35°C (86°F) water supplied to the aftercooler.



Marine Engine Maintenance Schedules

CERPHILAR®

Table of Contents

3116 & 3126 Marine Engine Maintenance Schedule	4
3208 High Performance Marine Engine Maintenance Schedule	5-6
3176B High Performance Marine Engine Maintenance Schedule	7
3196 High Performance Marine Engine Maintenance Schedule	8
3406E High Performance Marine Engine Maintenance Schedule	9
3408C High Performance Marine Engine Maintenance Schedule	10
3412C High Performance Marine Engine Maintenance Schedule	11
3508B High Performance Marine Engines (B _{hp} & C _{hp} Ratings)	12-13
3508B High Performance Marine Engines (D _{hp} & E _{hp} Ratings)	14-15
3512B High Performance Marine Engines (B _{hp} & C _{hp} Ratings)	16-17
3512B High Performance Marine Engines (D _{hp} & E _{hp} Ratings)	18-19
3516/3516B High Performance Marine Engines (B _{hp} & C _{hp} Ratings)	20-21
3516/3516B High Performance Marine Engines (D _{hp} & E _{hp} Ratings)	22-23

208 High Performance Marine Engine Maintenance Schedule

o fuel consumption, service hours, or time
erval, whichever occurs first.

Monthly

- Crankcase Around Inspection – Inspect for leaks and loose connections
- Engine Crankcase – Check oil level
- Cooling System – Check coolant level
- Marine Gear – Check oil level
- Filter Indicator (if equipped) – Check/Inspect/Clean/Replace
- Water Separator – Drain water and sediment

Every 1800 L (480 gal) of Fuel or 50 Service Hours*

- Engine Rods – Inspect
- Aftercooler Drain Plug (if equipped) – Inspect
- Air Cleaner – Clean foam filter element (if equipped)

Every 9000 L (2400 gal) of Fuel or 250 Service Hours or One Year*

- Scheduled Oil Sampling** – Obtain
- Engine Oil and Filter*** – Change
- Fuel System – Replace final fuel filter
- Filter Series – Check
- Crankcase Breather (if equipped) – Clean
- Water Separator – Inspect/Replace element
- Engine Protective Devices – Inspect/Check
- Water Strainer – Inspect/Clean
- Water Pump – Replace impeller and cam
- Cooling System – Test for supplemental coolant additive concentration/Obtain coolant sample for analysis
- Hoses, Hoses & Clamps – Inspect/Adjust/Replace
- Fumes Separator Canister (if equipped) – Clean/Replace elements
- Exhaust Restricter (if equipped) – Inspect/Adjust linkage
- Air Cleaner – Paper element air cleaner (if equipped), foam element air cleaner (if equipped), AIRSEP® closed crankcase system (if equipped) – Clean/Inspect

Every 36 000 L (9600 gal) of Fuel or 1000 Service Hours or Two Years*

- Cooling System – Clean/Flush/Change coolant, check coolant level, replace thermostats
- Fuel Pump/Governor Housing – Drain
- PCV Valve (if equipped) – Check diaphragm and hoses
- Marine Gear Oil Cooler Core and Aftercooler Core (if equipped) – Inspect/Clean
- Marine Transmission – Change oil/Clean screen

Every 72 000 L (19 200 gal) of Fuel or 2000 Service Hours*

- Engine Valve Lash – Adjust
- Sea Water Pump – Inspect/Replace seals & bearings
- Coolant Hoses – Replace
- Fuel Injection Nozzles – Test
- Air/Fuel Ratio Control (if equipped) – Check/Adjust
- Turbocharger (if equipped) – Inspect/Check
- Starting Motor – Inspect
- Crankshaft Torsional Vibration Damper and Engine Mounts – Inspect/Check
- Heat Exchanger – Inspect/Clean
- Marine Engine Performance Analysis – Obtain report

Every Four Years*

- Engine Coolant (for engines using ELC only) – Clean/Flush/Replace coolant

Overhaul Every 114 000 L (30 000 gal) of Fuel*

To minimize downtime and provide you with the lowest cost and highest value, Caterpillar recommends that the engine be overhauled before failure by scheduling an overhaul with your Caterpillar dealer.

If you elect to perform an overhaul yourself, without having a Caterpillar dealer perform the overhaul for you, or without using an overhaul kit, then you should be aware of the following maintenance items:

- Inspect/Rebuild or Exchange if necessary – Cylinder head, connecting rods, pistons, turbocharger, oil pump, fuel ratio control, cam followers, fuel transfer pump, and timing advance

176B High Performance Marine Engine Maintenance Schedule

use fuel consumption, service hours, or time interval, whichever occurs first.

Daily

- Oil-Around Inspection – Inspect engine for leaks and loose connections
- Engine Crankcase – Check oil level
- Cooling System – Check coolant level
- ELC Cleaner – Check service indicator
- Water Separator (if equipped) – Drain

Every 1900 L (500 gal) of Fuel or 50 Hours*

- Engine Rods – Inspect/Replace

Every 9500 L (2500 gal) of Fuel, 0 Hours or Every Year*

- Scheduled Oil Sampling** – Obtain
- Engine Oil and Filters** – Replace
- Coolant System – Drain water & sediment from tank; replace final filter/clean primary filter
- Cooling System – Test for coolant additive concentration; add liquid coolant additive or replace coolant additive maintenance element (if equipped)
- Crankcase Breather – Clean (every other oil change)
- Clutches – Clean/Inspect and check electrolyte levels and Clamps – Inspect/Check
- Coolant Cleaners – Clean
- Generator Drive Belt – Inspect/Check
- Cylinder Head Ground Stud – Check/Clean

Between 250 Hours and 1000 Hours between first and fourth oil change)*

- General Engine Valve Lash/Unit Injector Preload – Check/Adjust

Every 114 000 L (30 000 gal) of Fuel or 3000 Hours or Two Years*

- Cooling System – Clean/Flush/Change coolant and replace thermostat
- Cooling System (for engines using ELC only) – Add extender
- Engine Mounts and Crankshaft Vibration Damper – Inspect/Check
- Engine Valve Lash/Unit Injector Preload – Check/Adjust
- Engine Speed/Timing Sensors – Inspect/Clean
- Marine PAR Analysis – Obtain (see your dealer)

Every 6000 Hours or Four Years

- Cooling System (for engines using ELC only) – Drain/Flush/Replace ELC

Overhaul Every 380 000 L (100 000 gal) of Fuel or 10 000 Hours*

- * First perform previous service hour items.
- ** The oil change interval is based on fuel consumption. The sump capacity of 28 liters (30 U.S. quarts) will allow the maximum consumption of 9500 liters (2500 U.S. gallons) of fuel by the engine. This would be an average fuel consumption of 38 L/hr (10 gal/hr). Therefore, use fuel consumption as the best indicator of oil change interval. Confirm the interval with Scheduled Oil Analysis or consult your Caterpillar dealer.

$$30 \text{ qts oil} \times 83 \text{ gal fuel} = 2500 \text{ gal fuel}$$

$$2500 \text{ gal fuel} \div 250 \text{ hr} = 10 \text{ gal/hr}$$

406E High Performance Marine Engine Maintenance Schedule D & E Ratings)

fuel consumption, service hours, or time interval, whichever occurs first.

aily

- lk-Around Inspection – Inspect engine for leaks and loose connections
- Engine Crankcase – Check oil level
- Cooling System – Check coolant level
- Cleaner – Check service indicator
- ter Separator (if equipped) – Drain

rst 250 Hours

- ial Engine Valve Lash/Unit Injector Preload – Check/Adjust

ery 1500 L (400 gal) of Fuel or 50 Hours*

- c Rods – Inspect/Replace

ery 13 600 L (3600 gal) of Fuel, 0 Hours or Every Year*

- cheduled Oil Sampling** – Obtain
- ine Oil and Filters** – Replace
- l System – Drain water & sediment from tank; place final filter/replace primary filter, water separator element
- ling System – Test for coolant additive concentration; add liquid coolant additive or place coolant additive maintenance element (if equipped)
- cooler Condensate Drain Valve – Inspect/Clean
- eries – Clean/Inspect and check electrolyte levels and Clamps – Inspect/Check
- Cleaners – Clean
- Generator Drive Belt – Inspect/Check
- (Raw) Water Pump – Inspect

ery 24 200 L (6400 gal) of Fuel, or Hours

- ne Oil and Filters – Replace (for engines with deep sump oil pan)

Every 91 000 L (24 000 gal) of Fuel or 3000 Hours or Two Years*

- Heat Exchanger – Inspect
- Cooling System – Clean/Flush/Change coolant and replace thermostat
- Cooling System (for engines using ELC only) – Add extender and replace thermostat
- Engine Mounts and Crankshaft Vibration Damper – Inspect/Check
- Engine Valve Lash/Unit Injector Preload – Check/Adjust
- Engine Valve Rotators – Inspect
- Marine PAR Analysis – Obtain (see your dealer)
- Turbocharger, Jacket Water Pump, Sea (Raw) Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange

Every 6000 Hours or Four Years

- Cooling System (for engines using ELC only) – Drain/Flush/Replace ELC

Overhaul Every 380 000 L (100 000 gal) of Fuel*

- * First perform previous service hour items.
- ** The oil change interval is based on fuel consumption. The sump capacity of 49 liters (52 U.S. quarts) will allow the maximum consumption of 13 600 liters (3600 U.S. gallons) of fuel by the engine. This would be an average fuel consumption of 30 L/hr (8 gal/hr). Therefore, use fuel consumption as the best indicator of oil change interval. Confirm the interval with Scheduled Oil Analysis or consult your Caterpillar dealer.

412C High Performance Marine Engine Maintenance Schedule

use fuel consumption, service hours, or time interval, whichever occurs first.

aily

alk-Around Inspection – Inspect engine for leaks and loose connections

ngine Crankcase – Check oil level

ooling System – Check coolant level

ir Cleaner Indicator (if equipped) – Check

very 3800 L (1000 gal) of Fuel or 100 Hours*

nc Rods – Inspect/Replace

very 19 000 L (5000 gal) of Fuel or 50 Service Hours, or Every Year*

Scheduled Oil Sampling Analysis** – Obtain Engine Oil and Filters*** – Replace

el System – Replace final filter/Clean primary filter and drain water and sediment from fuel tank

ooling System – Test for coolant additive

concentration; add liquid coolant additive or replace coolant additive element (if equipped)

ankcase Breathers – Clean

atteries – Clean/Inspect and check electrolyte level

ts – Inspect/Check alternator and accessory drive

ses and Clamps – Inspect/Check

ngine Air Cleaners – Inspect/Check

ve Lash** (at first oil change only) – Check/Adjust

very 114 000 L (30 000 gal) of Fuel or 3000 Hours

ngine Valve Lash – Check/Adjust, inspect valve rotators

very 228 000 L (60 000 gal) of Fuel 3000 Hours*

l Injection Nozzles – Test/Exchange

ooling System – Clean/Flush/Change coolant and replace thermostat

ling System (for engines using ELC only) ... dd extender

bocharger, Jacket Water Pump, and Sea (Raw) Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange

Engine Mounts and Crankshaft Vibration Damper – Inspect/Check
PAR Analysis – Obtain

Every Year

Engine Speed Sensors (magnetic pickup) – Inspect/Clean
Overspeed Monitoring System – Test

Every 6000 Hours or Four Years

Cooling System (for engines using ELC only) – Drain/Flush/Replace ELC

Overhaul Every 760 000 L (200 000 gal) of Fuel or 10 000 Hours*

Cylinder Heads, Connecting Rods, Pistons, Cylinder Liners, Turbocharger, Oil Pump, Spacer Plate, Cam Followers, Fuel Transfer Pump, and Timing Advance – Inspect/Rebuild or exchange

Piston Rings, Main bearings, Rod Bearings,

Valve Rotators and Crankshaft Seals – Install new

Fuel Injection Nozzles – Test

Fuel Injection Pump – Test

Crankshaft, Camshaft, Cam Bearings, Damper, Governor, Fuel Pump Camshaft, and Fuel Racks – Inspect

Oil Cooler – Clean/Test

Aftercooler Core – Clean/Test

Coolant Analysis – Obtain

* First perform previous service hour items. 3412C High Performance side access arrangement includes a deep sump oil pan allowing oil change intervals of 30 000 L (10 000 gal) of fuel or 500 service hours, or every year.

** The oil change interval is based on fuel consumption. The sump capacity of 68 liters (72 U.S. quarts) will allow the maximum consumption of 19 000 liters (5000 U.S. gallons) of fuel by the engine. This would be an average fuel consumption of 76 L/hr (20 gal/hr). Therefore, use fuel consumption as the best indicator of oil change interval. Confirm the interval with Scheduled Oil Analysis or consult your Caterpillar dealer.

(70 gallons of fuel per quart of oil sump capacity)

3508B High Performance Marine Engines (B_{hp} & C_{hp} Ratings), *continued*

Top End, *continued*

Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Sea Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Air Starter (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Alternator – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
PAR Analysis – Obtain after Top End

Overhaul Every 1 942 000 L 512 500 gal) of Fuel or 2 000 Service Hours*

All Top End Items
Connecting Rods – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Cylinder Liners – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Pistons – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Piston Wrist Pins – Inspect/Exchange if necessary
Pacer Plate – Inspect/Exchange if necessary
Cam Follower Lifters – Inspect/Exchange if necessary
Fuel Transfer Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Relube Pump (If equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Mechanical Governor (If equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Fuel Ratio Control (If Equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Oil Pumps – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Piston Rings – Install new
Main Bearings – Install new
Rod Bearings – Install new
Crankshaft Seals – Install new
Crankshaft – Inspect
Camshaft – Inspect
Cam Bearings – Inspect
Damper – Inspect
Fuel System Linkage (if equipped) – Inspect
Gear Train – Inspect
Gear Train Bushings/Bearings – Inspect
Thrust Washers – Inspect
Driven Unit Alignment – Inspect
Oil Cooler – Clean/Test
Aftercooler Core – Clean/Test
Coolant Analysis – Obtain
PAR Analysis – Obtain after Overhaul

* First perform previous service hour items.

** For larger optional sump capacity of 227 L (60 gal), these items occur at 500 hours. For larger optional sump capacity of 443 L (117 gal), these items occur at 1000 hours. Refer to the operation and maintenance manual for the correct oil change interval for your specific engine.

3508B High Performance Marine Engines (D_{hp} & E_{hp} Ratings), *continued*

Top End, *continued*

Electric Starter – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Air Starter (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Alternator – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Air Compressor (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

PAR Analysis – Obtain after Top End

Overhaul Every 1 050 000 L (375 000 gal) of Fuel or 2000 Service Hours*

All Top End Items

Connecting Rods – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Cylinder Liners – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Pistons – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Piston Wrist Pins – Inspect/Exchange if necessary

Spacer Plate – Inspect/Exchange if necessary

Cam Follower Lifters – Inspect/Exchange if necessary

Fuel Transfer Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Prelube Pump (If equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Governor (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Fuel Ratio Control (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Oil Pumps – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Piston Rings – Install new

Main Bearings – Install new

Rod Bearings – Install new

Crankshaft Seals – Install new

Crankshaft – Inspect

Camshaft – Inspect

Cam Bearings – Inspect

Damper – Inspect

Fuel System Linkage (If equipped) – Inspect

Gear Train – Inspect

Gear Train Bushings/Bearings – Inspect

Thrust Washers – Inspect

Driven Unit Alignment – Inspect

Oil Cooler – Clean/Test

Aftercooler Core – Clean/Test

Coolant Analysis – Obtain

PAR Analysis – Obtain after Overhaul

* First perform previous service hour items.

** For larger optional sump capacity of 227 L (60 gal), these items occur at 500 hours. For larger optional sump capacity of 443 L (117 gal), these items occur at 1000 hours. Refer to the operation and maintenance manual for the correct oil change interval for your specific engine.

3512B High Performance Marine Engines (B_{hp} & C_{hp} Ratings), *continued*

Top End, *continued*

Turbochargers – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Sea Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Air Starter (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Alternator – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 PAR Analysis – Obtain after Top End

Overhaul Every 2 920 000 L 770 000 gal) of Fuel or 12 000 Service Hours*

All Top End Items

Connecting Rods – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Cylinder Liners – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Pistons – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Piston Wrist Pins – Inspect/Exchange if necessary
 Spacer Plate – Inspect/exchange if necessary
 Cam Follower Lifters – Inspect/Exchange if necessary
 Fuel Transfer Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Relube Pump (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Governor (If equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Mechanical Fuel Ratio Control (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Oil Pumps – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
 Piston Rings – Install new
 Main Bearings – Install new
 Rod Bearings – Install new
 Crankshaft Seals – Install new
 Crankshaft – Inspect
 Camshaft – Inspect
 Cam Bearings – Inspect
 Damper – Inspect
 Fuel System Linkage (if equipped) – Inspect
 Gear Train – Inspect
 Gear Train Bushings/Bearings – Inspect
 Thrust Washers – Inspect
 Driven Unit Alignment – Inspect
 Oil Cooler – Clean/Test
 Aftercooler Core – Clean/Test
 Coolant Analysis – Obtain
 PAR Analysis – Obtain after Overhaul

* First perform previous service hour items.

** For larger optional sump capacity of 318 L (84 gal), these items occur at 500 hours. For larger optional sump capacity of 625 L (165 gal), these items occur at 1000 hours. Refer to the operation and maintenance manual for the correct oil change interval for your specific engine.

3512B High Performance Marine Engines (D_{hp} & E_{hp} Ratings), *continued*

Top End, *continued*

Electric Starter – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Air Starter (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Alternator – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Air Compressor (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

PAR Analysis – Obtain after Top End

Overhaul Every 1 575 000 L

(412 500 gal) of Fuel or

9000 Service Hours*

All Top End Items

Connecting Rods – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Cylinder Liners – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Pistons – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Piston Wrist Pins – Inspect/Exchange if necessary

Space Plate – Inspect/Exchange if necessary

Cam Follower Lifters – Inspect/Exchange if necessary

Fuel Transfer Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Relube Pump (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Governor (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Fuel Ratio Control (if equipped) –

Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Oil Pumps – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Piston Rings – Install new

Main Bearings – Install new

Rod Bearings – Install new

Crankshaft Seals – Install new

Crankshaft – Inspect

Camshaft – Inspect

Cam Bearings – Inspect

Damper – Inspect

Fuel System Linkage (if equipped) – Inspect

Gear Train – Inspect

Gear Train Bushings/Bearings – Inspect

Thrust Washers – Inspect

Driven Unit Alignment – Inspect

Oil Cooler – Clean/Test

Aftercooler Core – Clean/Test

Coolant Analysis – Obtain

PAR Analysis – Obtain after Overhaul

* First perform previous service hour items.

** For larger optional sump capacity of 318 L (84 gal), these items occur at 500 hours. For larger optional sump capacity of 625 L (165 gal), these items occur at 1 000 hours. Refer to the operation and maintenance manual for the correct oil change interval for your specific engine.

3516/3516B High Performance Marine Engines (B_{hp} & C_{hp} Ratings), *continued*

Top End, *continued*

Turbochargers – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Sea Water Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Air Starter (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Alternator – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

PAR Analysis – Obtain after Top End

**Overhaul Every 3 884 000 L
(1 025 000 gal) of Fuel or
12 000 Service Hours***

All Top End Items

Connecting Rods – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Cylinder Liners – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Pistons – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Piston Wrist Pins – Inspect/Exchange if necessary

Spacer Plate – Inspect/exchange if necessary

Cam Follower Lifters – Inspect/Exchange if necessary

Fuel Transfer Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Prelube Pump (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Governor (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Mechanical Fuel Ratio Control (If equipped) –

Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Oil Pumps – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Piston Rings – Install new

Main Bearings – Install new

Rod Bearings – Install new

Crankshaft Seals – Install new

Crankshaft – Inspect

Camshaft – Inspect

Cam Bearings – Inspect

Damper – Inspect

Fuel System Linkage (if equipped) – Inspect

Gear Train – Inspect

Gear Train Bushings/Bearings – Inspect

Thrust Washers – Inspect

Driven Unit Alignment – Inspect

Oil Cooler – Clean/Test

Aftercooler Core – Clean/Test

Coolant Analysis – Obtain

PAR Analysis – Obtain after Overhaul

* First perform previous service hour items.

** For larger optional sump capacity of 405 L (107 gal), these items occur at 500 hours. For larger optional sump capacity of 807 L (213 gal), these items occur at 1000 hours. Refer to the operation and maintenance manual for the correct oil change interval for your specific engine.

3516/3516B High Performance Marine Engines (D_{hp} & E_{hp} Ratings), *continued*

Top End, *continued*

Air Starter (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Alternator – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Air Compressor (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
PAR Analysis – Obtain after Top End

**Overhaul Every 2 100 000 L
(550 000 gal) of Fuel or
000 Service Hours***

All Top End Items
Connecting Rods – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Cylinder Liners – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Cylinders – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Main Wrist Pins – Inspect/Exchange if necessary
Main Plate – Inspect/exchange if necessary
Main Follower Lifters – Inspect/Exchange if necessary
Fuel Transfer Pump – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Lube Pump (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Mechanical Governor (if equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Mechanical Fuel Ratio Control (If equipped) – Inspect/Rebuild or exchange if necessary

Oil Pumps – Inspect/Rebuild or exchange if necessary
Piston Rings – Install new
Main Bearings – Install new
Rod Bearings – Install new
Crankshaft Seals – Install new
Crankshaft – Inspect
Camshaft – Inspect
Cam Bearings – Inspect
Damper – Inspect
Fuel System Linkage (if equipped) – Inspect
Gear Train – Inspect
Gear Train Bushings/Bearings – Inspect
Thrust Washers – Inspect
Driven Unit Alignment – Inspect
Oil Cooler – Clean/Test
Aftercooler Core – Clean/Test
Coolant Analysis – Obtain
PAR Analysis – Obtain after Overhaul

* First perform previous service hour items.

** For larger optional sump capacity of 405 L (107 gal), these items occur at 500 hours. For larger optional sump capacity of 807 L (213 gal), these items occur at 1000 hours. Refer to the operation and maintenance manual for the correct oil change interval for your specific engine.

GENERATOR SET RATINGS WITHOUT FAN
50 Hz (kW @ .8 Power Factor)

GEN. kW-RPM	CONFIGURATION	
150 - 1000	3406B	DITA JW
160 - 1500	3406B	DIT
190 - 1000	3408B	DITA JW
200 - 1500	3406B	DIT
230 - 1500	3406B	DITA JW
280 - 1500	3408B	DITA JW
350 - 1500	3412	DIT
400 - 1500	3412	DIT
480 - 1500	3412	DITA JW

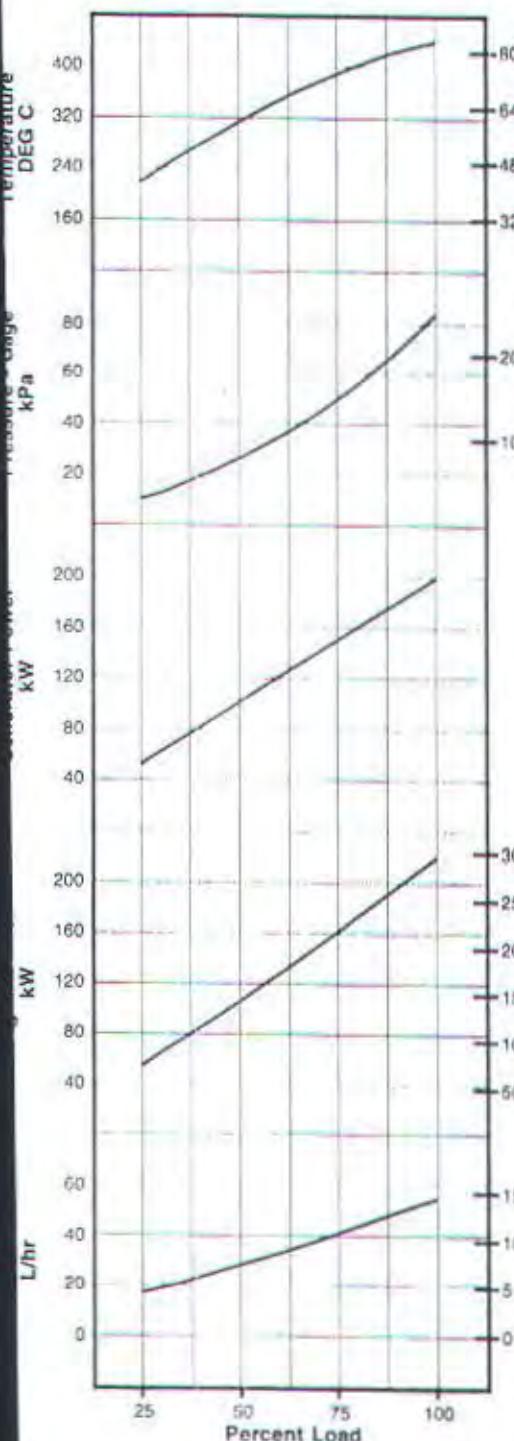
GENERATOR SET RATINGS WITHOUT FAN
60 Hz (kW @ .8 Power Factor)

GEN. kW-RPM	CONFIGURATION	
190 - 1200	3406B	DITA JW
210 - 1800	3406B	DIT
245 - 1200	3408B	DITA JW
250 - 1800	3406B	DIT
290 - 1800	3406B	DITA JW
310 - 1200	3412	DITA JW
350 - 1800	3408B	DITA JW
380 - 1800	3412	DIT
435 - 1800	3412	DITA JW
500 - 1800	3412	DITA JW

GENERATOR SET GENERAL INFORMATION

3406B DIT

		SI METRIC	ENGLISH
General Engine	No. of Cylinders & Arrangement	6 IN-LINE	
	Bore & Stroke	137 x 165 mm x mm	5.4 x 6.5 in x in
	Displacement	14.6 L	893 cu in
	Combustion System	DI	
	Aspiration Type	T	
	Compression Ratio	14.5 to 1	
	Piston Speed	8.29 m/s	1625 ft/min
	@ 1500 rpm		
	@ 1800 rpm	9.95 m/s	1950 ft/min
	Cycle	4	
	Rotation—Facing Flywheel End	CCW	
	Firing Order	1-5-3-6-2-4	
Air Intake System	System Restriction Limits:		
	Max. Allowable w/Clean Dry Element	3.7 kPa	15 in H ₂ O
	Max. Allowable w/Dirty Element	7.5 kPa	30 in H ₂ O
	Cleaner Type	DRY 1 STAGE	
Cooling System	Engine & Expansion Tank Coolant Capacity	97.2 L	25.7 gal
	Expansion Tank Expansion Volume	8.3 L	2.2 gal
	Engine Coolant Outlet Temperature (Max. Allowable)	99°C	210°F
	Engine Coolant Inlet Temperature (Min. Allowable)	74°C	165°F
	Engine Coolant Static Head (Max. Allowable)	17.4 m	57 ft
Exhaust System	System Back Pressure (Max. Allowable)	6.7 kPa	27 in H ₂ O
Fuel System	Fuel Inlet Restriction (Max. Allowable)	30 kPa	9 in Hg
	Fuel Return Line Restriction (Max. Allowable)	27 kPa	8 in Hg
	Normal Fuel Pressure	207 kPa	30 psi
	Fuel Flow to Transfer Pump	109.8 L/h	29.0 gph
Engine Oil System	Refill Volume with Filter Change	34.1 L	36 qt
	Oil Pressure with SAE 30 Oil @ 99°C (210°F):		
	Normal Range	276-552 kPa	40-80 psi
	Filter Type	FULL FLOW	
Mounting System (Engine Only)	Length Overall	1878.7 mm	73.96 in
	Height Overall	1260.9 mm	49.64 in
	Width Overall	999.7 mm	39.36 in
	Unit Dry Weight	1413 kg	3115 lb
	Dimensional Drawing Number	5N7058	
Starting System (Engine with SAE 30 Oil)	Air Start Motor Air Pressure (Min.-Max.)	620-1034 kPa	90-150 psi
	Electric Start 24 V Motor: Quantity Motor Used		1
	Recommended Battery Capacity—Min. 90 sec. cranking @ 0°C (32°F)		800 CCA
	Breakaway Current @ 0°C (32°F)	1563 A	1563 amp
	Cranking Current @ 0°C (32°F)	625 A	625 amp

**ENGINE DATA**

Aspiration: T
Aftercooler: NONE
Exhaust Manifold: WET
Combustion System: DI
Compression Ratio: 14.5 to 1
Type of Duty: PRIME
Rated kW (SI METRIC): 200
Rated Frequency (Hz): 50
Rated rpm: 1500

PERFORMANCE DATA

Percent Load	Engine Power kW	Gen Power @ 0.8 PF bhp	BSFC g/kW-hr	BSFC lb/hp-hr	Fuel Rate L/hr	Fuel Rate gal/hr
100	218	292	200	0.348	55.0	14.5
98	213	285	211.6	0.348	53.6	14.2
90	196	262	211.5	0.348	49.3	13.0
83	179	240	212.0	0.349	45.3	12.0
75	163	218	213.0	0.350	41.3	10.9
68	146	196	214.6	0.353	37.5	9.9
60	130	175	217.0	0.357	33.7	8.9
53	114	153	220.5	0.363	30.0	7.9
45	98	132	225.7	0.371	26.4	7.0
38	82	110	233.6	0.384	22.8	6.0
30	66	88	246.1	0.405	19.3	5.1
23	50	67	267.9	0.440	15.8	4.2

Percent Load	Intake Manifold Temperature		Intake Manifold Pressure		Intake Air Flow	Intake Air Flow
	DEG C	DEG F	kPa	In Hg	m³/min	cfm
100	108.8	228	83.4	24.7	16.1	568
98	106.0	223	79.7	23.6	15.8	559
90	97.8	208	69.1	20.5	15.1	534
83	90.0	194	59.8	17.7	14.5	511
75	82.6	181	51.1	15.1	13.9	490
68	75.8	168	43.0	12.7	13.3	469
60	69.4	157	35.5	10.5	12.7	449
53	63.5	146	28.7	8.5	12.2	430
45	58.0	136	22.9	6.8	11.7	415
38	53.1	128	17.8	5.3	11.4	401
30	48.7	120	13.4	4.0	11.0	389
23	44.9	113	9.6	2.8	10.8	380

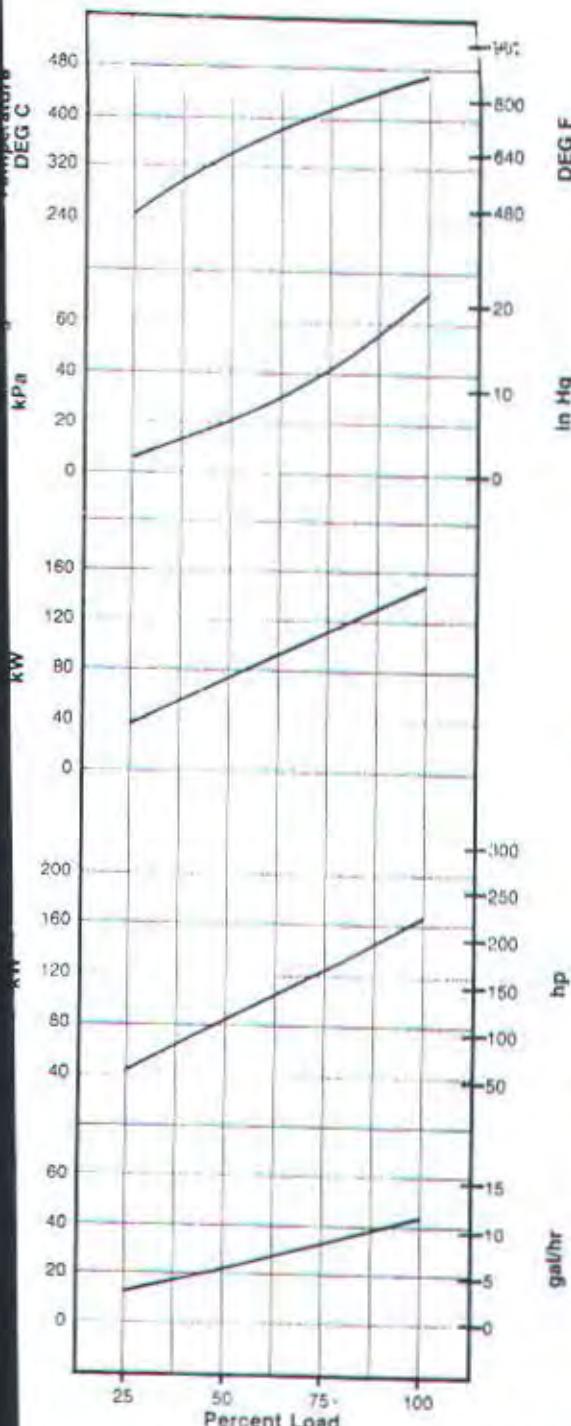
Percent Load	Exhaust Manifold Temperature		Exhaust Stack Temperature		Exhaust Gas Flow m³/min	Exhaust Gas Flow cfm
	DEG C	DEG F	DEG C	DEG F		
100	590	1093	443	829	38.9	1374
98	582	1079	438	820	38.1	1344
90	559	1037	424	795	35.6	1256
83	534	993	408	767	33.3	1174
75	508	947	391	736	31.0	1094
68	480	896	371	700	28.7	1015
60	449	841	350	661	26.6	937
53	416	781	326	618	24.4	862
45	379	713	299	570	22.4	791
38	339	643	270	519	20.6	726
30	300	571	241	466	18.8	664
23	260	500	211	412	17.2	607

Engine BMEP
1191 kPa 173 psi

HEAT REJECTION DATA

Percent Load	Rejection to Coolant (Total)		Rejection to Exhaust (Total)		Rejection to Oil		Radiation to Atmosphere	
	kW	Btu/min	kW	Btu/min	Cooler	Coolant	kW	Btu/min
100	192	10919	30	8246	29	1649	145	1706
98	186	10578	30	8019	29	1649	141	1706
90	171	9725	29	7336	26	1479	129	1649
83	156	8872	27	6767	24	1365	119	1535
75	141	8019	26	6199	22	1251	109	1479
68	127	7222	25	5630	20	1137	99	1422
60	114	6483	23	5175	18	1024	91	1308
53	101	5744	21	4663	16	910	82	1194
45	88	5004	20	4265	14	796	75	1137
38	76	4322	18	3810	12	682	67	1024
30	64	3640	15	3412	10	569	60	853
23	52	2957	13	3071	8	455	54	739

3406B DITA
150 kW 50 Hz



ENGINE DATA

Aspiration: JWAC
Aftercooler: WET
Exhaust Manifold: DI
Combustion System: 14.5 to 1
Compression Ratio: PRIME
Type of Duty: 150
Rated kW (SI METRIC): 50
Rated Frequency (Hz): 1000
Rated rpm:

PERFORMANCE DATA

Percent Load	Engine Power kW	Gen Power @ 0.8 PF kW	BSFC g/kW-hr	BSFC lb/hp-hr	Fuel Rate L/hr	Fuel Rate gal/hr
100	167	224	223.1	0.367	44.4	11.7
93	156	209	222.5	0.366	41.2	10.9
87	144	193	222.3	0.365	38.2	10.1
80	133	178	222.4	0.366	35.2	9.3
73	122	163	222.6	0.366	32.3	8.5
67	111	149	223.2	0.367	29.5	7.8
60	100	134	223.9	0.368	26.7	7.1
53	89	119	225.0	0.370	23.9	6.3
47	79	105	227.2	0.374	21.3	5.6
40	68	91	232.5	0.382	18.9	5.0
33	57	77	239.8	0.394	16.4	4.3
27	46	62	250.9	0.412	13.9	3.7
20	35	47	269.2	0.443	11.3	3.0
Percent Load	Intake Manifold Temperature DEG C	Intake Manifold Temperature DEG F	Intake Manifold Pressure kPa	Intake Manifold Pressure in Hg	Intake Air Flow m³/min	Intake Air Flow cfm
100	82.0	180	72.7	21.5	10.8	381
93	81.7	179	63.7	18.9	10.2	361
87	81.3	178	55.5	16.4	9.7	342
80	80.9	178	47.9	14.2	9.2	325
73	80.4	177	40.9	12.1	8.8	309
67	80.0	176	34.5	10.2	8.3	294
60	79.6	175	28.6	8.5	8.0	281
53	79.3	175	23.3	6.9	7.6	269
47	79.1	174	18.6	5.5	7.3	258
40	79.5	175	14.7	4.3	7.0	247
33	80.0	175	10.9	3.2	6.7	237
27	80.5	177	7.4	2.2	6.5	228
20	81.0	178	4.3	1.3	6.2	220
Percent Load	Exhaust Manifold Temperature DEG C	Exhaust Manifold Temperature DEG F	Exhaust Stack Temperature DEG C	Exhaust Stack Temperature DEG F	Exhaust Gas Flow m³/min	Exhaust Gas Flow cfm
100	505	941	473	883	27.4	969
93	485	905	459	858	25.5	900
87	465	868	444	832	23.7	836
80	444	831	429	804	22.0	775
73	422	792	413	775	20.4	720
67	400	751	396	745	18.9	667
60	376	708	376	709	17.5	617
53	351	664	355	670	16.1	569
47	327	620	332	630	14.9	524
40	302	576	309	588	13.7	482
33	276	530	283	542	12.5	441
27	249	480	256	492	11.4	402
20	220	428	225	438	10.3	364

Engine BMEP
1369 kPa 199 psi

HEAT REJECTION DATA

Percent Load	Rejection to Coolant (Total)		Rejection to Exhaust (Total)		Rejection to Oil		Radiation to Atmosphere kW	Rejection to Aftercooler kW
	KW	Btu/min	KW	Btu/min	Cooler Coolant kW	Btu/min		
100	156	8872	127	7222	24	1365	22	1251
93	145	8246	117	6854	22	1251	21	1194
87	133	7584	108	6142	20	1137	20	1137
80	122	6938	99	5630	19	1081	20	1137
73	112	6369	91	5175	17	967	19	1081
67	101	5744	83	4720	16	910	18	1024
60	91	5175	75	4265	14	796	17	967
53	81	4606	68	3867	13	739	16	910
47	72	4095	61	3469	11	626	15	853
40	63	3583	55	3128	10	569	14	796
33	55	3128	50	2843	9	512	12	682
27	46	2616	44	2502	7	398	11	626
20	37	2104	38	2161	6	341	9	512

INDEX

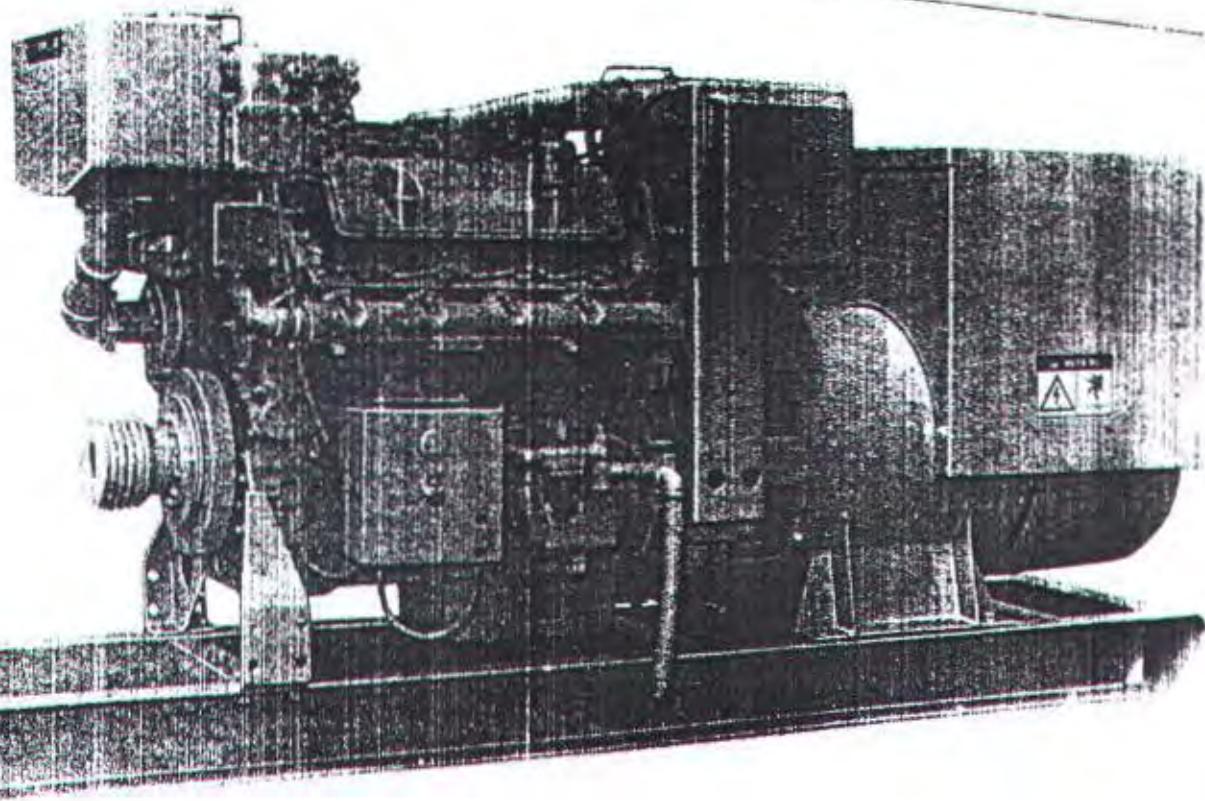
3408B
VEE 8

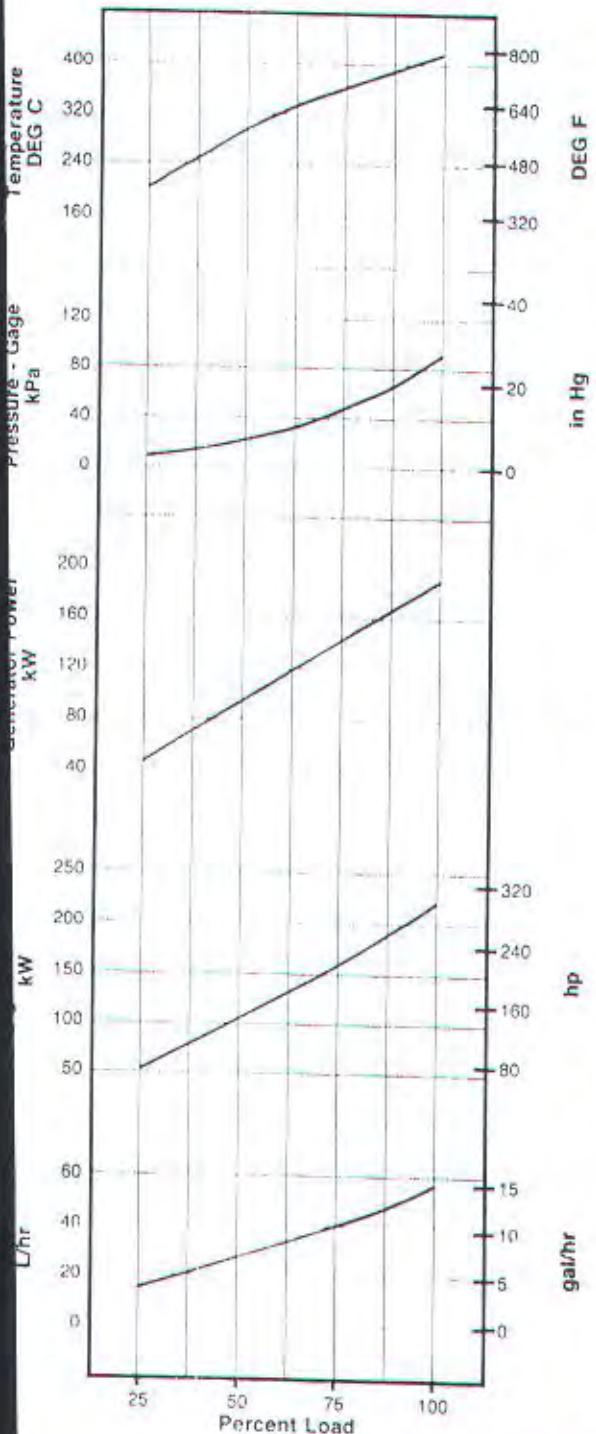
TECHNICAL INFORMATION DATA SHEETS

	CONFIGURATION	PAGE NO.
DITA JW		16

GENERATOR SET PERFORMANCE CURVES

TYPE OF RATING	HERTZ	GEN. KW-RPM	CONFIGURATION	REF. NO.	PAGE NO.
PRIME	50	190 - 1000	DITA JW	TM4796-01	17
PRIME	50	280 - 1500	DITA JW	TM7735-02	19
PRIME	60	245 - 1200	DITA JW	TM4797-01	18
PRIME	60	350 - 1800	DITA JW	TM7733-02	20



**ENGINE DATA**

Aspiration TA
 Aftercooler JWAC
 Exhaust Manifold WET
 Combustion System DI
 Compression Ratio 14.5 to 1
 Type of Duty PRIME
 Rated kW (SI METRIC) 190
 Rated Frequency (Hz) 50
 Rated rpm 1000

PERFORMANCE DATA

Percent Load	Engine Power kW bhp	Gen Power @ 0.8 PF kW	BSFC g/kW-hr	BSFC lb/hp-hr	Fuel Rate L/hr	Fuel Rate gal/hr
100	224	301	214.7	0.353	57.3	15.1
95	207	278	213.9	0.352	52.8	13.9
87	185	248	214.1	0.352	47.2	12.5
79	165	221	214.8	0.353	42.2	11.1
71	147	197	215.6	0.354	37.8	10.0
63	131	175	216.6	0.356	33.8	8.9
55	115	154	217.8	0.358	29.8	7.9
47	99	133	219.6	0.361	26.0	6.9
40	84	112	224.8	0.370	22.4	5.9
32	68	91	233.9	0.385	18.9	5.0
24	51	69	250.2	0.411	15.3	4.0
16	35	46	283.7	0.466	11.7	3.1

Percent Load	Intake Manifold Temperature DEG C DEG F	Intake Manifold Pressure kPa in Hg	Intake Air Flow m³/min	Intake Air Flow cfm
100	81.6 179	93.6 27.7	14.7	517
95	81.1 178	81.2 24.0	13.8	486
87	81.3 178	65.7 19.5	12.6	444
79	81.7 179	53.2 15.7	11.6	409
71	81.5 179	43.0 12.7	10.8	381
63	78.4 173	34.6 10.2	10.2	359
55	75.3 168	27.3 8.1	9.6	339
47	72.4 162	21.0 6.2	9.1	323
40	70.0 158	16.0 4.7	8.8	309
32	68.2 155	11.8 3.5	8.4	297
24	67.0 153	8.2 2.4	8.1	287
16	66.8 152	5.0 1.5	7.9	279

Percent Load	Exhaust Manifold Temperature DEG C DEG F	Exhaust Stack Temperature DEG C DEG F	Exhaust Gas Flow m³/min	Exhaust Gas Flow cfm
100	561 1042	417 783	34.4	1215
95	543 1009	407 765	31.8	1123
87	516 961	392 738	28.4	1003
79	490 914	376 709	25.5	901
71	463 866	358 677	23.1	815
63	429 805	335 634	20.9	739
55	396 744	310 590	18.9	669
47	361 683	284 544	17.1	605
40	327 621	258 497	15.6	549
32	291 557	231 447	14.1	499
24	254 489	201 394	12.8	451
16	211 412	169 337	11.5	406

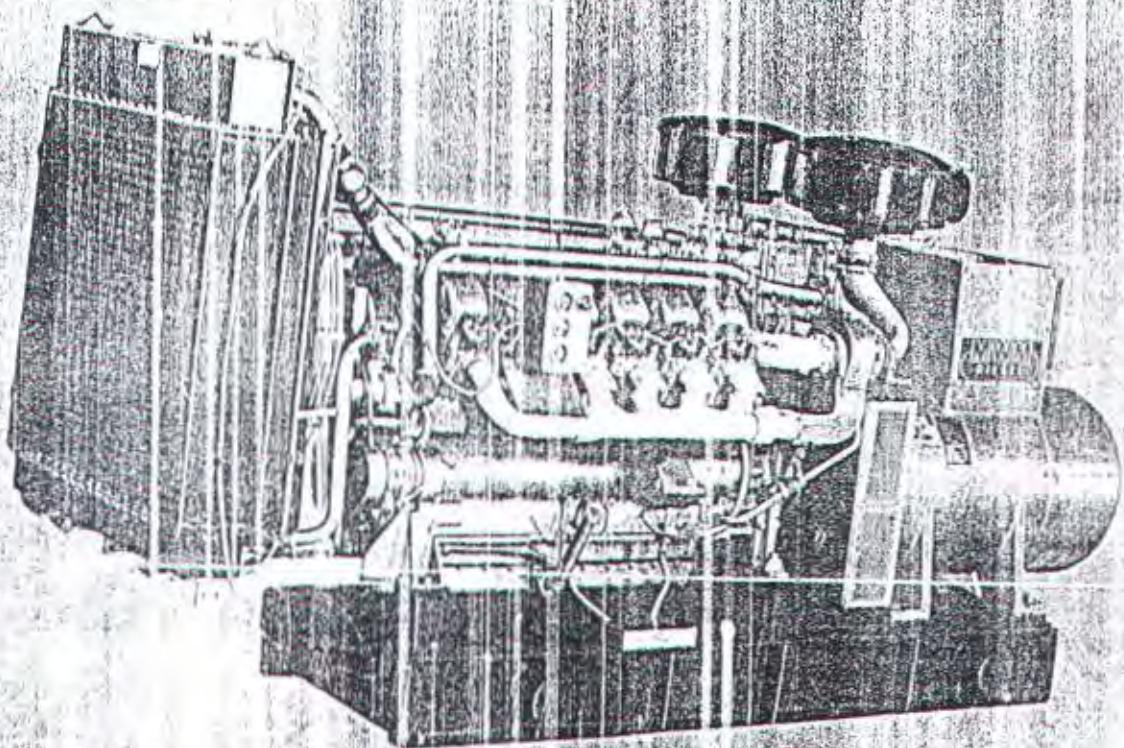
Engine BMEP
1492 kPa 216 psi

HEAT REJECTION DATA

Percent Load	Rejection to Coolant (Total)		Rejection to Exhaust (Total)		Rejection to Oil		Radiation to Atmosphere		Rejection to Aftercooler	
	kW	Btu/min	kW	Btu/min	Cooler	Coolant	kW	Btu/min	kW	Btu/min
100	202	11488	155	8815	30	1706	29	1649	10	569
95	185	10521	141	8019	28	1592	28	1592	7	398
87	164	9327	126	7165	25	1422	26	1479	3	171
79	146	8303	113	6426	22	1251	25	1422	1	57
71	130	7393	101	5744	20	1137	24	1365	-1	-57
63	115	6540	91	5175	18	1024	22	1251	-2	-114
55	101	5744	81	4606	16	910	20	1137	-3	-171
47	87	4948	71	4038	14	796	19	1081	-3	-171
40	75	4265	63	3583	12	682	17	967	-4	-227
32	62	3526	56	3185	10	569	15	853	-4	-227
24	50	2843	49	2787	8	455	13	739	-4	-227
16	38	2161	42	2388	6	341	10	569	-4	-227

MWM

RUGGED
RELIABLE
ECONOMICAL



The Thapar Group

MWM—Our commitment to fuel economy

Engine

- Compactness • High performance and endurance • Longer period between overhauls
- Individual cylinder heads • Uses Mico/Bosch fuel system

The high speed V type engines of the D232 series are built in naturally aspirated, turbocharged and turbocharged with charge-air cooler versions.

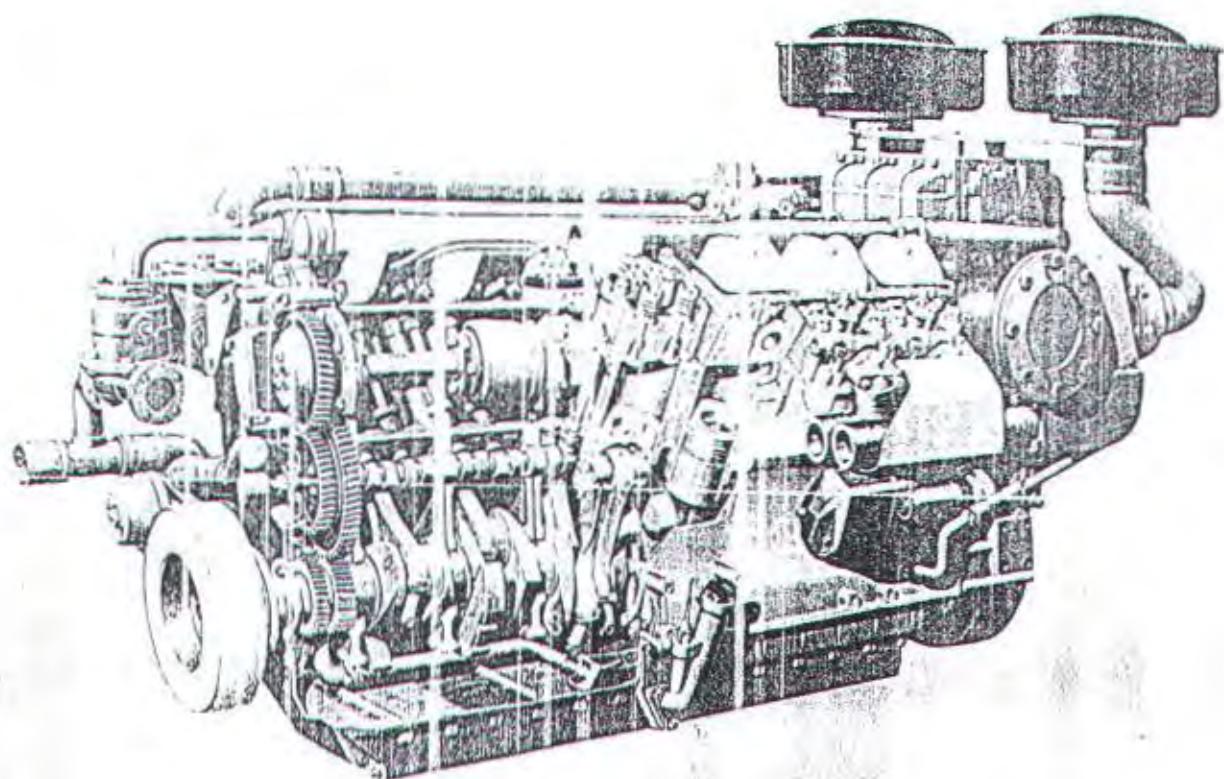
The compact construction results in extremely low space requirements with a high power-weight ratio.

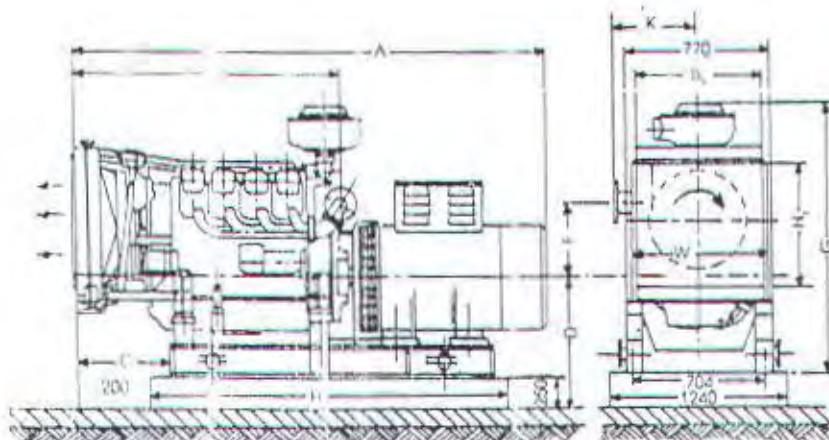
In the design, special attention has been paid to weight saving. The "V" angle of 60° gives low width, low height and overall compactness while retaining ample dimensioning of the load carrying

sections of the stationary and moving parts of the engine. The capacity of piston, cylinder, cylinder head cooling, Integrally mounted oil cooler, heat exchanger, oil and water pumps result in a very efficient heat transfer which guarantees constant optimal operating temperatures and a high thermal stability. Extremely low fuel consumption applies for the complete operating range and is lowest at 1500 rpm. The piston sliding speed of 6.5 mtrs./sec. at 1500 rpm is even lower

than that achieved by slow speed 1000/1200 rpm engines. This ensures less wear and tear and therefore longer time between overhauls, thus extending the life of the engines which are actually designed up to 2500 rpm continuous operation.

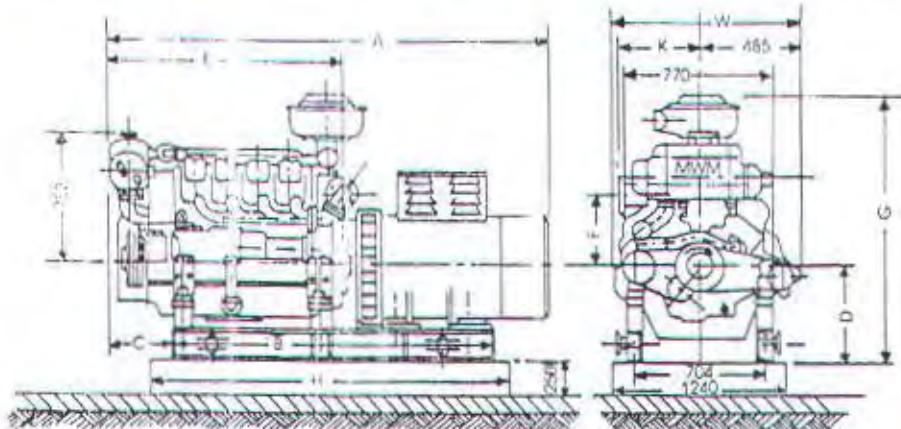
Individual cylinder heads and good accessibility make maintenance a simple task. In addition, Mico/Bosch fuel injection system can be serviced anywhere in India and abroad.





DIMENSIONS/WEIGHTS FOR RADIATOR COOLED SETS.

MODEL	A mm	G mm	W mm	B mm	B ₁ mm	H ₁ mm	C mm	D mm	E mm	F mm	K mm	H mm	WEIGHT kg.
D-232-V6	2477	1442	730	1570	660	620	596	550	1499	403	450	2000	1710
TD-232-V6	2520	1289	770	1570	700	670	585	550	1242	509	385	2000	1930
TBD-232-V6	2610	1489	770	1570	700	640	675	550	1338	509	385	2000	1970
D-232-V8	2666	1442	770	1830	700	670	590	550	1626	403	432	2200	1990
TD-232-V8	2696	1455	900	1830	840	720	610	550	1760	460	340	2200	2130
TBD-232-V8	2995	1610	1000	1830	940	840	770	550	1574	431	450	2200	2380
D-232-V12	3110	1505	965	2300	905	810	665	600	2044	403	455	2700	2550
TD-232-V12	3280	1595	1000	2340	940	940	655	630	2131	460	340	2700	2970
TBD-232-V12	3370	1690	1000	2340	940	940	770	630	1889	431	450	2700	3230



DIMENSIONS WEIGHTS FOR HEAT EXCHANGER COOLED SETS

MODEL	A mm	G mm	W mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	K mm	H mm		WEIGHT kg.
D-232-V6	2283	1442	889	1570	403	550	1305	403	450	2000		1630
TD-232-V6	2337	1289	889	1570	403	550	1065	509	385	2000		1850
D-232-V8	2458	1442	889	1830	403	550	1438	403	432	2200		1930
TD-232-V8	2513	1455	889	1830	403	550	1539	460	340	2200		2050
TBD-232-V8	2628	1610	889	1830	403	560	1206	431	450	2200		2320
D-232-V12	2648	1505	889	2300	403	600	1782	403	455	2700		2450
TD-232-V12	3028	1595	889	2340	403	630	1880	460	340	2700		2840
TBD-232-V12	3028	1690	889	2340	403	630	1546	431	450	2700		3110



B E T R I E B S A N L E I T U N G
I N S T R U K T I O N M A N U A L

Dieselaggregat 425 kVA

Diesel-generating set 425 kVA

Yard: PT PAL / Indonesien
Hull N°: M 121

Supplier: Rolf Janssen GmbH
Elektrotechnische Werke
Emsstraße 4
26603 AURICH / GERMANY
Tel.: 04941-174-0
Fax: 04941-174-205

Suppliers Order N°: F 25.757/01

-GKHTC1-

TMI GENERAL DATA

DATE: 10/13/93

05 - ENGINE HISTORY INFORMATION

TIME: 02:16:45

SERIAL NO 81Z14945

SALES MODEL 3412

ENRG MODEL E293

ENGINE TEST CELL RESULTS

BUILT 06-07-93

TEST DATE 06-11-93

SHIPPED 06-25-93

TESTED BB

PLANT MOSSVILLE

TEST NUMBER 02

CELL NO 08

SPEC NUMBER	TEST	SPEC	TEST	SPEC
ARRGMT NUMBER	OT-7518	OT-7518	!TORQ CHECK SPEED	1199 1200 RPM
CORR FL POWER	9Y-1474	9Y-1474	!TORQ CK COR TORQ	3035 3002 NM
SPEED	474	474.0 KW	!TQ COR FUEL RATE	1488 G/MIN
CORR FL FUEL RATE	1499	1500 RPM	!LOW IDLE SPEED	1201 1200 RPM
CSFC	1732	1743.0 G/MIN	!LOW IDLE OIL PRESS	467 475 KPA
ADJUSTED BOOST	219	220.6 G/KW-HR	!HIGH IDLE SPEED	1514 1515 RPM
FUEL PRESSURE	132.5	130.1 KPA	!RESPONSE TIME	3.5 4.1 SEC
OIL PRESSURE	242	255 KPA	!FL STAT FUEL SET	5.35 MM
TORQ CK CSFC	462	469 KPA	!FT STAT FUEL SET	MM
TORQ CK ADJ BOOST		G/KW-HR	!TIMING-BTDC	MM
		KPA	!	

HELP(PF1) ACF2(PF3) EXIT(PF4) RETURN(PF5) INDEX(PF9)

Prüfbericht
Test Report

Masch. Nr.
Serial No.

66 153684004

1

AS 24 dB BS 50 dB DS 20 dB

Report No.

83303157-041

一九四九年

DIESEL ENGINE

S P E C I F I C A T I O N

Engine Model	6NSE-G	Rated Speed	1500 rpm
Engine No.	21858	Rated Output	400 PS
Number of Cylinder	6	Over Load Output	440 PS
Cylinder Bore	150 mm	Approx. Total Weight	2500 kg
Piston Stroke	105 mm		
Rotation Direction	Counter-Clockwise	(View from flywheel side)	

A C C E S S O R I E S

Fuel Injection Pump	106082-4511	SNo. 272P040158
Turbo Charger	TD10L-30F	SNo. G20073
Starting Motor	FSM-100C-203	SNo. 360047
Generator	TWN 31D	SNo. GU 16235

F U E L O I L & L U B R I C A T I N G O I L (On The Shop Test)

	Fuel Oil	Lubrication Oil
Trade Name	Bunker A	Marine I-40
Supplier	Nippon Oil Co., Ltd.	Showa shell Sekiyu Co., Ltd.
Specific Gravity	0.8539 (15/4 °C)	0.8896 (15/4 °C)
Viscosity	2.26 cSt (@ 50 °C)	147.1 cSt (@ 40 °C)
		14.45 cSt (@ 100 °C)
Calorific Value (Gross)	45,280 J/g	
Calorific Value (Net)	42,510 J/g	
Flash Point	63 °C	278 °C
Pour Point	-25.0 °C	-10.0 °C

S E T T I N G

Air Intake Valve (Standard)			Exhaust Valve (Standard)		
Open 46 deg.	Close 38 deg.	Clearance	Open 56 deg.	Close 46 deg.	Clearance
Before T.D.C	After B.D.C	0.30 mm	Before B.D.C	After T.D.C	0.30 mm
Injection Nozzle Dimension		0.28mm*7*155deg.	Injection Nozzle Set Press.		320 kgf/cm ²
Fuel Line Filter		Before T.D.C 24 deg.	Filter Oil		

Model GNE-G
Eng. No. 61858

(3 / 8)

SHOP TEST RECORD

Date 8th, Oct, 1976

Order		1	2	3	4	5	6
Load	%	25	50	75	100	100	110
Duration	hr	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1/2
Engine Speed	rpm	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Generator	Voltage	V	390	390	390	390	390
	Current	A	96	192	289	385	385
	Frequency	Hz	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	Power Factor	%	100	100	100	100	100
	Output	kW	65	130	195	260	260
Efficiency	%	89.0	91.8	93.2	93.9	93.9	94.0
Engine Output	PS	99.3	192.6	289.5	376.5	376.5	413.8
Fuel Pump Rack Index	mm	9.5	11.0	12.5	17.5	17.5	15.5
Fuel Consumption	kg/h	21.2	32.6	45.0	-	59.6	65.8
Fuel Consumption	g/kWh	326.5	250.8	230.5	-	229.7	229.9
Fuel Consumption	g/PSh	213.7	169.3	158.0	-	138.7	158.9
Press.	Lub. Oil	kgf/cm ²	5.2	5.1	5.0	5.0	5.0
	P.W. Cooling	kgf/cm ²	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7
	S.W. Cooling	kgf/cm ²	0.6	0.55	0.55	0.55	0.55
	Charging Air	kgf/cm ²	0.28	0.53	0.89	1.27	1.27
Lub. Oil Temp.	Cooler Outlet	°C	68	71	72	74	74
	P.W. Eng. Inlet	°C	72	72	72	72	72
Cooling Water Temp.	P.W. Eng. Outlet	°C	75	75	75	76	76
	S.W. Inlet	°C	20	21	22	24	26
	S.W. Outlet	°C	24	27	29	32	36
Exhaust Gas Temp.	Outlet	°C	250	300	330	360	360
	Duct Inlet	°C	27	28	30	31	32
Generator Temp.	Duct Outlet	°C	30	33	37	40	41
	Bearing(Stern)	°C	26	28	29	31	32
	Casing	°C	30	37	38	44	46
Room Temp.	°C	21	21	21	21	21	21

(5 / 8)

Model : 6AISE-G
Eng. No : Z1858

Date : 8th Oct, 1976

GOVERNOR TEST

Load (%)		100 % \Rightarrow 0 % \Rightarrow 0 %			0 % \Rightarrow 50 % \Rightarrow 50 % \Rightarrow 100 % \Rightarrow 100 %		
Output (kW)		260 kW \Rightarrow 0 kW \Rightarrow 0 kW			0 kW \Rightarrow 130 kW \Rightarrow 130 kW \Rightarrow 260 kW \Rightarrow 260 kW		
Frequency	Settle	Instant	Settle	Settle	Instant	Settle	Instant
	Reading (Hz)	50.0	53.6	52.2	52.2	50.6	51.1
	Variation (Hz)	-	3.6	2.2	-	1.65	1.1
Voltage	Percentage (%)	-	7.2	4.4	-	3.3	2.2
	Reading (V)	390	410	395	395	385	390
	Variation (V)	-	20	5	-	10	0
Percentage (%)		-	5.1	1.3	-	2.6	0
Recovery Time (Sec)		\Leftarrow	3.9	\Rightarrow	\Leftarrow	3.4	\Rightarrow
						\Leftarrow 3.8 \Rightarrow	

LOAD CHARACTERISTIC TEST

Load	%	100	75	50	25	0	25	50	75	100	110	100
Output	kW	260	195	130	65	0	65	130	195	260	286	260
Frequency	Hz	50.0	50.7	51.1	51.6	52.2	51.6	51.1	50.7	50.0	49.7	50.0
Voltage	V	390	390	390	392	395	392	390	390	390	390	390
Current	A	375	280	190	90	0	90	190	280	375	415	375

TEMPERATURE MEASUREMENT

Unit: °C

Cylinder No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Main bearing metal	86	86	85	87	86	85	84	-	-
Crank pin metal	92	91	90	92	91	90	-	-	-
Piston pin metal	93	-	-	-	-	92	-	-	-

Lub. Oil Temp. in engine bed 87 °C

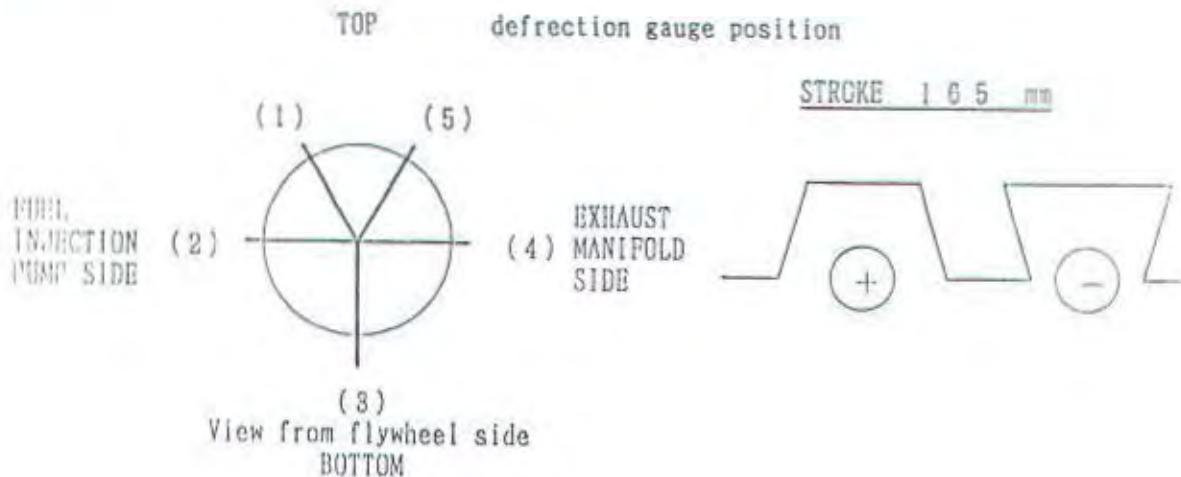
SAFETY DEVICE TEST

ITEM	MARK	DESING POINT	RESULT	ALARM	TRIP
I.O Low Press.	63QE	1.5 kgf/cm ²	1.6 kgf/cm ²	O	-
I.O Low Press. Trip	63QET	1.0 kgf/cm ²	1.1 kgf/cm ²	O	O
F.W High Temp.	26FW	95 °C	Short circuit	O	-

Date: 17/8
8th Oct, 1971

CRANK SHAFT DEFLECTION MEASUREMENT

Model 6NSE-G
Eng. No. 21858



Unit: 1/100mm

	Cylinder No					
Position	1	2	3	4	5	0
(1)	0	0	0	0	0	0
(2)	0	0	0	0	-0.5	-0.5
(3)	-0.5	-0.5	0	+0.5	0	-0.5
(4)	-0.5	-0.5	0	0	+0.5	0
(5)	-	-	-	-	-	-

Note: 1) Measurement was performed after completed assembling by deflection gauge in cold condition.

2) In the above records, negative value indicate the shrinkage of the distance between adjacent crank webs while positive value indicate the expansion of the same.

3) Above drawing is looked from flywheel side.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Lembar Kemajuan Tugas Akhir
(NE.1701)

Nama : Guntur Wibowo
Nrp : 4294100021
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito, MSc
Judul Tugas Akhir : Study Penentuan Kapasitas Genset Teknis dan Perhitungan Ekonomis Pada Kapal PAX 500.

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
1	4 - 10 - 1998	Asistensi Bab I	
2	12 - 10 - 1998	Asistensi Bab I dan Dasar Teori	
3	25 - 10 - 1998	Revisi Dasar Teori	
4	13 - 11 - 1998	Asistensi Bab II	
5	21 - 11 - 1998	Asistensi Perhitungan	
6	12 - 1 - 1999	Asistensi bab III	
7	14 - 1 - 1999	Asistensi Bab IV	
8	4 - 2 - 1999	Revisi Bab IV	
9	5 - 2 - 1999	Asistensi Bab V	
10	8 - 2 - 1999	Revisi Bab V	
11			
12			

Catatan:

1. Mahasiswa siap / tidak siap / dibatalkan*) untuk diujikan.
2. Catatan lain yang dianggap perlu.

Mengetahui,

Surabaya, 9 - 2 - 1999
Dosen Pembimbing

Ir. Sardono Sarwito, MSc
NIP. 131 651 255

*) Coret yang tidak perlu