

**TUGAS AKHIR
KS 1701**



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

**ANALISA KERUSAKAN REGULATOR A1
AVR DIESEL GENERATOR PADA KAPAL PATROLI TIPE KO
(KAPAL CEPAT RUDAL)**

RSSP
623.8503
Pam
A1
2004



Disusun Oleh :
ARIF PAMBUDI
4201 109 607

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	6-8-2004
Terima Dari	H/
No. Agenda Prp.	79047-

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

2004

FINAL PROJECT
KS 1701

**ANALYSIS FOR THE FAILURE OF REGULATOR A1
AVR DIESEL GENERATOR AT SHIP PATROL PSK TYPE
(PATROL SHIP KILLER)**



By :

ARIF PAMBUDI
4201 109 607

MARINE ENGINEERING DEPARTMENT
OCEAN TECHNOLOGY FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2004

Lembar Pengesahan 1

ANALISA KERUSAKAN REGULATOR A1 AVR DIESEL GENERATOR PADA KAPAL PATROLI TIPE KCR (KAPAL CEPAT RUDAL)

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk
Meraih Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Sardono Sarwito, MSc
NIP 131 651 255



Dosen Pembimbing II

Aries P Hidayatullah, ST
NIP 132 238 882

Lembar Pengesahan 2

Tugas Akhir ini telah diujikan pada Presentasi Akhir (P3) Tugas Akhir periode semester genap Tahun Ajaran 2003/2004 tanggal 22 Juli 2004

Mengetahui Dosen Penguji Presentasi Akhir (P3),

Dosen Penguji 1

29/07/04

Ir. Dwi Priyanta, MSE
NIP 132 085 805

Dosen Penguji 2

27/07/04

Ir. Sardono Sarwito, MSc
NIP 131 651 255

Dosen Penguji 3

29/07/04

Semin, ST.MT

NIP 132 163 128

Dosen Penguji 4

29/07/04

Ir. I Wayan Lingga I, MT
NIP 131 415 662



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN – ITS
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111
TELP. 5994754, 5994251 – 55 Pes. 1102 Fax. 5994754

SURAT KEPUTUSAN PENGERJAAN TUGAS AKHIR (KS1701)

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut di bawah ini untuk mengerjakan Tugas Akhir sesuai judul dan lingkup bahasan yang ditentukan

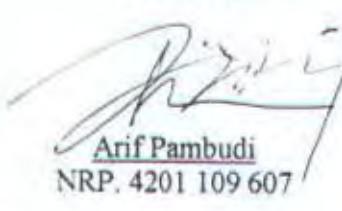
Nama	:	Arif Pambudi
NRP	:	4201 109 607
Dosen Pembimbing	:	1. Ir.Sardono Sarwito,MSc 2. Aries P Hidayatullah, ST
Tanggal diberikan tugas	:	01 04 s/d
Tanggal diselesaikan tugas	:	19 07 04
Judul Tugas Akhir	:	Analisa Kerusakan Regulator A1 AVR Diesel Generator pada Kapal Patroli Tipe KCR (Kapal Cepat Rudal)

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
FT Kelautan ITS

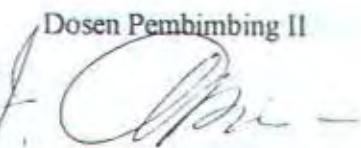
Irianto Widodo Adji, M.Sc
NIP. 131 879 390

Surabaya, Februari 2004
Yang menerima tugas :

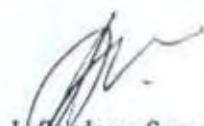
Mahasiswa


Arif Pambudi
NRP. 4201 109 607

Dosen Pembimbing II


Aries P Hidayatullah, ST
NIP. 132 238 882

Dosen Pembimbing I


Ir. Sardono Sarwito, M.Sc
NIP. 131 651 255

ABSTRAK

AVR sebagai komponen pengolah tegangan pada generator sangatlah berpengaruh terhadap kesiapan fungsi dari generator . Kegagalan fungsi pada komponen penyusun AVR ini akan berakibat kegagalan generator itu sendiri secara keseluruhan.

A1 sebagai salah satu komponen utama pada type AVR SR4 Generator yang dipakai di kapal perang jenis KCR pada jajaran TNI-AL, memegang peranan penting dalam terlaksananya fungsi AVR tersebut.

Frekuensi kerusakan komponen A1 yang cukup sering menuntut untuk dilaksanakan analisa guna mendapatkan solusi pemecahannya. Analisa dilaksanakan dengan mempertimbangkan factor pembebahan daya listrik, eksitasi, bahan lilitan kumparan generator,dan temperature ruang.

Dari analisa tersebut diketahui bahwa besarnya daya eksitasi dan pembebahan generator yang berlebih saat merupakan penyebab utama terjadinya kerusakan pada komponen A1. Nilai LF generator pada kondisi layar lebih besar dari LF yang ditetapkan. Disamping factor pemakaian material lilitan kumparan yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis generator.

Kata kunci: analisa beban, eksitasi, material lilitan, temperature ruang, LF generator

Abstract

AVR as a component to regulated the voltage of generator have mainly influence for the preparing performance of generator. The failure of this component would be came the failure for the generator at generally.

A1 the part component of AVR SR4 Generator that used at KCR ship of Indonesian Navy, have importance function.

The highly frequency to failure of A1 component, need some analysis to find the solution of the problem. The analysis had done with considered of electrical load, excitation, material of winding, and the temperature of room generator.

From the analysis have got some conclusion that too high power excitation and over load of generator was dominant caused the broken of A1. The point of LF (Load Factor) generator at shipping condition was bigger than LF of regulation. Besides by using the material of winding that not accomplished with specification had contribution too.

Key word : load analysis, excitation, material of winding, temperature, LF generator

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas anugerah-NYA maka tugas akhir ini dapat kami selesaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya untuk menyelesaikan studinya.

Tugas akhir yang kami ambil ini berjudul “ Analisa Kerusakan Regulator A1 Diesel Generator Pada Kapal Patroli Tipe KCR (Kapal Cepat Rudal) ”.

Atas tersusunnya Tugas Akhir ini, maka perkenankan kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan perhatian dalam penyusunan Tugas Akhir ini,terutama kepada:

1. Ibuku dan Bapakku yang telah mengasuh dan mendidikku.
2. Ir. Sardono S, MSc sebagai dosen pembimbing I atas segala waktu dan bimbingannya ditengah segala kesibukan beliau.
3. Aris P Hidayatullah, ST sebagai dosen pembimbing II atas arahan dan dukungannya
4. Ir. Suryo WA, MSc sebagai Kajur beserta seluruh staff pengajar dan karyawan Teknik Sistem Perkapalan ITS.
5. Desi dan Paksi mata hatiku
6. Mbak Nani, Mbak Seh, kakakkū
7. Guru-guruku selama ini
8. Dody,Once,Tekat,Wiwid,Pak Wong atas pinjaman bukunya.

9. Mayor Laut (T) Eko Sulstiyono,ST sebagai Kabengbakap atas dukungan moril dan waktunya.
10. Kapten Laut (KH) Hari Agus, Kapten Laut (T) Anton ,Mbak Nunah dan rekan-rekan kerjaku
11. Dan mereka yang tidak sempat tercantum namanya
Kami berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi peradaban dan kemanusiaan.

Surabaya, Juli 2004

Penyusun,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR.....

i

DAFTAR ISI.....

iii

DAFTAR GAMBAR.....

vii

DAFTAR TABEL.....

viii

DAFTAR LAMPIRAN.....

x

BAB I PENDAHULUAN

 I.1 Latar Belakang..... I-1

 I.2 Perumusan Masalah..... I-2

 I.3 Tujuan..... I-3

 I.4 Metode Penelitian..... I-3

 I.5 Batasan Masalah..... I-4

BAB II DASAR TEORI

 II.1 Generator..... II-1

 II.1.1 Generator AC..... II-1

 II.1.1.1 Generator AC 1 phasa..... II-2

 II.1.1.2 Generator AC 3 phasa..... II-2

 II.1.1.3 Pembagian Jenis Generator AC 3 phasa..... II-2

 II.1.1.3.1 Generator Penguat Terpisah..... II-3

 II.1.1.3.2 Generator Penguat Sendiri..... II-4

II.1.1.3.3 Direct self-excitation.....	II-5
II.1.1.3.4 Indirect self-excitation.....	II-6
II.1.1.3.5 Separately excitation.....	II-7
II.2 Pengatur Tegangan (<i>Voltage Regulator</i>).....	II-8
II.2.1 AVR (<i>Automatic Voltage Regulator</i>).....	II-8
II.2.2 Komponen AVR.....	II-9
II.3 Pembebanan Listrik di Kapal.....	II-10
II.3.1 Faktor Pembebanan peralatan (<i>Load Factor of Equipment</i>).....	II-12
II.3.2 Faktor Kebersamaan (<i>Diversity Factor</i>).....	II-13
II.3.3 Faktor Pembebanan Generator (<i>Load Factor of Generator</i>).....	II-13
II.4 Macam bahan Pengantar dan Isolasi.....	II-14
II.4.1 Macam Bahan Penghantar.....	II-14
II.4.2 Macam Bahan Isolasi.....	II-15
II.5 Temperatur ruang.....	II-18
II.6 Efisiensi Generator.....	II-18
II.6.1 Efisiensi terhadap daya Generator.....	II-18
II.6.2 Efisiensi thd Faktor kerja beban (<i>Power Factor</i>) atau ($\cos \phi$)....	II-19

BAB III DATA PENGUKURAN

III.1 Spesifikasi Teknis Generator.....	III-1
III.2 Data Pengukuran.....	III-3
III.2.1 Tahanan Isolasi phasa RST.....	III-3
III.2.2 Tegangan DC dan kuat arus eksitasi.....	III-3
III.2.3 Pada komponen AVR.....	III-4

III.2.4 Pada papan MSB.....	III-5
III.2.5 Data Pembebatan daya listrik di Kapal.....	III-6
III.2.5.1 Kondisi Awal.....	III-6
III.2.5.2 Kondisi Saat ini.....	III-11
III.2.6 Data Bahan Penghantar dan Isolasi.....	III-16
III.2.7 Data Temperatur Ruang.....	III-17
BAB IV ANALISA DATA	
IV.1 Analisa System kerja AVR.....	IV-1
IV.1.1 Cara kerja AVR	IV-1
IV.1.2 Fungsi komponen.....	IV-5
IV.1.2.1 Komparator.....	IV-6
IV.1.2.2 Penguat tegangan DC (<i>Amplifier</i>).....	IV-6
IV.1.2.3 Firing Circuit.....	IV-6
IV.1.2.4 SCR Converter.....	IV-7
IV.1.2.5 Kompensator.....	IV-7
IV.1.2.6 Alternator.....	IV-7
IV.1.2.7 Transformer.....	IV-7
IV.1.2.8 Penyearah (<i>rectifier</i>).....	IV-8
IV.1.3 Fungsi komponen A1.....	IV-8
IV.1.4 Hal yang mempengaruhi kinerja komponen A1.....	IV-8
IV.2 Analisa Eksitasi Generator.....	IV-9
IV.3 Analisa Beban Daya listrik di Kapal.....	IV-10
IV.3.1 Distribusi Power di Kapal.....	IV-10

IV.3.1.1 Power Distribusi AC 450 volt 60 Hz.....	IV
IV.3.1.2 Power Distribusi AC 120 volt 60 Hz.....	IV
IV.3.1.3 Power Distribusi AC 120 volt 400 Hz.....	IV
IV.3.1.4 Power Distribusi DC 24.....	IV
IV.3.2 Faktor Pembebanan Generator (<i>Load Factor of Generator</i>)	IV
IV.3.3 Arus Start.....	IV
IV.4 Analisa Temperatur ruang.....	IV
IV.5 Analisa Bahan lilitan Generator.....	IV
IV.6 Analisa Efisiensi Generator.....	IV
IV.6.1 Efisiensi thd daya Generator.....	IV
IV.6.2 Efisiensi thd factor kerja beban ($\cos \phi$).....	IV
IV.7 Analisa Penyelesaian Masalah.....	IV

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran.....	V-2

BAB VI Penutup..... VI-

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Direct Self-Excitation.....	II-5
Gambar 2.2 Indirect Self-Excitation.....	II-6
Gambar 2.3 Separately Excitation.....	II-7
Gambar 2.4 Skema Komponen AVR.....	II-11
Gambar 2.5 Kurva resistivitas tembaga sebagai fungsi suhu.....	II-15
Gambar 2.6 Penarikan batang tembaga menjadi kawat.....	II-17
Gambar 2.7 Pemberian isolasi untuk kawat.....	II-17
Gambar 2.8 Grafik hubungan efisiensi dg PF($\cos\phi$).....	II-20
Gambar 4.1 Komponen AVR SR-4 Generator CAT.....	IV-3
Gambar 4.2 Grafik hub efisiensi dg factor pembebangan ($\cos\phi$).....	IV-20

DAFTAR TABEL

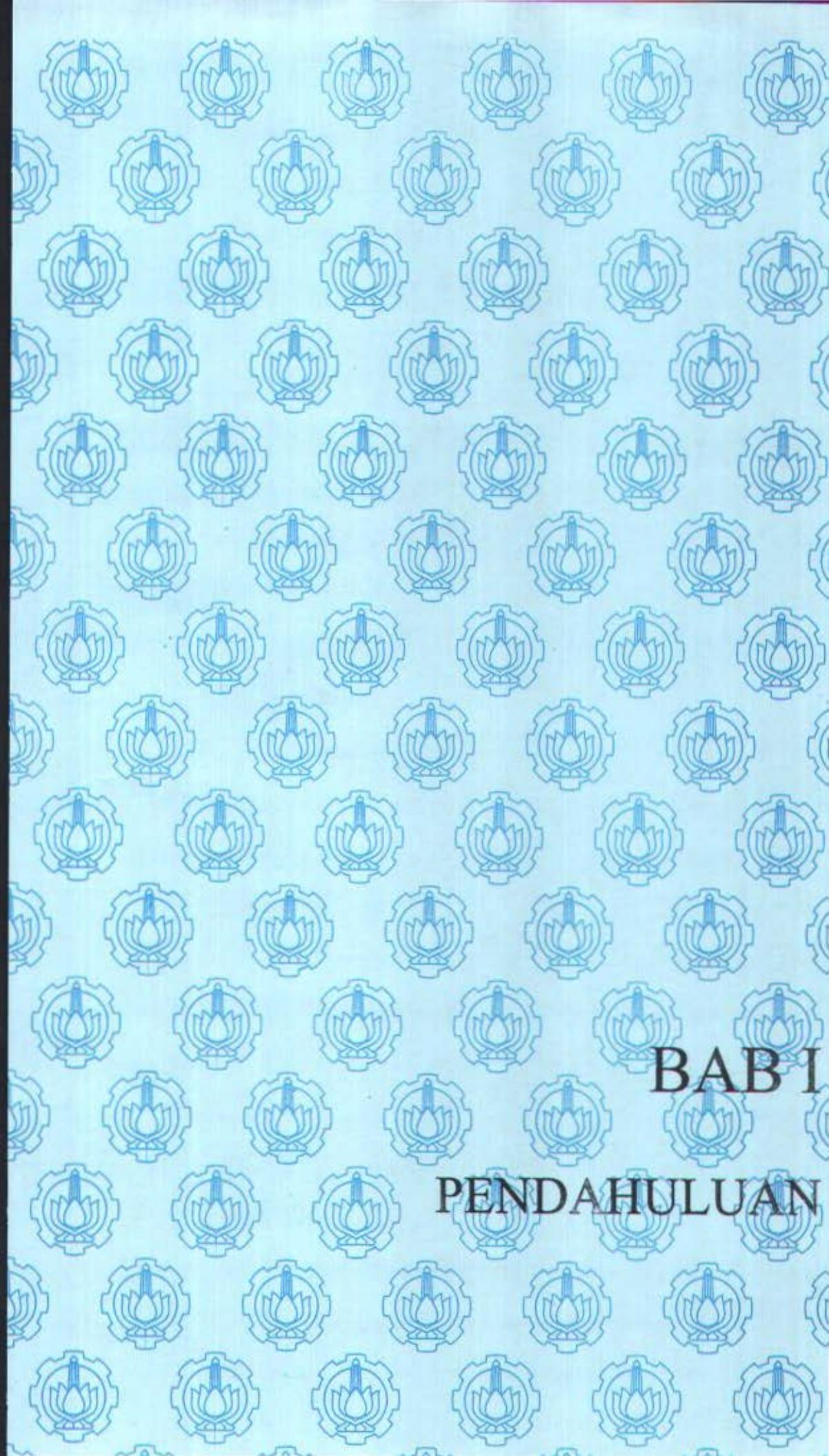
Tabel 2.1 Klasifikasi bahan isolasi.....	II-16
Tabel 3.1 Data tegangan dan kuat arus eksitasi.....	III-4
Tabel 3.2 Data pengukuran A1.....	III-4
Tabel 3.3 Data pembacaan pada MSB.....	III-6
Tabel 3.4 Data pembebahan kondisi awal.....	III-7
Tabel 3.5 Data pembebahan kondisi saat ini.....	III-12
Tabel 3.6 Skema pengukuran temperature di R Generator.....	III-17
Tabel 3.7 Data pengukuran temperature di R Generator.....	III-17
Tabel 4.1 Skema AVR SR-4 Generator CAT.....	IV-2
Tabel 4.1 Data tegangan DC dan kuat arus Generator.....	IV-9
Tabel 4.2 Data perbandingan kebutuhan eksitasi.....	IV-10
Tabel 4.3 Distribusi daya AC 450 volt 60 Hz.....	IV-11
Tabel 4.4 Distribusi daya AC 120 volt 60 Hz.....	IV-12
Tabel 4.5 Distribusi daya AC 120 volt 400 Hz.....	IV-13
Tabel 4.6 Distribusi daya DC 24 volt	IV-13
Tabel 4.7 Faktor pembebahan generator pada kondisi awal.....	IV-14
Tabel 4.8 Faktor pembebahan generator pada kondisi saat ini.....	IV-14
Tabel 4.9 Daftar pergantian pengoperasian pesawat tiap hari.....	IV-17
Tabel 4.10 Daftar pesawat dengan operasional IL.....	IV-17
Tabel 4.11 Data pencatatan temperature ruang generator.....	IV-18
Tabel 4.12 Daftar material konduktor.....	IV-18
Tabel 4.13 Daftar material isolator.....	IV-19

Tabel 4.14 Daftar perbandingan kondisi generator.....	IV-22
Tabel 4.15 Daftar kebutuhan daya 120 volt 60 Hz.....	IV-26
Tabel 4.16 Daftar faktur pembebatan generator setelah pengesahan.....	IV-26
Tabel 4.17 Data pembebatan setelah pemisahan.....	IV-27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. One Line Diagram

Lampiran 2. Load Analysis



BABI

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

KRI (*Kapal Republik Indonesia*) merupakan salah satu unsur utama dalam SSAT (*Sistem Senjata Armada Terpadu*) TNI-AL. Satkat (*Satuan Kapal Cepat*) sebagai bagian dari Armada mengemban tugas asasi sebagai satuan pemukul reaksi cepat dalam operasi tugasnya. KCR (*Kapal Cepat Rudal*) adalah salah satu tipe kapal dalam jajaran kapal perang di Satkat. Dalam mendukung kesiapan konis (kondisi teknis) kapal, keberadaan diesel generator sangatlah vital, karena berfungsi sebagai satu-satunya sumber pemenuhan kebutuhan tenaga listrik di kapal. Karena itu diesel generator di kapal harus selalu dalam keadaan yang siap.

Dalam mendukung optimalisasi dan kestabilan fungsi tersebut maka diesel generator dilengkapi dengan sebuah regulator yaitu berupa AVR (*Automat Voltage Regulator*). AVR ini merupakan kumpulan komponen elektronika yang berfungsi sebagai pengolah arus listrik yang dihasilkan generator agar menjadi arus siap pakai dan didistribusikan di papan pembagi / MSB (*Main Switch Board*).

Sebagai salah satu komponen yang berperan penting dalam AVR adalah Regulator Module A1. Dalam pengoperasiannya komponen Regulator Module A1 ini sering mengalami kerusakan.

Sehingga sangatlah diperlukan suatu penelitian yang dapat menganalisa sebab-sebab terjadinya kerusakan pada Module Regulator A1 tersebut.



Sebagai bahan informasi, asasi operasional kapal jenis ini adalah *Hit and Run*. Sehingga pada awal pembuatan sampai kurang lebih tahun 1993 pengoperasiannya sebatas sebagai unsur PAM dan intai saja. Lama pengoperasiannya tidak melebihi dari 7 hari layar. Dan generator yang dioperasikan berjumlah 2 buah untuk semua kondisi beban. Akan tetapi sesuai dengan kebijakan pimpinan TNI-AL sejak pertengahan tahun 1993 kapal ini dikembangkan fungsinya sebagai kapal Patroli laut, konsekuensinya jam layarnya menjadi lebih lama. Pengoperasian generator pada kondisi layar normal 1 buah sedang untuk kondisi tempur 2 buah.

I.2 PERUMUSAN MASALAH

Dalam merumuskan analisa kerusakan Regulator Module A1 pada kapal perang kelas KCR ini terdapat beberapa tahap langkah pengerjaan antara lain:

- Mengetahui sistem cara kerja AVR
- Pengenalan dan mengetahui komponen apa saja yang terhubung langsung dengan Regulator Module A1
- Mengetahui fungsi dari masing-masing komponen tersebut
- Membandingkan data input besaran arus dari masing-masing komponen dengan dengan petunjuk operasional yang ada.
- Menganalisa pembebanan daya kapal.
- Menganalisa pengaruh bahan material lilitan dan temperature ruang lingkungan operasi.
- Menganalisa efisiensi generator
- Analisa alternative pemecahan permasalahan.



I.3 TUJUAN

1. Mengetahui hal-hal yang mempengaruhi kinerja Regulator Modulator A1 pada AVR kapal KCR.
2. Mendapatkan hubungan kerusakan AVR tersebut dengan lingkungan sekitar operasional, material bahan lilitan, dan karakteristik pembebanan generator.
3. Mencari alternative solusi pemecahan permasalahan yang terjadi.

I.4 METODE PENELITIAN

Metodelogi merupakan suatu kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dipecahkan atau dianalisa. Dalam mengerjakan tugas akhir ini metode yang digunakan ialah:

1. Studi literature dan pengumpulan data

Studi harus memiliki sasaran yang jelas dan harus direncanakan terlebih dahulu. Studi tersebut dilakukan dengan cara mengumpulkan bahan referensi penunjang yang dapat membantu guna terlaksananya tugas akhir ini baik melalui jurnal, paper, buku.

2. Pencatatan dan pengumpulan data

Pencatatan dan pengumpulan data dilaksanakan dilapangan berdasarkan log book dan jurnal pemeliharaan kapal ,pencatatan jenis pompa dan data teknisnya.

3. Pengolahan dan Analisa data

Pengolahan data yang ada dengan dasa-dasar teori dan dalil yang digunakan secara teks books. Dan penganalisaan atas kemungkinan yang terjadi berdasarkan pendekatan teori yang ada.



4. Kesimpulan

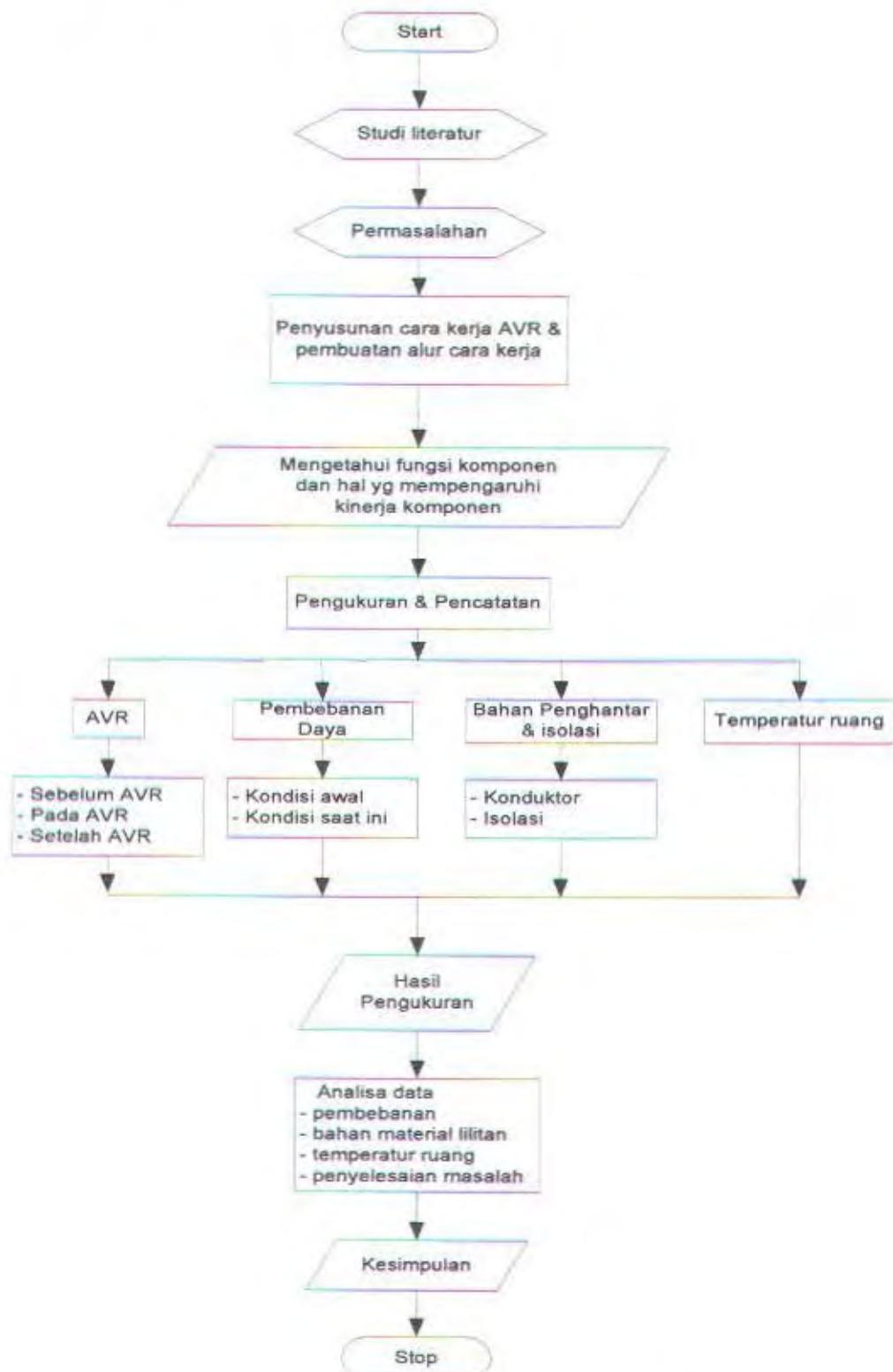
Kesimpulan yang diambil merupakan jawaban dari tujuan pembuatan tugas akhir.

5. Saran

Memberikan saran dan rekomendasi yang relevan sebagai pertimbangan di waktu akan datang.

1.5 BATASAN MASALAH

- Analisa dilaksanakan berdasar fungsi dari komponen generator dan AVR, yang tidak melibatkan terlalu jauh pada sisi teknik kelistrikkannya.
- Analisa ditekankan dari segi pembebanan, bahan lilitan, temperature ruang kerja operasional pesawat dan efisiensi generator.
- Karena keterbatasan data, pada penentuan nilai efisiensi merupakan harga pendekatan.
- Data yang diperoleh merupakan data dari kerusakan dan perbaikan yang telah dilaksanakan yang ada di kapal.
- Pencatatan data merupakan hasil dari pembacaan alat ukur yang dipakai, dengan mengindahkan factor kalibrasi alat.
- Dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu,dana,fasilitas,tempat dan koordinasi dalam pelaksanaan analisa, maka analisa yang dilaksanakan terbatas pada studi analisa berdasar literature dan data yang diperoleh, pada satu jenis kapal saja, yaitu kapal KRI KRS-624.



(Diagram alir penyelesaian masalah)

INSTITUT
SEPULUH - NOV

BAB II

DASAR TEORI



BAB II

Dasar Teori

II.1 Generator

Generator adalah suatu mesin listrik yang digerakkan oleh tenaga mekanik, menghasilkan tenaga listrik (Generator ,Diktat listrik,Kodikal). Menurut hukum faraday,apabila suatu lilitan kawat digerakkan dalam medan magnet secara teratur sehingga lilitan kawat penghantar tersebut memotong garis-garis gaya magnit, maka pada ujung-ujung lilitan tersebut akan timbul tegangan listrik.Tegangan yang timbul adalah tegangan induksi,atau biasa disebut GGL induksi,sedangkan arah GGL/tegangan yang diinduksikan ditentukan oleh hukum tangan kanan. Menurut hukum tangan kanan mengatakan bahwa: Apabila garis gaya magnit jatuh tegak lurus pada telapak tangan kanan dan lilitan kawat yang mana dalam medan magnit digerakkan searah ibu jari,maka pada lilitan tersebut akan timbul tegangan induksi/GGL,induksi yang arah arusnya sesuai arah jari kanan (Zuhal,Dasar Teknik Tenaga Listrik,1988)

II.1.1 Generator AC

Generator AC atau disebut juga Alternator, adalah mesin konversi energi mekanis ke elektris yang berfungsi menghasilkan tenaga listrik arus bolak-balik.Karena arusnya bolak-balik,maka harga tegangan yang dihasilkan pada setiap saat akan selalu mengalami perubahan sesuai dengan kedudukan lilitan terhadap perpotongan garis gaya magnit (Generator ,Diktat listrik,Kodikal).



Secara garis besar berdasarkan jumlah phasanya, generator AC dibagi menjadi dua bagian (Generator ,Diktat listrik,Kodikal) , yaitu:

1. Generator AC 1 phasa
2. Generator AC 3 phasa

II.1.1 Generator AC 1 phasa

Adalah jenis generator AC dimana ujung kawat untuk pembebanan hanya terdiri 1 buah kawat saja sebagai muatan positifnya. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh generator AC 1 phasa relative kecil, sehingga dalam penggunaanya terbatas untuk penerangan dan alat listrik dengan kebutuhan tegangan kecil.

II.1.2 Generator AC 3 phasa

Adalah jenis generator AC dengan jumlah ujung kawat pembebanannya terdiri 3 ujung kawat sebagai muatan positifnya. Nilai tegangan yang dihasilkan lebih besar. Digunakan pada pesawat listrik atau alat-alat listrik yang membutuhkan tegangan dalam jumlah besar.

II.1.3 Pembagian Jenis Generator AC 3 phasa

Untuk menghasilkan tegangan sesuai kebutuhan,generator AC memerlukan suatu penguatan. Karena nilai tegangan pada tiap phasa yang dihasilkan relative sangat kecil dibandingkan dengan nilai tegangan yang dibutuhkan. Penguatan itu lazim disebut dengan Eksitasi (Excitation).



Daya rata-rata merupakan hasil perkalian dari tegangan sinusoida, daya semua adalah tegangan dikalikan arus. Sedang $\cos \phi$ menentukan kondisi terdahului atau tertinggal tegangan terhadap arus.

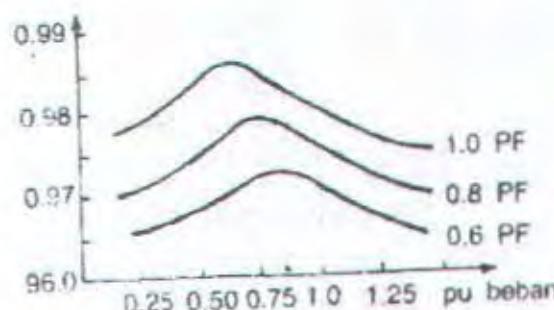
Bila sebuah beban diberi tegangan, impedansi dari beban tersebut menentukan besar arus dan sudut fasa yang mengalir pada beban tersebut. Faktor daya merupakan petunjuk yang menyatakan sifat suatu beban.

Secara matematis efisiensi terhadap faktor daya ditulis sbb:

$$\eta = 1 - \frac{\sum \text{rugi}}{VI \cos \phi + \sum \text{rugi}}. \quad (\text{Zuhal ,hal 56}) \quad (2.6.5)$$

Dalam praktik dilapangan harga η akan langsung dapat dilihat pada papan MSB kapal.

Secara umum harga efisiensi ini minimal 0.96. Sedang hubungan antara efisiensi daya motor dengan faktor kerja beban (PF) yang berbeda-beda dapat dinyatakan pada grafik sbb:



(Gambar 2.8 Grafik hubungan efisiensi dg PF ($\cos \phi$)*)

* Zuhal, Dasar Teknik Tenaga listrik dan Elektronika Daya, 1988

BAB III

DASAR PENGUKURAN

Bab III
Data Pengukuran

III 1. Spesifikasi Teknis Generator

Data mengenai spesifikasi teknis generator diperoleh dari Ship Information Book (SIB) vol 2 tentang Electrical Part

Diesel

Manufacturer	Caterpilar
Model	3406 TA
Horsepower(continous)	-
No.of cylinder	6
Injector type	-

Generator

Manufacturer	Caterpilar
Type SR4	Brushless
Volt	450 (tegangan antar phasa)
KW (continous)	210
Frequency (Hz)	60
Phases	3
Poles	4
Speed (rpm)	1800

Main Swith Board

Manufacturer	Siemens Electrical Engineering Co,Ltd.
Classification	Lloyd Resister of Shipping
Enclosure	Driproof, Dead Front Type
Temperature	45 °C Max
Dimension	Length : 1580 mm Heighth : 1870 mm Depth : 520 mm
Voltage	450 Volt
Frequency	60 Hz
Phases	3 phases

Data dari papan name plate generator:

Type Generator : 3406
Genset rating : 210 kW
Class F insulation 50 °C ambient temp

Generator Data:

Model : SR-4 rpm 1800 Hz 60

Gen Frame : 448 Gen Part : 5N6

Generator Serial : MA8BH3007

3 phase 10 wire Continous rating

263 kVA 210 kW 0.8 PF

Low connection 240 volt 652 Ampere

High connection 480 volt 316 Ampere



Excitation: 26.5 Volt 9 Ampere

Over load 110 % for 2 hours.

III 2.Data Pengukuran

Pada pengambilan data pengukuran terbagi menjadi beberapa bagian,yaitu:

- Mengukur tahanan isolasi phasa RST
- Mengukur tegangan DC dan kuat arus eksitasi
- Pada module A1 rangkaian AVR.
- Data keluaran pada papan MSB.
- Data pembebahan daya dikapal.
- Data material penghantar dan isolasi lilitan kumparan generator.
- Data temperature ruang generator.

III 2.1 Tahanan isolasi Phasa RST

- Pengukuran di laksanakan sebelum menjalankan generator pada masing –masing kutub yang terhubung dengan ground/body.
- Pengukuran dilaksanakan dalam keadaan kondisi motor belum di start.

Dan hasil yang diperoleh:

- o R : 500 k Ohm
- o S : 500 k Ohm
- o T : 500 k Ohm

III 2.2 Tegangan DC dan kuat arus eksitasi

- Pengukuran di laksanakan dengan mengukur tegangan pada F1 dan F2 (fuse sekering) AVR dalam keadaan generator terbebani dg kenaikan setiap 100 rpm.



Hasil pengukuran :

(Tabel 3.1 Data tegangan dan kuat arus eksitasi)

No	Putaran mesin (rpm)	Tegangan DC (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1.	1200	12	6
2.	1300	15	6,5
3.	1400	20	8
4.	1500	25	9
5.	1600	27	9,5
6.	1700	32	11
7.	1800	36	12

III 2.3. Pada Komponen AVR

Data pada komponen AVR ini diambil dari keadaan komponen penyusun rangkaian AVR saat ini.

Karena AVR ini berfungsi normal maka kondisi dari keseluruhan komponen pada AVR dalam kondisi baik. Sedang pada komponen module regulator A1 terdapat perbedaan dengan kondisi yang tertera di manual hand book generator.

Data yang diperoleh ini diambil dalam keadaan rangkaian AVR tidak terhubung dengan generator atau dalam keadaan tanpa arus.

(Tabel 3.2 Data pengukuran A1)

No	No kutub	Pengukuran ($k\Omega$)	Test ($k\Omega$)
1.	1 & 2	545 – 557	$97,000 \pm 10\%$
2.	1 & 5	294,7 – 298	Maksimum
3.	1 & 6	294,6 – 297,9	47
4.	3 (+) & 6 (-)	17,67 - 18,28	18
5.	3 (-) & 6 (+)	17,45 - 18,37	Kurang dari 25
6.	4 & 6	0,991 – 1,219	0,68 – 4,70
7.	5 & 6	79,8 – 90,5	Maksimum
8.	6(+) & 7(-)	3,72 – 3,75	0,85
9.	6(-) & 7(+)	3,732 – 3,760	2,8
10.	6(+) & 10(-)	38,73 - 38,82	18



11.	6(+) & 10(-)	65,5 – 66	100
12.	7 & 8	48,8 - 49,3	10
13.	7(+) & 10(-)	68,3 – 67,5	10
14.	7(-) & 10(+)	69,2 – 69,8	85
15.	9(-) & 10(+)	No connect	No connect
16.	9(+) & 10(-)	No connect	No connect
17.	10 & 11	262,8 – 270,8	270

Dari segel Label pada A1 tertera:

	240	Regulator	241
volt	269		270
volt	199		199
Temp	32 °C		23 °C
Tester	LH		LH

III 2.4. Pada papan MSB

Pengukuran data setelah AVR merupakan kegiatan pencatatan besaran nilai yang tertera pada papan pembagi tegangan (MSB) kapal. Nilai ini diambil dari satu generator/beban single generator, dan pembebahan dilaksanakan secara bertahap.

Adapun data yang diperoleh meliputi besarnya nilai:

- Pembebahan/daya
- Tegangan
- Frekwensi
- $\text{Cos}\phi$
- Arus
- Putaran mesin (rpm)

Dari wawancara dg teknisi diperoleh bahwa kondisi kemampuan daya motor diesel saat ini adalah 80 %



Dari data pada MSB tersebut dapat diketahui besarnya efisiensi generator yang merupakan kondisi generator saat ini.

(Tabel 3.3 Data pembacaan pada MSB)

No	t (menit)	Generator						Engine		
		Beban %	kW	Teg (V)	Freq(Hz)	Cosφ	Arus (ampere)	Tek BB(PSi)	Tek Oli (PSi)	RP
1	5	0	-	-	-	-	-	42	65	150
2	10	10	40	440	60	0.75	40	41	65	180
3	15	25	100	440	60	0.75	100	40	64	180
4	20	50	120	440	60	0.75	117	39	64	180
5	30	75	140	440	60	0.75	136	38	63	180
6	45	75	140	440	60	0.75	136	38	63	180

III 2.5. Data Pembelahan daya listrik di Kapal

Pengumpulan data mengenai pembelahan daya listrik dikapal ini meliputi :

- Data pembelahan pada kondisi awal
- Data pembelahan pada kondisi saat ini

III 2.5.1 Kondisi Awal

Data ini bersumber dari buku Ship Information Book (SIB) vol 2 tentang Electrical Part. Data pembelahan disini membagi kebutuhan daya listrik di kapal dalam tiga kondisi kapal, yaitu:

- kondisi docking
- kondisi layar normal
- kondisi tempur

(Tabel 3.4 Data pembebanan kondisi awal)

No Sirkuit	Keterangan beban	Qty	Daya	Beban Docking				Beban Layar normal				Beban Tempur				
				kW	Work Set	LF	Daya (low)		Work Set	LF	Daya (normal)		Work Set	LF	Daya (high)	
							IL	CL			IL	CL			IL	CL
P-401-50-HG	Generator no 1	1														
P-402	Generator no 3	1														
P-403	Power Dist Pnl (Gen Room)		35.070				4.927				9.785					9.697
P-404	Power Dist Pnl (R. Makan)		28.410				8.920				11.363					12.083
P-405	Power Dist Pnl (R. Mezan)		45.195				(0.325)				34.919					35.639
P-406	Power Dist Pnl (Loving)		36.820				9.924				9.798					9.838
P-407	Power Dist Pnl (R. Tdt Dpt)		45.540				0.616				0.672					10.336
P-408	Spare															
P-409	Transformer (30 kVA)		19.802				4.492				9.178					4.633
P-410	Transmformer (225 kVA)		15.230				9.570				4.098					4.009
P-411	Radio Console		19.440		0.100		1.044		0.400		4.170					7.308
P-412	Transformer (9 kVA)		1.910		0.015		0.028				0.227					1.036
P-413	400 Hz M.G Set (Trans)		8.470		0.200		1.674				0.700					9.929
P-414	400 Hz M.G Set (Wungen)		12.700		0.200		2.540				0.700					8.890
P-415	Power Dist Pnl (Eks)		20.590				0.450									7.820
P-416	Sheet Connection Box															
P-417	Pompa Kental	1	8.500	1	0.000		0.000	1	0.860		5.230	1	0.860			5.280
P-418	Spare															
P-419	No.1 Pompa CEP	1	16.900	1	0.000		0.000	1	0.500		8.490	1	0.500			15.210
P-420	No.2 Pompa CEP	1	16.900	1	0.000		0.000	1	0.500		8.490	1	0.500			15.210
P-421	No.3 Pompa CEP															
P-422	No.4 Pompa CEP															
P-423	No.1 Pompa DPS	1	21.200	1	0.300	0.360		1.000	1	0.900	1.620	1	0.900	1.620		16.200
P-424	No.2 Pompa DPS	1	21.200	1	0.300		0.360	1	0.900	1.620	1	0.900	1.620		16.200	
P-425	Pompa Densitas	1	33.900	1	0.000		0.000	1	0.500		16.950	1	0.500			16.950
P-426	CWU															
P-427	Spare															
P-428	Spare															
	Total E CL		438.157				71.320				134.308					176.473
	Total E IL				6.540						12.220					12.220
P-401	40 mm Dan Mount	1	12.000	1	0.000	0.000		1.000	1	0.000	0.000	1	0.200	2.400		
P-402	Bentuk	1	12.000	1	0.100		1.200	1	0.150		6.000	1	0.500			6.000
P-403	Spare															
P-404	Pompa AT	1	2.200	1	0.200	0.440		1.000	1	0.600	0.600	1	0.300	0.600		0.600
P-405	Pompa Densitas	1	4.820	1	0.600		2.892	1	0.500		2.410	1	0.000			0.000
P-406	Pompa Vacuum	1	1.460	1			0.000	1	0.100		0.140	1	0.100			0.140
P-407	Vent Supply Fan (SF-1)	1	0.140	1	0.700		0.098	1	0.900		0.126	1	0.900			0.126
P-408	ACU 2 (009)	1	0.300	1	0.500		0.150	1	0.700		0.210	1	0.700			0.210
P-409	Vent Supply Fan (SF-2)	1	0.250	1	0.700		0.147	1	0.900		0.189	1	0.900			0.189
P-410	Spare															
	Total E CL		33.970				4.487				9.073					9.063
	Total E IL				0.440						0.660					3.000
P-402	Vent Supply Fan (SF-4)	1	6.500	1	0.700		4.550	1	0.900		5.850	1	0.900			5.850
P-403	Air Compressor	1	2.500	1	0.100		0.260	1	0.100		0.260	1	0.100			0.260
P-404	Vent Supply Fan (SF-3)	1	4.030	1	0.700		3.031	1	0.900		3.397	1	0.900			3.397
P-405	No.1 Pompa LG Stand By	1	6.600	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.200			1.320
P-406	Pompa Surge	1	2.500	1	0.200		0.300	1	0.200		0.500	1	0.200			0.500
P-407	Pompa Portable water	1	2.200	1	0.200		0.440	1	0.300		0.660	1	0.300			0.660
P-408	No.2 Pompa Submersible Outlet	1	4.000	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.000			0.000
P-409	ACU 2 (009)	1	0.280	1	0.500		0.140	1	0.700		0.198	1	0.700			0.198
P-410	Spare															
	Total E CL		28.410				8.821				11.363					12.683
	Total E IL				0.000						0.000					0.000

No Sirkuit	Keterangan beban	Qty	Daya:	Beban Decking				Beban Layar normal				Beban Tempur			
				Work Set	LF	Daya (kw)		Work Set	LF	Daya (kw)		Work Set	LF	Daya (kw)	
						IL	CL			IL	CL			IL	CL
12403	No 2 Pumps LO Stand By	1	6.600	1	0.900	0.600		1	0.600	0.600		1	0.200	0.120	1.320
28403	ACU 3 (Equip)	1	0.850	1	0.500		0.425	1	0.70		0.595	1	0.70		0.595
39403	LO Purifier	1	0.248	1	0.000		0.000	1	0.30		0.074	2	0.30		0.074
48403	LO Heater	1	6.600	1	0.600		0.600	1	1.100		0.600	1	0.000		0.600
55403	GT Cool Fan (SF-S)	3	6.500	1	0.000	0.000		1	0.600	0.600		1	0.900	5.830	0.000
69403	KG Oil Heater	1	12.000	1	0.500		6.000	1	0.600		0.000	1	0.000		0.000
78403	Pompa Sirkulasi AL	1	13.000	1	0.300		3.900	1	0.600		7.800	1	0.600		7.800
88403	Spare														
99403	Spare														
10403	Spare														
Total Σ CL				48.138				10.325				9.099			
Total Σ IL				0.000				0.000				5.850			
13404	Rangka	1	16.600	1	0.400		5.400	1	0.600		0.000	1	0.000		0.000
29404	Sink Heater	1	6.000												
39404	Vent Ex Fan(Ex F-8) Galley	1	0.210	1	0.700		0.147	1	0.900		0.189	2	0.900		0.189
47403	Vent Supply Fan(SF-7)	1	0.210	1	0.700		0.147	1	0.900		0.189	4	0.900		0.189
57404	No 1 Pompa Submersi Outlet	1	4.400	1	0.000		0.000	1	0.600		0.000	1	0.000		0.000
67404	Pompa Transfer Sewage	1	1.900	1	0.100		0.180	1	0.100		0.180	1	0.100		0.180
77404	ACU 5 (PHE By Pass SB)	1	1.750	1	0.500		0.875	1	0.700		1.225	1	0.700		1.225
87404	Battery Charger	1	1.300	1	0.200		0.300	1	0.200		0.300	1	0.200		0.300
99404	ACU 6(PHE By Pass PS)	1	1.950	1	0.500		0.875	1	0.700		1.225	1	0.700		1.225
10404	Spare														
11404	Spare														
12404	Spare														
Total Σ CL				33.620				8.924				3.308			
Total Σ IL				0.000				0.000				0.000			
1P405	57 mm Gun	1	47.000	1	0.000	0.000		1	0.000	0.000		1	0.200	9.400	
2P405	57 mm Can Box	3	3.600	1	0.000	0.000		1	0.000	0.000		1	0.200	0.720	
3P405	Jengkar	1	5.600	1	0.000	0.000		1	0.000	0.000		1	0.000	0.000	
4P405	Vent Ex Fan (Ex F-8) Lavatory	1	0.420	1	0.900		0.378	1	0.900		0.378	1	0.000		0.000
5P405	ACU 7(57mm Ammos)	1	0.280	1	0.500		0.140	1	0.700		0.196	1	0.700		0.196
6P405	Vent Supply Fan (SF-9) Prov	1	0.140	1	0.700		0.098	1	0.700		0.098	1	0.000		0.000
7P405	Spare														
8P405	Spare														
9P405	Spare														
Total Σ CL				58.040				0.616				0.672			
Total Σ IL				0.000				0.000				0.120			
1P413	Sequence Cabinet 3 kVA	1	2.400	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.300	0.720	
2P413	No 1 Power Supply Unit 6 kVA	1	4.800	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.300	1.440	
3P413	Converter 7 kVA	1	5.600	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	2	0.300	1.680	
4P413	No 2 Power Supply Unit 6 kVA	1	4.800	1	0.000	0.000		1	0.000	0.000		1	0.500	2.400	
5P413	400 M/Q Gyna Log	1	2.250	1	0.200		0.450	1	0.500		1.125	1	0.700	1.375	
6P413	Wave Guide Drive (700W)	1	0.700	1	0.000		0.000	1	0.500		0.350	1	0.700	0.490	
7P413	Coath Antenna (0.5kVA)	1	0.400	1	0.000		0.000	1	0.500		0.200	1	0.700	0.280	
8P413	Spare														
9P413	Spare														
Total Σ CL				26.950				0.450				1.675			
Total Σ IL				0.000				0.000				2.400			
Total Penggunaan Daya Σ CL				105.043				169.470				215.299			
Total Penggunaan Daya Σ IL				6.980				12.880				33.650			
Jumlah Divergensi				4.886				9.016				23.555			
Jumlah beban 450 V 60 Hz Σ				109.929				178.486				238.854			
2.129 1'68 Hz															
1L107A	Refrigerator			1.000		0.500		0.500		0.500		0.500		0.500	
2L107A	Fridge			1.250		0.500		0.625		0.500		0.500		0.625	
3L107A	DW Cooler			0.150		0.200		0.030		0.400		0.060		0.500	0.075
4L107A	Lampu M.D Liv Room			0.380		1.000		0.380		1.000		0.380		0.600	0.228
5L107A	Lampu M.D Out Side			0.920		0.500		0.460		0.600		0.352		0.600	0.552
6L107A	Lampu R.H Radio Room			0.256		0.400		0.102		0.600		0.154		0.600	0.154
7L107A	Isolated Spectacle (2 kVA)			1.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
8L107A	Spare														
9L107A	Rice Cooker			1.400		0.300	0.420		0.300	0.420		0.000		0.000	
10L107A	Rice Cooker			1.400		0.300	0.420		0.300	0.420		0.000		0.000	
11L107A	Rice Cooker			1.400		0.300	0.420		0.300	0.420		0.000		0.000	
12L107A	Lampu RAS			0.200		0.400	0.680		0.600	0.120		0.000		0.000	
13L107A	Toaster			2.400		0.300		0.720		0.300		0.720		0.000	0.000
14L107A	Lampu Sinyal	2	2.000	2	0.100		0.200	2	0.300		0.600	2	0.300		0.600
Total Σ CL				14.356				3.017				3.391			
Total Σ IL				1.340				1.380				0.000			
1L108B	Lampu R. Kennedi & R. Paksa			0.460		0.900		0.414		0.900		0.414		0.900	0.414
2L108B	Lampu EOS&DNG			0.380		0.900		0.342		0.900		0.342		0.900	0.342
3L108B	Lampu R. Mezin			0.640		0.900		0.576		0.900		0.576		0.900	0.576
4L108B	Lampu R. GT R. Esap			0.460		0.900		0.414		0.900		0.414		0.900	0.414
5L108B	Pompa Sirkulasi Air Pemas.			0.060		0.300	0.018	0.000		0.000		0.000		0.000	0.000
6L108B	Isolasi Resp Tackle (1 kVA)			6.800		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	0.000
7L108B	Dyer			1.000		0.200		0.200		0.200		0.200		0.200	0.000
8L108B	Amply			0.300		0.000		0.000		0.400		0.120		0.400	0.120
9L108B	Hoover Generator	2	3.000	1	0.900		2.700	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000
Total Σ CL				13.100				4.648				2.006			
Total Σ IL				0.018				0.030				0.036			



Berdasarkan penguatan tersebut, generator AC 3 phasa dibagi menjadi beberapa macam, antara lain:

- berdasarkan letak dari penguatannya
- berdasarkan jenis penguatannya (eksitasi)

Berdasarkan letak posisi penguatannya dari altenator (G.O.Watson, 1983, Marine Electrical Practice, pg 49), generator AC 3 phasa dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- Generator penguat terpisah
- Generator penguat sendiri

Sedang berdasarkan jenis penguatannya (G.O.Watson, Marine Electrical Practice, 1983, pg 51), generator AC 3 phasa dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

- *Direct self-excitation*
- *Indirect self-excitation*
- *Separately excited*

II.1.1.3.1 Generator Penguat Terpisah

Adalah Type Generator AC yang penguat DC nya berada terpisah dari motor pokok. Putaran mesin dari generator DC tersebut terpisah dari generator pokok. Generator penguat tersebut dilengkapi dengan pengatur yang berupa tahanan geser guna mengatur besar penguatan yang diinginkan sesuai dengan putaran mesin dari generator pokok.

Sesuai dengan macam pengatur penguatnya, ada beberapa jenis AVR yang umum digunakan antara lain:

- Type BBC (Brown Boveri Company)



- Type SSW (Siemens Shocker Werke)
- Type TIRRL
- Type Karbon Pile

II.1.1.3.2 Generator Penguat Sendiri

Adalah Type Generator AC yang penguat DC nya terangkai menjadi satu dengan generator pokok. Putaran mesin dari generator penguat berasal dari putaran mesin dari generator pokok. Untuk pengaturan penguatnya menggunakan regulator yang terangkai dalam unit tersendiri dari kontruksi generator pokok.

Berdasar penguatnya type generator ini di bagi menjadi 2 (Robert L Ames, 1983, AC Generator Design ,pg 162) yaitu:

- Generator penguat sendiri dengan memakai sikat (Brush Generator)
- Generator penguat sendiri tanpa memakai sikat (Brush Less Generator)

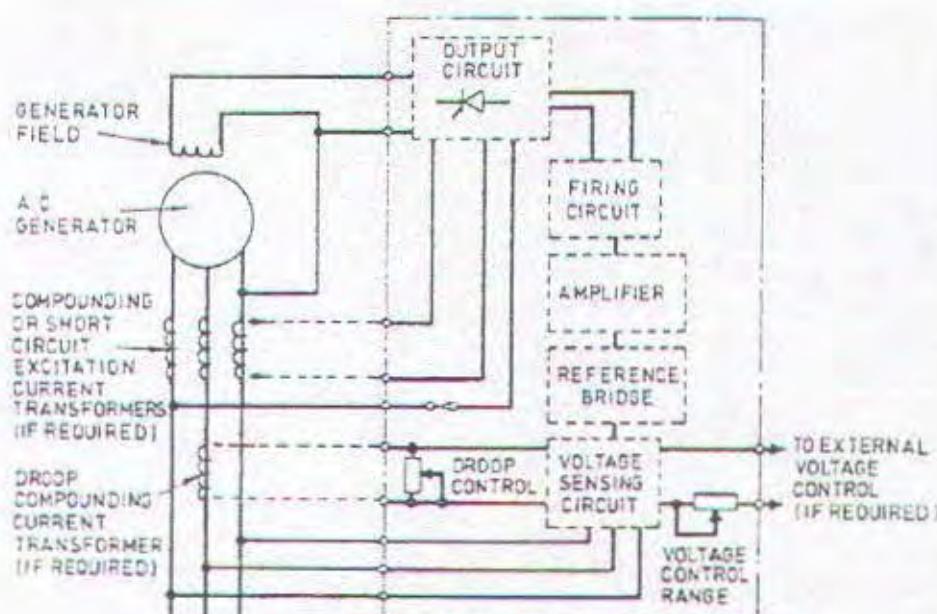
Pada generator brush less AC terdiri dari dua buah generator AC yang dikontruksikan dalam satu beban. Generator utama memakai lilitan jangkar pada stator dengan beban yang merupakan lilitan kutub dari generator utama setelah disearahkan terlebih dahulu melalui diode silicon dalam hubungan jembatan. Daya yang diperlukan untuk lilitan kutub generator penguat diambilkan dari daya yang dihasilkan oleh generator utama yang terlebih dahulu disearahkan oleh penyearah. Pada generator yang berdaya besar, alat penyearah tersebut berupa AVR yang terdiri dari gabungan komponen elektronik.



II.1.1.3.3 Direct self-excitation

Direct self-excitation adalah penempatan regulator eksitasi yang terhubung secara langsung dengan generator. Respon yang timbul dari sistem ini sangat cepat. Untuk perubahan 50% daya terpasang dirubah kurang lebih 0.2 detik. Penggunaan sistem ini antara lain:

- untuk beban daya hingga 100 kVA
- kebutuhan ruang mesin generator yang terbatas.



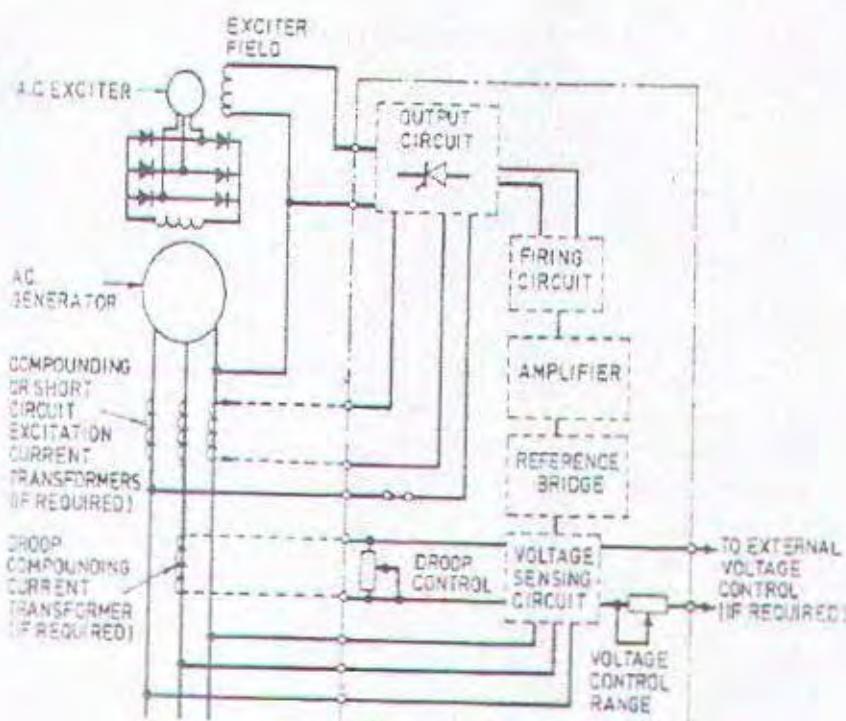
(Gambar 2.1 Direct Self-excitation*)

*: G.O Watson, *Marine Electrical Practice* 1983



II.1.1.3.4 Indirect self-excitation

Indirect self-excitation adalah penempatan regulator eksitasi sama dengan *direct self-excitation*, hanya antara regulator dengan generator terdapat komponen tambahan yaitu eksiter dan sebuah rectifier. Sehingga medan magnet yang timbul di eksiter dikontrol oleh regulator. Penggunaan system ini untuk beban kurang dari 100 kVA. Kecepatan perubahan daya beban 0.5 detik.

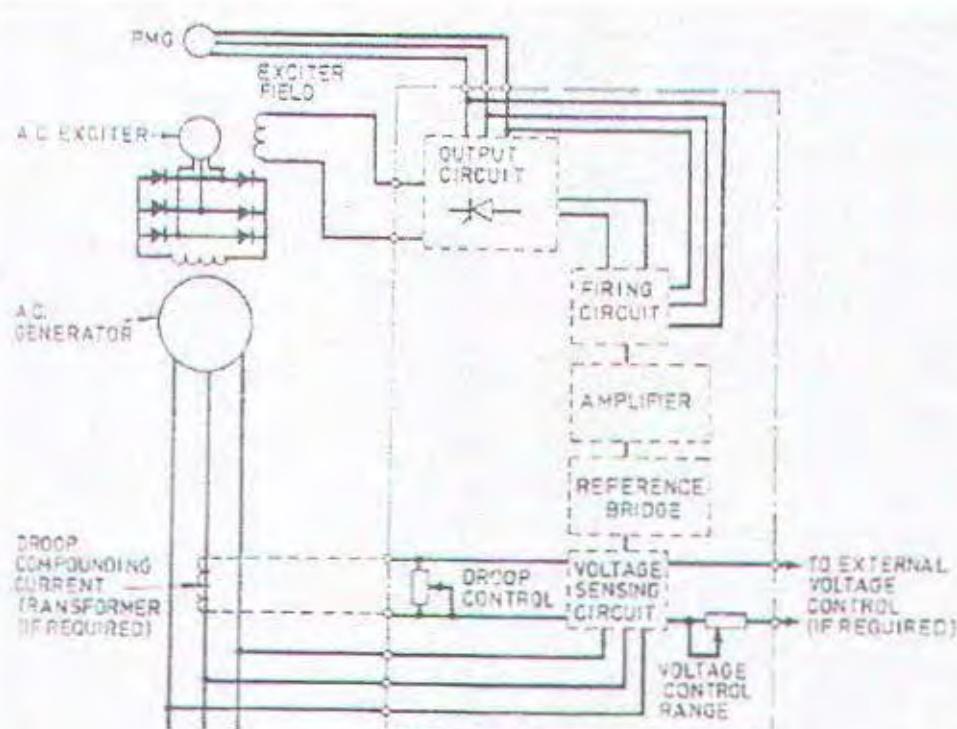


(Gambar 2.2 Indirect self-Excitation')



II.1.1.3.5 Separately excitation

Separately excitation adalah penempatan hubungan antar komponen sama dengan *indirect self-excitation*, dan terdapat tambahan komponen berupa *Permanent Magnet Generator (PMG)*. PMG ini berfungsi sebagai *pilot exciter* yang bisa ditempatkan secara terpisah dari generator utama atau juga digerakkan oleh shaft generator utama. Dengan penambahan PMG ini kemagnitan akan bersifat tetap sehingga tegangan output akan selalu ada. Pemakaian system ini untuk kebutuhan daya yang besar.



(Gambar 2.3 Separately excitation*)

* G.O Watson, *Marine Electrical Practice 1983*

II.2 Pengatur Tegangan (Voltage Regulator)

Arus yang dihasilkan generator AC adalah arus bolak-balik dengan nilai tegangan yang dihasilkan akan selalu berubah per periode waktu sesuai perubahan kedudukan lilitan terhadap perpotongan garis gaya magnit. Sehingga kestabilannya dipengaruhi sekali dg putaran motor. Untuk mengurangi dampak perubahan arus akibat pengaruh putaran motor tersebut maka dibutuhkanlah suatu alat pengatur tegangan yang biasa disebut Regulator.

Regulator ini ada yang operasikan secara manual karena membutuhkan pengawasan dan pengaturan dalam pengoperasiannya. Regulator manual ini biasa digunakan untuk keadaan darurat saja.

Sedangkan pada generator umumnya saat ini menggunakan regulator yang pengoperasiannya automatis penuh yang biasa disebut AVR.

II.2.1 AVR (Automatic Voltage Regulator)

AVR (Automatic Voltage Regulator) adalah seperangkat rangkaian alat elektronik yang berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran dari suatu altenator secara otomatis agar tegangan keluaran tersebut bernilai konstan pada harga nominalnya walau dalam keadaan pembebanan yang berubah ubah (Majalah Dislitbangal,Maret 2001,hal 18).

Disamping itu AVR berfungsi pula sebagai peredam jika terjadi tegangan yang fluktuatif akibat operasional motor atau pesawat listrik yang ada.



II.2.2 Komponen AVR

Walaupun AVR yg terpasang di generator dalam bentuk satu unit, akan tetapi unit tersebut terbagi dalam beberapa komponen penyusun yang mempunyai fungsi tersendiri. Skema mengenai komponen AVR dapat dilihat pada gambar 2.4. Menurut fungsi komponen penyusunnya, secara garis besar AVR ini terbagi menjadi empat kelompok, (G.O.Watson,Marine Electrical Practice,1983,capter 7) yaitu:

1. Komponen pembanding tegangan (*a voltage comparation circuit*) yang berfungsi sebagai pedeteksi jika terdapat perbedaan tegangan antara tegangan yang dihasilkan dengan tegangan yang dibutuhkan. Pada komponen ini terdiri beberapa elemen dasar antara lain:
 - a. Sebuah sirkit pendeksi tegangan (*a voltage sensing circuit*) yang terdiri atas sebuah rectifier,smoothing element,dan bisa juga ditambah kan transformer.
 - b. Sebuah jembatan referensi tegangan (*a voltage reference bridge*) yang terdiri atas zener diode yang berfungsi sebagai penetap referensi standar tegangan yang dibutuhkan dan membandingkannya dengan tegangan yang dihasilkan.
2. Komponen penguat dan pengkondisian (*a amplifier and contioning circuit*) yang berfungsi sebagai sirkit perubah sinyal hasil dari sirkit pembanding tegangan, yang selanjutnya menjadi sinyal yg dapat menggerakkan control element.

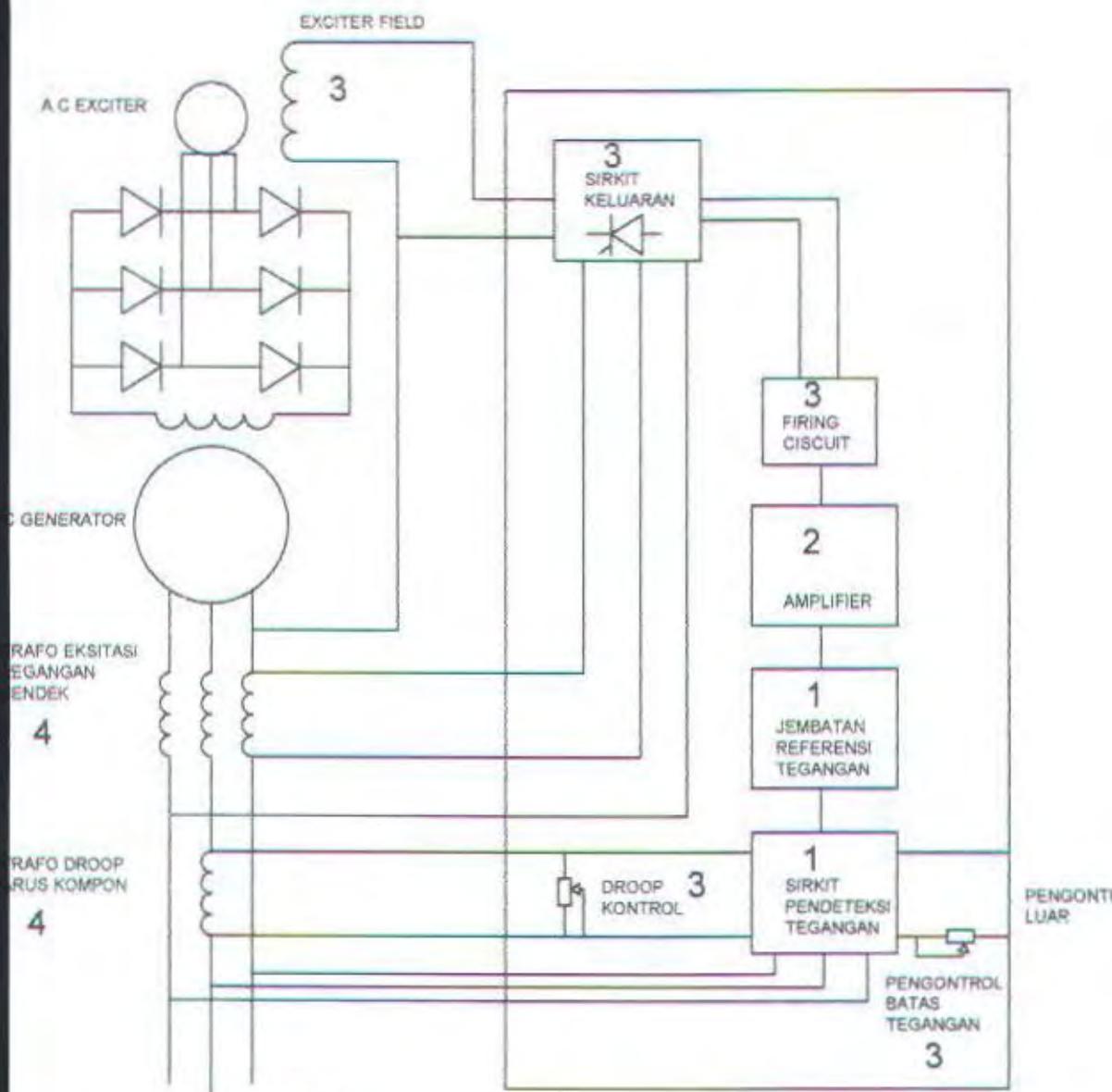


3. Komponen elemen pengontrol (*a control element*) berfungsi sebagai pengontrol besar arus hasil dari eksitasi agar tidak menimbulkan kerusakan pada system. Pada komponen ini terdapat beberapa element antara lain:
 - a. Sebuah sirkuit thyristor firing.
 - b. Sebuah sirkuit keluaran yang terdiri dari satu atau lebih thyristor dan diode atau power transistor yang mampu menangani jumlah besaran pokok dari tenaga eksitasi.
 - c. Sebuah potensiometer guna mengatur hasil tegangan keluaran dari generator.
 - d. Sebuah pengontrol droop tegangan
 - e. Sebuah pengontrol batas besaran tegangan
4. Komponen tambahan yang tidak terlalu mempengaruhi dasar pengoperasian system AVR akan tetapi meningkatkan kemampuan AVR.

II.3 Pembebanan Listrik di Kapal

Tujuan pembebanan listrik di kapal di kapal adalah terpenuhinya kebutuhan daya listrik dikapal oleh generator pada berbagai kondisi beban pengoperasionalan kapal dengan aman. Sehingga untuk memenuhi kondisi aman tersebut dalam pemilihan generator kapal perlu dipertimbangkan beberapa faktor, antara lain:

- Faktor Pembebanan peralatan (*Load Factor of Equipment*)
- Faktor Kebersamaan (*Diversity Factor*)
- Faktor Pembebanan Generator (*Load Factor of Generator*)



keterangan :

1. Komponen pembanding tegangan
 2. Komponen penguat dan pengkondisian
 3. Komponen elemen pengontrol
 4. Komponen tambahan
- (Gambar 2.4 Skema komponen AVR*)

* G.O Watson, *Marine Electrical Practice* 1983

II.3.1 Faktor Pembebanan peralatan (*Load Factor of Equipment*)

Load faktor peralatan adalah perbandingan antara daya rata-rata peralatan dengan kebutuhan daya peralatan untuk operasi maksimal untuk suatu kondisi.

Prosentase faktor beban pada tiap kondisi operasi dan besarnya tergantung pada sering tidaknya peralatan tersebut dipakai, besarnya pemakaian daya dari peralatan tersebut terhadap daya nominal dan berdasarkan pada pengalaman perancangan sebelumnya. Penentuan besar load factor ini tergantung strandart yang digunakan oleh masing-masing galangan. Yang dapat pula berupa kesimpulan penilaian dari suatu pengalaman dalam pengoperasian pesawat tertentu. Ada dua macam faktor pembebanan,yaitu:

- *Continous Load Factor*

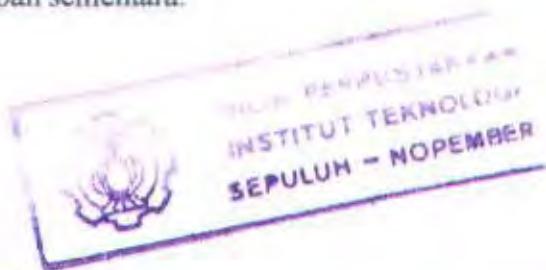
Yaitu jenis factor pembebanan pada suatu kondisi pesawat secara kontinyu/terus menerus dengan beban tetap dalam pengoperasian kapal .

- *Intermittent Load Factor*

Yaitu jenis factor pembebanan pada suatu kondisi pesawat yang tidak secara terus menerus dengan beban tetap atau bisa juga dengan beban berubah-ubah dalam pengoperasian kapal .

Untuk peralatan yang jarang digunakan dapat diberikan faktor beban nol untuk semua kondisi.

Setelah semua data dimasukkan menurut masing-masing kelompok, kemudian beban dijumlahkan, beban tetap dan beban sementara.





II.3.2 Faktor Kebersamaan (Diversity Factor)

Diversity faktor sering juga disebut sebagai faktor kebersamaan, adalah faktor yang merupakan perbandingan antara total daya keseluruhan peralatan yang ada dengan total daya yang dibutuhkan untuk setiap satuan waktu.

Faktor diversitas dapat digunakan untuk mencari beban operasi dengan tujuan menentukan jumlah total beban yang harus dilayani oleh generator akibat adanya pengoperasian beban-beban dalam waktu yang bersamaan.

Daya masuk total dari seluruh pemakai daya yang ada dikalikan dengan suatu faktor kesamaan waktu bersama 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. Jika penentuan yang tepat sulit dilaksanakan maka faktor kesamaan waktu yang digunakan menurut aturan BKI tidak boleh rendah dari 0,5. Dalam perhitungan penentuan kapasitas generator ini diambil harga 0,7.

Daya total yang diperlukan adalah jumlah beban yang harus dilayani generator pada masing-masing kondisi operasi kapal dan besarnya menurut BKI adalah :

Jumlah beban = beban sementara x faktor diversitas + beban tetap

II.3.3 Faktor pembekalan Generator (Load Factor of Generator)

Faktor pembekalan Generator adalah perbandingan antara daya generator dengan kebutuhan daya listrik kapal pada suatu kondisi operasional kapal tertentu.



Sesuai dengan aturan BKI ditetapkan bahwa prosentase faktor pembebanan generator ini adalah maksimal 86%.

II.4 Macam bahan Penghantar dan isolasi

Ditijau dari bahan kabel pada lilitan generator terdapat 2 macam bahan yang dominan,yaitu sebagai penghantar dan sebagai isolasi (pembungkus).

II.4.1 Macam bahan Penghantar

Dalam Fungsi penghantar pada teknik listrik adalah untuk menyalurkan energi listrik dari suatu titik ke titik yang lain.(Muhammin,Bahan-bahan Listrik untuk Polieknik,1991,hal 62) Macam bahan penghantar antara lain:

- Bahan dengan resistivitas rendah a,l:Alumunium baik (murni ataupun campuran),Tembaga,Baja,Wolfram,Molibdenum,Platina,Air Raksa,dll.
- Bahan dengan resistivitas tinggi semisal: Mangaan,Kromel,Nikrom,Karbon, Sikat karbon,Timah Hitam,Bimetal dll.

Penghantar yang lazim digunakan sebagai bahan penghantar (konduktor) untuk lilitan generator adalah Tembaga karena pada tembaga mempunyai daya hantar listrik yang tinggi dibanding dengan konduktor lainnya .

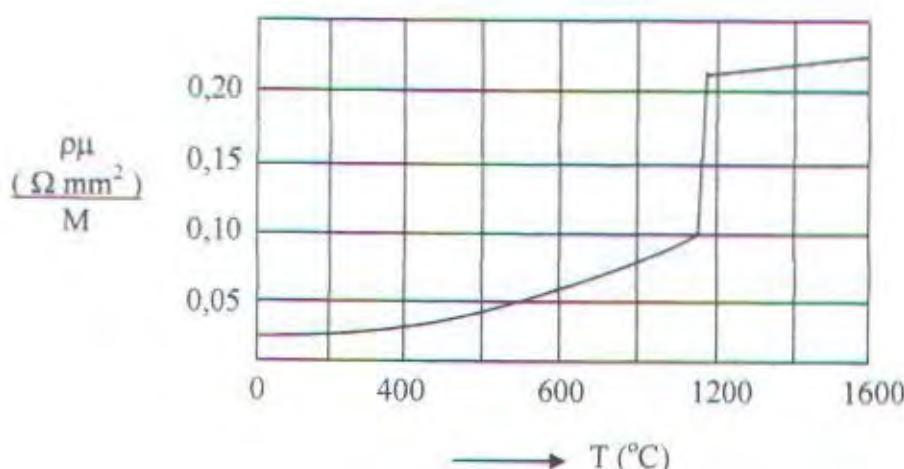
Spesifikasi teknis tembaga a,l:

- tahanan : 57Ω mm²/m pada suhu 20 °C
- massa jenis :8,96 g/cm³.
- Titik beku :1083 °C



- Kekuatan tarik tidak tinggi akan tetapi akan naik pada penampang kecil untuk kabel.
- Koefisien suhu (α) tembaga $0,004 / {}^\circ\text{C}$.

Kurva resistivitas tembaga terhadap suhu adalah sebagai berikut:



(Gambar 2.5 Kurva resistivitas tembaga sebagai fungsi suhu*)

Pemakaian pada teknik listrik semisal : untuk kawat berisolasi,kabel, busbar, jamel mesin dc, cincin seret pada mesin AC,dll.

Proses pembuatannya ditempa dan diperkecil dengan batu tarik berbahan wolfram karbida untuk diameter yg besar dan bermata intan untuk diameter kecil. Selanjutnya dipanaskan dan diberi lapisan isolasi

II.4.2 Macam bahan isolasi

Pada penghantar yang dilewati arus listrik selalu terjadi kerugian daya. Kerugian daya ini selanjutnya didesipasikan dalam bentuk energi panas. Waktu tersebut

* = Muhammin, Bahan-bahan Listrik untuk Politeknik, 1991.



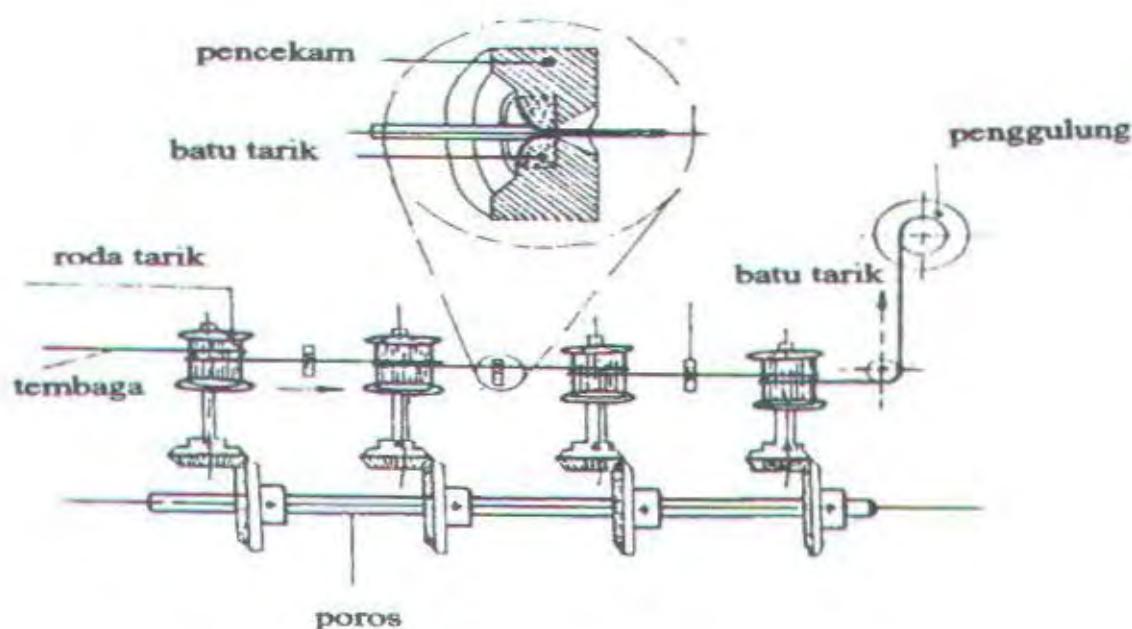
dikatakan sebagai umur panas bahan isolasi. Sedangkan kemampuan bahan menahan suatu panas tanpa terjadi kerusakan disebut dengan ketahanan panas (heat resistance).

Klasifikasi bahan isolasi menurut IEC (International Electronic Commission) didasarkan pada batas suhu kerja seperti ditunjukkan sbb:

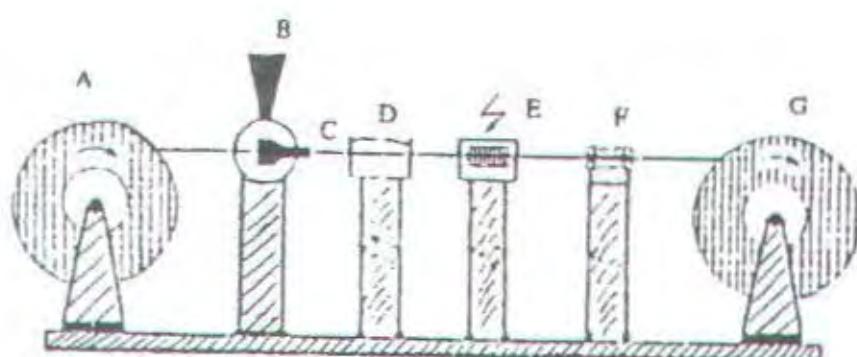
Kelas	Bahan	Suhu ke
Y	Katun, sutera alam,wolsintesis,rayon,serat,poliamid,kertas, prespan, kayu,poliakrilat,polietilen,polivinil,karet.	90
A	Bahan kelas Y yang diimpregnasi dengan vernis, aspal , minyak trafo. Email yang dicampur dengan vernis dan poliamid.	105
E	Email kawat yang terbuat dari: polivinil formal,poliurethan dan dammar,bubuk plastic, bahan selulosa pengisi pertinaks,tektolit, triasetat,ploetilen,tereftalat.	120
B	Bahan anorganik (mika,fiberglas,ases) bitumen,bakelit,poli monochloro tri flour etilen, polietilenterftalat,poli karbonat, sirlak.	130
F	Bahan-bahan anorganik yang diimpregnasi atau direkat dengan epoksi,poliurethan,atau vernis dengan ketahanan panas yang tinggi.	155
H	Mika,fiberglas,dan asbes yang diimpregnasi dengan silicon tanpa campuran bahan berserat, karet silicon,email kawat poliamid murni.	180
C	Bahan-bahan anorganik tanpa diimpregnasi atau diikat dengan substansi organic yaitu: mika,mikanit tahan panas,mikaleks,gelas,keramik,Teflon (politetra fluoroetilen) adalah satu-satunya substansi organic.	Diatas

(Tabel 2.1 Klasifikasi bahan isolasi*)

* Muhammin, Bahan-bahan listrik untuk Politeknik, 1991



(Gambar 2.6 Penarikan batang tembaga menjadi kawat*)



(Gambar 2.7 Pemberian isolasi untuk kawat*)

* Muhammin, Bahan-bahan listrik untuk Politeknik, 1991



II.5 Temperatur ruang

Batas nilai temperatur ruang yang direkomendasikan oleh aturan dalam BS 2949 adalah maksimal 50°C . Nilai temperature ruang ini merupakan akumulasi dissipasi kenaikan temperature permesinan yang ada dalam ruang tersebut,dari keadaan diam hingga temperature dalam keadaan beban maksimal. Jarak pengambilan antara titik satu dengan lainya minimal 1 – 2 meter. Nilai yang diambil adalah rata-rata dari masing-masing titik dengan perbedaan waktu pengukuran minimal 30 menit.

II.6 Efisiensi Generator

Secara umum efisiensi merupakan perbandingan dari daya masuk dengan daya keluar. (Zuhal,Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya,hal 54) Pada generator terdapat 2 macam efisiensi,yaitu:

1. Efisiensi terhadap daya Generator
2. Efisiensi terhadap Faktor kerja beban (Power Factor) atau ($\cos \phi$)

II.6.1 Efisiensi terhadap daya generator

Efisiensi terhadap daya generator adalah perbandingan besar daya masukan (input) dan daya keluaran (output).

Efisiensi dinyatakan:

$$\eta = \frac{\text{Daya keluar}}{\text{Daya masuk}} \quad (\text{Zuhal ,hal 55}) \quad (2.6.1)$$



Daya masukan dalam hal ini adalah daya sebelum generator yang merupakan daya hasil dari motor diesel. Sedang daya keluaran adalah daya sesudah generator yang digunakan untuk memenuhi beban listrik kapal.

Dalam hal ini daya keluaran adalah total daya antar phasa (P_T) yang besarnya:

$$P_T = 3 P_{1\phi} \quad (\text{Zuhal ,hal 37}) \quad (2.6.2)$$

Dengan $P_{1\phi}$ = daya pada tiap phasa RST
= $V_H \frac{I_1}{\sqrt{3}} \cos \phi$

dengan V_H = Tegangan jangkar (volt)
 I_1 = Arus jangkar (ampere)
 $\cos \phi$ = faktor daya

Karena $P_T = 3 P_{1\phi}$ maka:

$$\begin{aligned} P_T &= 3 P_{1\phi} \\ &= 3 V_H \frac{I_1}{\sqrt{3}} \cos \phi \\ &= \sqrt{3} V_H I_1 \cos \phi \quad (\text{Zuhal ,hal 37}) \end{aligned} \quad (2.6.3)$$

Terdapat dua kondisi efisiensi,yaitu:

- kondisi saat masih baru
- kondisi saat ini

Hal diatas terjadi karena adanya penurunan kemampuan daya dari motor.

II.6.2 Efisiensi terhadap Faktor kerja beban (Power Factor) atau ($\cos \phi$)

Faktor kerja beban (Power Factor) atau ($\cos \phi$) adalah perbandingan antara daya rata-rata dengan daya semu.

$$\text{Faktor daya (PF)} = \frac{P}{VI} = \frac{VI(\cos \phi)}{VI} = \cos \phi \quad (\text{Zuhal,hal32}) \quad (2.6.4)$$

No Sirkuit	Keterangan beban	Q	Dayu	Bahan Dinding				Bahan Layar normal				Bahan Tempur							
				Wt		LF	Daya (kw)		Wt		LF	Daya (kw)		Wt		LF	Daya (kw)		
				KW	Wt		H	S	H	S		H	S	H	S		H	S	
11.108A	Wash Room			0.800	0.200	0.160			0.200	0.160						0.000	0.000		
21.108A	DW-Ceasar			0.150	0.200		0.050		0.400		0.160		0.500		0.160		0.044		
31.108A	Lamp Platfrom Lng Room			1.200	0.400		0.480		0.600		0.720		0.800		0.600		0.720		
41.108A	Lampu R.Tular Depan AEK			0.720	0.400		0.280		0.600		0.432		0.600		0.432		0.600		
51.108A	Total Keperluan Listrik (kVA)	1		3.100	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000		0.000	
61.108A	Amply			1.200	1	0.000		0.000	1	0.400		0.120	1	0.400		0.120		0.120	
71.108A	Gym Compas			1.000	1	0.100		0.100	1	0.500		0.500	1	0.700		0.700		0.700	
81.108A	No 6 Speaker Amp			0.600	1	0.000	0.000		1	0.400	0.012		1	0.400	0.012		0.012		
91.108A	No 7 Speaker Amp			0.600	1	0.000	0.000		1	0.400	0.012		1	0.400	0.012		0.012		
101.108A	No 8 Speaker Amp			0.600	1	0.000	0.000		1	0.400	0.012		1	0.400	0.012		0.012		
111.108A	Lamp Panel Non			1.250	1	0.500		0.625	1	0.600		0.750	1	0.600		0.750		0.750	
121.108A	Speaker																		
	Total		E CL						0.570		1.523		2.582		2.797				
	Total		E R.							0.600		0.796		0.036					
21.109A	Lampu Panel Non																		
31.109A	Ind Wind Speed	1		0.052	1	1.000		0.012	1	1.000		0.012	1	1.000		0.012		0.012	
41.109A	Direction Reader			0.600	1	0.500		0.500	1	1.000		0.600	1	1.000		0.600		0.600	
51.109A	Amp Gen Anekausing	1		0.500	1	0.000	0.000		1	0.200	0.060		1	0.600	0.180				
61.109A	Safe Sounder			0.040	1	0.000		0.000	1	0.400		0.016	1	0.400		0.016		0.016	
71.109A	Speaker Amp	1		0.600	1	0.000	0.000		1	0.400	0.012		1	0.400	0.012				
81.109A	Speaker Amp			0.350	1	0.000	0.000		1	0.400	0.012		1	0.400	0.012				
91.109A	Speaker Amp			0.350	1	0.000	0.000		1	0.400	0.012		1	0.400	0.012				
101.109A	Speaker Amp			0.050	1	0.000	0.000		1	0.400	0.012		1	0.400	0.012				
111.109A	Speaker Amp			0.050	1	0.000		0.000	1	0.400	0.012		1	0.400	0.012				
121.109A	Speaker																		
	Total		E CL						2.352		0.262		1.640		1.640				
	Total		E R.							0.000		0.118		0.228					
791.10	Kadar Cabinet	1		0.160	1	0.000		0.000	1	0.100		0.016	1	0.800		0.096			
291.10	Aus Cabinet Relay J-Sem	1		0.240	1	0.000		0.000	1	0.100		0.024	1	0.600		0.144			
391.10	Wawan Cont Console	1		0.350	1	0.000		0.000	1	0.100		0.035	1	0.600		0.210			
491.10	Tactical Display Console			0.100	1	0.000		0.000	1	0.100		0.016	1	0.600		0.096			
591.10	Moster Type Writer			0.280	1	0.100		0.028	1	0.400		0.112	1	0.700		0.196			
691.10	Cumb Antena (Hester)			0.240	1	0.000		0.000	1	0.100		0.024	1	0.600		0.144			
791.10	Coordinate (Hunting)			0.160	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.300		0.048			
891.10	Sequencing Cabinet			0.080	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.300		0.024			
991.10	Sequencing Cabinet			0.080	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.300		0.024			
1091.10	No 1 Pwr Supply Unit			0.080	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.300		0.024			
1191.10	No 2 Pwr Supply Unit			0.080	1	0.000		0.000	1	0.000		0.000	1	0.300		0.024			
1291.10																			
	Total		E CL						0.810		0.028		0.228		0.228			1.238	
	Total		E R.							0.000		0.000		0.000		0.000			
	Total Penggunaan Daya E CL										0.738		11.746		11.746				
	Total Penggunaan Daya E R.										1.518		1.825		0.528				
	Lector Divergen										1.063		1.225		0.370				
	Total Daya 120 V-440 Hz E											10.801		13.021		4.2078			
4.100 Hz																			
1992KA	No 1 D/E L2																		
2992KA	No 2 D/E L2																		
3992KA	No 1 D/E L4																		
4992KA	No 2 D/E L4																		
5992KA	No 1 D/E L5																		
6992KA	No 2 D/E L5																		
7992KA	Lampu Indicator MCE P/R																		
8992KA	Lampu Indicator MCB EOS																		
9992KA	GT	1		0.100						1	0.700		0.070	1	1.000		0.100		
10992KA	GT	1		0.100						1	0.700		0.070	1	1.000		0.100		
11992KA	Speaker																		
12992KA	Speaker																		
	Total		E CL						0.200		0.000		0.000		0.140		0.200		
	Total		E R.							0.000		0.000		0.000		0.000			
1991KB	Kada Console																		
2991KB	Speaker																		
3991KB	Speaker																		
4991KB	Speaker																		
5991KB	Ac Comp Relay																		
6991KB	Door Alarm																		
7991KB	DC Sys																		
8991KB	Gate Comp Relay																		
9991KB	Speaker																		
10991KB	Speaker																		
	Total		E CL						0.005		0.000		0.000		0.000		0.000		
	Total		E R.							0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
	Total Daya 120 V-90 Hz E										0.000		0.140		0.200				
4.400 Hz																			
1391-112M	WM-28 Weapon Cent Cons	1		2.800	1	0.200		0.560	1	0.500		1.400	1	0.700		1.960			
2391-112M	WM-28 Radar Cabinet	1		2.720	1	0.000		0.000	1	0.500		1.360	1	0.700		1.904			
3391-112M	WM-28 Tactical Display	1		1.200	1	0.200		0.240	1	0.500		0.600	1	0.700		0.840			
4391-112M	Whd-38 Aux Cabinet Relay	1		1.120	1	0.200		0.224	1	0.500		0.560	1	0.700		0.784			
5391-112M	Speaker																		
6391-112M	Speaker																		
7391-112M	BF & Transistor	1		0.310	1	0.000		0.000	1	0.400		0.124	1	0.700		0.217			
8391-112M	Vide Decoder	1																	
9391-112M	Speaker																		
	Total		E CL						0.130		0.024		0.044		0.044		4210.109	607	
	Total		E R.							0.000		0.000		0.000		0.000			



No Surket	Keterangan beban	Qs	Days	Beban Docking				Beban Layar normal				Beban Tempur						
				W _s	W _t	L _f	Dara (kN)	Days (sec)		W _s	W _t	L _f	Days (sec)	W _s	W _t	L _f	Days (sec)	
								H _s	C _L					H _s	C _L			
15F-113M	Gyro Comp			0.900			0.040			0.500		0.200		0.750		0.250		
25F-113M	Gyro fine S.G Amp			0.140	1	0.000	0.000			0.900		0.126	1	0.900		0.126		
35F-113M	Spiral																	
45F-113M	Spiral																	
55F-113M	Spiral																	
65F-113M	Spiral																	
Total Days				0.540			0.040			0.326				0.400				
Total W _s							0.000			0.000				0.000				
Total Pregression Days								7.064			4.370				6.111			
Total Pregression Days S.G									0.000		0.000				0.000			
Total Pregression Days S.G Amp									0.000		0.000				0.000			
Total Diversitas							0.000			0.000				0.000				
Total Dara 123 V 90.000									1.064		4.370				6.111			
Total Dara Seluruhnya										121.794		195.877				257.642		



III 2.5.2 Kondisi Saat ini

Mengingat usia kapal yang kurang lebih 24 tahun dan kenyataan keadaan kondisi permesinan yang ada saat ini, ada beberapa pesawat/motor yang rusak atau tidak dapat dioperasionalkan lagi. Dengan keadaan tersebut tentunya kondisi pembebanan daya listrik dikapal akan berbeda dengan kondisi pada saat awal pembuatan.

Data pembebanan daya listrik kapal saat ini adalah data mengenai pembebanan daya listrik kapal dengan kondisi pesawat atau motor yang masih beroperasi saat ini. Dengan kata lain kondisi pembebanan awal kapal dikurangi dengan daya motor/pesawat yang rusak.

(Tabel 3.5 Data pembebanan kondisi saat ini)

No Sirkuit	Keterangan beban	Op	Daya KW	Beban Docking			Beban Layar normal			Beban Tempur			
				Daya (kw)		Work Sel	LF Sel	CL Sel	Daya (kw)		Work Sel	LF Sel	CL Sel
				Work Sel	LF Sel				Work Sel	LF Sel			
1.188 x 68.77													
P4001	Generator no 1												
P4002	Generator no 3												
P4003	Power Dist Ped (Gen Route)		33.670			4.927					9.785		9.697
P4004	Power Dist Ped (R. Meaux)		29.400			8.920					11.363		12.693
P4005	Power Dist Ped (R. Meaux)		45.195			10.325					14.919		15.639
P4006	Power Dist Fuz (Loring)		56.620			8.324					2.359		2.359
P4007	Power Dist Ped (R. Tak Dyo)		35.549			8.616					0.672		10.316
P4008	Spare												
P4009	Transformer (93 kVA)		19.892			4.46%					1.179		4.630
P4010	Transformer (22.5 kVA)		15.230			6.57%					4.388		4.600
P4011	Radio Console		75.440		0.100	1.044		0.400			4.376	0.700	7.308
P4012	Transformer (9 kVA)		1.916		0.015	0.028					0.447		1.030
P4013	4x100 kVA Set (Encoder)		8.400		0.200	1.664					0.700		8.629
P4014	400 kVA MG Set (Wapen)		12.700		0.200	2.540					0.700		8.890
P4015	Power Dist Ped (Encoder)		20.950			0.450							7.620
P4016	Share Connection Bus												
P4017	Pumpa Kamali	I	6.666	I	0.000	0.000	I	0.300		0.280	I	0.300	5.230
P4018	Spare												
P4019	No 1 Pompa CPP	E	16.900	I	0.000	0.000	I	0.300		8.450	I	0.900	15.210
P4020	No 2 Pompa CPP	E	16.900	I	0.000	0.000	I	0.300		8.450	I	0.900	15.210
P4021	No 3 Pompa CPP												
P4022	No 4 Pompa CPP												
P4023	No 1 Pompa BB	I	1.800	I	0.100	0.180	I	0.900	1.620	I	0.900	1.620	
P4024	No 2 Pompa BB	I	1.800	I	0.100	0.180	I	0.900	1.620	I	0.900	1.620	
P4025	No 1 Pompa DPK	I	21.200	I	0.300	6.360	I	0.500	10.600	I	0.500	10.600	
P4026	No 2 Pompa DPK	I	21.200	I	0.300	6.360	I	0.500	10.600	I	0.500	10.600	
P4027	Pompa Firestab*	I											
P4028	CWU												
P4029	Spare												
P4030	Spare												
Total	2 CL												10.952
Total	2 RL												12.220
1.140	40 mm Gun Mount	I	12.000	I	0.000	0.000	I	0.000	0.000	I	0.200	0.400	
2P401	Hoster	I											
3P401	Spare												
4P401	Pompa AT	I	2.200	I	0.200	0.440	I	0.300	0.660	I	0.300	0.660	
5P401	Pompa Distiller*	I											
6P401	Pompa Vacuum	I	1.400	I			I	0.100		I	0.100		0.140
7P401	Vent Supply Fan (SF-1)	I	0.140	I	0.700	0.958	I	0.900	0.120	I	0.900		0.120
8P401	ACU 2 (EDS)	I	3.300	I	0.500	0.150	I	0.700	0.210	I	0.700		0.210
9P401	Vent Supply Fan (SF-2)	I	0.210	I	0.700	0.147	I	0.900	0.069	I	0.900		0.069
10P401													
Total	2 CL												0.065
Total	2 RL												0.060
1P402	Vent Supply Fan (SF-4)	I	6.500	I	0.700		I	0.900		I	0.900		0.850
2P402	Air Compressor	I	2.600	I	0.100		I	0.100		I	0.260	I	0.100
3P402	Vent Supply Fan (SF-3)	I	4.330	I	0.700	3.331	I	0.900		I	0.907	I	0.900
4P402	No 1 Pompa LO Stand By	I	6.600	I	0.000	0.000	I	0.000		I	0.000	I	0.200
5P402	Batt Charger	I	2.500	I	0.200	0.500	I	0.200		I	0.500	I	0.200
6P402	Pompa Portable water*	I											
7P402	No 2 Pompa Submersible Cooled*	I											
8P402	ACU 1 (EDS)	I	0.280	I	0.500	0.140	I	0.700		I	0.700	I	0.190
9P402	Spare												
10P402	Spare												
Total	2 CL												0.020
Total	2 RL												0.000



No Sirkuit	Keteterangan beban	S	Days	Bahan Docking				Bahan Layar normal				Bahan Tempur				
				Work		Days (kw)		Work		Days (kw)		Work		Days (kw)		
				KW	Set	LF	IL	CL	Set	LF	IL	CL	Set	LF	IL	CL
1P403	No 2 Pompa LO Stand By	1	0.600	1	0.000	0.000			1	0.000	0.000		1	0.200		1.320
2P403	ACTU 3 (Resepsi)	1	0.850	1	0.500		0.425		1	0.70		0.595	1	0.70		0.595
3P403	LOU Pump	1	0.248	1	0.000		0.000		1	0.30		0.074	2	0.30		0.074
4P403	LOU Heater	1	0.000	1	0.000		0.000		1	0.100		0.600	1	0.000		0.000
5P403	GFI Cool Fan (SF-3)	1	6.500	1	0.000	0.000			1	0.000	0.000		1	0.900	-5.850	
6P403	RG GFI Heater	1	12.000	1	0.500		6.000		1	0.000		0.000	1	0.000		0.000
7P403	Pompa Stirkutin AL	1	13.000	1	0.300		3.900		1	0.600		7.800	1	0.600		7.800
8P403	Spare															
9P403	Spare															
Total Σ CL			48.108				30.325					0.000			0.280	
Total Σ IL							0.000					0.000			5.850	
1P404	Ranje	1	0.000	1	0.400		0.400		1	0.000		0.000	1	0.000		0.000
2P404	Sonic Heater*	1	0.000	1	0.400		0.400		1	0.000		0.000	1	0.000		0.000
3P404	Vent Ex Fan (F-6) Galley	1	0.210	1	0.700		0.147		1	0.900		0.189	2	0.900	0.189	
4P404	Vent Supply Fan (SF-7)	1	0.210	1	0.700		0.147		1	0.900		0.189	1	0.900	0.189	
5P404	No 1 Pompa Submers Outlet*	1	0.000	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.000		0.000
6P404	Pompa Insulation Sewage*	1	0.000	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.000		0.000
7P404	ACTU 5 (P-16 By Pass SB)	1	1.750	1	0.500		0.875		1	0.700		1.225	1	0.700		1.225
8P404	Battery Charge	1	1.500	1	0.200		0.300		1	0.200		0.300	1	0.200	0.300	
9P404	ACTU 6(P-16 By Pass PB)	1	1.750	1	0.500		0.875		1	0.700		1.225	1	0.700		1.225
10P404	Spare															
11P404	Spare															
Total Σ CL			21.420				6.744					3.125			3.125	
Total Σ IL							0.000					0.000			0.000	
1P405	57 mm Oil	1	47.000	1	0.000	0.000			1	0.000	0.000		1	0.200	0.400	
2P405	57 mm Oil Base	1	5.000	1	0.000	0.000			1	0.000	0.000		1	0.200	0.720	
3P405	Jangkar	1	0.500	1	0.200	0.000			1	0.000	0.000		1	0.000	0.000	
4P405	Vent Ex Fan (E-2) Laboratory	1	0.420	1	0.900		0.370		1	0.900		0.370	1	0.000	0.000	
5P405	ACTU 4 (7mm Arms)	1	0.280	1	0.500		0.140		1	0.700		0.190	1	0.700	0.190	
6P405	Vent Supply Fan (S2-I) Pneu	1	0.140	1	0.700		0.098		1	0.700		0.098	1	0.000	0.000	
7P405	Spare															
8P405	Spare															
9P405	Spare															
Total Σ CL			58.040				0.516					0.672			0.190	
Total Σ IL							0.000					0.000			50.120	
1P413	Separate Cabinet 1 kVA	1	2.450	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.300	0.720	
2P413	No 1 Power Supply Unit 6 kVA	1	4.800	1	0.900		0.000		1	0.200		0.000	1	0.300	1.440	
3P413	Converter 7 kVA	1	5.600	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.300	1.680	
4P413	No 2 Power Supply Unit 6 kVA	1	4.800	1	0.000	0.000			1	0.000	0.000		1	0.500	2.400	
5P413	400 M-3 (3m Log)	1	2.250	1	0.200		0.450		1	0.500		1.125	1	0.700	1.575	
6P413	Wave Guide Drive (300W)	1	0.700	1	0.000		0.000		1	0.500		0.350	1	0.700	0.490	
7P413	Coath Antena (1 kVA)	1	0.400	1	0.000		0.000		1	0.500		0.200	1	0.700	0.280	
8P413	Spare															
Total Σ CL			20.950				0.480					1.675			5.195	
Total Σ IL							0.000					2.400				
Total Penggunaan Days Σ CL							0.000					143.270			191.500	
Total Penggunaan Days Σ IL							0.000					33.650				
Faktor Efisiensi							4.310					23.553				
Jumlah beban 450 V 60 Hz Σ							105.217					152.286			215.064	
2.120 V 60 Hz																
1L107A	Ketengenan*															
2L107A	Freezer	1	1.250	1	0.500		0.125		1	0.500		0.625	1	0.500	0.625	
3L107A	DW Cooler	1	0.150	1	0.200		0.050		1	0.400		0.060	1	0.500	0.075	
4L107A	Lampu M-3 Lobi Room	1	0.300	1	0.000		0.100		1	0.000		0.030	1	0.000	0.025	
5L107A	Lampu M-3 D Out Side	1	0.020	1	0.500		0.480		1	0.600		0.532	1	0.600	0.552	
6L107A	Lampu P-3 Radio/Audio	1	0.250	1	0.400		0.102		1	0.600		0.154	1	0.600	0.154	
7L107A	Isolasi Spesialistik (2 kVA)	1	1.600	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.000	0.000	
8L107A	Rice Cooker	1	1.400	1	0.300	0.420			1	0.300	0.420		1	0.000	0.000	
10L107A	Rice Cooker	1	1.400	1	0.300	0.420			1	0.300	0.420		1	0.000	0.000	
11L107A	Lampu RAS	1	0.200	1	0.400	0.080			1	0.600	0.120		1	0.000	0.000	
12L107A	Lampu Tester*	1	0.000	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.000	0.000	
13L107A	Lampu Strobo	2	2.000	2	0.200		0.200		2	0.300		0.600	2	0.300	0.600	
Total Σ CL			10.056				1.737					2.371			2.234	
Total Σ IL							1.340					1.380			0.000	
1L108B	Lampu R Kepuas & R Penu	1	0.400	1	0.900		0.414		1	0.900		0.414	1	0.900	0.414	
2L108B	Lampu 603&R OG	1	0.380	1	0.900		0.342		1	0.900		0.342	1	0.900	0.342	
3L108B	Lampu R Main	1	0.640	1	0.900		0.576		1	0.900		0.576	1	0.900	0.576	
4L108B	Lampu R GT R Lamp	1	0.460	1	0.900		0.414		1	0.900		0.414	1	0.900	0.414	
5L108B	Pompa Sekukus Air Pemas	1	0.000	1	0.200	0.018	0.000		1	0.500	0.000	0.000	1	0.600	0.000	
6L108B	Isolasi Keptackle (1 kVA)	1	0.800	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.000	0.000	
7L108B	dryer	1	1.000	1	0.200		0.200		1	0.200		0.200	1	0.000	0.000	
8L108B	Amply	1	0.300	1	0.000		0.000		1	0.000		0.000	1	0.000	0.000	
9L108B	Heater cincinator	1	3.000	1	0.900		2.700		1	0.000		0.000	1	0.000	0.000	
Total Σ CL			13.100				4.046					2.000			1.886	
Total Σ IL							0.018					0.000			0.000	

No Sirkuit	Keterangan beban	Amp	Daya	Beban Docking				Beban Layar normal				Beban Tempur				
				W		LF		Daya (kw)		W		LF		Daya (kw)		
				kW	V	W	V	LF	CL	kW	V	W	V	LF	CL	
TL109A	Wash Room			0.800	1	0.200	1	0.160		0.200	1	0.160		0.000	1	0.000
TL109A	DW Custer			0.150	1	0.200	1	0.020		0.400	1	0.060		0.300	1	0.075
TL109A	Lamp Platform Ldg Room			1.200	1	0.400	1	0.480		0.600	1	0.720		0.600	1	0.720
TL109A	Lamp R Tdru Depan 3kW			0.720	1	0.400	1	0.288		0.600	1	0.432		0.600	1	0.432
TL109A	Ball Recycleankl 3 kV AY	1		0.800	1	0.000	1	0.000		1.000	1	0.000		0.000	1	0.000
TL109A	Almly	1		0.340	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.120		1.400	1	0.120
TL109A	Gyro Compas	1		1.000	1	0.100	1	0.900		1.500	1	0.500		1.700	1	0.700
TL109A	No 5 Speaker Amp	1		0.030	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.012		1.400	1	0.012
TL109A	No 3 Speaker Amp	1		0.030	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.012		1.400	1	0.012
TL109A	No 2 Speaker Amp	1		0.030	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.012		1.400	1	0.012
TL109A	Total Speaker Amp	1		0.090	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.036		1.400	1	0.036
TL109A	Lamp Panel Day	1		1.250	1	0.500	1	0.750		1.600	1	0.750		1.600	1	0.750
TL109A	Spare															
Total				0.350		0.200		0.125		0.200		0.125		0.000		0.000
Total				0.350		0.180		0.196		0.200		0.196		0.000		0.000
TL109B	James Panel Nite			1.250	1	0.200	1	0.250		0.800	1	0.040		0.800	1	0.040
TL109B	Wind Wind Speed			0.012	1	1.000	1	0.012		1.000	1	0.012		1.000	1	0.012
TL109B	Dispersion Finder			0.800	1	0.000	1	0.000		1.000	1	0.600		1.000	1	0.600
TL109B	Amp Gen Antronome	1		0.300	1	0.000	1	0.000		1.200	1	0.080		1.200	1	0.080
TL109B	Echo Sounder	1		0.040	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.016		1.400	1	0.016
TL109B	Speaker Amp	1		0.030	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.012		1.400	1	0.012
TL109B	Speaker Amp	1		0.030	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.012		1.400	1	0.012
TL109B	Speaker Amp	1		0.030	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.012		1.400	1	0.012
TL109B	Speaker Amp	1		0.030	1	0.000	1	0.000		1.400	1	0.012		1.400	1	0.012
TL109B	Spare															
Total				0.350		0.200		0.125		0.200		0.125		0.000		0.000
Total				0.350		0.000		0.100		0.200		0.100		0.000		0.000
TP110	Radar Cabinet			0.350	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.016		0.800	1	0.096
TP110	Actu Calm Rely 2 Pos			0.240	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.024		0.600	1	0.024
TP110	Weapon Cont Controller			0.350	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.035		0.600	1	0.035
TP110	Tactical Display Control			0.160	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.016		0.600	1	0.016
TP110	Monitor Type Writer			0.280	1	0.100	1	0.020		0.400	1	0.112		0.700	1	0.196
TP110	Comb Antenn (Heater)			0.240	1	0.080	1	0.000		0.200	1	0.024		0.600	1	0.144
TP110	Coordinate (Heating)			0.160	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.000		0.300	1	0.048
TP110	Sequencing Computer			0.080	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.000		0.300	1	0.024
TP110	Sequencing Cabinet			0.080	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.000		0.300	1	0.024
TP110	No 1 Pwr Supply Unit			0.080	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.000		0.300	1	0.024
TP110	No 2 Pwr Supply Unit			0.080	1	0.000	1	0.000		0.100	1	0.000		0.300	1	0.024
TP110	Spare															
Total				0.350		0.000		0.125		0.200		0.125		0.000		0.000
Total				0.350		0.000		0.100		0.200		0.100		0.000		0.000
Total Pengaturan Data				0.350		0.000		0.125		0.200		0.125		0.000		0.000
Total Pengaturan Data				0.350		0.000		0.125		0.200		0.125		0.000		0.000
Faktor Drogena				0.160		0.000		0.000		0.100		0.000		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250		0.300		0.100		0.000		0.000
Total				0.510		0.000		0.250	</td							



No Sirkuit	Keterangan sirkuit	Qs	Daya	Beban Docking				Beban Layar normal				Beban Tempur									
				W _o	R _b	S _b	L _F	Daya (kW)		W _o	R _b	S _b	L _F	Daya (kW)		W _o	R _b	S _b	L _F	Daya (kW)	
				K.B.	IL	CL	IL	IL	CL	K.B.	IL	CL	IL	IL	CL	K.B.	IL	CL	IL	IL	CL
13P-113M	Opre Compas			0.400				0.300		0.540			0.530		0.200		0.700		0.280		
25P-113M	Opre Sinc S/2 Amp			0.140				0.900		0.000			0.900		0.320		0.900		0.120		
35P-113M	Spes																				
45P-113M	Spes																				
50P-113M	Spes																				
60P-113M	Spes																				
<u>Total</u> $\leq C_L$				0.540				0.040			0.320			0.400			1.000		0.400		
<u>Total</u> $\leq R_L$								0.000			0.000			0.000			1.000		0.110		
<u>Total Penggunaan Daya</u> $\leq C_L$										1.064				4.373							
<u>Total Penggunaan Daya</u> $\leq R_L$								0.000			0.000			0.000							
<u>Total Diversitas</u>								0.000			0.000			0.000							
<u>Total Daya 30 V 60 Hz</u> $\leq E$										1.064				4.373			6.111				
<u>Total Daya Seluruhnya</u> $\leq E$										115.862				168.457			232.750				

N 8 m. = Pesawat yang rusak



III 2.6 Data Bahan Penghantar dan Isolasi

Data bahan penghantar dan isolasi ini diambil pada saat keadaan terakhir dan perbaikan generator yang ada.

- Penghantar/Konduktor:

Bahan penghantar disini adalah bahan dari kabel penyusun lilitan kumparan generator

- Kondisi Awal

- Bahan : Tembaga tempa
- Luas penampang : 95 mm
- Bentuk Penampang : Serabut di pilin
- Asal negara pembuat : Amerika

- Kondisi Saat ini

- Bahan : Tembaga tempa
- Luas penampang : 95 mm
- Bentuk Penampang : Serabut di pilin
- Asal negara pembuat : China

- Isolasi:

Bahan isolasi disini adalah bahan pembungkus dari lilitan kabel kumparan generator

- Kondisi Awal

- Bahan : Kelas F
- Asal negara pembuat : Amerika

- Kondisi Saat ini

- Bahan : Kelas F
- Asal negara pembuat : China



III 2.7 Data Temperatur Ruang

Data temperatur ruang adalah kondisi temperatur ruangan generator secara keseluruhan. Jadi kondisi ini merupakan kondisi gabungan dari pengaruh pengoperasian pesawat yang ada di ruangan generator tersebut.

Adapun teknik pencatatannya adalah:

- Nilai temperature diambil pada empat titik sudut ruang Generator
- Pengukuran diambil 2 kali masing-masing pada keadaan awal,start, dan beban maksimal dengan selisih waktu 30 menit antar pengukuran.:
- Alat thermometer yang digunakan :

Pyrometer

(Tabel 3.5 Skema pengukuran temperature di R. Generator)



Dan data yang diperoleh adalah sbb:

(Tabel 3.6 Data pengukuran temperature di R generator)

Titik ke	Keadaan awal °C	Keadaan Start °C	Keadaan Beban Penuh °C
1	24	27	41
2	23,7	26,6	40,5
3	24	27	41
4	23,8	26,7	40,6



BAB IV

ANALISA DATA



Bab IV
Analisa Data

IV.1 System kerja AVR

Untuk mengetahui hal yang mempengaruhi kinerja AVR, terlebih dahulu haruslah mengetahui cara kerja dari AVR itu sendiri. Adapun type AVR yang digunakan adalah AVR SR 4.

Analisa system kerja AVR disini meliputi:

- Cara kerja AVR SR4
- Menganalogkan fungsi komponen AVR secara umum dengan AVR SR4B
- Fungsi komponen A1 dari AVR SR4B
- Hal yang mempengaruhi kinerja komponen A1 pada AVR SR4B

Skema kerja AVR seperti dilihat pada gambar 4.1

IV.1.1 Cara kerja AVR

Secara garis besar cara kerja AVR SR4 generator^(*) adalah sbb:

- Pada saat Diesel rotor generator berputar, pada kutub-kutub stator timbul tegangan bolak-balik (AC). Akan tetapi nilai tegangan terlalu kecil untuk dapat dipergunakan. Karena itu diperlukan penguatan (excitasi) yang diambil dari 2 fasa setengah gelombang generator yg merupakan tegangan AC. Dari fasa setengah selanjutnya diperkuat L1 dan L2 dan C1,C2,C3 sebagai *Suppressor Reactor*. Selanjutnya di A2 arus tersebut diarahkan sebagai arus masukan untuk eksiter L3. A2 merupakan rangkaian

*=CAT,Mannual Hand Book SR 4 Generator,1980



penyearah arus yang merupakan *Diode Converter* dan *SCR Converter* yang terdiri dari 2 buah . Cara kerjanya menunggu sinyal A1 yang membuat gate (jembatan) pada *rectifier* sehingga arus dapat mengalir,dan akan putus lagi jika tidak ada arus masuk. Sinyal A1 akan bekerja pada beban 2/3 putaran mesin atau ± 1200 rpm. Bila putaran mesin dibawah harga tersebut maka sinyal akan putus. Pengaturan harga nominal yang dibutuhkan telah diatur dalam module A1. Selanjutnya setiap perubahannya tegangan yang keluar dari stator akan terdeteksi oleh A1 yang juga merupakan rangkaian *sensing device* (rangkaian pendekksi). Bila tegangan output stator/alternator turun karena bertambahnya beban maka A1 akan memberikan sinyal pada SCR (A2) sedemikian rupa sehingga sudut penyalannya akan mengecil. Dengan demikian tegangan output searah dari *SCR Converter* akan membesar. Arus medan stator/alternator akan membesar, dan tegangan output pada stator/alternator akan naik kembali.

Sebaliknya bila tegangan output stator/alternator naik karena berkurangnya beban, A1 akan memberikan sensing sehingga susut penyalaan SCR A2 akan membesar. Tegangan output searah dari *SCR Converter* akan mengecil, arus medan stator/alternator mengecil, tegangan stator/alternator akan normal kembali. Demikian seterusnya sehingga tegangan output stator/alternator dapat dijaga konstan pada harga nominalnya. A2 juga sebagai perata arus yang merubah tegangan AC menjadi DC. Dari L3 yang merupakan *AC exciter*, arus DC tersebut memberikan penguatan remanent megnet pada rotornya sehingga pada ke tiga ujung fasa di stator akan timbul penguatan tegangan AC. Arus AC hasil penguatan tersebut dirubah menjadi arus DC oleh rangkaian rectifier yang tersusun dari 6 buah diode. Selanjutnya arus



DC dari rectifier tsb akan menimbulkan penguatan remanent magnet pada rotor. Dari penguatan magnet pada reotor tersebut selanjutnya akan menghasilkan arus induks AC 3 phasa pada stator di G1 dan disalurkan ke terminal R S T untuk pembebanan. Arus AC tersebut merupakan hasil dari penguatan sehingga besar tegangan yang dihasilkan akan lebih besar dari nilai awal hingga tercapai arus sesuai yang diinginkan.

Di A1 hasil tegangan generator pada fasa RST diatur untuk penguatan di Exciter juga pengaturan pada saat pembebanan agar stabil. Pengaturan tegangan pembebanan diatur oleh *rheostat* yang sejenis *potensiometer* dengan nilai maksimum 500 kOhm. *Rheostat* tersebut mengatur droop level dan ketabilan tegangan pembebanan yg diolah di A1.

IV 1.2 Fungsi komponen

Dalam hal ini menganalogkan fungsi komponen penyusun AVR secara umum dengan komponen penyusun AVR SR4 generator.

Sumber data mengenai fungsi komponen AVR adalah

- G.O Watson, Marine *Electrical Practice 5-th ed*, Butterworth&Co 1980
- Majalah Dislitbangal Maret 2001
- CAT, 1979. *Operation & Maintenance Manual, SR4Generator and Control Panel.*
- Dan wawancara dg teknisi PT Tesco indo marine, CV Alto Sepakat Utama, anggota Benglist Fasharkan Surabaya.



IV 1.2.1 Komparator

Komparator berfungsi sebagai penghasil sinyal penggerak (*actuating signal*). Sinyal yang dihasilkan terdiri dua bagian yaitu:

- *Voltage divider*: merupakan pembagi tegangan hasil pengukuran output altenator yang telah diturunkan dan disearahkan.

- *DC reference*: merupakan bagian rangkaian yang menghasilkan tegangan konstan.

Kedua tegangan tersebut dibandingkan dan akan menghasilkan sinyal penggerak. *Voltage divider* ini sebagai input bagi bagian *komparator* yang menghasilkan sinyal penggerak sesuai dengan tegangan output dari altenator. Sehingga komparator disini juga sebagai *error detector*.

Pada rangkaian AVR ini yang berfungsi sebagai komparator yaitu module A1.

IV 1.2.2 Penguat tegangan DC (*Amplifier*)

Penguat tegangan DC berfungsi memperkuat tegangan error sinyal yang keluar dari komparator. Juga mendapatkan konversi yang sesuai dari tegangan error yang menjadi sinyal arus masuk kerangkaian pulsa.

Pada rangkaian AVR ini yang menjadi *Amplifier* adalah SCR /A2.

IV 1.2.3 Firing Circuit

Yaitu rangkaian yang berfungsi menghasilkan pulsa guna memberikan trigger pada SCR. Rangkaian ini merupakan rangkaian yang sinkron dengan jala 3 fasa altenator.

Yang merupakan rangkaian *firing circuit* adalah A1

IV 1.2.4 SCR Converter

SCR Converter ini digunakan untuk mengubah tegangan output altenator menjadi tegangan searah yang dapat diatur besarnya . Tegangan searah ini untuk penguatan. Besarnya tegangan searah dapat diatur dengan SCR.

Yang merupakan SCR adalah A2.

IV 1.2.5 Kompensator

Berfungsi memberikan redaman sedemikian rupa sehingga output dari system (tegangan output altenator) stabil. Tanpa adanya kompensator output system akan berosilasi.

Dalam AVR ini yang berfungsi sebagai kompensator adalah Trafo L1,L2,Kapasitor C1,C2,C3.

IV 1.2.6 Altenator

Yaitu komponen dari system, merupakan tegangan output. Altenator dalam rangkaian ini ada dua yaitu:

- Rangkaian medan penguat AC (AC generator exciter)
- Altenator

IV 1.2.7 Transformer

Merupakan rangkaian penguat tegangan hasil dari altenator sebelum dirubah menjadi arus searah. Yaitu L1 dan L2



IV 1.2.8 Penyearah (rectifier)

Berfungsi menyearahkan tegangan output dari exciter yang selanjutnya digunakan untuk memberikan penguatan remanent magnit pada rotor altenator.

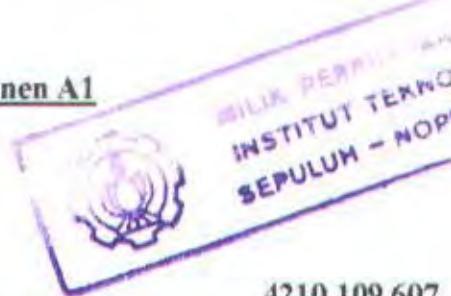
IV 1.3 Fungsi Komponen A1

Dari cara kerja diatas tampak bahwa bagian yang berperan sangat penting dalam rangkaian AVR adalah module A1. Adapun fungsi dari module A1 antara lain:

- Sebagai *Sensing device* yaitu sebagai alat pendeksi dan pengontrol tegangan agar output dari alternator dapat dijaga konstan.
- Sebagai penentu referensi harga nominal dari tegangan alternator.
- Sebagai *komparator* yaitu bagian yang berfungsi menghasilkan sinyal penggerak (*actuating signal*) dan dibandingkan dengan harga nominal dari tegangan alternator.
- Sebagai rangkaian pulsa (*firing circuit*) yaitu sebagai rangkaian penghasil pulsa mentrigger SCR Converter
- Komponen elemen pengontrol (*a control element*) berfungsi sebagai pengontrol besar arus hasil dari eksitasi agar tidak menimbulkan kerusakan pada system.
- Komponen penguat dan pengkondisian (*a amplifier and contioning circuit*) yang berfungsi sebagai sirkuit perubah sinyal hasil dari sirkuit pembanding tegangan yang selanjutnya menjadi sinyal untuk penggerak control element.

IV 1.4 Hal yang mempengaruhi kinerja komponen A1

Kinerja dari A1 sangat dipengaruhi oleh :





- Besarnya nilai tegangan dan kestabilan tegangan, yang merupakan tegangan output alternator
- Putaran mesin yang berbanding lurus dengan kenaikan nilai tegangan.
- Faktor pembebangan dan cara pembebangan yang berpengaruh pada perubahan nilai tegangan terutama pada lonjakan start awal .

IV 2. Analisa Eksitasi Generator

Dari pengukuran harga tegangan DC dan kuat arus pada F1 dan F2 di peroleh data sbb:

(Tabel 4.1 Data tegangan DC dan kuat arus generator)

No	Putaran mesin (rpm)	Tegangan DC (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1.	1200	12	6
2.	1300	15	6.5
3.	1400	20	8
4.	1500	25	9
5.	1600	27	9.5
6.	1700	32	11
7.	1800	36	12

Pengukuran diatas dilaksanakan dengan keadaan efisiensi diesel sebesar 80 % dan beban pada putaran 1800 adalah 140 kW yang merupakan 75 % daya generator.

Pada papan *name plate generator* besarnya tegangan dan kuat arus yang keluar dari F1 dan F2 pada keadaan beban penuh 210 kW 1800 rpm 100% daya generator adalah 26.5 Volt dc 9 ampere.



(Tabel 4.2 Data perbandingan kebutuhan eksitasi)

Pada putaran mesin 1800 rpm	Keadaan awal	Keadaan saat ini
Daya output	210 kW (100% daya)	140 kW(75% daya)
Tegangan DC	26.5 volt	36 volt
Kuat arus	9 Ampere	12 Ampere

Tampak bahwa untuk keadaan saat ini walau dengan daya hanya 75 % dari kemampuan daya generator saat ini, akan tetapi kebutuhan tegangan untuk eksitasi lebih besar dari pada keadaan awal generator. Sedangkan untuk keadaan awal, besar kebutuhan tegangan tersebut pada kondisi 100% beban. Sehingga jelas sekali bahwa pada kondisi saat ini untuk memenuhi kebutuhan daya listrik kapal, AVR generator harus lebih besar menghasilkan tegangan eksitasi. Yang tentunya akan berakibat besarnya arus DC yang dibutuhkan. Dan komponen A1 akan bekerja ekstra untuk memenuhi kebutuhan arus DC tersebut. Hal tsb tentunya akan berdampak pada kinerja dan akibat besarnya panas yang dihasilkan pada komponen A1.

IV 3. Analisa Beban Daya listrik di Kapal

Analisa beban daya dikapal meliputi :

- Distribusi daya listrik dikapal
- Faktor pembebanan generator (*Load Factor of Generator*)
- Arus Start komponen pesawat/motor

IV 3.1 Distribusi Daya di Kapal

Dari buku Tacoma, Ship Information Book, 1980 diperoleh data pada kapal KRI KRS-624 kelas Mandau ini terdapat 4 macam power distribusi yaitu:



- Power Distribusi AC 450 volt 60 hz
- Power Distribusi AC 120 volt 60 hz
- Power Distribusi AC 120 volt 400 hz
- Power Distribusi DC 24 volt

IV 3.1.1 Power Distribusi AC 450 volt 60 hz

Power Distribusi ini mensuplai kebutuhan power 450 volt kapal. Sebagai sumber power untuk penggerak pesawat permesinan kapal dengan kebutuhan power 450 volt. Penggunaannya sebagai penggerak motor.

Sumber power dari Power Distribusi 450 volt 60 hz ini dari papan pembagi pada MSB kapal.

Ada 6 panel power distribusi yaitu:

(Tabel 4.3 Distribusi daya AC 450 volt 60 Hz)

Panel	Circuit breaker		Posisi
P-401	10	100 Amper	Ruang mesin
P-402	10	100 Ampe	Ruang mesin
P-403	10	100 Amper	Ruang mesin
P-404	12	100 Amper	Koridor
P-405	10	100 Amper	K tidur ABK
P-413	8	100 Amper	Equipment room

IV 3.1.2 Power Distribusi AC 120 volt 60 hz

Power Distribusi ini mensuplai kebutuhan power 120 volt dengan frekuensi 400 hz kapal. Sumber power distribusi ini adalah 2 buah motor generator 400 hz (converter)



yang diambil dari panel distribusi 450 volt. Motor transformer tsb berfungsi merubah keluaran tegangan dari AC 450 volt menjadi AC 120 volt.

Power distribusi AC 120 volt ini sebagai sumber power untuk alat kebutuhan dapur, akomodasi, penerangan dan power untuk beberapa system radar dan persenjataan di kapal.

Terdapat 5 buah panel pembagi yaitu:

(Tabel 4.4 Distribusi daya AC 120 volt 60 Hz)

Panel	Circuit breaker		Posisi
L-107 A	14	50 Amper	Koridor Main Deck
L-107 B	12	50 Ampe	Pilot House
L-108 A	12	50 Amper	Koridor R ABK
L-108 B	12	50 Amper	R CWU
P-110	12	50 Amper	R CIC

IV 3.1.3 Power Distribusi AC 120 volt 400 hz

Power Distribusi ini mensuplai kebutuhan power 120 volt 400 hz kapal. Sumber power distribusi ini adalah 2 buah motor generator 400 hz yang diambil dari panel distribusi 450 volt. Daya masing-masing motor generator adalah 10 kVA dan 2 kVA. Motor Generator tsb berfungsi untuk merubah keluaran frekuensi tegangan dari 60 hz menjadi 400 hz.

Power distribusi ini mensuplai kebutuhan power system Navigasi dan SEWACO (System Weapon an Command)/ system persenjataan yang menggunakan frekuensi 400 hz.



(Tabel 4.5 Distribusi daya AC 120 volt 400 Hz)

Motor	Panel	Circuit breaker		Posisi
10 kVA	5-P412	10	50 Amp	Ruang Pasukan
2 kVA	5-P413	6	50 Amp	Ruang Equipment

IV 3.1.4 Power Distribusi DC 24 volt

Power Distribusi ini mensuplai kebutuhan power DC 24 volt di kapal. Sumber power distribusi ini adalah 2 buah charging rectifier dan 2 buah battery banks dari 2 buah DC power panel. Charging rectifier berfungsi sebagai pengubah tegangan dari AC ke DC sedang battery banks berfungsi sebagai penyimpan tegangan 24 volt DC yang dihasilkan.

Penggunaan power distribusi ini untuk mensuplai kebutuhan power 24 volt DC untuk monitor dan sensor pesawat pada kapal.

(Tabel 4.6 Distribusi daya DC 24 volt)

Rectifier	Panel	Circuit breaker		Posisi
No 1	5-P412	10	50 Amp	Ruang Pasukan
No 2	5-P413	6	50 Amp	Ruang Equipment

IV 3.2 Faktor pembebanan Generator (Load Factor of Generator)**Keadaan Awal**

Dari analisa beban pada bab III diperoleh data sbb:



(Tabel 4.7 Faktor pembebahan generator pd kondisi awal)

No	Rpm	kW	set	Faktor beban generator				
				Docking	Set	Layar normal	set	Tempur
1	1800	210	1	$\frac{121.794}{210 \times 1} = 58$	1	$\frac{195.877}{210 \times 1} = 93.275$	1	$\frac{257.042}{210 \times 1} = 122.4$
2	1800	210	2	$\frac{121.794}{210 \times 2} = 29$	2	$\frac{195.877}{210 \times 2} = 46.67$	2	$\frac{257.042}{210 \times 2} = 61.26$

Keadaan saat ini

Karena daya generator yg dipakai saat ini sebesar 140 kW yg merupakan 75% daya,maka kondisi 100% daya generator saat ini sebesar $140 \text{ kW} / 0,75 = 186,7 \text{ kW}$,sehingga factor pembebahan generator sbb:

(Tabel 4.8 Faktor pembebahan generator kondisi saat ini)

No	Rpm	kW	set	Faktor beban generator				
				Docking	Set	Layar normal	set	Tempur
1	1800	186,7	1	$\frac{115.862}{186,7 \times 1} = 62,05$	1	$\frac{168.457}{186,7 \times 1} = 90,22$	1	$\frac{232.752}{186,7 \times 1} = 124,67$
2	1800	186,7	2	$\frac{115.862}{186,7 \times 2} = 31,03$	2	$\frac{168.457}{186,7 \times 2} = 45,11$	2	$\frac{232.752}{186,7 \times 2} = 62,33$

Dari perhitungan beban generator diatas diperoleh data bahwa:

- pada keadaan awal:
 - keadaan layar normal :
 - jumlah generator yang beroperasi 1 bh , LF = 93 % > 86 % (LF standart regulasi)
 - jumlah generator yang beroperasi 2 bh , LF = 46,67 % < 86 % (LF standart regulasi)
 - keadaan Tempur :
 - jumlah generator yang beroperasi 1 bh , LF = 122,4 % > 86 % (LF standart regulasi)



- jumlah generator yang beroperasi 2 bh , LF = $61,26\% < 86\%$ (LF standart regulasi)
- pada keadaan saat ini:
 - keadaan layar normal :
 - jumlah generator yang beroperasi 1 bh , LF = $90,22\% > 86\%$ (LF standart regulasi)
 - jumlah generator yang beroperasi 2 bh , LF = $45,11\% < 86\%$ (LF standart regulasi)
 - keadaan Tempur :
 - jumlah generator yang beroperasi 1 bh , LF = $124,67\% > 86\%$ (LF standart regulasi)
 - jumlah generator yang beroperasi 2 bh , LF = $62,33\% < 86\%$ (LF standart regulasi)

Sehingga :

- pada keadaan awal:
 - kondisi layar normal dan tempur, generator yang beroperasi harus 2 bh.
- pada keadaan saat ini:
 - kondisi layar normal dan tempur , generator yang beroperasi harus 2 bh.

Pengoperasian generator diketahui saat ini, dimana pada kondisi layar normal jumlah generator yang dioperasikan adalah 1 buah. Maka bila dihubungkan dengan aturan rule BKI tentang LF generator tentunya keadaan tersebut tidak dibenarkan. LF pada keadaan layar normal sebesar $90,22\%$ melebihi batas aturan yang sebesar 86% .

Dampak dari pengoperasian adalah:



- Kondisi kerja diesel generator yang dipaksakan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik dikapal, sehingga memperbesar faktor kelelahan material/fatigue. Termasuk didalamnya komponen module A1 yang menerima dampak langsung pada setiap perubahan putaran mesin.

IV 3.4 Arus Start

Pada setiap awal start pesawat/motor pasti diawali dengan terjadinya arus start. Arus start mengakibatkan lonjakan sesaat kebutuhan tegangan 3-5 kali dari total kebutuhan tegangan pesawat/motor pada kondisi normal. Dengan terjadinya lonjakan beban sesaat ini akan berdampak pula pada turunnya sesaat putaran mesin yang berakibat meningkatnya kerja AVR guna memenuhi kebutuhan eksitasi generator. Sedangkan terjadinya peningkatan kebutuhan eksitasi generator akan meningkatkan pula panas yang dihasilkan. Sehingga apabila hal tersebut sering terjadi tentunya akan mempengaruhi usia pakai dari AVR terutama komponen Module A1.

Terjadinya arus start dimungkinkan terjadi pada pesawat/motor dengan:

- beban daya intermitten load (IL)
- keadaan saat start awal

Pada kapal type KCR ini, setiap unit fungsi pesawat terdiri dari 2 bh. Dalam operasional harianya dilaksanakan pergantian, dan pergantian ini menimbulkan arus start.

Terdapat 10 bh pesawat yg harus bergantian operasionalnya setiap hari yaitu:



(Tabel 4.9 Daftar pergantian pengoperasian pesawat tiap hari)

No	Nama pesawat	Jumlah	Daya (kW)	Keterangan
1	Pompa kemudi	2	6	
2	Pompa CPP	4	16.9	
3	Pompa DPK	2	21.2	
4	Pompa edar CWU	2	6.6	
5	Pompa pendinginan RG	2	12	
6	Pompa scavinge	2	6.6	
7	Kompresor CWU	2	28.5	
8	Kompresor refri pokok	2	1.25	
9	Kompresor udara	2	2.6	- setiap hari pesawat yg beroperasi 1 bh, kecuali pompa CPP, ada 2 bh.

Terdapat 24 bh pesawat dengan beban operasionalnya *IL*, yaitu :

(Tabel 4.10 Daftar pesawat dg operasional *IL*)

No	Nama pesawat	Jumlah	Daya (kW)
1	Pompa BB	1	1,8
2	Motor meriam 40 mm	1	12
3	Pompa AT	1	2,2
4	Pompa LO stand by	1	6,6
5	GT Cooler fan	1	6,5
6	Motor meriam 57 mm	1	47
7	Con Box 57 mm	1	3,6
8	Power supply unit 6 kVA	1	4,8
9	Rice cooker	3	4,2
10	Lampu Ras	1	1
11	Pompa sirkulasi air panas	1	0,06
12	Wash machine	1	0,16
13	Speaker amplifier	9	0,27
14	Motor jangkar	1	6,6

Sehingga secara keseluruhan operasional pesawat yang dapat mengakibatkan timbulnya efek arus start yaitu:

- 10 bh pesawat dalam pergantian rutin operasionalnya dalam sehari.
- 24 bh pesawat dengan beban operasionalnya Intermitten Load (*IL*).



Tampak jelas sekali frekuensi terjadinya arus start pada kapal ini cukup tinggi. Dengan penggunaan AVR seperti yang terpasang saat ini yang sangat dipengaruhi oleh perubahan putaran mesin pada tiap perubahan beban, dapat disimpulkan penggunaan type AVR nya tidak sesuai dengan karakteristik pembebangan daya listrik kapal. Karena kebutuhan eksitasi generator sangat dipengaruhi oleh putaran mesin.

IV 4. Analisa Temperatur ruang

Kondisi temperature

(Tabel 4.10 Data pencatatan temperature R generator)

Titik ke	Keadaan awal °C	Keadaan Start °C	Keadaan Beban Penuh °C
1	24	27	41
2	23,7	26,6	40,5
3	24	27	41
4	23,8	26,7	40,6
Rata-rata	23.87	26.825	40.775

Kenaikan temperature dari kondisi start hingga keadaan beban penuh $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dg temperature rata-rata tertinggi $40.775^{\circ}\text{C} < 50^{\circ}\text{C}$ (sarat regulasi)(G.O.Watson 1983,Marine Electrical Practice) sehingga masih dalam batas toleransi.

IV 5. Analisa Bahan lilitan Generator

Untuk konduktor

(Tabel 4.11 Daftar material konduktor)

No	Keterangan	Kondisi awal	Kondisi saat ini
1	Bahan	Tembaga tempa	Tembaga tempa
2	luas penampang	95 mm	95 mm
3	bentuk penampang	Serabut dipilin	Serabut dipilin
4	harga cos ϕ	0.8	0.75
5	Asal Negara	Amerika	Cina,jepang



Untuk isolator

(Tabel 4.12 Daftar material isolator)

No	Keterangan	Kondisi awal	Kondisi saat ini
1	Bahan	Kelas F	Kelas F
2	Asal Negara	Amerika	Cina,jepang

Pada papan pembagi / Main Switch Board (MSB) harga efisiensi generator ditunjukkan dalam bentuk meteran $\cos \phi$. Pada saat ini harga $\cos \phi$ yang ada tidak sesuai dengan harga $\cos \phi$ yang ditentukan oleh generator plate, dan berakibat turunnya nilai efisiensi generator. Dengan turunnya nilai efisiensi generator berakibat meningkatnya kerja dari AVR guna memenuhi kebutuhan eksitasi generator. Yang berarti akan memperpendek usia pakai dari komponen penyusun rangkaian AVR, terutama A1.

IV 6. Analisa Efisiensi Generator

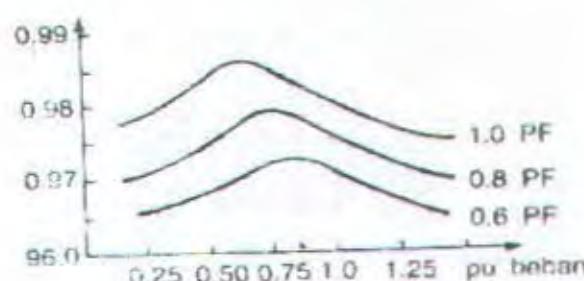
Ada dua buah efisiensi generator,yaitu:

- efisiensi terhadap daya generator
- efisiensi terhadap factor kerja beban ($\cos \phi$)

IV 6.1 Efisiensi terhadap daya Generator

Efisiensi secara matematis dirumuskan:

$$\eta = \frac{\text{Daya keluar}}{\text{Daya masuk}} \quad (\text{Zuhal ,hal 55}) \quad (2.6.1)$$



(Gambar 4.2 Grafik hubungan efisiensi dg faktor kerja beban)

Pada 100% dayakondisi awal

Untuk menghitung efisiensi generator haruslah diketahui daya masukan dan daya keluaran pada generator. Pada kondisi awal generator diperoleh data daya keluaran generator dengan kondisi pembebanan 100 % yaitu sebesar 210 kW sesuai data teknis pada generator. Sedang untuk daya masuk generator dapat diperoleh dengan pendekatan pembacaan grafik hubungan efisiensi generator dengan faktor kerja beban (PF).

Pada PF 0,8 dg operasional 100% daya diperoleh harga efisiensi generator sebesar 97,6 %. Dan daya masuk generator sebesar $210 \text{ kW} / 0,976 = \pm 215 \text{ kW}$.

kondisi saat ini

Berdasarkan data saat pembebanan sebelumnya diperoleh data bahwa pada saat beban 140 kW yang merupakan 75% dari daya keluaran, sehingga daya keluarannya sebesar $140 \text{ kW} / 0,75 = 186,7 \text{ kW}$

Karena harga PF sebesar 0,75 dg operasional 100% daya diperoleh harga efisiensi daya generator sebesar 97,4%. Sehingga daya masuk generator diperkirakan sebesar $186,7 \text{ kW} / 0,974 = 191,7 \text{ kW}$



IV 6.2 Efisiensi terhadap factor kerja beban ($\cos \phi$)

Dari penunjukan pada papan MSB kapal dapat diketahui pendekatan harga $\cos \phi$ generator saat ini,yaitu 0,75. Sedangkan harga $\cos \phi$ yang tertera sesuai name plate generator sebesar 0,8.

Dari harga $\cos \phi$ diatas jelas bahwa, harga $\cos \phi$ pada kondisi saat ini terjadi penurunan bila dibandingkan dengan kondisi awal. Hal tersebut dapat terjadi karena:

1. Kualitas bahan yang berbeda

Walaupun secara fisik dan bahan material kabel lilitan itu sama, akan tetapi bila nilai koefisien temperature tahanan isolasi kabel (K_t) berbeda,maka kualitasnya akan berbeda. Semakin besar nilai K_t maka temperature lilitan akan besar/semaikin panas pula sehingga kualitas konduktor tersebut dapat dikatakan jelek. Semakin panas suhu lilitan menandakan banyaknya panas yang dihasilkan, yang berarti tenaga yang dihasilkan lebih banyak berubah menjadi panas dari pada yang disalurkan. Dan ini berarti efisiensinya berkurang.

2. Cara pelilitan kabel lilitan yang tidak sempurna

Cara melilit kabel sangatlah berpengaruh pada kualitas dari lilitan. Ada beberapa hal dalam melilit kabel yang benar-benar harus diperhatikan a.l:

- jarak kerapatan antar kabel
- arah dalam melilit kabel
- lilitan
- dsb.
- pelapisan dg shirlak/vernis
- urutan arah lilitan
- pengeringan/ pengovenan



3. Adanya kotoran pada lilitan

Kotoran yang terdapat pada sela-sela lilitan, terutama kotoran yang bersifat penghantar semisal logam. Karena akan dapat mengakibatkan terjadinya hubungan antar kabel. Dan bila itu terjadi maka jalur arah arus akan berubah sehingga akan merubah arah medan magnit yang ditimbulkan.

Kotoran yang mungkin terjadi misalnya: slug akibat pengelasan, geram-geram metal sisa pengamplasan dll.

Dari analisa efisiensi diatas dapat dibandingkan kondisi generator saat ini dengan kondisi awal pembuatannya, yaitu:

(Tabel 4.13 Daftar perbandingan kondisi generator)

	Kondisi awal	Kondisi saat ini
Efisiensi daya generator pd 100% daya	0.976	0.974
Efisiensi PF	0.8	0.75
100 % daya output generator (kW)	210	186.7
86 % daya output generator(kW)	180	168.5
% penurunan daya motor diesel		80

4. Analisa Penyelesaian Masalah

Dari hasil dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Besarnya kebutuhan daya untuk kondisi saat ini dibandingkan dengan kondisi awal generator relative lebih besar. Hal ini tentunya akan berdampak pada besarnya panas yang timbul sebagai disipasi sejuring tenaga. Sehingga akibatnya jumlahnya tidak cukup mencukupi bukan lagi untuk memenuhi daya eksitasi juga akan akan mempengaruhi usia pakai komponen AVR dan generator lainnya.



2. Pada analisa beban daya listrik kapal diperoleh hasil:
 - Harga LF generator saat ini masih cukup tinggi, yaitu 90.22% pada kondisi layar normal dengan generator yang beroperasi 1 bh. Padahal pada saat ini kondisi layar normal ini merupakan kondisi layar yang sering dilaksanakan. Sehingga apabila terus dilaksanakan akan berdampak pada performa komponen AVR terutama A1.
 - Adanya dampak arus start karena frekuensi pergantian motor/pesawat yang cukup sering. Tentunya akan memperberat kerja AVR dalam mengatasi lonjakan pemenuhan kebutuhan daya. Terutama pada komponen regulator A1.
3. Kondisi temperature ruang generator pada saat seluruh pesawat yang ada bekerja dengan beban penuh sebesar 40.775°C masih dibawah batas regulasi yaitu 50°C .
4. Pemilihan dan penggunaan material lilitan kumparan generator yang dibawah spesifikasi teknis yang telah ditentukan akan menurunkan harga PF generator. Yang akan berakibat lebih lanjut turunnya harga efisiensi generator. Yang berarti semakin besar panas yang dihasilkan dari pada daya.
5. Turunnya harga PF berakibat turun pula harga efisiensi generator

Dari hasil analisa diatas, sebagian besar mengindikasikan kondisi generator saat ini mengalami penurunan kemampuan baik motor diesel ataupun generatorenya, sedangkan pemenuhan kebutuhan daya listrik kapal pada saat operasi masih cukup tinggi. Dengan kondisi seperti itu akan memaksa kerja AVR bertambah terutama regulator A1. Yang pada akhirnya mempercepat terjadinya kerusakan komponen A1 tersebut.

Dengan mempertimbangkan kondisi generator diatas, untuk menjamin kesiapa generator guna mendukung operasi kapal, perlu dilaksanakan alternative pemecaha masalah yang antara lain:

1. Pergantian type AVR generator

Pada analisa beban sub bahasan pembagian daya jelas terlihat bahwa karakteristik pembebanan dari kapal type KCR ini adalah sangat sering untuk terjadinya tegangan kejut. Dan membutuhkan type AVR generator yang mampu mengatasi keadaan tersebut tanpa mengurangi performa kerja dari generator.

Dapat disimpulkan bahwa karakteristik pembebanan kapal type KCR ini adalah:

- Kebutuhan daya listrik antara 150 kW – 250 kW
- Terjadinya perubahan daya cukup sering.
- Terjadinya lonjakan tegangan akibat arus start cukup sering.

Sedangkan karakteristik type AVR generator yang dipakai:

- Kebutuhan daya listrik optimal hingga 110 kW
- Penguatan magnit secara sendiri dengan regulator (*indirect self-excitation*)
- Terjadinya perubahan daya & tegangan kejut tidak terlalu sering terjadi.
(G.O.Watson,1983,Marine Electrical Practice,pg:52)

Sehingga generator type AVR generator yang tepat adalah type AVR generator dengan penguatan terpisah (*Separately excitation*) atau yang lebih dikenal dengan sebutan PMG (*Permanent Magnet Generator*).

Karena karakteristik Type PMG adalah:

- Kebutuhan daya listrik diatas 100 kW

- Penguatan remanent magnit dg penambahan magnet yang permanen, sehingga perubahan daya & terjadinya tegangan kejut tidak akan mempengaruhi performa kerja dari generator. (G.O.Watson,1983,Marine Electrical Practice,pg:52)

2. Pemisahan suplai daya generator khusus penerangan dengan daya lainnya.

Pada analisa beban untuk keadaan saat ini, faktor pembebatan generator kapal sebesar 90,22 % > dari 86 % (lebih besar dari sarat regulasi). Akan tetapi mengingat usia pakai kapal yang sudah cukup lama (± 23 th), sehingga performa dari generator tentunya tidak seoptimal seperti ketika masih baru. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan mengurangi beban pada generator. Pengurangan beban ini diusahakan agar tidak mengganggu performa kapal secara keseluruhan saat beroperasi. Sehingga yang memungkinkan adalah pemisahan beban power distribusi 120 volt 60 hz.

Power distribusi 120 volt 60 hz ini untuk pemenuhan kebutuhan lampu penerangan alat kebutuhan dapur, akomodasi, penerangan dan power untuk beberapa sistem radar dan persenjataan di kapal.

Prosentase kebutuhan daya 120 Volt 60 Hz dari keseluruhan kebutuhan daya kapal adalah:

(Tabel 4.14 Daftar kebutuhan daya 120 volt 60 Hz)

Kondisi beban faktor	Besar daya (kW)	Total daya kapal (kW)	Prosentase daya (%)
Docking	9.561	115.862	8.25
Layar normal	11.801	168.457	7
Tempur	11.576	232.752	4.9

Sehingga setelah diadakan pengurangan daya kapal pada kebutuhan daya 120 volt 60 hz, faktor pembebatan kapal menjadi:



(Tabel 4.15 Daftar faktor pembebanan generator setelah pemisahan)

No	Rpm	kW	set	Faktor beban generator				
				Docking	Set	Layar normal	Set	Tempur
1	1800	186.7	1	$\frac{106.301}{186.7 \times 1} = 56.9$	1	$\frac{156.656}{186.7 \times 1} = 83.9$	1	$\frac{221.176}{186.7 \times 1} = 118.4$
2	1800	186.7	2	$\frac{106.301}{186.7 \times 2} = 28.5$	2	$\frac{156.656}{186.7 \times 2} = 41.9$	2	$\frac{221.176}{186.7 \times 2} = 59.2$

Tampak faktor beban generator pada kondisi:

- layar normal dg 1 bg DG yg beroperasi dari sebelumnya 90.22 % turun menjadi 83.9 %, sehingga harga LF nya memenuhi persyaratan 86%
- tempur dg 2 bh DG yg beroperasi turun dari 62.33 % menjadi 59.2 %

Penurunan faktor beban generator ini tentunya akan mengurangi beban kerja generator, sehingga usia pakai generator akan bertambah menjadi lebih lama dan kondisi komponen AVR akan lebih awet.



(Tabel 4.16 Data pembebanan setelah pemisahan)

No Sirkuit	Keterangan Isikan	B	Daya kW	Belan Daya Dukung			Belan Layar normal			Belan Tempur		
				Wark Set	L.F	IL	CL	Wark Set	L.F	IL	CL	Wark Set
L.80 + 60 Hz												
P0401	Consumer no 1	1										
P0402	Generator no 1	1										
P-401	Power Dist Pm (Gen Recovery)		33.027			4.927			8.785			9.867
P-402	Power Dist Pm (R. Masa)		29.115			8.929			11.563			12.687
P-403	Power Dist Pm (E. Masa)		45.195			10.323			13.919			15.039
P-404	Power Dist Pm (Loceng)		36.529			8.924			9.708			10.308
P-405	Power Dist Pm (R. Tid Dps)		35.545			8.647			8.872			10.314
P-406	Spare											
P-407	Transformer (50 kVA)		12.382			4.892			7.178			7.637
P-408	Transformer (22.5 kVA)		15.236			4.572			4.989			4.669
P-409	Radio Crossover		10.442		0.100	1.044		0.400	1.176		0.700	7.208
P-410	Transfomer (9 kVA)		1.910		0.015	0.028			0.237			1.830
P-411	N0.1 162 MVA Set (Eksent)		8.470		0.200	1.684						5.929
P-412	N0.3 400 Hz MVS Set (Wagyu)		12.788		0.298	2.540						8.890
P-413	Power Dist Pm (Eksent)		20.930			0.430						7.621
P-414	Phone Connection Box											
P-415	Pompa Kemasih	1	6.800	1	0.000	0.000	1	0.300	3.280	1	0.600	3.280
P-416	Spare											
P-417	N0.1 Pompa CPP	1	16.900	1	0.000	0.000	1	0.300	8.450	1	0.600	15.210
P-418	N0.2 Pompa CPP	1	16.900	1	0.000	0.000	1	0.500	8.450	1	0.900	15.210
P-419	N0.3 Pompa CPP											
P-420	N0.4 Pompa CPP											
P-421	N0.1 Pompa BB	1	1.800	1	0.100	0.180	1	0.300	1.620	1	0.600	1.620
P-422	N0.2 Pompa BB	1	1.800	1	0.100	0.180	1	0.900	1.620	1	0.900	1.620
P-423	N0.1 Pompa DPS	1	21.200	1	0.300	0.360	1	0.300	10.000	1	0.500	10.600
P-424	N0.2 Pompa DPS	1	21.200	1	0.300	0.360	1	0.500	10.600	1	0.500	10.600
P-425	Pompa Timah*	1										
P-426	FCWU											
P-427	Spare											
P-428	Spare											
Total	± G.		404.237			71.320			117.538			139.523
Total	± E.					6.540			12.220			12.220
L.80												
19.491	40 mm Gas Mount	1	12.000	1	0.000	0.000	1	0.600	6.600	1	0.600	2.460
21.401	Hanger											
31.401	Spare											
41.401	Pompa AT	1	2.200	1	0.200	0.400	1	0.300	0.600	1	0.600	0.600
51.401	Pompa Dandar*	1										
61.401	Pompa Vacuum	1	1.400	1		0.000	1	0.100	0.140	1	0.100	0.140
71.401	Vent Supply Fan (SF-1)	1	0.140	1	0.700	0.098	1	0.900	0.126	1	0.900	0.126
81.401	ACU 2 (001)	1	0.300	1	0.500	0.150	1	0.700	0.210	1	0.700	0.210
91.401	Vent Supply Fan (SF-2)	1	0.210	1	0.700	0.147	1	0.900	0.189	1	0.900	0.189
101.401	Spare											
Total	± G.		16.250			0.395			0.661			0.661
Total	± E.					0.480			0.660			3.080
17-402												
22.402	Air Compressor	1	2.600	1	2.100	0.260	1	0.100	0.260	1	0.100	0.260
31.402	Vent Supply Fan (SF-3)	1	4.330	1	2.700	3.031	1	0.900	3.097	1	0.900	3.097
41.402	No.1 Pompa LG Stand By	1	0.600	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
51.402	Batt Charge	1	2.500	1	2.000	0.500	1	0.200	0.500	1	0.200	0.500
61.402	Pompa Tembak water*	1										
71.402	No.2 Pompa Submersible Oil*	1										
81.402	ACU 2 (003)	1	0.280	1	0.500	0.140	1	0.700	0.196	1	0.700	0.196
91.402	Spare											
101.402	Spare											
Total	± G.		22.800			8.481			10.703			12.627
Total	± E.					0.380			0.380			0.380

No Sifat	Keterangan Sifat	Sifat	Dosis	Sifat Dosing			Sifat Layer normal			Sifat Tempat		
				Work	LF	Dosis (low)	Work	LF	Dosis (low)	Work	LF	Dosis (low)
						BL			BL			CL
IP-011	No 2 Pumpa LO mixed	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.200	0.000
IP-012	ACU 80 Gpm	-	0.000	1	0.000	0.025	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-013	LO Heater	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-014	LO Coolant	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-015	LO Oil Heating	-	12.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-016	Pumpa Inletline 4L	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-017	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-018	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-019	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
Total	% CL		15.198			10.325			9.000		4.700	
Total	% LF					0.000			0.000		5.850	
IP-020	Ranger	-	16.000	1	0.400	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-021	Sink Heater	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-022	Vent 10kW Fan 1000m³/h	-	0.210	1	0.700	0.147	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-023	Vent supply Fan (M17)	-	0.210	1	0.700	0.147	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-024	No 1 Pumpa Submersi (Untar)	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-025	Pumpa transfer Sewage	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-026	ACU 80 Gpm By Pass 300	-	1.750	1	0.500	0.075	1	0.700	1.225	1	0.700	1.225
IP-027	Battery Charger	-	1.500	1	0.200	0.300	1	0.200	0.200	1	0.200	0.200
IP-028	ACU 80 Gpm By Pass 300	-	1.750	1	0.500	0.075	1	0.700	1.225	1	0.700	1.225
IP-029	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-030	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
Total	% CL		22.450			8.143			3.129		3.129	
Total	% LF					0.000			0.000		0.000	
IP-031	1" Riser Gas	-	37.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.200	0.000
IP-032	37 mm Con Pipe	-	3.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.200	0.200
IP-033	Jumper	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-034	Vent Ex/Fan (ExF-Gas/Liquify)	-	0.420	1	0.900	0.375	1	0.000	0.375	1	0.000	0.000
IP-035	ACU 80 Gpm By Pass 300	-	0.280	1	0.500	0.140	1	0.700	0.140	1	0.700	0.140
IP-036	Vent Supply Fan (SF-0) Poco	-	0.140	1	0.700	0.095	1	0.700	0.095	1	0.000	0.000
IP-037	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-038	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
Total	% CL		18.040			0.010			0.072		0.196	
Total	% LF					0.000			0.000		16.135	
IP-039	Suspension Cabinet 33VA	-	2.450	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.300	0.200
IP-040	No 1 Power Supply Unit 8.5VA	-	1.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.300	1.440
IP-041	Coverplate 7.5VA	-	0.400	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.300	1.680
IP-042	No 2 Power Supply Unit 8.5VA	-	1.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.300	2.400
IP-043	800W MIG Oxyacetylene	-	2.250	1	0.300	0.450	1	0.500	1.125	1	0.700	1.575
IP-044	Waveguide Driver 1.50W	-	0.700	1	0.000	0.000	1	0.300	0.350	1	0.700	0.480
IP-045	Combi Ammeter 0-5AVA	-	0.400	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.700	0.280
IP-046	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-047	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
Total	% CL		20.895			0.470			1.673		0.343	
Total	% LF					0.000			0.000		2.400	
Total	Fungsi Data % CL								143.27%		181.56%	
Total	Fungsi Data % LF								33.38%		33.38%	
Total	Fungsi Data % Total								105.21%		152.28%	
Total	% CL										215.064	
IP-048	No 1 DEU 1.5	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-049	No 2 DEU 1.5	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-050	No 1 DEU 0.4	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-051	No 2 DEU 0.4	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-052	No 1 DEU 5	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-053	No 2 DEU 5	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-054	Lampe Indikator M-E-PH	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-055	Lampe Indikator M-E-VG	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-056	GT	-	0.100	1	0.000	0.000	1	0.700	0.070	1	1.000	0.100
IP-057	GT	-	0.100	1	0.000	0.000	1	0.700	0.070	1	1.000	0.100
IP-058	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-059	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
Total	% CL		0.250			0.000			0.140		0.200	
Total	% LF					0.000			0.000		0.000	
IP-060	Vacuum Control	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-061	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-062	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-063	Air Comp Valve	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-064	Steer Alarm	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-065	CC-Relay	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-066	Oxygen Comp Valve	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-067	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
IP-068	Spare	-	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000	1	0.000	0.000
Total	% CL		0.000			0.000			0.000		0.000	
Total	% LF					0.000			0.000		0.000	
Total	Fungsi Data % CL		0.000			0.000			0.140		0.280	



No Sirkuit	Keterangan Sirkuit	QF	Daya	Beban Docking				Beban Layer normal				Beban Tempur				
				kW	PF	N	M	Daya (kw)		PF	N	M	Daya (kw)	PF	N	M
								H.	C.L.				H.	C.L.		
6.000.000																
157-112M	W34-28 Wagon (Cust Coat)	1	2.890	1	0.290			0.560	1	0.500		1.400	1	0.700		1.960
235-112M	W34-28 Radar Cabinet	1	2.720	1	0.000			0.000	1	0.500		1.360	1	0.700		1.904
355-112M	W34-28 Tactical Display	1	1.290	1	0.290			0.240	1	0.500		0.805	1	0.700		0.880
459-112M	W34-28 Auto Cabinet Battery	1	1.120	1	0.290			0.224	1	0.500		0.560	1	0.700		0.780
659-112M	Span															
659-112M	Span															
757-112M	PTF & Translukter	1	0.310	1	0.000			0.000	1	0.400		0.124	1	0.700		0.211
859-112M	Vide Recorder															
957-112M	Span															
Total	1. CL							8.150		1.024		4.044		5.000		5.725
Total	2. R							0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
159-113M	Gyro Camera	1	0.200	1	0.100			0.040		0.200		0.500	1	0.700		0.280
259-113M	Gyro Spec 5/3 Amp	1	0.140	1	0.000			0.000		0.900		0.126	1	0.900		0.126
359-113M	Span															
459-113M	Span															
559-113M	Span															
659-113M	Span															
Total	1. CL							0.540		0.040		0.320		0.400		0.400
Total	2. R							0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
Total Penggunaan Daya 1. CL								1.564		1.564		4.370		4.370		6.111
Total Penggunaan Daya 2. R								0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
Factor Penggunaan								0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
Total Daya 120 V 60 Hz	1							1.564		1.564		4.370		4.370		6.111
Total Daya Sisitemnya	2							306.281		306.281		156.706		156.706		323.375



3. Selektif dalam pemilihan material konduktor dan isolator kabel lilitan kumparan generator

Dalam memilih jenis material penyusun baik untuk konduktor ataupun isolator pada lilitan generator, sebaiknya sesuai dengan yang disarankan pada spesifikasi teknis generator. Karena penggunaan material ini akan sangat mempengaruhi besaran efisiensi generator terutama nilai PF generator.

Semakin mendekati jenis yang disarankan spesifikasi teknis buku maka akan semakin mendekati keadaan seperti keadaan awal. Yang tentunya ini akan mengurangi penurunan efisiensi PF generator.



BAB V

KESIMPULAN & SARAN



Bab V

Kesimpulan & Saran

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari analisa yang telah dilaksanakan, adalah:

1. Kinerja dari A1 sangat dipengaruhi oleh :

- Besarnya nilai dan kestabilan tegangan yang merupakan keluaran dari alternator.
- Faktor pembebanan dan cara pembebanan yang berpengaruh pada perubahan nilai tegangan terutama pada lonjakan start awal.
- Kondisi temperature ruang sekitar.

2. Dari analisa eksitasi generator diperoleh hasil:

Besarnya kebutuhan daya untuk eksitasi kondisi saat ini yang relative besar yaitu 36 volt dc 12 ampere pada 75 % daya generator atau 140 kW. Jika dibandingkan dengan kondisi awal generator yang hanya 26,5 volt dc 9 amper pada 100 % daya generator atau 210 kW. Hal ini tentunya akan berdampak pada besarnya panas yang timbul sebagai disipasi selisih tenaga. Sehingga akibatnya akan lebih lanjut disamping menambah beban AVR untuk memenuhi daya eksitasi juga akan mempengaruhi usia pakai komponen AVR dan generator lainnya, terutama A1.

3. Pada analisa beban daya listrik kapal diperoleh hasil:

- Karakteristik pembebanan daya listrik kapal yang melebihi batas aturan pembebanan. Hal ini dapat dilihat dg harga LF generator saat ini masih cukup



tinggi, yaitu 90.22% pada kondisi layar normal dengan generator yang beroperasi 1 bh. Sedangkan kondisi layar normal ini merupakan kondisi layar yang sering dilaksanakan. Sehingga apabila terus dilaksanakan akan berdampak pada performa komponen AVR terutama A1.

- Adanya dampak arus start karena frekuensi pergantian motor/pesawat yang cukup sering. Tentunya akan memperberat kerja AVR dalam mengatasi lonjakan pemenuhan kebutuhan daya. Terutama pada komponen regulator A1.
4. Turunnya harga PF tersebut berakibat turunnya harga efisiensi generator. Dari harga awal PF 0,8 menjadi 0,75 untuk kondisi saat ini. Sehingga performa generator secara keseluruhan akan turun pula. Hal ini tak lepas dari usia kapal yang sudah termasuk tua ± 24 th dan turunnya efisiensi daya motor diesel ± 80%.
 5. Kondisi temperature ruang generator pada saat seluruh pesawat yang ada bekerja dengan beban penuh sebesar 40.775°C masih dibawah batas regulasi yaitu 50°C .
 6. Pemilihan dan penggunaan material lilitan kumparan generator baik konduktor ataupun isolator yang spesifikasi teknisnya dibawah harga dari yang telah ditentukan akan berperan menurunkan harga PF generator. Dan berakibat lebih lanjut turunnya harga efisiensi generator,yang berarti semakin besar panas yang dihasilkan dari pada daya yang digunakan.

V.2 Saran

Agar menunjang kesiapan teknis fungsi generator, ada beberapa langkah alternative penyelesaian permasalahan diatas, antara lain:

1. Pergantian type AVR generator

Dengan kondisi pembebanan listrik di kapal saat ini yaitu:

- Daya kapal diatas 100 kW .
- Terjadinya perubahan daya cukup sering.
- Terjadinya lonjakan tegangan akibat arus start cukup sering.

Maka type AVR generator yang sesuai adalah type generator PMG.

2. Pemisahan suplai daya generator khusus penerangan dengan daya lainnya.

Untuk mengurangi harga factor pembebanan generator yang cukup tinggi, perlu pengurangan beban listrik kapal. Akan tetapi pengurangan tersebut tidak mempengaruhi operasional kapal secara garis besar. Maka hal yang dirasa cukup memungkinkan adalah pemisahan kebutuhan untuk daya penerangan. Pemisahan ini cukup efektif menurunkan factor pembebanan generator dari 90,22% menjadi 83,9%.

3. Selektif dalam pemilihan material konduktor dan isolator kabel lilitan kumparan generator

Dalam memilih jenis material penyusun baik untuk konduktor ataupun isolator pada lilitan generator, sebaiknya sesuai dengan yang disarankan pada spesifikasi teknis generator. Karena penggunaan material ini akan sangat mempengaruhi efisiensi generator terutama nilai PF generator.

Semakin mendekati jenis yang disarankan spesifikasi teknis buku maka akan semakin mendekati keadaan seperti keadaan awal. Yang tentunya ini akan mengurangi penurunan efisiensi PF generator.

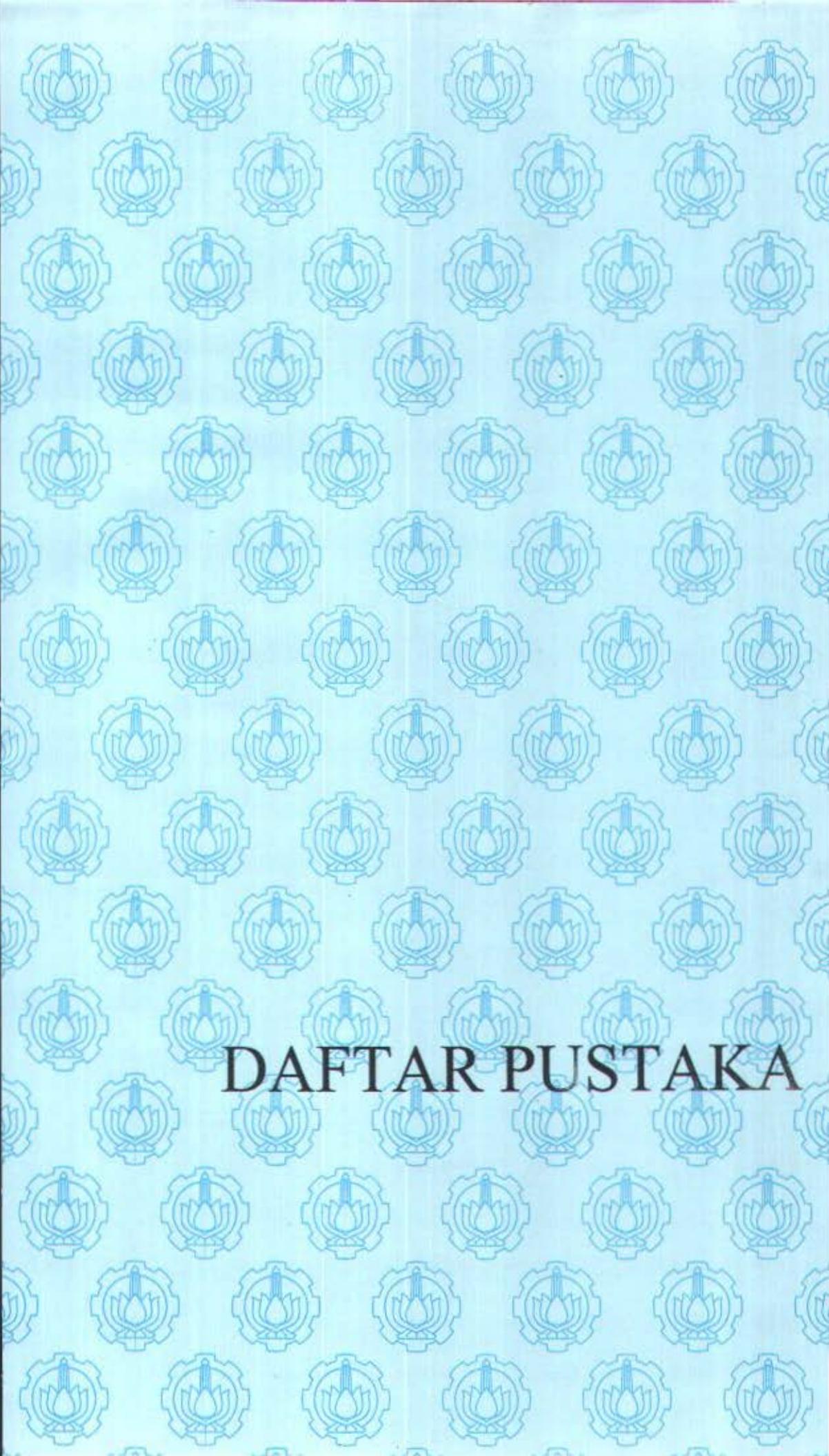


BAB VI

PENUTUP

**Bab VI****Penutup**

Dari semua yang telah dilaksanakan dalam penggerjaan Tugas Akhir ini. Terlepas dari segala kekurangan yang ada penulis berharap semoga karya tulis ini dapat memberikan setitik sumbangsih bagi TNI-AL khususnya dan bangsa Indonesia pada umumnya. Kritik dan saran guna kelengkapan untuk masa kedepan sangatlah diharapkan.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- G.O Watson,CEng,FIEE, 1980. *Marine Electrical Practice 5-th ed*, Butterworth&Co
- Robert L Ames, 1983. *AC Generator Design & Application, Research Studies Press*, Taunton,Somerset,England.
- *Majalah Dislitbangal*,no 28 Edisi Maret 2001
- *Generator*, Buku Diktat Kejuruan Listrik,TNI-AL
- Muhammin,Drs, 1993. *Bahan-bahan Listrik untuk Politeknik*, PT Pradya Paramita.
- Zuhal, 1988. *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*, Penerbit ITB, Bandung.
- CAT, 1979. *Operation & Maintenance Manual, SR4 Generator and Control Panel*.

LAMPIRAN

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan

LEMBAR EVALUASI PRESENTASI AKHIR TUGAS AKHIR
PERIODE SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2003/2004

NAMA MAHASISWA	ARIF PAMBUDI
NRP	4201 109 607
JUDUL PROPOSAL	
Analisa Kerusakan Regulator A1 AVR Diesel Generator pada Kapal Patroli Tipe KCR (Mandal Cepat Rusak).	

WAKTU EVALUASI

- (A) Tugas Akhir Dilemeh Tanpa Perbaikan
B Tugas Akhir Dilemeh dengan Perbaikan
C Tugas Akhir Diperpanjang sampai P2 berikutnya
D Tugas Akhir Dibatalkan

CATATAN PERBAIKAN (Jika Dipenuhi bisa dilanjutkan pada halaman kosong dibalik halaman ini)

DOSEN PENGUJI	
NAMA:	
1. DWI PRIYANTA	TANDA TANGAN
2. <i>D.P.</i>	1. <i>Priyanta</i>
3. SEMIN	2. <i>Semin</i>
4. Wayan	3. <i>Wayan</i>
5.	4.
6.	5.
7.	6.

Ketua Ruang

Z. Jaffry
Dr. Dwi Priyanta



44DV260H

WINDING GEN.1

generator 1

STILLHEATING GEN.1

VGR CONTROL MOTOR GEN.1

R WINDING GEN.2

generator 2

STILLHEATING GEN.2

VGR CONTROL ACTOR GEN.2

Anschluß
CONNECTION

NG 115V 60Hz

GEN.1

310
337
320
350

315
313
316
317

315
315
316
317

315
314
315
316

315
314
315
316

315
314
315
316

315
314
315
316

315
314
315
316

315
314
315
316

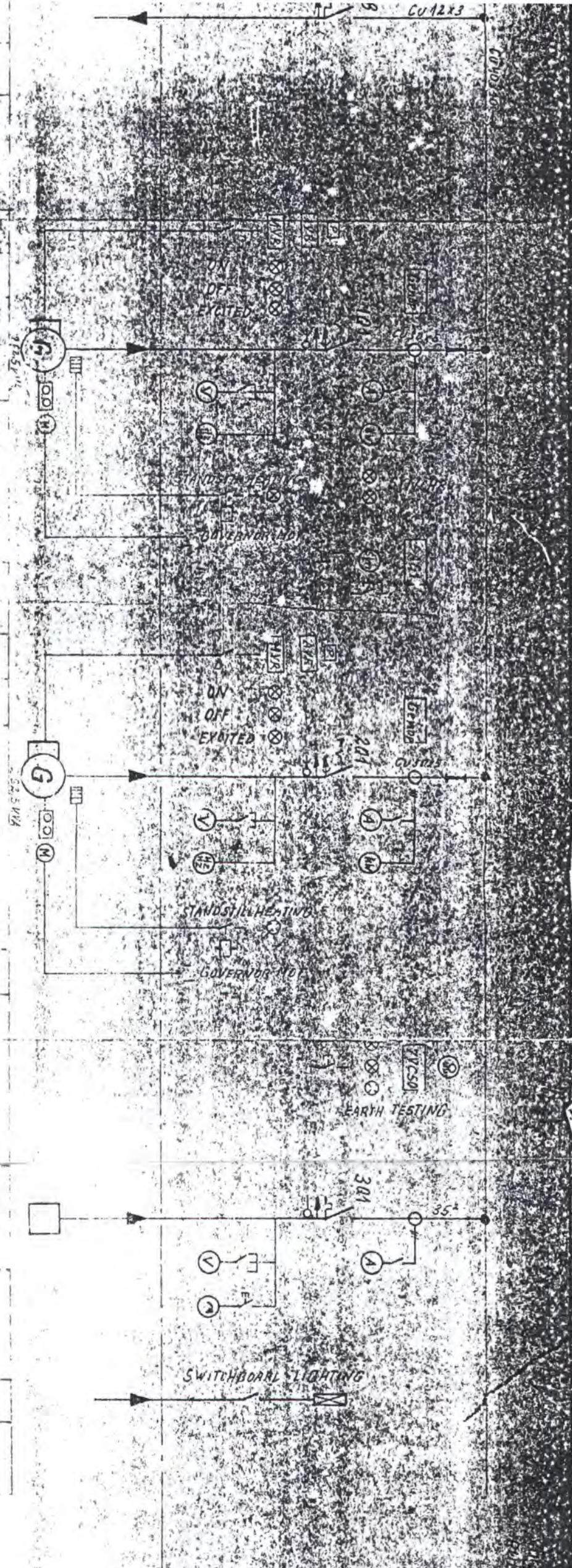
315
314
315
316

315
314
315
316

315
314
315
316

315
314
315
316

315
314
315
316



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOVEMBER

ESTIMATED ELECTRICAL LOAD DATA												
LINE NO	CIRCUIT NO	D C LOAD DESCRIPTION	UNIT Q'TY	RATED LOAD KW	CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD KW	CRUISING LOAD KW	BATTLE LOAD KW	REMARKS			
		TOTAL										
1PC28B		RADIO CONSOLE										
2P028B		SPARE										
3P028B		SPARE										
4P028B		SPARE										
5P028B		AIR COMP RELAY										
6P028B		STEER ALARM										
7P028B		I.C. SYS.										
8P028B		GYRO COMP RELAY										
9P028B		SPARE										
10P028B		SPARE										
		TOTAL										

ESTIMATED ELECTRICAL LOAD DATA												
LINE NO	CIRCUIT NO	D C LOAD DESCRIPTION	UNIT Q'TY	RATED LOAD KW	CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD KW	CRUISING LOAD KW	BATTLE LOAD KW	REMARKS			
1SF-112M		WM-28 WEAPON CONTROL CONS	1	3.5	2.0	0.2	0.56	0.5	1.4	0.7	1.36	
2SF-112M		WM-28 RADAR CABINET	1	3.4	2.72	0.0	0.4	0.5	1.36	0.7	1.36	
3SF-112M		WM-28 TACTICAL DISPLAY	1	1.5	1.2	0.2	0.24	0.5	0.6	0.7	0.84	
4SF-112M		WM-28 AUX CAL T T RELAY	1	1.4	1.12	0.2	0.224	0.5	0.56	0.7	0.784	
5SF-112M		SPARE										
6SF-112M		SPARE										
7SF-112M		AN/DRG-27 HF INTERROGATOR & TRANSMITTER	1	0.588	0.31	0.0	0.0	0.4	0.124	0.7	0.217	
8SF-112M		VIDEO DECODER	1									
9SF-112M		SPARE										
10SF-112M		T D F T L	1	10.183	8.15		1.026		5.058		5.705	
11SF-113M		GYRO COMPASS (PJU)					0.4	0.1	0.04	0.5	0.2	0.28
12SF-113M		GYRO SYNC SIG AMP	1		0.14	0.0	0.0	0.9	0.126	0.9	0.126	
13SF-113M		SPARE										
14SF-113M		SPARE										
15SF-113M		SPARE										
16SF-113M		SPARE										
		TOTAL			1.54		0.04		0.326		0.406	

RES 2.

ESTIMATED ELECTRICAL LOAD DATA												
LINE NO	CIRCUIT NO	120V 60HZ LOAD DESCRIPTION	UNIT Q'TY	RATED LOAD KW	CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD KW	CRUISING LOAD KW	BATTLE LOAD KW	REMARKS			
6L108B		ISOLATED RECEPTACLE (W/PA)					6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7L108B		DEYER					1.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0
8L108B		AMPL FOR 3/P TEL.					0.3	0.0	0.4	0.12	0.4	0.12
9L108B		GEN. HEATER	2	1.5	3.0	0.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10L108B		TOTAL					6.896	4.658	2.09		.896	

ESTIMATED ELECTRICAL LOAD DATA												
LINE NO	CIRCUIT NO	120V 60HZ LOAD DESCRIPTION	UNIT Q'TY	RATED LOAD KW	CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD KW	CRUISING LOAD KW	BATTLE LOAD KW	REMARKS			
1L108A		WASH. MACH					0.8	0.2	0.16	0.2	0.16	0.0
2L108A		D.W. COOLER					0.15	0.2	0.03	0.4	0.05	0.025
3L108A		PLATFORM LIV. PM. LTG.					1.2	0.4	0.78	0.6	0.72	0.72
4L108A		FWD. CREW'S RM. LTG.					0.72	0.4	0.79	0.6	0.63	0.63
5L108A		ISOLATED RECEPTACLE (W/PA)	1	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6L108A		AMP FOR 3/P TEL.	1				0.5	0.0	0.0	0.12	0.4	0.12
7L108A		GYRO COMPASS (PJU)	1				1.0	0.1	0.1	0.5	0.7	0.7
8L108A		*6 SPEAKER AMP	1				0.03	0.0	0.0	0.02	0.6	0.012
9L108A		*7 SPEAKER AMP	1				0.03	0.0	0.0	0.02	0.6	0.02
10L108A		*8 SPEAKER AMP	1				0.03	0.0	0.0	0.02	0.6	0.02
11L108A		NAV.LT. PANEL PWR SOURCE SELECT SW	1	1.25	1.25	0.4	0.5	0.6	0.75	0.6	0.5	
12L108A		SPARE										
		TOTAL					6.31	1.86	2.776		2.58	

ESTIMATED ELECTRICAL LOAD DATA												
LINE NO	CIRCUIT NO	120V 60HZ LOAD DESCRIPTION	UNIT Q'TY	RATED LOAD KW	CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD KW	CRUISING LOAD KW	BATTLE LOAD KW	REMARKS			
1L107B		PA FUSE PANEL					1.3	0.0	0.0	0.2	0.06	0.12
2L107B		NAY. LTG. PANEL					1.25	0.4	0.25	0.6	1.0	1.0
3L107B		WIND SPEED DIREC. IND	1				0.021	1.0	0.02	1.0	0.02	
4L107B		DIRECTION FINDER	1				0.6	0.0	0.0	1.0	0.6	0.6
5L107B		GEN ANNOUNCING AMP.	1				0.3	0.0	0.0	0.2	0.6	0.18
6L107B		ECHO SOUNDER	1				0.06	0.0	0.0	0.4	0.016	0.016
7L107B		SPEAKER AMP.	1				0.23	0.0	0.0	0.4	0.2	0.2
8L107B		SPEAKER AMP.	1				0.23</					

ELECTRICAL DATA										
CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD	CRUISING LOAD	BATTLE LOAD	UF	KW	UF	KW	UF	KW	REMARKS
16	0.0	6.4	0.4	6.4	0.0	0.0	0.0			
6										
0.21	0.7	0.167	0.7	0.189	0.9	0.7	0.189			
0.21	0.7	0.167	0.9	0.189	0.9	0.7	0.189			
0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
1.00	0.1	0.16	0.1	0.18	0.1	0.1	0.18			
1.75	0.5	0.875	0.7	1.225	0.7	1.225				
1.5	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3				
1.75	0.5	0.875	0.7	1.225	0.8	1.225				
36.62		8.924		9.708		3.308				
47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4			
3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.74			
6.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
0.62	0.9	0.376	0.9	0.578	0.0	0.0				
0.28	0.3	0.16	0.7	0.496	0.7	0.196				
0.44	0.7	0.098	0.7	0.098	0.0	0.0				
45.54	0.616	0.672		10.316						
2.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.72				
0.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.44				
5.5	0.0	1.0	2.0	0.3	0.3	1.66				
4.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	1.44				
7.25	0.2	0.65	0.5	1.125	0.7	1.575				
0.7	0.0	0.0	0.5	0.35	0.7	0.49				
0.6	0.0	0.0	0.5	0.2	0.7	0.28				
20.95	0.45	1.675		2.625						

ELECTRICAL DATA										
CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD	CRUISING LOAD	BATTLE LOAD	UF	KW	UF	KW	UF	KW	REMARKS
1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5			
1.25	0.5	0.625	0.5	0.625	0.5	0.625				
0.15	0.2	0.03	0.4	0.06	0.5	0.75				
0.38	1.0	0.38	1.0	0.38	0.6	0.23				
0.92	0.5	0.37	0.2	0.55	0.0	0.55				
0.256	0.8	0.102	0.6	0.15	0.6	0.15				
1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
1.4	0.3	0.42	0.3	0.42	0.0	0.0				
1.4	0.3	0.42	0.3	0.42	0.0	0.0				
1.4	0.3	0.42	0.3	0.42	0.0	0.0				
0.2	0.08	0.6	0.12	0.0	0.0					
2.1	0.3	0.72	0.3	0.72	0.0	0.0				
2.0	0.1	0.2	0.3	0.6	0.3	0.6				
14.556	4.007	4.765		3.405						
0.46	0.9	0.41	0.9	0.41	0.9	0.41				
0.58	0.9	0.56	0.9	0.56	0.9	0.56				
0.64	0.9	0.58	0.9	0.58	0.9	0.58				
0.46	0.9	0.41	0.9	0.61	0.9	0.61				
0.06	0.3	0.016	0.5	0.03	0.6	0.036				

ESTIMATED ELECTRICAL LOAD DATA										
LINE NO	CIRCUIT NO	450 V 60 Hz LOAD DESCRIPTION	UNIT G'TY	PAT'D LOAD HP	CONN LOAD KW	DOCK SIDE LOAD JF KW	CRUISING LOAD UF KW	BATTLE LOAD UF KW	REMARKS	
	P 401	GENERATOR NO.1								210 KW
	P 402	GENERATOR NO.2								210 KW
	P 401	POWER DIST PNL.[GENEM]		33.07	4.927	9.785	9.697			
	P 402	(DSL SPACE)		29.41	8.92	11.363	12.088			
	P 403	(DSL SPACE)		45.193	10.325	14.919	15.639			
	P 404	(DPA - PASS)		56.62	8.924	9.746	9.508			
	P 405	(FWALIN.SP)		55.54	0.616	0.672	0.746			
	P 406	SPARE								
	P 407	TRANSFORMER (50 KVA)			19.802	0.942	7.178	4.633		
	P 408	TRANSFORMER (22.5 KVA)			15.23	6.57	4.78	4.6		
	P 409	RADIO CONSO			10.44	0.1	1.044	1.044		
	P 410	TRANSFORMER (9 KVA)			1.91		0.028	0.227		1.05
	P 411	400HZ MG SET(EOCET)		10	8.67	0.2	1.69	0.5		4.22
	P 412	400HZ MG SET(WEAPON)		15	12.7	0.2	2.54	0.5		8.89
	P 413	POWER DIST. PNL.(EOCET)			20.95	0.45	1.67	1.62		7.62
	P 414	SHORE CANN. BOX								SERVICE RATED AT 100A
	P 415	STEERING GEAR PLMP	1	7.5	6.60	0.0	0.0	5.28	0.8	5.28
	P 416	SPARE								
	P 417	N0.1 PITCH. HYD. PUMP	1	20	16.9	0.0	0.0	8.45	0.9	15.21
	P 418	N0.2	1	20	16.9	0.0	0.0	8.45	0.9	15.21
	P 419	N0.3			20					
	P 420	N0.4			20					
	P 421	N0.1 FO PUMP		2.0	1.80	0.1	0.18	0.9	1.62	
	P 422	N0.2 FO PUMP		2.0	1.80	0.1	0.18	0.9	1.62	
	P 423	N0.1 FIRE PUMP		25	21.2	0.3	6.56	0.5	10.6	
	P 424	N0.2 FIRE PUMP		25	21.2	0.3	6.36	0.5	10.6	
	P 425	FIN STABILIZER PUMP		40	33.9	0.0	0.0	16.95	0.5	16.95
	P 426	REFRIGERATING CENTRAL			28.5	0.5	14.25	0.7	19.95	
	P 427	SPARE								
	P 428	SPARE								
		TOTAL			637.42	77.874	155.642	188.995		

1P401	40MM GUN MOUNT	1	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.4</
-------	----------------	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-------