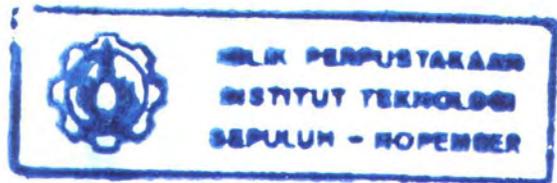


23.556/H/05



**TUGAS AKHIR**  
**LS 1336**

**ANALISA SISTEM KELISTRIKAN  
PADA KAPAL KAYU TRADISIONAL  
DI BATULICIN, KALIMANTAN SELATAN**



RSSP  
623.8503  
lkh  
a-1  
-----  
2005

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD IKHSAN**  
**NRP: 4202 109 603**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	29-7-2005
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	22222

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2005**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA SISTEM KELISTRIKAN  
PADA KAPAL KAYU TRADISIONAL  
DI BATULICIN, KALIMANTAN SELATAN**

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

**Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**



**Eddy Setyo K, ST. MSc.**  
**NIP. 132133978**

## **ABSTRAK**

*Batulicin adalah merupakan salah satu daerah yang terkenal dengan galangan kapal kayu tradisionalnya. Keahlian sebagian warga setempat dalam membuat kapal merupakan warisan turun temurun sehingga diperlukan suatu penelitian untuk mengetahui kesesuaian antara kapal buatan galangan tersebut dengan peraturan yang ada.*

*Salah satu yang kiranya sangat penting untuk dianalisa dan dikoreksi adalah sistem kelistrikan yang digunakan pada kapal – kapal tersebut, mengingat sistem kelistrikan merupakan bagian yang menentukan lancar tidaknya kapal dalam beroperas,i apalagi sejauh ini kapal-kapal yang dibuat di galangan Batulicin masih menerapkan pemasangan sistem kelistrikan seperti penggunaan di rumah ( sedrhana ).*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah Subhanallahu Ta'ala atas berkah dan rahmat-NYA yang telah dilimpahkan kepada saya, sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu persyaratan kelulusan di jurusan Teknik Sistem Perkapalan dengan harapan dapat menambah pengetahuan dan mengembangkan ilmu yang telah diperoleh selama di bangku perkuliahan.

Terima kasih saya haturkan kepada orang tua, kakak-kakak serta saudara-saudara saya tercinta yang tak henti-hentinya selalu memberikan dukungan dalam segala hal dan doanya sehingga saya mempunyai kekuatan, kemantapan dan ketabahan untuk lulus dari Teknik Sistem Perkapalan.

Dalam kesempatan ini pula, dengan kerendahan hati saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Suryo Widodo Aji, MSc. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Eddy Setyo K, ST. MSc. selaku dosen pembimbing saya yang selalu sabar bersedia memberikan pengarahan, masukan dan dorongannya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu.
3. Bapak Ir. Sardono S, MSc dan Ir. Soemartojo WA, selaku dosen yang selalu memberikan saran, nasehat dan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, saya mengucapkan banyak-banyak terima kasih.
4. Bapak Ir. Hari Prastowo, MSc, selaku dosen wali yang dengan sabar menjadi tempat konsultasi dari awal masuk sampai akhir perkuliahan.
5. Bapak-bapak dosen pengajar di jurusan Teknik Sistem Perkapalan, jasa-jasa bapak akan saya ingat selalu, dan saya coba kembangkan apa yang saya peroleh dari bapak-bapak sekalian.
6. Bapak H. Taheruddin sebagai pemilik galangan kapal kayu tradisional di Batulicin yang bersedia meluangkan waktu dan memberikan data-data yang saya butuhkan.

7. Bapak H. Farseni, Dhilan, dan ABK kapal-kapal yang telah bersedia mengijinkan saya mengambil foto di kapal-kapal mereka.
  8. Teman seperantauan, Azis dan Rijal yang bersedia menemani saya bolak-balik ke pelabuhan Kalimas, sehingga Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar dan sukses.
  9. Seseorang yang selalu di hati saya yang berada nun jauh di seberang sana, terima kasih untuk kesetiiaanya.
  10. Teman-teman kuliah satu angkatan yaitu Yogi *Brother*, Danar, Hadi, dan Heru, semoga kita bisa terus berguyon-guyon ria dan bersilaturahmi walaupun nanti kerjanya saling berjauhan.
  11. Yono teman berbagi saya dan selalu menyediakan lahan untuk main *PS Winning* terus semangat biar cepat lulus dan juga teman-teman satu kosnya yaitu: Herman, Gandring, Mansur, Yusep, Taufik, Virgo, Aa, Roni dan Aho, mari budayakan main bola, biar sehat jasmani dan rohani.
  12. Teman-teman satu jurusan tempat saya bertanya dan juga tidak henti-hentinya memberikan semangat dan dorongan serta doanya sehingga dapat menyelesaikan kuliah dan Tugas Akhir ini.
  13. Dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu saya ucapkan terima kasih
- Saya menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan bahkan mungkin kesalahan, maka segala saran dan kritik akan saya terima dengan lapang dada dan sebagai penulis saya mengucapkan banyak terima kasih.

Surabaya, 24 Juli 2005

Penulis

# DAFTAR ISI

Abstrak

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Tabel

Daftar Gambar

## **BAB I PENDAHULUAN.....I - 1**

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

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

1.3. Tujuan.....I - 3

1.4. Manfaat Tugas Akhir..... I - 3

1.5. Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....I - 4

## **BAB II DASAR TEORI.....II - 1**

2.1. Konversi Energi Elektromagnetik .....II - 1

2.2. Teori Kelistrikan .....II - 2

2.3. Listrik Kapal .....II - 11

- 1. Umum .....II - 11

- 2. Switch Board di Kapal.....II - 14

\* 2.A. Tipe Switch Board.....II - 15

\* 2.B. Susunan Switch Board.....II - 16

\* 2.C. Penerapan Switch Board.....II - 16

* 2.D. Emergency Switch Board.....	II - 17
- 3. Kabel Listrik di Kapal.....	II – 18
* 3.A. Kondisi pada daerah terbuka dan daerah tertutup..	II - 19
* 3.B. Kondisi yang berkaitan dengan temperatur.....	II – 21
* 3.C. Kondisi pada lingkungan korosif dan elektrolit...	II – 23
* 3.D. Kondisi pada daerah uap air, asam, dan minyak..	II - 24

**BAB III METODOLOGI.....III -1**

3.1. Umum .....	III - 1
3.2. Pengumpulan Data .....	III – 2
3.3 Analisa Data.....	III – 2
3.4. Desain Alternatif.....	III – 2
3.5. Kesimpulan dan Saran.....	III – 2

**BAB IV ANALISA PEMBAHASAN.....IV -1**

IV.1. Kondisi Lapangan .....	IV - 1
1). KM. MARABATUAN .....	IV – 1
2). KM. BUNGA SAUDARAKU.....	IV – 12
3). KM. HARAPAN USAHA.....	IV – 21
4). KM. NUR HASNA.....	IV – 32
5). KM HARTINI.....	IV – 41

**BAB V PERENCANAAN DESAIN ALTERNATIF..... V - 1**

5.1. Umum..... V - 1

**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....VI -1**

6.1. Kesimpulan .....VI - 1

4.2. Saran.....VI - 2

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



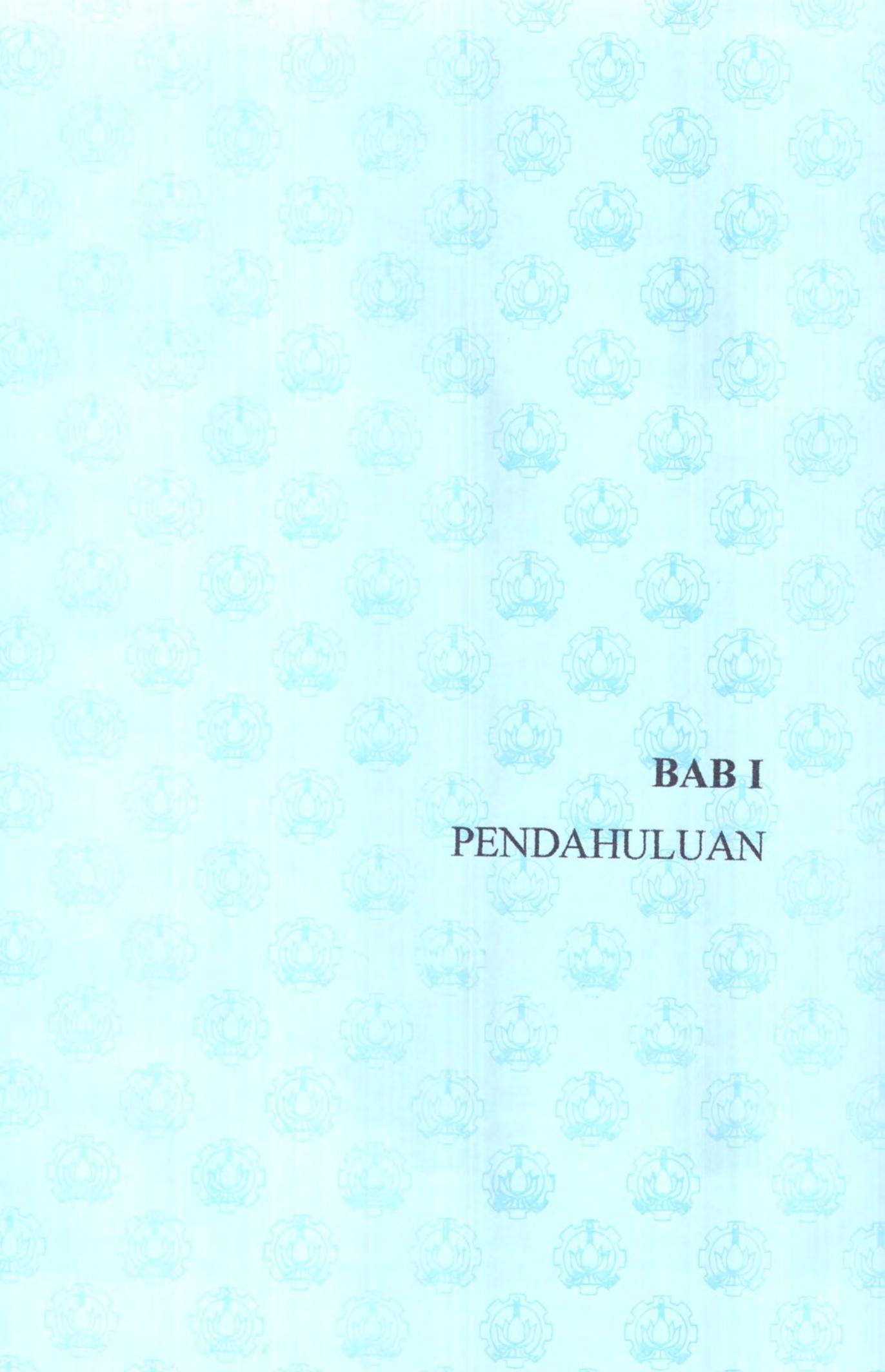
## DAFTAR TABEL

Tabel Kondisi Lingkungan Kapal yang Menyebabkan Resiko Kerusakan Kabel.....	II-21
Tabel Pengaruh Kondisi Lingkungan Buruk Terhadap Kabel.....	II-22
Tabel Komposisi Kandungan Garam Air Laut.....	II-23
Tabel Standar IEC 529 Terhadap Alat-Alat Penerangan.....	IV-11
Tabel Standar IEC 529 Terhadap Alat-Alat Penerangan.....	IV-20
Tabel Standar IEC 529 Terhadap Alat-Alat Penerangan.....	IV-31
Tabel Standar IEC 529 Terhadap Alat-Alat Penerangan.....	IV-40
Tabel Standar IEC 529 Terhadap Alat-Alat Penerangan.....	IV-49
Tabel Perhitungan Penerangan Navigation Deck KM. MARABATUAN.....	V-6
Tabel Perhitungan Penerangan Main Deck KM. MARABATUAN.....	V-7
Tabel Perhitungan Penerangan Engine Room KM. MARABATUAN.....	V-8

## DAFTAR GAMBAR

Gbr 4.1.	Kapal KM. MARABATUAN.....	IV-1
Gbr 4.2.	Ruang Navigasi dan Ruang Penumpang.....	IV-2
Gbr 4.3.	Generator KM. MARABATUAN.....	IV-3
Gbr 4.4.	Diesel untuk Generator.....	IV-5
Gbr 4.5.	Instalasi Kabel di Kamar Mesin.....	IV-6
Gbr 4.6.	Percabangan Instalasi Kabel.....	IV-7
Gbr 4.7.	Gambar Lampu Penerangan.....	IV-9
Gbr 4.8.	Stop Kontak dan Sakelar KM. MARABATUAN.....	IV-12
Gbr 4.9.	Kapal KM. BUNGA SAUDARAKU.....	IV-12
Gbr 4.10.	Generator KM. BUNGA SAUDARAKU.....	IV-13
Gbr 4.11.	Circuit Braker KM. BUNGA SAYDARAKU.....	IV-14
Gbr 4.12.	Lampu-Lampu dan Instalasi Kabel KM. BUNGA SAYDARAKU...IV-16	
Gbr 4.13.	Pompa Pendingin pada KM. BUNGA SAYDARAKU.....	IV-21
Gbr 4.14.	Kapal KM. HARAPAN USAHA.....	IV-21
Gbr 4.15.	Generator KM. HARAPAN USAHA.....	IV-22
Gbr 4.16.1-3.	Instalasi Kabel KM. HARAPAN USAHA.....	IV-26
Gbr 4.17.	Stop Kontak dan Sakelar pada KM. HARAPAN USAHA.....	IV-28
Gbr 4.18.1-3.	Lampu-Lampu pada KM. HARAPAN USAHA.....	IV-29
Gbr 4.19.	Kapal KM. NUR HASNA.....	IV-32
Gbr 4.20.	Generator KM. NUR HASNA.....	IV-33
Gbr 4.21.	Circuit Braker KM. NUR HASNA.....	IV-33
Gbr 4.22.1-2.	Instalasi Kabel dan Stop Kontak pada KM. NUR HASNA.....	IV-36

Gbr 4.23. Lampu pada Kapal KM. NUR HASNA.....	IV-38
Gbr 4.24. Kapal KM. HARTINI.....	IV-41
Gbr 4.25 Generator KM. HARTINI.....	IV-42
Gbr 4.26.1-5. Lampu-Lampu pada KM. HARTINI.....	IV-47
Gbr 4.27. Stop Kontak dan Sakelar KM. HARTINI.....	IV-47



**BAB I**  
**PENDAHULUAN**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Kapal kayu adalah jenis kapal yang pertama yang dibangun manusia, bentuknya pun bermacam-macam, tergantung dari daerah yang membuatnya. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki berbagai macam tipe kapal kayu tradisional, salah satu yang terkenal adalah kapal Pinisi.

Batulicin yang terletak di kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan adalah salah satu daerah yang memiliki banyak galangan kapal kayu tradisional dengan jenis Pinisi tersebut.

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan maka segala sesuatu yang berhubungan penerapan desain dan perencanaan pembangunan kapal harus dibuat senyaman, seindah dan seaman mungkin. Sehingga munculah aturan-aturan yang mengatur dan mengawasi pembangunan kapal tersebut dari lembaga-lembaga resmi yang diakui secara internasional. Di Indonesia lembaga yang mengawasi dan mengontrol tentang dunia perkapalan dikenal dengan Biro Klasifikasi Indonesia ( BKI ). Salah satu yang diatur BKI adalah perencanaan dan pemasangan sistem kelistrikan yang berperan penting dalam pengoperasian peralatan bantu, penerangan dan komunikasi di kapal.

Untuk kapal-kapal tradisional di bawah 300 GT biasanya terdapat dua sistem pembangkit daya listrik yaitu generator sebagai penyuplai motor yang menggunakan listrik dan battery untuk peralatan elektronik dan alat-alat komunikasi.



Kapal kayu tradisional buatan galangan kapal di Batulicin sejauh ini dalam pembangunannya masih sangat sederhana dan tradisional serta bersandar pada keahlian yang diperoleh secara turun-temurun dari nenek moyang mereka.

Demikian juga dalam perencanaan dan pemasangan sistem kelistrikannya juga masih menerapkan penggunaan sistem kelistrikan untuk di darat (sederhana), padahal dalam kenyataannya kondisi di darat dan di kapal sangatlah berbeda, sehingga dirasa perlu untuk menganalisa dan mengoreksi sistem kelistrikan pada kapal kayu tradisional yang dibangun di Batulicin.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Permasalahan :

Sejauh ini perencanaan dan pemasangan sistem kelistrikan pada kapal kayu tradisional di Batulicin masih berdasarkan pada sistem kelistrikan di darat, padahal kondisi di kapal dan kondisi di darat sangatlah berbeda. Kondisi lingkungan di kapal selain bertemperatur lebih tinggi, sering terjadi getaran dan gerakan, juga bersifat korosif. Apabila peralatan-peralatan listrik yang digunakan seperti di darat maka akan sangat berbahaya dari segi faktor keamanan dan kelangsungan sistem kelistrikan di kapal sehingga akan mempengaruhi operasional kapal.

Oleh karena itu perlu adanya pengkajian tentang sistem instalasi listrik yang terpasang pada kapal-kapal kayu tradisional yang dibangun pada galangan kapal di Batulicin yang berdasarkan pada aturan-aturan klasifikasi.



Batasan masalah :

- Analisa tidak membahas masalah paralel generator dan distribusi tenaga
- Kapal yang diamati adalah kapal-kapal kayu tradisional buatan Batulicin
- Acuan yang diambil dalam analisa adalah teori umum listrik dan aturan umum untuk listrik kapal
- Tidak membahas aspek ekonomis

### **1.3 TUJUAN**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah

- Melakukan koreksi instalasi listrik pada kapal kayu tradisional di Batulicin.
- Merencanakan sebuah sistem kelistrikan pada kapal kayu tradisional sesuai dengan standar yang ada di dunia perkapalan.

### **1.4 MANFAAT TUGAS AKHIR**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- Industri galangan kapal kayu tradisional dapat mengetahui tentang standarisasi perancangan instalasi listrik yang benar.
- Meningkatkan faktor keamanan dari sistem kelistrikan pada kapal kayu tradisional di Batulicin.
- Menjadi pertimbangan dalam perencanaan dan pemasangan listrik kapal kayu di Indonesia
- Membantu mahasiswa dalam usaha mengaplikasikan keilmuan yang diperoleh saat kuliah pada kondisi lapangan yang sebenarnya.



## 1.5 SISTIMATIKA PENULISAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini terdiri dari :

Lembar judul

Lembar pengesahan

Abstrak

Kata pengantar

Daftar isi

Daftar tabel

Daftar gambar



### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang penulisan tugas akhir, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan pengerjaan tugas akhir dan metodologi .

### BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini akan di bahas mengenai tinjauan pustaka atau teori – teori yang dipakai didalam melakukan perhitungan maupun dalam penyelesaian permasalahan.

### BAB III METODOLOGI PENULISAN

Pada bab ini dibahas tentang metode yang digunakan dan tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan.

### BAB IV DATA – DATA DAN ANALISA

Pada bab ini di paparkan data – data sistem kelistrikan pada kapal kayu tradisional di Batulicin kemudian dilakukan analisa berdasarkan ketentuan di dunia perkapalan



## BAB V PERENCANAAN DESAIN ALTERNATIF

Dalam bab ini akan direncanakan desain alternatif yang sesuai dengan kondisi di kapal yang bersandar pada ketentuan yang ada di dunia perkapalan.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan kesimpulan dari analisa tersebut beserta saran yang sesuai dengan analisa tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



**BAB II**  
**DASAR TEORI**



## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Konversi Energi Elektromagnetik

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

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



Skema 1. skema proses perubahan energi

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



Energi mekanik (input) = Energi listrik (output) + energi yang dirubah menjadi panas + Energi tersimpan pada medan magnet

## 2.2. Teori Kelistrikan

### A. Arus listrik

Arus listrik mengalir pada konduktor disebabkan adanya muatan bebas, sedang gerakan muatan bebas timbul karena adanya gaya dari medan listrik. Arus searah (DC) terjadi akibat gerakan muatan tersebut searah sedangkan arus bolak-balik (AC) terjadi bila arah muatannya bolak-balik secara periodik.

Arus didefinisikan sebagai perpindahan rata-rata dari muatan yang melewati suatu penampang tiap satuan waktu dan dapat ditulis dalam bentuk persamaan:

$$i = \frac{dQ}{dt}$$

dimana :  $i$  = arus sesaat (Ampere)

$dQ$  = jumlah muatan yang lewat (Coulumb)

$dt$  = selang waktu (detik)

### B. Drop Tegangan ( Voltage Drop )

Dalam suatu instalasi listrik terdapat adanya drop tegangan yang disebabkan oleh adanya :

- kabel yang terlalu kecil untuk daya yang terpasang
- sirkuit yang panjang
- hubungan pada terminal yang kurang baik



- d. konduktor yang dioperasikan pada temperatur yang tinggi yang mempunyai tahanan yang lebih tinggi dioperasikan pada temperatur yang tidak sesuai (rendah).

Akibat adanya drop tegangan dapat menyebabkan diantaranya :

- lampu-lampu bersinar redup
- gambar televisi “ shrink”
- motor bekerja terlalu panas
- pemanas listrik tidak dapat menghasilkan panas yang sesuai

Besarnya drop tegangan dirumuskan :

$$Vd = Vf \times V$$

dimana :  $Vd$  = besarnya drop tegangan ( Volt )

$Vf$  = faktor drop tegangan ( % )

$V$  = besarnya tegangan ( Volt )

Faktor drop tegangan untuk instalasi penerangan maksimum 2 % dan untuk instalasi tenaga ( power ) maksimum 5 %.

### C. Dimensi Kabel

Besarnya arus beban yang disalurkan mempengaruhi pemilihan jenis kabel yang akan digunakan, sehingga amatlah perlu perhitungan besarnya penampang konduktor yang akan digunakan.

Besarnya konduktor tergantung dari beberapa faktor yang dituliskan dengan persamaan:

$$A = \frac{1,73 \times L \times I \times Pf}{\lambda \times Vd}$$



dimana :

$A$  = luas penampang konduktor ( mm<sup>2</sup> )

$L$  = panjang saluran konduktor ( m )

$I$  = arus konduktor ( Ampere )

$P_f$  = power faktor dari peralatan

$\lambda$  = kemampuan hantar dari bahan

$V_d$  = drop tegangan ( Volt )

Sedangkan losses yang terjadi pada kabel dirumuskan dengan:

$$P_e = \frac{(\pi \times t \times f \times B_{\max})^2}{6 \times \rho \times 10^{16}}$$

dimana:

$P_e$  = losses pada kabel tembaga ( watt / cu.cm )

$t$  = tebal ( cm )

$f$  = frekuensi ( cycle perdetik )

$B_{\max}$  = flux density maksimal ( 1/cm<sup>2</sup> )

$\rho$  = hambatan jenis ( ohm. cm )

#### D. Transformator

Transformator berguna untuk mengubah tegangan pada jaringan listrik sehingga sesuai dengan yang diperlukan untuk peralatan-peralatan listrik yang memiliki tegangan supply yang berbeda-beda seperti pompa, motor, switchgear,, penerangan, alat pendeteksi bahaya, dan lain-lainnya. Transformator memiliki sisi tegangan primer dan sisi tegangan sekunder. Tegangan pada kedua sisi tersebut tergantung pada jumlah belitan kawat pada transformator.

Ada dua macam transformator, yaitu:



### 1. Transformator Daya

transformator daya pada tegangan tinggi sekali (EHV) umumnya merupakan trafo daya dengan minyak (oil immersed) dan kebanyakan merupakan 3 buah transformator 1 fasa karena sukarnya pengangkutan, walaupun sebenarnya 1 buah transformator tiga fasa lebih baik dan menguntungkan daripada 3 buah transformator satu fasa yaitu berat keseluruhannya lebih ringan, harga lebih murah, memerlukan ruang dan pondasi yang lebih sedikit.

### 2. Transformator Ukur

transformator ukur diperlukan untuk menurunkan besaran ukur pada sisi tegangan primer menjadi harga yang lebih rendah pada sisi tegangan sekunder sehingga dapat dipergunakan untuk pengukuran dan rele pengaman.

Ada 2 transformator ukur, yaitu:

#### 1. Transformator Arus (CT)

Sisi primer trafo dipasang seri dengan jaringan dan sisi sekunder dipasang dengan instrument pengukur dan rele pengaman. Arus nominal dari arus sekunder trafo dirancang untuk standar arus 1 ampere. Arus primer dari trafo arus adalah arus nominal dari jaringan.

#### 2. Transformator Tegangan (PT)

Sisi primer trafo tegangan dipasang paralel pada jaringan dan sisi sekunder dipasang parallel dengan instrument pengukur dan rele pengaman.

### **E. Circuit Breaker (Pemutus Tenaga)**

Circuit breaker adalah suatu peralatan listrik yang dapat menghubungkan atau memutuskan rangkaian listrik dalam keadaan normal dan tidak normal yang dilengkapi dengan alat pemadam busur api.



Jenis-jenis circuit breaker antara lain:

1. Air break circuit breaker

Pemutus daya ini menggunakan udara biasa sebagai pemadam bunga api dan didesain untuk tegangan yang tidak lebih dari 1 kV.

2. Bulk oil circuit breaker

Disini minyak digunakan sebagai pemadam bunga api. Berdasarkan banyaknya minyak yang dipakai, pemutus tenaga ini terutama dibuat untuk tegangan sampai 275-345 kV. Kontak-kontaknya semua tercelup minyak.

3. Minimum circuit breaker

Pemutus tenaga jenis ini dibuat untuk tegangan sampai 420 kV.

4. Air blast circuit breaker

Pemutus jenis ini dibuat untuk tegangan 33 kV sampai tegangan tinggi sekali (EHV). Jenis ini banyak digunakan untuk penutupan kembali dengan cepat (high speed reclosing) pada EHV

5. SF6 ( Sulfhur hexafluoride ) circuit breaker

Pemutus bunga api dilakukan dengan menggunakan gas SF6 ( Sulfhur hexafluoride )

6. Vacuum circuit breaker

Pemutus daya ini menggunakan udara hampa (vakum) sebagai isolasinya. Kontak dibuka dan ditutup dari luar ruangan yang berisi udara hampa. Pemutus jenis ini digunakan hanya untuk tegangan kurang dari 33 kV.



## **F. Relay**

Relay atau pengaman digunakan untuk mencegah atau membatasi kerusakan jaringan listrik terhadap gangguan hubungan singkat dan untuk membatasi daerah yang terganggu sekecil mungkin sehingga pelayanan terhadap beban dapat tetap berlangsung.

Jenis dan fungsi relay antara lain:

a. Relay arus lebih (OCR)

Berfungsi sebagai pengaman utama pada jaringan terhadap gangguan singkat antar fasa.

b. Relay gangguan tanah

Relay ini berfungsi untuk mengamankan jaringan terhadap gangguan tanah.. system pentanahan langsung dan melalui tahanan rendah rele arus lebih dapat digunakan sebagai pengamanan gangguan tanah.

c. Relay frekuensi kurang (Under frequency relay)

Berfungsi untuk melepas jaringan listrik bila terjadi penurunan frekuensi system (pelepasan beban)

d. Relay penutup balik (Recloser)

Relay ini berfungsi menetralkan kembali jaringan listrik dari gangguan yang temporer atau sementara. Jadi relay ini untuk meningkatkan keandalan pelayanan system distribusi.

## **G. Busbar**

Busbar adalah konduktor berkapasitas besar yang berfungsi untuk terminal penampungan arus yang masuk dan keluar melalui saluran masuk dan kirim digardu induk atau substation.



Busbar biasanya terdiri dari :

- konduktor penampang serat padat
- konduktor penampang koaksial

Busbar biasanya terdiri dari 1 rel daya atau 2 rel daya, tergantung dari system keandalan yang diinginkan pada gardu induk atau substation. Dari segi keandalan biasanya menggunakan 2 rel daya yang salah satunya dapat berfungsi sebagai cadangan.

#### **H. Isolator**

Umumnya terbuat dari porselen atau kaca yang berfungsi sebagai isolasi tegangan listrik antara peralatan yang bertegangan dengan peralatan yang tidak bertegangan. Pada isolator umumnya dilengkapi alat bantu penting, yaitu:

- a. Tanduk busur ( arcing horn), yang berfungsi untuk melindungi isolator pada peristiwa flashover di isolasi-isolasi tersebut.
- b. Cincin perisai (grading ring), yang berfungsi untuk meratakan distribusi medan listrik dan distribusi tegangan yang terjadi pada isolator.

Untuk memudahkan bahan-bahan isolasi digolongkan dalam kelas-kelas yang sesuai dengan sifat bahan dan suhu kerjanya. Mengenai rincian dari kelas-kelas ini dapat dilihat pada IEC publication no. 85 namun untuk memudahkan sebagian akan diuraikan di bawah ini :

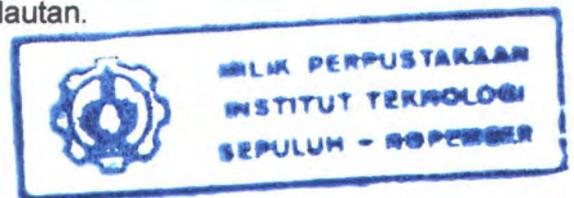
- a. Isolasi kelas Y terdiri dari bahan-bahan seperti katun, sutera dan kertas tanpa impregnasi. Bahan-bahan lain dapat termasuk dalam kelas ini bila melalui pengalaman terlihat mampu untuk dioperasikan pada suhu kelas Y.



- b. Isolasi kelas A terdiri dari bahan-bahan seperti katun, sutera dan kertas yang dicelup ke dalam cairan dielektris seperti minyak.
- c. Isolasi kelas E terdiri dari bahan-bahan atau gabungan bahan-bahan yang melalui pengalaman pengujian terlihat mampu untuk dioperasikan pada kelas E ( bahan yang memiliki derajat kestabilan thermis untuk dioperasikan pada suhu 15°C (diatas bahan kelas A).
- d. Isolasi kelas B terdiri dari bahan-bahan atau gabungan bahan-bahan seperti mika, serat kaca, asbes, dan sebagainya dengan impregnasi atau pelapis yang sesuai. Bahan-bahan atau gabungan bahan-bahan lain tak harus anorganik, dapat termasuk dalam kelas ini bila setelah melalui pengalaman atau pengujian terlihat mampu untuk dioperasikan pada suhu kelas B.
- e. Isolasi kelas F terdiri dari bahan-bahan atau gabungan bahan-bahan seperti mika, serat kaca, asbes, dan lain sebagainya dengan impregnasi atau pelapis yang sesuai. Bahan-bahan atau gabungan bahan-bahan lain, tak harus an organic, dapat termasuk dalam kelas ini bila setelah melalui pengalaman atau pengujian terlihat mampu untuk dioperasikan pada suhu kelas F (bahan yang memiliki derajat kestabilan thermis untuk dioperasikan pada suhu 25° (diatas bahan kelas B).
- f. Isolasi kelas C terdiri dari bahan-bahan atau gabungan bahan-bahan seperti mika, porselen, kaca quartz dan asbes dengan atau tanpa pengikat an organic. Bahan-bahan lain dapat termasuk dalam kelas ini setelah melalui pengalaman atau pengujian terlihat mampu untuk dioperasikan pada suhu kelas C.



Tampak bahwa kelas E ada diantara kelas A dan B kelas F meliputi bahan-bahan kelas B dengan pengikat yang dapat meningkatkan kemampuannya sampai 250C. Ketahanan dari isolasi ini dipengaruhi oleh banyak factor seperti suhu, stress mekanis dan elektris, getaran, kelembapan dan debu. Kebanyakan perlengkapan kelautan telah diisolasi dengan bahan-bahan kelas A dan sedikit kelas B. Namun kelas E akan lebih banyak dipakai pada masa mendatang. Kelas Y yang tidak dimpregnasikan bersifat higroskopis (menyerap air), sehingga tidak cocok untuk kondisi kelautan.



### I. Pemisah (PMS)

Pemisah adalah alat yang digunakan untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan listrik sudah bebas dari tegangan kerja. Oleh karena itu pemisah tidak diperbolehkan untuk dimasukkan atau dikeluarkan pada rangkaian listrik dalam keadaan terbeban. Untuk tujuan tertentu pemisah penghantar atau kabel dilengkapi dengan pemisah tanah (pisau pentanahan / earthing blade). Umumnya antara pemisah penghantar atau kabel dalam pemisah tanah terdapat alat yang disebut interlock, yang memungkinkan kesalahan operasi dapat dihindarkan.

Macam-macam pemisah antara lain :

#### a. Pemisah Tanah (Pisau Pentanahan)

Berfungsi untuk mengamankan peralatan dari sisa tegangan yang timbul sesudah jaringan diputuskan atau induksi tegangan dari penghantar atau kabel lainnya. Ini dimaksudkan untuk keamanan bagi orang yang bekerja pada peralatan instalasi.



#### b. Pemisah Peralatan

Berfungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan lainnya atau instalasi yang bertegangan pemisah ini harus dimasukkan atau dibuka dalam keadaan tanpa beban.

### **J. Sistem Pentanahan Titik Netral**

Pentanahan titik netral suatu system dapat melalui kumparan Petersen tahanan (resistor), reaktor atau langsung (solidly) yang berfungsi untuk menyalurkan arus gangguan phase ke tanah pada sistem. Arus yang melalui pentanahan merupakan besaran ukur untuk alat proteksi. Pada transformator yang sisi primernya ditanahkan dan sekundernya juga ditanahkan, maka gangguan phase ke tanah di sisi primer selalu dirasakan pada sisi sekunder dan sebaliknya.

## **2.3. Listrik Kapal**

### **1. Umum**

Kebutuhan listrik di kapal telah disediakan oleh generator dan besarnya daya yang tersedia sangatlah tergantung pada operasional kapal tersebut. Pemilihan generator merupakan pengkhususan dari idealisasi sistem, dalam hal ini berperan untuk perencanaan karena menyangkut masalah tekno-ekonomis. Adapun persyaratan atau peraturan umum listrik kapal :

#### 1. Supply listrik untuk keperluan kapal



Sistem grounded netral pada badan kapal tidak boleh kecuali :

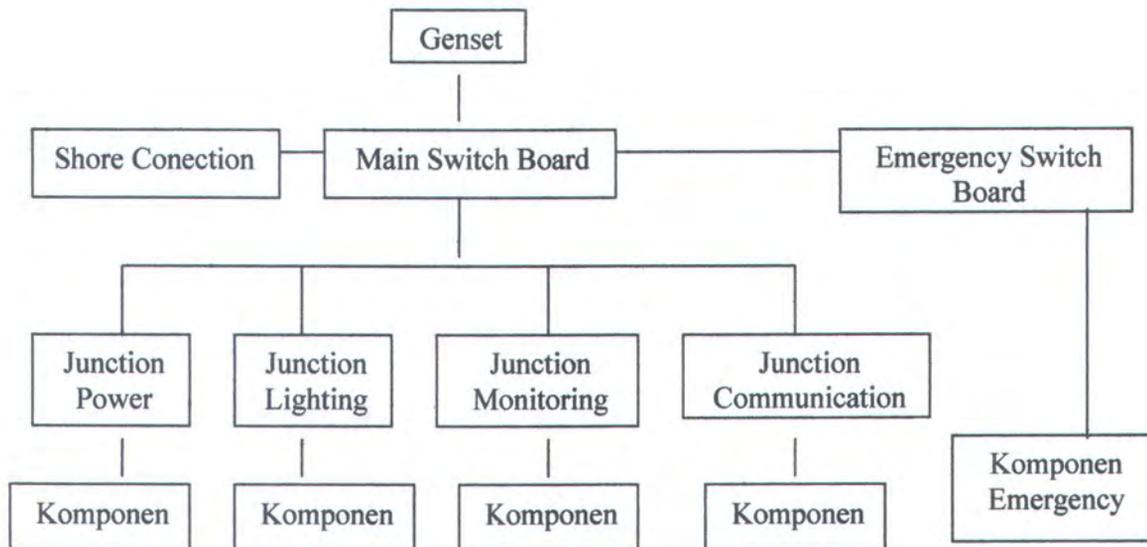
- zinc anode protection system atau arus katode pelindung bagian luar badan kapal
- sistem terbatas atau local ground seperti sistem start dan penyalaan pada motor bakar dalam
- alat pengukur monitor insulator, untuk arus-arus yang tersirkulasi tidak lebih 30 mA pada kondisi terburuk
- pembumian netral tegangan tinggi harus menghindari daerah-daerah berbahaya yang terdefinisi dalam persyaratan

## 2. Power suply dan distribusi

- generator, switch board dan battery harus dipisahkan letaknya dari tanki bahan bakar, minyak, dan kamar pompa dengan suatu cofferdam atau dengan jarak yang cukup
- kabel yang mungkin terbuka terhadap uap dan gas harus dilindungi dengan insulator yang sesuai, yang mengurangi kemungkinan terkorosi

Beberapa persyaratan yang dibentuk untuk instalasi kabel di kapal dibuat berdasarkan posisi dimana kabel-kabel akan ditempatkan, disesuaikan dengan struktur kapal sehingga pemasangan dan plat penyangga terhindar dari kemungkinan strain (regangan).

Tahapan-tahapan jalur sistem kelistrikan di kapal dapat dilihat pada skema di bawah ini :



Skema Sistem Kelistrikan Kapal

Tahapan sistem kelistrikan untuk kapal dimulai dari genset yang merupakan generator dengan penggeraknya yang berfungsi sebagai pembangkit tenaga listrik yang mensuplay semua kebutuhan tenaga listrik di kapal. Kemudian arus yang dihasilkan dari genset disalurkan menuju ke main switch board (panel penghubung utama) yang merupakan suatu panel utama yang menggabungkan tenaga listrik dari beberapa genset yang ada untuk didistribusikan keseluruh junction yang kemudian diteruskan ke komponen masing-masing junction. Junction power adalah suatu terminal dari beberapa peralatan yang ada di kapal yang membutuhkan tenaga listrik tiga phase. Junction lighting adalah suatu terminal untuk mensuplay daya listrik yang akan digunakan sebagai alat penerangan (lampu) di kapal. Junction communication adalah suatu terminal untuk mensuplay daya listrik yang digunakan sebagai alat komunikasi di kapal. Sedangkan junction monitoring adalah terminal yang mensuplay daya listrik yang akan digunakan sebagai alat monitoring.



Selain menggunakan genset, kapal dapat menggunakan tenaga listrik dari darat melalui fasilitas shore connection yang biasanya digunakan pada saat kapal dalam keadaan docking. Jika genset tidak aktif maka kebutuhan tenaga listrik di kapal akan disuplay oleh sumber tenaga listrik darurat (Emergency Power Source) biasanya dalam bentuk battery. Karena bersifat darurat maka hanya peralatan tertentu dan sangat penting yang disuplay oleh sumber tenaga listrik darurat tersebut misalnya lampu gangway, lampu navigasi, lampu tangga dan lain-lain. Emergency power source akan tersimpan secara otomatis melalui emergency switch board jika semua genset tidak aktif.

## **2. Switch Board di Kapal**

Daya listrik dari generator setelah melalui peralatan proteksi di alirkan melalui kabel transmisi menuju busbar yang merupakan terminal switch board, berikut ini beberapa pertimbangan dalam pemasangan switch board di kapal :

1. Switch board harus diletakkan di daerah yang kering
2. Peletakannya harus memperimbangkan gambar struktur badan kapal dan susunan permesinan untuk menjamin bahwa instalasi tidak akan saling berpengaruh dengan girder, beam, bulkhead, stiffener dan konstruksi lainnya.
3. Ruang kerja di depan dan di belakang switch board minimum 36 inchi.

Peletakan switch board haruslah sedekat mungkin ke generator agar kabel tranmisi daya terpakai sependek mungkin, sehingga rugi transmisi menjadi kecil.

Adapun beberapa ketentuan tambahan :

- Pipa uap, air atau minyak tidak boleh berlokasi di dekat switch board.



- Switch board dan komponen-komponen bagian dalamnya harus mempunyai ketahanan terhadap getaran, mampu beroperasi dengan sempurna meskipun kapal miring  $30^\circ$ , dalam hal ini pemasangan busbar harus dilakukan dengan pengikatan yang baik.
- Ventilasi udara tidak boleh menyembur langsung ke arah switch board.
- Bagian atas switch board harus diberi lapisan ( shield ) pelindung.
- Bagaian depan panel switch board dilengkapi dengan pegangan pembuka (handle) yang terbuat dari bahan isolator agar mudah dalam penginspeksian kebagian dalam switch board.
- Ruang kerja di bagian depan dan belakang switch board harus diberi alas dari bahan isolator sepanjang switch board dengan tujuan agar operator aman dari listrik atau terpeleset.

## 2.A Tipe switch board

Switch board memiliki dua tipe yaitu:

### 1. Dead Front

Tipe ini digunakan untuk:

- a. AC, dengan ketentuan tegangan antar phase atau antar phase ke netral lebih besar dari 55 Volt.
- b. DC, dengan ketentuan tegangan antar kutub atau kutub ke ground lebih besar dari 250 Volt.

Pada tipe ini semua bagian bertegangan terletak di bagian dalam switch board, sehingga keamanannya menjadi lebih baik, sehingga tipe ini banyak digunakan pada daya-daya besar dan sering ditemukan di kapal-kapal besar.



## 2. Live Front

Tipe ini meletakkan fuse, circuit breaker dan peralatan lainnya dipermukaan, hal ini memang membuat kemudahan dalam pembongkaran pada saat pemeliharaan atau penggantian fuse, tetapi kurang memenuhi persyaratan keamanan. Tipe ini banyak ditemukan pada kapal-kapal kecil.

### **2.B. Susunan Switch Board**

Dalam praktek, susunan bertujuan untuk menyediakan panel yang mengontrol setiap generator, dan beberapa panel tambahan lainnya untuk mengatur circuit breaker dan saklar pembagi daya. Untuk switch board yang berukuran kecil dan menengah, maka panel generator dapat dibuat pada sisi paling pinggir. Sedangkan untuk switch board yang berukuran besar dengan pertimbangan penghematan busbar maka peletakan panel generator adalah ditengah, dengan kabel transmisi mengarah kedua sisinya (kanan-kiri) dengan pembagian beban kerja dengan seimbang, sehingga dengan susunan seperti ini tidak ada bagian busbar yang menerima lebih dari setengah beban kerja total.

### **2.C. Penerapan Switch Board**

Switch board digunakan untuk distribusi daya, main switch board digunakan untuk mengatur, melindungi dan melakukan kerja paralel antara generator di kapal. Di kapal biasanya hanya terdapat satu buah MSB, tetapi untuk kapal-kapal besar atau khusus terdapat dua atau lebih MSB, yang diselubung melalui busbar-busbarnya. Pemasangannya tergantung dari jumlah dan lokasi generator utamanya. Hubungan supply listrik dari luar kapal (saat kapal berlabuh)



disediakan melalui shore power circuit breaker (sebagai proteksi circuit daya di kapal) yang terletak pada MSB. Generator dihubungkan ke switch bord melalui generator panel sedangkan panel distribusi daya digunakan untuk mengatur pembagian daya ke seluruh bagian kapal dalam hal ini bukan langsung ke titik-titik yang membutuhkan sistematika identifikasi bagian keperluan perbaikan.

## **2.D. Emergency Switch Board**

Emergency switch board berfungsi untuk melindungi dan mengawasi generator emergency dan daya listrik darurat untuk penerangan dan sistem telekomunikasi. Di kapal umumnya hanya terdapat satu emergency switch board, kecuali pada kapal penumpang yang biasanya memiliki 2 buah. Tegangan yang diatur dari emergency switch board yang melalui panel distribusi adalah 24 V DC, 120 V AC atau 450 V Ac yang jumlah terminalnya sesuai dengan kebutuhan, serta beberapa terminal tambahan yang sewaktu-waktu dapat digunakan. Alat – alat yang digunakan pada emergency switch board sama seperti pada MSB, namun ada beberapa tambahan diantaranya:

- Lampu indikator (warna putih) yang menunjukkan bahwa beban listrik dalam keadaan normal
- lampu indikator (warna putih) yang menunjukkan bahwa seluruh peralatan dalam keadaan siap beroperasi secara otomatis
- Circuit breaker
- Saklar feed back

Selain pada kondisi darurat, emergency switch board dipakai juga untuk sumber daya listrik tambahan bagi beberapa sistem dalam kapal. Daya



listriknya di supply dari MSB melalui alat pemindah busbar, yang diproteksi dengan dua buah circuit breaker yaitu generator emergency switch breaker dan busbar switch breaker.

Panel – panel pada emergency switch board mengatur beberapa kebutuhan tertentu dalam kondisi darurat ataupun jika supply utama mengalami gangguan. Selain itu sebagian daya ( dari battery emergency / 24 DC ) digunakan juga untuk keperluan navigasi dan telekomunikasi.

### 3. Kabel Listrik di Kapal .

Kabel merupakan suatu peralatan yang berguna sebagai jalur untuk membawa aliran listrik dari satu tempat ke tempat lain. Kabel listrik yang digunakan di kapal harus mempunyai sertifikat uji jenis dari klas sebagai pengawasan dari standarisasi dari keamanan yang ada sehingga dapat meminimalisasi gangguan atau kerusakan pada kabel akan beraikbat buruk terhadap jaringan listrik dimana peralatan dan perlengkapan menjadi tidak atau kurang berfungsi dengan baik.

Kabel instalasi listrik di kapal sesuai dengan aturan BKI meliputi :

- kabel daya ( *power cables* )
- kabel penerangan ( *lighting cables* )
- kabel komunikasi ( *communicating cables* )

Persyaratan umum kabel yang akan digunakan pada instalasi listrik yaitu :

- kekuatan mekanis ( *mechanical strength* )
- ketahanan terhadap minyak ( *oil resistance* )
- ketahanan terhadap panas ( *heat resitance* )



- fleksibilitas ( *flexibility* )
- kemampuan memadamkan sendiri ( *flame retardancy* )

Persyaratan tambahan pada kabel yang digunakan di kapal sangat dipengaruhi karena kondisi di kapal yaitu :

### **3.A. Kondisi pada daerah terbuka dan daerah tertutup**

Daerah terbuka pada kapal ialah bagian kapal yang terjadi kontak langsung dengan atmosfer laut, misalnya geladak terbuka, forecastle dan upper deck. Selain itu kompartemen-kompartemen yang terhubung langsung dengan sinar matahari dikategorikan juga sebagai daerah terbuka, misalnya bukaan menuju area terbuka, deck store, general cargo hold dll.

Berkaitan dengan ini diperlukan perencanaan kabel yang tepat dengan mempertimbangkan penyebab-penyebab kerusakan diantaranya air hujan, sinar matahari, kelembaban udara, dan temperatur.

Sedangkan yang berhubungan dengan aktifitas kerja di lingkungan terbuka yang umumnya diletakkan permesinan geladak, misalnya windlass, capstan, peralatan bongkar muat dan lain-lain. Hal ini menyebabkan kabel mengalami perlakuan beban mekanis seperti adanya penekanan, gesekan, puntiran atau goresan oleh benda tajam.

Untuk daerah tertutup yaitu mencakup semua daerah pada bangunan kapal yang tidak terhubung langsung dengan udara luar, misalnya ruang akomodasi, ruang pelayan, ruang permesinan, tangki-tangki, dan ruang cargo.

Daerah tertutup kondisi lingkungannya ( temperatur dan kelembaban ) ditentukan oleh aktifitas peralatan atau orang di dalam daerah itu sendiri. Pada daerah tertentu temperatur dan kelembabannya bisa diatur, misalnya ruang



kontrol, ruang radio, cold storage. Namun ada juga daerah yang memiliki temperatur dan kelembaban yang tinggi misalnya galley, pantry, laundry dan kamar mesin.. Semua kondisi yang telah disebutkan tadi bisa berpengaruh pada kerusakan isolator kabel.

Sedangkan aktifitas pada daerah tertutup lebih kompleks dibanding daerah terbuka. Ini dikarenakan hampir sebagian besar barang dan perlengkapan kapal berada pada daerah tertutup, diantaranya mengoperasikan permesinan, memperbaiki mesin atau komponen-komponennya, memasak, mandi dan banyak lagi.

Adapun hal-hal yang mungkin terjadi pada kabel di daerah tertutup yaitu:

- Isolator kabel terbakar atau leleh pada kamar mesin
- Isolator kabel tergores retak, penyok atau putus karena beban mekanik
- Isolator kabel rusak, melepuh, mengeras, atau leleh karena kontak dengan bahan kimia berupa bahan bakar, pelumas, cat dan lain-lain.
- Isolator kabel terbakar atau leleh pada daerah dapur.
- Adanya getaran dari permesinan juga berpotensi untuk merusak kabel.

Secara singkat lingkungan kapal dan pengaruhnya terhadap kabel dapat dilihat pada tabel dibawah ini yang dihimpun oleh *Irawan (1999)* pada tugas akhirnya yang berjudul *Studi Pemilihan Kabel pada Kapal PAX 500* :

Tabel : Kondisi lingkungan kapal yang menyebabkan resiko kerusakan kabel :

LINGKUNGAN KAPAL	
LINGKUNGAN TERBUKA	LINGKUNGAN TERTUTUP
1. Resiko karena cuaca / iklim di laut - Temperatur rendah	1. Resiko karena pengkondisian udara - Temperatur rendah



<ul style="list-style-type: none"><li>- Temperatur tinggi</li><li>- Kelembaban tinggi</li><li>- Sifat kimia udara laut</li><li>- Salju dan air hujan</li><li>- Sifat kimia air laut</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kelembaban</li></ul>
<p>2. Resiko karena aktifitas peralatan atau orang</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Getaran</li><li>- Terkena beban mekanis</li></ul>	<p>2. Resiko karena aktifitas peralatan atau orang</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Temperatur tinggi</li><li>- Resiko karea beban-beban mekanis</li><li>- Kontaminasi dengan oli, bahan bakar, dll</li><li>- Getaran</li><li>- Kelembaban tinggi</li></ul>
	<p>3. Resiko karena barang muatan atau barang di dalam tangki</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Kontaminasi dengan minyak dan bahan kimia</li></ul>

### 3.B. Kondisi yang berkaitan dengan temperatur

Di kapal terdapat beberapa peralatan yang bertemperatur tinggi seperti motor diesel, boiler, pipa air panas, dan lain-lain yang bisa mengakibatkan kerusakan pada isolasi kabel.

Untuk itu untuk daerah tertentu perlu ditambahkan perlindungan lain dalam bentuk pipa yang berfungsi sebagai tempat saluran kabel yang sisi luarnya



harus terbuat dari isolator tahan panas. Sedangkan pada temperatur dingin isolator yang tidak sesuai akan mengakibatkan isolator menjadi sangat keras dan kurang fleksibel yang berakibat timbulnya keretakan dan kerusakan pada armournya.

Tabel : Pengaruh kondisi lingkungan buruk terhadap kabel

NO	KONDISI LINGKUNGAN BURUK	PENGARUH TERHADAP KABEL
1	Temperatur tinggi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Isolator rapuh</li><li>- Isolator melepuh</li><li>- Isolator terbakar</li></ul>
2	Temperatur rendah	<ul style="list-style-type: none"><li>- Isolator jadi getas</li><li>- Isolator kurang lentur</li></ul>
3	Kelembaban tinggi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Isolator melepuh</li><li>- Isolator menghantarkan arus</li><li>- Isolator rapuh</li></ul>
4	Kontaminasi dengan minyak pelumas, bahan kimia, bahan bakar, dll	<ul style="list-style-type: none"><li>- Isolator melarut</li><li>- Isolator rapuh</li></ul>
5	Kontak dengan udara laut dan air laut	<ul style="list-style-type: none"><li>- Isolator melepuh</li><li>- Isolator rapuh</li></ul>
6	Getaran	<ul style="list-style-type: none"><li>- Isolator mengalami pengurangan daya adhesi</li></ul>
7	Tekanan beban-beban mekanis	<ul style="list-style-type: none"><li>- Isolator tergores</li><li>- Isolator putus</li><li>- Isolator retak</li></ul>



### 3.C. Kondisi pada pada lingkungan korosif dan elektrolit

Kondisi di laut sangat terpengaruh dengan adanya kadar garam yang tinggi yang bersifat korosif sehingga mempengaruhi sifat dan kekuatan isolator.

Di bawah ini terdapat komposisi kandungan garam air laut dengan kandungan garam 3,5 % berdasarkan buku " Material Hand Book " George S. Brady & HR.Clauser.

Nama Garam	Prosentase
NaCl	77,76 %
MgCl <sub>2</sub>	10,88 %
MgSO <sub>4</sub>	4,74 %
CaSO <sub>4</sub>	3,60 %
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,46 %
MgBr <sub>2</sub>	0,22 %
CaCO <sub>3</sub>	0,34 %

Air laut juga bersifat elektrolit ( mampu menghantarkan arus listrik ), hal ini bisa menyebabkan arus pendek ketika ada dua konduktor yang terkelupas dan kemudian terhubung oleh air laut. Hal ini bisa menimbulkan kerusakan peralatan dan kebakaran di kapal.

Selain itu air laut juga bersifat dinamis, karena adanya ombak dan arus yang menimbulkan gaya mekanik berupa getaran pada badan kapal, sehingga perlu diperhatikan dalam perancangan pemasangan peralatan di kapal.



### 3.D. Kondisi pada daerah uap air, asam, dan minyak.

Udara laut banyak mengandung uap air sehingga kelembaban relatifnya tinggi. Pada daerah tropis dengan rata-rata suhu kering sekitar 31 0C, suhu basah 27 0C dan suhu permukaan air 29 0 C biasanya memiliki kelembaban relatif 70 %. Isolator kabel bisa menyerap kandungan air yang ada di udara (higrokopis) akibat kelembaban yang tinggi sehingga isolator mengembang.

Amplitudo temperatur udara laut pada waktu siang dan malam sangat tinggi sehingga menimbulkan kabel mengalami pemuaian dan penyusutan dengan frekuensi tinggi.

Udara laut juga banyak membawa mikroba, misalnya jamur yang memperbanyak diri dengan spora. Jamur dapat bertahan hidup dengan menyerap bahan organik, terutama pada bagian kapal yang berhubungan langsung dengan atmosfer. Pertumbuhan jamur akan semakin cepat jika didukung oleh kelembaban yang cukup, yaitu sekitar 65 % dan jangkauan maksimal 95-100 %.

Jamur merusak kabel dengan cara :

- menyerang langsung material rubber
- pada kondisi basah bisa membentuk alur konduktor pada isolator
- bergabung dengan kotoran membentuk asam

Bahan-bahan yang bersifat reaktif yang bisa bereaksi dengan isolator kabel akan bisa menyebabkan rusaknya sifat-sifat dan kekuatan isolator yang berakibat pada timbulnya kebocoran arus.

Sedangkan pertimbangan-pertimbangan yang harus diambil dalam pemasangan instalasi kabel di kapal :



a) Fungsi dan faktor ruangan

Pemasangan instalasi mempertimbangkan jangan sampai kelancaran dari pekerjaan terganggu atau mengakibatkan ketidaknyamanan pada ruangan tersebut.

Berdasarkan referensi dari JIS F0808-1987 tentang aplikasi dari tes lingkungan untuk persyaratan peralatan yang dipasang pada setiap lokasi di kapal. Pada referensi ini diberikan contoh-contoh yang berkaitan pada kasus-kasus dimana tes lingkungan menentukan persyaratan peralatan. Klas lingkungan dibedakan menjadi 6 kelompok sesuai dengan lokasi di kapal, yaitu:

1. Kelas 1, terdiri atas :

- kompartemen dengan pengkondisian udara pada ruang akomodasi atau ruang sejenis. Misalnya : public room, hospital, engine control room, radio room , wheel house dan chart room.
- general store pada ruang akomodasi misalnya dry provision store, locker untuk charts, dan lain-lain

2. Kelas 2, terdiri atas :

- tempat-tempat pada daerah akomodasi yang dapat di asumsikan memiliki temperatur tinggi dan kelembaban tinggi. Misalnya pantry dan lavatory
- kompartemen-kompartemen yang terhubung dengan udara luar, dan pintu-pintu luar yang terkena sinar matahari. Misalnya general cargo hold, CO2 room, battery room, dan lain-lain.



3. Kelas 3, terdiri atas :

- ruangan-ruangan dalam ruang akomodasi yang bisa diasumsikan memiliki temperatur tinggi dan kelembaban tinggi. Misalnya galley, laundry, kamar mandi dan lain-lain.
- ruang mesin atau sejenis . Ruang permesinan secara umum, ruang emergency generator dan lain-lain.
- ruangan-ruangan dimana kelembabannya lebih tinggi dibanding ruang mesin tetapi temperaturnya lebih rendah. Misalnya ballast pump room, bow thruster room, fire pump room.

4. Kelas 4, terdiri atas :

- ruangan-ruangan yang memiliki temperatur tinggi dan kelembaban tinggi tetapi tidak dilindungi dari temperatur rendah. Misalnya drying room, boiler room dan lain-lain.

5. Kelas 5, terdiri atas :

- ruangan-ruangan yang dipengaruhi oleh udara dan gelombang laut misalnya fore castle deck dan upper deck.
- ruangan-ruangan terbuka secara umum, misalnya mast

6. Kelas 6, terdiri atas:

- ruang-ruang yang dikondisikan dingin, misalnya refrigerated cargo space.

Setiap kelas mengalami tes lingkungan sesuai kondisi lingkungan dimana peralatan itu diletakkan. Tes yang diadakan meliputi tes temperatur rendah, tes temperatur tinggi, tes thermal shock, getaran siklus temperatur dan kelembaban.



b) Jenis kabel

Pemilihan jenis kabel berdasarkan isolasinya yang disesuaikan dengan kondisi dimana kabel tersebut dipasang agar tidak terjadi kerusakan isolasi.

Penggunaan kabel untuk tenaga dan penerangan berbeda dengan kabel komunikasi, dimana kabel untuk tenaga dan penerangan mempunyai isolasi yang lebih tebal karena arus yang lewat relatif lebih besar.

c) Peralatan pemasangan instalasi

Dalam pemasangan kabel dibutuhkan peralatan yang berfungsi sebagai penumpu, pengikat, perlindungan kabel, harus diperhatikan pinggiran atau ujung yang tajam. Selain itu permukaan yang kasar dapat merusak lapisan isolasi akibat geseran permukaannya

d) Cara pemasangan

Pada saat pemasangan dihindari radius pembelokan yang terlalu kecil yang dapat merusak isolasinya. Besarnya radius pembelokan tergantung dari besarnya diameter kabel. Demikian juga dengan cara pemasangan diusahakan agar mudah dalam pemeriksaan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.

Sedangkan untuk penamaan kabel biasanya dengan simbol-simbol.

Salah satu contoh untuk penamaan kabel berdasarkan standar JIS :

L S P Y C S 8

1 2 3 4 5 6 7

**Keterangan :**

**1. Tegangan kerja**

- L : AC 250 V atau kurang, DC 450 V atau kurang



- H : AC 660 V atau kurang, DC 1000 V atau kurang

Pada kabel listrik biasanya tanda yang tertulis adalah langsung menunjukkan tegangan kerjanya seperti 250V atau 660 V sedangkan pada gambar instalasi umumnya memakai kode berupa L atau H saja.

## **2. Jumlah Inti kabel dan fungsi utama kabel**

- S : Single core for lighting and power
- D : Double core for lighting and power
- T : Three core for lighting and power
- F : Four core for lighting and power
- M : Multi core for control and signal
- TT : Telephone and instrumentation
- P : Portable and flexible
- F : Flame retardant type \*

\* pada posisi simbol pertama kemungkinan ada tambahan satu simbol yang menunjukkan jenis kabel yang tahan panas (F-Flame retardant type), sehingga untuk kabel jenis tahan panas ada dua simbol pada posisi pertama, contohnya 250 FTPYC 6.

## **3. Isolasi**

- P : EP rubber ( ethylene propylene rubber)
- SR : Silicon rubber

## **4. Selungkup luar**

- Y : PVC sheath (polyvinylchloride sheath)
- N : PCP sheath (polychloroprene sheath)
- D : Braid



### **5. Armouring**

- C : Galvanized steel wire braid
- B : Copper alloy wire braid

### **6. Selungkup pelindung**

- Y : PVC protective covering

sebagian kabel pada posisi keenam ini kosong tetapi ada juga yang tertulis :

- S : Common shield, penunjuk bahwa semua inti kabel terlindung lagi dengan shield braid menjadi satu
- -S : Individual core or pair shield, penunjuk bahwa masing-masing inti kabel atau pasangan inti kabel terlindung lagi dengan shield braid.
- E : Earth wire

### **7. Penunjuk luasan penghantar nominal/jumlah inti dari kabel**

1. menunjukkan ukuran konduktor nominal, hal ini berlaku bagi kabel dengan jumlah inti satu, dua, tiga dan empat inti.
2. menunjukkan banyaknya jumlah inti konduktor, hal ini berlaku bagi kabel dengan inti lebih dari empat (multicore)



**BAB III**  
**METODOLOGI**



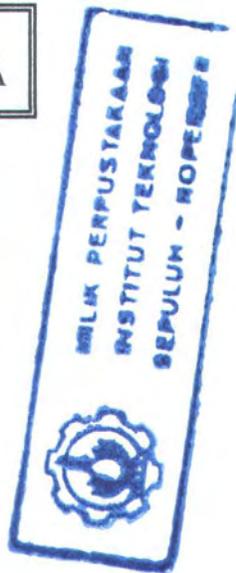
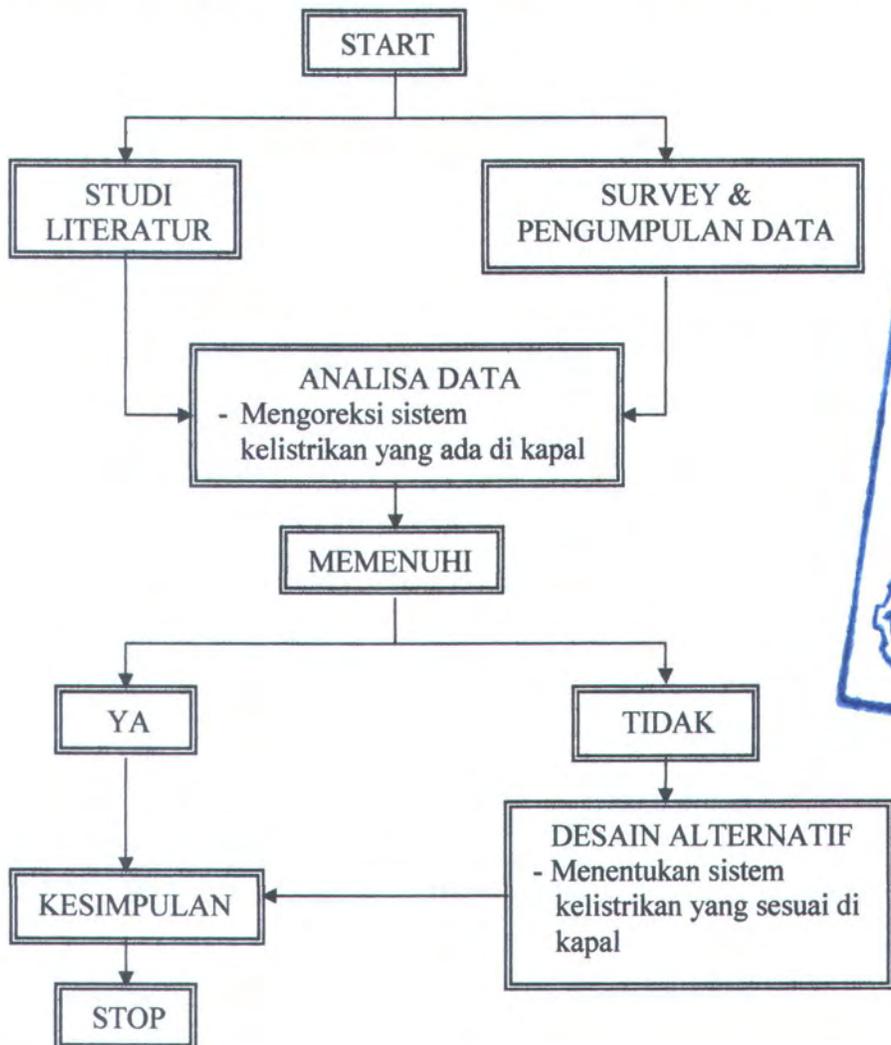
## BAB III

### METODOLOGI PENULISAN

#### 3.1. Umum

Tujuan utama penulisan tugas akhir ini adalah untuk melakukan analisa sistem kelistrikan yang digunakan pada kapal kayu tradisional di Batulicin. Sedangkan tahapan dalam melaksanakan penulisan tugas akhir ini meliputi tahap studi literatur, pengumpulan data, analisa sistem kelistrikan pada kapal yang diamati, dan kemudian menarik kesimpulan dan saran.

Dari tahapan-tahapan yang disebutkan di atas dapat dibuat suatu flow chart :





### **3.2. Pengumpulan Data**

Data-data pokok yang diperlukan untuk analisa berupa gambar rencana umum dan peralatan-peralatan listrik berupa data generator yang digunakan, tipe kabel, jenis lampu dan peletakannya, stop kontak.

### **3.3. Analisa Data**

Dari data-data peralatan listrik di kapal – kapal buatan Batulicin dilakukan koreksi sistem kelistrikan sehingga dapat ditentukan kesesuaian penerapannya dengan kondisi di kapal.

### **3.4. Desain Alternatif**

Tahap ini dilakukan solusi atas analisa data kapal apabila hasil koreksi menyatakan ketidaksesuaian antara data sistem kelistrikan kapal dengan sistem kelistrikan yang sesuai dengan kondisi di kapal dan peraturan klasifikasi. Yaitu dengan merencanakan sistem kelistrikan baru yang sesuai dengan kondisi di kapal dan peraturan klas.

### **3.5. Kesimpulan dan Saran**

Hasil akhir dari pengerjaan tugas akhir ini adalah menarik kesimpulan dan saran dari hasil pengamatan dan analisa yang ada sehingga bisa menjadi pertimbangan dalam perencanaan dan pemasangan sistem kelistrikan pada galangan kapal di Batulicin.



**BAB IV**  
**ANALISA PEMBAHASAN**



## BAB IV

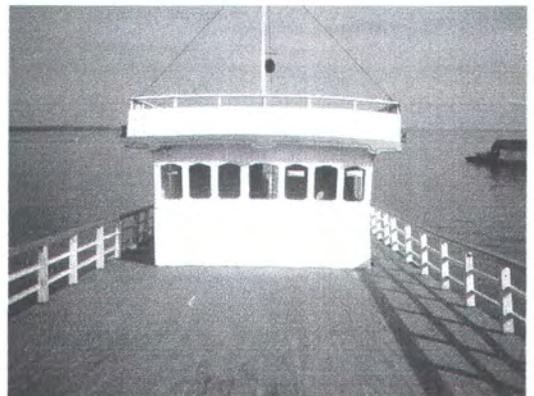
### ANALISA PEMBAHASAN

#### IV. 1. Kondisi Lapangan

Data – data yang dipergunakan adalah data yang langsung diambil dari kapal berupa spesifikasi peralatan listrik dan foto – foto langsung dari kapal – kapal buatan Batulicin.

Adapun kapal – kapal data –data yang diperoleh sistem kelistrikannya dan dikoreksi yaitu :

- 1) Nama kapal : KM. MARABATUAN
- LOA : 30,00 m
- B : 6,00 m
- H : 3,00 m
- DWT : 200 Ton
- Jumlah ABK : 8 orang



gambar 4.1. kapal KM. MARABATUAN



gambar 4.2. ruang navigasi dan ruang penumpang

❖ Data Peralatan Listrik KM. MARABATUAN

Alat-alat yang menggunakan listrik pada kapal ini yaitu lampu-lampu untuk penerangan, lampu portside dan starboard, klakson (horn).

❖ Data Generator

Merk	: Mindong
Type	: ST – 3
Daya	: 3000 Watt
Tegangan	: 230 V
Frekwensi	: 50 Hz
Putaran	: 1500 R/min
Cos $\emptyset$	: 1,0
Jumlah phase	: 1 phase
Jumlah	: 1 buah

Made in China



gambar 4.3. generator KM.MARABATUAN

□ Kapal ini menggunakan diesel sebagai motor penggerak generatornya dan menggunakan belt sebagai penghubung. Generator yang ada hanya digunakan sebagai suplai listrik untuk lampu atau penerangan, sedangkan untuk pompa menggunakan diesel tersendiri atau terpisah, demikian pula untuk alat komunikasi yang menggunakan baterai atau aki sebagai sumber listriknya.

□ Berdasarkan data yang didapat, daya yang tersedia dari generator berlebih dari kebutuhan daya yang diperlukan dari daya dan jumlah lampu yang terpasang. Kelebihan daya ini menyebabkan tidak efisien.

Daya terpasang =  $(20 \times 41) + (100 \times 11) = 1920$  watt

Keterangan : jumlah lampu 20 watt sebanyak 41 buah

stop kontak 100 watt sebanyak 11 buah.

Dari perhitungan maka daya yang terpasang 1920 watt sedangkan daya yang tersedia 3000 watt.



Untuk penempatan generator sudah sesuai dengan BKI yang menetapkan bahwa untuk generator utama dengan penggeraknya terpisah dari unit propulsi utama, generator utama harus diletakkan di kamar mesin atau di ruang mesin bantu. Instalasi harus menjamin operasi sempurna, termasuk pada cuaca berat, khususnya ketersediaan udara segar dan pemindahan gas buang. (*BKI Vol IV section 2.A.1*)

Kapal ini tidak menyediakan generator cadangan atau baterai untuk emergency sehingga apabila terjadi kerusakan pada generatornya maka semua lampu-lampu akan mati (black out). Padahal berdasarkan peraturan BKI harus terdapat emergency generator dan penggeraknya yang diletakkan paling atas dari geladak penghubung dan tidak didepan sekat kedap. Ruangan emergency generator dirancang harus mudah dicapai dari geladak terbuka, dan harus dipastikan lokasi dari operasi emergency generatior jauh dari potensi bahaya kebakaran atau kecelakaan lainnya. (*BKI Vol IV section 2.A.3*)

BKI juga mengatur standar untuk generator dengan syarat standar IEC 529 IP 44 yaitu : Generator harus tahan terhadap benda asing dengan ukuran  $\varnothing$  1,0 mm dan lebih besar dan tahan terhadap percikan air yang tidak menyebabkan dampak panas.

#### ❖ Data Motor Diesel untuk Generator

Merk : Star

Type : R1754

Max Power : 7,2 Pk

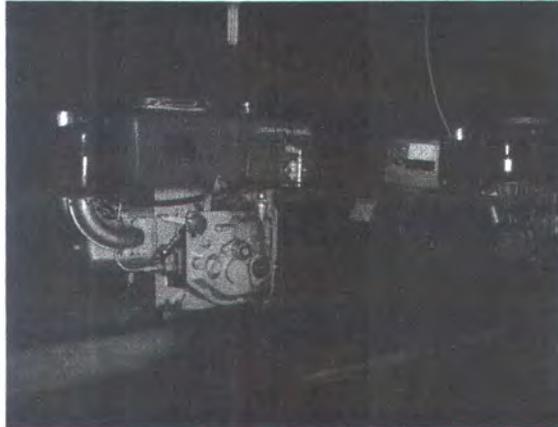
12 HR Rated Power 6,2 Pk



Speed : 2700 Rpm

Nett Weight : 60 Kg

Pabrikan : PT. Dinamika Dwi Putra Persada



gambar 4.4. diesel untuk generator

□ Kapal ini tidak menggunakan panel tetapi hanya menggunakan sekring seperti layaknya di darat sebagai pemutus hubungan listrik antara lampu-lampu dengan generator. Hal ini sangat berbahaya karena sekring tidak dilengkapi dengan pengaman dan kekedapan sehingga bisa menyebabkan aliran arus tidak stabil yang dapat menimbulkan hubungan pendek atau terbakar. Seharusnya terdapat panel yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan mempermudah dalam pengontrolan sesuai dengan ketentuan BKI yang menyebutkan umumnya main switchboard harus dirancang dari generator utama dimana jalur suplai normal elektriknya hanya bisa dirusak oleh api atau kerusakan lain pada ruangan yang sama. Jika instalasi terletak diatas bilga, main switchboard harus dilengkapi dengan seal dari bawah. Gang atau jalan terusan didepan main switchboard harus memiliki lebar sekurangnya 0,9 m.

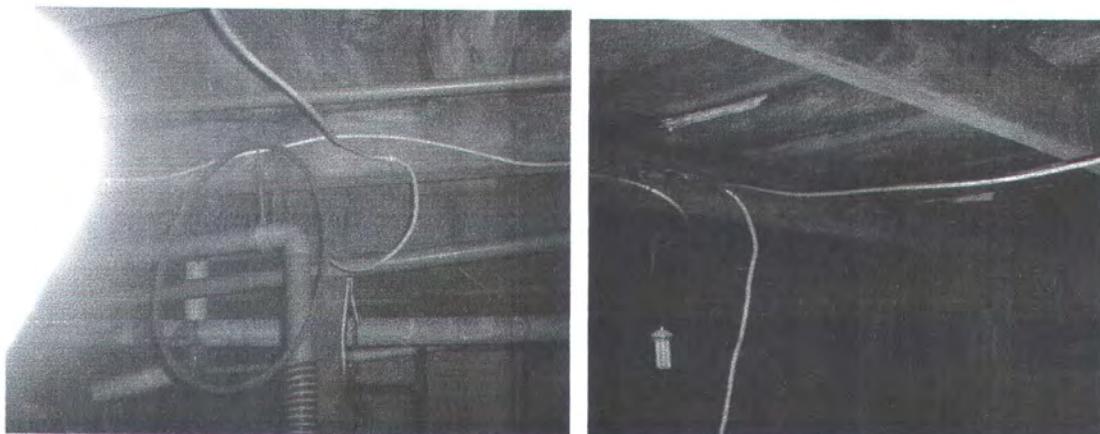


Jarak yang cukup harus disediakan untuk operasional dari board. (*BKI Vol IV section 2.E.1*)

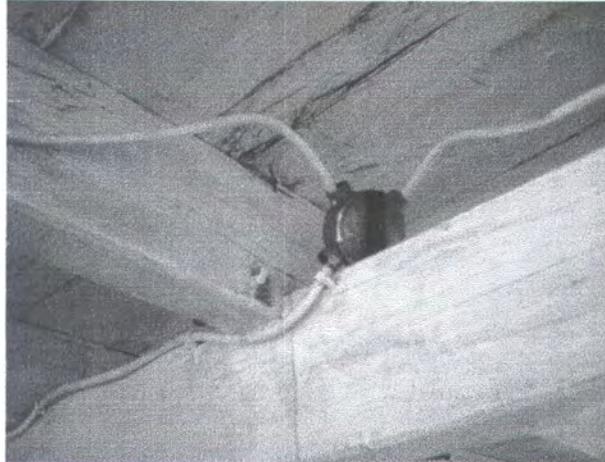
Sekring pada kapal ini hanya satu tanpa pembagian blok, hal ini apabila terjadi arus pendek maka semua lampu di kapal akan mati (black out). Seharusnya terdapat beberapa sekring ( minimal dua ) untuk membagi lampu dalam beberapa blok sehingga apabila terjadi arus pendek pada salah jalur, maka sekring yang putus hanya satu dan lampu yang mati hanya yang sejalur dari sekring tersebut.

❖ Data Kabel

- SNI SPLN 42 GOAL NYM 2 X 2,5 mm<sup>2</sup> 300/500 V ◊ LMK◊



gambar 4.5. instalasi kabel di kamar mesin



gambar 4.6. percabangan instalasi kabel

□ Kabel yang digunakan pada kapal ini menggunakan spesifikasi yang digunakan untuk di darat (rumah atau gedung) yaitu NYM tanpa spesifikasi khusus, hal ini dapat menyebabkan kabel melepuh apabila terkena oli atau minyak di ruang mesin, rapuh apabila terkena air laut di daerah-daerah terbuka, dan bisa terbakar karena suhu panas di kamar mesin atau dapur. Seharusnya kabel mempunyai spesifikasi khusus yang digunakan untuk kapal (misalnya DPYCS seperti yang dijelaskan pada bab II hal II-27).

Penampang kabel juga terlalu besar, seharusnya dengan luasan  $1,5 \text{ mm}^2$  sudah mencukupi kebutuhan. Didapatkan dari perhitungan :

$$I = P / V$$

$$I = 1980 \text{ watt} / 230$$

$$I = 8,35 \text{ Ampere}$$

Dari tabel diperoleh penampang kabel  $1,5 \text{ mm}^2$

Keterangan :

I = arus ; P = Daya ; V = Tegangan



Jalur instalasi kabel tidak teratur dan tidak rapi hal ini mempersulit pekerjaan perbaikan apabila terjadi kerusakan kabel dan tidak baik dalam dari segi keindahan.

Berdasarkan peraturan BKI menetapkan :

- Tingkat voltase setiap kabel tidak boleh lebih rendah dari voltase kerja dari sirkuit yang bersangkutan.
- Pada sistem distribusi isolasi, voltase konduktor terluar dari sistem tidak mengganggu tingkat voltase dari kabel antara konduktor dan badan kapal.
- Pada saat temperatur lingkungan tinggi terjadi, kabel masih bisa digunakan sampai temperatur paling sedikit 10 K sampai maksimum dapat mengantisipasi temperatur lingkungan.
- Dalam pemilihan kabel, harus dilihat kemampuan bertahan dari beban mekanik.
- Rute kabel harus memperhatikan syarat-syarat berikut :
  - \* Rute kabel harus dipilih sependek mungkin dan tidak terganggu kerusakan mekanik.
  - \* Untuk tekukan, minimum radius dalam dari lekukan yang diijinkan oleh pabrikan harus diikuti. Radius tidak boleh lebih kecil dari 6 kali diameter luar dari kabel.
  - \* Suplai kabel untuk kebutuhan darurat tidak boleh berada didaerah potensi kebakarana, dengan kata lain fire subdivision tercantum dalam main source electrical power dan fasilitas penghubung.

*(BKI Vol IV Sec. 11.A)*



❖ Data Lampu, Stop Kontak, dan Sakelar

- > Lampu yang digunakan adalah lampu yang tipe dan spesifikasinya di gunakan untuk di darat dengan daya 20 watt, tegangan 220-240 V, dan frekuensi 50-60 Hz.
- > Stop kontak dan sakelar juga merupakan tipe dan spesifikasi untuk di darat.



gambar 4.7. gambar lampu penerangan

□ Lampu-lampu yang digunakan di kapal ini seperti layaknya di darat dan tipenya vertikal, seharusnya untuk di kapal menggunakan lampu dengan tipe horisontal dan harus dilengkapi dengan rumah lampu yang berfungsi untuk kekedapan terhadap air dan juga menghindari apabila terjadi benturan mekanis sehingga tidak terjadi kejadian berbahaya seperti hubungan pendek atau kebakaran.

Dilihat dari kebutuhan penerangan pun lampu yang terpasang tidak memenuhi ketentuan yang ada, berdasarkan ukuran atau dimensi ruangan, indeks



ruangan, faktor refleksi ruangan, iluminasi ruangan, tipe lampu, faktor maintenance, flux cahaya dan jumlah armatur yang dibutuhkan.

Untuk arus yang digunakan sudah memenuhi standar tetapi untuk jumlah titik lampu pada kapal ini belum memenuhi standar BKI.

BKI menetapkan bahwa akhir subsirkuit untuk lampu tidak boleh terpasang dengan tingkat fusi lebih besar dari 16 A.

Jumlah titik lampu (lampu yang terhubung untuk satu subsirkuit tidak boleh melebihi :

10 lampu untuk voltase sampai	55 V
14 lampu untuk voltase lebih dari	55 V
24 lampu untuk lampu lebih dari	125 V

Daerah – daerah di bawah ini, penerangan harus disuplai oleh sekurangnya dua sirkuit yang berbeda :

- a) Kamar mesin, runag pelayanan dan pusat kontrol.
- b) Dapur besar
- c) Jalan terusan
- d) Tangga meuju ke boat deck
- e) Ruang umum dan tempat duduk untuk penumpang dan ABK
- f) Ruang pompa pada tanker

Lampu-lampu harus dirancang mencukupi penerangan jika diperkirakan ada terjadi sirkuit yang gagal. ( *BKI Vol IV Sec 4.9*)

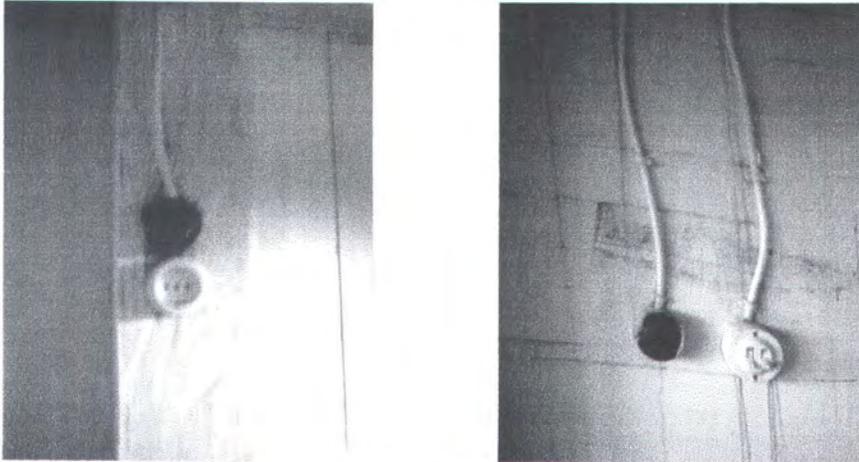
Stop kontak dan sakelar yang digunakan di kapal ini sama seperti didarat, hal ini sangat berdampak pada kekuatan dan keamanan dari stop kontak dan



sakelar tersebut. Seharusnya spesifikasinya sesuai dengan kondisi di kapal dimana kedap dan tahan terhadap kondisi lingkungan di kapal.

Untuk perlindungan terhadap alat-alat penerangan BKI juga mengatur dengan menerapkan standar IEC 529 yaitu :

Lokasi	Standar
1. Ruang elektrik kering	1. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
2. Dry spaces, ruang kontrol, akomodasi	2. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
3. Wheelhouse, ruang radio, pusat kontrol	3. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut $15^\circ$ (IP 22)
4. Ruang basah (seperti ruang permesinan), ventilasi bagian dalam, pantry, ruang makanan, gudang	4. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut $15^\circ$ (IP 22)
5. Geladak terbuka	5. Tahan debu, tahan terhadap water jet, tahan terhadap air secara berkala atau temporary (IP 55/IP 56/ IP 67)



gambar 4.8. stop kontak dan sakelar KM. MARABATUAN

- 2) Nama kapal : KM. BUNGA SAUDARAKU  
Panjang : 56 m  
Lebar : 14 m  
Tinggi : 5 m  
DWT : 500 Ton  
ABK : 13 orang



gambar 4.9. kapal KM. BUNGA SAUDARAKU



❖ Data Generator

Merk : NP  
Type : ST – 3  
Daya : 3000 Watt  
Tegangan : 230 V  
Frekwensi : 50 Hz  
Arus : 13 A  
Putaran : 1500 R/min  
Cos  $\emptyset$  : 1,0  
EXCIT Volt : 42 Volt  
EXCIT Current : 2 A  
Jumlah : 2 buah  
Made in China



gambar 4.10. generator KM. BUNGA SAUDARAKU

□ Seperti pada kapal KM. MARABATUAN kapal ini juga menggunakan diesel sebagai motor penggerak generatornya dan menggunakan belt sebagai alat penghubung. Generator yang ada hanya digunakan sebagai suplai listrik untuk



lampu atau penerangan, sedangkan untuk pompa menggunakan diesel tersendiri atau terpisah, demikian pula untuk alat komunikasi yang menggunakan baterai atau aki sebagai sumber listriknya

□ Berdasarkan data yang diperoleh, daya yang tersedia dari generator berlebih dari kebutuhan daya yang diperlukan dari daya dan jumlah lampu yang terpasang. Kelebihan daya ini menyebabkan tidak efisien.

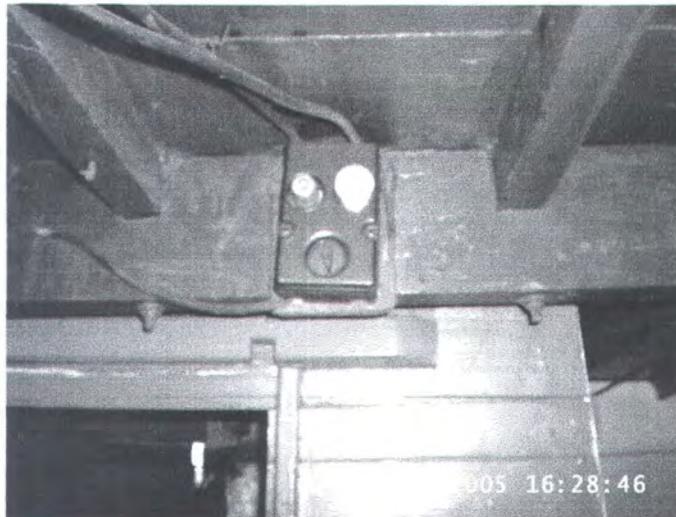
Daya terpasang =  $(75 \times 19) + (100 \times 4) = 1825$  watt

Keterangan : jumlah lampu 75 watt sebanyak 19 buah

stop kontak 100 watt sebanyak 4 buah

Daya yang terpasang 1825 watt sedangkan daya yang tersedia 3000 watt.

Kapal ini sudah menyediakan generator cadangan sehingga apabila terjadi kerusakan pada salah satu generatornya maka generator lainnya dapat difungsikan sehingga tidak mengganggu operasional kapal.



gambar 4.11. circuit braker KM. BUNGA SAUDARAKU



□ Pada kapal ini tidak terdapat panel listrik tetapi hanya menggunakan sekring seperti layaknya di darat sebagai pemutus hubungan listrik antara lampu-lampu dengan generator. Hal ini sangat berbahaya karena sekring tidak dilengkapi dengan pengaman dan kekedapan sehingga bisa menyebabkan hubungan pendek atau terbakar. Seharusnya terdapat panel yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan mempermudah dalam pengontrolan.

Sekring pada kapal ini hanya satu tanpa pembagian blok, hal ini apabila terjadi arus pendek maka semua lampu di kapal akan mati. Seharusnya terdapat beberapa sekring ( minimal dua ) untuk membagi lampu dalam beberapa blok sehingga apabila terjadi arus pendek pada salah satu lampu, maka sekring yang putus hanya satu dan lampu yang mati hanya yang sejalur dari sekring tersebut.

Untuk penempatan generator sudah sesuai dengan BKI yang menetapkan bahwa untuk generator utama dengan penggerakannya terpisah dari unit propulsi utama, generator utama harus diletakkan di kamar mesin atau di ruang mesin bantu. Instalasi harus menjamin operasi sempurna, termasuk pada cuaca berat, khususnya ketersediaan udara segar dan pemindahan gas buang. (*BKI Vol IV section 2.A.1*)

Kapal ini tidak menyediakan generator cadangan atau baterai untuk emergency sehingga apabila terjadi kerusakan pada generatornya maka semua lampu-lampu akan mati (black out). Padahal berdasarkan peraturan BKI harus terdapat emergency generator dan penggerakannya yang diletakkan paling atas dari geladak penghubung dan tidak didepan sekat kedap. Ruang emergency generator dirancang harus mudah dicapai dari geladak terbuka, dan harus

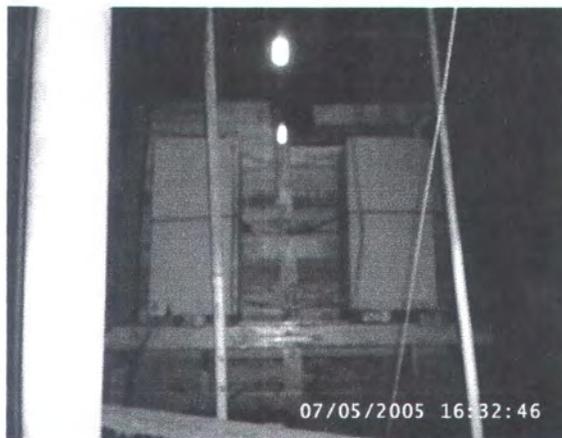


dipastikan lokasi dari operasi emergency generataor jauh dari potensi bahaya kebakaran atau kecelakaan lainnya. (BKI Vol IV section 2.A.3)

BKI juga mengatur standar untuk generator dengan syarat standar IEC 529 IP 44 yaitu : Generator harus tahan terhadap benda asing dengan ukuran  $\varnothing$  1,0 mm dan lebih besar dan tahan terhadap percikan air yang tidak menyebabkan dampak panas.

❖ Data Kabel

- YURITO CABLE NYM(Y)HY 2 X 1,5 Sqmm 300/500 V  $\diamond$  SKE $\diamond$



gambar 4.12. lampu-lampu dan instalasi kabel pada KM. BUNGA SAUDARAKU



□ Kabel yang digunakan pada kapal ini menggunakan spesifikasi yang digunakan untuk di darat (rumah atau gedung) yaitu NYM, hal ini dapat menyebabkan kabel melepuh, rapuh, dan bisa terbakar karena kondisi lingkungan di kapal. Seharusnya kabel mempunyai spesifikasi khusus di kapal (misalnya L SPYCS ).

Untuk luas penampang kabel sudah sesuai dengan kebutuhan, diperoleh dari :

$$I = P / V$$

$$I = 1825 \text{ watt} / 230$$

$$I = 7,935 \text{ Ampere}$$

Dari tabel diperoleh penampang kabel  $1,5 \text{ mm}^2$

Jalur instalasi kabel tidak teratur dan tidak rapi hal ini mempersulit pekerjaan perbaikan apabila terjadi kerusakan kabel dan tidak baik dalam dari segi keindahan.

Alur kabel pada kapal ini langsung menempel pada konstruksi kapal, hal ini sangat berbahaya mengingat kayu akan sangat mudah terbakar apabila kabel terkelupas atau melepuh, seharusnya kabel-kabel tersebut dilindungi dengan pipa baja atau pipa PVC.

Untuk persyaratan kabel BKI menetapkan :

- Tingkat voltase setiap kabel tidak boleh lebih rendah dari voltase kerja dari sirkuit yang bersangkutan.
- Pada sistem distribusi isolasi, voltase konduktor terluar dari sistem tidak mengganggu tingkat voltase dari kabel antara konduktor dan badan kapal.
- Pada saat temperatur lingkungan tinggi terjadi, kabel masih bisa digunakan sampai temperatur paling sedikit 10 K sampai maksimum dapat



mengantisipasi temperatur lingkungan.

- Dalam pemilihan kabel, harus dilihat kemampuan bertahan dari beban mekanik.
- Rute kabel harus memperhatikan syarat-syarat berikut :
  - \* Rute kabel harus dipilih sependek mungkin dan tidak terganggu kerusakan mekanik.
  - \* Untuk tekukan, minimum radius dalam dari lekukan yang diijinkan oleh pabrikan harus diikuti. Radius tidak boleh lebih kecil dari 6 kali diameter luar dari kabel.
  - \* Suplai kabel untuk kebutuhan darurat tidak boleh berada didaerah potensi kebakaran, dengan kata lain fire subdivision tercantum dalam main source electrical power dan fasilitas penghubung.

*(BKI Vol IV Sec. 11.A)*

❖ Data lampu, stop kontak dan sakelar

- > Lampu yang digunakan adalah lampu yang tipe dan spesifikasinya digunakan untuk di darat yaitu lampu bohlam dengan daya 75 watt, tegangan 220-240 V, frekuensi 50-60 Hz., dan jumlahnya 19 buah.
- > Stop kontak yang digunakan adalah stop kontak untuk penggunaan di rumah dan bangunan darat dengan daya 100 watt sebanyak 4 buah.

□ Lampu-lampu yang digunakan di kapal ini seperti layaknya di darat, seharusnya untuk di kapal harus dilengkapi dengan rumah lampu yang kedap



air dan rumah lampu ini juga berfungsi untuk menghindari hubungan pendek atau kebakaran apabila terjadi benturan mekanis.

Dilihat dari kebutuhan penerangan pun lampu yang terpasang tidak memenuhi ketentuan yang ada, berdasarkan ukuran atau dimensi ruangan, indeks ruangan, faktor refleksi ruangan, iluminasi ruangan, tipe lampu, faktor maintenance, flux cahaya dan jumlah armatur yang dibutuhkan.

Untuk arus yang digunakan sudah memenuhi standar tetapi untuk jumlah titik lampu pada kapal ini belum memenuhi standar BKI.

BKI menetapkan bahwa akhir subsirkuit untuk lampu tidak boleh terpasang dengan tingkat fusi lebih besar dari 16 A.

Jumlah titik lampu (lampu yang terhubung untuk satu subsirkuit tidak boleh melebihi :

10 lampu untuk voltase sampai	55 V
14 lampu untuk voltase lebih dari	55 V
24 lampu untuk lampu lebih dari	125 V

Daerah – daerah di bawah ini, penerangan harus disuplai oleh sekurangnya dua sirkuit yang berbeda :

- g) Kamar mesin, runag pelayanan dan pusat kontrol.
- h) Dapur besar
- i) Jalan terusan
- j) Tangga meuju ke boat deck
- k) Ruang umum dan tempat duduk untuk penumpang dan ABK
- l) Ruang pompa pada tanker



Lampu-lampu harus dirancang mencukupi penerangan jika diperkirakan ada terjadi sirkuit yang gagal. ( *BKI Vol IV Sec 4.9* )

Untuk perlindungan terhadap alat-alat penerangan BKI juga mengatur dengan menerapkan standar IEC 529 yaitu :

Lokasi	Standar
1. Ruang elektrik kering	1. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
2. Dry spaces, ruang kontrol, akomodasi	2. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
3. Wheelhouse, ruang radio, pusat kontrol	3. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
4. Ruang basah (seperti ruang permesinan), ventilasi bagian dalam, pantry, ruang makanan, gudang	4. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
5. Geladak terbuka	5. Tahan debu, tahan terhadap water jet, tahan terhadap air secara berkala atau temporary (IP 55/IP 56/ IP 67)



gambar 4.13. pompa pendingin pada KM. BUNGA SAUDARAKU

- 3) Nama kapal : KM. HARAPAN USAHA  
Panjang : 35 m  
Lebar : 10 m  
Tinggi : 3,5 m  
DWT : 350 Ton  
ABK : 11 orang

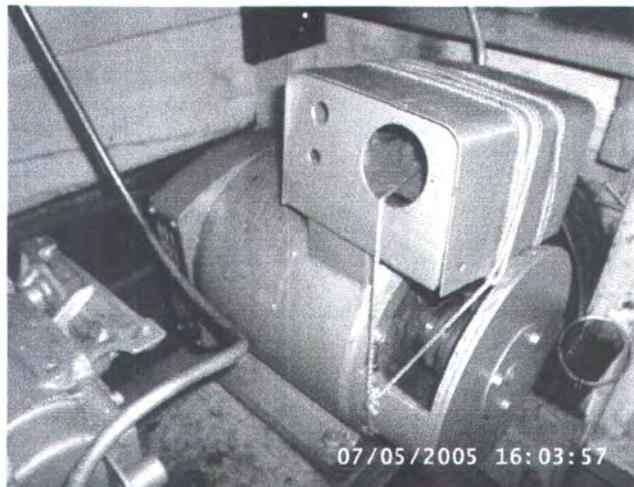


gambar 4.14. kapal KM. HARAPAN USAHA



## ❖ Data Generator

Merk	: ADG
Daya	: 3000 Watt
Tegangan	: 120 / 240 V
Frekwensi	: 50 Hz
Putaran	: 2000 R/min
Cos $\phi$	: 1,0
Jumlah phase	: 1 phase
Made in China	



gambar 4.15. generator KM. HARAPAN USAHA

□ Kapal ini menggunakan generator yang digerakkan oleh diesel dan sebagai penghubung keduanya menggunakan belt. Generator yang ada hanya digunakan sebagai suplai listrik untuk lampu atau penerangan, sedangkan untuk pompa menggunakan diesel tersendiri atau terpisah, demikian pula untuk alat komunikasi yang menggunakan baterai atau aki sebagai sumber listriknya



□ Berdasarkan data yang didapat, daya yang tersedia dari generator berlebih dari kebutuhan daya yang diperlukan dari daya dan jumlah lampu yang terpasang. Kelebihan daya ini menyebabkan tidak efisien.

$$\text{Daya terpasang} = (100 \times 16) + (18 \times 4) + (100 \times 4) = 2072 \text{ watt}$$

Keterangan : jumlah lampu 100 watt sebanyak 16 buah, dan 18 watt - 4 buah stop kontak 100 watt sebanyak 4 buah.

Dari perhitungan maka daya yang terpasang 2072 watt sedangkan daya yang tersedia 3000 watt.

Untuk penempatan generator sudah sesuai dengan BKI yang menetapkan bahwa untuk generator utama dengan penggeraknya terpisah dari unit propulsi utama, generator utama harus diletakkan di kamar mesin atau di ruang mesin bantu. Instalasi harus menjamin operasi sempurna, termasuk pada cuaca berat, khususnya ketersediaan udara segar dan pemindahan gas buang. (*BKI Vol IV section 2.A.1*)

Kapal ini sudah menyediakan generator cadangan sehingga apabila terjadi kerusakan pada salah satu generatornya maka generator lainnya dapat difungsikan sehingga tidak mengganggu operasional kapal.

Sesuai dengan peraturan BKI harus terdapat emergency generator dan penggeraknya yang diletakkan paling atas dari geladak penghubung dan tidak didepan sekat kedap. Ruangan emergency generator dirancang harus mudah dicapai dari geladak terbuka, dan harus dipastikan lokasi dari operasi emergency generator jauh dari potensi bahaya kebakaran atau kecelakaan lainnya. (*BKI Vol IV section 2.A.3*)



BKI juga mengatur standar untuk generator dengan syarat standar IEC 529 IP 44 yaitu : Generator harus tahan terhadap benda asing dengan ukuran  $\varnothing$  1,0 mm dan lebih besar dan tahan terhadap percikan air yang tidak menyebabkan dampak panas.

□ Kapal ini tidak dilengkapi dengan pemutus hubungan berupa sekring antara generator dengan instalasi kabel dan lampu akan tetapi hanya menggunakan sakelar sebagai pemutusny, hal ini sangat berbahaya apabila terjadi hubungan pendek maka akan langsung menuju ke generator sehingga menyebabkan generator rusak dan yang fatal akan menyebabkan terjadinya kebakaran. Seharusnya dari generator ke jalur instalasi kabel harus dilengkapi dengan sekring yang ditempatkan pada panel yang kedap air demi keamanan dan menghindari kerusakan yang fatal pada generator.

Seharusnya terdapat panel yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan mempermudah dalam pengontrolan sesuai dengan ketentuan BKI yang menyebutkan umumnya main switchboard harus dirancang dari generator utama dimana jalur suplai normal elektriknya hanya bisa dirusak oleh api atau kerusakan lain pada ruangan yang sama. Jika instalasi terletak diatas bilga, main switchboard harus dilengkapi dengan seal dari bawah. Gang atau jalan terusan didepan main switchboard harus memiliki lebar sekurangnya 0,9 m. Jarak yang cukup harus disediakan untuk operasional dari board. (*BKI Vol IV section 2.E.1*)

Sekring pada kapal ini hanya satu tanpa pembagian blok, hal ini apabila terjadi arus pendek maka semua lampu di kapal akan mati (black out). Seharusnya



terdapat beberapa sekring ( minimal dua ) untuk membagi lampu dalam beberapa blok sehingga apabila terjadi arus pendek pada salah jalur, maka sekring yang putus hanya satu dan lampu yang mati hanya yang sejalur dari sekring tersebut.

❖ Data Kabel

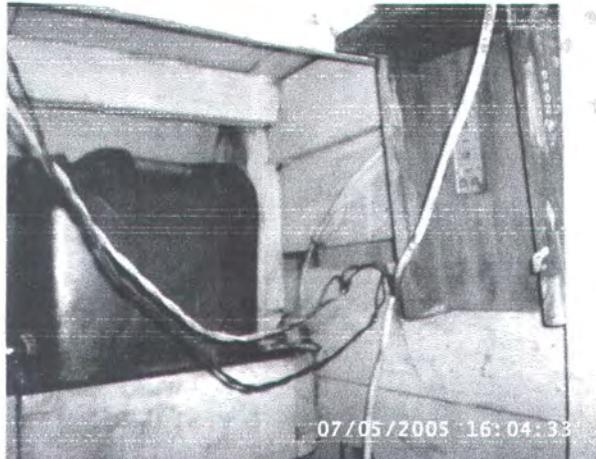
- ♦ STAR CABLE NYMHY.0 2 x 1,5 mm 500 V ♦



gambar 4.16.1



gambar 4.16.2.



gambar 4.16.1-3. instalasi kabel KM. HARAPAN USAHA

□ Kabel yang digunakan pada kapal ini menggunakan spesifikasi yang digunakan untuk di darat (rumah atau gedung) yaitu NYM, hal ini dapat menyebabkan kabel melepuh, rapuh, dan bisa terbakar karena kondisi lingkungan di kapal. Seharusnya kabel mempunyai spesifikasi khusus di kapal (misalnya SPYCS ).

Untuk luas penampang kabel sudah sesuai dengan kebutuhan, diperoleh dari :

$$I = P / V$$

$$I = 2072 \text{ watt} / 240$$

$$I = 8,63 \text{ Ampere}$$

Dari tabel diperoleh penampang kabel  $1,5 \text{ mm}^2$

Jalur instalasi kabel tidak teratur dan tidak rapi hal ini mempersulit pekerjaan perbaikan apabila terjadi kerusakan kabel dan tidak baik dalam dari segi keindahan.

Alur kabel pada kapal ini langsung menempel pada konstruksi kapal, hal ini sangat berbahaya mengingat kayu akan sangat mudah terbakar apabila kabel



terkelupas atau melepuh, seharusnya kabel-kabel tersebut dilindungi dengan pipa baja atau pipa PVC.

Peraturan BKI tentang kabel menetapkan :

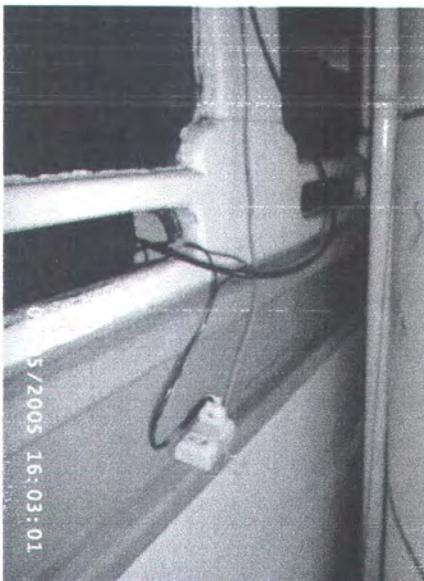
- Tingkat voltase setiap kabel tidak boleh lebih rendah dari voltase kerja dari sirkuit yang bersangkutan.
- Pada sistem distribusi isolasi, voltase konduktor terluar dari sistem tidak mengganggu tingkat voltase dari kabel antara konduktor dan badan kapal.
- Pada saat temperatur lingkungan tinggi terjadi, kabel masih bisa digunakan sampai temperatur paling sedikit 10 K sampai maksimum dapat mengantisipasi temperatur lingkungan.
- Dalam pemilihan kabel, harus dilihat kemampuan bertahan dari beban mekanik.
- Rute kabel harus memperhatikan syarat-syarat berikut :
  - \* Rute kabel harus dipilih sependek mungkin dan tidak terganggu kerusakan mekanik.
  - \* Untuk tekukan, minimum radius dalam dari lekukan yang diijinkan oleh pabrikan harus diikuti. Radius tidak boleh lebih kecil dari 6 kali diameter luar dari kabel.
  - \* Suplai kabel untuk kebutuhan darurat tidak boleh berada didaerah potensi kebakarana, dengan kata lain fire subdivision tercantum dalam main source electrical power dan fasilitas penghubung.

*(BKI Vol IV Sec. 11.A)*

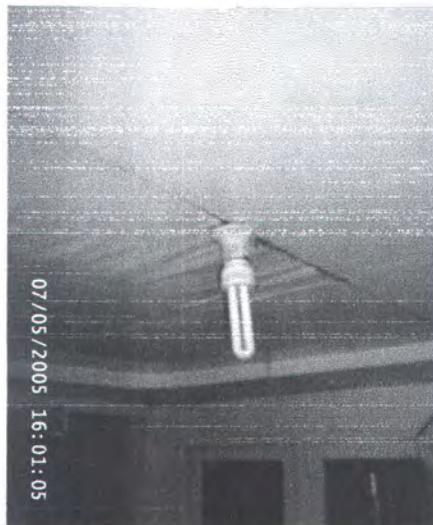


#### ❖ Data Lampu

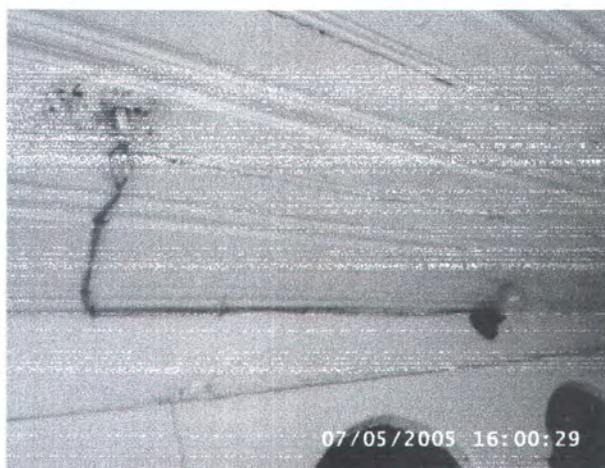
- > Lampu yang digunakan adalah lampu yang tipe dan spesifikasinya di gunakan untuk di darat yaitu lampu bohlam dengan daya 100 watt, 16 buah dan lampu philips 18 watt, tegangan 220-240 V, frekuensi 50-60 Hz., jumlahnya 4 buah.
- > Stop kontak yang digunakan adalah stop kontak untuk penggunaan di rumah dan bangunan darat dengan daya 100 watt sebanyak 4 buah.



gambar 4.17. stop kontak dan sakelar pada KM. HARAPAN USAHA



4.18.1



4.18.2



gambar 4.18.1-3. lampu-lampu pada KM. HARAPAN USAHA



□ Lampu-lampu yang digunakan di kapal ini seperti layaknya di darat, seharusnya untuk di kapal harus dilengkapi dengan rumah lampu yang kedap air untuk menghindari hubungan pendek.

Dilihat dari kebutuhan penerangan pun lampu yang terpasang tidak memenuhi ketentuan yang ada, berdasarkan ukuran atau dimensi ruangan, indeks ruangan, faktor refleksi ruangan, iluminasi ruangan, tipe lampu, faktor maintenance, flux cahaya dan jumlah armatur yang dibutuhkan.

Untuk arus yang digunakan sudah memenuhi standar tetapi untuk jumlah titik lampu pada kapal ini belum memenuhi standar BKI.

BKI menetapkan bahwa akhir subsirkuit untuk lampu tidak boleh terpasang dengan tingkat fusi lebih besar dari 16 A.

Jumlah titik lampu (lampu yang terhubung untuk satu subsirkuit tidak boleh melebihi :

10 lampu untuk voltase sampai	55 V
14 lampu untuk voltase lebih dari	55 V
24 lampu untuk lampu lebih dari	125 V

Daerah – daerah di bawah ini, penerangan harus disuplai oleh sekurangnya dua sirkuit yang berbeda :

- m) Kamar mesin, runag pelayanan dan pusat kontrol.
- n) Dapur besar
- o) Jalan terusan
- p) Tangga meuju ke boat deck
- q) Ruang umum dan tempat duduk untuk penumpang dan ABK
- r) Ruang pompa pada tanker



Lampu-lampu harus dirancang mencukupi penerangan jika diperkirakan ada terjadi sirkuit yang gagal. ( *BKI Vol IV Sec 4.9* )

□ Stop kontak dan sakelar yang digunakan di kapal ini sama seperti didarat, hal ini sangat berdampak pada kekuatan dan keamanan dari stop kontak dan sakelar tersebut. Seharusnya spesifikasinya sesuai dengan kondisi di kapal dimana kedap dan tahan terhadap kondisi lingkungan di kapal.

Untuk perlindungan terhadap alat-alat penerangan BKI juga mengatur dengan menerapkan standar IEC 529 yaitu :

Lokasi	Standar
1. Ruang elektrik kering	1. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
2. Dry spaces, ruang kontrol, akomodasi	2. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
3. Wheelhouse, ruang radio, pusat kontrol	3. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
4. Ruang basah (seperti ruang permesinan), ventilasi bagian dalam, pantry, ruang makanan, gudang	4. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
5. Geladak terbuka	5. Tahan debu, tahan terhadap water jet, tahan terhadap air secara berkala atau temporary (IP 55/IP 56/ IP 67)



- 4) Nama kapal : KM. NUR HASNA
- Panjang : 32 m
- Lebar : 8 m
- Tinggi : 4 m
- DWT : 350 Ton
- ABK : 12 orang



gambar 4.19. kapal KM. NUR HASNA

❖ Data Generator

- Merk : CHANGCHAI
- Daya : 3000 Watt
- Tegangan : 215 / 230 V
- Frekwensi : 50 Hz
- Putaran : 1600 R/min
- Cos  $\phi$  : 1,0
- Jumlah phase : 1 phase



**gambar 4.20. generator KM. NUR HASNA**



**gambar 4.21. circuit braker KM. NUR HASNA**

- Kapal ini menggunakan diesel sebagai motor penggerak generatornya dan menggunakan belt sebagai penghubung. Generator yang ada hanya digunakan sebagai suplai listrik untuk lampu atau penerangan, sedangkan untuk pompa menggunakan diesel tersendiri atau terpisah, demikian pula untuk alat komunikasi yang menggunakan baterai atau aki sebagai sumber listriknya.
- Berdasarkan data yang didapat, daya yang tersedia dari generator berlebih dari kebutuhan daya yang diperlukan dari daya dan jumlah lampu yang terpasang. Kelebihan daya ini menyebabkan tidak efisien.



Daya terpasang =  $(20 \times 16) + (100 \times 5) + (100 \times 5) = 1320$  watt

Keterangan : jumlah lampu 20 watt sebanyak 16 buah dan 100 watt 5 buah  
stop kontak 100 watt sebanyak 5 buah.

Dari perhitungan maka daya yang terpasang 1320 watt sedangkan daya yang tersedia 3000 watt.

Untuk penempatan generator sudah sesuai dengan BKI yang menetapkan bahwa untuk generator utama dengan penggeraknya terpisah dari unit propulsi utama, generator utama harus diletakkan di kamar mesin atau di ruang mesin bantu. Instalasi harus menjamin operasi sempurna, termasuk pada cuaca berat, khususnya ketersediaan udara segar dan pemindahan gas buang. (*BKI Vol IV section 2.A.1*)

Kapal ini tidak menyediakan generator cadangan atau baterai untuk emergency sehingga apabila terjadi kerusakan pada generatornya maka semua lampu-lampu akan mati (black out). Padahal berdasarkan peraturan BKI harus terdapat emergency generator dan penggeraknya yang diletakkan paling atas dari geladak penghubung dan tidak didepan sekat kedap. Ruang emergency generator dirancang harus mudah dicapai dari geladak terbuka, dan harus dipastikan lokasi dari operasi emergency generatior jauh dari potensi bahaya kebakaran atau kecelakaan lainnya. (*BKI Vol IV section 2.A.3*)

BKI juga mengatur standar untuk generator dengan syarat standar IEC 529 IP 44 yaitu : Generator harus tahan terhadap benda asing dengan ukuran  $\varnothing$  1,0 mm dan lebih besar dan tahan terhadap percikan air yang tidak menyebabkan dampak panas.



□ Kapal ini tidak menggunakan panel tetapi hanya menggunakan sekring seperti layaknya di darat sebagai pemutus hubungan listrik antara lampu-lampu dengan generator. Hal ini sangat berbahaya karena sekring tidak dilengkapi dengan pengaman dan kekedapan sehingga bisa menyebabkan hubungan pendek atau terbakar. Seharusnya terdapat panel yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan mempermudah dalam pengontrolan.

Sekring pada kapal ini hanya satu tanpa pembagian blok, hal ini apabila terjadi arus pendek maka semua lampu di kapal akan mati. Seharusnya terdapat beberapa sekring ( minimal dua ) untuk membagi lampu dalam beberapa blok sehingga apabila terjadi arus pendek pada salah satu lampu, maka terjadi black out atau pemadamam menyeluruh.

Seharusnya terdapat panel yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan mempermudah dalam pengontrolan sesuai dengan ketentuan BKI yang menyebutkan umumnya main switchboard harus dirancang dari generator utama dimana jalur suplai normal elektriknya hanya bisa dirusak oleh api atau kerusakan lain pada ruangan yang sama. Jika instalasi terletak diatas bilga, main switchboard harus dilengkapi dengan seal dari bawah. Gang atau jalan terusan didepan main switchboard harus memiliki lebar sekurangnya 0,9 m. Jarak yang cukup harus disediakan untuk operasional dari board. (BKI Vol IV section 2.E.1)

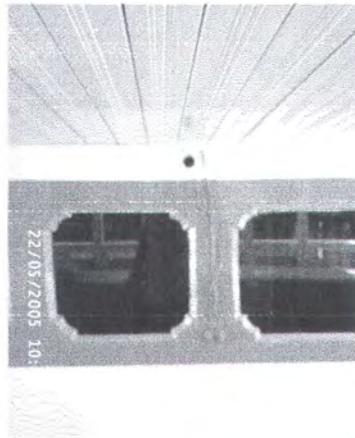
Sekring pada kapal ini hanya satu tanpa pembagian blok, hal ini apabila terjadi arus pendek maka semua lampu di kapal akan mati (black out). Seharusnya terdapat beberapa sekring ( minimal dua ) untuk membagi lampu dalam beberapa blok sehingga apabila terjadi arus pendek pada salah jalur, maka



sekring yang putus hanya satu dan lampu yang mati hanya yang sejalur dari sekring tersebut.



gambar 4.22.1.



gambar 4.22.1-2. instalasi kabel dan stop kontak pada KM. NUR HASNA

❖ Data Kabel

- SNI SPLN 42 ETERNA NYM 2 X 1,5 mm<sup>2</sup> 300/500 V ◊ LMK◊

□ Kabel yang digunakan pada kapal ini menggunakan spesifikasi yang digunakan untuk di darat (rumah atau gedung) yaitu NYM, hal ini dapat menyebabkan kabel melepuh, rapuh, dan bisa terbakar karena kondisi



lingkungan di kapal. Seharusnya kabel mempunyai spesifikasi khusus di kapal (misalnya L SPYCS ).

Untuk luas penampang kabel lebih besar dari yang dibutuhkan, dengan penampang 1 mm<sup>2</sup> sudah mencukupi, perhitungan diperoleh dari :

$$I = P / V$$

$$I = 1320 \text{ watt} / 230$$

$$I = 5,74 \text{ Ampere}$$

Dari tabel diperoleh penampang kabel 1 mm<sup>2</sup>

Jalur instalasi kabel tidak teratur dan tidak rapi hal ini mempersulit pekerjaan perbaikan apabila terjadi kerusakan kabel dan tidak baik dalam dari segi keindahan.

Alur kabel pada kapal ini juga langsung menempel pada konstruksi kapal, hal ini sangat berbahaya mengingat kayu akan sangat mudah terbakar apabila berhubungan langsung dengan kabel yang terkelupas atau melepuh, seharusnya kabel-kabel tersebut dilindungi dengan pipa baja atau pipa PVC untuk keamanannya.

Peraturan BKI mensyaratkan :

- Tingkat voltase setiap kabel tidak boleh lebih rendah dari voltase kerja dari sirkuit yang bersangkutan.
- Pada sistem distribusi isolasi, voltase konduktor terluar dari sistem tidak mengganggu tingkat voltase dari kabel antara konduktor dan badan kapal.
- Pada saat temperatur lingkungan tinggi terjadi, kabel masih bisa digunakan sampai temperatur paling sedikit 10 K sampai maksimum dapat mengantisipasi temperatur lingkungan.



- Dalam pemilihan kabel, harus dilihat kemampuan bertahan dari beban mekanik.
- Rute kabel harus memperhatikan syarat-syarat berikut :
  - \* Rute kabel harus dipilih sependek mungkin dan tidak terganggu kerusakan mekanik.
  - \* Untuk tekukan, minimum radius dalam dari lekukan yang diijinkan oleh pabrikan harus diikuti. Radius tidak boleh lebih kecil dari 6 kali diameter luar dari kabel.
  - \* Suplai kabel untuk kebutuhan darurat tidak boleh berada didaerah potensi kebakarana, dengan kata lain fire subdivision tercantum dalam main source electrical power dan fasilitas penghubung.

#### ❖ Data Lampu

Lampu yang digunakan adalah lampu yang tipe dan spesifikasinya di gunakan untuk di darat yaitu daya 20 watt, tegangan 220-240 V, frekuensi 50-60 Hz., merk Philips dan jumlahnya 16 buah. Dan lampu bohlam 100 watt sebanyak 5 buah.



**gambar 4.23. lampu pada kapal KM. NUR HASNA**



□ Lampu-lampu yang digunakan di kapal ini seperti layaknya di darat, seharusnya untuk di kapal harus dilengkapi dengan rumah lampu yang kedap air untuk menghindari hubungan pendek.

Dilihat dari kebutuhan penerangan pun lampu yang terpasang tidak memenuhi ketentuan yang ada, berdasarkan ukuran atau dimensi ruangan, indeks ruangan, faktor refleksi ruangan, iluminasi ruangan, tipe lampu, faktor maintenance, flux cahaya dan jumlah armatur yang dibutuhkan.

Untuk arus yang digunakan sudah memenuhi standar tetapi untuk jumlah titik lampu pada kapal ini belum memenuhi standar BKI.

BKI menetapkan bahwa akhir subsirkuit untuk lampu tidak boleh terpasang dengan tingkat fusi lebih besar dari 16 A.

Jumlah titik lampu (lampu yang terhubung untuk satu subsirkuit tidak boleh melebihi :

10 lampu untuk voltase sampai	55 V
14 lampu untuk voltase lebih dari	55 V
24 lampu untuk lampu lebih dari	125 V

Daerah – daerah di bawah ini, penerangan harus disuplai oleh sekurangnya dua sirkuit yang berbeda :

- s) Kamar mesin, runag pelayanan dan pusat kontrol.
- t) Dapur besar
- u) Jalan terusan
- v) Tangga meju ke boat deck
- w) Ruang umum dan tempat duduk untuk penumpang dan ABK
- x) Ruang pompa pada tanker



Lampu-lampu harus dirancang mencukupi penerangan jika diperkirakan ada terjadi sirkuit yang gagal. ( *BKI Vol IV Sec 4.9* )

Untuk perlindungan terhadap alat-alat penerangan BKI juga mengatur dengan menerapkan *standar IEC 529* yaitu :

Lokasi	Standar
1. Ruang elektrik kering	1. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
2. Dry spaces, ruang kontrol, akomodasi	2. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
3. Wheelhouse, ruang radio, pusat kontrol	3. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
4. Ruang basah (seperti ruang permesinan), ventilasi bagian dalam, pantry, ruang makanan, gudang	4. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
5. Geladak terbuka	5. Tahan debu, tahan terhadap water jet, tahan terhadap air secara berkala atau temporary (IP 55/IP 56/ IP 67)



---

---

5) Nama Kapal	: KM. HARTINI
Panjang	: 32 m
Lebar	: 9,5 m
Tinggi	: 4 m
DWT	: 350 Ton
ABK	: 12 orang



gambar 4.24. kapal KM. HARTINI

❖ Data Generator

Merk	: YTG Series
Daya	: 2500 Watt
Tegangan	: 110 /220 V
Frekwensi	: 50 Hz
Putaran	: 3000 R/min
Cos $\phi$	: 1,0



gambar 4.25. generator KM. HARTINI

□ Kapal ini menggunakan generator yang digerakkan oleh diesel dan sebagai penghubung keduanya menggunakan belt. Generator yang ada hanya digunakan sebagai suplai listrik untuk lampu atau penerangan, sedangkan untuk pompa menggunakan diesel tersendiri atau terpisah, demikian pula untuk alat komunikasi yang menggunakan baterai atau aki sebagai sumber listriknya

□ Berdasarkan data yang didapat, daya yang tersedia dari generator berlebih dari kebutuhan daya yang diperlukan dari daya dan jumlah lampu yang terpasang. Kelebihan daya ini menyebabkan tidak efisien.

Daya terpasang =  $(18 \times 12) + (60 \times 4) + (500 \times 1) + (100 \times 4) = 1356$  watt

Keterangan : jumlah lampu 18 watt -12 buah, 60 watt – 4 buah, 500 watt–1buah stop kontak 100 watt sebanyak 4 buah.

Dari perhitungan maka daya yang terpasang 1356 watt sedangkan daya yang tersedia 2500 watt.

Untuk penempatan generator sudah sesuai dengan BKI yang menetapkan bahwa untuk generator utama dengan penggeraknya terpisah dari unit propulsi utama, generator utama harus diletakkan di kamar mesin atau di ruang mesin



bantu. Instalasi harus menjamin operasi sempurna, termasuk pada cuaca berat, khususnya ketersediaan udara segar dan pemindahan gas buang. (*BKI Vol IV section 2.A.1*)

Kapal ini tidak menyediakan generator cadangan atau baterai untuk emergency sehingga apabila terjadi kerusakan pada generatornya maka semua lampu-lampu akan mati (black out). Padahal berdasarkan peraturan BKI harus terdapat emergency generator dan penggeraknya yang diletakkan paling atas dari geladak penghubung dan tidak didepan sekat kedap. Ruang emergency generator dirancang harus mudah dicapai dari geladak terbuka, dan harus dipastikan lokasi dari operasi emergency generatior jauh dari potensi bahaya kebakaran atau kecelakaan lainnya. (*BKI Vol IV section 2.A.3*)

BKI juga mengatur standar untuk generator dengan syarat standar IEC 529 IP 44 yaitu : Generator harus tahan terhadap benda asing dengan ukuran  $\varnothing$  1,0 mm dan lebih besar dan tahan terhadap percikan air yang tidak menyebabkan dampak panas.

Kapal ini tidak menggunakan panel tetapi hanya menggunakan sekring seperti layaknya di darat sebagai pemutus hubungan listrik antara lampu-lampu dengan generator. Hal ini sangat berbahaya karena sekring tidak dilengkapi dengan pengaman dan kekedapan sehingga bisa menyebabkan hubungan pendek atau terbakar. Seharusnya terdapat panel yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan mempermudah dalam pengontrolan.

Seharusnya terdapat panel yang berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan mempermudah dalam pengontrolan sesuai dengan ketentuan BKI



yang menyebutkan umumnya main switchboard harus dirancang dari generator utama dimana jalur suplai normal elektriknya hanya bisa dirusak oleh api atau kerusakan lain pada ruangan yang sama. Jika instalasi terletak diatas bilga, main switchboard harus dilengkapi dengan seal dari bawah. Gang atau jalan terusan didepan main switchboard harus memiliki lebar sekurangnya 0,9 m. Jarak yang cukup harus disediakan untuk operasional dari board. (*BKI Vol IV section 2.E.1*)

Sekring pada kapal ini hanya satu tanpa pembagian blok, hal ini apabila terjadi arus pendek maka semua lampu di kapal akan mati. Seharusnya terdapat beberapa sekring ( minimal dua ) untuk membagi lampu dalam beberapa blok sehingga apabila terjadi arus pendek pada salah satu lampu, maka sekring yang putus hanya satu dan lampu yang mati hanya yang sejalur dari sekring tersebut.

#### ❖ Data Kabel

- ◊ YDE NYMHY 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> 500 V ◊

□ Kabel yang digunakan pada kapal ini menggunakan spesifikasi yang digunakan untuk di darat (rumah atau gedung) yaitu NYM, hal ini dapat menyebabkan kabel melepuh, rapuh, dan bisa terbakar karena kondisi lingkungan di kapal. Seharusnya kabel mempunyai spesifikasi khusus di kapal (misalnya L DPYCS).

Untuk luas penampang kabel sudah sesuai dengan yang dibutuhkan, perhitungan diperoleh dari :



$$I = P / V$$

$$I = 1356 \text{ watt} / 220$$

$$I = 6,163 \text{ Ampere}$$

Dari tabel diperoleh penampang kabel  $1,5 \text{ mm}^2$

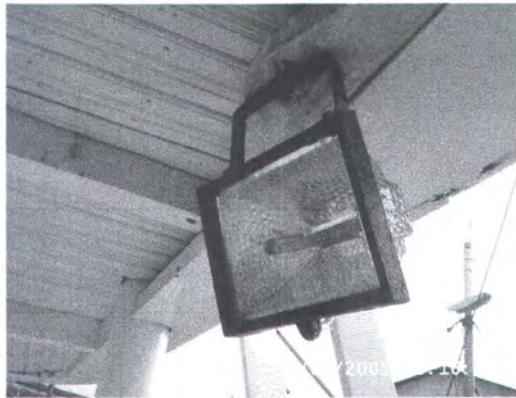
Alur kabel pada kapal ini juga langsung menempel pada konstruksi kapal, hal ini sangat berbahaya mengingat kayu akan sangat mudah terbakar apabila berhubungan langsung dengan kabel yang terkelupas atau melepuh, seharusnya kabel-kabel tersebut dilindungi dengan pipa baja atau pipa PVC untuk keamanannya.

Peraturan BKI mensyaratkan :

- Tingkat voltase setiap kabel tidak boleh lebih rendah dari voltase kerja dari sirkuit yang bersangkutan.
- Pada sistem distribusi isolasi, voltase konduktor terluar dari sistem tidak mengganggu tingkat voltase dari kabel antara konduktor dan badan kapal.
- Pada saat temperatur lingkungan tinggi terjadi, kabel masih bisa digunakan sampai temperatur paling sedikit  $10 \text{ K}$  sampai maksimum dapat mengantisipasi temperatur lingkungan.
- Dalam pemilihan kabel, harus dilihat kemampuan bertahan dari beban mekanik.
- Rute kabel harus memperhatikan syarat-syarat berikut :
  - \* Rute kabel harus dipilih sependek mungkin dan tidak terganggu kerusakan mekanik.



- \* Untuk tekukan, minimum radius dalam dari lekukan yang diijinkan oleh pabrikan harus diikuti. Radius tidak boleh lebih kecil dari 6 kali diameter luar dari kabel.
- \* Suplai kabel untuk kebutuhan darurat tidak boleh berada didaerah potensi kebakaran, dengan kata lain fire subdivision tercantum dalam main source electrical power dan fasilitas penghubung.



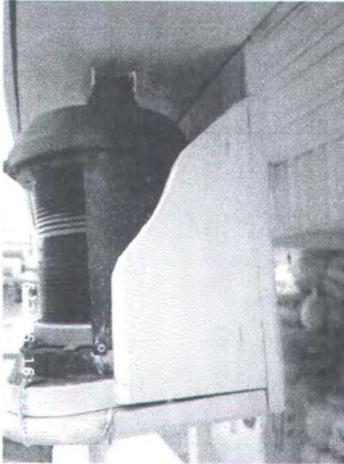
4.26.1



4.26.2



4.26.3



4.26.4



4.26.5

Gambar 4.z.1-5. lampu –lampu pada KM. HARTINI

❖ Data Lampu, Stop Kontak, dan Sakelar

- > Lampu-lampu yang digunakan adalah lampu yang sering digunakan di darat dengan daya 18 Watt - 12 buah, 60 watt - 4 buah, dan lampu sorot 500 watt – 1 buah. Untuk lampu buritan menggunakan standar marine.
- > Stop kontak dan sakelar juga merupakan tipe dan spesifikasi untuk di darat



gambar 4.27. stop kontak dan sakelar KM. HARTINI



□ Lampu-lampu yang digunakan di kapal ini seperti layaknya di darat, seharusnya untuk di kapal harus dilengkapi dengan rumah lampu yang kedap air untuk menghindari hubungan pendek, kecuali untuk lampu buritan kapal ini telah memenuhi standar kapal.

Dilihat dari kebutuhan penerangan pun lampu yang terpasang tidak memenuhi ketentuan yang ada, berdasarkan ukuran atau dimensi ruangan, indeks ruangan, faktor refleksi ruangan, iluminasi ruangan, tipe lampu, faktor maintenance, flux cahaya dan jumlah armatur yang dibutuhkan.

Untuk arus yang digunakan sudah memenuhi standar tetapi untuk jumlah titik lampu pada kapal ini belum memenuhi standar BKI.

BKI menetapkan bahwa akhir subsirkuit untuk lampu tidak boleh terpasang dengan tingkat fusi lebih besar dari 16 A.

Jumlah titik lampu (lampu yang terhubung untuk satu subsirkuit tidak boleh melebihi :

10 lampu untuk voltase sampai	55 V
14 lampu untuk voltase lebih dari	55 V
24 lampu untuk lampu lebih dari	125 V

Daerah – daerah di bawah ini, penerangan harus disuplai oleh sekurangnyanya dua sirkuit yang berbeda :

- y) Kamar mesin, runag pelayanan dan pusat kontrol.
- z) Dapur besar
- aa)Jalan terusan
- bb)Tangga meuju ke boat deck
- cc) Ruang umum dan tempat duduk untuk penumpang dan ABK



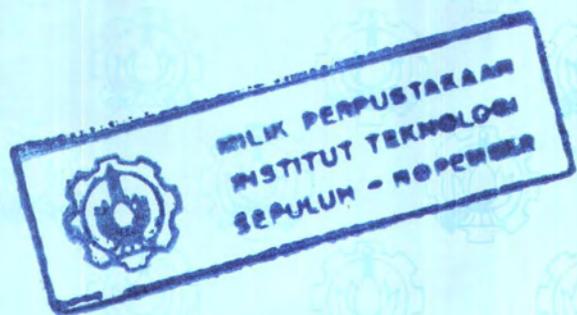
dd) Ruang pompa pada tanker

Lampu-lampu harus dirancang mencukupi penerangan jika diperkirakan ada terjadi sirkuit yang gagal. ( *BKI Vol IV Sec 4.9*)

Untuk perlindungan terhadap alat-alat penerangan BKI juga mengatur dengan menerapkan standar IEC 529 yaitu :

Lokasi	Standar
1. Ruang elektrik kering	1. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
2. Dry spaces, ruang kontrol, akomodasi	2. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar (IP 20)
3. Wheelhouse, ruang radio, pusat kontrol	3. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
4. Ruang basah (seperti ruang permesinan), ventilasi bagian dalam, pantry, ruang makanan, gudang	4. Tahan terhadap benda asing dengan ukuran $\varnothing$ 12,5 mm dan lebih besar dan tahan terhadap air jatuh secara vertikal dengan sudut 15° (IP 22)
5. Geladak terbuka	5. Tahan debu, tahan terhadap water jet, tahan terhadap air secara berkala atau temporary (IP 55/IP 56/ IP 67)

**BAB V**  
**PERENCANAAN DAN**  
**DESAIN ALTERNATIF**





---

---

## BAB V

### PERENCANAAN DESAIN ALTERNATIF

#### 5.1. Umum

Kapal yang dijadikan contoh untuk perencanaan desain alternatif adalah KM. MARABATUAN karena dari segi data lebih lengkap dari kapal-kapal yang lain.

Tahap awal adalah dengan merencanakan perhitungan penerangan pada setiap deck.

Dalam perhitungan penerangan, faktor-faktor berikut ini merupakan parameter-parameter :

- KOEFISIEN PEMAKAIAN (CU – COEFFICIENT OF USE)

Sebagian keluaran lumen dari sumber, hilang di dalam fitting. Sebagian keluaran tersebut diarahkan ke dinding dan langit-langit di mana sebagian akan diserap dan sebagian dipantulkan. Jadi hanya sebagian dari cahaya yang mencapai permukaan kerja. Bagian ini dinyatakan sebagai sebuah bilangan yang selalu lebih kecil daripada satu. Jelas faktor pemakaian ini

memperlihatkan bahwa cahaya yang mencapai bidang yang akan diterangi adalah berkurang, sehingga daya sumber cahaya mungkin harus diperbesar untuk mencapai nilai penerangan yang diinginkan. Penentuan sebesarnya dari luar sebenarnya dari nilai koefisien pemakaian memerlukan pengalaman dan pertimbangan.



- **FAKTOR PEMELIHARAAN (MF - MAINTENANCE FACTOR)**

Debu dan kotoran pada fitting dan kadang-kadang umur fitting dapat mengurangi keluaran cahaya. Penerangan juga akan terganggu oleh dekorasi yang buruk. Suatu angka sebesar 0,8 lazim diambil tetapi harus dikurangi untuk lingkungan yang berdebu dan kotor seperti yang kadang-kadang ditemukan pada pengerjaan kayu dan pengerjaan kimia. Kadang-kadang digunakan istilah faktor penyusutan :

$$\text{Faktor penyusutan} = \frac{1}{\text{faktor pemeliharaan}}$$

- **PERBANDINGAN RUANG - KETINGGIAN**

Ketinggian pemasangan fitting yang tepat adalah penting. Bila fitting dalam garis penglihatan, kesilauan (glare) bisa dihasilkan . Ketinggian yang berlebih dibatasi dalam mempengaruhi penerangan dan menimbulkan masalah bagi pemasangan lampu kembali dan dalam pemeliharaan. Pabrik sering mempunyai fitting-fitting yang terpasang pada tiang penopang atap atau balok tinggi. Nilai perbandingan ruang-ketinggian bergantung pada jenis fitting dan penerangan yang bisa diterapkan. Sekali tingginya telah diterapkan, perbandingan ini menentukan ruangan dan juga jumlah fitting yang akan ditentukan.

- **RUMUS ILUMINASI**

Bilamana jumlah lumen total dibutuhkan pada sebuah bangunan tertentu :



$$\text{Lumen} = \frac{\text{iluminasi (lux)} \times \text{luas bidang kerja (m}^2\text{)}}{\text{Faktor pemeliharaan} \times \text{koefisien pemakaian}} = \frac{E \times A}{MF \times CU}$$

$$\text{Lux} = \frac{\text{Lumen total} \times \text{Faktor pemeliharaan} \times \text{koefisien pemakaian}}{\text{luas m}^2}$$

Iluminasi yang diterima dari sekelompok unit cahaya :

## LAMPU PENERANGAN

Terdiri dari : - lampu pemancar suhu berupa lampu pijar  
- lampu tabung gas

### 1. Lampu pijar

- lampu benang arang
- lampu vakum kawat wolfram
- lampu berisi gas
- lampu bi-arlita
- lampu argenta
- lampu supralux

### 2. Lampu tabung gas

- lampu natrium
- lampu air raksa tekanan tinggi
- lampu tabung fluoresen

Sedangkan untuk penentuan kebutuhan penerangan dan jumlah lampu serta jumlahnya ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

#### a. Ukuran atau dimensi ruangan

Ukuran atau dimensi ruangan akan menentukan harga indeks ruang.



b. *Warna Ruangan*

Warna ruangan, dalam hal ini adalah warna langit-langit (ceiling), warna dinding (wall) serta warna lantai (floor). Warna ruangan ini menentukan besarnya faktor refleksi terhadap cahaya yang diterima ruangan.

c. *Tipe lampu*

Tipe lampu berhubungan dengan jenis ruangan yang mempengaruhi cara pengamanan lampu. Berbagai tipe lampu ini juga memberikan karakteristik yang berbeda pula.

Cara perhitungan penerangan seperti contoh berikut :

- Dimensi ruangan

Panjang = L ( m )

Lebar = B ( m )

Tinggi = H ( m )

Tinggi bidang kerja = h ( m )

Luas ruangan = A ( m )

- Indeks ruangan

$$K = \frac{L \times B}{(H - h)(L + B)}$$

- Faktor refleksi ruangan

Meliputi ceiling, wall, floor, dimana untuk menentukan nilainya bisa dilihat pada lampiran indeks.

- Iluminasi ruangan

Iluminasi ruangan menurut aturan BKI sebesar  $E = 200$  lux



- Tipe Lampu

Tipe lampu yang dipilih menurut ruangnya (lihat lampiran indeks)

- Faktor maintenance

Nilainya bisa dilihat pada lampiran indeks

- Illumination rate

Diperoleh dengan cara menginterpolasi dari nilai-nilai yang ada di tabel. Dari hasil interpolasi tabel tipe lampu didapatkan hasil :

- Efisiensi penerangan

$$\eta = U + M$$

Dimana : U = illumination rate

M = maintenance factor

- Flux cahaya

$$\Phi = \frac{E \times A}{\eta} \quad (\text{Lumen})$$

- Flux cahaya lampu (  $\Phi_1$  )

Dapat dilihat pada tabel

- Jumlah armature yang dibutuhkan

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_1} =$$

Maka diperoleh berapa jumlah lampu dan daya yang dibutuhkan untuk penerangan

Untuk penerangan kapal KM. MARABATUAN dapat dilihat pada tabel perhitungan di bawah ini :

**PERANCANGAN : NAVIGATION DECK ( KM. MARABATUAN )**

Dimensi Ruang					Indeks Ruang (k)	Faktor Refleksi			Illum (E)	Jenis Armature	Faktor Kotor (d)	Range Effisiensi				Eff Penrgn (h)	Flux Cahaya (F)	Flux Armature (F1)	Jumlah Fitting (n)	
Panjang (P)	Lebar (L)	Tinggi (T)	T Bid kerja (h)	Luas (A)		Ceiling	Wall	Floor				k1	h1	k2	h2				S=	16
5	3,15	2,25	0,5	15,75	<b>1,10</b>	0,75	0,5	0,1	100	2xFL15W	0,7	1,0	0,4	1,25	0,45	0,4258	3699,15	2250	1,644	2
2,1	2	2,25	0,5	4,2	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,2588	1623	1500	1,082	1
2,1	2	2,25	0,5	4,2	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,2588	1623	1500	1,082	1
2,1	2	2,25	0,5	4,2	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,2588	1623	1500	1,082	1
2,1	2	2,25	0,5	4,2	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,2588	1623	1500	1,082	1
2,1	2	2,25	0,5	4,2	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,2588	1623	1500	1,082	1
2,1	2	2,25	0,5	4,2	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,2588	1623	1500	1,082	1
3,15	1	2,25	0,5	6,15	<b>0,49</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL10W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,2381	1291,3	750	1,722	2
9	0,825	2,25	0,5	7,425	<b>0,43</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL10W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,225	1649,96	750	2,2	2
9	0,825	2,25	0,5	7,425	<b>0,43</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL10W	0,7	0,4	0,2	0,60	0,26	0,225	1649,96	750	2,2	2
3,75	2,25	2,25	0	15,188	<b>0,75</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL20W	0,7	0,6	0,3	0,80	0,31	0,301	2522,84	1500	1,682	2
																			<b>S=</b>	<b>16</b>

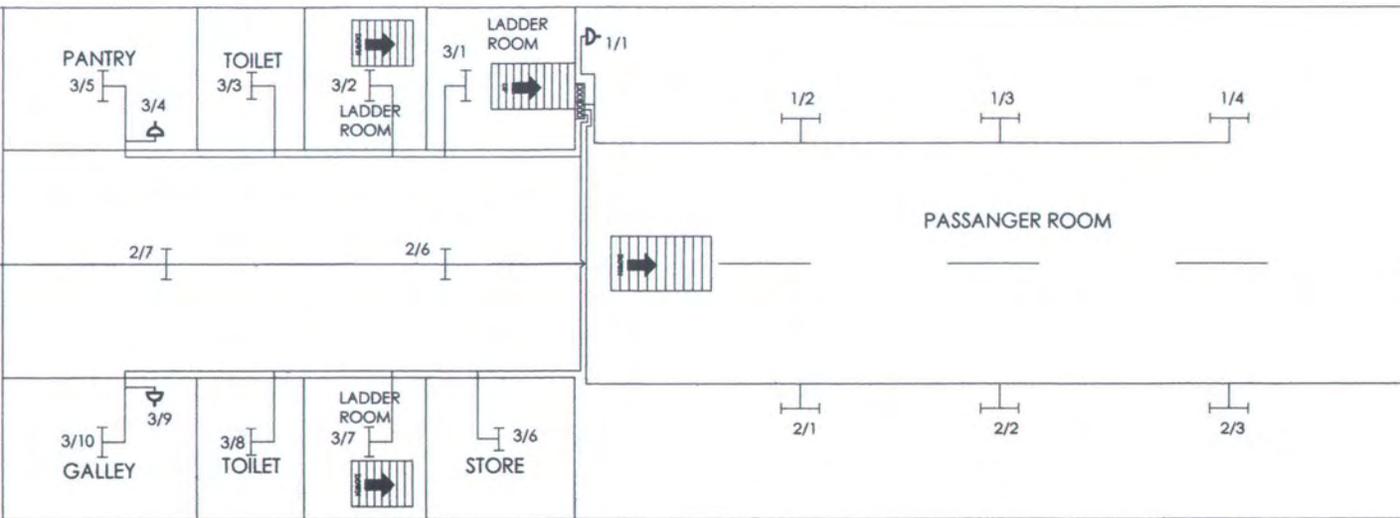
**PERNERANGAN : MAIN DECK ( KM. MARABATUAN )**

Dimensi Ruang					Indeks Ruang (k)	Faktor Refleksi			Illum (E)	Jenis Armature	Faktor Kotor (d)	Range Efisiensi				Eff Penrgn (h)	Flux Cahaya (F)	Flux Armature (F1)	Jumlah Fitting (n)	
Panjang (P)	Lebar (L)	Tinggi (T)	T Bid kerja (h)	Luas (A)		Ceiling	Wall	Floor				k1	h1	k2	h2					
11,5	6,5	2,5	0,5	74,75	<b>2,08</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL40W	0,7	2,0	0,4	2,50	0,46	0,4261	17542,4	3000	5,847	6
1,95	1,875	2,5	0,5	3,6563	<b>0,48</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL10W	0,7	0,4	0,4	0,60	0,42	0,3956	462,128	750	0,616	1
1,95	1,5	2,5	0	2,925	<b>0,34</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL15W	0,7	0,2	0,2	0,40	0,26	0,2509	582,972	1125	0,518	1
2,5	1,95	2,5	0,5	4,875	<b>0,55</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,3	0,60	0,36	0,3488	1397,6	1500	0,932	1
2,5	1,95	2,5	0,5	4,875	<b>0,55</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,4	0,3	0,60	0,36	0,3488	1397,6	1500	0,932	1
1,95	1,5	2,5	0	2,925	<b>0,34</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL15W	0,7	0,2	0,2	0,40	0,26	0,2509	582,972	1125	0,518	1
1,95	1,875	2,5	0,5	3,6563	<b>0,48</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL20W	0,7	0,4	0,1	0,60	0,15	0,1134	1612,35	1500	1,075	1
1,95	1,5	2,5	0,5	2,925	<b>0,42</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL20W	0,7	0,4	0,1	0,60	0,15	0,0972	1505,03	1500	1,003	1
1,95	1,5	2,5	0,5	2,925	<b>0,42</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL20W	0,7	0,4	0,1	0,60	0,15	0,0972	1505,03	1500	1,003	1
7,5	3	2,5	0,5	22,5	<b>1,07</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL20W	0,7	1,0	0,4	1,25	0,38	0,3583	3139,95	1500	2,093	2
6,5	4,875	2,25	0,5	31,688	<b>1,59</b>	0,75	0,5	0,1	50	2xFL15W	0,7	1,5	0,4	2,00	0,42	0,4094	3870,11	2250	1,72	2
6,5	2,75	2,25	0	17,875	<b>0,86</b>	0,75	0,5	0,1	50	1xFL20W	0,7	1,0	0,4	1,25	0,38	0,3336	2678,88	1500	1,786	2
<b>S=</b>																			<b>20</b>	

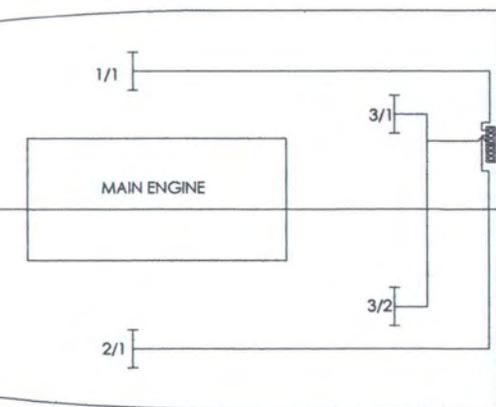
**NERANGAN : ENGINE ROOM ( KM. MARABATUAN )**

Dimensi Ruang					Indeks Ruang (k)	Faktor Refleksi			Illum (E)	Jenis Armature	Faktor Kotor (d)	Range Effisiensi				Eff Penrgn (h)	Flux Cahaya (F)	Flux Armature (F1)	Jumlah Fitting (n)	
Panjang (P)	Lebar (L)	Tinggi (T)	T Bid kerja (h)	Luas (A)		Ceiling	Wall	Floor				k1	h1	k2	h2					
3,25	2,25	3	0	18,563	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL40W	0,7	0,6	0,4	0,80	0,52	0,4156	4466,55	3000	1,489	1
3,25	2,25	3	0	18,563	<b>0,59</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL40W	0,7	0,6	0,4	0,80	0,52	0,4156	4466,55	3000	1,489	1
4,5	1,5	3	0	6,75	<b>0,38</b>	0,75	0,5	0,1	100	1xFL20W	0,7	0,2	0,2	0,40	0,26	0,2563	2634,15	1500	1,756	2
<b>S=</b>																			<b>28</b>	

## MAIN DECK

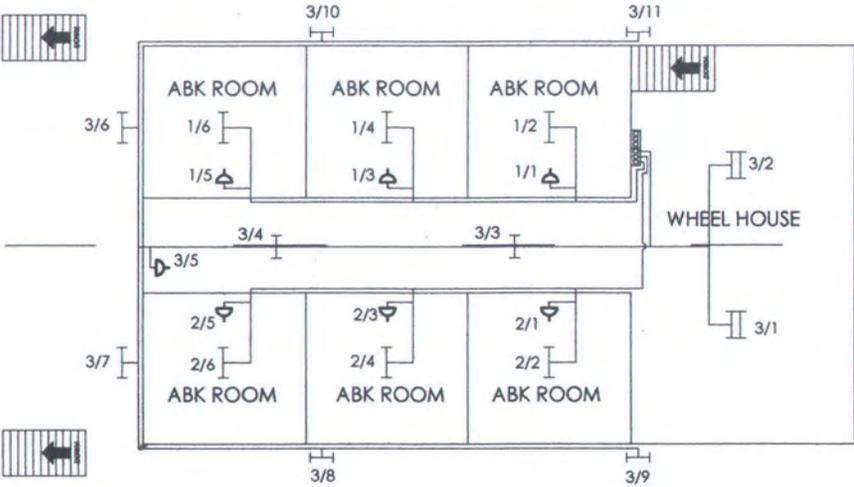


## ENGINE ROOM

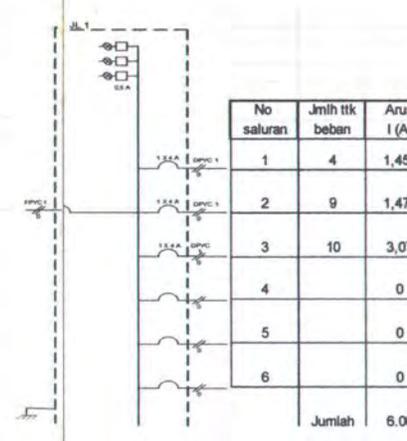
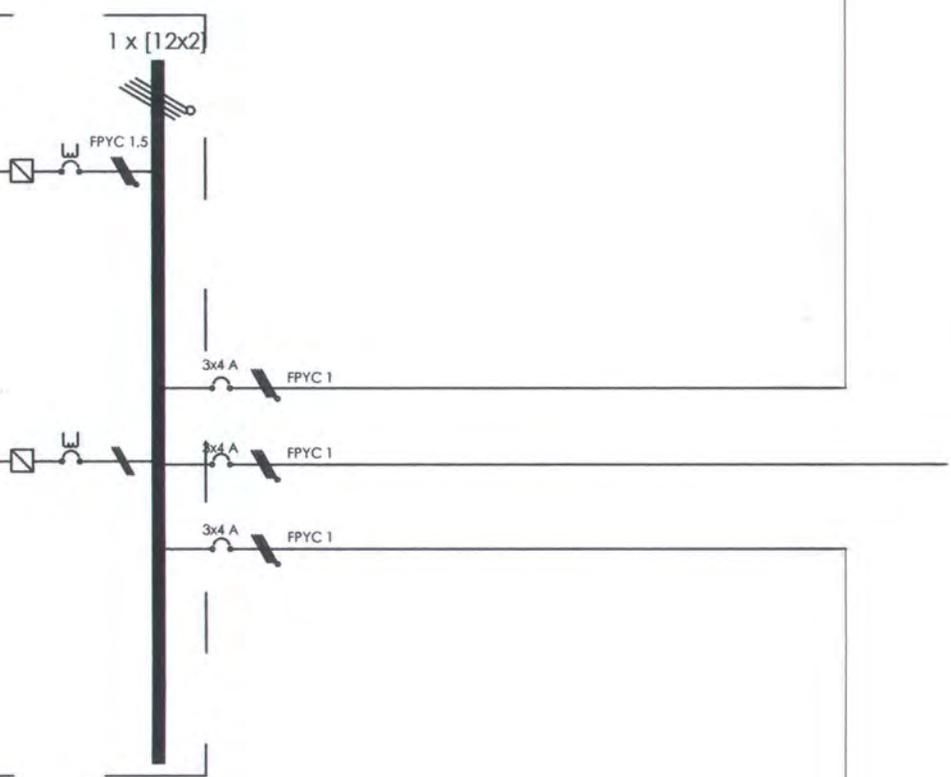


JURUSAN TEKNIK SIST FAKULTAS TEKNOLO INSTITUT TEKNOLOGI S	
KM. MARA	
"ONE LINE I	
SKALA : 1 : 100	TANDA TANGA
Digambar: Muhammad Ikhsan	
Diperiksa : Eddy Setyo K, ST. MSc	
Disetujui : Eddy Setyo K, ST. MSc.	

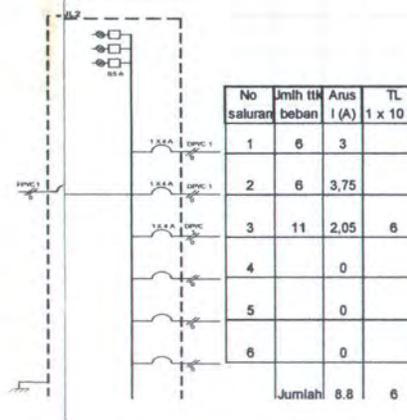
# NAVIGATION DECK



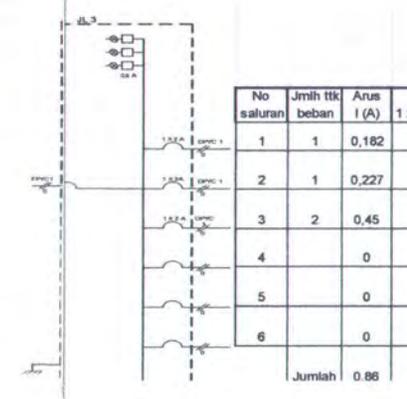
JURUSAN TEKNIK SIST FAKULTAS TEKNOLO INSTITUT TEKNOLOGI S	
KM. MARA	
"ONE LINE	
SKALA : 1 : 100	TANDA TANGA
Digambar: Muhammad Ikhsan	
Diperiksa : Eddy Setyo K, ST. MSc	
Disetujui : Eddy Setyo K, ST. MSc.	



No saluran	Jmlh titik beban	Arus I (A)
1	4	1,45
2	9	1,47
3	10	3,0
4		0
5		0
6		0
Jumlah		6,0



No saluran	Jmlh titik beban	Arus I (A)	TL 1 x 10
1	6	3	
2	6	3,75	
3	11	2,05	6
4		0	
5		0	
6		0	
Jumlah		8,8	6

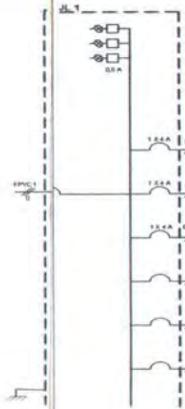


No saluran	Jmlh titik beban	Arus I (A)
1	1	0,182
2	1	0,227
3	2	0,45
4		0
5		0
6		0
Jumlah		0,88

### SYMBOL

Deck	(RL) : Red Light
Deck	(YL) : Yellow Light
Room	(BL) : Blue Light
	▲ : Saklar Y
	☐ : Fuse
	⤵ : Main Circuit Breaker
	(V) : Volt meter

PRIN
LOA
B



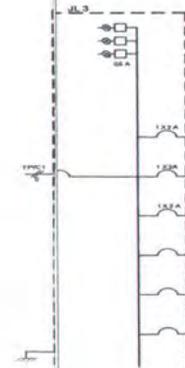
MAIN DECK

No saluran	Jmih titik beban	Arus I (A)	TL	TL	TL	TL	TL	Sk 200 W	Beban			
			1 x 10 W	1 x 15 W	2 x 15 W	1 x 20 W	1 x 40W		R	S	T	
1	4	1,455						3	1	320		
2	9	1,477			2	4	3				260	
3	10	3,07	1	2		5		2				540
4		0										
5		0										
6		0										
Jumlah		6,00	1	2	2	9	6	3		320	260	540



NAVIGATION DECK

No saluran	Jmih titik beban	Arus I (A)	TL	TL	TL	TL	TL	TL	Sk 200 W	Sk 600 W	Sk 1200 W	Beban		
			1 x 10 W	1 x 15 W	2 x 15 W	1 x 20 W	2 x 20 W	2 x 40W	R	S	T			
1	6	3					3		3			660		
2	8	3,75					3		3				660	
3	11	2,05	6		2	2			1					360
4		0												
5		0												
6		0												
Jumlah		8,8	6	0	2	8	0	0	7	0	0	660	660	360



ENGINE ROOM

No saluran	Jmih titik beban	Arus I (A)	TL	TL	TL	TL	TL	TL	Sk 200 W	Sk 600 W	Sk 1200 W	Beban			
			1 x 10 W	1 x 15 W	2 x 15 W	1 x 20 W	2 x 20 W	1 x 40W	R	S	T				
1	1	0,182							1				40		
2	1	0,227							1					40	
3	2	0,45							2					80	
4		0													
5		0													
6		0													
Jumlah		0,86	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	40	40	80

PRINCIPAL DIMENSION	
LOA	: 30.0 M
B	: 7.5 M
H	: 3.0 M

JURUSAN  
FAKULTAS  
INSTITUT TEKNIK

K

"V"

SKALA :

Digambar: Muhammad Ihsan

or

menemukan berapa jumlah lampu dan daya yang dibutuhkan

generator dengan kapasitas daya 15 % lebih besar dari

hasil perhitungan, dengan tujuan menjaga kerja generator

erat.

generator = daya terpasang x 15 %

= 2900 watt x 15 %

= 3335 watt

kapasitas daya generator adalah 3335 watt  $\approx$  3500 watt

jumlah generator 2, dimana salah satunya berperan sebagai

kotak panel dimana terdapat circuit breaker dan pemutus tenaga

fungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan pemutus tenaga

pengontrolan listrik.

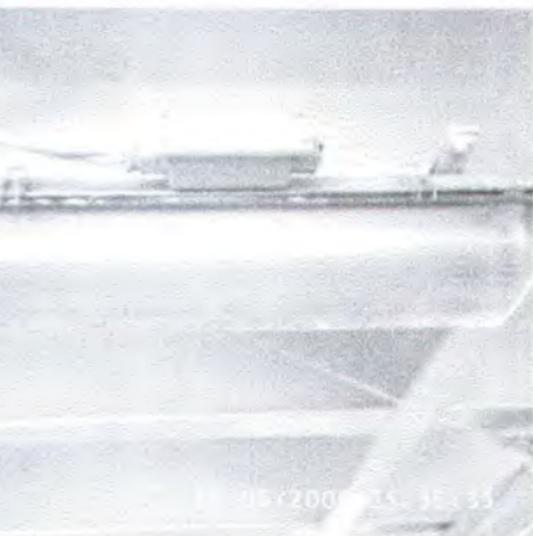


gambar panel box

yang digunakan adalah kabel yang dikhususkan untuk kapal laut. Kabel DPYC dengan penampang  $2 \times 1 \text{ mm}^2$  dengan pengamanan 1 x 1 mm<sup>2</sup> dengan penampang  $4 \times 1 \text{ mm}^2$  dengan pengamanan 1 x 1 mm<sup>2</sup>. Instalasi kabel dibuat teratur dan rapi untuk mempermudah pekerjaan perbaikan apabila terjadi kerusakan kabel.

Kabel yang menempel langsung di konstruksi badan kapal dilindungi dengan pipa PVC untuk menghindari kontak langsung antara kabel-kabel.

Lampu yang digunakan adalah lampu yang memiliki kekedapan air. Berbeda dengan lampu di darat hanya saja terdapat rumah lampu sebagai penjaga kekedapan.



gambar lampu khusus di kapal

jenis tipe lain dapat dilihat pada lampiran

Untuk memenuhi kebutuhan penerangan pun lampu yang terpasang tidak hanya didasarkan pada faktor yang ada, berdasarkan ukuran atau dimensi ruangan, faktor refleksi ruangan, iluminasi ruangan, tipe lampu, lumens, flux cahaya dan jumlah armatur yang dibutuhkan.

---

## **ntak dan Sakelar**

ak dan sakelar yang digunakan adalah yang khusus untuk kapal yang memiliki kekedapan terhadap air dan kelembapan.

## **n Komunikasi**

butuhan listrik untuk operasional alat – alat komunikasi. Sumber listrik dari battery yang terpisah dari generator untuk penerangan seperti yang sudah digunakan pada kapal operasional yang telah diamati.

**BAH**

**KESIMPUL**

**DAN SAR**

---

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

hasil analisa dapat disimpulkan bahwa dalam perencanaan dan pemasangan instalasi sistem kelistrikan pada kapal kayu yang sejauh ini belum memenuhi standarisasi yang digunakan. Dari analisa dan koreksi diperoleh :

Perencanaan dan pemasangan instalasi listrik pada kapal tersebut seperti instalasi listrik di rumah (sederhana). Pemilihan besarnya daya generator masih belum sesuai dengan yang terpasang di kapal.

Pemilihan kabel masih belum sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan kapal diantaranya dari tipe dan diameter kabel instalasi kabel hanya menggunakan satu jalur kabel untuk semua deck dan ruangan sehingga mudah terjadi black out. Penerangan lampu masih tidak memadai terhadap kebutuhan. Stop kontak dan sakelar yang digunakan tidak dilindungi kedapan terhadap air dan kelembaban tinggi seperti layak kapal di atas sangat mempengaruhi faktor keamanan dan keselamatan kapal – kapal tersebut.

---

h menjadi suatu keharusan bagi industri galangan  
di Batulicin untuk menerapkan standarisasi dalam per  
gan instalasi sistem kelistrikan pada setiap kapal –  
di galangan tersebut. Dengan mengambil acuan pada  
al dan aturan-aturan yang berlaku secara umum yan  
adan klasifikasi mengenai sistem kelistrikan kapal, wa  
peraturan baku dan tertulis dari Biro Klasifikasi Indone  
amanan dan kontinuitas listrik kapal.



**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- 1996, *Rule for the Classification and Construction of Seagoing Vessels*, London.
- 1996, *Rules for Electrical Instalations*, Jakarta.
- 2004, *Rules for Building and Classing Part 4 Vessel System*, London.
- 2002, *Teknik Listrik Instalasi Penerangan*, Penerbit Andi.
- 1998, *Tugas Akhir, Perencanaan Main-Switchboard*, Surabaya.
- 1999, *Tugas Akhir, Studi Pemilihan Kabel pada Kapal PAX 5*, ITS.
- Kuliah Perancangan Instalasi Listrik Perkapalan Jurusan Teknik Perkapalan, ITS.

**DOKUMEN KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir**  
**( LS 1336 )**

Sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas teknologi Kelautan ITS, maka perlu di terbitkan Keputusan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa untuk mengerjakan Tugas sesuai sesuai judul dan lingkup batasan yang tertera di bawah ini :

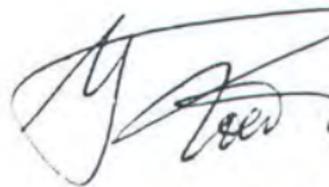
Nama : Muhammad Ikhsan  
NIM : 4202 109 603  
Dosen Pembimbing : Eddy Setyo K, ST.M.Sc  
Tanggal Tugas : 4 MARET 2005  
Judul Tugas :  
: ANALISA SISTEM KELISTRIKAN PADA KAPAL KAYU TRADISIONAL DI BATULICIN, KALIMANTAN SELATAN

Surabaya, 4 Maret 2005  
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

  
Eddy Setyo K, M.Sc  
NIP. 132133900

Tugas ;

Dosen Pembimbing



Eddy Setyo K, ST. M.Sc  
NIP. 132133900

REKAM KEMAJUAN Pengerjaan Tugas Akhir

Nama : Muhammad Ikhsan / 4202 109 603  
 Jurusan : Analisa Sistem Kelistrikan pada Kapal Kayu Tradisional  
 Lokasi : Batulicin, Kalimantan Selatan.  
 Dosen Pembimbing : Eddy Setyo K, ST. MSc.

KEGIATAN	B
KONSULTASI BAB I	
REVISI BAB I & KONSULTASI BAB II	
KONSULTASI HASIL SURVEY	
REVISI BAB II	
BAB III	
REVISI BAB III	
KONSULTASI KUISIONER	
KONSULTASI HASIL KUISIONER	
KONSULTASI BATASAN ANALISA	
KONSULTASI DASAR TEORI TAMBAHAN	
BAB IV & BAB V	
REVISI BAB <del>IV</del> dan PAPER P3	

(oleh dosen pembimbing)

layak / tidak layak (\*) untuk diujikan

(\*) = coret yang tidak perlu

anggap perlu: (bila diperlukan bisa menggunakan halaman kosong dibaliknya)

IKHSAN

603

FAKTOR BEBAN PERALATAN PADA KAPAL PEN  
ROUTE MERAK - BAKAUHUNI

osal \*)  
baikan  
baikan

ndasikan \*)  
s (MMS)

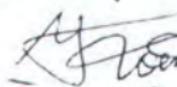
sign (MMD)  
ical System (MEAS)  
and Management (RAM)

omendasikan \*\*)

etal

ksud  
sen pembimbing ada pada koordinator bidang

Koordinator Rua

  
Eddy S.  
NIP. 132 13

teknik Sistem Perkapalan  
knologi Kelautan ITS  
uasi Interim Tugas Akhir (P2)  
enap T.A. 2004/2005

nd Iklisam

903

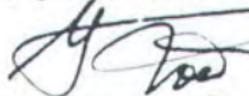
strikasi pada kapal kayu tradisional  
Kalimantan Selatan

erim  
ruskan ke P3 (Presentasi Akhir)  
ang sampai P2 (Presentasi Interim) semester gasal 2005/2006  
ganti judul baru

Tanda Tangan

1.  2.   
3.  4.   
5.  6. 

Surabaya, 28 April 2006  
Mengetahui Ketua Tim

  
(Eddy S)

nama Telepon  
09 603

tema Kolis frikan Peci Kapal Kayu Tradisional  
n, Kalimantan Selatan

an  
kutnya

grady down pambing

Tanda Tangan

1.

2.

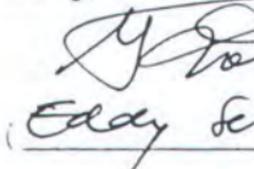
3.

4.

5.

6.

Surabaya, Juli 2005  
Mengetahui Ketua

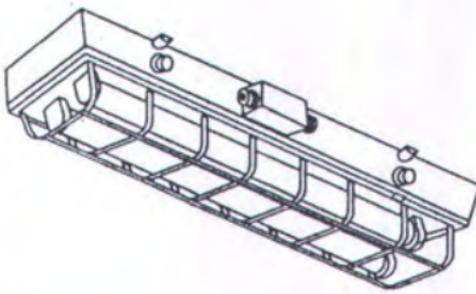
  
Eddy Se

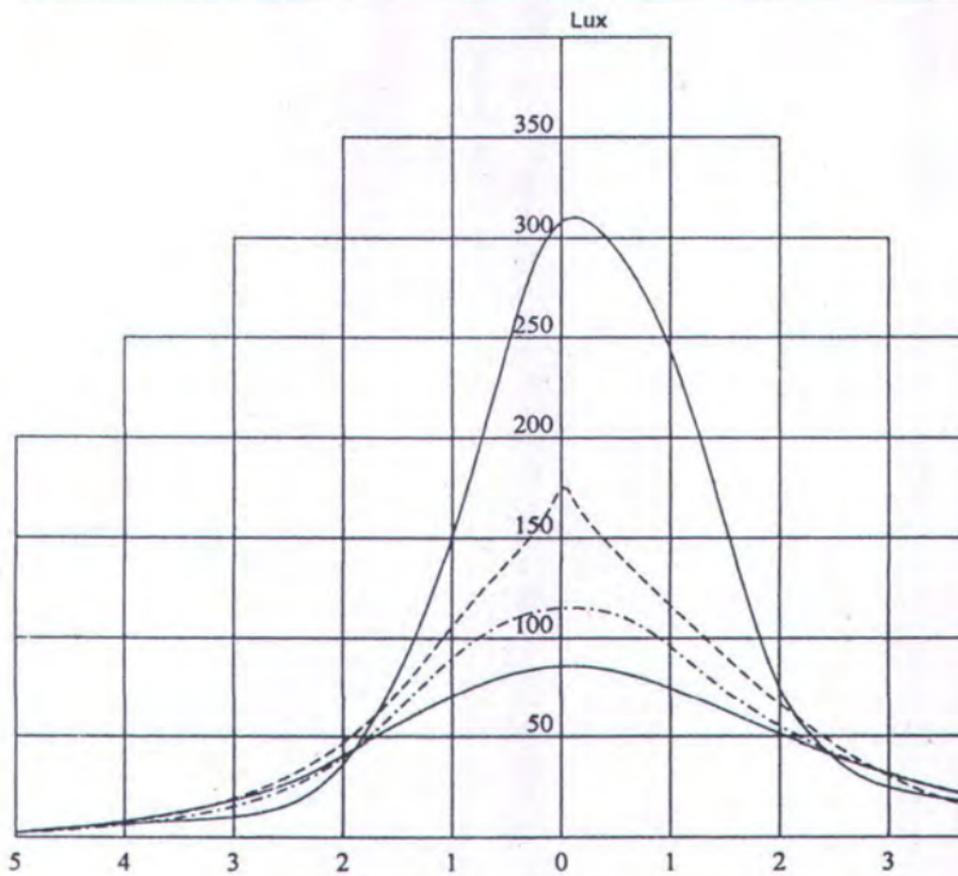
# Pedoman Untuk Intensitas Iluminasi C

Biro Klasifi

JENIS RUANGAN	FLUKSI CAHAYA (Lux)
Ruang palka Ruang kerja Jalan Lalu lintas diatas deck	20 sampai 40
Lorong dan jalan masuk Tempat peluncuran sokoci Kamar kecil Kamar mandi Bioskop Terowongan poros	50 sampai 70
Kamar Peta Ruang kemudi Kabin penumpang Kabin awak kapal	100 sampai 150
Ruang Mesin Ruang Komisaris/penilik Ruang istirahat Ruang duduk Ruang makan/minum Perpustakaan	200 sampai 500
Rumah sakit	200 lux

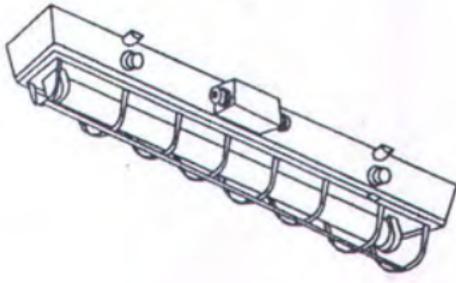
eks :  
14

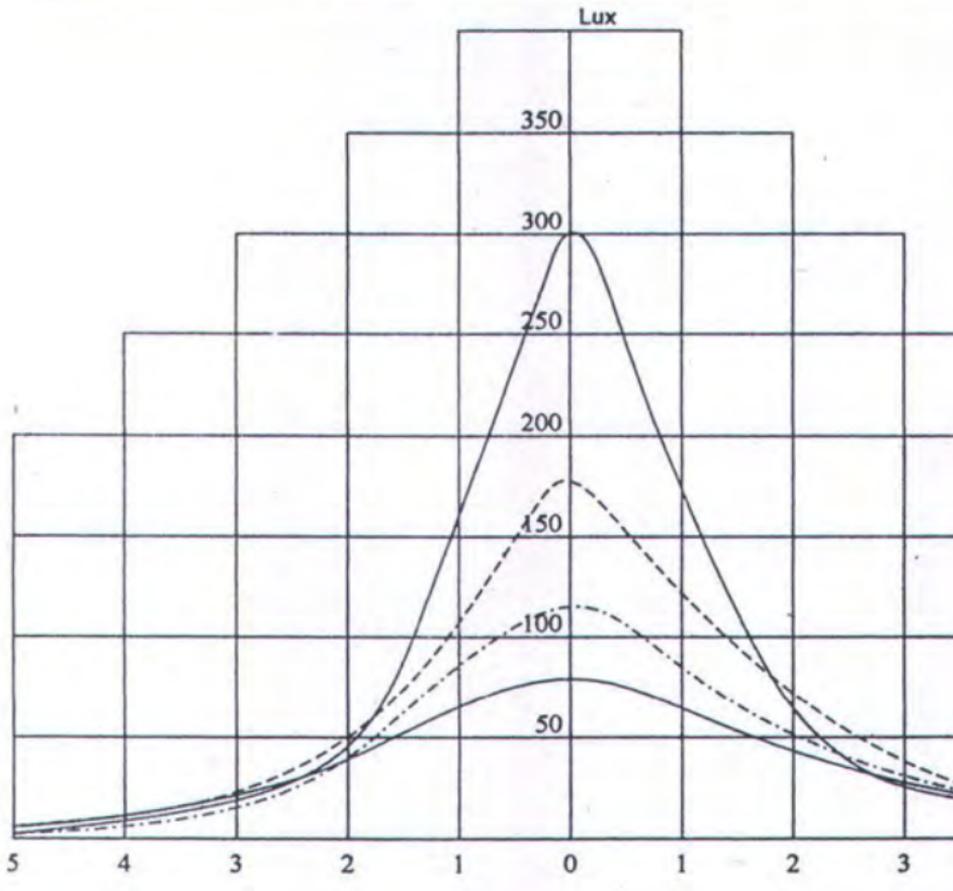
Model	Jenis Armatur
	FL 20 w x 2



Faktor (k)	Ceiling	75			50			
	Wall	50	30	10	50	30	10	3
	Floor	10			10			
Efisiensi		Faktor Refleksi						
0,60	(J)	0,421	0,359	0,312	0,412	0,361	0,311	0,
0,80	(I)	0,522	0,440	0,620	0,508	0,647	0,410	0,
1,00	(H)	0,574	0,518	0,679	0,559	0,547	0,475	0,
1,25	(G)	0,626	0,572	0,536	0,603	0,558	0,520	0,
1,50	(F)	0,671	0,614	0,584	0,639	0,576	0,553	0,
2,00	(E)	0,729	0,679	0,626	0,703	0,657	0,614	0,
2,50	(D)	0,793	0,725	0,678	0,754	0,707	0,671	0,
3,00	(C)	0,814	0,761	0,714	0,780	0,735	0,697	0,
4,00	(B)	0,860	0,805	0,765	0,821	0,773	0,749	0,
5,00	(A)	0,885	0,836	0,791	0,844	0,799	0,768	0,

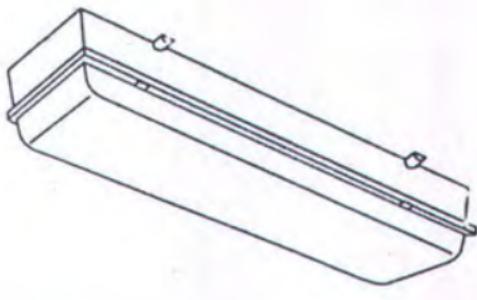
eks :  
13

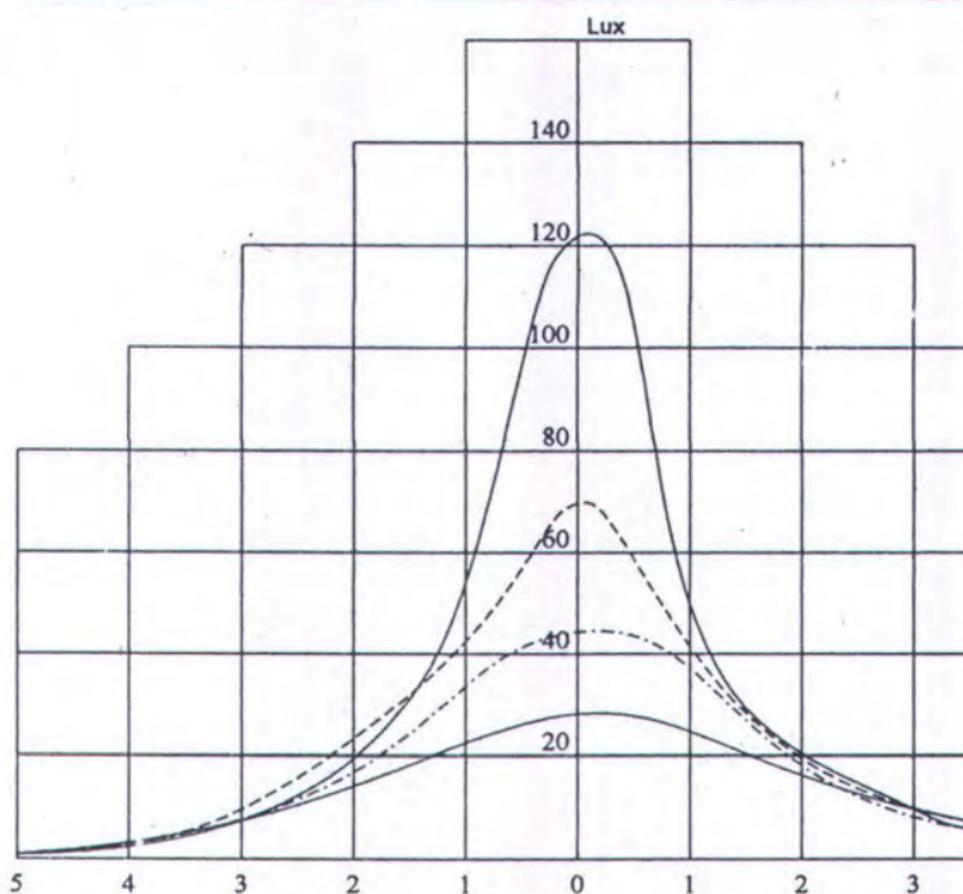
Model	Jenis Armatur
	FL 20 w x 1



Efisiensi	Faktor Refleksi	75			50		
		Ceiling	Wall	Floor	Ceiling	Wall	Floor
		0,60 (J)	0,329	0,282	0,253	0,322	0,288
0,80 (I)	0,407	0,357	0,330	0,392	0,347	0,322	
1,00 (H)	0,445	0,402	0,376	0,434	0,394	0,368	
1,25 (G)	0,489	0,447	0,412	0,466	0,428	0,398	
1,50 (F)	0,526	0,483	0,440	0,496	0,482	0,426	
2,00 (E)	0,573	0,529	0,487	0,546	0,509	0,472	
2,50 (D)	0,614	0,563	0,539	0,584	0,545	0,508	
3,00 (C)	0,640	0,594	0,590	0,608	0,568	0,532	
4,00 (B)	0,676	0,627	0,615	0,642	0,596	0,570	
5,00 (A)	0,696	0,653	0,659	0,619	0,590	0,590	

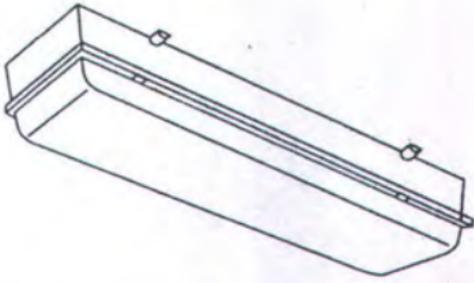
eks :  
0B

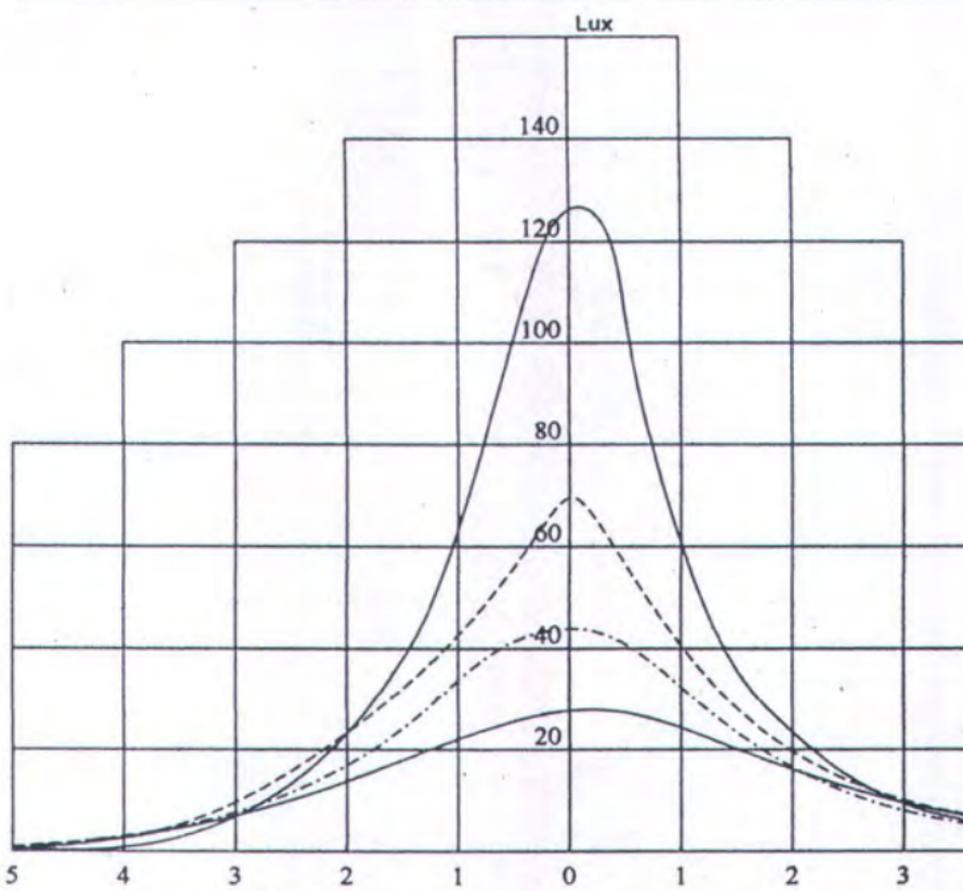
Model	Jenis Armatur
	FL 20 w x 2



Efisiensi	Faktor Refleksi	75			50		
		Ceiling	Wall	Floor	Ceiling	Wall	Floor
		0,60 (J)	0,265	0,233	0,213	0,258	0,235
0,80 (I)	0,322	0,294	0,278	0,315	0,287	0,271	
1,00 (H)	0,353	0,318	0,313	0,343	0,321	0,305	
1,25 (G)	0,382	0,352	0,340	0,369	0,347	0,331	
1,50 (F)	0,405	0,381	0,355	0,385	0,366	0,369	
2,00 (E)	0,433	0,412	0,390	0,413	0,402	0,379	
2,50 (D)	0,465	0,435	0,415	0,448	0,424	0,408	
3,00 (C)	0,481	0,454	0,474	0,461	0,438	0,421	
4,00 (B)	0,499	0,472	0,457	0,478	0,455	0,444	
5,00 (A)	0,511	0,484	0,469	0,491	0,464	0,453	

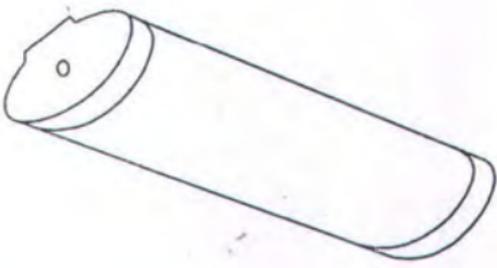
ks :  
B

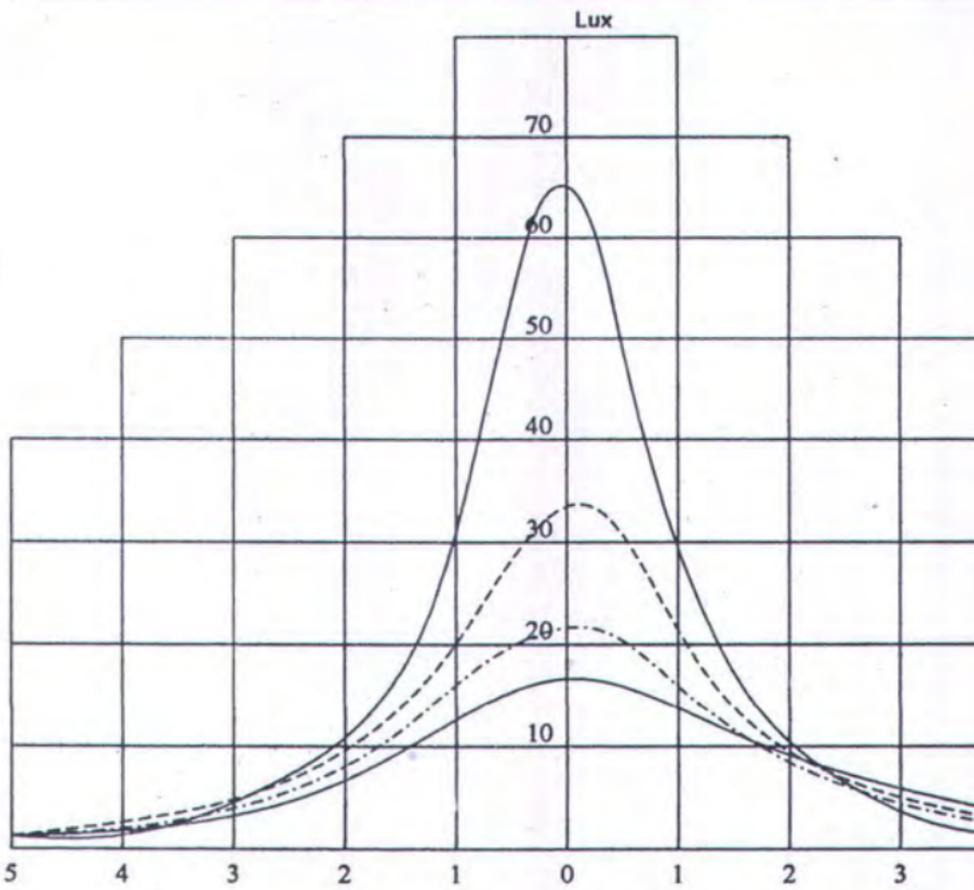
Model	Jenis Armatur
	FL 20 w x l



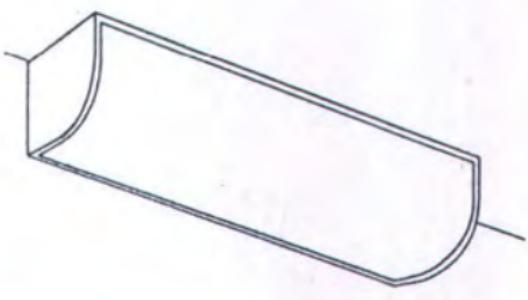
Faktor (k)	Ceiling			50			3	
	75			50				
	Wall	30	10	50	30	10		
Efisiensi		Faktor Refleksi						
0,60	(J)	0,262	0,230	0,210	0,255	0,232	0,210	0
0,80	(I)	0,314	0,291	0,275	0,312	0,284	0,268	0
1,00	(H)	0,350	0,325	0,310	0,340	0,318	0,302	0
1,25	(G)	0,379	0,355	0,337	0,366	0,440	0,328	0
1,50	(F)	0,407	0,378	0,352	0,382	0,363	0,346	0
2,00	(E)	0,420	0,407	0,387	0,416	0,399	0,376	0
2,50	(D)	0,460	0,432	0,412	0,445	0,421	0,405	0
3,00	(C)	0,478	0,451	0,421	0,459	0,425	0,418	0
4,00	(B)	0,496	0,469	0,454	0,475	0,442	0,441	0
5,00	(A)	0,508	0,483	0,446	0,488	0,466	0,450	0

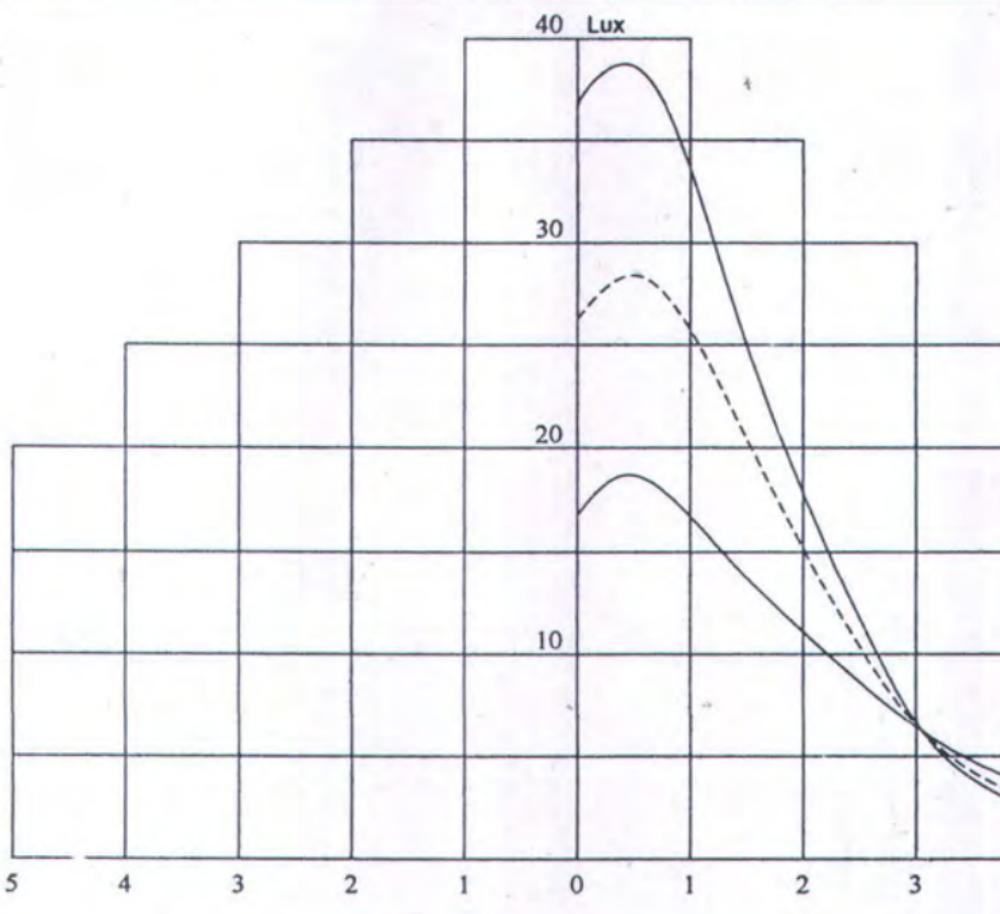
ks :

Model	Jenis Armatur
	FL 20 w x 1



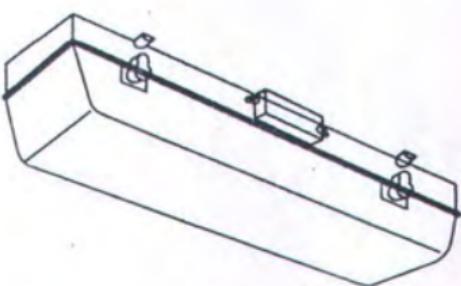
Efisiensi	Faktor Refleksi							
	Ceiling	75			50			30
		Wall	30	10	50	30	10	
Floor	10			10				
0,60 (J)	0,262	0,230	0,210	0,255	0,232	0,210	0,210	
0,80 (I)	0,314	0,291	0,275	0,312	0,284	0,268	0,268	
1,00 (H)	0,350	0,325	0,310	0,340	0,318	0,302	0,302	
1,25 (G)	0,379	0,355	0,337	0,366	0,440	0,328	0,328	
1,50 (F)	0,407	0,378	0,352	0,382	0,363	0,346	0,346	
2,00 (E)	0,420	0,407	0,387	0,416	0,399	0,376	0,376	
2,50 (D)	0,460	0,432	0,412	0,445	0,421	0,405	0,405	
3,00 (C)	0,478	0,451	0,421	0,459	0,425	0,418	0,418	
4,00 (B)	0,496	0,469	0,454	0,475	0,442	0,441	0,441	
5,00 (A)	0,508	0,483	0,446	0,488	0,466	0,450	0,450	

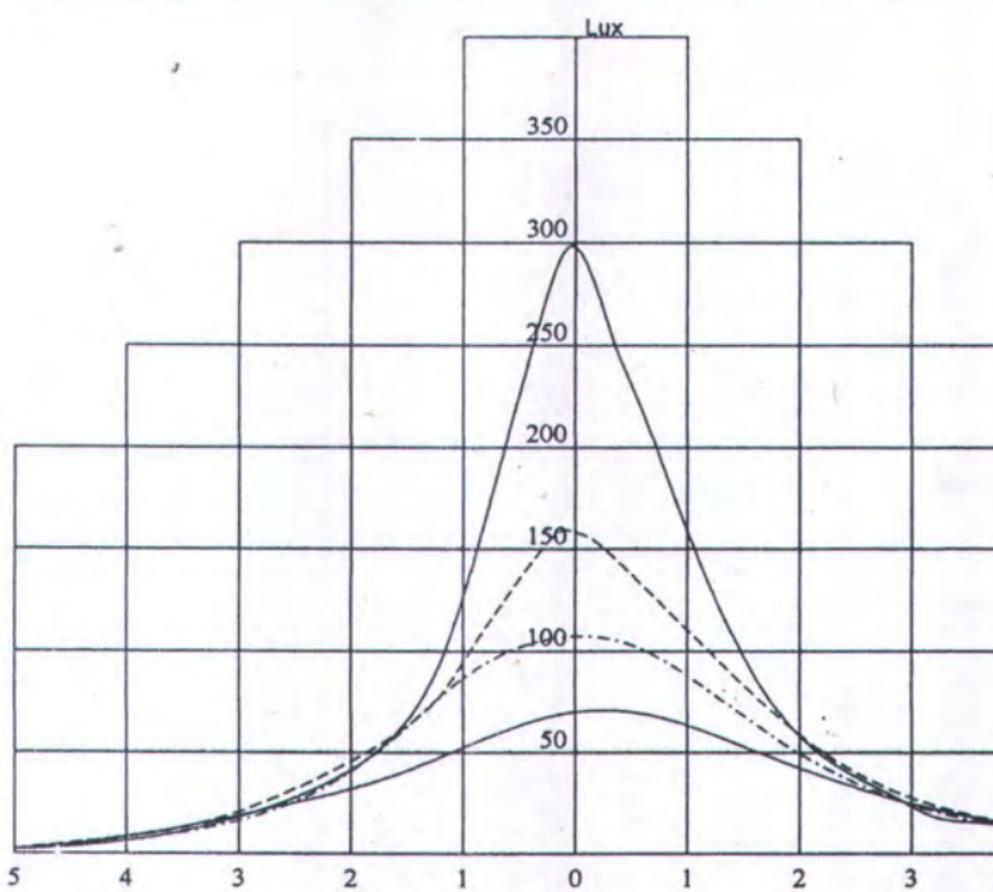
	<b>Model</b>	<b>Jenis Armatur</b>
		FL 20 w x l



	<b>Ceiling</b>	75			50			
	<b>Wall</b>	50	30	10	50	30	10	30
	<b>Floor</b>	10			10			

Efisiensi		Faktor Refleksi						
60	(J)	0,150	0,120	0,100	0,140	0,120	0,100	0,1
80	(I)	0,190	0,160	0,140	0,180	0,160	0,140	0,1
100	(H)	0,220	0,100	0,170	0,210	0,180	0,160	0,1
125	(G)	0,250	0,220	0,200	0,240	0,210	0,190	0,2
150	(F)	0,270	0,250	0,220	0,260	0,230	0,220	0,2
170	(E)	0,300	0,280	0,260	0,280	0,260	0,250	0,2
180	(D)	0,320	0,300	0,280	0,300	0,280	0,270	0,2
190	(C)	0,330	0,310	0,300	0,310	0,300	0,280	0,2
200	(B)	0,350	0,350	0,320	0,330	0,320	0,310	0,3
210	(A)	0,370	0,350	0,350	0,340	0,330	0,320	0,3

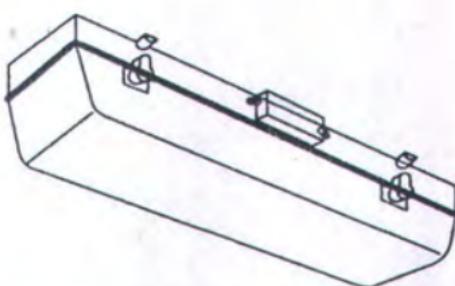
<b>Model</b>	<b>Jenis Armatur</b>
	FL 20 w x 2

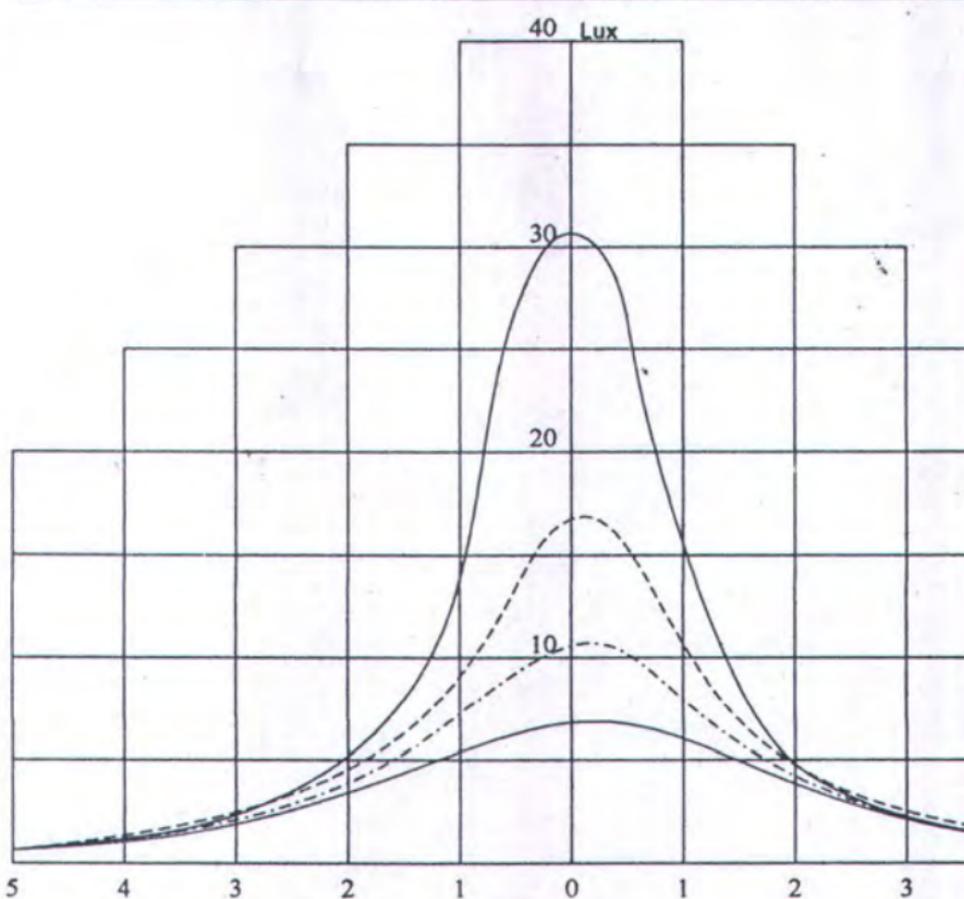


<b>or</b>	<b>Ceiling</b>	75			50			
	<b>Wall</b>	50	30	10	50	30	10	30
	<b>Floor</b>	10			10			
<b>Efisiensi</b>		<b>Faktor Refleksi</b>						
0,60	(J)	0,359	0,314	0,288	0,367	0,319	0,286	0,3
0,80	(I)	0,439	0,395	0,373	0,421	0,383	0,363	0,3
1,00	(H)	0,470	0,462	0,420	0,463	0,429	0,409	0,4
1,25	(G)	0,521	0,485	0,451	0,497	0,485	0,439	0,4
1,50	(F)	0,556	0,520	0,483	0,522	0,406	0,467	0,4
1,75	(E)	0,600	0,565	0,529	0,573	0,540	0,510	0,5
2,00	(D)	0,645	0,595	0,361	0,609	0,576	0,565	0,5
2,25	(C)	0,665	0,625	0,578	0,629	0,597	0,566	0,5
2,50	(B)	0,694	0,652	0,626	0,658	0,619	0,599	0,6
2,75	(A)	0,713	0,675	0,646	0,673	0,640	0,615	0,6

CS :  
3

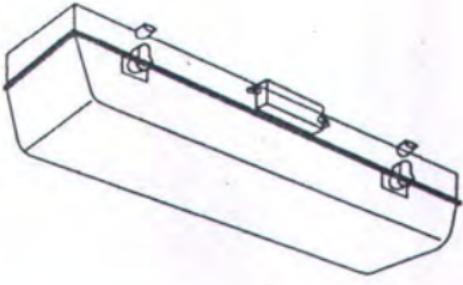
P

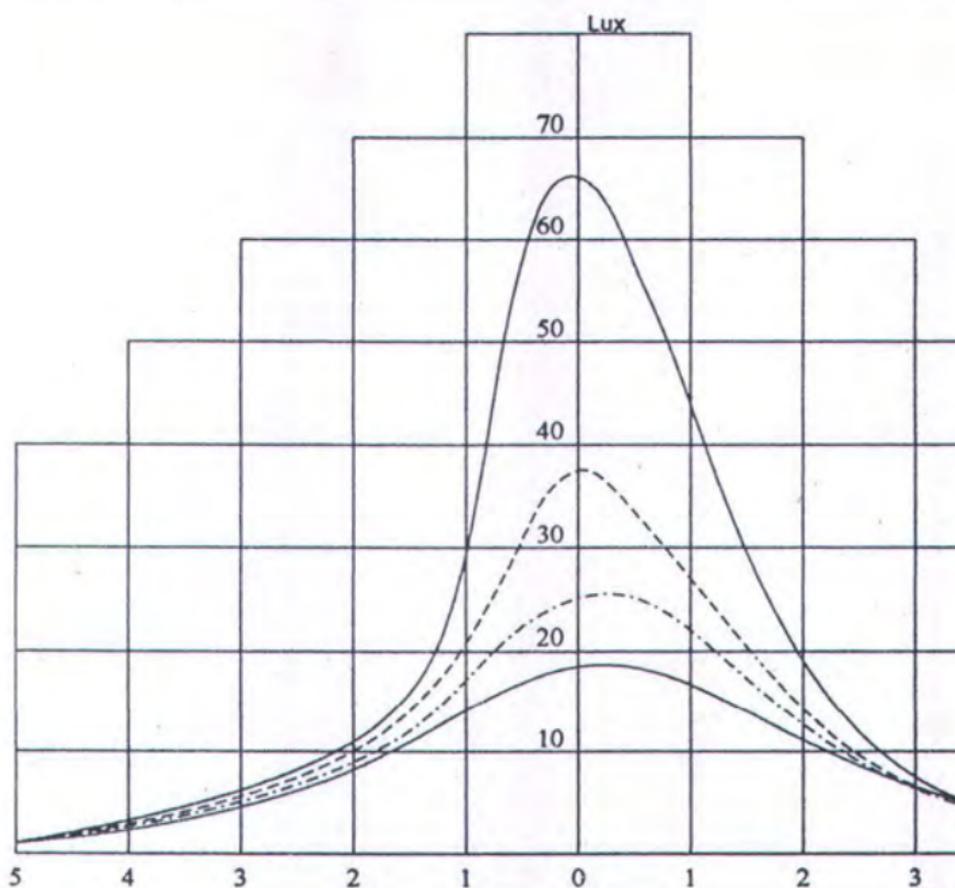
Model	Jenis Armatur
	FL 20 w x 2



Efisiensi	Ceiling		75			50		
	Wall	50	30	10	50	30	10	
	Floor	10			10			
Faktor Refleksi								
0,60	(J)	0,285	0,233	0,213	0,268	0,235	0,213	0
0,80	(I)	0,322	0,294	0,278	0,315	0,287	0,231	0
1,00	(H)	0,345	0,318	0,313	0,343	0,321	0,305	0
1,25	(G)	0,382	0,353	0,340	0,369	0,347	0,331	0
1,50	(F)	0,405	0,381	0,355	0,385	0,366	0,349	0
2,00	(E)	0,433	0,412	0,590	0,419	0,402	0,379	0
2,50	(D)	0,465	0,435	0,415	0,469	0,434	0,408	0
3,00	(C)	0,481	0,454	0,414	0,461	0,433	0,421	0
4,00	(B)	0,499	0,472	0,457	0,478	0,455	0,444	0
5,00	(A)	0,511	0,486	0,469	0,491	0,464	0,459	0

eks :  
4

Model	Jenis Armatur
	FL 15 w x l



Efisiensi	Faktor Refleksi	Ceiling			Wall			Floor		
		75	50	10	50	30	10	50	30	10
		50	30	10	50	30	10	50	30	10
0,60	(J)	0,295	0,246	0,213	0,283	0,250	0,211	0,283	0,250	0,211
0,80	(I)	0,368	0,314	0,283	0,350	0,301	0,272	0,350	0,301	0,272
1,00	(H)	0,406	0,357	0,327	0,390	0,345	0,317	0,390	0,345	0,317
1,25	(G)	0,452	0,408	0,368	0,421	0,378	0,346	0,421	0,378	0,346
1,50	(F)	0,487	0,439	0,393	0,452	0,413	0,374	0,452	0,413	0,374
2,00	(E)	0,538	0,488	0,461	0,503	0,460	0,421	0,503	0,460	0,421
2,50	(D)	0,588	0,523	0,475	0,507	0,496	0,456	0,507	0,496	0,456
3,00	(C)	0,608	0,556	0,493	0,566	0,521	0,418	0,566	0,521	0,418
4,00	(B)	0,650	0,596	0,554	0,603	0,553	0,525	0,603	0,553	0,525
5,00	(A)	0,672	0,624	0,581	0,623	0,578	0,546	0,623	0,578	0,546

Tabel 1.3.  
 Harga pedoman untuk Intensitas Iluminasi  
 dan kebutuhan daya.

	Fluksi cahaya Lux (Lx)	Kebutuhan daya kira-kira W/m <sup>2</sup>	
		Lampu filamen	Lampu fluor
kerja atas	20 sampai 40  (sampai dengan 60)	Tergantung kepada susunan-nya	
		10	5
kerja koci	50 sampai 70  (sampai dengan 120)	20	10
	100 sampai 150  (sampai dengan 250)	30	15
kerja um	200  (sampai dengan 500)	40	30
	Penerangan khusus 200 ke atas	40 ke atas	20 ke atas

munikasi, penunjuk dan

Perintah

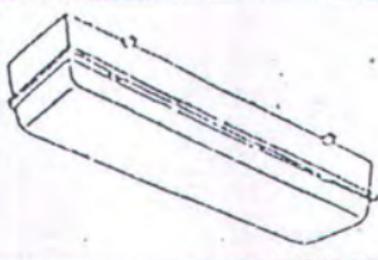
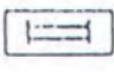
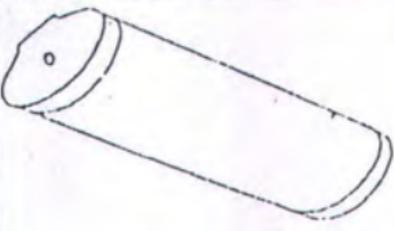
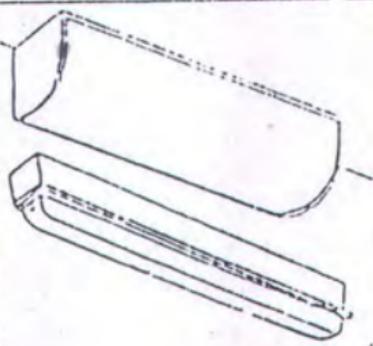
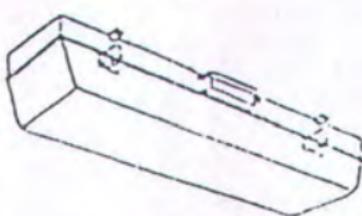
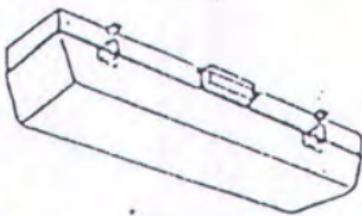
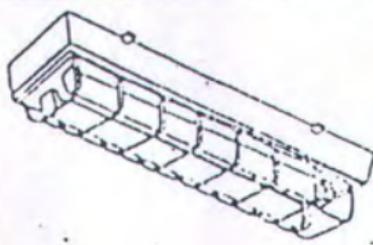
in harus memiliki suatu pe-  
 ulangan (repeating equipment)  
 terdiri antara lain atas : pe-  
 nerima ulang-balik (repeat-back)  
 njungan, penerima untuk p-  
 tah dan pemancar ulang-balik.  
 ipergunakan jenis-jenis teiegr f  
 pergunakan untuk bekerja a

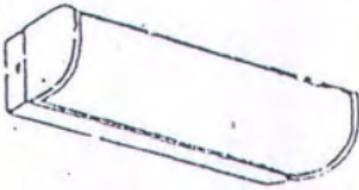
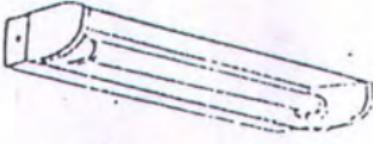
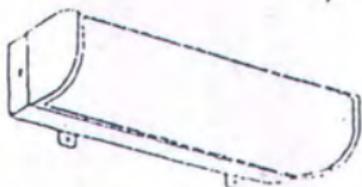
f darurat, misal. untuk kapal-  
 memiliki kendali jarak jauh li  
 a dari jenis tombol tekan atau

- 1 1.3. Telegraf mesin harus di-  
 dua-arah, dimana sinyal  
 penerima langsung terli
- 1 1.4. Dalam sistim dengan  
 seluruh pemancar har  
 yang telah ditetapkan  
 dapat dialihkan.
- 1 1.5. Elemen kendali dari  
 harus diamankan den  
 (misal. penahan/rests)  
 nyetelan yang tidak dis
- 1 1.6. Pemancar dan penerima  
 perlengkapan pemangg  
 asai petintah penya  
 nerimaan yang tepat.  
 Sinyal yang dapat di  
 dari mana saja dalam ka  
 Seandainya sinyal te  
 dihilangkan guna me  
 diseluruh tempat di d

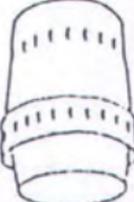
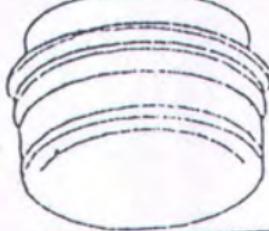


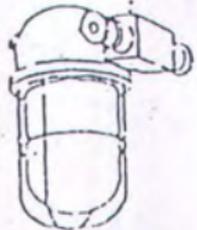
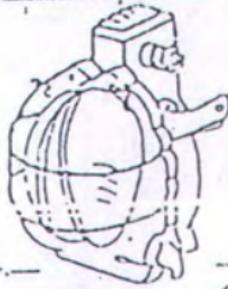
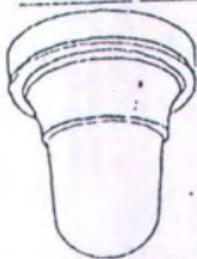
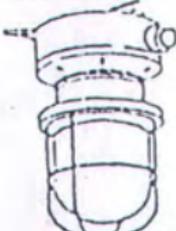
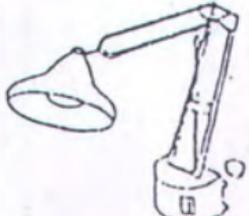
Table  
Type Lampu

Classification	Model	Syriabol	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kamar Kapten</li> <li>- Kamar Perwira</li> </ul>		 <i>Index</i> 10.B 9.B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type</li> <li>- Tidal</li> <li>- Kaca</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kamar ABK (Crew)</li> </ul>		 <i>Index</i> 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type</li> <li>- Tidal</li> <li>- Kaca</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saluran dalam</li> <li>- Tangga</li> </ul>		 <i>Index</i> 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type</li> <li>- Tidal</li> <li>- Kaca</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapur</li> </ul>		 <i>index</i> 4 4B 18	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type</li> <li>- Keda</li> <li>- Kaca</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kamar cuci</li> <li>- Kamar mandi</li> <li>- Kamar kecil</li> <li>- Kamar pengering</li> </ul>		 <i>Index</i> 4 4B 18	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type</li> <li>- Keda</li> <li>- Kaca</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kamar mesin</li> <li>- Gudang</li> </ul>		 <i>Index</i> 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type</li> <li>- Keda</li> <li>- ama</li> <li>- tanp</li> </ul>

Classification	Model	Symbol	
toilet kamar Kapten		  Index 6	- Type dip - Kaca peli
toilet Crew toilet kamar Perwira		  Index 6	- Type dip - Kaca peli
toilet kamar mandi		  Index 6	- Type dip dengan p

Plafond dengan bola lampu pijar (II.)

Kamar Kapten		(1)	- Type dip tenggela - Kaca pe
		(2)	- Type di tenggela - Kaca pe
Kamar Perwira Kamar Crew		(1)	- Type d menonij - Kaca p - Lapis
- Kamar mandi - Kamar kecil - Ruang cuci - Ruang pengering		(2)	- Type c menon - Kedap - Kaca p

Classification	Model	Symbol	Re
Lampar mesin hang		(2)  Index 10.B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type dipasang</li> <li>- pelindung</li> <li>- Kaca pelind</li> <li>- Kedap air</li> </ul>
Lampar pendingin		(2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dengan pel</li> <li>- Kaca pelind</li> <li>- Kedap air</li> </ul>
Lamp dalam mpu Emergency		(1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type pasang</li> <li>- menonjol</li> <li>- Kaca pelind</li> <li>- Tidak kedap</li> </ul>
Lampar mesin mpu Emergency		(1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dengan pel</li> <li>- Kaca pelind</li> <li>- Kedap air</li> </ul>
Lampar peta			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type lamp</li> <li>- Dipasang</li> <li>- dinding</li> </ul>
Lamp pompa udang cat Lamp Battery Lamp berbahaya			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaca pelin</li> </ul>
Lamp luar TL 100 watt (55)		(2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type dip</li> <li>- Kaca pel</li> <li>- Dengan</li> </ul>

Classification	Model	Symbol	F
- Dengan kemudi - Dengan radio - Dengan Gyro compass			<ul style="list-style-type: none"><li>- Dengan pel...</li><li>- Titiak keda...</li><li>- Kaca pelin...</li></ul>
- Dengan mesin			<ul style="list-style-type: none"><li>- Dengan pe...</li><li>- Kedap air</li><li>- Kaca pelu...</li></ul>

uran Penampang Kabel dan Pengaman

Kabel (mm <sup>2</sup> )	KHA (A)	Pengaman (A)
1	11	2,4,6
1,5	14	10
2,5	20	16
4	25	20
6	31	25
10	43	35
16	75	60
25	100	80
35	125	100
50	160	125
70	200	150
95	240	200
120	260	225
150	325	250
185	380	300
240	450	350
300	525	400
400	640	500
500		600
625		700
800		330
1000		1000

## Pengaman:

Kemampuan antar Arus (KIA)	Pengaman
<i>Amp</i>	<i>Amp</i>
11	6
14	10
20	15
25	20
31	25
43	35
75	60
100	80
129	100
160	125
200	150
240	200
260	225
325	250
380	300
450	350
525	400
640	500
	600
	700
	820
	1000

## Kemampuan BUSBAR Baha

Ukuran	Arus Bolak-Balik (AC)	
	di cat	Tidak di cat
<i>mm</i>	<i>Amp</i>	<i>Amp</i>
1	2	3
12 x 2	125	110
15 x 2	155	140
15 x 3	185	170
20 x 2	205	185
20 x 3	245	220
20 x 5	325	290
25 x 3	300	270
25 x 5	385	350
30 x 3	350	315
30 x 5	450	400
40 x 3	460	420
40 x 5	600	520
40 x 10	835	760
50 x 5	700	630
50 x 10	1025	920
60 x 5	825	750
60 x 10	1200	1100
80 x 5	1060	950
80 x 10	1540	1400
100 x 5	1310	1200
100 x 10	1880	1700

## k BUSBAR

$$x \ 2 \ x \ (40 \ x \ 10)$$

Jumlah Batang

Ukuran

Arus Bolak-Balik (AC)		
Ukuran	di cat	
	Jumlah Batang	
	2	3
<i>mm</i>	<i>Amp</i>	<i>Amp</i>
40 x 10	1599	2060
50 x 5	1200	1750
50 x 10	1800	2450
60 x 5	1400	1983
60 x 10	2100	2800
80 x 5	1800	2450
80 x 10	2600	3450
100 x 5	2200	2950
100 x 10	3100	4000

TABEL 630-2 *et*  
 Pembebanan yang  
 diperuntukkan Aluminium Fenampang Persegi

Fenampang	Berat	ARUS BOLAK BALIK								ARUS SEARAH							
		Dicat Jumlah Batang				Telanjang Jumlah Batang				Dicat Jumlah Batang				Telanjang Jumlah			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
24	0,06	100	180	-	-	80	140	-	-	105	185	-	-	80	145	-	-
30	0,08	125	215	-	-	95	170	-	-	130	225	-	-	95	175	-	-
45	0,12	150	265	-	-	115	210	-	-	155	270	-	-	115	220	-	-
40	0,11	165	280	-	-	120	220	-	-	170	295	-	-	125	225	-	-
60	0,16	245	425	-	-	145	270	-	-	200	350	-	-	150	250	-	-
100	0,27	325	550	-	-	195	350	-	-	272	460	-	-	200	370	-	-
75	0,2	240	410	-	-	180	330	-	-	245	430	-	-	185	340	-	-
125	0,34	310	535	-	-	230	432	-	-	320	550	-	-	235	440	-	-
90	0,24	230	480	-	-	205	3365	-	-	290	500	-	-	270	400	-	-
150	0,4	362	625	-	-	272	550	-	-	330	645	-	-	275	520	-	-
120	0,32	370	630	-	-	280	500	-	-	380	660	-	-	285	520	-	-
200	0,54	480	800	-	-	285	650	-	-	485	830	-	-	360	860	-	-
400	1,08	670	1200	1650	2250	315	975	1330	1800	700	1240	1752	-	540	1000	1420	-
250	0,67	360	920	1400	1850	425	732	1120	1500	490	1020	1500	-	445	805	1220	-
500	1,35	820	1440	1960	2660	625	1130	1800	2160	850	1520	2140	-	652	1000	1720	-
300	0,81	670	1180	1600	2120	500	900	1300	1730	700	1300	1700	2200	532	960	1420	-
600	1,62	960	1600	2280	3040	732	1300	1900	2500	1000	1800	2500	3150	772	1430	2000	-
400	3,08	880	1500	2000	2500	580	1170	1630	2230	910	1600	2200	2800	700	1260	1800	-
800	2,36	1250	2140	2860	3000	947	1700	2760	3100	1000	2100	3200	4100	950	1642	2600	-
500	1,35	1080	1880	2450	3100	800	1440	2000	2600	1100	2200	2500	3400	850	1550	2200	-
1000	2,7	1520	2550	3400	4300	1150	2280	2800	3760	1180	2900	3920	5000	1000	2741	2200	-

## Definition of Protection Grade IEC (International Electrotechnical Commission)

enclosure grading system that produces an IP rating. (For example, IP 54 - I. "4" is the second character - refer to table III - following page).

### Protection Against Hazardous Parts

Protection is defined by the first characteristic numeral

Description	Definition
Protection against access to hazardous parts with the hand.	The Access probe, sphere of 50 mm diameter shall have adequate clearance from hazardous parts.
Protection against access to hazardous parts with a test finger.	The jointed test finger of 12mm diameter shall have adequate clearance from hazardous parts.
Protection against access to hazardous parts with a 2.5 mm diameter probe.	The access probe of 2.5 mm diameter shall not penetrate.
Protection against access to hazardous parts with a 1.0 mm diameter probe.	The access probe of 1.0 mm diameter shall not penetrate.
Protection against access to hazardous parts with a 1.0 mm diameter probe.	The access probe of 1.0 mm diameter shall not penetrate.
Protection against access to hazardous parts with a 1.0 mm diameter probe.	The access probe of 1.0 mm diameter shall not penetrate.

For characteristic numerals 3, 4, 5 and 6, protection against access to hazardous parts is satisfied if access to hazardous parts is not specified in Table II the definition "shall not penetrate" is given in Table I.

### Protection Against Solid Foreign Objects

Protection is defined by the first characteristic numeral

Description	Definition
Protection against solid foreign objects of 50 mm diameter.	The object probe, sphere of 50 mm diameter shall not fully penetrate. <sup>1</sup>
Protection against solid foreign objects of 12.5 mm diameter.	The object probe, sphere of 12.5 mm diameter shall not fully penetrate. <sup>1</sup>
Protection against solid foreign objects of 2.5 mm diameter.	The object probe of 2.5 mm diameter shall not penetrate at all. <sup>1</sup>
Protection against solid foreign objects of 1.0 mm diameter.	The object probe of 1.0 mm diameter shall not penetrate at all. <sup>1</sup>
Protection against ingress of dust.	Ingress of dust is not totally prevented. Dust shall not penetrate in a quantity to interfere with the operation of the apparatus or to cause a safety hazard. No ingress of dust.

Dust shall not pass through an opening of the enclosure.

# Protection Grades IEC 529 (continued)

(Electrotechnical Commission)

## Protection against Water

Indicated by the second characteristic numeral

Description	Definition
Protected	
Protected against vertically falling water drops	Vertically falling drops shall have no harmful effects when the enclosure is tilted on either side of the vertical plane.
Protected against spraying water.	Water sprayed at any angle on either side of the vertical shall have no harmful effects.
Protected against splashing water	Water splashed against the enclosure in any direction shall have no harmful effects.
Protected against water jets	Water projected in jets against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.
Protected against powerful water jets	Water projected in powerful jets against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.
Protected against the effects of temporary immersion in water.	Ingress of water in quantities shall not be possible when the enclosure is immersed in water under stated conditions of pressure and time.
Protected against the effects of continuous immersion in water.	Ingress of water in quantities shall not be possible when the enclosure is continuously immersed in water under stated conditions which are more severe than those specified.

## Reference<sup>1</sup>

IP22	IP54	IP56	IP66	IP67
●		●		
●			●	
	●		●	
	●			●

<sup>1</sup> Approximation of NEMA and IEC classifications for reference only. Please consult the applicable standards for complete information.

