



SKRIPSI - ME-141501

**ANALISA TEKNO EKONOMI SISTEM
PENERANGAN DI KAPAL DENGAN LAMPU
LIGHT EMITTING DIODE (LED) DAN
FLUORESCENT LAMP (FL) PADA KAPAL
NIAGA**

Murjaningsih
NRP 4211 100 022

Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito M.Sc
Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - ME-141501

**TECHNO ECONOMY ANALYSIS OF LIGHTING
SYSTEM ON BOARD WITH LIGHT EMITTING DIODE
LAMP (LED) AND FLUORESCENT LAMP (FL) IN THE
COMMERCIAL VESSEL**

Murjaningsih
NRP 4211 100 022

Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito M.Sc
Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc

Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNO EKONOMI SISTEM PENERANGAN DI KAPAL DENGAN LAMPU LIGHT EMITTING DIODE (LED) DAN FLUORESCENT LAMP (FL) PADA KAPAL NIAGA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Murjaningsih
Nrp. 4211 100 023

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :

I, Dr. Ir. A.A. Masroeri , M.Eng



SURABAYA
JULI, 2015

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNO EKONOMI SISTEM PENERANGAN DI KAPAL DENGAN LAMPU LIGHT EMITTING DIODE (LED) DAN FLUORESCENT LAMP (FL) PADA KAPAL NIAGA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Murjaningsih
Nrp. 4211 100 022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Sardono Sarwito, M.Sc 
2. Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc 

SURABAYA
JULI, 2015

ANALISA TEKNO EKONOMI SISTEM PENERANGAN DI KAPAL DENGAN LAMPU LIGHT EMITTING DIODE (LED) DAN FLUORESCENT LAMP (FL) PADA KAPAL NIAGA

ABSTRAK

Perancangan sistem penerangan di kapal dengan teknologi baru yaitu lampu Light Emitting Diode (LED) telah dilakukan di Negara-negara maju hal ini untuk mendukung isu green earth. Karena lampu LED memiliki daya lebih rendah dibandingkan lampu fluorescent (FL) pada lumens yang sama. Namun sistem penerangan dengan LED ini belum ada yang diterapkan di Indonesia dengan beberapa alasan biaya biaya yang diperkirakan mahal dan rules yang belum menyebutka tentang penggunaan lampu LED.

Pada penulisan tugas akhir akan dikaji secara teknis dan ekonomis mengenai perancangan sistem penerangan dengan lampu LED dan membandingkannya dengan sistem penerangan yang saat ini telah digunakan (FL) pada kapal niaga jenis kapal penumpang di Indonesia. Kajian meliputi kebutuhan jumlah lampu, kebutuhan daya yang harus disuplai, besarnya biaya modal dan biaya maintenance serta biaya konsumsi listrik.

Hasil yang diperoleh sistem penerangan dengan lampu LED menjadi lebih efektif karena kebutuhan jumlah lampu yang lebih sedikit, daya yang dibutuhkan untuk sistem penerangan jauh lebih

rendah yaitu $\frac{1}{4}$ dari lampu FL, memiliki nilai maintenance lebih ekonomis dan biaya konsumsi listrik yang lebih murah dibandingkan sistem penerangan dengan lampu FL.

Kata kunci : Sistem penerangan di kapal, LED, Fluorescent

TECHNO ECONOMY ANALYSIS OF LIGHTING SYSTEM ON BOARD WITH LIGHT EMITTING DIODE LAMP (LED) AND FLUORESCENT LAMP (FL) IN THE COMMERCIAL VESSEL

Name : Murjaningsih
NRP : 4211 100 022
Department : Marine Engineering
Advisor : Ir. Sardono Sarwito M.Sc
Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc

ABSTRACT

Lighting installation arrangement on board with renewable energy with Light Emitting Diode (LED) carried out in developed countries to support the issue of green earth. LED lights. It has a lower power than fluorescent lamps (FL) at the same lumens. However, the system of LED lighting has not yet been applied in Indonesia for any reasons including the price is more expensive than other lights and rules requires the use of LED lights.

In this research, the lighting installation arrangement using LED light was analyzed technically and economically, they compared to existing lighting installation arrangement (FL) on passenger ship. The analysis included the need of the number of lamps, power needs to be supplied, the capital, maintenance, and electric consumption costs.

The research results were the lighting system with LED lights became more effective than fluorescent lamps because it needed fewer number of lamps, the power needed for lighting system was lower at $\frac{1}{4}$ of the FL lamp, the maintenance cost and power consumption cost were cheaper than lighting system with FL lamps.

Key word: *Lighting installation on board, LED, Fluorescent*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur alhamdulillah saya ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisa Tekno Ekonomi Sistem Penerangan di Kapal dengan Lampu Light Emitting Diode (LED) dan Fluorescent Lamp (FL) Pada Kapal Niaga”. Laporan ini disusun untuk memenuhi mata kuliah Skripsi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.

Dalam proses penyusunan dan penggeraan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta serta saudara saya mas Yudi, Ade, Hury dan mbak Yani, Diah, Jani yang telah memberikan dukungan berupa materil dan cinta kasih dan semua doa selama penyelesaian skripsi selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya
3. Bapak Ir. Sardono Sarwito M.Sc dan Bapak Indra Ranu Kusuma, ST. M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu bagi penulis.
4. Bapak Raja Oloan Saut Gurning, ST. M.Sc. Ph.D selaku dosen wali, yang selama 8 semester ini mendukung dan memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Sahabat saya Hanafi, Intan, Nilam, Alvin, Fauzan yang selalu memberikan motivasi selama penggeraan skripsi.
6. Teman saya Tria, Elip, Refina, Yuli, Alvian dan Eko serta teman-teman kelas Unggulan SMA N 1 Cawas, yang tetap memberikan dukungan serta semangat dari jauh.
7. Teman-teman AMPIBI'11 yang selalu memberikan semangat.

8. Semua keluarga dari Laboratorium “Marine Electrical and Automation System (MEAS)” baik teknisi maupun member Lab yang telah memberikan semangat dan transfer ilmu selama penggerjaan skripsi.
9. Serta bagi pihak lain, teman-teman dan sahabat-sahabatku yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Seperti halnya pepatah “tak ada gading yang tak retak” dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa laporan yang telah dikerjakan masih jauh dari kesempurnaan, dan dibutuhkan kritik saran yang membangun bagi penulis. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 20 Juli 2015

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GRAFIK	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Batasan Masalah.....	4
I.4. Tujuan.....	4
I.5. Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Cahaya	7
2.1.1. Pencahayaan Alami	8
2.1.2. Pencahayaan Buatan.....	9
2.2. Light Emitting Diode (LED)	10
2.2.1. Sejarah Lampu LED	10
2.2.2. Prinsip Kerja Lampu LED	12
2.2.3. Jenis-jenis LED.....	13
2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Lampu LED	14
2.3. Fluorescent Lamp (FL).....	15

2.3.1.	Prinsip Kerja Lampu FL	15
2.3.2.	Kelebihan Dan Kekurangan Lampu Fluorescent.	19
2.4.	Perhitungan Penerangan di Kapal.....	19
2.5.	Perhitungan <i>Capital Cost</i> dan <i>Maintenance Cost</i> Sistem Penerangan	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1.	Umum	31
3.2.	Diagram Alir.....	34
BAB IV ANALISA DATA		35
4.1.	Data Kapal	35
4.2.	Pengukuran Intensitas dan Efikasi (Lm/watt) Lampu FL dan LED	36
4.2.1.	Pengukuran	36
4.2.2.	Konversi Hasil	40
4.3.	Kebutuhan Lampu Akomodasi dan Navigasi yang Ada 42	
4.4.	Perhitungan Kebutuhan Penerangan dengan Lampu <i>Fluorescent</i>	43
4.4.1.	Detail Perhitungan	44
4.5.	Perhitungan Kebutuhan Penerangan dengan Lampu LED 55	
4.5.1.	Detail Perhitungan	55
4.6.	Analisa Data Setiap Hasil Perhitungan.....	64
4.6.1.	Perbandingan Jumlah Lampu	64
4.6.2.	Konsumsi Perbandingan Kebutuhan Daya	65
4.7.	Wiring Diagram.....	66
4.8.	Analisa Perhitungan <i>Capital Cost</i>	67

4.8.1.	Perhitungan <i>Capital Cost</i> Instalasi Lampu Fluorescent.....	69
4.8.2.	Perhitungan <i>Capital Cost</i> Instalasi Lampu LED	75
4.8.3.	Analisa Grafik <i>Capital Cost Fluorescent</i> dan LED	
	81	
4.9.	Analisa Jadwal dan Biaya Penggantian Lampu Fluorescent dan LED.....	82
4.9.1.	Perhitungan Jadwal dan Biaya Replacement Lampu FLuorescent	82
4.9.2.	Analisa Grafik Biaya Replacement Lampu	83
4.10.	Analisa Konsumsi Listrik dan Biaya Listrik perTahun	
	84	
4.10.1.	Perhitungan Konsumsi Listrik Lampu FL	85
4.10.2.	Perhitungan Konsumsi Listrik Lampu LED	88
4.10.3.	Analisa Grafik Perbandingan Konsumsi Listrik..	91
4.11.	Analisa Kenaikan Biaya perTahun	92
4.11.1.	Data Kenaikan Biaya per Tahun.....	92
4.11.2.	Grafik Kenaikan Biaya per Tahun.....	95
4.12.	Analisa Penggunaan Bahan Bakar Generator.....	96
4.12.1.	Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar	97
4.12.2.	Analisa Grafik Perbandingan Kebutuhan Bahan Bakar	
	99	
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1.	Kesimpulan.....	101
5.2.	Saran	102
DAFTAR PUSTAKA.....		103
LAMPIRAN		105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1. Cahaya merambat lurus	8
Gambar 2.2.1. Proyeksi performa LED dibanding penerangan konvensional.....	11
Gambar 2.2.2. Pola radiasi LED indikator sempit.....	12
Gambar 2.2.3. Cara Kerja LED	13
Gambar 2.3.1. Bentuk Lampu TL (Kiri) dan CFL (Kanan)	16
Gambar 2.3.2. Lampu FL	18
Gambar 2.4.1. Nilai Refleksi Indeks 4	23
Gambar 3.2.1. Diagram Alir Metodologi	34
Gambar 4.1.1. General Arrangement.....	35
Gambar 4.2.1. Fitting dan Lampu yang digunakan	37
Gambar 4.2.2. Luxmeter.....	37
Gambar 4.2.3. Panel Generator	37
Gambar 4.2.4. Rangkaian Sumber Tegangan	38
Gambar 4.2.5. Peletakan luxmeter	38
Gambar 4.2.6. Lampu 5W pada fitting	39
Gambar 4.2.7. Pembacaan Luxmeter.....	39
Gambar 4.2.8. Unit konversi	40
Gambar 4.4.1. Tipe lampu Indeks 14	46
Gambar 4.5.1. Armature Lampu LED	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1. Cahaya merambat lurus	8
Gambar 2.2.1. Proyeksi performa LED dibanding penerangan konvensional.....	11
Gambar 2.2.2. Pola radiasi LED indikator sempit.....	12
Gambar 2.2.3. Cara Kerja LED	13
Gambar 2.3.1. Bentuk Lampu TL (Kiri) dan CFL (Kanan)	16
Gambar 2.3.2. Lampu FL	18
Gambar 2.4.1. Nilai Refleksi Indeks 4	23
Gambar 3.2.1. Diagram Alir Metodologi	34
Gambar 4.1.1. General Arrangement.....	35
Gambar 4.2.1. Fitting dan Lampu yang digunakan	37
Gambar 4.2.2. Luxmeter.....	37
Gambar 4.2.3. Panel Generator	37
Gambar 4.2.4. Rangkaian Sumber Tegangan	38
Gambar 4.2.5. Peletakan luxmeter	38
Gambar 4.2.6. Lampu 5W pada fitting	39
Gambar 4.2.7. Pembacaan Luxmeter.....	39
Gambar 4.2.8. Unit konversi	40
Gambar 4.4.1. Tipe lampu Indeks 14	46
Gambar 4.5.1. Armature Lampu LED	56

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu Negara maritim terbesar di kawasan Asia Tenggara. Hampir semua kegiatan ekspor dan impor menggunakan media transportasi laut mengingat barang yang akan dibawa seperti minyak, beras, gandum dan kebutuhan industri lainnya dalam jumlah besar. Seiring diterbitkannya Inpres no.5 tahun 2005 perihal asas cabotage di Indonesia, armada niaga nasional sangat cepat dalam menguasai angkutan laut domestic seperti yang telah disampaikan oleh ketua umum *Indonesian National Shipowner's Association* (INSA) pada peringatan 9 tahun pemberlakuan asas cabotage pada bulan April kemarin. Meskipun masih dalam lingkup domestic, ada kemungkinan akan dilakukan penerapan beyond cabotage yang melingkupi kapal ekspor dan impor.

Kemajuan teknologi membawa dampak yang sangat besar bagi industri perkapalan yaitu dari segi keselamatan, konstruksi, kelistrikan, dan permesinan yang diterapkan dikapal. Dalam bidang kelistrikan setelah ada kemajuan perihal penggantian kabel menjadi unit busbar trunking, sistem penerangan yang diterapkan di kapal-kapal Indonesia saat ini masih dapat dikatakan belum berkembang, hal ini terkait dengan penggunaan lampu Fluorescent Lamp (FL) yang selalu digunakan dalam merencanakan sebuah kapal.

Sedangkan saat ini telah ada lampu penerangan yang terbukti lebih hemat dari segi kebutuhan daya yang akan dikeluarkan dalam merencanakan sebuah kapal. Dari beberapa sumber dan artikel menyebutkan bahwa penggunaan lampu FL dikapal masih

diterapkan sampai saat ini, dikarenakan belum ada peraturan yang mengharuskan lampu hemat energi untuk diterapkan di kapal sehingga perusahaan galangan memutuskan menggunakan lampu jenis FL untuk kapal mereka, selain itu harga yang relatif murah. Sedangkan dari sisi energi yang diserap lumayan besar yang akan berakibat bertambahnya kebutuhan daya yang dikeluarkan generator untuk sistem penerangan. Meskipun sistem penerangan hanya sebagian kecil dari daya yang dikeluarkan generator.

Oleh karena itu, dibutuhkan analisa lebih lanjut terkait sistem penerangan terbaru di kapal terkait penggunaan lampu LED dengan menggunakan *sample* satu buah kapal. Baik dari segi kebutuhan daya sistem penerangan yang telah ada dibandingkan dengan kebutuhan daya dengan penggunaan lampu LED. Selain itu juga dari segi biaya yang akan dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan yang ada di kapal terkait penggunaan lampu FL dan LED. Dengan begitu akan diketahui jenis penerangan yang mana yang akan lebih efisien dalam hal penghematan energi dan minimalis pada biaya yang dikeluarkan baik pemilik kapal atau galangan.

I.2. Perumusan Masalah

Sistem penerangan di kapal dengan menerapkan lampu LED adalah sebuah teknologi yang baru yang belum diterapkan di kapal Niaga. Dalam pengaplikasiannya membutuhkan metode yang tepat untuk mendapatkan data efisiensi penggunaan lampu LED di kapal. Selama ini belum ada penelitian atau riset yang menggunakan permasalahan tersebut. Namun ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk optimasi peningkatan efisiensi dengan penggunaan lampu LED, yakni dengan bantuan software atau dihitung secara manual. Software yang ada selama ini masih dalam

lingkup penggunaan lampu FL saja, oleh karenanya digunakan metode perhitungan manual untuk menghitung optimasi tersebut. Selama ini penelitian yang dilakukan sebatas dalam optimasi biaya pemeliharaan lampu LED yang ditulis oleh *Roger BuelowI, Keith Kazenski, Greg Flies*. Optimasi kebutuhan biaya yang akan dikeluarkan dalam menggunakan sistem penerangan lampu LED telah dilaksanakan oleh Cizek, Christopher yang mengacu pada pembangunan kapal Angkatan Laut.

Penggunaan lampu LED akan jauh lebih menghemat energi (watt) dari daya yang dikeluarkan generator karena dengan jumlah lumen yang sama, lampu LED lebih menggunakan daya lebih sedikit jika dibandingkan dengan lampu FL. Dari segi biaya lampu LED memang lebih mahal, namun hal ini dapat dilihat dengan *lifetime* yang dimiliki lampu LED. Jika dihitung biaya berkepanjangan maka kemungkinan besar akan lebih ekonomis lampu LED.

Dengan adanya perubahan sistem penerangan di kapal dari penggunaan lampu FL ke lampu LED maka akan ada perubahan, baik dari segi kuantitas, efisiensi dan biaya yang dikeluarkan pada kapal Niaga. Oleh karena itu dapat di rumuskan beberapa hipotesa antara lain :

1. Efisiensi penggunaan daya pada sistem penerangan dikapal, lampu FL dan lampu LED, akan lebih hemat dengan penggunaan lampu LED.
2. Biaya modal awal (*capital cost*) yang dibutuhkan lampu LED akan lebih mahal dibandingkan dengan lampu FL.

3. Dalam periode berkepanjangan lampu LED akan menjadi lebih ekonomis karena *lifetime* yang dimiliki lebih lama.
4. Sistem penerangan pada kapal Niaga dengan lampu LED akan lebih banyak memiliki keuntungan dalam jangka panjang.

I.3. Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dalam tugas akhir ini, tidak mendesain sistem penerangan dikapal yang digunakan sebagai objek, namun hanya melakukan perhitungan ulang dengan sistem penerangan yang baru.
2. Tidak melakukan desain oneline diagram sistem penerangan yang baru.
3. Perhitungan kebutuhan lampu dilakukan pada seluruh ruangan akomodasi dan engine room dan tidak termasuk lampu navigasi.
4. Lampu yang digunakan dalam perhitungan *capital cost* dan *maintenance cost* tidak terbatas pada satu produk atau merk lampu.

I.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan efisiensi daya penggunaan lampu FL dan LED pada kapal Niaga
2. Mengetahui perbandingan biaya sistem penerangan dengan lampu FL dan LED di kapal Niaga

3. Menganalisa sistem penerangan yang paling tepat diterapkan di kapal Niaga.

I.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini secara umum adalah sebagai peran serta dalam upaya green earth melalui sistem penerangan di kapal yang hemat energi dan megoptimasikan biaya yang dibutuhkan dalam pemanfaatan teknologi terbaru saat ini. Sedangkan manfaat khusus dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui daya yang dibutuhkan pada kapal niaga dengan sistem penerangan lampu LED
2. Mengetahui biaya yang dikeluarkan untuk mencukupi sistem penerangan dengan lampu LED
3. Mengetahui sistem penerangan yang tepat pada kapal Niaga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

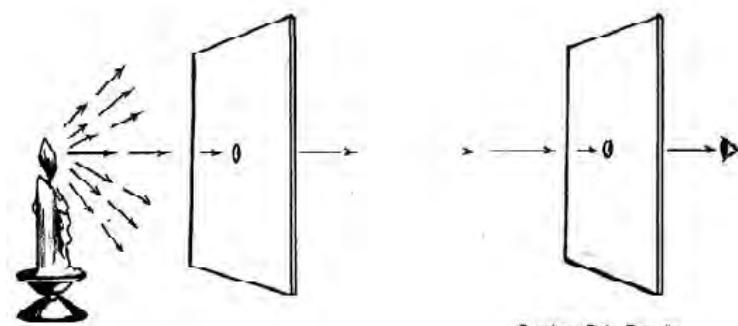
2.1. Cahaya

Cahaya hanya merupakan satu bagian berbagai jenis gelombang elektromagnetis yang terbang ke angkasa. Gelombang tersebut memiliki panjang dan frekuensi tertentu, yang nilainya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya dalam spektrum elektromagnetisnya. Panjang gelombang cahaya yang dapat tertangkap oleh mata manusia antara 380 nm sampai 750 nm. (www.wikipedia.org)

Cahaya dipancarkan dari suatu benda dengan fenomena sebagai berikut:

- ✓ **Pijar** padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat bila dipanaskan sampai suhu 1000K. Intensitas meningkat dan penampakan menjadi semakin putih jika suhu naik.
- ✓ **Muatan Listrik**: Jika arus listrik dilewatkan melalui gas maka atom dan molekul memancarkan radiasi dimana spektrumnya merupakan karakteristik dari elemen yang ada.
- ✓ **Electro luminescence**: Cahaya dihasilkan jika arus listrik dilewatkan melalui padatan tertentu seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor.
- ✓ **Photoluminescence**: Radiasi pada salah satu panjang gelombang diserap, biasanya oleh suatu padatan, dan dipancarkan kembali pada berbagai panjang gelombang. Bila radiasi yang dipancarkan kembali tersebut merupakan fenomena yang dapat terlihat maka radiasi tersebut disebut *fluorescence* atau *phosphorescence*.

Sebagaimana salah satu bentuk gelombang, cahaya memiliki sifat-sifat gelombang, diantaranya cahaya merambat lurus, cahaya dapat dipantulkan dan dapat dibiaskan. Untuk membuktikan bahwa cahaya merambat lurus dapat dilakukan eksperimen sederhana sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1.1. Cahaya merambat lurus



Sumber: Dok. Penulis

Gambar 2.1.1. Cahaya merambat lurus
(Sumber : www.karsonofisika.blogspot.com)

2.1.1. Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, selain menghemat energi listrik juga dapat membunuh kuman. Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela-jendela yang besar ataupun dinding kaca sekurang-kurangnya 1/6 daripada luas lantai.

Sumber pencahayaan alami kadang dirasa kurang efektif dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan, selain karena intensitas cahaya yang tidak tetap, sumber alami menghasilkan panas

terutama saat siang hari. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan sinar alami mendapat keuntungan, yaitu:

- Variasi intensitas cahaya matahari
- Distribusi dari terangnya cahaya
- Efek dari lokasi, pemantulan cahaya, jarak antar bangunan
- Letak geografis dan kegunaan bangunan gedung

2.1.2. Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya yang alami atau sinar matahari. Pencahayaan buatan digunakan saat suatu bangunan atau ruangan tidak dapat dijangkau oleh cahaya alami. Fungsi utama pencahayaan buatan di lingkungan kerja, baik yang diaplikasikan independen atau digabungkan dengan pencahayaan buatan adalah (Astuti, 2000) :

- Menciptakan lingkungan yang memungkinkan orang yang bekerja didalamnya dapat melihat secara detail dan melaksanakan tugasnya secara mudah dan tepat.
- Memungkinkan penghuni untuk bergerak secara aman dan mudah karena adanya pencahayaan yang memadai.
- Tidak mengakibatkan penambahan suhu berlebih pada ruangan tersebut.
- Intensitas cahaya yang dibrikan merata dan tidak menyilaukan mata.

Pencahayaan buatan dalam hal ini didapatkan dari lampu, seperti yang kita ketahui terdapat berbagai jenis lampu yang telah ada dipasaran dan dapat diaplikasikan di ruangan.

2.2. Light Emitting Diode (LED)

2.2.1. Sejarah Lampu LED

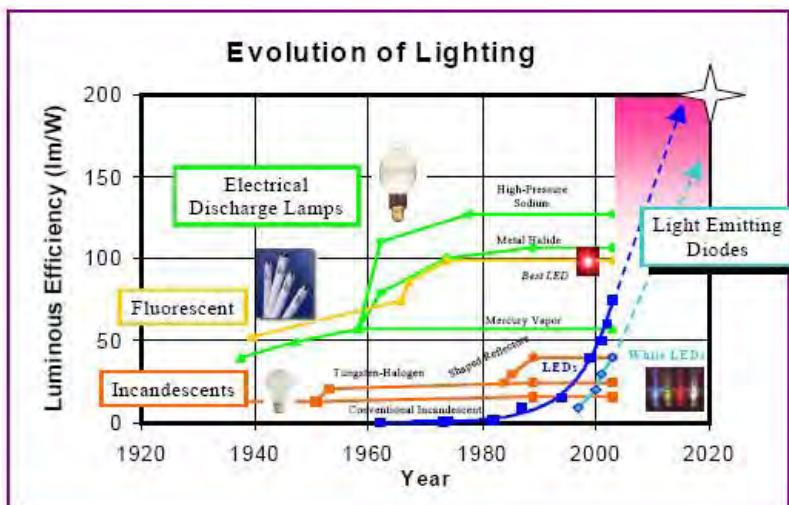
Teknologi LED ditemukan pada tahun 1907, tetapi penelitian ilmiahnya tdk dilakukan secara serius sampai pada tahun 1960, ketika LED merah diciptakan. Warna tambahan ditambahkan ke spektrum LED dalam beberapa tahun mendatang, hingga tahun 1995 diciptakan lampu LED putih.

Pada tahun 1999 Philips Lumileds Lighting Company menemukan LED yang diharapkan dapat menggantikan fungsi lampu yang biasa digunakan untuk penerangan. LED tersebut mengeluarkan cahaya yang sangat terang dengan warna putih. LED tersebut dinamakan LUXEON. Kantor R&D Lumileds berlokasi di San Jose dan Penang (Malaysia).

LED merupakan lampu terbaru yang merupakan sumber cahaya yang efisien energinya. Ketika lampu LED memancarkan cahaya nampak pada gelombang spektrum yang sangat sempit, mereka dapat memproduksi “cahaya putih”. Hal ini sesuai dengan kesatuan susunan merah-biruhijau atau lampu LED biru berlapis fospor. Lampu LED bertahan dari 40.000 hingga 100.000 jam tergantung pada warna. Lampu LED digunakan untuk banyak penerapan pencahayaan seperti tanda keluar, sinyal lalu lintas, cahaya dibawah lemari, dan berbagai penerapan dekoratif. Walaupun masih dalam masa perkembangan, teknologi lampu LED sangat cepat mengalami kemajuan dan menjanjikan untuk masa depan. Pada cahaya sinyal lalu lintas, pasar yang kuat untuk LED, sinyal lalu lintas warna merah menggunakan lampu 10W yang setara dengan 196 LEDs, menggantikan lampu pijar yang menggunakan 150W. Berbagai perkiraan potensi penghematan energi berkisar dari 82% hingga 93%. Produk pengganti LED, diproduksi dalam berbagai bentuk termasuk batang ringan, panel dan sekrup dalam lampu LED, biasanya memiliki kekuatan 2-5W

masing-masing, memberikan penghematan yang cukup berarti dibanding lampu pijar dengan bonus keuntungan masa pakai yang lebih lama, yang pada gilirannya mengurangi perawatan. (*Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia – www.energoefficiencyasia.org*).

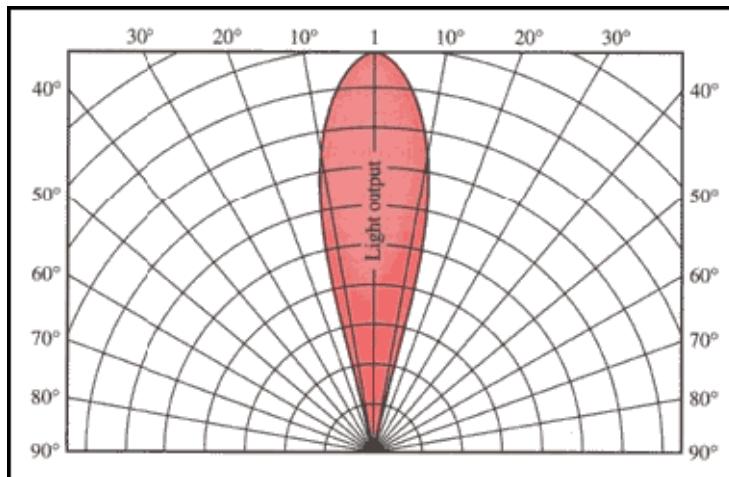
Penggunaan lampu LED berkembang pertahunnya seperti berikut :



Gambar 2.2.1. Proyeksi performa LED dibanding penerangan konvensional
(Sumber: Craford, 2005)

Konstruksi mekanik lampu LED menentukan pola hamburan atau pola cahaya radiasi. Suatu pola radiasi sempit (Gambar 2) akan kelihatan sangat cerah ketika dilihat pada sumbu (*axis*), tetapi jika dilihatnya membentuk sudut maka yang tampak tidak akan lebar/luas. Die LED yang sama dapat ditempelkan untuk memberikan sudut pandang yang lebih lebar, tetapi intensitas pada

sumbu akan menurun. *Tradeoff* ini sudah melekat pada semua LED indikator dan dapat diabaikan. LED dengan kecerahan tinggi (*high-brighness*) dengan sudut pandang 15° sampai 30° merupakan suatu pilihan baik sebagai sebuah panel informasi yang langsung di depan operator; sebuah indikator arah luas atau *dashboard* otomotif mungkin memerlukan sudut seluas 120° .

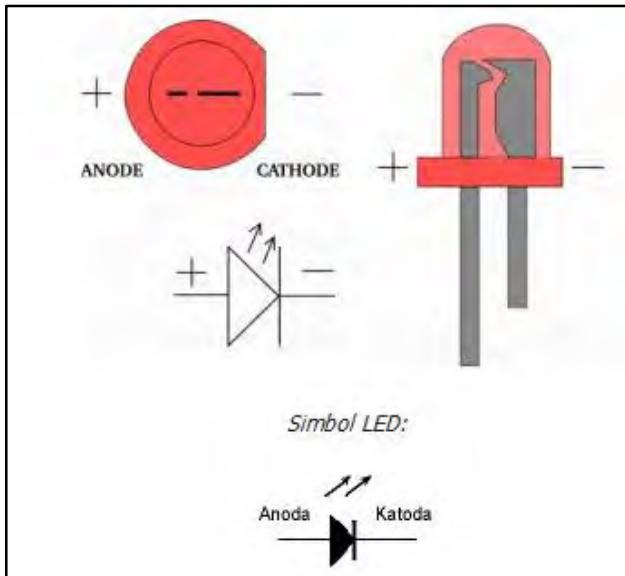


Gambar 2.2.2. Pola radiasi LED indikator sempit

2.2.2. Prinsip Kerja Lampu LED

Karena LED adalah salah satu jenis dioda maka LED memiliki 2 kutub yaitu anoda dan katoda. Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda menuju katoda. Pemasangan kutub LED tidak boleh terebalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala. Led memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada led maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus yang diperbolehkan 10mA-

20mA dan pada tegangan 1,6V – 3,5 V menurut karakter warna yang dihasilkan. Apabila arus yang mengalir lebih dari 20mA maka led akan terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar perlu kita gunakan resistor sebagai penghambat arus.



Gambar 2.2.3. Cara Kerja LED

2.2.3. Jenis-jenis LED

a. Dioda Emiter Cahaya

Sebuah dioda emisi cahaya dapat mengubah arus listrik langsung menjadi cahaya. Dengan mengubah-ubah jenis dan jumlah bahan yang digunakan untuk bidang temu PN. LED dapat dibentuk agar dapat memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Warna yang biasa dijumpai adalah merah, hijau dan kuning.

b. LED Warna Tunggal

LED warna tunggal adalah komponen yang paling banyak dijumpai. Sebuah LED warna tunggal mempunyai bidang temu PN pada satu keping silicon. Sebuah lensa menutupi bidang temu PN tersebut untuk memfokuskan cahaya yang dipancarkan.

c. LED Tiga Warna Tiga Kaki

Satu kaki merupakan anoda bersama dari kedua LED. Satu kaki dihubungkan ke katoda LED merah dan kaki lainnya dihubungkan ke katoda LED hijau. Apabila anoda bersamanya dihubungkan ke bumi, maka suatu tegangan pada kaki merah atau hijau akan membuat LED menyala. Apabila satu tegangan diberikan pada kedua katoda dalam waktu yang bersama, maka kedua LED akan menyala bersama-sama. Pencampuran warna merah dan hijau akan menghasilkan warna kuning.

d. LED Tiga Warna Dua Kaki

Disini, dua bidang temu PN dihubungkan dalam arah yang berlawanan. Warna yang akan dipancarkan LED ditentukan oleh polaritas tegangan pada kedua LED. Suatu sunyal yang dapat mengubah polaritas akan menyebabkan kedua LED menyala dan menghasilkan warna kuning.

2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Lampu LED

Kelebihan yang dimiliki lampu LED antara lain:

- a. Memiliki efisiensi yang lebih banyak dibandingkan dengan lampu pijar/tungsten, maupun lampu fluorescent
- b. LED tidak menghasilkan panas lebih sedikit. Dengan begitu selain hemat konsumsi listrik dari lampu juga hemat untuk konsumsi listrik pendingin.

- c. Tidak merusak kesehatan seperti lampu fluorescent. Karena LED bebas dari bahaya merkuri jadi sangat aman digunakan dimana saja, serta ramah lingkungan.
- d. Tidak memancarkan radiasi UV.
- e. Mengurangi tagihan listrik, karena LED lebih hemat energi hingga 80% dibandingkan lampu pijar atau halogen biasa.
- f. Lampu LED memiliki *lifetime* yang lebih panjang dibandingkan lampu jenis lainnya.
- g. LED dapat memancarkan berbagai variasi warna tanpa harus menggunakan filter warna yang digunakan pada lampu biasa. Sehingga lebih efisien dan *cost maintenance* rendah.
- h. Cahaya yang keluar dari lampu LED lebih focus dan terang.

Kekurang yang dimiliki lampu LED antara lain :

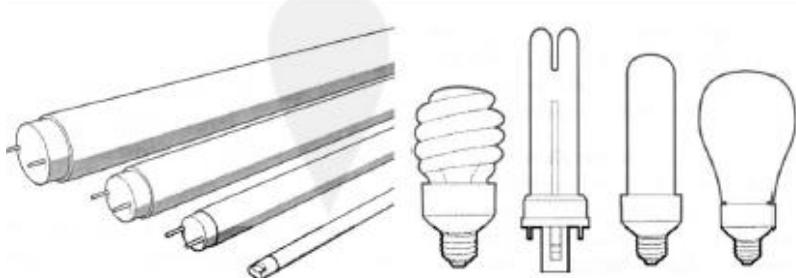
- a. Biaya mahal
- b. Harga LED per lumen lebih tinggi dibandingkan dengan lampu lain.
- c. Suhu lingkungan dapat mempengaruhi umur lampu LED. Karena suhu lingkungan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan elektrik pada LED.
- d. Intensitas cahaya yang termasuk kecil.

2.3. Fluorescent Lamp (FL)

2.3.1. Prinsip Kerja Lampu FL

Lampu *fluorescent* merupakan sumber cahaya berbentuk tabung yang diisi dengan gas merkuri, argon, fosfor, dan gas lainnya yang berperan membantu perpindahan electron di dalam

tabung. Dalam proses penyalaan lampu, lampu ini menggunakan *ballast* yang berperan sebagai pengatur arus listrik ke lampu. Penggunaan *ballast* menyebabkan lampu *fluorescent* tidak dapat dinyalakan dengan seketika seperti yang dapat dilakukan pada lampu pijar. Cahaya putih jernih yang merata yang dihasilkan dengan kecenderungan untuk tidak mempengaruhi warna benda, membuat lampu *fluorescent* mampu menampilkan objek visual dengan sangat baik. Lampu *fluorescent* memiliki dua jenis berdasarkan bentuknya, yaitu bentuk tabung linear atau TL (*Tubular Lamp*) dan bentuk kompak atau CFL (*Compact Fluorescent Lamp*).



Gambar 2.3.1. Bentuk Lampu TL (Kiri) dan CFL (Kanan)
Sumber: Manurung 2009

Pendapat lain mengatakan bahwa, lampu tabung fluorescent terdiri dari gelas kaca dimana dinding bagian dalam dilapisi dengan serbuk phosphor yang pada dasarnya merupakan material semikonduktor dengan tambahan zat pengaktif lain untuk mengubah radiasi ultraviolet menjadi cahaya tampak (Andrizal, 2001). Zat aditif dan warna cahaya yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 2.3.1. Zat aditif dan warna cahaya yang dihasilkan pada lampu flourescent

Phospor	Warna cahaya
Barium titanium phosphate	Biru putih
Calcium silicate	Merah muda
Calcium halophosphates	Biru – merah muda
Cadmium borade	Merah
Cadmium silicate	Kuning – merah muda
Calcium tungstate	Biru tua
Magnesium flourogermanate	Merah tua
Magnesium gallate	Biru hijau
Magnesium tungstate	Biru muda
Strontium magnesium phosphates	Putih kemerahan
Zink beryllium	Kuning putih
Zink silicate	Hijau

Lampu fluorescent doidalamnya diisi dengan gas inert berupa argon atau krypton ± 0.002 atm yang berfungsi untuk penyalaan awal dan uap air raksa (mercuri) ± 0.00008 atm yang akan mengubah 60% dari daya input. Fungsi lain dari gas inert adalah memperpanjang umur elektroda karena keberadaan gas tersebut mengurangi evaporasi, pengendali kecepatan lintasan elektroda bebas sehingga lebih memungkinkan terjadi ionisasi merkuri dan mempermudah lewatnya arus dalam tabung khususnya pada temperature rendah (Mostavan, 2005).

Beberapa konstruksi lampu FL bentuk pipa seperti pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 2.3.2. Lampu FL
 (Sumber : home.howstuffworks.com)

Panjang dan volume tabung pada lampu tergantung besarnya daya. Kedua ujung tabung dipasang filament tungsten yang disebut sebagai electrode karena satu filament berfungsi sebagai anoda dan yang lain sebagai katoda, keduanya diberi lapisan barium oksida yang dicampur dengan logam alkali yang terdiri dari barium, strontium dan calcium carbonat yang dibakar di pabrik menjadi oksida untuk mempermudah emisi electron. Untuk memperpanjang umur elektroda dan memperendah tegangan discharge, diberikan filament yang terbuat dari alumunium atau kuningan untuk memanaskanelektroda sebelum terjadi emisi electron (Mostavan, 2006).

2.3.2. Kelebihan Dan Kekurangan Lampu Fluorescent

- Kelebihan lampu Fluorescent
 - a. Efikasi yang baik
 - b. Lifetime panjang (6000-9000 jam)
 - c. Tingkat intensitas cahaya rendah
 - d. Keluaran inframerah rendah
 - e. Temperature operasi rendah
 - f. Performansi warna baik (warna cahaya berbeda-beda)
 - g. Sinar tampak dengan spectrum lebih lebar
 - h. Dapat dioperasikan pada tegangan sistem yang lebih tinggi
 - i. Penundaan starting dan restarting hanya sesaat
- Kekurangan lampu Fluorescent
 - a. Bukan merupakan sumber cahaya titik sehingga distribusi cahaya sulit dikendalikan
 - b. Membutuhkan komponen tambahan sebagai controller lampu (ballas)
 - c. Harga beli lebih tinggi
 - d. Sangat dipengaruhi temperature lingkungan
 - e. Butuh ballas khusus untuk mengatur intensitas cahaya
 - f. Ukuran lebih besar.

(Sumber : Iyawanti Enny, 2003)

2.4. Perhitungan Penerangan di Kapal

Penentuan kebutuhan penerangan dan jumlah lampu serta jumlahnya ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Dimensi Ruangan

Dalam menentukan jumlah titik lampu yang ada di dalam ruangan di kapal maka dimensi ruangan sangat menentukan. Sehingga kebutuhan lampu setiap ruangan tentunya akan

berbeda satu dengan yang lainnya. Dimensi ruangan ini meliputi panjang ruangan dan lebar ruangan. Lebar ruangan merupakan dimensi ruangan yang mengikuti lebar kapal, dan panjang ruangan merupakan dimensi yang mengikuti atau sejajar dengan panjang kapal. Dimensi ruangan ini jika dilakukan perkalian akan didapatkan luasan ruangan.

Dimana,

A : luasan ruangan (m^2)

p : panjang ruangan (m)

1 : lebar ruangan (m)

b. Index Ruangan (K)

Merupakan perbandingan, yang berhubungan dengan ukuran bidang keseluruhan terhadap tingginya diantara tinggi bidang kerja dengan bidang titik lampu. Dalam perhitungan terdapat beberapa definisi tinggi yang digunakan dalam perhitungan.

t : tinggi ruangan dari lantai hingga titik lampu (m)

H : tinggi benda kerja yang ada di ruangan (misalkan meja, kursi, tempat tidur) diasumsikan 0.7 meter.

h : jarak antara benda kerja dan armature

Ukuran atau dimensi ruangan akan menentukan harga indeks ruang. Persamaan untuk mendapatkan nilai dari indeks ruang tersebut adalah :

$$K = \frac{p x l}{h x (n+l)} \dots \dots \dots \quad (2.2)$$

Dimana..

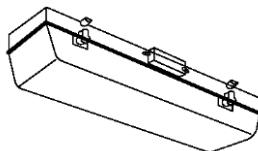
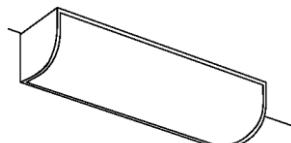
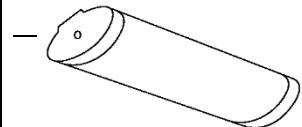
h : jarak benda kerja dengan armature (m).

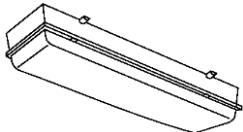
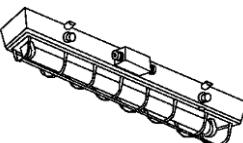
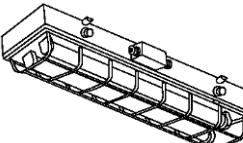
c. Tipe lampu (Jenis Armature)

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

Beberapa jenis tipe lampu FL dan penerapannya di dalam kapal seperti berikut ini :

Tabel 2.4.1. Jenis Armature

No	Klasifikasi	Model	Keterangan
1	<ul style="list-style-type: none"> -Kamar mandi -Kamar cuci -Kamar kecil -Kamar pengering 		<ul style="list-style-type: none"> -Tipe pasangan dengan kap menonjol -Kedap air -Kaca pelindung warna terang <p>Indeks 4 : FL 15w x 1 Indeks 4B :FL 20w x 2</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> - Saluran dalam - Tangga 		<ul style="list-style-type: none"> -Tipe pasangan dengan kap menonjol -Tidak kedap air -Kaca pelindung warna susu <p>Indeks 6 : FL 20w x 1</p>
3	- Kamar crew		<ul style="list-style-type: none"> - Tipe pasangan dengan kap menonjol - Tidak kedap air
			<ul style="list-style-type: none"> - Kaca pelindung warna susu <p>Indeks 9 : FL 20w x 1</p>
4	- Kamar kapten		

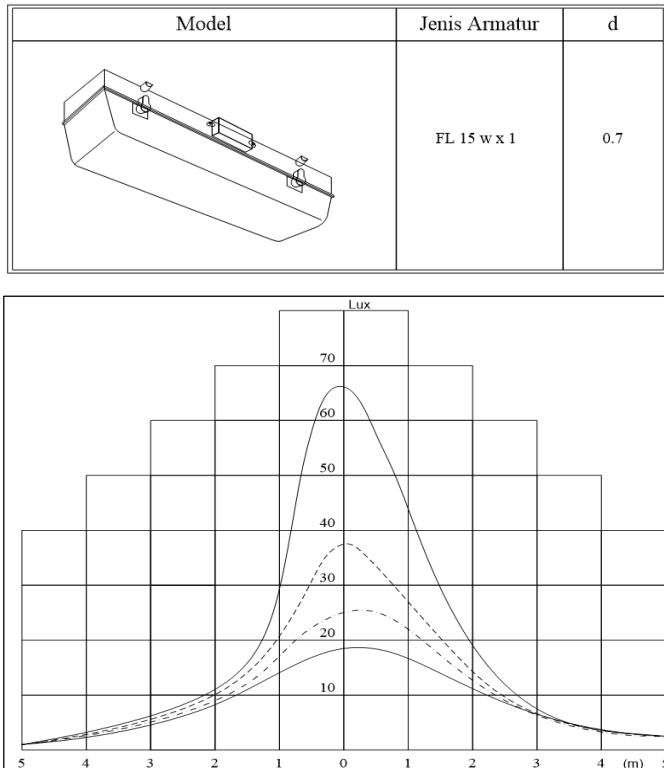
	<ul style="list-style-type: none"> - Kamar perwira 		<ul style="list-style-type: none"> - Tipe pasangan dengan kap tenggelam - Tidak kedap air - Kaca pelindung warna susu <p>Indeks 10B : FL 20w x 2 Indeks 9B : FL 20w x 1</p>
No	Klasifikasi	Model	Keterangan
5	<ul style="list-style-type: none"> - Kamar mesin - Gudang 	 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe pasangan dengan kap menonjol - Kedap bunga api dengan pengaman, tanpa kaca pelindung <p>Indeks 13 : FL 20w x 1 Indeks 14 : FL 20w x 2</p>

d. Faktor Refleksi (Warna Ruangan)

Dalam menentukan kebutuhan lampu di kapal, faktor refleksi sangatlah penting. Karena tingkat warna dalam ruangan di kapal telah diatur dalam klasifikasi. Sehingga lampu yang terpasang harus memenuhi syarat refleksi terhadap warna ruangan tersebut, 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 dari armature yang digunakan untuk pemasangan lampu.

Contoh faktor refleksi lampu FL yang digunakan di kapal seperti berikut ini :

- Lampu Indeks 4



Gambar 2.4.1. Nilai Refleksi Indeks 4

Dari jenis lampu tersebut diatas memiliki nilai faktor refleksi terhadap atap, dinding dan lantai seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 2.4.2. Faktor Refleksi Indeks 4

Fakt or (k)	Cei lin g	75			50			30		0
	Wa ll	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Flo or	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.2 95	0.2 46	0.2 13	0.2 83	0.2 50	0.2 11	0.2 33	0.2 07	0.2 06
0.80	(I)	0.3 68	0.3 14	0.2 83	0.3 50	0.3 01	0.2 72	0.2 96	0.2 67	0.2 52
1.00	(H)	0.4 06	0.3 57	0.3 27	0.3 90	0.3 45	0.3 17	0.3 36	0.3 08	0.2 94
1.25	(G)	0.4 52	0.4 08	0.3 68	0.4 21	0.3 78	0.3 46	0.3 67	0.3 36	0.3 78
1.50	(F)	0.4 87	0.4 39	0.3 93	0.4 52	0.4 13	0.3 74	0.3 99	0.3 66	0.3 55
2.00	(E)	0.5 38	0.4 88	0.4 61	0.5 03	0.4 60	0.4 21	0.4 38	0.3 04	0.4 00
2.50	(D)	0.5 88	0.5 23	0.4 75	0.5 07	0.4 96	0.4 56	0.4 75	0.4 65	0.4 31
3.00	(C)	0.6 08	0.5 56	0.4 93	0.5 66	0.5 21	0.4 18	0.4 99	0.4 68	0.4 61
4.00	(B)	0.6 50	0.5 96	0.5 54	0.6 03	0.5 53	0.5 25	0.5 52	0.5 09	0.4 99
5.00	(A)	0.6 72	0.6 24	0.5 81	0.6 23	0.5 78	0.5 46	0.5 49	0.5 82	0.5 27

e. Iluminasi Cahaya (E)

Iluminasi adalah intensitas flux cahaya yang diterima oleh suatu luas permukaan, illuminasi menjelaskan tentang interaksi antara sumber cahaya dan permukaan sumber cahaya. Hal ini diukur dalam flux luminasi per unit area. Intensitas flux cahaya dapat diartikan sebagai kuat intensitas cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya. Semakin besar lux cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya maka tingkat keterangan pada ruangan semakin besar. Sehingga iluminasi cahaya dinyatakan dalam lm/m² atau lux.

Dalam menentukan kebutuhan lux dalam ruangan dikapal, maka setiap jenis ruangan telah ditentukan besarnya kebutuhan intensitas cahaya. Berikut ini adalah kebutuhan intensitas cahaya berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia

Tabel 2.4.3. Kebutuhan Intensitas Cahaya

JENIS RUANGAN	FLUKSI CAHAYA <i>(Lux)</i>	KEBUTUHAN DAYA (W/m ²)	
		Lampu filamen	Lampu flour
Ruang palka Ruang kerja Jalan Lalu lintas diatas deck	20 sampai 40	tergantung kepada susunannya	
Bunker Ruang bantu	sampai 60	10	5
Lorong dan jalan masuk	50 sampai 70	20	10

Tempat peluncuran sekoci Kamar kecil Kamar mandi Bioskop Terowongan poros	sampai 120		
Kamar Peta Ruang kemudi	100 sampai 150 sampai 250	30	15
Kabin penumpang Kabin awak kapal Geladak promenade Kamar cuci, kamar mandi			
Ruang Mesin Ruang Komisaris/pemilik Ruang istirahat Ruang duduk Ruang makan/minum Perpustakaan	200 sampai 500	40	30
Rumah sakit Kamar pengujian	penerangan khusus 200 keatas	40 ke atas	20 keatas

(Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia)

f. Faktor maintenance/diversitas (d)

Merupakan faktor pengotoran lampu, dimana pengotoran ini adalah berkurangnya intensitas cahaya yang dihasilkan lampu setiap tahunnya. Setiap jenis lampu memiliki nilai

pengotoran yang berbeda. Nilai pengotoran berkisar antara 0.6-0.7.

g. Illumination rate

Merupakan nilai distribusi cahaya dari setiap jenis armature lampu. Nilai yang didapatkan dari faktor refleksi ruangan (ceiling, wall, floor) akan digunakan sebagai perhitungan dalam mencari nilai *illumination rate* dengan cara menginterpolasi nilai yang didapatkan dengan membaca nilai refleksi berdasarkan nilai dari indeks ruangan yang telah dikalkulasikan sebelumnya. Dari hasil interpolasi tabel tipe lampu didapatkan hasil :

$$\text{Eff interpolasi} = \frac{\text{eff1} + ((\text{indeks ruang} - K1) \times (\text{Eff2} - \text{Eff1}))}{(K2 - K1)} \dots (2.3)$$

h. Efisiensi armature

Efisiensi armature merupakan nilai yang didapatkan dari hasil perkalian efisiensi interpolasi dengan nilai dari faktor pengotoran atau faktor diversitas.

$$\text{Eff armature } (\eta) = d \times \text{eff (interpolation)} \dots (2.4)$$

i. Flux cahaya (Φ)

Merupakan kebutuhan cahaya pada ruangan yang telah dipengaruhi oleh luasan ruangan dan nilai efisiensi ruangan tersebut.

$$\Phi = \frac{(E \times A)}{\text{eff armature}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana

E : Iluminasi (Lux)

A : Luasan ruangan

- j. Flux cahaya lampu (Lumen)

Merupakan cahaya yang dihasilkan lampu. Dari tipe lampu yang dipilih mempunyai daya watt maka flux cahaya yang diberikan adalah

$$\text{Lumen} = \frac{lm}{watt} \times P \times n \quad \dots \dots \dots \quad (2.6)$$

Dimana,

Lm/watt : nilai lumen/watt dari setiap jenis lampu

P : daya lampu (watt)

n : jumlah lampu dalam 1 armature

- k. Jumlah lampu yang dibutuhkan

Merupakan kebutuhan lampu dalam ruangan yang dihitung.

$$n = \frac{Flux (\Phi)}{\text{Lumen}} \dots \dots \dots \quad (2.7)$$

Dimana,

n : jumlah lampu

- #### 1. Total Daya (watt)

Total daya yang dibutuhkan tiap deck jumlah termasuk daya armature dan stop kontak. Setelah itu total daya tiap deck dijumlahkan jadi total daya penerangan yang dibutuhkan kapal.

2.5. Perhitungan *Capital Cost* dan *Maintenance Cost* Sistem Penerangan

Dalam menentukan biaya modal dan biaya perawatan untuk seluruh lampu yang ada di kapal, diperlukan beberapa tahapan seperti berikut ini :

- a. Menetukan Biaya Modal Penerangan
 - ❖ Menentukan Kebutuhan jumlah lampu disteiap ruangan seperti paada “Analisa Perhitungan Penerangan di Kapal” pada poin sebelumnya.
 - ❖ Menentukan harga setiap jenis lampu yang diperoleh dari produsen lampu yang digunakan.
 - ❖ Mengkalikan harga setiap jenis lampu dengan jumlah kebutuhan lampu dari masing-masiing jenis total kebutuhan lampu di seluruh kapal.
 - ❖ Menjumlahkan biaya dari keseluruhan lampu yang telah didapatkan.
- b. Menentukan Biaya Maintenance Penerangan
 - ❖ Menentukan jumlah waktu operasional dari masing-masing jenis lampu di setiap ruangannya.

Contoh:

Lampu cabin penumpang beroperasi selama 15 jam/hari, dan selam 7 hari dalam seminggu, sedang dalam 1 tahun beroperasi selama 48 minggu.

Sehingga didapatkan jumlah waktu operasional lampu:

$$\begin{aligned}
 &= 15 \times 7 \times 48 \\
 &= 5040 \text{ jam/tahun.}
 \end{aligned}$$
 - ❖ Dari jumlah lampu yang didapatkan pada masing masing tipe, selanjutnya menentukan jumlah power/daya yang dibutuhkan setiap tahunnya.

$$Installed\ Power = \frac{N\ lampu \times Watt\ Lampu}{1000} \dots\dots\dots (2.8)$$

- ❖ Menentukan kebutuhan biaya power setiap tahunnya dari jumlah masing-masing tipe lampu yang digunakan di kapal.

$$electricity\ cost = \frac{Installed\ Power \times \frac{h}{year} \times lamp \times Rp/kWH}{100} \dots\dots\dots (2.9)$$

- ❖ Menetukan biaya replacement lampu setiap tahunnya dari masing-masing jenis lampu.

$$lamp\ cost = \frac{N\ Lamp \times Cost @lamp \times \frac{h}{year} \times lamp}{lifetime\ lamp} \dots\dots\dots (2.10)$$

- ❖ Menjumlahkan total annual cost dari semua jenis lampu yakni dengan menjumlahkan electricity cost dan lamp cost.

$$Annual\ cost = electricity\ cost + lamp\ cost \dots\dots\dots (2.11)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Metodologi tugas akhir merupakan urutan sistematis tahapan penggerjaan tugas akhir yang dilakukan sejak dimulainya penggerjaan hingga akhir. Penulisan tugas akhir ini bersifat penelitian sehingga dibutuhkan data-data riil untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Metodologi yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini secara umum dimulai dengan identifikasi permasalahan, penentuan kapal yang akan digunakan sebagai objek penelitian, studi literature, pengumpulan data, mendesain sistem penerangan dengan lampu LED, analisa teknis dan ekonomis, membandingkan dengan sistem penerangan dengan lampu FL, analisa pembahasan, evaluasi, dan diakhiri kesimpulan dan saran.

1. Identifikasi dan Perumusan masalah

Merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam melakukan penelitian sehingga diketahui masalah apa yang akan diangkat. Dalam penulisan tugas akhir ini permasalahan yang diambil adalah sistem penerangan yang diterapkan dikapal terkait dengan penggunaan lampu LED dengan fokus masalah pada efisiensi dan biaya yang akan dikeluarkan dalam merencanakan sistem penerangan.

2. Penentuan Kapal

Dalam tahapan ini ditentukan objek yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu kapal ferry. Sehingga akan didapatkan data valid dalam penelitian karena objek yang digunakan dalam melakukan perbandingan adalah sama.

3. Studi literatur

Pada tahapan ini dilakukan pembelajaran terhadap teori-teori yang mendukung penelitian dan akan dibahas dalam penulisan tugas akhir. Teori yang dimaksud terkait tahapan proses dalam menentukan kebutuhan lampu dikapal. Sumber yang digunakan sebagai acuan dapat berasal dari buku, jurnal, paper dan Internet.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini sehingga dibutuhkan studi lapangan dalam pengumpulan data. Adapun jenis data yang akan dikumpulkan pada tahap ini antara lain :

- General Arrangement
- Spesifikasi Teknis Lampu
- Harga Lampu

5. Mendesain Sistem Penerangan di Kapal dengan Lampu LED

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan dan desain ulang sistem penerangan di kapal dengan lampu LED karena desain sebelumnya merupakan sistem penerangan dengan lampu FL. Sehingga akan didapatkan desain baru sistem penerangan.

6. Analisa Teknis dan Ekonomis

Menganalisa dari segi teknis dan ekonomis dari sistem kelistrikan yang telah didesain dengan lampu LED. Kajian teknis tentang perubahan yang dilakukan dalam sistemnya untuk perancangan sistem penerangan menggunakan lampu LED. Dalam

kajian ekonomis yang dibahas adalah perbandingan investasi yang dibutuhkan, perbandingan harga-harga yang dikeluarkan.

7. Membandingkan dengan Sistem Penerangan Lampu FL

Pada tahapan ini, hasil analisa teknis dan ekonomis yang menggunakan sistem penerangan di kapal dengan lampu LED kemudian dibandingkan dengan sistem yang penerangan yang diterapkan dikapal sebelumnya. Di sini akan timbul perbedaan sehingga dapat dilakukan analisa pada tahap selanjutnya.

8. Analisa dan Pembahasan

Jika hasil perbandingan sesuai maka selanjutnya dilakukan analisa dan pembahasan tetapi jika perbandingan tidak sesuai maka dilakukan kaji ulang terhadap analisa teknis dan ekonomis. Dari sini akan didapatkan hasil berupa kelebihan dan kekurangan antara sistem sistem penerangan dengan lampu LED dan lampu FL.

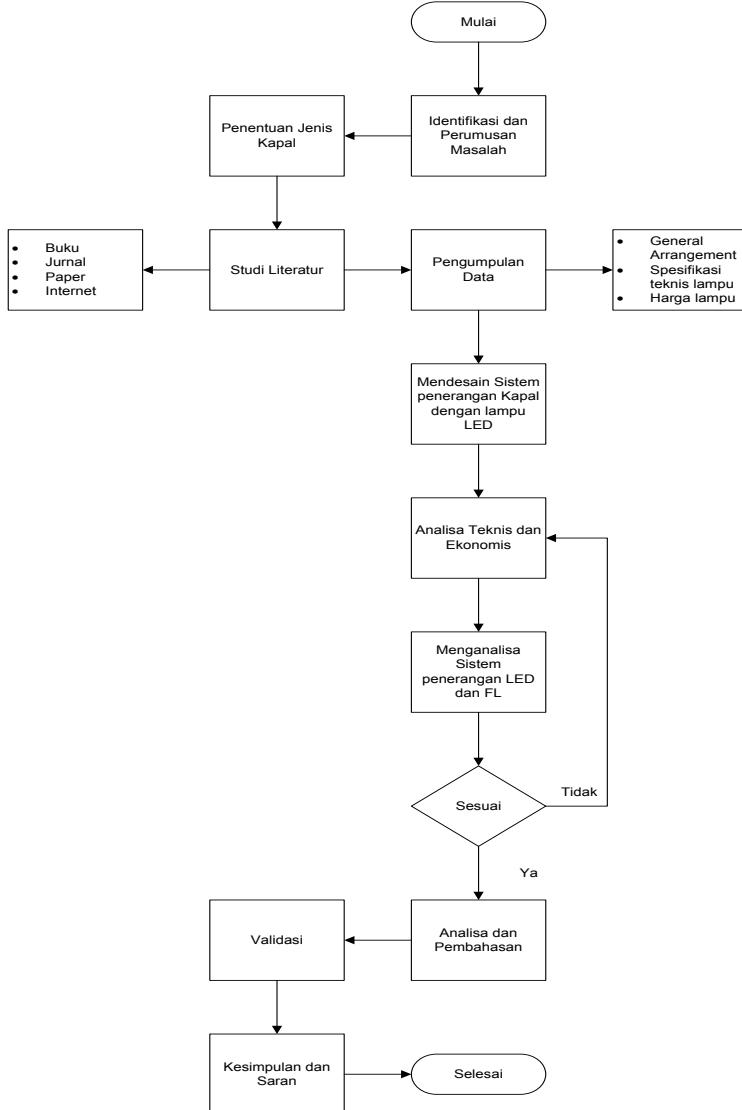
9. Validasi

Setelah dilakukan analisa dan pembahasan maka hasil yang didapatkan di validasi, apakah masih ada hasil yang tidak sesuai dengan rumusan masalah awal dan apakah hasil yang didapatkan sesuai dengan teori yang digunakan. Validasi dilakukan tidak hanya pada data yang didapatkan namun evaluasi secara menyeluruh terkait metode juga tahapan pelaksanaannya.

10. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan proses analisa dan pembahasan, selanjutnya menarik kesimpulan dari hasil penelitian. Kesimpulan berdasarkan dari hasil analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan. Selanjutnya adalah memberikan saran-saran yang diberikan sebagai masukan dan bahan pertimbangan pihak yang berkaitan untuk melakukan analisa lebih lanjut.

3.2. Diagram Alir



Gambar 3.2.1. Diagram Alir Metodologi

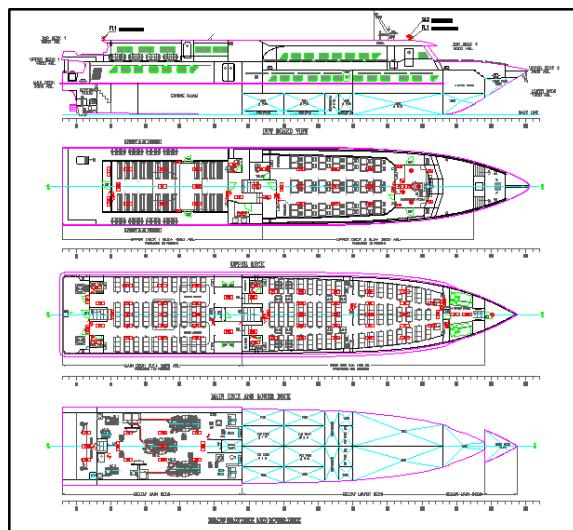
BAB IV

ANALISA DATA

4.1. Data Kapal

Adapun dimensi utama dari Kapal KM. Ferry ALU yang digunakan sebagai objek penelitian adalah:

Panjang Seluruhnya (LOA)	:	40.5	m
Panjang antara Garis Air (LWL)	:	39.50	m
Lebar (B)	:	6.92	m
Tinggi (H)	:	2.65	m
Sarat Air (T)	:	1.10	m
Auxiliary Engine	:	2 x 75 kVA 1 x 35 kVA (spare)	
Passanger	:	410 Persons	
Crew	:	4 Persons	



Gambar 4.1.1. General Arrangement

4.2. Pengukuran Intensitas dan Efikasi (lm/watt) Lampu FL dan LED

Dalam perhitungan kebutuhan lampu nantinya dibutuhkan nilai efikasi (lm/watt) dari masing-masing jenis lampu, yakni FL dan LED yang digunakan sebagai objek kajian tugas akhir ini. Karena nilai efikasi tersebut tidak dicantumkan pada spesifikasi lampu yang digunakan dalam perhitungan, oleh karenanya perlu dilakukan pengujian atau pengukuran terhadap nilai efikasi pada masing-masing jenis lampu. Dalam pengujian kali ini digunakan lampu yang bervariasi dayanya sehingga didapatkan nilai yang mendekati valid. Setelah dilakukan pengukuran selanjutnya dilakukan konversi atau perhitungan dari hasil yang dapat menjadi nilai lm/watt.

4.2.1. Pengukuran

Adapun peralatan dan prosedur pengujian yang dilakukan di laboratorium MEAS dijelaskan dibawah ini.

a. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama pengujian antara lain:

- Lampu LED dengan 4 jenis variasi daya yakni 5W, 7W, 10W, dan 12W dengan lampu yang biasa digunakan di kapal.
- Lampu FL 5 watt 2 buah
- Fitting Lampu LED dan FL
- Luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya
- Sumber tegangan (dalam pengujian ini digunakan generator 3 phase yang terdapat di laboratorium beserta panelnya).
- Alat bantu lainnya.

Adapun dokumentasi alat yang digunakan selama pengujian antara lain seperti pada gambar dibawha ini.



Gambar 4.2.1. Fitting dan Lampu yang digunakan



Gambar 4.2.2. Luxmeter



Gambar 4.2.3. Panel Generator

b. Langkah- langkah pengukuran

Adapun langkah kerja yang dilakukan selama pengukuran ini adalah sebagai berikut.

- Merangkai atau menghubungkan antar komponen (generator, panel, dan lampu) dengan kabel.



Gambar 4.2.4. Rangkaian Sumber Tegangan

- Mengatur papan fitting lampu dan luxmeter dengan jarak 1 meter dengan pengkondisian sensor pada luxmeter sejajar dengan lampu yang diukur.



Gambar 4.2.5. Peletakan luxmeter

- Menyalakan generator dan mengatur pada kondisi tegangan fasa (RN) 220 Volt.
- Memasang lampu 5W pada fitting yang ada.



Gambar 4.2.6. Lampu 5W pada fitting

- Menghidupkan saklar output tegangan yang masuk ke papan fitting lampu.
- Menghidupkan saklar pada papan fitting untuk menghidupkan lampu.
- Melakukan pembacaan terhadap luxmeter.



Gambar 4.2.7. Pembacaan Luxmeter

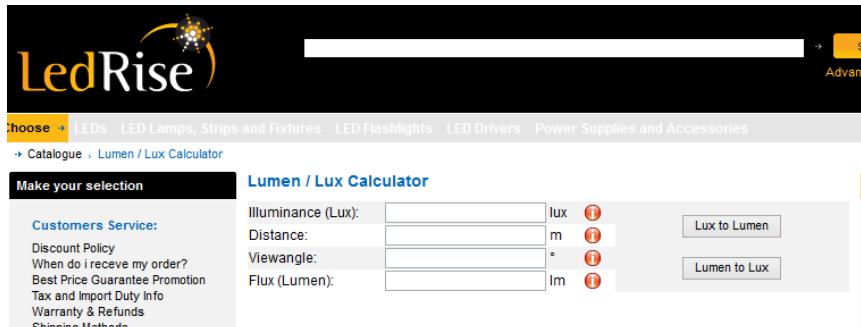
Setelah hasilnya tercatat, maka selanjutnya adalah melakukan pengukuran terhadap semua variasi lampu yaitu 7W, 10W dan 12W. Dalam melakukan pengukuran hal yang perlu dicatat adalah ruangan dalam keadaan listrik padam atau dengan kata lain tidak ada pengaruh sumber cahaya dari luar, sehingga data yang didapatkan mendekati valid.

Selanjutnya melakukan pengukuran terhadap lampu FL dengan variasi daya 5W dan 10W. Langkah kerja yang dilakukan adalah sama dengan tahapan diatas. Hanya saja fitting lampu yang digunakan berbeda.

4.2.2. Konversi Hasil

Data yang didapatkan dari percobaan berupa nilai intensitas cahaya (lux) yang dihasilkan masing-masing lampu. Oleh karna itu, dilakukan konversi hasil dari data yang didapatkan menjadi lumen.

Adapun aplikasi atau software yang digunakan untuk konversi satuan dari lux menjadi lumens seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.2.8. Unit konversi

Dimana *distance* pada konverter diatas adalah jarak pengukuran dari luxmeter sampai dengan sumber cahaya atau

lampa. Sedangkan viewangle adalah sudut pancaran lampu yang didapatkan dari spesifikasi dari setiap tipe variasi daya lampu.

Dari hasil pengukuran dan konversi hasil pengukuran didapatkan nilai pada setiap variasi daya sebagai berikut.

Tabel 4.2.1. Hasil Pengukuran

Jenis	:	Lampu LED
Kondisi	:	Malam Hari
Jarak	:	1 meter

NO	Daya (w)	Lux	Lumen Spect	lm/watt	Ket
1	5	166.67	450	357.54	Bulb
2	7	333	-	351.15	Bulb
3	10	573.33	980	360.23	Bulb
4	12	716.67	1000	375.25	Bulb

Jenis	:	Lampu FL
Kondisi	:	Malam Hari
Jarak	:	1 meter

NO	Daya (w)	Lux	Lumen Spect	lm/watt	Ket
1	10	116.67	390	73.30	FL
2	20	266.67	780	83.77	FL

Karena besarnya nilai lm/watt untuk setiap lampu tidak sama oleh karenanya digunakan pendekatan nilai lm/watt untuk lampu LED adalah 360lm/watt, hal ini didapatkan dengan diambil nilai rata-ratanya. Sedangkan untuk lampu FL diambil nilai 75 lm/watt.

4.3. Kebutuhan Lampu Akomodasi dan Navigasi yang Ada

Dari data yang diperoleh dari gambar *Lighting Arrangement* pada kapal yang digunakan sebagai objek penelitian, sistem penerangan yang digunakan pada setiap deck didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4.3.1. Kebutuhan Lampu pada Lighting Arrangement

NO.	Room	Jml Lampu	Ket.	IP
Engine Room and Steering Gear Room				
1	Steering Gear Room	2	2 x 20 w	44
2	Engine Room	4	2 x 20 w	44
Main Deck and Lower Deck				
1	CO2 Room	1	2 x 20 w	67
2	Cabin 110 Passanger	16	2 x 18 w	20
3	Lower Deck ELE+	20	2 x 18 w	20
4	Crew	1	2 x 18 w	20
5	Toilet 1	1	1 x 20 w	44
6	Toilet 2	1	1 x 20 w	44
7	Toilet 3	1	1 x 20 w	44
8	Toilet 4	1	1 x 20 w	44
Upper Deck				
1	Cabin 96 Passanger	6	2 x 18 w	20
2	Cabin 42 Passanger	8	2 x 18 w	20
3	Toilet 1	1	1 x 20 w	44
4	Toilet 2	1	1 x 20 w	44
5	Canteen	1	1 x 20 w	44
6	Navigation	1	2 x 18 w	20
7	Gangway	1	2 x 20 w	67
8	Stairway	2	2 x 18 w	20
Jumlah titik		69		

Total Daya lampu akomodasi

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Upper Deck} + \text{Main Dek and Lower Deck} + \text{Below Main Deck} \\
 &= 712 \text{ watt} + 1452 \text{ watt} + 280 \text{ watt} \\
 &= 2444 \text{ watt} = 2.444 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Selain lampu akomodasi diatas terdapat pula lampu navigasi yang digunakan guna menunjang kebutuhan kapal selama melakukan perlayaran. Adapun lampu navigasi yang digunakan adalah:

Tabel 4.3.2. Kebutuhan Lampu Navigasi

NO.	EQUIPMENT	Power (Watt)
1	Starboard Green 112,5° Lantern	60
2	Port Red 112.5° lantern	60
3	Masthead White 225° Lantern	60
4	Stern white 135° Lantern	60
5	All round White 360° Lantern	60
6	Anchor Light	60
7	Search Light (Halogen Tungsten)	1000
8	Flood Light (High-Press Sodium)	400
Jumlah		1760
		1.76 kW

$$\begin{aligned}
 \text{Total Daya} &= \text{Lampu akomodasi} + \text{lampu navigasi} \\
 &= 2.444 + 1.76 \text{ kW} \\
 &= 4.204 \text{ Kw}
 \end{aligned}$$

4.4. Perhitungan Kebutuhan Penerangan dengan Lampu *Fluorescent*

Sebelum dilakukan perhitungan kebutuhan terhadap sistem penerangan dikapal dengan lampu LED, dilakukan dahulu perhitungan manual sesuai dengan langkah-langkah yang ada pada

dasar teori. Adapun data yang diperoleh dari *General Arrangement* tersebut dimasukkan pada persamaan sehingga diperoleh data kebutuhan lampu setiap ruangannya.

Dalam pemilihan lampu pada perhitungan manual digunakan pedoman perhitungan dan tipe lampu pada *Buku Diktat Perencanaan Instalasi Listrik Kapal*. Sehingga nantinya data jumlah kebutuhan lampu mungkin tidak akan sama persis dengan kebutuhan lampu yang telah ada dan diterapkan pada kapal *Passanger 40.5 m* ini.

Jenis lampu yang digunakan pada perhitungan manual yang baru antara lain:

- a. Indeks 4 : 1 x 10 w untuk penerangan toilet
- b. Indeks 9 : 1 x 20 w untuk penerangan cabin
- c. Indeks 13 : 1 x 20 w untuk penerangan E/R
- d. Indeks 14 : 2 x 20 w untuk penerangan E/R
- e. Indeks 4B : 2 x 20 w untuk penerangan canteen
- f. Indeks 10B: 2 x 20 w untuk penerangan nav.room
- g. Indeks 6 : 1 x 10 w untuk penerangan tangga

4.4.1. Detail Perhitungan

Dalam perhitungan untuk menentukan jumlah titik lampu pada BAB ini digunakan contoh perhitungan yang ada di *steering gear room*.

a. Luasan Ruangan

Adapun diketahui dimensi ruangan yang didapatkan dari pengukuran pada gambar rencana umum adalah :

Panjang : 1.8 meter

Lebar : 5.8 meter

Tinggi ruang : 2.65 meter

Sehingga luasan dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$A = p \times l$$

$$A = 1.8 \times 5.8$$

$$A = 10.4 \text{ m}^2$$

b. Indeks Ruangan (K)

Dalam persamaan untuk mencari nilai indeks ruang, didalamnya dipengaruhi nilai h. Seperti yang telah dijelaskan bahwa nilai h adalah tinggi benda kerja dengan armature lampu. Sehingga, jika diketahui tinggi ruangan (t) dan tinggi benda kerja (H) yang diasumsikan 0.7 meter. Nilai h dapat dicari dengan:

$$\begin{aligned} h &= t - H \\ &= 2.65 - 0.7 \\ &= 1.95 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk indeks ruang adalah:

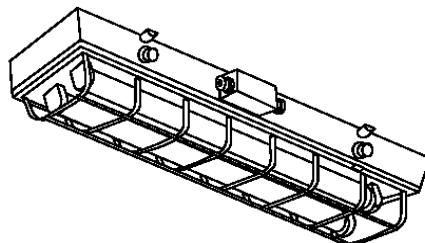
$$\begin{aligned} K &= \frac{p \times l}{h \times (p + l)} \\ K &= \frac{1.8 \times 5.8}{1.95 \times (1.8 + 5.8)} \\ K &= 0.704 \end{aligned}$$

c. Menentukan Tipe Lampu

Dalam menentukan tipe lampu untuk setiap ruangannya berbeda dan masing-masing memiliki nilai Ingress Protection (IP) yang berbeda. Untuk tipe lampu yang digunakan pada *steering gear room* sama dengan yang digunakan di *engine room* yakni harus kedap terhadap percikan api dan memiliki pelindung.

Sehingga didapatkan hasil tipe armature:

- Indeks lampu : Indeks 14
- Tipe lampu : Fluorescent (FL)
- Daya : 20 watt
- Jumlah armature : 2



Gambar 4.4.1. Tipe lampu Indeks 14

d. Faktor Refleksi

Untuk menentukan jumlah titik lampu, maka sebelumnya harus diketahui warna ruangan yang akan dipasang lampu. Sehingga dapat diketahui nilai dari masing-masing refleksi akibat warna ruang yang didapatkan dari nilai indeks ruang (K).

Dalam perencanaan ini digunakan :

- Cf (ceiling factor) : 0.75
- Cw (wall factor) : 0.5
- Ff (floor factor) : 0.1

e. Efisiensi Interpolasi

Efisiensi interpolasi didapatkan dengan menginterpolasi nilai yang didapatkan dari tabel efisiensi.

Indeks ruang : 0.704

Tabel 4.4.1. Faktor Refleksi lampu FL

Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.421	0.359	0.312	0.412	0.361	0.311	0.342	0.713	0.288
0.80	(I)	0.522	0.440	0.620	0.508	0.647	0.410	0.446	0.413	0.388
1.00	(H)	0.574	0.518	0.679	0.559	0.547	0.475	0.500	0.469	0.444
1.25	(G)	0.626	0.572	0.536	0.603	0.558	0.520	0.521	0.575	0.490
1.50	(F)	0.671	0.614	0.584	0.639	0.576	0.553	0.583	0.550	0.525
2.00	(E)	0.729	0.679	0.626	0.703	0.657	0.614	0.641	0.608	0.583
2.50	(D)	0.793	0.725	0.678	0.754	0.707	0.671	0.693	0.667	0.642
3.00	(C)	0.814	0.761	0.714	0.780	0.735	0.697	0.719	0.688	0.663
4.00	(B)	0.860	0.805	0.765	0.821	0.773	0.749	0.758	0.736	0.711
5.00	(A)	0.885	0.836	0.791	0.844	0.799	0.768	0.779	0.758	0.733

Dalam tabel diatas dapat dilihat, dari nilai indeks ruang 0.704 tidak ada nilai yang pas dengan 0.704. Sehingga diambil nilai pada K 0.6 dengan efisiensi 0.421 dan pada nilai K 0.8 dengan efisiensi 0.522, karena nilai K diantara 0.6-0.8.

Untuk nilai efisiensi interpolasi :

$$\begin{aligned}
 & \text{Eff interpolasi} \\
 & = \frac{\text{eff1} + ((\text{indeks ruang} - \text{K1}) \times (\text{Eff2} - \text{Eff1}))}{(\text{K2} - \text{K1})} \\
 & = \frac{0.421 + ((0.704 - 0.6) \times (0.522 - 0.421))}{(0.8 - 0.6)} \\
 & = 0.474
 \end{aligned}$$

f. Efisiensi Armature

Seperti yang ada pada subbab sebelumnya bahwa efisiensi armature dipengaruhi faktor pengotoran lampu (diversitas) yang diambil nilainya 0.7. Sehingga

$$(\eta) = d \times \text{eff} \text{ (interpolation)}$$

$$(\eta) = 0.75 \times 0.474$$

$$(\eta) = 0.3555$$

g. Flux (Φ)

Karena nilai flux dipengaruhi oleh nilai Intensitas cahaya yang dibutuhkan ruangan, maka berdasarkan klasifikasi kebutuhan cahaya di *steering gear room* adalah 100 lux. Sehingga :

$$\Phi = \frac{(E \times A)}{\text{eff armature}}$$

$$\Phi = \frac{(100 \times 10.4)}{0.3553}$$

$$\Phi = 2938.26 \text{ lumen}$$

h. Flux Lampu

Nilai flux lampu dipengaruhi nilai lumen/watt (lm/watt) pada lampu.Untuk lampu FL nilai dari lm/watt setiap lampu adalah 75, P adalah daya lampu 20 watt dan n adalah jumlah armature yakni 2. Sehingga,

$$\text{Lumen} = \frac{\text{lm}}{\text{watt}} \times P \times n$$

$$\text{Lumen} = 75 \times 20 \times 2$$

$$\text{Lumen} = 3000 \text{ lumen}$$

i. Jumlah Lampu

Sehingga untuk mendapatkan jumlah titik lampu,

$$n = \frac{\text{Flux } (\Phi)}{\text{Lumen}}$$

$$n = \frac{2938.26}{3000}$$

$$n = 0.9794$$

Karena nilainya kurang dari 1 sehingga diambil 1 titik lampu untuk penerangan di *steering gear room*. Dalam menghitung kebutuhan lampu untuk ruangan lainnya digunakan metode yang sama dengan langkah perhitungan diatas, sehingga didapatkan hasil perhitungan seperti pada halaman berikutnya.

Tabel 4.4.2. Kalkulasi jumlah lampu FL

No.	Room	Room Dimension					
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)
Engine Room and Steering Gear Room							
1	S/G Room	1.8	5.8	2.65	0.7	1.95	10.4
2	Engine Room	12.6	5.8	2.65	0	2.65	73.1
Main Deck and Lower Deck							
1	CO2 Room	2.26	6.66	1.85	0	1.85	15.1
2	Cabin 110 Persons	13.2	6.66	1.85	0.7	1.15	87.9
3	Lower Deck ELE+	17.4	5.7	1.85	0.7	1.15	99.2
4	Crew	2.0	4.1	1.85	0.7	1.15	8.2
5	Toilet 1	1.2	1.1	1.85	0	1.85	1.3
6	Toilet 2	1.2	1.1	1.85	0	1.85	1.3
7	Toilet 3	1.2	1.4	1.85	0	1.85	1.7
8	Toilet 4	1.2	1.4	1.85	0	1.85	1.7
Upper Deck							
1	Cabin 65 Persons	10.2	4.56	1.85	0.7	1.2	46.5
2	Cabin 42 Persons	10.2	5.24	1.85	0.7	1.2	53.4
3	Toilet 1	1.2	1.20	1.85	0	1.9	1.4
4	Toilet 2	1.8	1.5	1.85	0	1.9	2.7
5	Canteen	2.47	1.84	1.85	0.7	1.2	4.5
6	Navigation	3.8	3.75	1.85	0.7	1.2	14.3
7	Gangway	0.8	4.56	1.85	0	1.85	3.6
8	Stairway	4.2	2.1	1.85	0	1.85	8.8

No	Indeks Room (k)	KA	Type of Armature			Faktor Refleksi		
			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor
Engine Room and Steering Gear Room								
1	0.704	14	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
2	1.499	14	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
Main Deck and Lower Deck								
1	0.912	14	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
2	3.849	10B	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
3	3.733	10B	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
4	1.169	9	1	FL	20	0.75	0.5	0.1
5	0.310	4	1	FL	10	0.75	0.5	0.1
6	0.310	4	1	FL	10	0.75	0.5	0.1
7	0.349	4	1	FL	10	0.75	0.5	0.1
8	0.349	4	1	FL	10	0.75	0.5	0.1
Upper Deck								
1	2.740	10B	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
2	3.010	10B	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
3	0.324	4	1	FL	10	0.75	0.5	0.1
4	0.442	4	1	FL	10	0.75	0.5	0.1
5	0.917	4B	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
6	1.641	10B	2	FL	20	0.75	0.5	0.1
7	0.368	4	1	FL	10	0.75	0.5	0.1
8	0.757	6	1	FL	10	0.75	0.5	0.1

No	k1	eff 1	k2	eff 2	eff intrpolasi	Diversitas (d)
Engine Room and Steering Gear Room						
1	0.600	0.421	0.800	0.522	0.474	0.75
2	1.250	0.626	1.500	0.671	0.671	0.75
Main Deck and Lower Deck						
1	0.800	0.522	1.000	0.574	0.551	0.75
2	3.000	0.481	4.000	0.499	0.496	0.7
3	3.000	0.481	4.000	0.499	0.494	0.7
4	1.000	0.350	1.250	0.379	0.370	0.7
5	0.600	0.295			0.295	0.7
6	0.600	0.295			0.295	0.7
7	0.600	0.295			0.295	0.7
8	0.600	0.295			0.295	0.7
Upper Deck						
1	2.500	0.465	3.000	0.481	0.473	0.7
2	3.000	0.481	4.000	0.499	0.481	0.7
3	0.600	0.295			0.295	0.7
4	0.600	0.295			0.295	0.7
5	0.800	0.439	1.000	0.470	0.457	0.7
6	1.500	0.405	2.000	0.433	0.413	0.7
7	0.600	0.295			0.295	0.7
8	0.600	1.500	0.800	1.900	1.814	0.7

No	eff arm	intnistas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)
Engine Room and Steering Gear Room							
1	0.3553	100	2938.26	3000	0.9794	1	40
2	0.5031	200	29052.81	3000	9.6843	10	400
Main Deck and Lower Deck							
1	0.4134	100	3641.27	3000	1.2138	1	40
2	0.3474	150	37958.55	3000	12.653	13	520
3	0.3459	150	43004.33	3000	14.335	14	560
4	0.2587	100	3169.49	1500	2.113	2	40
5	0.2065	70	447.46	750	0.5966	1	10
6	0.2065	70	447.46	750	0.5966	1	10
7	0.2065	70	569.49	750	0.7593	1	10
8	0.2065	70	569.49	750	0.7593	1	10
Upper Deck							
1	0.3309	150	21085.57	3000	7.0285	7	280
2	0.3368	150	23802.08	3000	7.934	8	320
3	0.2065	70	488.14	750	0.6508	1	10
4	0.2065	70	915.25	750	1.2203	1	10
5	0.32	200	2840.61	3000	0.9469	1	40
6	0.289	100	4930.18	3000	1.6434	2	80
7	0.2065	50	883.29	750	1.1777	1	10
8	1.2695	50	347.39	750	0.4632	1	10
Jumlah						67	2400

Dengan perhitungan manual diatas didapatkan jumlah kebutuhan daya pada kapal KM. Ferry ALU adalah 2400 watt = 2.4 kW dan terdapat 67 titik lampu.

Selain lampu akomodasi diatas terdapat pula lampu navigasi yang digunakan guna menunjang kebutuhan kapal selama melakukan perlayaran. Adapun lampu navigasi yang digunakan adalah:

Tabel 4.4.3. Kebutuhan Lampu Navigasi Lama

NO.	EQUIPMENT	Power (Watt)
1	Starboard Green 112,5° Lantern	60
2	Port Red 112.5° lantern	60
3	Masthead White 225° Lantern	60
4	Stern white 135° Lantern	60
5	All round White 360° Lantern	60
6	Anchor Light	60
7	Search Light (Halogen Tungsten)	1000
8	Flood Light (High-Press Sodium)	400
Jumlah		1760
		1.76 kW

$$\begin{aligned}
 \text{Total Daya} &= \text{Lampu akomodasi} + \text{lampu navigasi} \\
 &= 2.4 + 1.76 \text{ kW} \\
 &= 4.16 \text{ Kw}
 \end{aligned}$$

4.5. Perhitungan Kebutuhan Penerangan dengan Lampu LED

4.5.1. Detail Perhitungan

Dalam perhitungan untuk menentukan jumlah titik lampu digunakan contoh perhitungan yang ada di *steering gear room* seperti pada perhitungan pada kebutuhan lampu dengan lampu FL.

a. Luasan Ruangan

Dimensi ruangan yang sebelumnya diukur :

Panjang : 1.8 meter

Lebar : 5.8 meter

Tinggi ruang : 2.65 meter

Sehingga,

$$A = p \times l$$

$$A = 1.8 \times 5.8$$

$$A = 10.4 \text{ m}^2$$

b. Indeks Ruangan (K)

$$\begin{aligned} h &= t - H \\ &= 2.65 - 0.7 \\ &= 1.95 \text{ meter} \end{aligned}$$

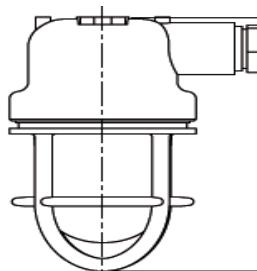
Sedangkan untuk indeks ruang adalah :

$$\begin{aligned} K &= \frac{p \times l}{h \times (p + l)} \\ K &= \frac{1.8 \times 5.8}{1.95 \times (1.8 + 5.8)} \\ K &= 0.704 \end{aligned}$$

c. Menentukan Tipe Lampu

Sehingga didapatkan hasil tipe armature :

- Indeks lampu : MINOR 569
- Tipe lampu : LED
- Daya : 4.4 watt
- Jumlah armature : 1



Gambar 4.5.1. Armature Lampu LED

d. Faktor Refleksi

Dalam perencanaan ini digunakan :

- Cf (ceiling factor) : 0.75
- Cw (wall factor) : 0.5
- Ff (floor factor) : 0.1

e. Efisiensi Interpolasi

Efisiensi interpolasi didapatkan dengan menginterpolasi nilai yang didapatkan dari tabel efisiensi.

Indeks ruang : 0.704

Tabel 4.5.1. Faktor Refleksi lampu LED

Fakt or (k)	Ceil ing	75			50			30		0
	Wa ll	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Flo or	10			10			10		0
Efisiensi	Faktor Refleksi									
0.60	(J)	0.195	0.151	0.123	0.139	0.150	0.115	0.125	0.108	0.102
0.80	(I)	0.268	0.188	0.153	0.233	0.180	0.153	0.168	0.146	0.140
1.00	(H)	0.279	0.231	0.201	0.255	0.213	0.186	0.195	0.166	0.161
1.25	(G)	0.316	0.260	0.231	0.278	0.238	0.209	0.219	0.191	0.185
1.50	(F)	0.366	0.288	0.256	0.303	0.267	0.232	0.244	0.214	0.210
2.00	(E)	0.393	0.363	0.300	0.368	0.305	0.269	0.274	0.245	0.241
2.50	(D)	0.427	0.376	0.329	0.376	0.324	0.288	0.304	0.276	0.272
3.00	(C)	0.459	0.401	0.355	0.397	0.356	0.320	0.335	0.297	0.292
4.00	(B)	0.495	0.446	0.407	0.432	0.389	0.362	0.354	0.337	0.327
5.00	(A)	0.517	0.475	0.435	0.453	0.411	0.383	0.368	0.354	0.368

Dalam tabel diatas dapat dilihat, dari nilai indeks ruang 0.704 tidak ada nilai yang pas dengan 0.704. Sehingga diambil nilai pada K 0.6 dengan efisiensi 0.421 dan pada nilai K 0.8 dengan efisiensi 0.522, karena nilai K diantara 0.6-0.8.

Untuk nilai efisiensi interpolasi :

$$\begin{aligned}
 & \text{Eff interpolasi} \\
 & = \frac{\text{eff1} + ((\text{indeks ruang} - K1) \times (\text{Eff2} - \text{Eff1}))}{(K2 - K1)} \\
 & = \frac{0.195 + ((0.704 - 0.6) \times (0.268 - 0.195))}{(0.8 - 0.6)} \\
 & = 0.233
 \end{aligned}$$

f. Efisiensi Armature

Seperti yang ada pada subbab sebelumnya bahwa efisiensi armature dipengaruhi faktor pengotoran lampu (diversitas) yang diambil nilainya 0.7. Sehingga

$$(\eta) = d \times \text{eff} \text{ (interpolation)}$$

$$(\eta) = 0.65 \times 0.233$$

$$(\eta) = 0.1515$$

g. Flux (Φ)

Karena nilai flux dipengaruhi oleh nilai Intensitas cahaya yang dibutuhkan ruangan, maka berdasarkan klasifikasi kebutuhan cahaya di *steering gear room* adalah 100 lux. Sehingga :

$$\Phi = \frac{(E \times A)}{\text{eff armature}}$$

$$\Phi = \frac{(100 \times 10.4)}{0.1515}$$

$$\Phi = 6889.65 \text{ lumen}$$

h. Flux Lampu

Nilai flux lampu dipengaruhi nilai lumen/watt (lm/watt) pada lampu.Untuk lampu FL nilai dari lm/watt setiap

lampu adalah 75, P adalah daya lampu 20 watt dan n adalah jumlah armature yakni 2. Sehingga,

$$\text{Lumen} = \frac{lm}{watt} \times P \times n$$

$$\text{Lumen} = 330 \times 4.4 \times 1$$

$$\text{Lumen} = 1584 \text{ lumen}$$

- i. Jumlah titik lampu

Sehingga untuk mendapatkan jumlah titik lampu,

$$n = \frac{\text{Flux } (\Phi)}{\text{Lumen}}$$

$$n = \frac{6889.65}{1584}$$

$$n = 4.3495$$

Karena nilainya 4.34 sehingga diambil 4 titik lampu untuk penerangan di *steering gear room*.

Dalam menghitung kebutuhan lampu untuk ruangan lainnya digunakan metode yang sama dengan langkah perhitungan diatas, sehingga didapatkan hasil perhitungan seperti pada halaman berikutnya.

Tabel 4.5.2. Kalkulasi jumlah lampu LED

No.	Room	Room Dimension					
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)
Engine Room and Steering Gear Room							
1	S/G Room	1.8	5.8	2.65	0.7	1.95	10.4
2	Engine Room	12.6	5.8	2.65	0	2.65	73.1
Main Deck and Lower Deck							
1	CO2 Room	2.26	6.66	1.85	0	1.85	15.1
2	Cabin 110 Persons	13.2	6.66	1.85	0.7	1.15	87.9
3	Lower Deck ELE+	17.4	5.7	1.85	0.7	1.15	99.2
4	Crew	2.0	4.1	1.85	0.7	1.15	8.2
5	Toilet 1	1.2	1.1	1.85	0	1.85	1.3
6	Toilet 2	1.2	1.1	1.85	0	1.85	1.3
7	Toilet 3	1.2	1.4	1.85	0	1.85	1.7
8	Toilet 4	1.2	1.4	1.85	0	1.85	1.7
Upper Deck							
1	Cabin 65 Persons	10.2	4.56	1.85	0.7	1.2	46.5
2	Cabin 42 Persons	10.2	5.24	1.85	0.7	1.2	53.4
3	Toilet 1	1.2	1.20	1.85	0	1.9	1.4
4	Toilet 2	1.8	1.5	1.85	0	1.9	2.7
5	Canteen	2.47	1.84	1.85	0.7	1.2	4.5
6	Navigation	3.8	3.75	1.85	0.7	1.2	14.3
7	Gangway	0.8	4.56	1.85	0	1.85	3.6
8	Stairway	4.2	2.1	1.85	0	1.85	8.8

No.	Indeks Room (k)	KA	Type of Armature			Faktor Refleksi		
			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor
Engine Room and Steering Gear Room								
1	0.704	LEKN-08WU-B	1	FL	8	0.75	0.5	0.1
2	1.499	LEKN-08WU-B	1	FL	8	0.75	0.5	0.1
Main Deck and Lower Deck								
1	0.912	LEKN-08WU-B	1	FL	8	0.75	0.5	0.1
2	3.849	LEF-151N	1	FL	15	0.75	0.5	0.1
3	3.733	LEF-151N	1	FL	15	0.75	0.5	0.1
4	1.169	LES-151N	1	FL	15	0.75	0.5	0.1
5	0.310	MINOR 568	1	FL	4.4	0.75	0.5	0.1
6	0.310	MINOR 568	1	FL	4.4	0.75	0.5	0.1
7	0.349	MINOR 568	1	FL	4.4	0.75	0.5	0.1
8	0.349	MINOR 568	1	FL	4.4	0.75	0.5	0.1
Upper Deck								
1	2.740	LEF-151N	1	FL	15	0.75	0.5	0.1
2	3.010	LEF-151N	1	FL	15	0.75	0.5	0.1
3	0.324	MINOR 568	1	FL	4.4	0.75	0.5	0.1
4	0.442	MINOR 568	1	FL	4.4	0.75	0.5	0.1
5	0.917	LEM -06SS	1	FL	15	0.75	0.5	0.1
6	1.641	LEF-151N	1	FL	15	0.75	0.5	0.1
7	0.368	LEKH-03WG-P	1	FL	3	0.75	0.5	0.1
8	0.757	LEKH-03WG-P	1	FL	3	0.75	0.5	0.1

No.	k1	eff 1	k2	eff 2	eff intrpolasi	Diversitas(d)
Engine Room and Steering Gear Room						
1	0.600	0.195	0.800	0.268	0.233	0.65
2	1.250	0.316	1.500	0.366	0.366	0.65
Main Deck and Lower Deck						
1	0.800	0.268	1.000	0.279	0.274	0.65
2	3.000	0.481	4.000	0.499	0.496	0.7
3	3.000	0.481	4.000	0.499	0.494	0.7
4	1.000	0.353	1.250	0.382	0.373	0.7
5	0.600	0.169			0.169	0.65
6	0.600	0.169			0.169	0.65
7	0.600	0.169			0.169	0.65
8	0.600	0.169			0.169	0.65
Upper Deck						
1	2.500	0.465	3.000	0.481	0.473	0.7
2	3.000	0.481	4.000	0.499	0.481	0.7
3	0.600	0.169			0.169	0.65
4	0.600	0.169			0.169	0.65
5	0.800	0.368	1.000	0.406	0.390	0.7
6	1.500	0.405	2.000	0.433	0.413	0.7
7	0.600	0.185			0.185	0.65
8	0.600	0.185	0.800	0.235	0.224	0.65

No.	eff arm	intnistas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)
Engine Room and Steering Gear Room							
1	0.1515	100	6889.65	2880	2.3922	2	16
2	0.2377	200	61478.92	2880	21.347	21	168
Main Deck and Lower Deck							
1	0.1782	100	8446.09	1584	2.9327	3	24
2	0.3474	150	37958.55	5184	7.3223	7	105
3	0.3459	150	43004.33	5184	8.2956	8	120
4	0.2608	100	3143.97	5184	0.6065	1	15
5	0.1099	70	841.15	1584	0.531	1	4.4
6	0.1099	70	841.15	1584	0.531	1	4.4
7	0.1099	70	1070.55	1584	0.6759	1	4.4
8	0.1099	70	1070.55	1584	0.6759	1	4.4
Upper Deck							
1	0.3309	150	21085.57	5184	3.9047	4	60
2	0.3368	150	23802.08	5184	4.4078	4	72
3	0.1099	50	655.44	1584	0.4138	1	4.4
4	0.1099	50	1228.95	1584	0.7759	1	4.4
5	0.2732	200	3327.66	2160	1.5406	1	15
6	0.289	100	4930.18	5184	0.951	1	15
7	0.1203	50	1516.84	1080	1.4045	1	3
8	0.1457	50	3026.29	1080	2.8021	3	9
Jumlah						62	636.4

Sehingga dapat diketahui saat dilakukan perhitungan dengan lampu LED didapatkan hasil 64 titik lampu dan jumlah daya yang diperlukan adalah 632.8 kW.

Kebutuhan lampu navigasi yang dibutuhkan kapal dengan jenis LED adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5.3. Kebutuhan Lampu Navigasi Baru

NO.	EQUIPMENT	Power (Watt)
1	Starboard Green 112,5° Lantern	4
2	Port Red 112.5° lantern	4
3	Masthead White 225° Lantern	6
4	Stern white 135° Lantern	4
5	All round White 360° Lantern	6
6	Anchor Light	4
7	Search Light (Halogen Tungsten)	150
8	Flood Light (High-Press Sodium)	80
Jumlah		258
		0.258 kW

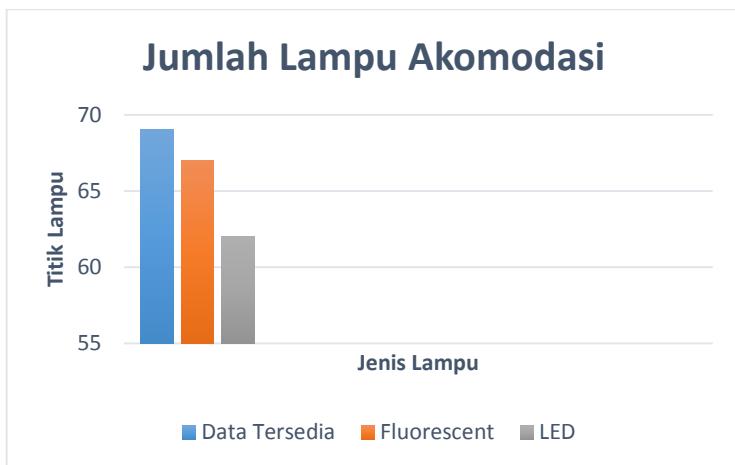
$$\begin{aligned}
 \text{Total Daya} &= \text{Lampu akomodasi} + \text{lampu navigasi} \\
 &= 636.4 + 258 \text{ W} \\
 &= 894.4 \text{ watt} = 0.8944 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

4.6. Analisa Data Setiap Hasil Perhitungan

4.6.1. Perbandingan Jumlah Lampu

Dari hasil perhitungan pada masing-masing metode terdapat perbedaan dalam jumlah titik lampu yang akan diterapkan pada kapal.

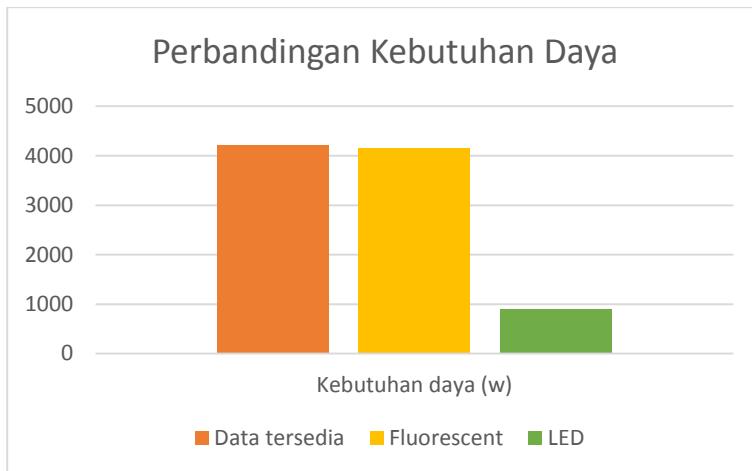
Jumlah titik lampu pada *Lighting Arrangement* adalah 69 titik lampu, untuk perhitungan manual dengan tipe lampu yang sama yakni *fluorescent* adalah 67, sedangkan untuk perhitungan dengan lampu LED didapatkan hasil 62 titik. Sehingga perbedaan tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Grafik 4.6.1.1. Perbandingan Jumlah Lampu Akomodasi

4.6.2. Konsumsi Perbandingan Kebutuhan Daya

Daya yang digunakan untuk setiap perhitungan pada subbab sebelumnya didapatkan hasil yang berbeda, baik untuk data yang telah tersedia dari perusahaan, dari perhitungan manual dengan lampu FL dan perhitungan manual dengan menggunakan lampu LED. Adapun hasil yang didapatkan dari data yang telah tersedia, kebutuhan daya yang harus dicukupi untuk penerangan dan navigasi adalah 4204 watt, untuk perhitungan manual dengan lampu FL adalah 4160 watt, sedangkan untuk lampu LED adalah 894.4 watt. Adapun grafik yang didapatkan dari perbandingan ketiga data tersebut adalah :



Grafik 4.6.2.1. Perbandingan Kebutuhan Daya

4.7. Wiring Diagram

Setelah didapatkan kebutuhan jumlah lampu setiap deknya, maka dapat di gambarkan wiring diagram dari masing-masing sistem penerangan yang ada. Tujuannya adalah agar mempermudah saat peasangan instalasi dan mengerti pembagian zona lampu yang ada di kapal. adapun wiring diagram dari kedua sistem penerangan dan junction monitoring lampu akomodasi dan lampu navigasi terdapat pada lampiran **No.1. Wiring Diagram dan Junction Monitoring.**

4.8. Analisa Perhitungan *Capital Cost*

Dalam menentukan besarnya nilai *capital cost* atau biaya modal, maka harus diketahui seluruh item atau komponen yang akan dipasang dalam rangka menunjang sistem penerangan. Adapun komponen yang termasuk dalam pemasangan instalasi awal selain fitting lampu adalah sebagai berikut:

a. Kabel

Kabel yang digunakan dalam instalasi penerangan di kapal tentunya harus menggunakan kabel yang berstandart marine dengan dibuktikan adanya sertifikat terkait. Karena kabel dalam menentukan jenisnya telah diatur oleh masing-masing rules/class yang diikuti oleh pembuat kapal. Jenis kabel yang digunakan umumnya adalah DPYC (dual core) dan FPYC (four core). Untuk lebih jelasnya mengenai peraturan kabel akan dilampirkan pada akhir pembahasan.

b. Lighting Panel Board

Merupakan box atau tempat yang digunakan untuk mengatur atau menampung seluruh saluran instalasi penerangan, yaitu mulai dari busbar MCB dan lainnya.

c. Busbar

Merupakan lempengan tembaga, yang digunakan untuk membagi saluran fasa yang berasal dari PPE yang awalnya masuk melalui MCB 3 Phase dibagi oleh busbar menjadi 1 phasa.

d. Miniatur Circuit Bracker (MCB)

Merupakan saklar yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian instalasi listrik dari arus lebih atau *over current*. Terjadinya arus lebih ini, mungkin disebabkan oleh

beberapa gejala, seperti: hubung singkat (short circuit) dan beban lebih (overload). MCB sebenarnya memiliki fungsi yang sama dengan sekring (fuse), yaitu akan memutus aliran arus listrik circuit ketika terjadi gangguan arus lebih. Yang membedakan keduanya adalah saat terjadi gangguan, MCB akan trip dan ketika rangkaian sudah normal, MCB bisa di ON-kan lagi (reset) secara manual, sedangkan fuse akan terputus dan tidak bisa digunakan lagi.

Dari masing-masing item diatas memiliki spesifikasi yang berbeda untuk memenuhi instalasi penerangan FL maupun LED. Adapun selama pemasangan dikapal digunakan jasa pemasangan intalasi listrik yang dikenakan biaya setiap titiknya. Sehingga biaya modal atau *capital cost*nya tidak terpaku pada material saja namun juga jasa yang digunakan didalamnya. Detail perhitungan biaya modal yang digunakan antara lain:

4.8.1. Perhitungan *Capital Cost* Instalasi Lampu Fluorescent

Dalam menentukan besarnya biaya modal awal untuk instalasi penerangan, yang termasuk dalam perhitungan biaya awal instalasi antara lain :

- Biaya Material
- Biaya Jasa Pemasangan Instalasi
- Biaya Pengadaan Lampu
- Biaya Fitting Lampu

Untuk lebih jelasnya, berikut detail perhitungan yang digunakan.

4.8.1.1. Instalasi Penerangan Ruang Akomodasi

- Biaya Material

Biaya material didapatkan setelah diketahui wiring diagram dari sistem penerangan.

NO	Equipment	Qty	Spect	Harga satuan	Harga Total
1	Cable DPYC 1.5 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 1.5mm ²	Rp 15,502.50	Rp 775,125.00
2	Cable DPYC 4 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 4 mm ²	Rp 33,257.50	Rp 1,662,875.00
3	Cable DPYC 10 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 10 mm ²	Rp 69,562.50	Rp 3,478,125.00
4	Cable DPYC 16 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 16 mm ²	Rp 104,145.00	Rp 5,207,250.00
5	Lighting Panel Board	1	PANEL BOX Brand MC-BOX	Rp 805,000.00	Rp 805,000.00

6	Busbar	1	Busbar ukuran 25 x 3 panjang 4 m	Rp 369,000.00	Rp 369,000.00
7	MCB 1 Pole 2A	6	SCHNEIDER iC60N 1P 2A	Rp 92,500.00	Rp 555,000.00
8	MCB 1 Pole 20A	3	SCHNEIDER iC60N 1P 20A	Rp 90,600.00	Rp 271,800.00
9	MCB 1 Pole 35A	3	SCHNEIDER iC60N 1P 32A	Rp 108,850.00	Rp 326,550.00
10	MCB 1 Pole 60A	3	SCHNEIDER iC60N 1P 63A	Rp 185,917.00	Rp 557,751.00
11	MCB 3 Pole 100A	1	SCHNEIDER iC60N 3P 20A	Rp 3,343,600.00	Rp 3,343,600.00
12	Cable FPYC 35 mm ²	20M	Cable FPYCMarine Standart 35mm ²	Rp 212,000.00	Rp 4,240,000.00
Jumlah				Rp 21,592,076.00	

- Biaya Jasa Pemasangan Instalasi

Biaya jasa pemasangan instalasi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa atau membeli jasa dari kontraktor lain dalam rangka untuk memasang instalasi penerangan di kapal. Dalam hal ini, jasa pemasangan setiap titik adalah Rp. 150.000,00

- Junction Lighting			
Jumlah Titik yang Harus dipasang			
- Titik Lampu & Stop kontak	:	90	titik
- Titik MCB 1 Phase & Spare	:	15	titik
- Titik MCB 3 Phase	:	1	titik
Jumlah		106	titik

Sehingga biaya yang harus dikeluarkan:

$$106 \times Rp. 150.00,00 = Rp. 15.900.000,00$$

- Biaya Pengadaan Lampu

Biaya pengadaan lampu adalah : Rp. 7.671.750, 00

- Biaya Fitting Lampu

Harga yang digunakan dalam \$ Singapore

1\$ = Rp. 9.900,00 (*Kurs bank BI per tanggal 25 Mei 2015*)

NO.	Room	Tipe Lampu	Jumlah Lampu	Harga Fitting (\$SGD)	Harga Total (\$SGD)	Harga Total (Rupiah)
Engine Room and Steering Gear Room						
1	Steering Gear Room	14	1	80.3	80.3	Rp 794,970.00
2	Engine Room	14	10	80.3	803	Rp 7,949,700.00
Main Deck and Lower Deck						
1	CO2 Room	14	1	80.3	80.3	Rp 794,970.00
2	Cabin 110 Passenger	10B	13	69.3	900.9	Rp 8,918,910.00
3	Lower Deck ELE+	10B	14	69.3	970.2	Rp 9,604,980.00
4	Crew	9	2	44.17	88.34	Rp 874,566.00
5	Toilet 1	4	1	77	77	Rp 762,300.00
6	Toilet 2	4	1	77	77	Rp 762,300.00
7	Toilet 3	4	1	77	77	Rp 762,300.00

8	Toilet 4	4	1	77	77	Rp 762,300.00
Upper Deck						
1	Cabin 65 Passenger	10B	7	69.3	485.1	Rp 4,802,490.00
2	Cabin 42 Passenger	10B	8	69.3	554.4	Rp 5,488,560.00
3	Toilet 1	4	1	77	77	Rp 762,300.00
4	Toilet 2	4	1	77	77	Rp 762,300.00
5	Canteen	4B	1	80	80	Rp 792,000.00
6	Navigation	10B	2	69.3	138.6	Rp 1,372,140.00
7	Gangway	4	1	77	77	Rp 762,300.00
8	Stairway	6	1	77	77	Rp 762,300.00
Jumlah			67	1327.57	4797.14	Rp 47,491,686.00

Sehingga biaya total awal (*capital costs*) yang dikeluarkan untuk pemasangan instalasi lampu akomodasi adalah :

- Biaya Material = Rp 21,592,076.00
 - Biaya Fitting Lampu = Rp 47,491,686.00
 - Biaya Lampu = Rp 7,671,750.00
 - Biaya Instalasi = Rp 15,900,000.00
- | | | |
|-------------|-----------|----------------------|
| Total Biaya | Rp | 92,655,512.00 |
|-------------|-----------|----------------------|

4.8.1.2. Instalasi Lampu Navigasi

- Biaya Material

NO	Equipment	Qty	Spect	Harga satuan	Harga Total
1	Cable DPYC DPYC 1.5 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 1.5mm ²	Rp 15,502.50	Rp 775,125.00
2	Lighting Panel Board	1	PANEL BOX Brand MC-BOX	Rp 652,000.00	Rp 652,000.00
3	Busbar	5	Busbar Model AF-0412 15 x 3 @0.3 M	Rp 26,504.00	Rp 132,520.00
4	MCB 1 Pole 2A	9	SCHNEIDER iC60N 1P 2A	Rp 92,500.00	Rp 832,500.00
5	MCB 1 Pole 4A	1	SCHNEIDER iC60N 1P 4A	Rp 92,500.00	Rp 92,500.00
6	MCB 1 Pole 6A	1	SCHNEIDER iC60N 1P 6A	Rp 83,000.00	Rp 83,000.00
7	MCB 3 Pole 4A	1	SCHNEIDER iC60N 3P 4A	Rp 387,000.00	Rp 387,000.00
8	Cable FPYC 1.5 mm ²	20M	Cable FPYCMarine Standart 35mm ²	Rp 29,150.00	Rp 583,000.00
Jumlah					Rp 3,537,645.00

- Biaya Jasa Pemasangan Instalasi

- Junction Lighting			
Jumlah Titik yang Harus dipasang			
- Titik Lampu & Stop kontak	:	8	titik
- Titik MCB 1 Phase & Spare	:	11	titik
- Titik MCB 3 Phase	:	1	titik
Jumlah		20	titik

Sehingga biaya yang harus dikeluarkan:

$$20 \times Rp. 150.00,00 = Rp. 3.000.000,00$$

- Biaya Lampu Navigasi

Harga yang digunakan dalam \$ US

1\$ = Rp. 13.250,00 (*Kurs bank BI per tanggal 25 Mei 2015*)

NO.	EQUIPMENT	QTY	Harga Satuan (\$)	Harga Satuan (Rp)	Harga Total
1	Starboard Green 112,5° Lantern	1	82.1	Rp 1,087,825.00	Rp 1,087,825.00
2	Port Red 112.5° lantern	1	82.1	Rp 1,087,825.00	Rp 1,087,825.00
3	Masthead White 225° Lantern	1	82.1	Rp 1,087,825.00	Rp 1,087,825.00
4	Stern white 135° Lantern	1	82.1	Rp 1,087,825.00	Rp 1,087,825.00
5	All round White 360° Lantern	1	82.1	Rp 1,087,825.00	Rp 1,087,825.00
6	Anchor Light	1	53.5	Rp 708,875.00	Rp 708,875.00
7	Search Light (Halogen Tungsten)	1	200	Rp 2,650,000.00	Rp 2,650,000.00

8	Flood Light (High-Press Soddiun)	1	124.4	Rp 1,648,300.00	Rp 1,648,300.00
Jumlah				Rp 10,446,300.00	

Sehingga biaya total awal (*capital costs*) yang dikeluarkan untuk pemasangan instalasi lampu Navigasi adalah :

- Biaya Material	=	Rp 3,537,645.00
- Biaya Lampu	=	Rp 10,446,300.00
- Biaya Instalasi	=	Rp 3,000,000.00
Total Biaya	Rp	16,983,945.00

$$\begin{aligned}
 \text{Capital Cost} &= \text{Cost Penerangan} + \text{Cost Navigasi} \\
 &= \text{Rp. } 92,655,512.00 + \text{Rp. } 16,983,945 \\
 &= \underline{\text{Rp. } 109,639,457.00}
 \end{aligned}$$

4.8.2. Perhitungan *Capital Cost* Instalasi Lampu LED

Seperti halnya pemasangan instalasi lampu *fluorescent*, dalam menghitung kebutuhan biaya modal instalasi lampu LED adalah sebagai berikut.

4.8.2.1. Instalasi Penerangan Ruang Akomodasi

- Biaya Material

Biaya material didapatkan setelah diketahui wiring diagram dari sistem penerangan.

NO	Equipment	Qty	Spect	Harga satuan	Harga Total
1	Cable DPYC 4 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 4 mm ²	Rp 33,257.50	Rp 1,662,875.00
2	Cable DPYC 10 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 10 mm ²	Rp 69,562.50	Rp 3,478,125.00

3	Cable DPYC 16 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 16 mm ²	Rp 104,145.00	Rp 5,207,250.00
4	Lighting Panel Board	1	PANEL BOX Brand MC-BOX	Rp 805,500.00	Rp 805,500.00
5	Busbar	1	Busbar ukuran 25 x 3 panjang 4 m	Rp 369,000.00	Rp 369,000.00
6	MCB 1 Pole 2A	3	SCHNEIDER iC60N 1P 2A	Rp 92,500.00	Rp 277,500.00
7	MCB 1 Pole 20A	3	SCHNEIDER iC60N 1P 20A	Rp 90,600.00	Rp 271,800.00
8	MCB 1 Pole 30A	3	SCHNEIDER iC60N 1P 32A	Rp 108,850.00	Rp 326,550.00
9	MCB 1 Pole 35A	3	SCHNEIDER iC60N 1P 40A	Rp 110,110.00	Rp 330,330.00
10	MCB 3 Pole 100A	1	SCHNEIDER iC60N 3P 100A	Rp 3,343,600.00	Rp 3,343,600.00
11	Cable FPYC 35 mm ²	20M	Cable FPYC Marine Standart 35 mm ²	Rp 212,000.00	Rp 4,240,000.00
Jumlah					Rp 20,312,530.00

- Biaya Jasa Pemasangan Instalasi

Biaya jasa pemasangan instalasi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa atau membeli jasa dari kontraktor lain dalam rangka untuk memasang instalasi penerangan di kapal. Dalam hal ini, jasa pemasangan setiap titik adalah Rp. 150.000,00

- Junction Lighting 1			
Jumlah Titik yang Harus dipasang			
- Titik Lampu & Stop kontak	:	86	titik

- Titik MCB 1 Phase & Spare	:	12	titik
- Titik MCB 3 Phase	:	1	titik
Jumlah		99	titik

Sehingga biaya yang harus dikeluarkan:

$$99 \times Rp. 150.00,00 = Rp. 14.850.000,00$$

- Biaya Pengadaan Lampu

Biaya pengadaan lampu adalah : Rp 9.102.055, 00

- Biaya Fitting Lampu

Harga yang digunakan dalam \$ US

1\$ = Rp. 13.250,00 (*Kurs bank BI per tanggal 25 Mei 2015*)

NO.	Room	Tipe Lampu	Jumlah Lampu	Harga Fitting (\$)	Harga Total Lampu
-----	------	------------	--------------	--------------------	-------------------

Engine Room and Steering Gear Room

1	Steering Gear Room	LEKN-08WU-B	2	75	Rp 1,987,500.00
2	Engine Room	LEKN-08WU-B	21	75	Rp 20,868,750.00

Main Deck and Lower Deck

1	CO2 Room	LEKN-08WU-B	3	75	Rp 2,981,250.00
2	Cabin 110 Passanger	LEF-151N	7	46.7	Rp 4,331,425.00
3	Lower Deck ELE+	LEF-151N	8	46.7	Rp 4,950,200.00
4	Crew	LES-151N	1	35	Rp 463,750.00
5	Toilet 1	MINOR 568	1	49	Rp 649,250.00

6	Toilet 2	MINOR 568	1	49	Rp 649,250.00
7	Toilet 3	MINOR 568	1	49	Rp 649,250.00
8	Toilet 4	MINOR 568	1	49	Rp 649,250.00
Upper Deck					
1	Cabin 65 Passanger	LEF-151N	4	46.7	Rp 2,475,100.00
2	Cabin 42 Passanger	LEF-151N	4	47.7	Rp 2,528,100.00
3	Toilet 1	MINOR 568	1	49	Rp 649,250.00
4	Toilet 2	MINOR 568	1	49	Rp 649,250.00
5	Canteen	LEF-151S	1	39	Rp 516,750.00
6	Navigation	LEF-151N	1	46.7	Rp 618,775.00
7	Gangway	LEKH- 03WG-P	1	35	Rp 463,750.00
8	Stairway	LEKH- 03WG-P	3	35	Rp 1,391,250.00
Jumlah			62	897.5	Rp 47,472,100.00

Sehingga biaya total awal (*capital costs*) yang dikeluarkan untuk pemasangan instalasi lampu LED adalah :

- Biaya Material = Rp 20,312,530.00
 - Biaya Fitting Lampu = Rp 47,472,100.00
 - Biaya Lampu = Rp 9,102,055.00
 - Biaya Instalasi = Rp 14,850,000.00
- Total Biaya **Rp 91,736,685.00**

4.8.2.2. Instalasi Lampu Navigasi

- Biaya Material

NO	Equipment	Qty	Spect	Harga satuan	Harga Total
1	Cable DPYC DPYC 1.5 mm ²	50M	Cable DPYC Marine Standart 1.5mm ²	Rp 15,502.50	Rp 775,125.00
2	Lighting Panel Board	1	PANEL BOX Brand MC-BOX	Rp 652,000.00	Rp 652,000.00
3	Busbar	5	Busbar Model AF-0412 15 x 3 @0.3 M	Rp 26,504.00	Rp 132,520.00
4	MCB 1 Pole 2A	11	SCHNEIDER iC60N 1P 2A	Rp 92,500.00	Rp 1,017,500.00
5	MCB 3 Pole 2A	1	SCHNEIDER iC60N 3P 2A	Rp 387,000.00	Rp 387,000.00
6	Cable FPYC 1.5 mm ²	20M	Cable FPYCMarine Standart 35mm ²	Rp 29,150.00	Rp 583,000.00
Jumlah					Rp 3,547,145.00

- Biaya Jasa Pemasangan Instalasi

- Junction Lighting			
Jumlah Titik yang Harus dipasang			
- Titik Lampu & Stop kontak	:	8	titik
- Titik MCB 1 Phase & Spare	:	11	titik
- Titik MCB 3 Phase	:	1	titik
Jumlah		20	titik

Sehingga biaya yang harus dikeluarkan:

$$20 \times Rp. 150.00,00 = Rp. 3.000.000,00$$

- Biaya Lampu Navigasi

Harga yang digunakan dalam \$ US

1\$ = Rp. 13.250,00 (*Kurs bank BI per tanggal 25 Mei 2015*)

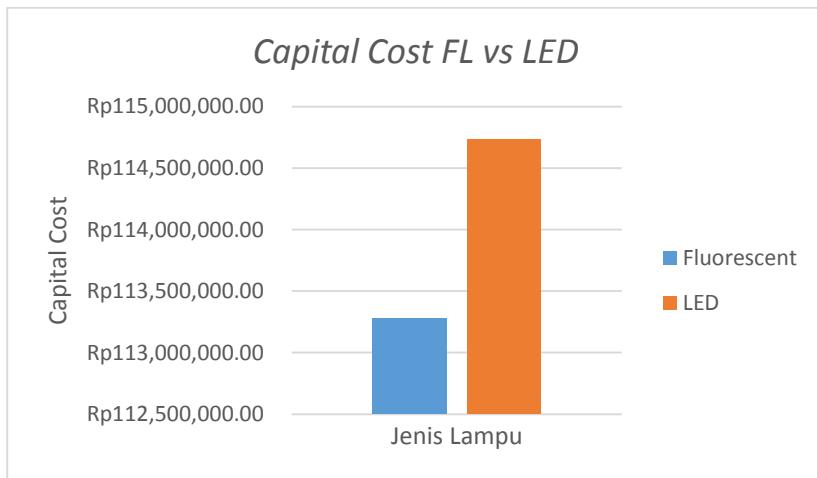
No.	Equipment	Qty	Harga Satuan (\$)	Harga Satuan (Rp)	Harga Total
1	Starboard Green 112,5° Lantern	1	109.95	Rp 1,456,837.50	Rp 1,456,837.50
2	Port Red 112.5° lantern	1	109.95	Rp 1,456,837.50	Rp 1,456,837.50
3	Masthead White 225° Lantern	1	169.95	Rp 2,251,837.50	Rp 2,251,837.50
4	Stern white 135° Lantern	1	109.95	Rp 1,456,837.50	Rp 1,456,837.50
5	All round White 360° Lantern	1	167.95	Rp 2,225,867.50	Rp 2,225,867.50
6	Anchor Light	1	109.95	Rp 1,456,837.50	Rp 1,456,837.50
7	Search Light LED	1	204	Rp 2,703,000.00	Rp 2,703,000.00
8	Flood Light LED	1	589	Rp 7,804,250.00	Rp 7,804,250.00
Jumlah				Rp 20,812,305.00	

Sehingga biaya total awal (*capital costs*) yang dikeluarkan untuk pemasangan instalasi lampu Navigasi adalah :

- Biaya Material	=	Rp 3,547,145.00
- Biaya Lampu	=	Rp 20,812,305.00
- Biaya Instalasi	=	Rp 3,000,000.00
Total Biaya	Rp	27,359,450.00

$$\begin{aligned}
 \text{Capital Cost} &= \text{Cost Penerangan} + \text{Cost Navigasi} \\
 &= \text{Rp. } 91,736,685.00 + \text{Rp. } 22,843,850.00 \\
 &= \underline{\text{Rp. } 119,096,135.00}
 \end{aligned}$$

4.8.3. Analisa Grafik *Capital Cost Fluorescent* dan LED



Grafik 4.8.3.1. Perbandingan nilai *Capital Cost*

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa, besarnya perbandingan *capital cost* antara sistem penerangan lampu *fluorescent* dan LED terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan yakni dengan lampu FL sebesar Rp. 109,639,457.00 dan lampu LED Rp. 119,096,135.00, artinya perbedaan antara keduanya tidak terlalu besar hanya berkisar 10 juta rupiah, sesungguhnya jarak antara harga keduanya sangat signifikan yaitu lampu LED jauh lebih mahal dibandingkan dengan lampu FL. Hal ini karena jumlah titik yang ada di ruang akomodasi dengan lampu FL lebih banyak daripada lampu LED. Sehingga hal ini menyebabkan perbedaan *capital cost* menjadi sedikit.

4.9. Analisa Jadwal dan Biaya Penggantian Lampu Fluorescent dan LED

Dalam menganalisa tingkat ekonomis dua perbandingan, maka dibutuhkan analisa dalam jangka panjang sehingga akan diketahui keuntungan yang didapat dengan bukti yang lebih riil. Oleh karenanya dilakukan analisa untuk penggantian lampu yang digunakan selama 20 tahun (karena umur kapal rata-rata 20 tahun). Selain itu dilakukan analisa pembiayaan untuk replacement lampu tersebut selama periode penggantian lampu. Berikut adalah perhitungan masing-masing sistem penerangan.

4.9.1. Perhitungan Jadwal dan Biaya Replacement Lampu FLuorescent

4.9.1.1. Jadwal Penggantian Lampu

Dalam menghitung jadwal penggantian lampu digunakan scenario seperti pada perhitungan dibawah ini.

$$1 \text{ year} : \quad 365 \text{ days} : \quad 8760 \text{ hours}$$

- Estimasi Penggunaan Lampu Ruang Akomodasi

$$1 \text{ Hari} = 15$$

jam

$$1 \text{ Tahun} = 15 \times 365 \text{ hari}$$

$$= 5475 \text{ hours}$$

- Estimasi Penggunaan Lampu di Kamar Mesin

$$1 \text{ Hari} = 24$$

jam

$$1 \text{ Tahun} = 24 \times 365 \text{ hari}$$

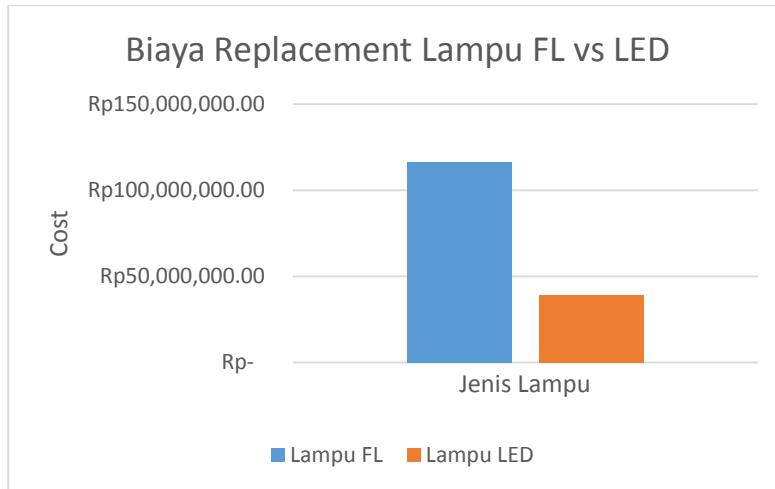
$$= 8760 \text{ hours}$$

Untuk perhitungan secara mendetail terdapat pada lampiran **No.3. Jadwal Penggantian Lampu**.

4.9.1.2. Perhitungan Biaya Penggantian Lampu

Dalam melakukan perhitungan terhadap biaya penggantian lampu, maka harus diketahui kapan waktu untuk penggantian lampu tersebut. Oleh karena itu, jumlah biaya yang didapatkan didasarkan waktu penggantian lampu yang telah dihitung sebelumnya. Dari jadwal penggantian lampu tersebut, setelah diketahui harga masing-masing jenis lampu pengganti maka akan dapat dilakukan perhitungan kebutuhan biaya total penggantian selama 20 tahun sesuai dengan waktu yang diperhitungkan untuk penggantian lampu. Perhitungan secara mendetail terdapat pada lampiran **No.4. Perhitungan Biaya Penggantian Lampu.**

4.9.2. Analisa Grafik Biaya Replacement Lampu



Grafik 4.9.2.1. Perbandingan Biaya Penggantian Lampu

Dari grafik 4.9.2.1. Perbandingan Biaya Penggantian Lampu dapat dikehui bahwa dalam waktu yang berkepanjangan penggunaan lampu LED menjadi lebih menguntungkan jika dibandingkan lampu FL. Hal ini dipengaruhi oleh faktor lifetime yang dimiliki oleh lampu LED jauh lebih lama jika dibandingkan lampu FL. Seperti halnya yang terbaca pada grafik bahwa lampu FL membutuhkan biaya Rp. 116,467,500.00 dalam waktu 20 tahun untuk memenuhi kebutuhan penggantian lampu. sedangkan lampu LED hanya membutuhkan Rp. 39,419,343.00 untuk memenuhi kebutuhan penggantian lampu selama 20 tahun. Sehingga dari grafik ini dapat diambil kesimpulan bahwasannya lampu LED jauh lebih ekonomis dibandingkan lampu FL.

4.10. Analisa Konsumsi Listrik dan Biaya Listrik perTahun

Dalam rangka membuktikan keunggulan lampu LED dibandingkan dengan penerangan yang sebelumnya digunakan dikapal seperti yang telah tertera pada dasar teori pada bab sebelumnya, bahwa lampu LED memiliki *power consumption* yang jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan lampu-lampu yang saat ini berada dipasaran. Sehingga datanya dapat diketahui konsumsi listrik pertahun berdasarkan penggunaan dalam jumlah waktu tertentu setiap harinya dapat dikalkulasikan sehingga didapatkan hasil *power consumption* setiap tahunnya. Selain itu dapat diketahui biaya listrik yang dikeluarkan untuk memenuhi daya yang dibutuhkan pada sistem penerangan.

Mengingat besarnya konsumsi listrik di kapal yang digunakan untuk sistem penerangan hanya 10%an saja sedang konsumsi daya yang besar digunakan pada motor listrik yang ada di engine room atau deck. Maka dilakukan perhitungan biaya listrik untuk membuktikan keekonomisan lampu LED dalam jangka

waktu yang panjang. Meskipun sebenarnya suplai daya yang ada dikapal dipasok oleh generator. Namun sekali lagi, ini hanya digunakan untuk membuktikan keuntungan yang dimiliki lampu LED terkait dengan konsumsi listrik yang digunakan.

4.10.1. Perhitungan Konsumsi Listrik Lampu FL

Dalam melakukan perhitungan dilakukan asumsi sebagai berikut.

$$1 \text{ year} : 365 \text{ days} : 8760 \text{ hours}$$

- Estimasi Penggunaan Lampu Ruang Akomodasi

$$1 \text{ Hari} = \frac{15}{jam}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Tahun} &= 15 \times 365 \text{ hari} \\ &= 5475 \text{ hours} \end{aligned}$$

- Estimasi Penggunaan Lampu di Kamar Mesin

$$1 \text{ Hari} = 24 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Tahun} &= 24 \times 365 \text{ hari} \\ &= 8760 \text{ hours} \end{aligned}$$

NO.	Room	Tipe Lampu	Jumlah Lampu	Daya (watt)	Hours/day in 1 year	WH/year
Engine Room and Steering Gear Room						
1	Steering Gear Room	14	1	40	8760	350400
2	Engine Room	14	10	400	8760	3504000
Main Deck and Lower Deck						
1	CO2 Room	14	1	40	8760	350400
2	Cabin 110 Passanger	10B	13	520	5475	2847000

3	Lower Deck ELE+	10B	14	560	5475	3066000
4	Crew	9	2	40	5475	219000
5	Toilet 1	4	1	10	5475	54750
6	Toilet 2	4	1	10	5475	54750
7	Toilet 3	4	1	10	5475	54750
8	Toilet 4	4	1	10	5475	54750
Upper Deck						
1	Cabin 65 Passanger	10B	7	280	5475	1533000
2	Cabin 42 Passanger	10B	8	320	5475	1752000
3	Toilet 1	4	1	10	5475	54750
4	Toilet 2	4	1	10	5475	54750
5	Canteen	4B	1	40	5475	219000
6	Navigation	10B	2	80	5475	438000
7	Gangway	4	1	10	5475	54750
8	Stairway	6	1	10	5475	54750
Total			67	2400	108405	14716800

Sehingga,

$$14716800 \text{ WH} = 14716.8 \text{ kWH}$$

'- Biaya Listrik Selama 20 tahun

Biaya Listrik /kWH didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri

$$\begin{aligned} 1 \text{ tahun} &= 14716.8 \quad \times \quad \text{Rp. } 1,100.00 \\ &= \quad \quad \quad \text{Rp } 16,188,480.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20 \text{ tahun} &= 20 \quad \times \quad \text{Rp } 16,188,480.00 \\ &\quad \quad \quad \text{Rp } 323,769,600.00 \end{aligned}$$

Lampu Navigasi

1 year : 365 days : 8760 hours
 - Estimasi Penggunaan Lampu Ruang
 Navigasi

$$\begin{aligned} 1 \text{ Hari} &= 10 \text{ jam} \\ 1 \text{ Tahun} &= 10 \times 365 \text{ hari} \\ &= 3650 \text{ hours} \end{aligned}$$

NO	Equipment	Power (watt)	Hours/day in 1 year	wh/Year
1	Starboard Green 112,5° Lantern	60	3650	219000
2	Port Red 112,5° lantern	60	3650	219000
3	Masthead White 225° Lantern	60	3650	219000
4	Stern white 135° Lantern	60	3650	219000
5	All round White 360° Lantern	60	3650	219000
6	Anchor Light	60	3650	219000
7	Search Light (Halogen Tungsten)	1000	3650	3650000
8	Flood Light (High-Press Sodium)	400	3650	1460000
Jumlah		30960	6453200	6424000

Sehingga,

$$6424000 = 6424 \text{ kWh}$$

'- Biaya Listrik Selama 20 tahun

Biaya Listrik /kWH didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri

$$\begin{aligned} 1 \text{ tahun} &= 6424 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 1,100.00 \\ &\quad \text{Rp } 7,066,400.00 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl}
 20 \text{ tahun} = & 20 & \times \quad \text{Rp} \quad 7,066,400.00 \\
 & \text{Rp} \quad 141,328,000.00 &
 \end{array}$$

Jadi total biaya listrik selama 20 tahun

- Biaya Listrik Selama 20 tahun
- = Rp 323,769,600.00 + Rp 141,328,000.00
- = **Rp 465,097,600.00**

4.10.2. Perhitungan Konsumsi Listrik Lampu LED

Sama seperti pada perhitungan sebelumnya dilakukan perhitungan dilakukan asumsi sebagai berikut.

$$1 \text{ year} : \quad 365 \text{ days} : \quad 8760 \text{ hours}$$

- Estimasi Penggunaan Lampu Ruang Akomodasi

$$1 \text{ Hari} = \frac{15}{\text{jam}}$$

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Tahun} &= 15 \times 365 \text{ hari} \\
 &= 5475 \text{ hours}
 \end{aligned}$$

- Estimasi Penggunaan Lampu di Kamar Mesin

$$1 \text{ Hari} = 24 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Tahun} &= 24 \times 365 \text{ hari} \\
 &= 8760 \text{ hours}
 \end{aligned}$$

NO.	Room	Tipe Lampu	Jumlah Lampu	Daya (watt)	H/day (1Y)	WH/Y
Engine Room and Steering Gear Room						
1	Steering Gear Room	LEKN-08WU-B	2	16	8760	140160
2	Engine Room	LEKN-08WU-B	21	168	8760	1471680

Main Deck and Lower Deck						
1	CO2 Room	LEKN-08WU-B	3	24	8760	210240
2	Cabin 110 Passanger	LEF-151N	7	105	5475	574875
3	Lower Deck ELE+	LEF-151N	8	120	5475	657000
4	Crew	LES-151N	1	15	5475	82125
5	Toilet 1	MINOR 568	1	4.4	5475	24090
6	Toilet 2	MINOR 568	1	4.4	5475	24090
7	Toilet 3	MINOR 568	1	4.4	5475	24090
8	Toilet 4	MINOR 568	1	4.4	5475	24090
Upper Deck						
1	Cabin 65 Passanger	LEF-151N	4	60	5475	328500
2	Cabin 42 Passanger	LEF-151N	4	60	5475	328500
3	Toilet 1	MINOR 568	1	4.4	5475	24090
4	Toilet 2	MINOR 568	1	4.4	5475	24090
5	Canteen	LEF-151S	1	15	5475	82125
6	Navigation	LEF-151N	1	15	5475	82125
7	Gangway	LEKH-03WG-P	1	3	5475	16425
8	Stairway	LEKH-03WG-P	3	9	5475	49275
Jumlah			62	636.4	10840 5	4167570

Sehingga,

$$4167570 \text{ WH} = 4167,57 \text{ kWh}$$

' - Biaya Listrik Selama 20 tahun

Biaya Listrik /kWh didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri

$$\begin{aligned}
 1 \text{ tahun} &= 4167.57 \quad \times \quad \text{Rp. } 1,100.00 \\
 &= \text{Rp } 4,584,327.00 \\
 20 \text{ tahun} &= 20 \quad \times \quad \text{Rp } 4,584,327.00 \\
 &\quad \text{Rp } 91,686,540.00
 \end{aligned}$$

$$1 \text{ year : } 365 \text{ days : } 8760 \text{ hours}$$

- Estimasi Penggunaan Lampu Ruang Navigasi

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Hari} &= 10 \text{ jam} \\
 1 \text{ Tahun} &= 10 \times 365 \text{ hari} \\
 &= 3650 \text{ hours}
 \end{aligned}$$

NO	Equipment	Power (watt)	Hours/day in 1 year	WH/Year
1	Starboard Green 112,5° Lantern	4	3650	14600
2	Port Red 112.5° lantern	4	3650	14600
3	Masthead White 225° Lantern	6	3650	21900
4	Stern white 135° Lantern	4	3650	14600
5	All round White 360° Lantern	6	3650	21900
6	Anchor Light	4	3650	14600
7	Search Light (LED)	150	3650	547500
8	Flood Light (LED)	80	3650	292000
Jumlah		258	29200	941700

Sehingga,

$$941700 \text{ WH} = 941,7 \text{ kWh}$$

'- Biaya Listrik Selama 20 tahun

Biaya Listrik /kWh didasarkan biaya listrik yang ditetapkan PLN untuk industri

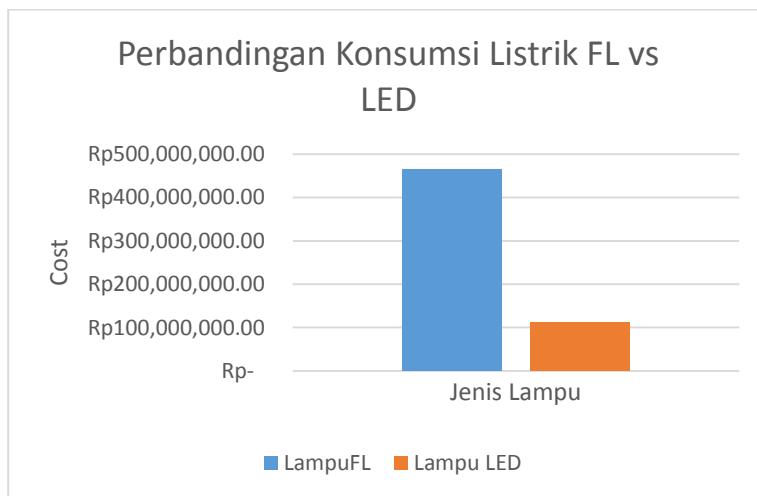
$$\begin{aligned}
 1 \text{ tahun} &= 942 \text{ Kwh} \quad \times \quad \text{Rp. } 1,100.00 \\
 &= \text{Rp } 1,035,870.00
 \end{aligned}$$

$$20 \text{ tahun} = 20 \times \text{Rp } 1,035,870.00 \\ \text{Rp } 20,717,400.00$$

Jadi total biaya listrik selama 20 tahun

- Biaya Listrik Selama 20 tahun
- = Rp 91,686,540.00 + Rp 20,717,400.00
- = **Rp 112,403,940.00**

4.10.3. Analisa Grafik Perbandingan Konsumsi Listrik



Grafik 4.10.3.1. Perbandingan Konsumsi Listrik

Dari grafik diatas dapat diketahui nilai perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk memenuhi konsumsi daya yang digunakan pada sistem penerangan selama 20 tahun. Bahwa dengan penggunaan lampu FL konsumsi listrik menghabiskan biaya Rp. 465,097,600.00 sedangkan untuk lampu LED Rp. 112,403,940.00 sehingga dapat dikalkulasikan perbedaan yang sangat signifikan antara keduanya. Konsumsi listrik lampu LED hanya menghabiskan biaya hampir seperempat dari lampu FL.

Sehingga dari grafik ini juga menggambarkan keunggulan lampu LED yaitu konsumsi daya yang rendah.

4.11. Analisa Kenaikan Biaya perTahun

Setelah didapatkan besarnya jumlah biaya yang harus dikeluarkan guna memenuhi *capital cost* dan *maintenance cost*, maka dapat dilakukan analisa lebih lanjut terkait penambahan biaya setiap tahunnya sehingga dapat diketahui pada tahun keberapa biaya yang dikeluarkan lampu LED dan lampu FL pada titik yang sama. Berikut adalah data yang didapatkan dengan menambahkan biaya capital cost dan maintenance cost setiap tahunnya.

4.11.1. Data Kenaikan Biaya per Tahun

- Kenaikan Biaya per Tahun Lampu LED

Tahun ke-	Jumlah
1	Rp 119,096,135.00
2	Rp 119,096,135.00
3	Rp 121,848,690.00
4	Rp 121,848,690.00
5	Rp 121,976,690.00
6	Rp 124,411,645.50
7	Rp 124,411,645.50
8	Rp 126,846,601.00
9	Rp 126,846,601.00
10	Rp 133,196,101.00
11	Rp 135,631,056.50
12	Rp 135,631,056.50
13	Rp 138,066,012.00

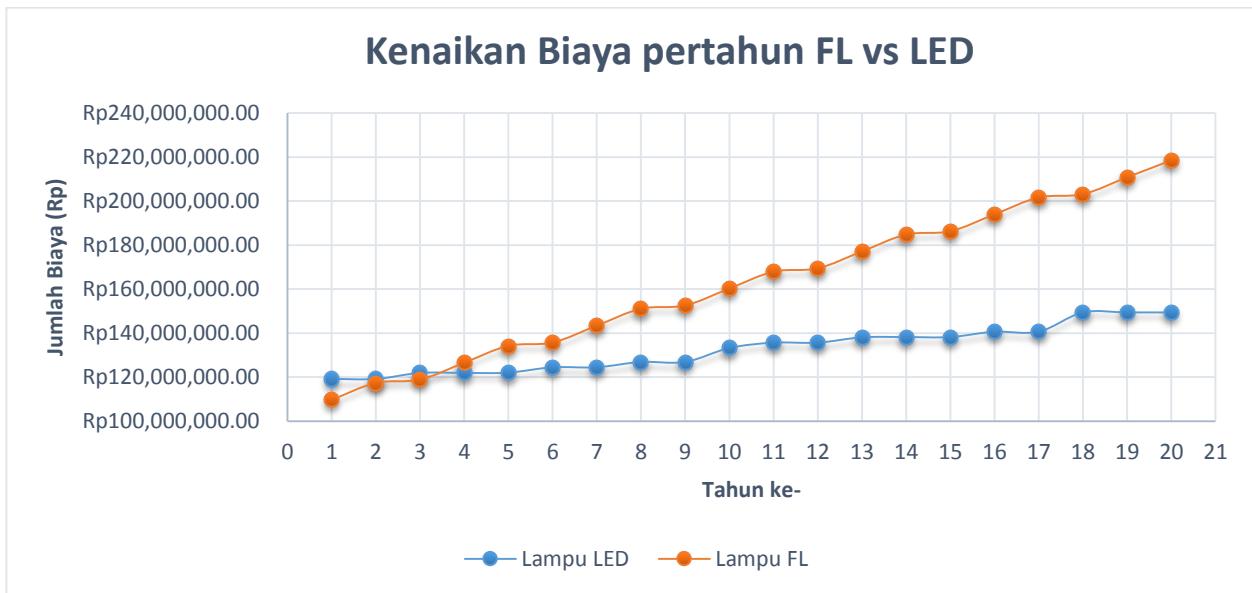
14	Rp 138,194,012.00
15	Rp 138,194,012.00
16	Rp 140,628,967.50
17	Rp 140,628,967.50
18	Rp 149,413,423.00
19	Rp 149,413,423.00
20	Rp 149,413,423.00

- Kenaikan Biaya per Tahun Lampu FL

Tahun ke-	Jumlah
1	Rp 109,639,457.00
2	Rp 117,311,207.00
3	Rp 118,821,707.00
4	Rp 126,493,457.00
5	Rp 134,165,207.00
6	Rp 135,675,707.00
7	Rp 143,347,457.00
8	Rp 151,019,207.00
9	Rp 152,529,707.00
10	Rp 160,201,457.00
11	Rp 167,873,207.00
12	Rp 169,383,707.00
13	Rp 177,055,457.00
14	Rp 184,727,207.00
15	Rp 186,237,707.00
16	Rp 193,909,457.00
17	Rp 201,581,207.00

18	Rp 203,091,707.00
19	Rp 210,763,457.00
20	Rp 218,435,207.00

4.11.2. Grafik Kenaikan Biaya per Tahun



Grafik 4.11.2.1. Kenaikan Biaya per Tahun

Dari grafik 4.11.2.1. Kenaikan Biaya per Tahun dapat diketahui bahwa terjadi perpotongan kurva lampu LED dan Lampu FL pada pertengahan tahun ke-3 dan tahun ke-4. Sehingga dapat diambil kesimpulan dari grafik tersebut bahwa lampu LED menjadi lebih ekonomis dari lampu FL yang dibuktikan mulai tahun ke-4 lampu FL membutuhkan biaya lebih banyak lampu LED, yakni dari tahun ke-3 lampu LED Rp 121,848,690.00 dan lampu FL Rp 118,821,707.00 pada tahun ke-4 menjadi Rp 121,848,690.00 untuk lampu LED dan Rp 126,493,457.00 untuk lampu FL. Hal ini karena penggantian lampu yang dilakukan pada lampu FL setiap tahun sehingga biaya bertambah setiap tahunnya untuk *replacement*.

Oleh karena itu, dari grafik diatas dapat digunakan sebagai gambaran untuk rules dalam penggunaan lampu LED dan FL dari segi biaya. Karena sejauh ini belum ada rules tertulis yang mengatur mengenai penggantian lampu akomodasi dikapal. Selain itu klasifikasi hanya melakukan pengukuran lumens pada pemasangan awal lampu.

4.12. Analisa Penggunaan Bahan Bakar Generator

Dari data kapal yang diperoleh, diketahui besarnya generator yang dipakai adalah 2×75 kVA dan 1 generator standby dengan daya 35 kVA. Sehingga digunakan spesifikasi genset sebagai berikut.

Merk/model	:	Cummins/c 75 d5 p
Power	:	75 kVA/60 kW
RPM	:	1500
No. of phase	:	3 phase
Power factor	:	0.8
Fuel	:	HSD
SFOC	:	200 gr/kWH

Sehingga dari perhitungan daya yang telah didapatkan pada perhitungan sebelumnya dapat dilakukan analisa terhadap kebutuhan bahan bakar pada setiap sistem penerangan.

4.12.1. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

a. Sistem penerangan dengan lampu FL

Konsumsi listrik setiap tahun dari perhitungan sebelumnya :

Lampu Akomodasi : 14716.8 kWh

Lampu Navigasi : 6424.0 kWh +

Jumlah : 21140.8 kWh

Sehingga konsumsi bahan bakar selama 1 tahun yang digunakan untuk kebutuhan penerangan adalah

$$\text{Konsumsi BBM} = 21140.8 \text{ kWh} \times 200 \frac{\text{gr}}{\text{kWh}}$$

$$\text{Konsumsi BBM} = 4,228,160 \text{ gr}$$

$$\text{Konsumsi BBM} = 4,228.160 \text{ kg}$$

Sehingga dari massa bahan bakar yang digunakan dalam 1 tahun tersebut dapat diketahui volume bahan bakar yang digunakan.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana,

ρ : massa jenis bahan bakar (0.84 kg/liter)

m : massa bahan bakar (kg)

v : volume bahan bakar (liter)

$$v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{4,228.16}{0.84}$$

$$v = 5033.52381 \text{ liter}$$

Dalam 20 tahun

$$v = 5033.52381 \text{ liter} \times 20$$

$$v = 100,670.4762 \text{ liter}$$

b. Sistem penerangan dengan lampu LED

Konsumsi listrik setiap tahun dari perhitungan sebelumnya :

$$\begin{array}{lcl} \text{Lampu Akomodasi} & : & 4167.57 \text{ kWh} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Lampu Navigasi} & : & 942.0 \text{ kWh} \\ \hline \end{array} +$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Jumlah} & : & 5109.37 \text{ kWh} \end{array}$$

Sehingga konsumsi bahan bakar selama 1 tahun yang digunakan untuk kebutuhan penerangan adalah

$$\text{Konsumsi BBM} = 5109.37 \text{ kWh} \times 200 \frac{\text{gr}}{\text{kWh}}$$

$$\text{Konsumsi BBM} = 1,021,914 \text{ gr}$$

$$\text{Konsumsi BBM} = 1,021.914 \text{ kg}$$

Sehingga dari massa bahan bakar yang digunakan dalam 1 tahun tersebut dapat diketahui volume bahan bakar yang digunakan.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana,

ρ : massa jenis bahan bakar (0.84 kg/liter)

m : massa bahan bakar (kg)

v : volume bahan bakar (liter)

$$v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{1,021.914}{0.84}$$

$$v = 1,216.564286 \text{ liter}$$

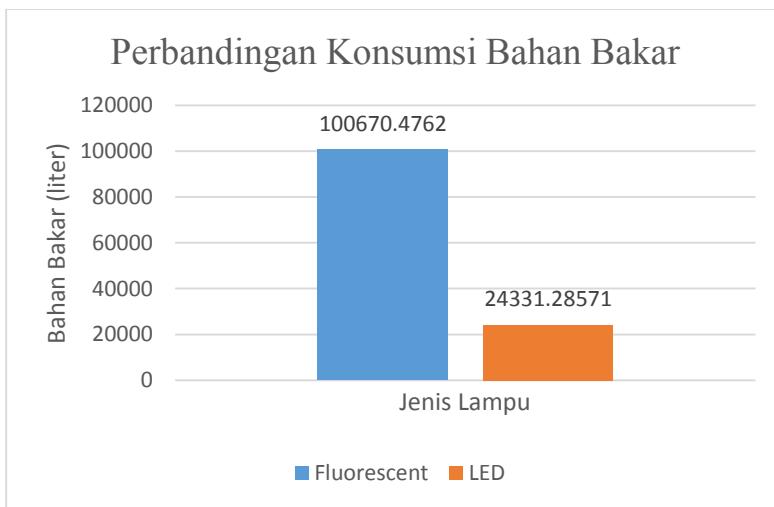
Dalam 20 tahun

$$v = 1,216.564286 \text{ liter} \times 20$$

$$v = 24,331.28571 \text{ liter}$$

4.12.2. Analisa Grafik Perbandingan Kebutuhan Bahan Bakar

Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar selama 20 tahun.



Grafik 4.12.2.1. Grafik Perbandingan Bahan Bakar

Sehingga dari grafik diatas dapat diketahui bahwasannya konsumsi bahan bakar yang dihabiskan untuk sistem penerangan dengan lampu LED jauh lebih menghemat bahan bakar daripada sistem penerangan dengan lampu FL. Hal ini dibuktikan dengan konsumsi bahan bakar untuk lampu FL adalah 100,670.4762 liter dan lampu LED 24,331.28571 liter.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah di lakukan perhitungan dan analisa pada sistem penerangan lampu FL dan LED maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Pada hasil pengujian luminasi lampu LED dan lampu FL membuktikan bahwa luminasi yang dihasilkan lampu LED jauh lebih besar dari lampu FL, dengan hasil lampu LED memiliki luminasi 360 lm/watt sedangkan lampu FL 75 lm/watt.
2. Secara teknis, penggunaan lampu LED lebih efisien, hal ini dibuktikan dari wiring diagram sistem penerangan lampu FL dan LED, bahwa lampu LED memiliki titik lampu yang lebih sedikit dibandingkan dengan FL. Sehingga memudahkan dalam instalasinya.
3. Pada kapal dengan ukuran yang sama, penggunaan lampu LED akan jauh lebih menghemat daya jika dibandingkan dengan lampu FL. Hal ini dibuktikan dengan hasil yang didapatkan yaitu dengan lampu LED konsumsi daya menjadi 1/5 dari lampu FL, yaitu 4,160 untuk lampu FL dan 894.4 untuk lampu LED
4. Biaya yang dikeluarkan akan menjadi lebih ekonomis dengan penggunaan lampu LED dalam waktu yang lama. Hal ini dikarenakan lampu LED memiliki lifetime yang jauh lebih lama dibandingkan lampu FL, sehingga biaya maintenance atau replacement FL menjadi jauh lebih besar dari LED. Biaya yang dibutuhkan selama 20 tahun untuk replacement lampu LED Rp. 39,419,343.00 sedangkan lampu FL Rp. 116,467,500.00

5. Biaya yang dikeluarkan dalam memenuhi konsumsi listrik, sistem penrangan dengan lampu LED menjadi lebih ekonomis dibandingkan dengan lampu FL, dikarenakan daya yang dimiliki lampu LED rendah. Besarnya biaya untuk memenuhi kebutuhan listrik selama 20 tahun lampu LED Rp. 112,403,940.00 sedangkan untuk lampu FL Rp. 465,097,600.00
6. Konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk generator, sistem penerangan dengan lampu LED lebih ekonomis, Hal ini dibuktikan dengan konsumsi bahan bakar untuk lampu FL adalah 100,670.4762 liter dan lampu LED 24,331.28571 liter.
7. Sistem replacement berdasarkan lifetime lampu menjadi pilihan paling tepat diterapkan pada lampu LED, hal ini berdasarkan analisa biaya yang dikeluarkan pertahunnya untuk replacement lampu.
8. Sistem penerangan dengan lampu LED jauh lebih efektif diterapkan pada kapal niaga, karena keuntungan yang didapatkan jauh lebih banyak dibandingkan dengan FL dalam jangka panjang.

5.2. Saran

1. Dilakukan perhitungan pada kapal yang berukuran lebih besar dan atau kapal dengan jenis yang berbeda, misalnya tanker, cargo atau container.
2. Analisa lebih lanjut terkait kelebihan lampu LED yang tidak menimbulkan panas berlebih yang berpengaruh pada sistem ventilasi udara
3. Mencari dan mengaplikasikan lebih banyak variasi lampu LED yang berada di pasaran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah di lakukan perhitungan dan analisa pada sistem penerangan lampu FL dan LED maka dapat ditarik kesimpulan:

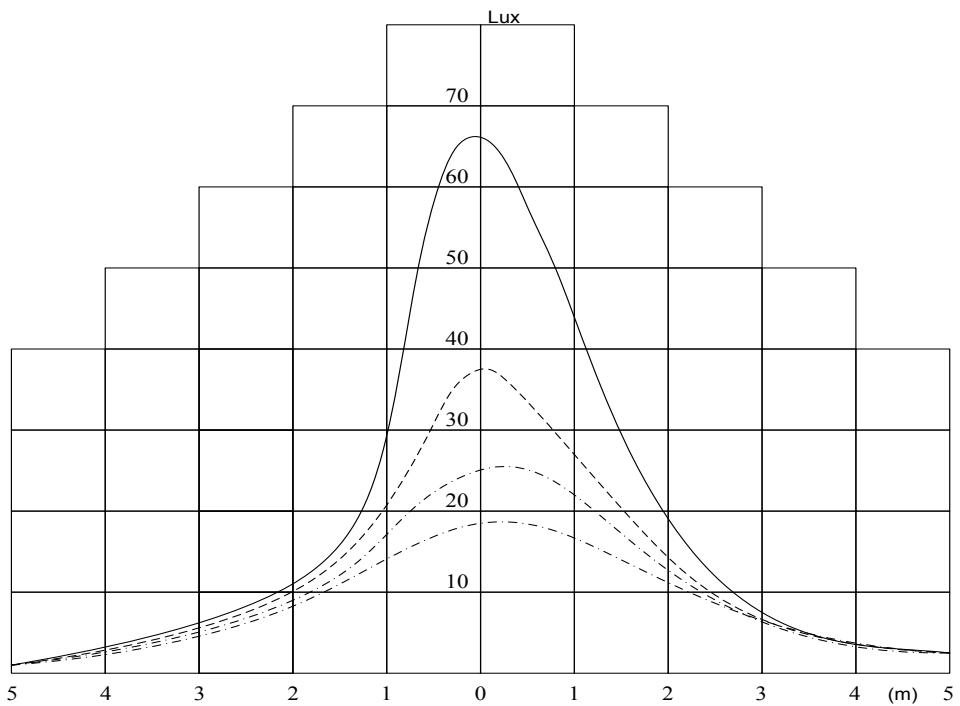
1. Pada hasil pengujian luminasi lampu LED dan lampu FL membuktikan bahwa luminasi yang dihasilkan lampu LED jauh lebih besar dari lampu FL, dengan hasil lampu LED memiliki luminasi 360 lm/watt sedangkan lampu FL 75 lm/watt.
2. Secara teknis, penggunaan lampu LED lebih efisien, hal ini dibuktikan dari wiring diagram sistem penerangan lampu FL dan LED, bahwa lampu LED memiliki titik lampu yang lebih sedikit dibandingkan dengan FL. Sehingga memudahkan dalam instalasinya.
3. Pada kapal dengan ukuran yang sama, penggunaan lampu LED akan jauh lebih menghemat daya jika dibandingkan dengan lampu FL. Hal ini dibuktikan dengan hasil yang didapatkan yaitu dengan lampu LED konsumsi daya menjadi 1/5 dari lampu FL, yaitu 4,160 untuk lampu FL dan 894.4 untuk lampu LED
4. Biaya yang dikeluarkan akan menjadi lebih ekonomis dengan penggunaan lampu LED dalam waktu yang lama. Hal ini dikarenakan lampu LED memiliki lifetime yang jauh lebih lama dibandingkan lampu FL, sehingga biaya maintenance atau replacement FL menjadi jauh lebih besar dari LED. Biaya yang dibutuhkan selama 20 tahun untuk replacement lampu LED Rp. 39,419,343.00 sedangkan lampu FL Rp. 116,467,500.00

5. Biaya yang dikeluarkan dalam memenuhi konsumsi listrik, sistem penrangan dengan lampu LED menjadi lebih ekonomis dibandingkan dengan lampu FL, dikarenakan daya yang dimiliki lampu LED rendah. Besarnya biaya untuk memenuhi kebutuhan listrik selama 20 tahun lampu LED Rp. 112,403,940.00 sedangkan untuk lampu FL Rp. 465,097,600.00
6. Konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk generator, sistem penerangan dengan lampu LED lebih ekonomis, Hal ini dibuktikan dengan konsumsi bahan bakar untuk lampu FL adalah 100,670.4762 liter dan lampu LED 24,331.28571 liter.
7. Sistem replacement berdasarkan lifetime lampu menjadi pilihan paling tepat diterapkan pada lampu LED, hal ini berdasarkan analisa biaya yang dikeluarkan pertahunnya untuk replacement lampu.
8. Sistem penerangan dengan lampu LED jauh lebih efektif diterapkan pada kapal niaga, karena keuntungan yang didapatkan jauh lebih banyak dibandingkan dengan FL dalam jangka panjang.

5.2. Saran

1. Dilakukan perhitungan pada kapal yang berukuran lebih besar dan atau kapal dengan jenis yang berbeda, misalnya tanker, cargo atau container.
2. Analisa lebih lanjut terkait kelebihan lampu LED yang tidak menimbulkan panas berlebih yang berpengaruh pada sistem ventilasi udara
3. Mencari dan mengaplikasikan lebih banyak variasi lampu LED yang berada di pasaran.

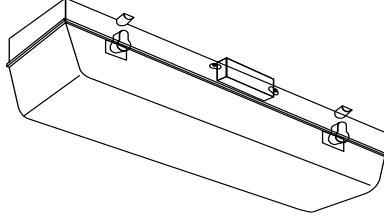
Indeks :	Model	Jenis Armatur	d
4		FL 15 w x 1	0.7

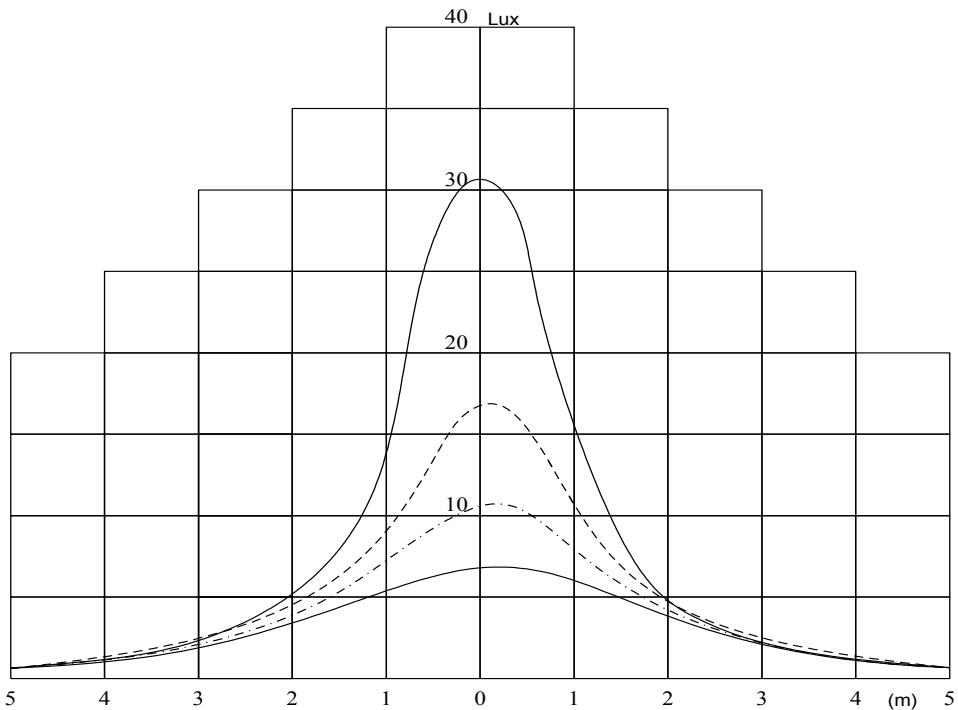


Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi										Faktor Refleksi
0.60	(J)	0.295	0.246	0.213	0.283	0.250	0.211	0.233	0.207	0.206
0.80	(I)	0.368	0.314	0.283	0.350	0.301	0.272	0.296	0.267	0.252
1.00	(H)	0.406	0.357	0.327	0.390	0.345	0.317	0.336	0.308	0.294
1.25	(G)	0.452	0.408	0.368	0.421	0.378	0.346	0.367	0.336	0.378
1.50	(F)	0.487	0.439	0.393	0.452	0.413	0.374	0.399	0.366	0.355
2.00	(E)	0.538	0.488	0.461	0.503	0.460	0.421	0.438	0.304	0.400
2.50	(D)	0.588	0.523	0.475	0.507	0.496	0.456	0.475	0.465	0.431
3.00	(C)	0.608	0.556	0.493	0.566	0.521	0.418	0.499	0.468	0.461
4.00	(B)	0.650	0.596	0.554	0.603	0.553	0.525	0.552	0.509	0.499
5.00	(A)	0.672	0.624	0.581	0.623	0.578	0.546	0.549	0.582	0.527

Indeks :

4B

Model	Jenis Armatur	d
	FL 20 w x 2	0.7

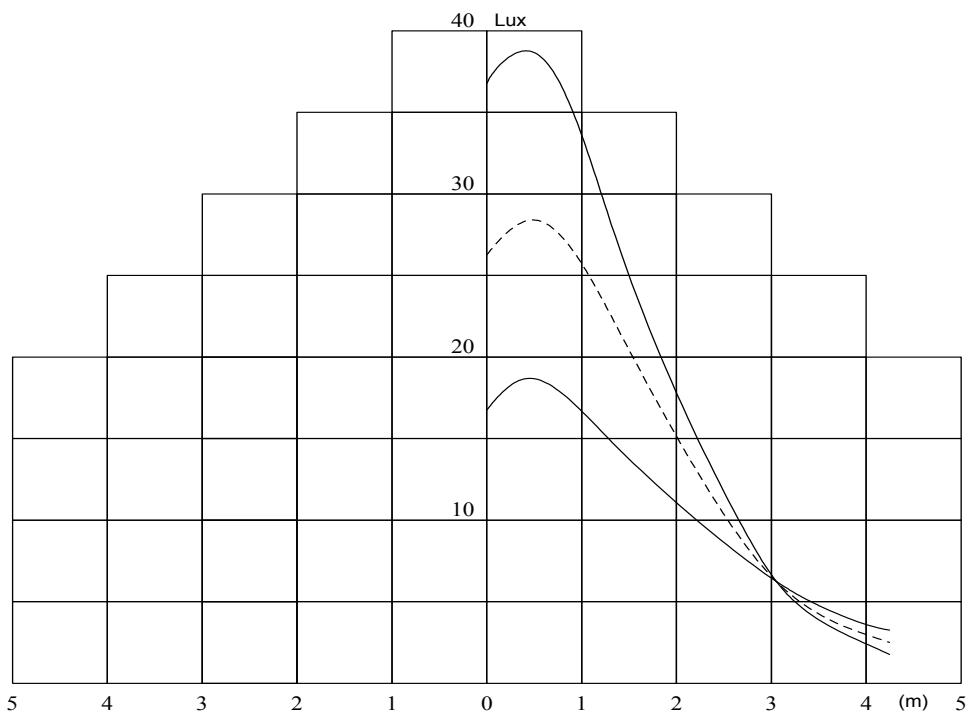


Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.285	0.233	0.213	0.268	0.235	0.213	0.230	0.209	0.239
0.80	(I)	0.322	0.294	0.278	0.315	0.287	0.231	0.256	0.268	0.265
1.00	(H)	0.345	0.318	0.313	0.343	0.321	0.305	0.318	0.302	0.282
1.25	(G)	0.382	0.353	0.340	0.369	0.347	0.331	0.361	0.329	0.309
1.50	(F)	0.405	0.381	0.355	0.385	0.366	0.349	0.394	0.367	0.329
2.00	(E)	0.433	0.412	0.590	0.419	0.402	0.379	0.412	0.376	0.356
2.50	(D)	0.465	0.435	0.415	0.469	0.434	0.408	0.417	0.405	0.585
3.00	(C)	0.481	0.454	0.414	0.461	0.433	0.421	0.431	0.415	0.395
4.00	(B)	0.499	0.472	0.457	0.478	0.455	0.444	0.454	0.437	0.457
5.00	(A)	0.511	0.486	0.469	0.491	0.464	0.459	0.457	0.406	0.436

Indeks :

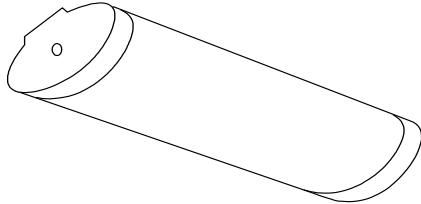
6

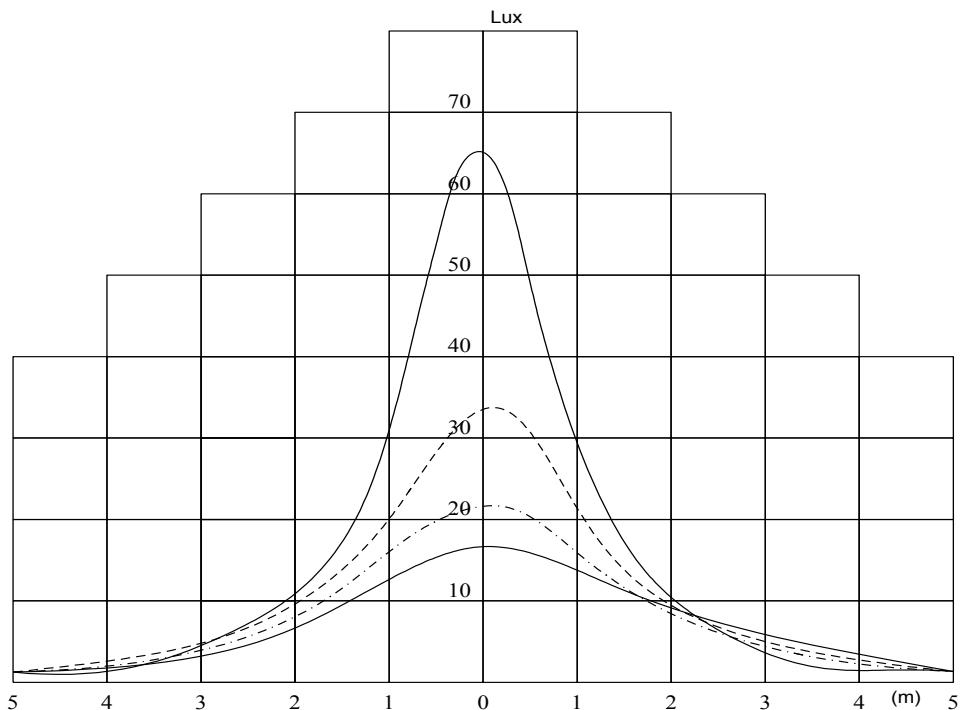
	Model	Jenis Armatur	d
		FL 20 w x 1	0.7



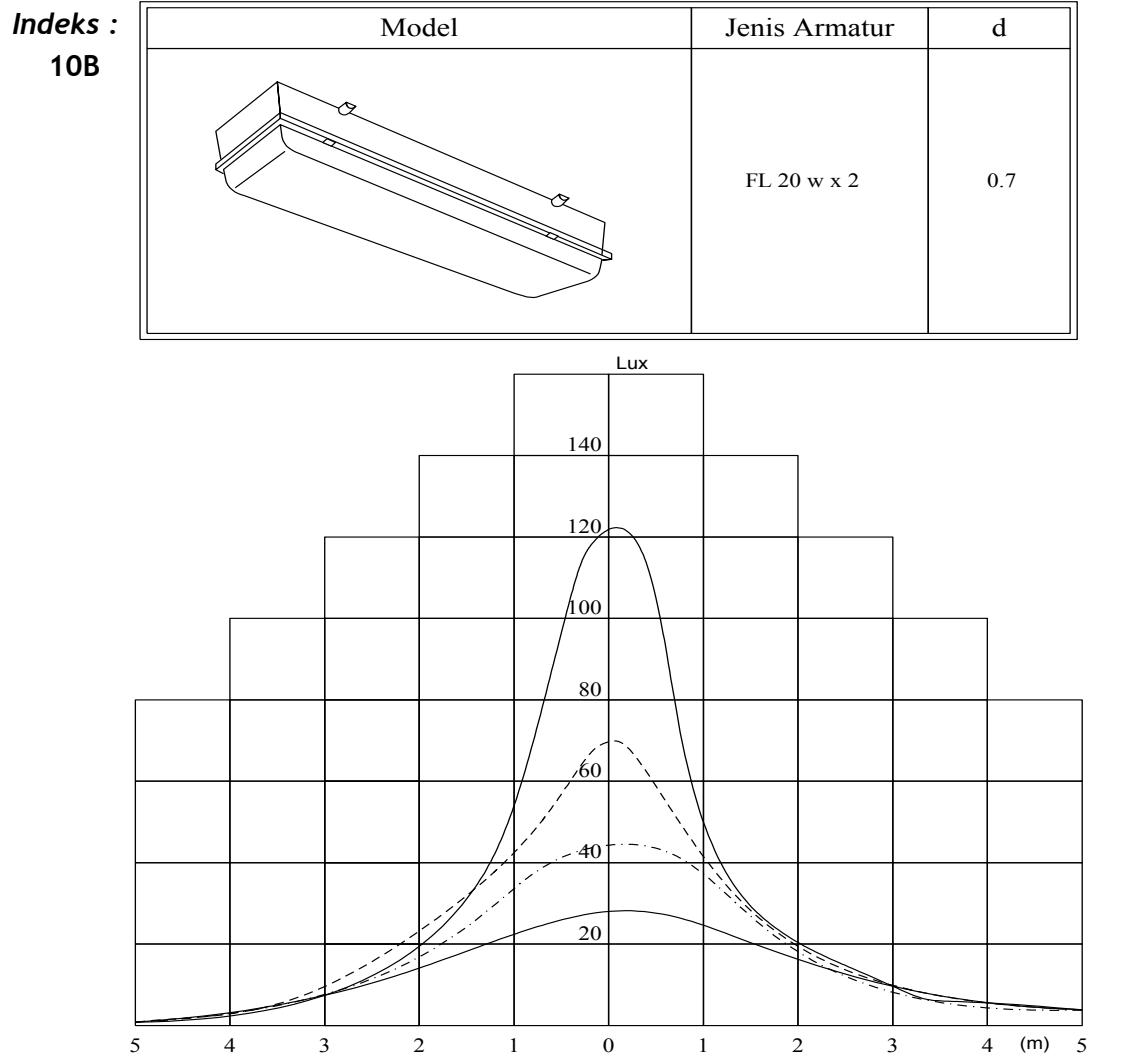
Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.150	0.120	0.100	0.140	0.120	0.100	0.110	0.100	0.100
0.80	(I)	0.190	0.160	0.140	0.180	0.160	0.140	0.150	0.130	0.120
1.00	(H)	0.220	0.100	0.170	0.210	0.180	0.160	0.180	0.160	0.150
1.25	(G)	0.250	0.220	0.200	0.240	0.210	0.190	0.200	0.170	0.170
1.50	(F)	0.270	0.250	0.220	0.260	0.230	0.220	0.220	0.210	0.190
2.00	(E)	0.300	0.280	0.260	0.280	0.260	0.250	0.250	0.230	0.210
2.50	(D)	0.320	0.300	0.280	0.300	0.280	0.270	0.270	0.250	0.230
3.00	(C)	0.330	0.310	0.300	0.310	0.300	0.280	0.280	0.270	0.250
4.00	(B)	0.350	0.350	0.320	0.330	0.320	0.310	0.300	0.290	0.270
5.00	(A)	0.370	0.350	0.350	0.340	0.330	0.320	0.310	0.310	0.280

Indeks :
9

Model	Jenis Armatur	d
	FL 20 w x 1	0.7



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.262	0.230	0.210	0.255	0.232	0.210	0.227	0.206	0.186
0.80	(I)	0.314	0.291	0.275	0.312	0.284	0.268	0.283	0.265	0.245
1.00	(H)	0.350	0.325	0.310	0.340	0.318	0.302	0.315	0.299	0.279
1.25	(G)	0.379	0.355	0.337	0.366	0.440	0.328	0.338	0.326	0.306
1.50	(F)	0.407	0.378	0.352	0.382	0.363	0.346	0.361	0.345	0.326
2.00	(E)	0.420	0.407	0.387	0.416	0.399	0.376	0.384	0.373	0.353
2.50	(D)	0.460	0.432	0.412	0.445	0.421	0.405	0.414	0.402	0.382
3.00	(C)	0.478	0.451	0.421	0.459	0.425	0.418	0.428	0.412	0.392
4.00	(B)	0.496	0.469	0.454	0.475	0.442	0.441	0.443	0.434	0.416
5.00	(A)	0.508	0.483	0.446	0.488	0.466	0.450	0.454	0.443	0.423

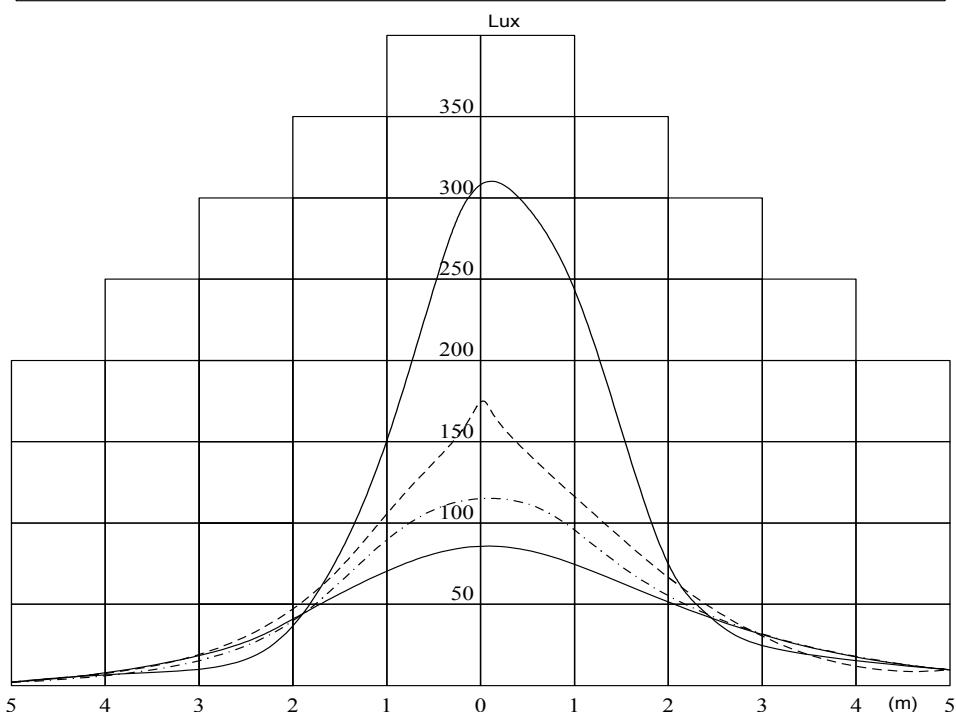


Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.265	0.233	0.213	0.258	0.235	0.213	0.230	0.209	0.179
0.80	(I)	0.322	0.294	0.278	0.315	0.287	0.271	0.286	0.268	0.247
1.00	(H)	0.353	0.318	0.313	0.343	0.321	0.305	0.318	0.302	0.282
1.25	(G)	0.382	0.352	0.340	0.369	0.347	0.331	0.341	0.329	0.309
1.50	(F)	0.405	0.381	0.355	0.385	0.366	0.369	0.364	0.348	0.329
2.00	(E)	0.433	0.412	0.390	0.413	0.402	0.379	0.392	0.376	0.356
2.50	(D)	0.465	0.435	0.415	0.448	0.424	0.408	0.417	0.405	0.385
3.00	(C)	0.481	0.454	0.474	0.461	0.438	0.421	0.431	0.415	0.395
4.00	(B)	0.499	0.472	0.457	0.478	0.455	0.444	0.444	0.437	0.417
5.00	(A)	0.511	0.484	0.469	0.491	0.464	0.453	0.457	0.446	0.426

Indeks :

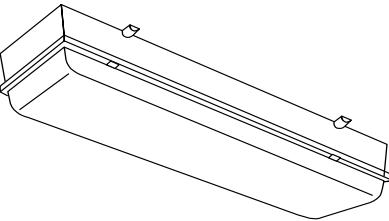
14

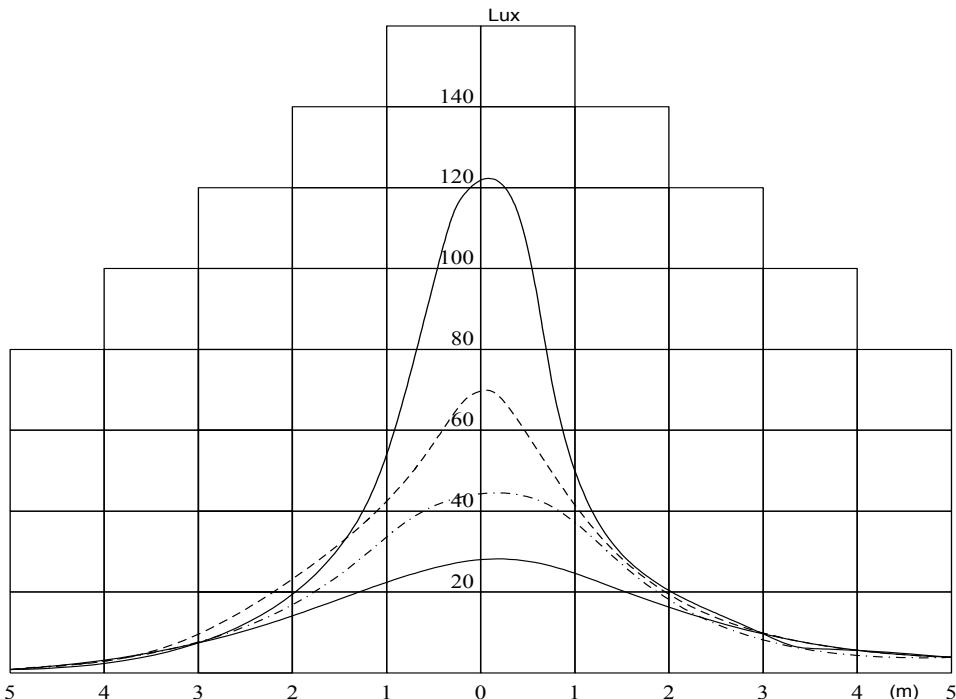
Model	Jenis Armatur	d
	FL 20 w x 2	0.75



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.421	0.359	0.312	0.412	0.361	0.311	0.342	0.713	0.288
0.80	(I)	0.522	0.440	0.620	0.508	0.647	0.410	0.446	0.413	0.388
1.00	(H)	0.574	0.518	0.679	0.559	0.547	0.475	0.500	0.469	0.444
1.25	(G)	0.626	0.572	0.536	0.603	0.558	0.520	0.521	0.575	0.490
1.50	(F)	0.671	0.614	0.584	0.639	0.576	0.553	0.583	0.550	0.525
2.00	(E)	0.729	0.679	0.626	0.703	0.657	0.614	0.641	0.608	0.583
2.50	(D)	0.793	0.725	0.678	0.754	0.707	0.671	0.693	0.667	0.642
3.00	(C)	0.814	0.761	0.714	0.780	0.735	0.697	0.719	0.688	0.663
4.00	(B)	0.860	0.805	0.765	0.821	0.773	0.749	0.758	0.736	0.711
5.00	(A)	0.885	0.836	0.791	0.844	0.799	0.768	0.779	0.758	0.733

Indeks :
LEF-151N

Model	Jenis Armatur	d
 LEF-151N w x 2		0.7

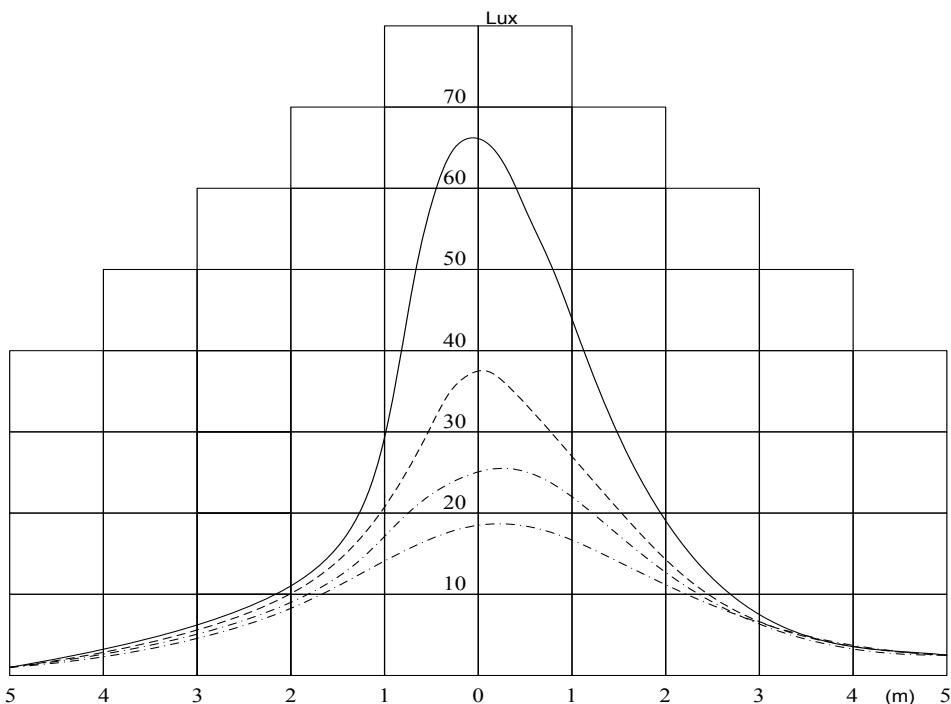


Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi										Faktor Refleksi
0.60 (J)	0.262	0.230	0.210	0.255	0.232	0.210	0.227	0.206	0.186	
0.80 (I)	0.314	0.291	0.275	0.312	0.284	0.268	0.283	0.265	0.245	
1.00 (H)	0.350	0.325	0.310	0.340	0.318	0.302	0.315	0.299	0.279	
1.25 (G)	0.379	0.355	0.337	0.366	0.440	0.328	0.338	0.326	0.306	
1.50 (F)	0.407	0.378	0.352	0.382	0.363	0.346	0.361	0.345	0.326	
2.00 (E)	0.420	0.407	0.387	0.416	0.399	0.376	0.384	0.373	0.353	
2.50 (D)	0.460	0.432	0.412	0.445	0.421	0.405	0.414	0.402	0.382	
3.00 (C)	0.478	0.451	0.421	0.459	0.425	0.418	0.428	0.412	0.392	
4.00 (B)	0.496	0.469	0.454	0.475	0.442	0.441	0.443	0.434	0.416	
5.00 (A)	0.508	0.483	0.446	0.488	0.466	0.450	0.454	0.443	0.423	

Indeks :

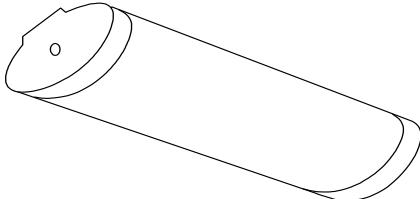
LEF-151S

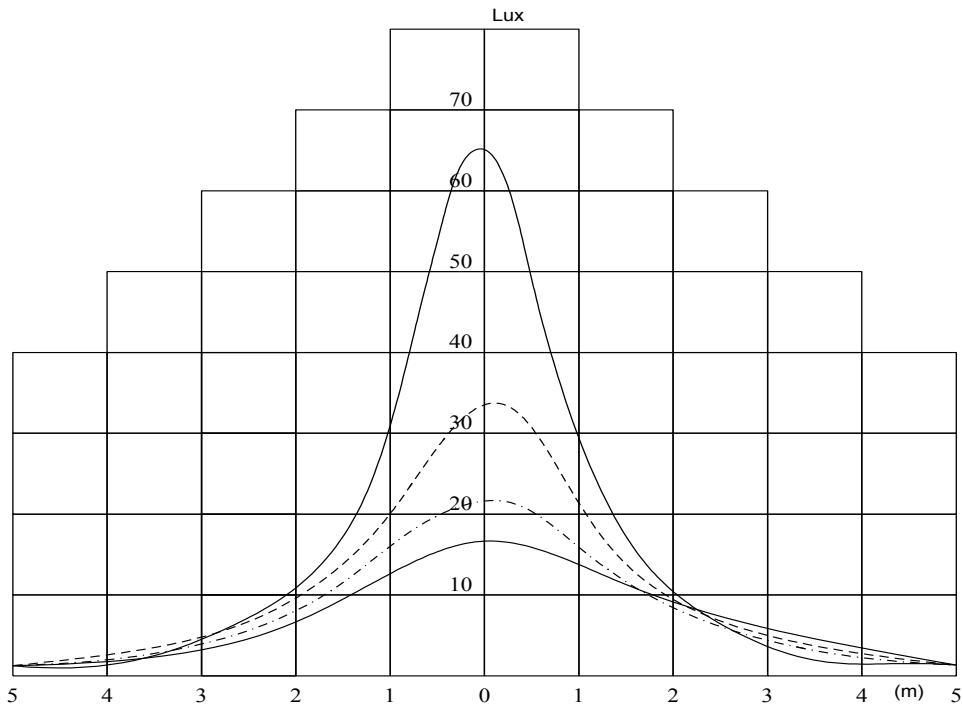
Model	Jenis Armatur	d
	LEF-151S	0.7



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi										Faktor Refleksi
0.60	(J)	0.295	0.246	0.213	0.283	0.250	0.211	0.233	0.207	0.206
0.80	(I)	0.368	0.314	0.283	0.350	0.301	0.272	0.296	0.267	0.252
1.00	(H)	0.406	0.357	0.327	0.390	0.345	0.317	0.336	0.308	0.294
1.25	(G)	0.452	0.408	0.368	0.421	0.378	0.346	0.367	0.336	0.378
1.50	(F)	0.487	0.439	0.393	0.452	0.413	0.374	0.399	0.366	0.355
2.00	(E)	0.538	0.488	0.461	0.503	0.460	0.421	0.438	0.304	0.400
2.50	(D)	0.588	0.523	0.475	0.507	0.496	0.456	0.475	0.465	0.431
3.00	(C)	0.608	0.556	0.493	0.566	0.521	0.418	0.499	0.468	0.461
4.00	(B)	0.650	0.596	0.554	0.603	0.553	0.525	0.552	0.509	0.499
5.00	(A)	0.672	0.624	0.581	0.623	0.578	0.546	0.549	0.582	0.527

Indeks :
LES-
151N

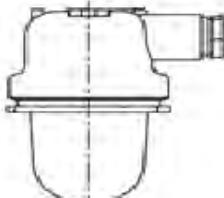
Model	Jenis Armatur	d
	LES- 151N	0.7

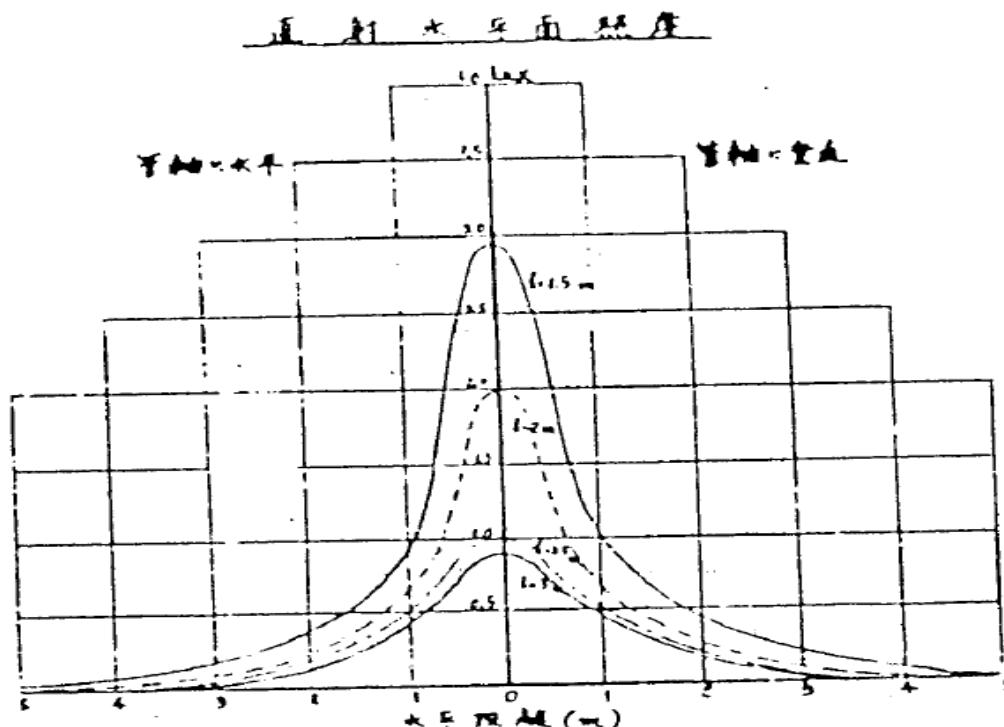


Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi										
0.60	(J)	0.262	0.230	0.210	0.255	0.232	0.210	0.227	0.206	0.186
0.80	(I)	0.314	0.291	0.275	0.312	0.284	0.268	0.283	0.265	0.245
1.00	(H)	0.350	0.325	0.310	0.340	0.318	0.302	0.315	0.299	0.279
1.25	(G)	0.379	0.355	0.337	0.366	0.440	0.328	0.338	0.326	0.306
1.50	(F)	0.407	0.378	0.352	0.382	0.363	0.346	0.361	0.345	0.326
2.00	(E)	0.420	0.407	0.387	0.416	0.399	0.376	0.384	0.373	0.353
2.50	(D)	0.460	0.432	0.412	0.445	0.421	0.405	0.414	0.402	0.382
3.00	(C)	0.478	0.451	0.421	0.459	0.425	0.418	0.428	0.412	0.392
4.00	(B)	0.496	0.469	0.454	0.475	0.442	0.441	0.443	0.434	0.416
5.00	(A)	0.508	0.483	0.446	0.488	0.466	0.450	0.454	0.443	0.423

Indeks :

MINOR 568

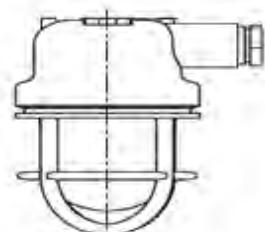
Model	Jenis Armatur	d
	MINOR 568 4.4 W	0.65

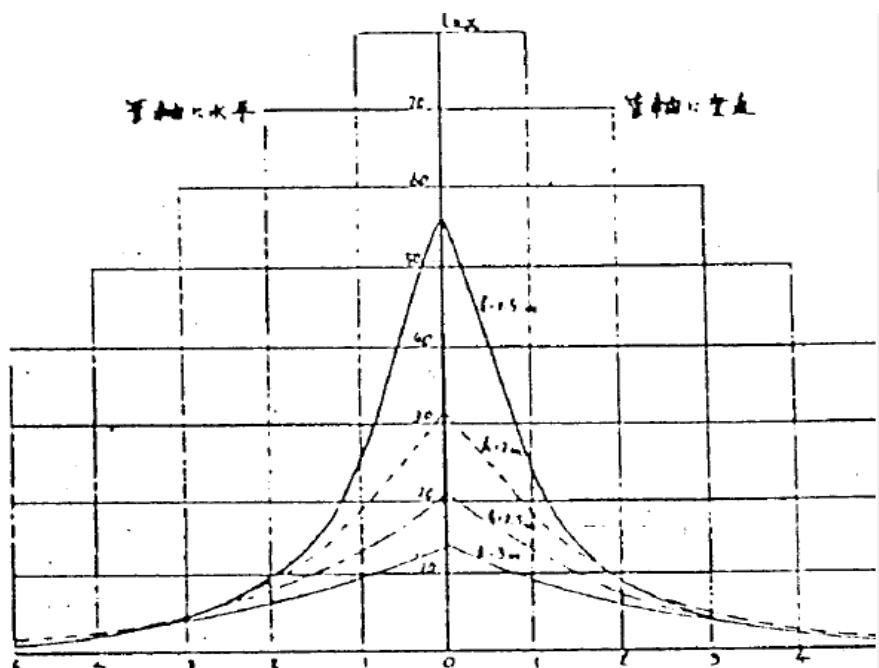


Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi										
0.60	(J)	0.169	0.135	0.106	0.158	0.130	0.980	0.110	0.094	0.092
0.80	(I)	0.216	0.171	0.166	0.195	0.157	0.132	0.149	0.128	0.123
1.00	(H)	0.263	0.200	0.172	0.226	0.186	0.161	0.172	0.146	0.142
1.25	(G)	0.276	0.213	0.188	0.266	0.203	0.181	0.192	0.167	0.164
1.50	(F)	0.302	0.239	0.222	0.278	0.253	0.207	0.216	0.189	0.182
2.00	(E)	0.363	0.298	0.260	0.305	0.269	0.235	0.243	0.213	0.210
2.50	(D)	0.375	0.327	0.286	0.336	0.285	0.265	0.270	0.244	0.241
3.00	(C)	0.397	0.352	0.308	0.352	0.314	0.283	0.290	0.264	0.254
4.00	(B)	0.635	0.390	0.358	0.388	0.344	0.304	0.317	0.297	0.291
5.00	(A)	0.656	0.413	0.376	0.607	0.363	0.337	0.329	0.317	0.312

Indeks :

LEKN-08WU-B

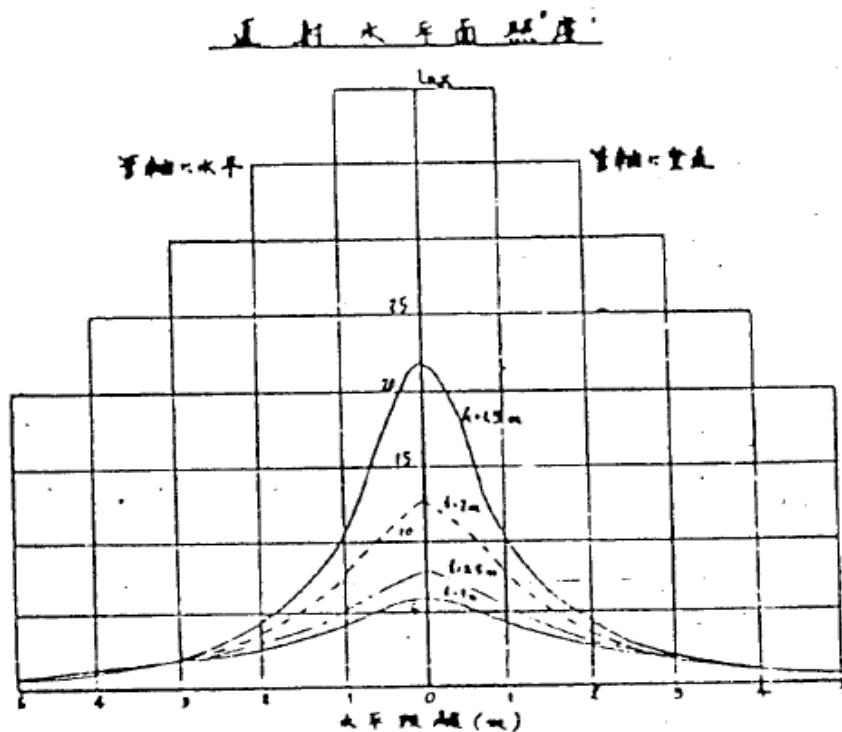
Model	Jenis Armatur	d
	LEKN-08WU-B 8 W	0.65



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi										Faktor Refleksi
0.60 (J)	0.195	0.151	0.123	0.139	0.150	0.115	0.125	0.108	0.102	
0.80 (I)	0.268	0.188	0.153	0.233	0.180	0.153	0.168	0.146	0.140	
1.00 (H)	0.279	0.231	0.201	0.255	0.213	0.186	0.195	0.166	0.161	
1.25 (G)	0.316	0.260	0.231	0.278	0.238	0.209	0.219	0.191	0.185	
1.50 (F)	0.366	0.288	0.256	0.303	0.267	0.232	0.244	0.214	0.210	
2.00 (E)	0.393	0.363	0.300	0.368	0.305	0.269	0.274	0.245	0.241	
2.50 (D)	0.427	0.376	0.329	0.376	0.324	0.288	0.304	0.276	0.272	
3.00 (C)	0.459	0.401	0.355	0.397	0.356	0.320	0.335	0.297	0.292	
4.00 (B)	0.495	0.446	0.407	0.432	0.389	0.362	0.354	0.337	0.327	
5.00 (A)	0.517	0.475	0.435	0.453	0.411	0.383	0.368	0.354	0.368	

Indeks :
LEKH-03WG-P

Model	Jenis Armatur	d
	LEKH-03WG-P 3 W	0.65



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi										Faktor Refleksi
0.60	(J)	0.185	0.163	0.117	0.168	0.141	0.109	0.117	0.102	0.990
0.80	(I)	0.235	0.188	0.160	0.209	0.163	0.145	0.158	0.137	0.132
1.00	(H)	0.265	0.221	0.192	0.239	0.200	0.174	0.183	0.156	0.151
1.25	(G)	0.299	0.235	0.222	0.262	0.224	0.187	0.205	0.179	0.172
1.50	(F)	0.328	0.185	0.263	0.288	0.251	0.212	0.228	0.203	0.198
2.00	(E)	0.391	0.325	0.285	0.325	0.287	0.254	0.255	0.339	0.224
2.50	(D)	0.605	0.355	0.316	0.354	0.315	0.282	0.286	0.358	0.353
3.00	(C)	0.630	0.387	0.332	0.376	0.335	0.302	0.303	0.278	0.272
4.00	(B)	0.668	0.623	0.383	0.607	0.367	0.341	0.330	0.310	0.308
5.00	(A)	0.688	0.666	0.607	0.625	0.387	0.361	0.366	0.330	0.325

LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LES*W-S****LED SURFACE CEILING LIGHT IP56**

Engine room, Cargo hold, laundry, store

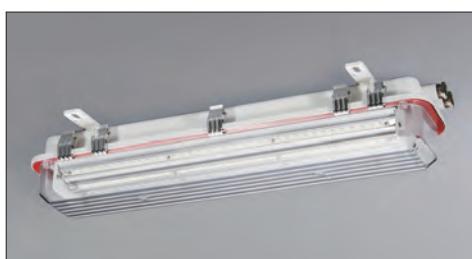
Body : Electro zinc galvanized steel sheet

Diffuser : Milky / clear polycarbonate

LED : 0.2W LED Package (Aluminium round heating plate)

Cable entry : Terminal box, 4-Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LES151W-S	15W	715	223	133	4.70	FL18W x 1
LES152W-S	30W	715	223	133	4.73	FL18W x 2
LES291W-S	29W	1350	223	133	7.03	FL36W x 1
LES292W-S	58W	1350	223	133	7.06	FL36W x 2

**LES*W-U****LED SURFACE CEILING LIGHT IP67**

Outside passage way, cargo holder, workshop

Body : Stainless steel sheet

Diffuser : Milky / clear polycarbonate

LED : 0.2W LED Package (Aluminum round heating plate)

Cable entry : 2-Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LES151W-U	15W	715	223	133	4.55	FL18W x 1
LES152W-U	30W	715	223	133	4.58	FL18W x 2
LES291W-U	29W	1350	223	133	6.83	FL36W x 1
LES292W-U	58W	1350	223	133	6.86	FL36W x 2

**LES*S****LED THIN SURFACE CEILING LIGHT IP44**

Galley, laundry, pantry and store

Body : Stainless steel sheet

Diffuser : Milky / clear polycarbonate

LED : 0.2W LED Package

Cable entry : 4-Cable inlet hole

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LES151S	15W	711	223	82.4	4.22	FL18W x 1
LES152S	30W	711	223	82.4	4.25	FL18W x 2
LES291S	29W	1321	223	82.4	6.53	FL36W x 1
LES292S	58W	1321	223	82.4	6.56	FL36W x 2

**LES*N****LED SURFACE CEILING LIGHT IP20**

Accommodation areas, inside passage ways

Body : Electro zinc galvanized steel sheet

Diffuser : Milky polycarbonate

LED : 0.2W LED Package

Cable entry : 1-Cable inlet hole

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LES151N	15W	762	216	63	3.90	FL18W x 1
LES152N	30W	762	216	63	3.94	FL18W x 2
LES291N	29W	1250	216	63	7.20	FL36W x 1
LES292N	58W	1250	216	63	7.24	FL36W x 2

LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEF*N****LED FLUSH CEILING LIGHT IP20**

Accommodation areas, inside passage ways

Body : Electro zinc galvanized steel sheet

Diffuser : Milky polycarbonate

LED : 0.2W LED Package

Cable entry : 6-Snap bushing

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEF151N	15W	684	181	181	4.21	FL18W x 1
LEF152N	30W	684	181	181	4.24	FL18W x 2
LEF291N	29W	1294	181	181	7.23	FL36W x 1
LEF292N	58W	1294	181	181	7.26	FL36W x 2

**LEF*S****LED THIN FLUSH CEILING LIGHT IP44**

Galley, laundry, pantry

Body : Electro zinc galvanized steel sheet

Diffuser : Milky polycarbonate(Aluminium frame)

LED : 0.2W LED Package

Cable entry : 4-Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEF151S	15W	677	275	111	7.60	FL18W x 1
LEF152S	30W	677	275	111	7.63	FL18W x 2
LEF291S	29W	1270	275	111	12.70	FL36W x 1
LEF292S	58W	1270	275	111	12.73	FL36W x 2

**LEW*N****LED NO-GAP FLUSH CEILING LIGHT IP44**

B-0, B-15

Accommodation areas, saloon, dining room, inside passage ways

Body : Electro zinc galvanized steel sheet

Diffuser : Milky polycarbonate(Aluminium frame)

B15 Insulation : AL Foil (Hi-wool)

LED : 0.2W LED Package

Cable entry : 6-Snap bushings

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEW152N	30W	677	275	111	8.5	FL18W x 2
LEW292N	58W	1287	275	111	15.6	FL36W x 2

**LEC*N****LED DAMPA FLUSH CEILING IP20/IP44**

B-0, B-15

Accommodation areas, saloon, dining room

Body : Electro zinc galvanized steel sheet

Diffuser : Milky polycarbonate

B15 Insulation : AL Foil (Hi-wool)

LED : 0.2W LED Package

Cable entry : 6-Snap bushings

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEC152N	30W	645	275	84.2	5.75	FL18W x 2
LEC292N	58W	1270	275	84.2	8.80	FL36W x 2

LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEPH-P****LED PENDANT LIGHT IP56**

Engine room, workshop, stores, cargo hold, toilet
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC
 Globe : Clear hard glass (S90)
 LED : 3~8W Bulb type bulb
 Cable entry : 2 Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEPH-03WG-P	3W	114	114	228	0.96	E26/27
LEPH-05WG-P	5W	114	114	228	0.96	E26/27
LEPH-08WG-P	8W	114	114	228	0.96	E26/27

- Optional : with Stainless steel Screen (LEPH-*WU-P), with Hanging hook (LEPH-WH-P)

**LEKH-P****LED BULKHEAD LIGHT, 4HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, cargo hold, outside passage ways
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC
 Globe : Clear hard glass (S90)
 LED : 3~8W Bulb type
 Cable entry : Flange seat (50A pipe)

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEKH-03WG-P	3W	155	144	267	1.24	E26/27
LEKH-05WG-P	5W	155	144	267	1.24	E26/27
LEKH-08WG-P	8W	155	144	267	1.24	E26/27

- Optional : with Stainless steel Screen (LEKH-*WU-P)

**LEKHN-P**

(NEW JIS TYPE)

LED BULKHEAD LIGHT, 3HOLE IP56

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC
 Globe : Clear hard glass (S90)
 LED : 3~8W Bulb type
 Cable entry : Flange seat (50A pipe)

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEKHN-03WG-P	3W	155	144	262	1.24	E26/27
LEKHN-05WG-P	5W	677	144	262	1.24	E26/27
LEKHN-08WG-P	8W	1270	144	262	1.24	E26/27

- Optional : with Stainless steel Screen (LEKHN-*WU-P)

**LEBH-P****LED BRACKET LIGHT, 4HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC
 Globe : Clear hard glass (S90)
 LED : 3~8W Bulb type
 Cable entry : 2-Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEBH-03WG-P	3W	155	144	267	1.24	E26/27
LEBH-05WG-P	5W	155	144	267	1.24	E26/27
LEBH-08WG-P	8W	155	144	267	1.24	E26/27

- Optional : with Stainless steel Screen (LEBH-*WU-P)

LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEPN-B****LED PENDANT LIGHT IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways
 Body : Cast brass Guard : Cast brass
 Globe : Clear hard glass (S90)
 LED : 3~8W Bulb type
 Cable entry : 2 Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEPN-03WG-B	3W	155	142	212	2.40	E26/27
LEPN-05WG-B	5W	155	142	212	2.40	E26/27
LEPN-08WG-B	8W	155	142	212	2.40	E26/27

- Optional : with Stainless steel Screen (LEPN-*WU-B)

**LEKN-B****LED BULKHEAD LIGHT, 4HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways
 Body : Cast brass Guard : Cast brass
 Globe : Clear hard glass (S90)
 LED : 3~8W Bulb type
 Cable entry : Flange seat (50A pipe)

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEKN-03WG-B	3W	153	105	233	1.66	Incand. bulb 20w
LEKN-05WG-B	5W	153	105	233	1.66	Incand. bulb 40w
LEKN-08WG-B	8W	153	105	233	1.66	Incand. bulb 60w

- Optional : with Stainless steel Screen (LEKN-*WU-B)

**LEBN-B****LED BRACKET LIGHT, 3HOLE IP56**

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways
 Body : Cast brass Guard : Cast brass
 Globe : Clear hard glass (S90)
 LED : 3~8W Bulb type
 Cable entry : 2 Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEBN-03WG-B	3W	151	142	220	1.66	Incand. bulb 20w
LEBN-05WG-B	5W	151	142	220	1.66	Incand. bulb 40w
LEBN-08WG-B	8W	151	142	220	1.66	Incand. bulb 60w

- Optional : with Stainless steel Screen (LEBN-*WU-B)

**LEPH-9P****LED PENDANT LIGHT FOR DC24V IP56**

Engine room, workshop, stores, toilet
 Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : PC
 Globe : Clear hard glass
 LED : 8W Module type
 Cable entry : 2 Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEPH-08WG-9P	8W	114	144	171	0.64	Module type

LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEPS150**

LED SEARCH LIGHT IP56

Bridge wing, Compass deck
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : sus or Steel chanal (zinc coating)
 Front glass : Heat and impact resistant glass
 LED : 2.3W LED Package
 Cable entry : 1 cable gland

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEPS150	150W	478	395	714	18.5	

**LEPB**

LED BOAT DECK LIGHT FOR DC24V IP56

Boat deck area
 Body : cast brass
 Front glass : tempered glass
 LED : 1.6W LED Package
 Cable entry : 2 Cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEPB-12	12W	191	169	236	4.11	Sealed beam 75w

**PBI-R**BOAT DECK LIGHT IP56
Remote control type

Decks, holds and working areas
 Body : aluminium dai-casting & Stainless steel front cover
 Front glass : tempered glass
 LED : Sealed Beam 75W (DC24V)
 Sealed Beam 250W (AC220V)
 Cable entry : 2 Cable glands
 Remote control type

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PBI75-R	75W	375	112	312	3.20	
PBI250-R	250W	485	112	308	5.00	

**PB-RC**REMOTE CONTROL PANEL
FOR LED BOAT DECK LIGHT

Wheel House
 Body : Steel Sheet
 Cable Entry : Coaming Hole
 PAN : 360°, MAX.6°±1° / SEC
 TILT : -80° ~ +30° MAX. 4° ± 1° / SEC

Model no.	Lamp	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PB-RC	Incan.	40	180	120	1.2	

LED LIGHTING FIXTURE FOR MARINE USE

**LEN-S****LED NAVIGATION LIGHT (SINGLE)** IP56

All vessels of 20m and above in length
 Body : Polycarbonate (Seawater resistant materials)
 Lens : Polycarbonate
 LED : 1W LED Package
 Cable entry : 1 Cable gland

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LENM2A-S06W	6W	210	210	278	2.01	Masthead 225°
LENS2A-S04W	4W	210	210	278	2.13	stern 135°
LENP2A-S04R	4W	210	210	278	2.15	Port side 112.5°
LENT2A-S04G	4W	210	210	278	2.15	Starboaed side 112.5°
LENY2A-S04Y	4W	210	210	278	1.82	Stern towing 135°

**LEN-D****LED NAVIGATION LIGHT (DUAL)** IP56

All vessels of 50m and above in length
 Body : Polycarbonate (Seawater resistant materials)
 Lens : Polycarbonate
 LED : 1W LED Package
 Cable entry : 2 Cable gland

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LENM2A-D06W	6Wx2	210	210	478	3.72	Masthead 225°
LENS2A-D04W	4Wx2	210	210	478	3.96	Stem 135°
LENP2A-D04R	4Wx2	210	210	478	4.00	Port side 112.5°
LENT2A-D04G	4Wx2	210	210	478	4.00	Starboaed 112.5°
LENY2A-D04Y	4Wx2	210	210	478	3.96	Stern towing 135°

**LEN-S****LED SIGNAL LIGHT (SINGLE)** IP56

All vessels of 50m and above in length Allroung 360°
 Body : Polycarbonate (Seawater resistant materials)
 Lens : Polycarbonate
 LED : 1W LED Package
 Cable entry : 1 Cable gland

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LENA2A-S06W	6W	210	210	278	1.82	Allroung white 360°
LENU2A-S06W	6W	210	210	278	1.82	Allroung red 360°
LENF2A-S06G	6W	210	210	278	1.82	Allroung green 360°
LENV-S06W	6W	210	210	278	1.82	Maneuvrинг 360°

**LEN-D****LED SIGNAL LIGHT (DUAL)** IP56

All vessels of 50m and above in length
 Body : Polycarbonate (Seawater resistant materials)
 Lens : Polycarbonate
 LED : 1W LED Package
 Cable entry : 1 Cable gland

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LENA2A-D06W	6Wx2	210	210	478	3.34	Allround white 360°
LENU2A-D06R	6Wx2	210	210	478	3.34	Allround red 360°
LENF2A-D06G	6Wx2	210	210	478	3.34	Allround green 360°

LIGHTING FIXTURE FOR ON-DECK

**PFSI-40**

H.P SODIUM FLOOD LIGHT IP67
Narrow & wide beam

Decks, holds and working areas

Body & cover : Stainless steel

Front glass : tempered glass Terminal box : PBT

Reflector : Highly polished aluminium, anodized

Cable entry : 2 cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PFSI-40N	400W	444	181	398	7.62	E39/E40, Narrow
PFSI-40W	400W	444	181	398	7.62	E39/E40, Wide

- Optional : Metal halide lamp 400w (PFMH-40)

**PFSI-42**

H.P SODIUM FLOOD LIGHT IP67
Narrow & wide beam

Decks, holds and working areas

Body & cover : Stainless steel

Front glass : tempered glass Terminal box : Stainless steel

Reflector : Highly polished aluminium, anodized

Cable entry : 2 cable glands

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PFSI-42N	400Wx2	444	185	520	13.2	
PFSI-42W	400Wx2	444	185	520	13.2	

- Optional : Metal halide lamp 400wX2 (PFMH-42)

**PFSI-IP68**

H.P SODIUM FLOOD LIGHT IP68
Under-water flood light (5meter)

Floating dock

Body : Stainless steel sheet Front cover : Cast brass

Front glass : tempered glass

Reflector : Highly polished aluminium, anodized

Cable entry : 1 cable gland

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PFSI-40N-IP68	400W	502	190	384	27.0	E39/E40 Narrow

- Optional : Metal halide lamp 400w (PFMH-40-IP60)

**PFM(SI)*-J**

FLOOD LIGHT IP56
Mercury & sodium lamp

Decks, holds and working areas

Body : Stainless steel

Front glass : tempered glass Terminal box : Stainless steel

Reflector : Highly polished aluminium, anodized

Cable entry : 1 cable gland

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PFM-40-J	400W	405	478	607	12.5	Mercury
PFSI-40-J	400W	405	478	607	12.5	H.P.Sodium
PFM-70-J	700W	543	593	735	16.5	Mercury
PFSI-70-J	660W	543	593	735	16.5	H.P.Sodium

LIGHTING FIXTURE FOR ON-DECK

**PSHF**
HALOGEN SEARCH LIGHT IP56
 Fixed type

Bridge wing, Compass deck
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : sus or Steel chanal (zinc coating)
 Reflector : Glass parabolic mirror
 Front glass : Heat and impact resistant glass
 Cable entry : 1 cable gland (M24x1.5)

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PSHF-1K	1000W	425	344	583	16.5	Lamp base :GX9.5
PSHF-2K	2000W	692	630	997	60.0	Lamp base :GX16
PSHF-3K	3000W	692	630	997	60.0	Lamp base :GX38

**PSHC**
HALOGEN SEARCH LIGHT IP56
 Room control type

Bridge wing, Compass deck
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : SUS or Steel chanal (zinc coating)
 Reflector : Glass parabolic mirror Control handle : Cast brass & Plastic
 Front glass : Heat and impact resistant glass
 Cable entry : 1 cable gland (M24x1.5)

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PSHC-1K	1000W	425	344	583	16.5	Lamp base :GX9.5
PSHC-2K	2000W	692	630	997	60.0	Lamp base :GX16

**PSHR**
HALOGEN SEARCH LIGHT IP56
 Electronic remote control type

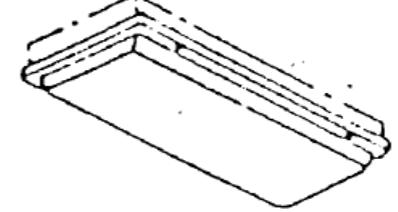
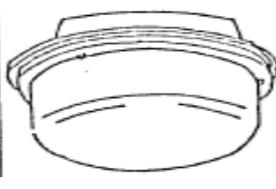
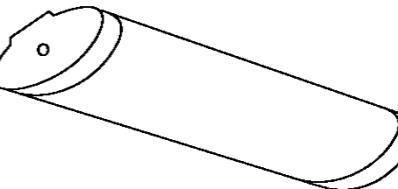
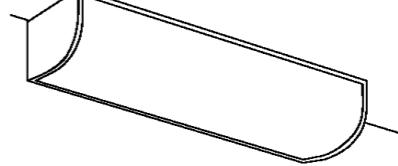
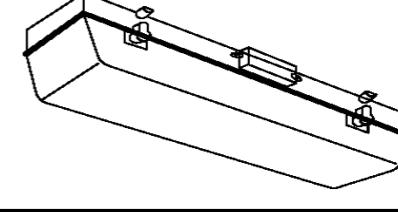
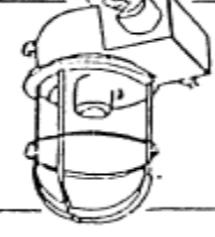
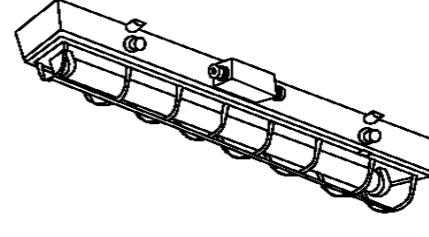
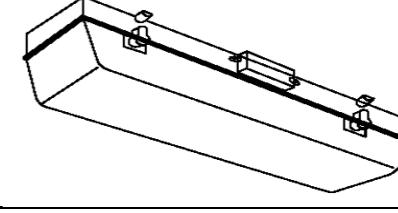
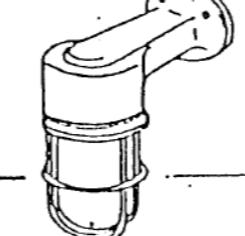
Bridge wing, Compass deck
 Body & cover : Stainless steel sheet Arm : sus or Steel chanal (zinc coating)
 Reflector : Glass parabolic mirror Mounting box : Stainless steel
 Front glass : Heat and impact resistant glass
 Cable entry : 1 cable gland (M24x1.5)

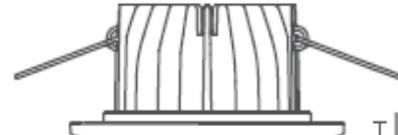
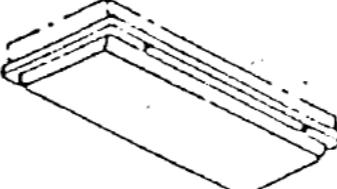
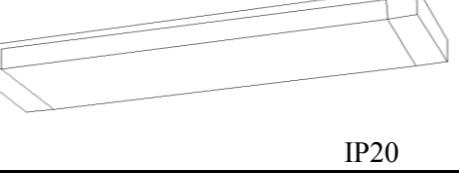
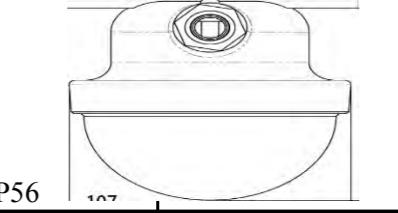
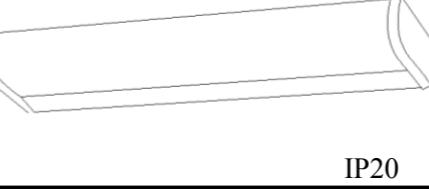
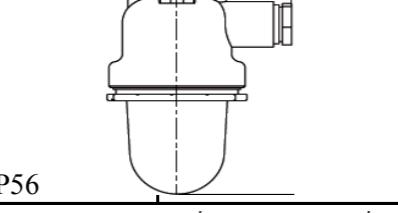
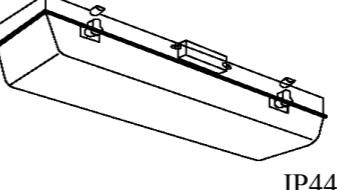
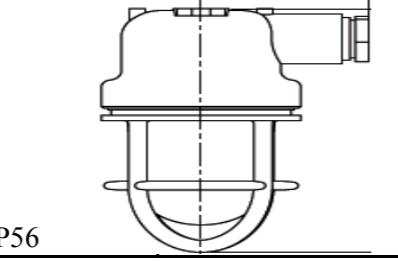
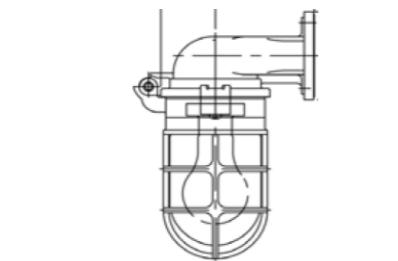
Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PSHR-1K	1000W	425	344	915	50.0	Lamp base :GX9.5
PSHR-2K	2000W	692	630	1545	155.0	Lamp base :GX16
PSHR-3K	3000W	692	630	1545	155.0	Lamp base :GX38

**PSHR-RC**
ROMOTE CONTROL PANEL IP20
 Flush type

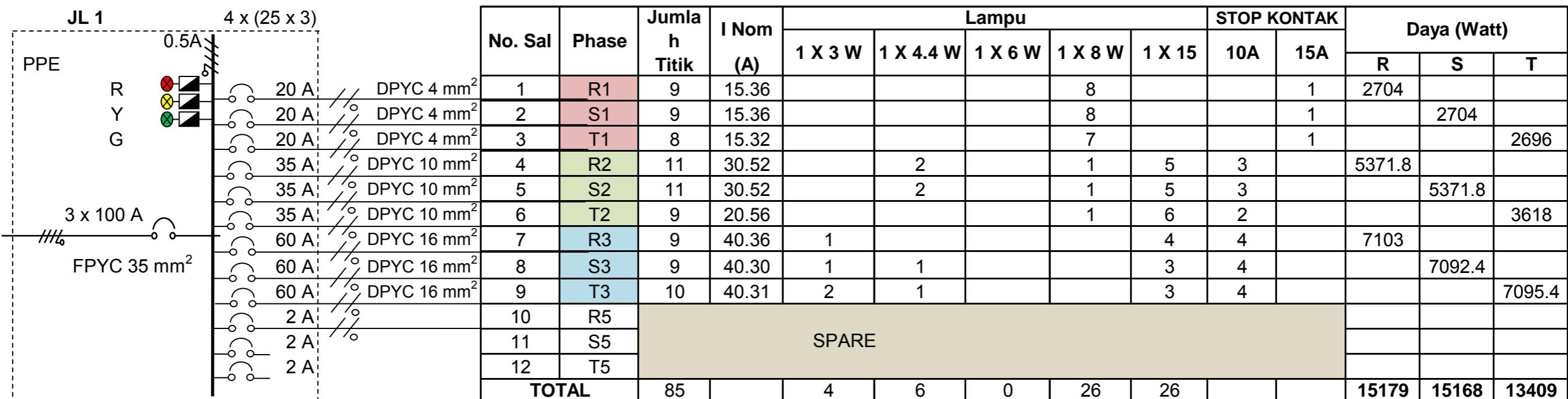
Wheel house
 Front plate : Aluminium (Purple blue screen prints)
 Cable entry : Coming hole
 Romete control Switch for lamp on-off, angle up-down, left-right

Model no.	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
PSHR-RC	220	130	50	0.8	

NO	Klasifikasi	Keterangan	IP Standart	Keterangan	Tipe IL	Daya	Tipe FL
1	- Kamar Perwira - Kamar Kapten	- Pasangan dengan KAP tenggelam - Kaca Pelindung Warna Suram	IP20	- Tidak Kedap air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm		Indeks 10B 20w x 2 Indeks 9B 20w x 1	
2	- Kamar Perwira - Kamar Crew	- Tipe pasangan dengan KAP menonjol - Kaca pelindung warna Suram	IP20	- Tidak Kedap air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm		Indeks 9 20w x 1	
3	- Tangga - Lorong	- Tipe pasangan dengan KAP menonjol - Tidak kedap air - Kaca pelindung warna terang	IP20	- Tidak Kedap air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm		Indeks 6 20w x 1	
4	- Kamar Mandi - Kamar Kecil - Kamar Pengering	- Tipe pasangan dengan KAP menonjol - Kedap air - Kaca pelindung warna suram	IP34	- Dilindungi terhadap benda padat ≥ 2.5 mm - Tahan terhadap percikan air		Indeks 4 15w x 1	
5	-Gudang -Engine Room	- Kedap air - Dengan pengaman - Kaca pelindung warna terang	IP55	- Kedap terhadap debu - Kedap terhadap pancaran air		Indeks 13 20w x 1 Indeks 14 20w x 2	
6	- Dapur	- Tipe pasangan dengan KAP tenggelam - Kedap bunga api - Kaca pelindung warna terang	IP44	- Dilindungi terhadap benda padat ≥ 1 mm - Tahan terhadap percikan air	Tidak ada	Indeks 4B 20w x 2	
7	- Gang Luar	- Tipe dipasang di dinding - Dengan pengaman - Kaca pelindung warna terang	IP56	- Kedap terhadap debu - Kedap thd pancaran air yang kuat			Tidak Ada

Tipe	Daya	Tipe LED Bulb	Keterangan	Tipe	Daya	Tipe LED TL	Keterangan
Omega eyeball	7 w	 IP20	- IP memenuhi standar - Tidak Kedap air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm	LEF-151N	15 W	 IP20	- IP memenuhi standar - Tidak Kedap Air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm
Captiva	3.4 w	 IP20	- IP memenuhi standar - Tidak Kedap air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm	LES-151N	15 W	 IP20	- IP memenuhi standar - Tidak Kedap Air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm
HEKA LED 131	7 w	 IP56	- IP lebih tinggi dari standar - Kedap terhadap debu - Kedap thd pancaran air yang kuat	LEP-151N	14.2 W	 IP20	- IP memenuhi standar - Tidak Kedap Air - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 12.5 mm
MINOR 568	4.4 W	 IP56	- IP lebih tinggi dari standar - Kedap terhadap debu - Kedap thd pancaran air yang kuat	LEM-06SS	6 W	 IP44	- IP lebih tinggi dari standar - Dilindungi terhadap benda padat ≥ 1 mm
LEKN-B	3/5/8 W	 IP56	- IP lebih tinggi dari standar - Kedap terhadap debu - Kedap thd pancaran air yang kuat	LES-151W-S	14.4 W	 IP56	- IP lebih tinggi dari standar - Kedap terhadap debu - Kedap terhadap debu - Kedap thd pancaran air yang kuat
		Tidak Ada		LEF-151S	14.4 W	 IP44	- Dilindungi terhadap benda padat ≥ 1 mm - Tahan terhadap percikan air
LEKH-P	3/5/8 W	 IP56	- Kedap terhadap debu - Kedap terhadap debu - Kedap thd pancaran air yang kuat			Tidak Ada	

Wiring Diagram Lampu LED



* Menentukan kabel pengaman

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{3 \times V \times \cos \varphi}$$

$$= \frac{43756.4}{(3 \times 220 \times 0.8)}$$

$$= 82.87 \text{ A}$$

* Menentukan ukuran Busbar

$$P_{\text{total}} = \text{Total Daya} = 4 \times I_{\text{nom}}$$

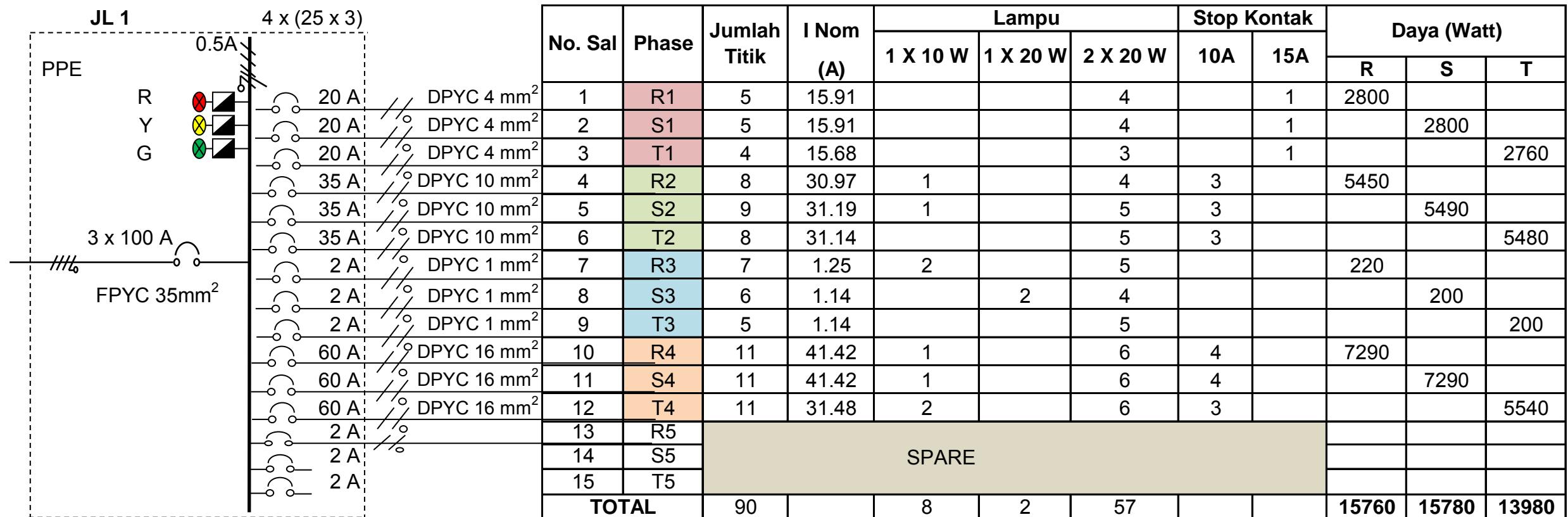
$$P_{\text{total}} = \text{### Watt} = 331 \text{ Ampere}$$

$$V = 220 \text{ volt}$$

$$\cos \theta = 0.8$$

* menggunakan busbar ukuran 25 x 3 dengan nilai ampere terdekat 355 A

Wiring Diagram Lampu Fluorescent



* Menentukan kabel pengaman

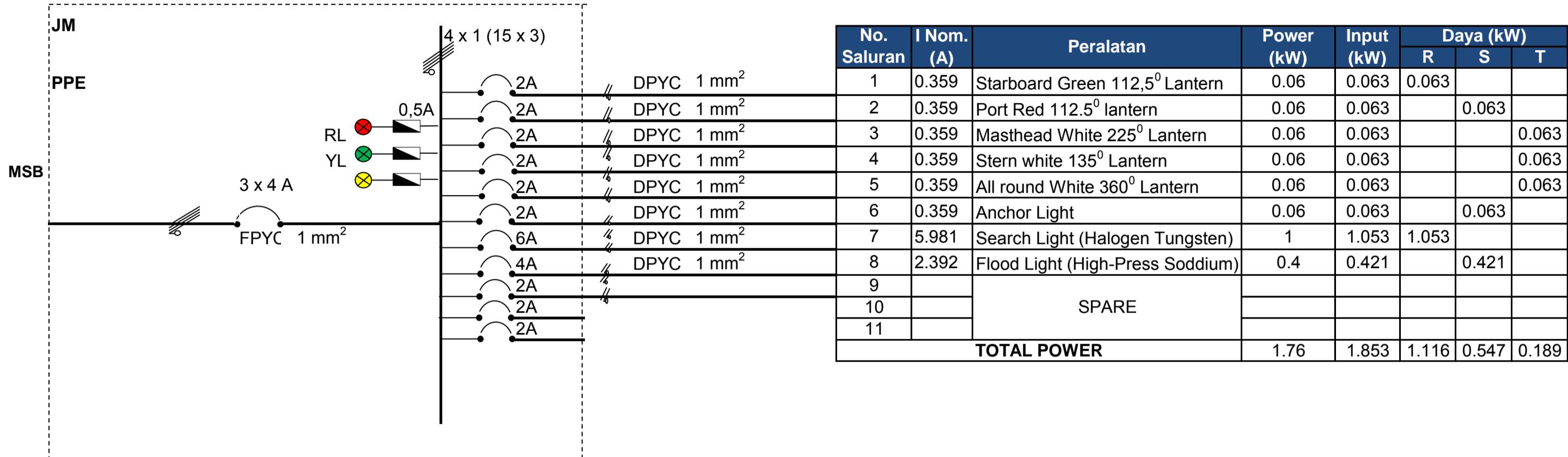
$$\begin{aligned}
 I_{\text{nominal}} &= \frac{P}{3 \times V \times \cos \varphi} \\
 &= \frac{45520}{(3 \times 220 \times 0,8)} \\
 &= 86.21 \text{ A}
 \end{aligned}$$

* Menentukan ukuran Busbar

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= \text{Total Daya R S T} \quad I_{\text{busbar}} = 4 \times I_{\text{nom}} \\
 P_{\text{total}} &= 45520 \text{ Watt} \quad = 344.8 \text{ Ampere} \\
 V &= 220 \text{ volt} \\
 \cos \theta &= 0.8
 \end{aligned}$$

* menggunakan busbar ukuran 25 x 3 dengan nilai ampere terdekat 355 A

Junction Monitoring Navigasi



Menentukan kabel pengaman

$$\begin{aligned}
 - I_{ps} &= \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \\
 &= \frac{1853}{\sqrt{3} \times 380 \text{ volt} \times 0.8} \\
 &= 3.518 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menentukan ukuran busbar

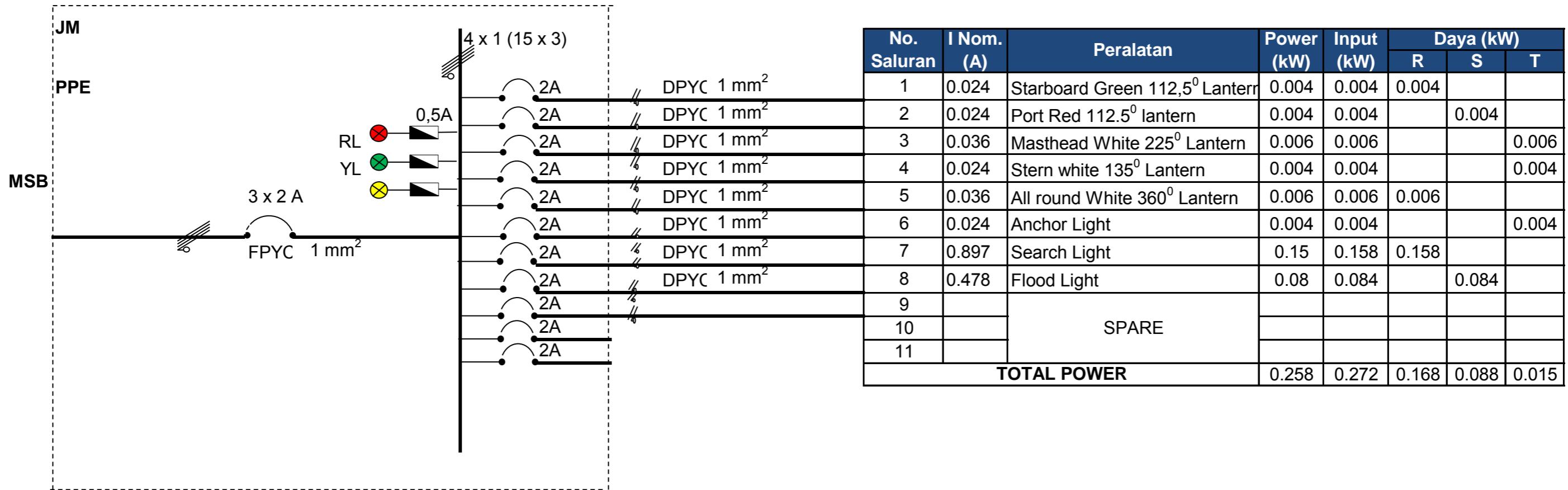
$$\begin{aligned}
 I_{sc} &= 4 \times I_{total} \\
 &= 15.509 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}
 P &= P_{total} \\
 &= 1.853 \text{ kW} \\
 &= 1853 \text{ W} \\
 V &= 380 \text{ volt} \\
 \cos\phi &= 0.8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - I_{total} &= I_{ps} + I_{start \text{ terbesar}} \\
 &= 3.877 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Junction Monitoring Navigasi LED



Menentukan kabel pengaman

$$\begin{aligned}
 - I_{ps} &= \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \\
 &= \frac{272}{\sqrt{3} \times 380 \text{ volt} \times 0.8} \\
 &= 0.516 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menentukan ukuran busbar

$$\begin{aligned}
 I_{sc} &= 4 \times I_{total} \\
 &= 2.159 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}
 P &= P_{total} \\
 &= 0.272 \text{ kW} \\
 V &= 380 \text{ volt} \\
 \cos\phi &= 0.8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - I_{total} &= I_{ps} + I_{start \text{ terbesar}} \\
 &= 0.540 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Jadwal Penggantian Lampu FL

1 year : 365 day: 8760 hours

- Estimasi Penggunaan Lampu Ruang Akomodasi

1 Hari = 15 jam

1 Tahun = 15 x 365 hari

= 5475 hours

- Estimasi Penggunaan Lampu di Kamar Mesin

1 Hari = 24 jam

1 Tahun = 24 x 365 hari

= 8760 hours

Diestimasikan dalam perhitungan lama waktu untuk pergantian lampu adalah 15 tahun.

NO.	Room	Tipe Lampu	Jumlah Lampu	Daya (watt)	Lamp Lifetime (h)	Hours/day in 1 year	Time to replace (year)	Fix time to replace (year)						
									1	2	3	4	5	6
Engine Room and Steering Gear Room														
1	Steering Gear Room	14	1	40	10000	8760	1.1415525	1	1	1	1	1	1	
2	Engine Room	14	10	400	10000	8760	1.1415525	1	10	10	10	10	10	
Main Deck and Lower Deck														
1	CO2 Room	14	1	40	10000	8760	1.1415525	1	1	1	1	1	1	
2	Cabin 110 Passanger	10B	13	520	10000	5475	1.8264840	1.5	13	13	-	13	13	
3	Lower Deck ELE+	10B	14	560	10000	5475	1.8264840	1.5	14	14	-	14	14	
4	Crew	9	2	40	10000	5475	1.8264840	1.5	2	2	-	2	2	
5	Toilet 1	4	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
6	Toilet 2	4	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
7	Toilet 3	4	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
8	Toilet 4	4	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
Upper Deck														
1	Cabin 65 Passanger	10B	7	280	10000	5475	1.8264840	1.5	7	7	-	7	7	
2	Cabin 42 Passanger	10B	8	320	10000	5475	1.8264840	1.5	8	8	-	8	8	
3	Toilet 1	4	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
4	Toilet 2	4	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
5	Canteen	4B	1	40	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
6	Navigation	10B	2	80	10000	5475	1.8264840	1.5	2	2	-	2	2	
7	Gangway	4	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	
8	Stairway	6	1	10	10000	5475	1.8264840	1.5	1	1	-	1	1	

Tahun ke-													
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	13	-	13	13	-	13	13	-	13	13	-	13	13
14	14	-	14	14	-	14	14	-	14	14	-	14	14
2	2	-	2	2	-	2	2	-	2	2	-	2	2
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
7	7	-	7	7	-	7	7	-	7	7	-	7	7
8	8	-	8	8	-	8	8	-	8	8	-	8	8
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
2	2	-	2	2	-	2	2	-	2	2	-	2	2
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1

Jadwal Penggantian Lampu LED

1 year : 365 days : 8760 hours

- Estimasi Penggunaan Lampu Ruang Akomodasi

1 Hari = 15 jam

1 Tahun = 15 x 365 hari

= 5475 hours

- Estimasi Penggunaan Lampu di Kamar Mesin

1 Hari = 24 jam

1 Tahun = 24 x 365 hari

= 8760 hours

Diestimasikan dalam perhitungan lama waktu untuk pergantian lampu adalah 20 tahun.

NO.	Room	Tipe Lampu	Jumlah Lampu	Daya (watt)	Lifetime @Lamp	Hours/day (1 year)	Time to replace (year)	Fix time to replace (year)				
									1	2	3	4
Engine Room and Steering Gear Room												
1	Steering Gear Room	LEKN-08WU-B	2	16	25000	8760	2.8538813	2.5	2	-	2	-
2	Engine Room	LEKN-08WU-B	21	168	25000	8760	2.8538813	2.5	21	-	21	-
Main Deck and Lower Deck												
1	CO2 Room	LEKN-08WU-B	3	24	25000	8760	2.8538813	2.5	3	-	3	-
2	Cabin 110 Passanger	LEF-151N	7	105	50000	5475	9.1324201	9	7	-	-	-
3	Lower Deck ELE+	LEF-151N	8	120	50000	5475	9.1324201	9	8	-	-	-
4	Crew	LES-151N	1	15	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
5	Toilet 1	MINOR 568	1	4.4	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
6	Toilet 2	MINOR 568	1	4.4	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
7	Toilet 3	MINOR 568	1	4.4	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
8	Toilet 4	MINOR 568	1	4.4	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
Upper Deck												
1	Cabin 65 Passanger	LEF-151N	4	60	50000	5475	9.1324201	9	4	-	-	-
2	Cabin 42 Passanger	LEF-151N	4	60	50000	5475	9.1324201	9	4	-	-	-
3	Toilet 1	MINOR 568	1	4.4	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
4	Toilet 2	MINOR 568	1	4.4	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
5	Canteen	LEF-151S	1	15	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
6	Navigation	LEF-151N	1	15	50000	5475	9.1324201	9	1	-	-	-
7	Gangway	LEKH-03WG-P	1	3	25000	5475	4.5662100	4.5	1	-	-	-
8	Stairway	LEKH-03WG-P	3	9	25000	5475	4.5662100	4.5	3	-	-	-

Tahun ke-															
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-
-	21	-	21	-	-	21	-	21	-	-	21	-	21	-	-
<hr/>															
-	3	-	3	-	-	3	-	3		-	3	-	3	-	-
-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<hr/>															
-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
3	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-

BIAYA PENGGANTIAN LAMPU FL SELAMA 20 TAHUN

NO.	Room	Tipe Lampu	Watt Lampu	Jumlah Lampu	Daya (watt)	Fix time to replace (year)	Harga Satuan (Rp)				
								1	2	3	4
Engine Room and Steering Gear Room											
1	Steering Gear Room	14	2 x 20 W	1	40	1	Rp 62,937.50	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00
2	Engine Room	14	2 x 20 W	10	400	1	Rp 62,937.50	Rp 1,258,750.00	Rp 1,258,750.00	Rp 1,258,750.00	Rp 1,258,750.00
Main Deck and Lower Deck											
1	CO2 Room	14	2 x 20 W	1	40	1	Rp 62,937.50	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00
2	Cabin 110 Passanger	10B	2 x 20 W	13	520	1.5	Rp 62,937.50	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00	-	Rp 1,636,375.00
3	Lower Deck ELE+	10B	2 x 20 W	14	560	1.5	Rp 62,937.50	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00	-	Rp 1,762,250.00
4	Crew	9	1 x 20 W	2	40	1.5	Rp 62,937.50	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00
5	Toilet 1	4	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
6	Toilet 2	4	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
7	Toilet 3	4	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
8	Toilet 4	4	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
Upper Deck											
1	Cabin 65 Passanger	10B	2 x 20 W	7	280	1.5	Rp 62,937.50	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00	-	Rp 881,125.00
2	Cabin 42 Passanger	10B	2 x 20 W	8	320	1.5	Rp 62,937.50	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00	-	Rp 1,007,000.00
3	Toilet 1	4	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
4	Toilet 2	4	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
5	Canteen	4B	2 x 20 W	1	40	1.5	Rp 62,937.50	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00
6	Navigation	10B	2 x 20 W	2	80	1.5	Rp 62,937.50	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00	-	Rp 251,750.00
7	Gangway	4	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
8	Stairway	6	1 x 10 W	1	10	1.5	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00
Total			67	2400			Rp 7,671,750.00	Rp 7,671,750.00	Rp 1,510,500.00	Rp 7,671,750.00	

- Total Biaya Replacement selama 20 Tahun = Rp 116,467,500.00

- Kenaikan Biaya Setiap Tahunnya

Capital Cost	Rp 109,639,457.00	Rp 117,311,207.00	Rp 118,821,707.00	Rp 126,493,457.00
--------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Tahun ke-											
5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Rp 125,875.00											
Rp 1,258,750.00											
Rp 125,875.00											
Rp 1,636,375.00	-	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00	-	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00	-	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00
Rp 1,762,250.00	-	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00	-	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00	-	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00
Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 881,125.00	-	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00	-	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00	-	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00
Rp 1,007,000.00	-	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00	-	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00	-	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00
Rp 251,750.00	-	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00	-	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00	-	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 7,671,750.00	Rp 1,510,500.00	Rp 7,671,750.00	Rp 7,671,750.00	Rp 1,510,500.00	Rp 7,671,750.00	Rp 7,671,750.00	Rp 1,510,500.00	Rp 7,671,750.00	Rp 7,671,750.00	Rp 1,510,500.00	Rp 7,671,750.00

Rp 134,165,207.00 Rp 135,675,707.00 Rp 143,347,457.00 Rp 151,019,207.00 Rp 152,529,707.00 Rp 160,201,457.00 Rp 167,873,207.00 Rp 169,383,707.00 Rp 177,055,457.00

14	15	16	17	18	19	20
Rp 125,875.00						
Rp 1,258,750.00						
Rp 125,875.00						
Rp 1,636,375.00	-	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00	-	Rp 1,636,375.00	Rp 1,636,375.00
Rp 1,762,250.00	-	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00	-	Rp 1,762,250.00	Rp 1,762,250.00
Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 881,125.00	-	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00	-	Rp 881,125.00	Rp 881,125.00
Rp 1,007,000.00	-	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00	-	Rp 1,007,000.00	Rp 1,007,000.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00	-	Rp 125,875.00	Rp 125,875.00
Rp 251,750.00	-	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00	-	Rp 251,750.00	Rp 251,750.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00	-	Rp 46,375.00	Rp 46,375.00
Rp 7,671,750.00	Rp 1,510,500.00	Rp 7,671,750.00	Rp 7,671,750.00	Rp 1,510,500.00	Rp 7,671,750.00	Rp 7,671,750.00

Rp 184,727,207.00 Rp 186,237,707.00 Rp 193,909,457.00 Rp 201,581,207.00 Rp 203,091,707.00 Rp 210,763,457.00 Rp 218,435,207.00

BIAYA PENGGANTIAN LAMPU LED SELAMA 20 TAHUN

NO.	Room	Tipe Lampu	Watt Lampu	Jumlah Lampu	Daya (watt)	Fix time to replace (year)	Harga Satuan (Rp)	1
Engine Room and Steering Gear Room								
1	Steering Gear Room	LEKN-08WU-B	1 x 8 W	2	16	2.5	Rp 105,867.50	Rp 211,735.00
2	Engine Room	LEKN-08WU-B	1 x 8 W	21	168	2.5	Rp 105,867.50	Rp 2,223,217.50
Main Deck and Lower Deck								
1	CO2 Room	LEKN-08WU-B	1 x 8 W	3	24	2.5	Rp 105,867.50	Rp 317,602.50
2	Cabin 110 Passanger	LEF-151N	1 x 15 W	7	105	9	Rp 224,000.00	Rp 1,568,000.00
3	Lower Deck ELE+	LEF-151N	1 x 15 W	8	120	9	Rp 224,000.00	Rp 1,792,000.00
4	Crew	LES-151N	1 x 15 W	1	15	9	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00
5	Toilet 1	MINOR 568	1 x 4.4 W	1	4.4	9	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00
6	Toilet 2	MINOR 568	1 x 4.4 W	1	4.4	9	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00
7	Toilet 3	MINOR 568	1 x 4.4 W	1	4.4	9	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00
8	Toilet 4	MINOR 568	1 x 4.4 W	1	4.4	9	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00
Upper Deck								
1	Cabin 65 Passanger	LEF-151N	1 x 15 W	4	60	9	Rp 224,000.00	Rp 896,000.00
2	Cabin 42 Passanger	LEF-151N	1 x 15 W	4	60	9	Rp 224,000.00	Rp 896,000.00
3	Toilet 1	MINOR 568	1 x 4.4 W	1	4.4	9	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00
4	Toilet 2	MINOR 568	1 x 4.4 W	1	4.4	9	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00
5	Canteen	LEF-151S	1 x 15 W	1	15	9	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00
6	Navigation	LEF-151N	1 x 15 W	1	15	9	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00
7	Gangway	LEKH-03WG-P	1 x 3 W	1	3	4.5	Rp 32,000.00	Rp 32,000.00
8	Stairway	LEKH-03WG-P	1 x 3 W	3	9	4.5	Rp 32,000.00	Rp 96,000.00

Jumlah 62 636.4 Rp 9,102,055.00

- Total Biaya Replacement selama 20 Tahun Rp 39,419,343.00

- Kenaikan Biaya Setiap Tahunnya
Capital Cost Rp 119,096,135.00

Tahun ke-									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
-	Rp 211,735.00	-	-	Rp 211,735.00	-	Rp 211,735.00	-	-	
-	Rp 2,223,217.50	-	-	Rp 2,223,217.50	-	Rp 2,223,217.50	-	-	
-	Rp 317,602.50	-	-	Rp 3.00	-	Rp 3.00	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	Rp 1,568,000.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	Rp 1,792,000.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	Rp 224,000.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	
-	-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	
Rp -	Rp 2,752,555.00	Rp -	Rp 128,000.00	Rp 2,434,955.50	Rp -	Rp 2,434,955.50	Rp -	Rp 6,349,500.00	

Rp 119,096,135.00 Rp 121,848,690.00 Rp 121,848,690.00 Rp 121,976,690.00 Rp 124,411,645.50 Rp 124,411,645.50 Rp 126,846,601.00 Rp 126,846,601.00 Rp 133,196,101.00

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rp 211,735.00	-	Rp 211,735.00	-	-	Rp 211,735.00	-	Rp 211,735.00	-	-
Rp 2,223,217.50	-	Rp 2,223,217.50	-	-	Rp 2,223,217.50	-	Rp 2,223,217.50	-	-
Rp 3.00	-	Rp 3.00		-	Rp 3.00	-	Rp 3.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 1,568,000.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 1,792,000.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 224,000.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 896,000.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 896,000.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Rp 66,250.00	-	-
-	-	-	-	Rp 32,000.00	-	-	Rp 224,000.00	-	-
-	-	-	-	Rp 96,000.00	-	-	Rp 224,000.00	-	-
Rp 2,434,955.50	Rp -	Rp 2,434,955.50	Rp 128,000.00	Rp -	Rp 2,434,955.50	Rp -	Rp 8,784,455.50	Rp -	Rp -

Rp 135,631,056.50 Rp 135,631,056.50 Rp 138,066,012.00 Rp 138,194,012.00 Rp 138,194,012.00 Rp 140,628,967.50 Rp 140,628,967.50 Rp 149,413,423.00 Rp 149,413,423.00 Rp 149,413,423.00

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. www.karsonofisika.blogspot.com. Diakses tanggal 24 Januari 2015.
- Anonim. 2015. *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia* – www.energyefficiencyasia.org. Diakses tanggal 30 Januari 2015.
- Anonim. 2015. *Dose Power for Ships* - www.karl-dose.com. Diakses 01 April 2015.
- Biro Kalsifikasi Indonesia (2014)
- Cizek, Christopher. 2009. “Shipboard LED Lighting: A Business Case Analysis”. Naval Postgraduate School, Monterey, CA.
- Nurwidyaningrum Dyah. 2010. Karakteristik Pencahayaan.
- Feri Diana, Anita Hidayati. 2014. “Analisa Perhitungan Kebutuhan Penerangan Pada Bangunan Rig Raisis (Offshore) Berdasarkan Class ABS dan BKI Berbasis Visual Basic”.
- Horgan Michael S., Dwan Daniel J. 2014. The Feasibility of LED Lighting for Commercial Use.
- Jimy Harto Saputro, Tejo Sukmadi, and Karnoto. “Analisa Penggunaan Lampu LED Pada Penerangan Dalam Rumah”.
- Kaufman, J.E. and Christensen, J.F. (ed) .1984. *IES Lighting Handbook: Reference Volume*, IESNA, USA.
- Roger Buelow1, Keith Kazenski, Greg Flies. “Light Emitting Diode Technology: Lowering Build and Maintenance Costs”.
- Sarwito, Sardono.1995. “Perancangan Instalasi Listrik Kapal.pp 7-53”.

RIWAYAT PENULIS



Murjaningsih lahir di kota Klaten pada tanggal 19 Oktober 1993 dari orang tua bernama Sumadi dan Asiyah. Merupakan anak bungsu dari 7 bersaudara. Menempuh pendidikan di SDN Bendungan Cawas pada tahun 1999 dan melanjutkan ke jenjang selanjutnya di SMP N 1 Cawas pada tahun 2005 serta SMA N 1 Cawas Klaten pada tahun 2008 dengan mengambil program kelas IPA Unggulan selama 3 tahun. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2011 melalui jalur undangan Bidik Misi . Selama masa studinya, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi mahasiswa intra kampus di tingkat jurusan yakni Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan (HIMASISKAL) pada tahun ke-2 menjalani amanah menjadi Sekretaris Departemen Kesejahteraan Mahasiswa dan pada tahun ke-3 sebagai Sekretaris Kabinet Merah Maroon, serta aktif dalam kegiatan luar jurusan seperti seminar dan pelatihan non ITS. Penulis juga mengikuti kegiatan UKM tingkat Institut cabang olahraga futsal putri pada tahun 2011 dan 2012. Selain itu, penulis masih aktif dalam karang taruna daerah tempat tinggal dan mengikuti kegiatan sosial.