

Analisa Tekno Ekonomis Penerapan Light Emitting Diode (LED) pada Sistem Penerangan di Kapal Penangkap Ikan

Chyntia Indrawati Martono¹, Sardono Sarwito², dan Indra R. Kusuma³

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: sarsan@its.ac.id

Abstrak---Penerapan sistem penerangan di kapal penangkap ikan menggunakan lampu Light Emitting Diode (LED) belum dilakukan di semua lampu yang digunakan di kapal ini. Lampu LED memiliki daya lebih rendah dibandingkan lampu fluorescent (FL) pada lumens yang sama. Selain berfungsi sebagai penerangan, lampu LED di kapal penangkap ikan, juga dimanfaatkan sebagai lampu pemikat ikan yang dapat meningkatkan hasil tangkapan ikan. Penerapan sistem penerangan dengan LED ini belum ada yang mewajibkan dan mengatur regulasi penerapannya di Indonesia. Padahal jika ditinjau dari segi ekonomis lampu LED jauh lebih hemat dari pada lampu FL jika digunakan secara berkelanjutan. 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 penangkap ikan. Hal ini meliputi kebutuhan daya yang harus disuplai, besarnya biaya modal dan biaya maintenance serta biaya konsumsi bahan bakar pada generator untuk mensuplai listrik di kapal. Sebagai hasil yang diperoleh bahwa penerapan sistem penerangan dengan lampu LED menjadi lebih efektif karena kebutuhan daya yang dibutuhkan untuk sistem penerangan jauh lebih rendah yaitu 0,29 kali dari lampu FL, memiliki nilai maintenance lebih ekonomis dan biaya konsumsi bahan bakar yang lebih murah dibandingkan sistem penerangan dengan lampu FL. Namun dari biaya investasi awal lampu LED lebih besar dari lampu FL.

Kata Kunci : Sistem penerangan di kapal ikan, LED, Fluorescent

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia perkapalan, minyak sangat dibutuhkan untuk bahan bakar main engine maupun auxiliary engine. Sedangkan bidang sistem penerangan yang diterapkan di kapal-kapal Indonesia saat ini masih dapat dikatakan belum berkembang, hal ini terkait dengan penggunaan lampu Fluorescent Lamp (FL) dan lampu halogen yang selalu digunakan dalam merencanakan sebuah kapal penangkap ikan. Sedangkan saat ini telah ada lampu LED yang terbukti lebih hemat dari segi kebutuhan daya yang akan dikeluarkan dalam merencanakan sebuah kapal.

Oleh karena itu, dibutuhkan analisa lebih lanjut terkait sistem penerangan terbaru di kapal terkait penggunaan lampu LED dengan menggunakan *sample* Baik dari segi kebutuhan daya sistem penerangan yang telah ada untuk dibandingkan dengan kebutuhan daya dengan penggunaan lampu LED. Dengan begitu akan diketahui jenis seberapa besar penghematan daya

jika dilakukan penggantian lampu menjadi lampu LED yang akan lebih efisien dalam hal penghematan energi dan minimalis pada biaya. Penerapan Sistem penerangan di kapal ikan dengan lampu LED belum dianalisa di kapal penangkap ikan. Sampai saat ini penggunaan lampu LED masih belum diwajibkan oleh peraturan *Class* sehingga belum banyak kapal yang mengaplikasikannya. Padahal penggunaan lampu LED dapat menghemat energi jika ditinjau dari banyaknya penggunaan lampu LED di darat. Namun belum ada software yang dapat menghitung efisiensi dari penggunaan lampu LED di kapal penangkap ikan.

A. Pencahayaan Buatan.

Pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya yang alami atau sinar matahari adalah pencahayaan buatan. Pencahayaan buatan digunakan saat suatu bangunan atau ruangan tidak dapat dijangkau oleh cahaya alami.

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

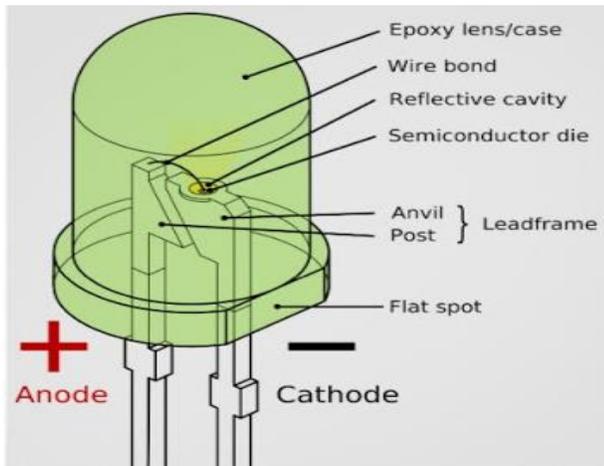
B. Light Emitting Diode (LED)

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-biru-hijau atau lampu LED biru berlapis fosfor. Lampu LED bertahan dari 40.000 hingga 100.000 jam tergantung pada warna.

Walaupun masih dalam masa perkembangan, teknologi lampu LED sangat cepat mengalami kemajuan dan dapat menjadi lampu penangkap ikan yang lebih efisien.

C. Prinsip Kerja Lampu LED

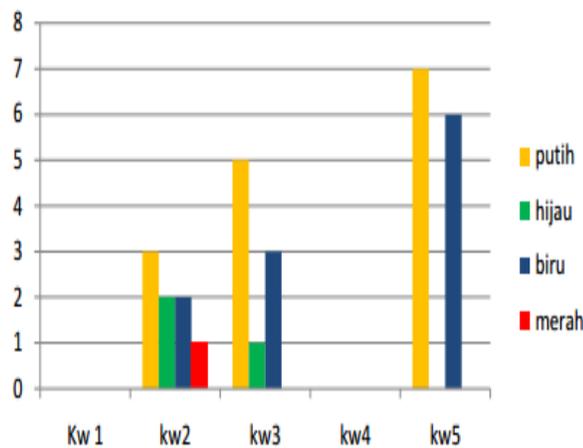
LED adalah salah satu jenis dioda yang memiliki 2 kutub yaitu anoda dan katoda. Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda menuju katoda. Karena Pemasangan kutub LED tidak boleh terbalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala.



Gambar 1 Cara kerja LED (sumber : caratekno.com)

LED (light emitting diode) merupakan bagian dari diode yang berbahan semikonduktor. Konduktor positif (P) dan konduktor negatif (N) sebagai penghantar aliran listrik sama halnya seperti diode biasa, tetapi LED dapat menancarkan cahaya ketika dialiri arus dan tegangan pada penampang semikonduktor dari Anoda ke Katoda, seperti gambar di atas sebab proses itulah diode disebut merubah energi listrik ke energi cahaya.

D. Pengaruh Perbedaan Warna Cahaya Lampu terhadap Hasil Tangkapan Ikan.



Gambar 2. Pergerakan ikan mendekati sumber cahaya berdasarkan warna cahaya lampu (sumber: Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap 2 (edisi khusus): 39-43, Januari 2015)

Pengaruh warna lampu pada kegiatan *light fishing* menunjukkan warna cahaya lampu yang hasil tangkapannya paling baik di perairan Sungsang Sumatera Selatan dengan menggunakan cahaya lampu putih, kuning, dan biru pada beberapa jenis tangkapan, seperti teri, cumi-cumi, sotong, udang pepe, ikan permato, japuh, petek, belanak, julung-julung, dan ikan layur. Nicol (1963) dalam (Sudirman dan Mallawa, 2004) menyatakan bahwa mayoritas mata ikan laut sangat tinggi sensitifitasnya terhadap cahaya.

E. Perhitungan Lampu Penerangan Ruang Akomodasi dan Lampu Pemikat ikan di Kapal Penangkap Ikan

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

- Dimensi Ruangan
- Index Ruangan (K)
- Tipe lampu (Jenis Armature)
- Faktor Refleksi (Warna Ruangan)
- Iluminasi Cahaya (E)
- Faktor maintenance/diversitas (d)
- Ilumination rate
- Efisiensi armature
- Flux cahaya (Φ)
- Flux cahaya lampu (Lumen)

F. Penggunaan Lampu LED Sorot dan Lampu LED Celup Dalam Air untuk Memikat Ikan.

Lampu LED sorot dan celup dapat digunakan sebagai lampu pemikat ikan pada alat tangkap bagan tancap. Pada awalnya sumber cahaya yang digunakan dalam upaya penangkapan ikan adalah obor, namun seiring perkembangan ilmu dan teknologi mulailah digunakan lampu minyak/*kerosene*, lampu karbit dan perkembangan terakhir dengan penggunaan lampu listrik. Lampu listrik berkembang begitu pesat banyak armada-armada perikanan yang menggunakan lampu sampai ribuan bahkan puluhan ribu watt. Tetapi masalah yang terjadi adalah apakah penggunaan lampu yang begitu banyak jumlahnya dan begitu besar dayanya sudah efektif, padahal biaya yang dikeluarkan untuk penggunaannya tidaklah sedikit. Dari hasil penelitian sebelumnya dinyatakan bahwa besarnya nilai iluminasi (*lux*) suatu sumber cahaya akan menurun dengan meningkatnya jarak dari sumber cahaya tersebut, dan nilainya akan berkurang apabila cahaya tersebut masuk ke dalam air karena mengalami pemudaran (Ben Yami, 1976)

Para peneliti mulai mengembangkan lampu bawah air untuk mengurangi besar penurunan nilai iluminasi yang disebabkan oleh pemudaran akibat perbedaan media rambat cahaya dan mengurangi pemborosan energi untuk penggunaan lampu sebagai alat bantu penangkapan. Pengembangan tersebut melalui penggunaan langsung lampu bawah air sehingga tidak terjadi lagi suatu pembiasan maupun pembelokan cahaya. Kondisi ini diharapkan penggunaan besar sumber cahaya akan lebih efektif dan efisien. Teknologi *lacuba* sudah diketahui penggunaannya, yaitu sejak tahun 1990-an.(Yulianto, 2014)

G. Penggunaan Jenis Lampu dan Warna Cahaya Lampu Berdasarkan Waktu Penangkapan.

Lampu pemikat ikan digunakan menurut jenis lampu apakah sorot atau celup dan juga warna cahaya kesukaan ikan target hasil tangkapan berdasarkan waktu penangkapan. Jadi tidak semua jenis lampu dan semua warna lampu digunakan secara bersamaan. Berikut ini adalah waktu penangkapan ikan dan jenis lampu serta warna cahaya lampu yang digunakan dalam meningkatkan ikan hasil tangkapan:

- Ikan kembang menyukai cahaya lampu warna putih bisa menggunakan lampu sorot maupun lampu pada musim timur
- Ikan Layang cahaya lampu warna biru Maret/April (musim Barat) dan Agustus/September (musim Timur)
- Ikan Pelagis Kecil pada bulan April-November.
- Sedangkan ikan tembang, selar, japuh menyukai cahaya lampu warna biru
- Ikan Sardin menyukai cahaya lampu LED warna Putih

Musim ikan pelagis di perairan Indonesia umumnya berlangsung pada akhir musim Timur dan awal musim Barat (sekitar bulan Agustus sampai November. Adapun untuk penangkapan ikan non target (permat, japuh dan petek) lebih efektif menggunakan lampu warna biru. (Solihin, 2015)

H. Penggunaan Jenis Lampu dan Warna Cahaya Lampu Berdasarkan Waktu Penangkapan.

a. Dimensi Ruangan

$$A = p \times l \tag{1}$$

Dimana,

A : luasan ruangan (m²)

P : panjang ruangan (m)

L : lebar ruangan (m)

b. Indeks Ruangan

$$K = \frac{p \times l}{h \times (p + l)} \tag{2}$$

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

c. 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.

d. Faktor Refleksi

Merupakan factor nilai karena adanya pewarnaan pada dinding, atap dan lantai pada kapal. digunakan factor refleksi pada 75, 50, dan 10

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. Kebutuhan intensitas caghaya tiap ruangan berbeda.

f. Iluminasi Cahaya (E)

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

Eff interpolasi

$$= \frac{\text{eff1} + ((\text{indeks ruang} - K1) \times (\text{Eff2} - \text{Eff1}))}{(K2 - K1)} \tag{3}$$

h. Efisiensi armature

$$\text{Eff armature} (\eta) = d \times \text{eff (interpolation)} \tag{4}$$

i. Flux cahaya (Φ)

$$\Phi = \frac{(E \times A)}{\text{eff armature}} \tag{5}$$

Dimana

E : Iluminasi (Lux)

A : Luasan ruangan

j. Flux cahaya lampu (Lumen)

$$\text{Lumen} = \frac{\text{lm}}{\text{watt}} \times P \times n \dots \tag{6}$$

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

P : daya lampu (watt)

n : jumlah lampu dalam 1 armature

k. Jumlah lampu yang dibutuhkan

$$n = \frac{\text{Flux} (\Phi)}{\text{Lumen}} \tag{7}$$

I. Perhitungan Capital Cost dan Maintenance Cost Sistem Penerangan pada semua lampu yang digunakan pada Kapal Penangkap Ikan.

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

a. Menentukan 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.

❖ Menentukan lampu pada kapal penangkap ikan dan harga setiap jenis lampu dengan jumlah kebutuhan lampu dari masing-masing jenis total kebutuhan lampu di seluruh kapal.

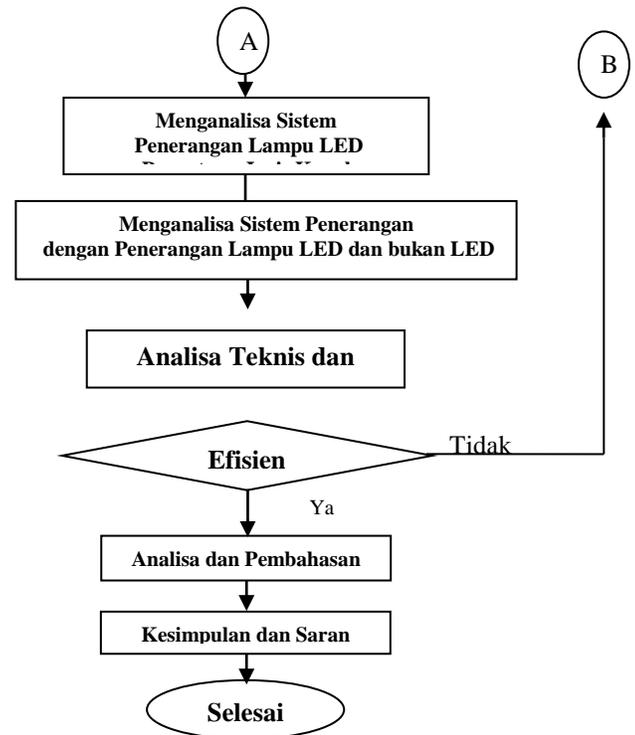
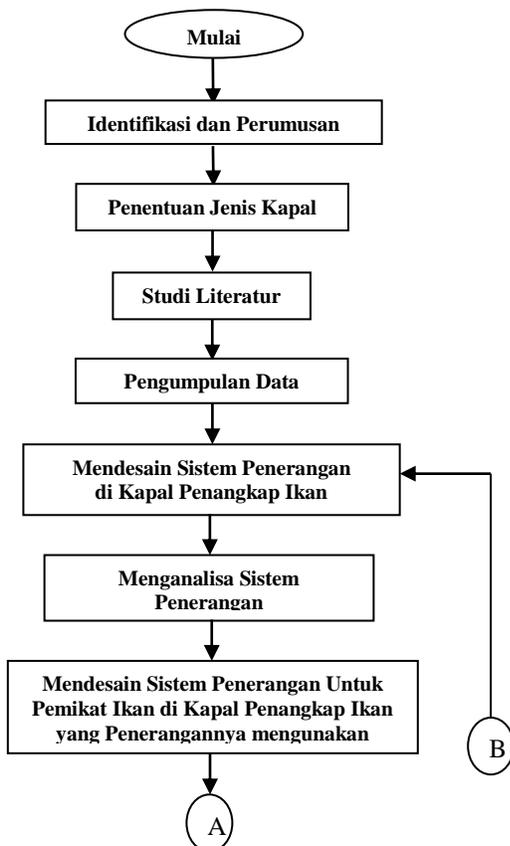
❖ Menjumlahkan biaya dari keseluruhan lampu yang telah didapatkan.

- b. Menentukan Biaya Maintenance Penerangan
Menentukan jumlah waktu operasional dari masing-masing jenis lampu di setiap ruangnya

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Umum

Metodologi tugas akhir merupakan urutan sistematis tahapan pengerjaan tugas akhir yang dilakukan sejak dimulainya pengerjaan 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 ulang sistem penerangan dan lampu pemikat ikan dengan lampu LED di gunakan di Kapal Penangkap Ikan, menganalisa sistem penerangan lampu LED, mendesain sistem penerangan di kapal penangkap ikan yang menggunakan penerangan lampu LED, menganalisa dengan penerangan lampu LED, analisa teknis dan ekonomis, membandingkan dengan sistem penerangan dengan penerapan sistem penerangan lampu LED dengan lampu FL dan lampu halogen, analisa pembahasan, evaluasi, dan diakhiri kesimpulan dan saran

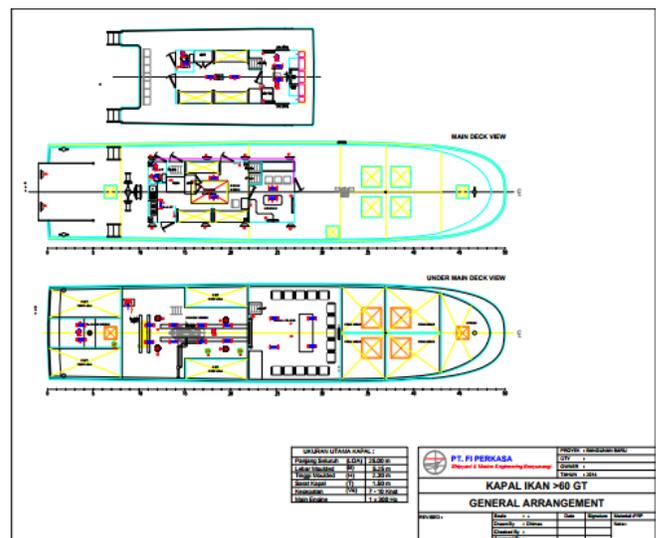


III. ANALISA DAN HASIL

A. Data Kapal

Adapun dimensi utama dari Kapal Latih Pangkep (Kapal Penangkap Ikan) yang digunakan sebagai objek penelitian adalah:

- Panjang Seluruhnya (LOA) : 25 m
- Lebar (B) : 5.25 m
- Tinggi (H) : 2.30 m
- Sarat Air (T) : 1.50 m
- Kecepatan : 7-10 knot
- Main Engine : 1 x 300 Hp
- Crew : 8 Persons



Gambar 3. General Arrangement

B. 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 ruangnya.

Dengan perhitungan manual diatas didapatkan jumlah kebutuhan daya pada Kapal Penangkap Ikan Latih Pangkep adalah 725 watt = 0.725 kW dan terdapat 27 titik lampu

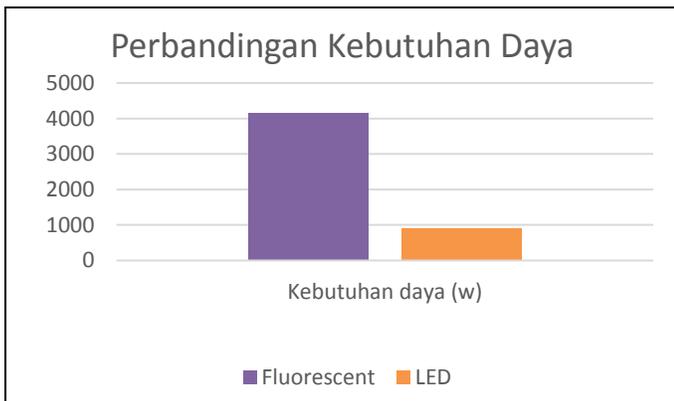
C. Perhitungan Kebutuhan Penerangan dengan Lampu LED

Dalam perhitungan untuk menentukan jumlah titik lampu digunakan seperti pada perhitungan pada kebutuhan lampu dengan lampu FL

Dalam menghitung kebutuhan lampu untuk ruangan lainnya digunakan metode yang sama dengan langkah perhitungan diatas, sehingga didapatkan hasil perhitungan seperti pada halaman berikutnya. Sehingga dapat diketahui saat dilakukan perhitungan dengan lampu LED didapatkan hasil 28 titik lampu dan jumlah daya yang diperlukan adalah 0.21 kW.

D. Analisa Data Setiap Hasil Perhitungan

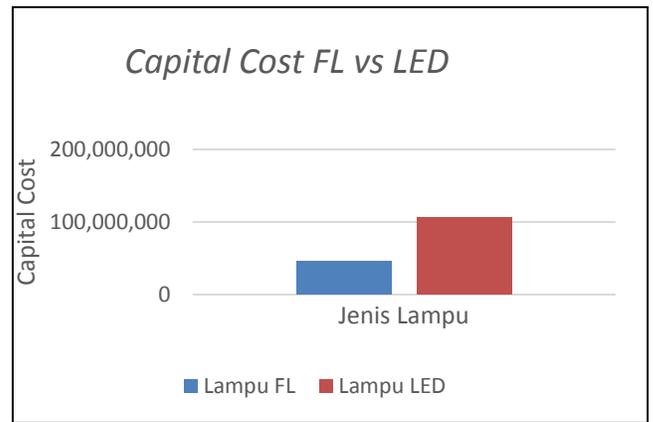
Daya yang digunakan untuk setiap perhitungan pada subbab sebelumnya didapatkan hasil yang berbeda, baik untuk data yang telah tersedia dari perusahaan, dari perhitungan manual dengan lampu FL dan perhitungan manual dengan menggunakan lampu LED.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kebutuhan Daya

E. Analisa Perhitungan Capital Cost

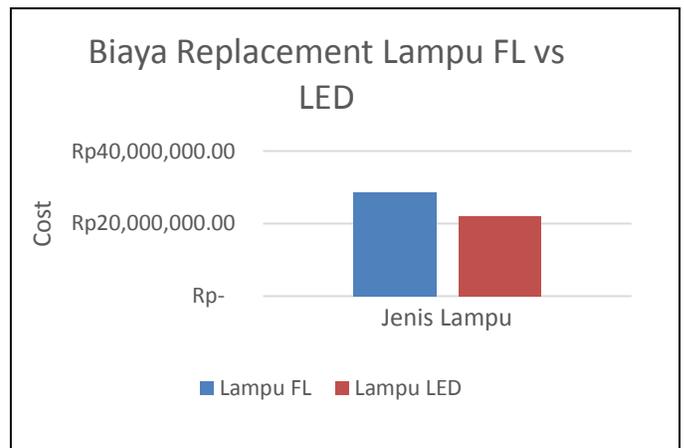
Dalam menentukan besarnya nilai *capital cost* atau biaya modal, maka harus diketahui seluruh item atau komponen yang akan dipasang dalam rangka menunjang sistem penerangan. Adapun komponen yang termasuk dalam perhitungan adalah penggantian jenis lampu (investasi LED) dan penambahan jenis lampu yang digunakan.



Gambar 5. Grafik Perbandingan nilai Capital Cost

F. Analisa Jadwal dan Biaya Penggantian Lampu Fluorescent dan LED

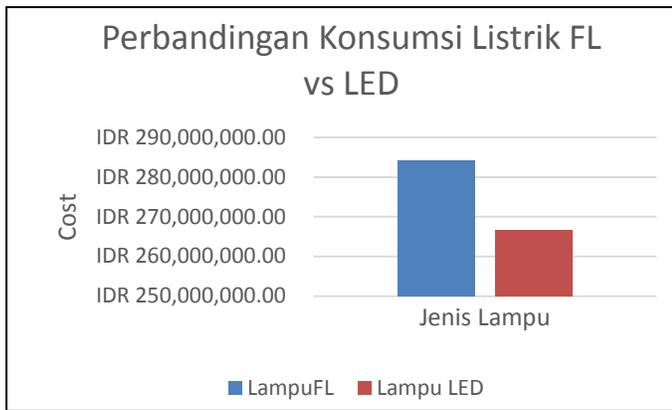
Dalam menganalisa tingkat ekonomis dua perbandingan, maka dibutuhkan analisa dalam jangka panjang sehingga akan diketahui keuntungan yang didapat dengan bukti yang lebih riil. Oleh karenanya dilakukan analisa untuk penggantian lampu yang digunakan selama 20 tahun (karena umur kapal rata-rata 20 tahun).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



Gambar 6. Grafik Perbandingan Biaya Penggantian Lampu

G. Analisa Konsumsi Bahan Bakar dan Biaya Bahan Bakar perTahun

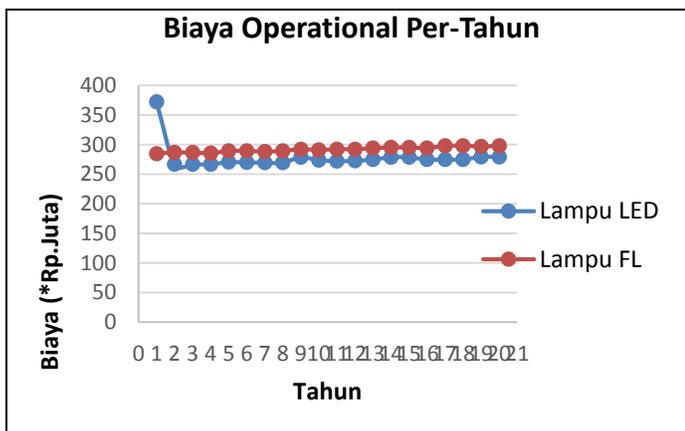
Dalam rangka membuktikan keunggulan lampu LED dibandingkan dengan penerangan yang sebelumnya digunakan dikapal seperti yang telah tertera pada dasar teori pada bab sebelumnya, bahwa lampu LED memiliki *power consumption* yang jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan lampu-lampu yang saat ini berada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



Gambar 7. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

H. Analisa Kenaikan Biaya per Tahun

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 seberapa 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.



Gambar 8. Grafik Biaya Operational Per-Tahun

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Lampu LED konsumsi daya menjadi 0.29 kali dari lampu FL, yaitu 725 watt untuk lampu FL dan 210 watt untuk lampu LED. Sedangkan biaya yang dikeluarkan akan menjadi lebih ekonomis dengan penggunaan lampu LED dalam waktu yang berkepanjangan. Biaya yang dibutuhkan selama 20 tahun untuk replacement lampu LED sebesar Rp. 22,038,691,54.00 sedangkan lampu FL sebesar Rp. 28,621,025.00. Sistem penerangan dengan lampu LED juga diterapkan pada kapal penangkap ikan. Jenis lampu yang digunakan untuk memikat ikan dapat menggunakan LED sorot dan celup bawah air guna meningkatkan hasil tangkapan. Kelebihan dari lampu LED dilihat dari segi bahan bakar adalah biaya konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan untuk sistem penerangan dengan lampu LED menjadi lebih ekonomis dibandingkan dengan lampu FL. Besarnya biaya untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar selama 20 tahun lampu LED termasuk peralatan listrik lainnya adalah sebesar Rp. 266,560,580.00 sedangkan untuk

lampu FL termasuk peralatan listrik lainnya adalah sebesar Rp. 284,331,286.00

Referensi

- [1] Anonim. 2015. "Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia" – www.energyefficiencyasia.org. Diakses tanggal 3 Januari 2016.
- [2] Ben Yami, M. 1976. *Fishing with Light*. Published by Arrangement with FAO of The United Nations by Fishing News Books Ltd. Surrey. England.
- [3] Biro Kalsifikasi Indonesia. 2014
- [4] Murjaningsih. 2015. "Analisa Tekno Ekonomis Sistem Penerangan di Kapal dengan Lampu Light Emitting Diode (LED) dan Flourescent Lamp (FL) pada Kapal Niaga.
- [5] Sarwito, Sardono.1995. "Perancangan Instalasi Listrik Kapal.pp 7-53".
- [6] Solihin, Iin. 2015. "Pembangunan Perikanan Tangkap Berbasis Riset dan Teknologi dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean." Seminar Nasional Perikanan Tangkap IPB ke-6 .
- [7] Sudirman dan Mallawa. 2004."Teknik Penangkapan Ikan". Rineka Cipta. Jakarta.
- [8] Suhartono. 2013. "Identifikasi Prediksi Daerah Penangkapan Ikan Kembang (Restrellger spp) di perairan Kabupaten Pangkep". **Jurnal "Amanisal" PSP FPIK Unpatti-Ambon**. Vol. 2. No.2, November 2013. Hal 55 –65. ISSN.2085-5109
- [9] Yulianto, Eko Sulkhani. 2014. "Lampu IED Bawah Air Sebagai Alat Bantu Pemikat Ikan pada Bagan Apung". **Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan** Vol. 5 No. 1 Mei 2014: 83-93. ISSN 2087-4871.