

# LOAD FAKTOR PERALATAN PADA KAPAL CARGO TYPE LCT (Studi Kasus Kapal Lestari Abadi 03)

Zulfaidah Ariany \*)

## Abstract

*This article titled is equipment load factor on cargo ship LCT type by taking a case study on Lestari Abadi ship 03, the study aims to predict electric consumption calculation of LCT ship's type which concerning with the number and type of generator; effective and efficiency power consumption, safe and effective electric instalation and existing panel. So, minimum required output electric installed to Kapal Lestari Abadi 03 has to 150KW, as specification performed by caterpillar C9TA 150KW, 188KVA, 1500rpm, 50Hz and 0.8.*

*Key words: Load factor, electric consumption, LCT type of cargo ship.*

## Pendahuluan

Instalasi listrik yang diterapkan di darat tidak jauh beda dengan yang diterap-kan di kapal, di kapal listrik dapat dibangkitkan dengan menggunakan sistem yang dinamakan Power Take Off (PTO), dimana energi mekanik yang dihasilkan oleh main engine disamping digunakan untuk menggerakkan propeller, juga dikopel untuk menggerakkan generator, cara ini cukup efektif untuk mencapai efisiensi yang cukup tinggi untuk jenis kapal-kapal tertentu. Tegangan listrik yang dipakai di kapal sama dengan tegangan listrik yang dipakai di darat sehingga peralatan yang dipakai hampir sama. Perbedaan antara instalasi listrik di kapal dengan instalasi listrik di darat hanya pada jarak antara pembangkit listrik dengan beban, jika di darat jaraknya jauh tapi di kapal cukup dekat, sehingga dapat dikatakan jarak instalasinya saja yang berbeda.

Pada saat kapal sedang berlayar, kapal harus dapat mencukupi kebutuhan listriknya sendiri. Sehingga pada saat berlayar kebutuhan listriknya akan sangat diperhitungkan, karena apabila terjadi gangguan pada listrik kapal maka kapal akan mengalami kesulitan untuk beroperasi atau kembali pada kondisi seperti sedia kala dengan cepat.

Tegangan listrik yang dihasilkan generator termasuk tegangan tinggi sehingga akan berbahaya jika terjadi hubungan singkat. Untuk mengatasinya harus dipasang alat-alat pengaman (sekering) dan penggunaan kabel yang sesuai dengan spesifikasi sehingga arus dapat mengalir dengan hambatan sekecil mungkin. Jika kabel yang digunakan terlalu kecil hambatan yang terjadi sangat besar sehingga timbul panas. Panas tersebut membuat kabel meleleh dan terjadi hubungan singkat. Pemakaian daya yang terlalu berlebihan juga dapat menimbulkan panas.

## Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini untuk mereview ulang perhitungan kebutuhan listrik pada Kapal Lestari Abadi 03 Type LCT dengan:

1. Memprediksi daya listrik yang dibutuhkan di kapal secara efektif dan efisien.

2. Memprediksi jumlah dan tipe generator yang sesuai.
3. Exiting dari panel, Desain dan Perhitungan Load faktor Baru

## Perhitungan Kapasitas Generator

Dalam perhitungan kapasitas generator terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Macam kondisi operasi kapal
2. Load faktor tiap peralatan
3. Diversity faktor

## Macam-macam kondisi operasi

Setiap perhitungan kapasitas generator mempunyai pandangan yang berbeda mengenai kondisi operasi kapal antara lain :

1. Dua kondisi : berlayar dan berlabuh
2. Empat kondisi : berlayar, meninggalkan pelabuhan, bongkar muat serta berlabuh di pelabuhan
3. Delapan kondisi : sama seperti pembagian dalam empat kondisi hanya dibagi lagi menjadi kondisi siang dan malam

Menurut BKI pada kondisi berlayar yang digunakan sebagai pedoman dalam menentukan kapasitas generator karena merupakan kondisi yang paling lama dilakukan. Kecuali untuk kapal khusus misalnya kapal keruk, karena kondisi terlamanya adalah saat mengadakan pengerukan.

Saat kapal meninggalkan pelabuhan listriknya untuk mengetahui besarnya kebutuhan listrik untuk olah gerak ini, dimana peralatan berdaya besar dihidupkan misalnya balancer dan blower.

Ketika bongkar muat dilaksanakan, kebutuhan listrik digunakan untuk mengoperasikan peralatan bongkar muat serta peralatan penunjangnya. Disamping itu pada kondisi ini juga digunakan untuk mereparasi peralatan. Peralatan tersebut diantaranya adalah : cargo gear, turning gear, ballast pump, mesian butut, mesin gerinda, mesin bor dan lain sebagainya. Kondisi ini berlaku untuk kapal cargo sedangkan untuk jenis lainnya akan berbeda pekerjaan yang dilakukan misalnya tug work untuk kapal tunda.

\*) Staf Pengajar Jurusan D3 Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Pada saat berlabuh di pelabuhan kebutuhan listrik menggunakan pelayanan sewa listrik dari pihak pelabuhan karena pertimbangan biaya yang lebih murah dari pada pengoperasian generator.

Dalam penentuan kapasitas generator perlu diketahui jumlah beban pada beberapa kondisi operasi kapal, hal ini dilakukan dengan perhitungan analisa beban listrik yang berupa tabel dan biasanya disebut tabel kalkulasi keseimbangan beban listrik (calculation of electric power baalance) atau disebut juga Anticipated Electric Power Consumption Table.

Analisa ini berisi kolom tentang jenis peralatan, jenis operasi, daya masuk, jumlah peralatan yang dipakai serta yang terakhir adalah jumlah beban dari kelompok peralatan tersebut. Perhitungan beban ini dikelompokkan berdasarkan fungsi beban sehingga dapat terbagi menjadi :

- Beban pada geladak, lambung
- Beban berupa motor-motor listrik/pesawat tenaga, dalam sistem permesinan kapal
- Beban yang berupa pesawat elektronika dan penerangan

Pengelompokan ini biasanya berupa kelompok mesin daya, penerangan dan peralatan komunikasi/navigasi. Untuk kapal khusus dengan instalasi pendingin yang dikelaskan juga untuk peti kemas dengan pendingin maka diperlukan juga perhitungan kebutuhan daya beban pendingin tersebut pada analisa beban listrik.

#### **Load faktor peralatan**

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

Sesudah diadakan pengelompokan, kemudian dari data yang ada diisikan jumlah peralatan, daya masuk, kemudian saat pengoperasian peralatan tersebut juga banyaknya peralatan yang akan dioperasikan mengingat adanya peralatan cadangan. Prosentase faktor beban diisikan pada tiap kondisi operasi dan besarnya tergantung pada seringnya peralatan tersebut dipakai, besarnya pemakaian daya dari peralatan tersebut terhadap daya nominal dan berdasarkan pada pengalaman perancangan sebelumnya. Untuk peralatan yang jarang digunakan dapat diberikan faktor beban nol untuk semua kondisi.

Sedangkan peralatan yang beroperasi secara kontinyu dalam pengoperasian kapal mendapatkan beban tetap atau continuous load. Dan untuk peralatan dengan beban sementara atau intermitten adalah beban dari peralatan yang beroperasi tidak secara terus menerus.

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

#### **Diversity faktor**

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

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

Daya masuk total dari seluruh pemakai daya yang ada dikalikan dengan suatu faktor kesamaan waktu bersama dan ditambahkan kepada daya masuk total dari seluruh perlengkapan pemakai daya yang terhubung tetap.

Faktor kesamaan waktu bersama harus ditetapkan dengan dimasukkan pertimbangan beban tertinggi yang dapat diharapkan terjadi pada waktu yang sama. Jika penentuan yang tepat sulit dilaksanakan maka faktor kesamaan waktu yang digunakan menurut aturan BKI tidak boleh rendah dari 0,5. Dalam perhitungan penentuan kapasitas generator ini diambil harga 0,7.

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

$$\text{Jumlah beban} = \text{Total penggunaan daya (continue)} + \text{faktor diversitas}$$

Untuk menentukan kapasitas generator yang dipilih dihitung dengan seminimalnya daya yang digunakan untuk mengoperasikan kapal dilaut adalah 15% lebih besar dari kebutuhan daya hasil perhitungan tabel Ballans Daya. Tujuan dari pembatasan ini adalah untuk menjaga kerja generator agar tidak terlalu berat yang berhubungan dengan masalah arus pengasutan pada motor-motor listrik.

#### **Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik**

Dalam perhitungan kebutuhan daya listrik kapal, maka yang termasuk dalam proses perhitungan adalah :

- Daya yang dibutuhkan untuk tiap-tiap komponen.
- Waktu operasi komponen-komponen tersebut.
- Jenis operasi komponen tersebut intermitten atau continuous.
- Jumlah titik armature dalam ruangan-ruangan yang ada.
- Total daya tiap ruangan.

Sehingga dalam perhitungan tersebut akan dihitung daya listrik pada tiap-tiap deck yang ada pada Kapal Lestari Abadi 03, antara lain :

- Main deck
- Bridge Deck
- Wheel House Deck

- Engine Room
- Lampu Navigasi dan Communication

Selain daya listrik untuk penerangan, diperhitungkan pula daya listrik untuk peralatan-peralatan yang ada di kapal, antara lain :

- 1 Peralatan-peralatan yang termasuk dalam Machinery Part adalah :
  - General Service Pump
  - Bilga / Ballast Pump
  - Fresh Water Pump
  - Fuel Oil Pump
  - Sea Water Pump
  - Anchor Windlass/ Ramp Door
  - E/R Fan Ventilation
  - O W S Pump
  - Exh Fan Crews
- 2 Peralatan-peralatan yang termasuk dalam Electrical Part
  - Lighting dan Stop Kontak
  - Navigation
  - Communication

Untuk detailnya dapat dilihat pada tabel perkiraan daya listrik, dengan contoh sebagai berikut :

Sebuah General Service Pump

- Daya Output = 5 kW
- Load Faktor = 0.65 dari pembacaan tabel load faktor
- Continue Load = 3.25 dari, CL = Daya Output x LF x Work set

#### Penentuan dan Perhitungan Generator Set

Perhitungan Generator Set didasarkan atas kebutuhan listrik pada saat berlayar, berangkat, berlabuh, dan bongkar muat sehingga dapat diketahui daya maksimum dari kebutuhan listrik yang ada. Dari kebutuhan maksimum tersebut, dilakukan pemilihan atas beberapa alternatif generator yang ada di pasaran dengan pertimbangan :

- Kebutuhan daya yang ada.
- Faktor daya generator.
- Maintainability.
- Space di ruang mesin.

Faktor beban atau load faktor adalah hal terpenting dalam perencanaan karena bila melebihi faktor daya yang optimum dari generator akan mengakibatkan kelebihan daya yang menyebabkan generator bekerja tidak maksimal. Faktor beban yang optimum adalah sekitar 0,86 atau sedikit dibawahnya sehingga dalam pemilihan generator hendaknya dipilih yang mendekati faktor beban tersebut. Dalam penentuan jumlah generator harus dipikirkan tentang daya cadangan yang disyaratkan oleh BKI sehingga bila salah satu generator tidak dapat beroperasi maka dapat digantikan oleh generator lainnya.

Perhitungan dari pemilihan generator dapat dilihat pada tabel pemilihan generator.

#### Pembuatan Blok Diagram

Blok diagram berfungsi untuk memudahkan proses selanjutnya yaitu wiring diagram, sehingga memudahkan instalasi. Dalam blok diagram diuraikan juga tentang pembagian lampu, peralatan-peralatan kapal (alat-alat komunikasi, alat-alat monitor) dalam tiga fase (RST). Untuk peralatan kapal yang membutuhkan daya tinggi tidak dibagi dalam tiga fase.

#### Penentuan Bagian-Bagian dalam Blok Diagram

Dalam pembuatannya, setiap-setiap peralatan yang ada di bagi dalam beberapa junction box yang tergantung dari deck, dan kesamaan fungsi-fungsi, antara lain :

- Junction Communication
- Junction Monitoring
- Junction Power
- Main Switch Board (MSB)
- Adalah terminal yang berfungsi untuk menghubungkan kabel-kabel dari J1, JP, JM, JC, ke generator.
- Emergency Switch Board (ESB)
- Adalah terminal yang menghubungkan kabel-kabel dari junction emergency dengan battery melalui ACOS
- Diesel Generator Set (GENSET)
- Yang digunakan adalah 2 buah genset dengan spesifikasi :
- Type CATERPILLAR C9TA , 150 kW, 188 kVA, 1500RPM, 50 Hz, Cos  $\Phi$  0.8
- Automatic Change Over Switch (ACOS)
- Merupakan alat yang dapat menghubungkan secara otomatis antara peralatan emergency dengan battery apabila genset tidak berfungsi.
- Shore Connection (SC)
- Daya yang dipasok oleh land power plant bila kapal sandar di pelabuhan sehingga kapal tidak membutuhkan generator untuk sementara waktu. Dasar pemilihannya adalah daya terbesar yang dibutuhkan yaitu pada waktu bongkar muat. *Perhitungan SC adalah  $SC = Total\ penggunaan\ daya\ CL + IL \times 1.15$*
- Battery
- Adalah akumulator yang dibutuhkan pada saat emergency dan diletakkan pada ruangan ESEP (Emergency Source Electrical Power)

#### Pembuatan Wiring Diagram

Langkah selanjutnya setelah blok diagram telah ditentukan adalah pembuatan wiring diagram, dimana dalam wiring digambarkan susunan saklar, sekering, kabel, busbar, MSB, ACB, dan lain sebagainya. Proses ini adalah langkah terakhir dalam perencanaan listrik di kapal.

#### Perhitungan Arus Nominal

Arus nominal yang mengalir dapat dihitung :

$$\text{Untuk 3 phase : } I = \frac{P}{380 \times \sqrt{3} \times \cos \theta} \text{ (Ampere)}$$

$$\text{Untuk 1 phase : } I = \frac{P}{220 \times \cos \theta} \text{ (Ampere)}$$

$$\text{Cos } \theta = 0,8$$

### **Perhitungan Arus MSB (Sekering), Arus Busbar dan Saklar**

Arus MSB atau sekering dipilih dari tabel yang terdapat pada lampiran dengan ketentuan harus sedikit di atas arus nominal dan saklar dipilih dari harga di atas harga sekering. Sedangkan arus busbar dipilih berdasarkan perhitungan :

$$\text{Arus Busbar - } 3 \times I_{\text{Nominal}} \text{ (Ampere)}$$

### **Kesimpulan**

1. Load Faktor Pada peralatan kapal mengacu pada tabel Definition of Continuous Load and Load Factor, load factor pada setiap peralatan berbeda dengan peralatan lain, seperti terlihat pada tabel Perkiraan Daya Listrik
2. Generator yang sudah ada 2 buah generator dengan spec sebagai berikut 45 kW, 50 Hz, 0,8 pf tidak mampu lagi karena adanya perhitungan ulang pada masing-masing JL, JP dan JC.
3. Hasil perhitungan generator yang dibutuhkan minimal harus memiliki output 150 KW, seperti pada spec adalah merk carterpillar C9TA 150 KW, 188 KVA, 1500 Rpm, 50 Hz dan 0.8 pf

### **Daftar Pustaka :**

1. Margudani, A.R; 1991, Dasar-dasar Teori Rangkaian; Airlangga; Jakarta
2. Michael Tooley, BA; 2002; Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi; Jakarta.
3. Sarwito Sardono; Marine Electrical (Listrik Perkapalan); Pusat Pengembangan dan aktifitas instruksional ITS; Surabaya
4. <http://www.solarbotics.net>
5. <http://www.googleco.id>
6. <http://www.its.ac.id>