

# ANALISA TEKNIS INSTALASI KELISTRIKAN KAPAL MOTOR PENUMPANG SWARNA PUTRI

Abdul Razak<sup>1)</sup>, Firdaus<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, <sup>2)</sup> Dosen Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro S1, Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi  
Teknik Elektro Universitas Riau, Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Email: razak\_02@ymail.com

## ABSTRACT

*The large consumption of electrical energy is usually influenced by the type of load used. Electrical loads have properties such as, resistive properties, inductive properties and capacitive properties. These properties have an impact on the electrical system that is the power factor. If the power factor is greater (active power) then the electrical system will be better result, otherwise. If the electrical system has low power factor or reactive power which will greatly affect the fuel consumption, so it is needed power factor improvement using capacitor. Electrical System of Passenger Motor Vessel Swarna Putri having a low factor that is equal to 0.619 and this research uses capacitors for power factor improvement. The result shows that the installation of capacitor causes the improvement of power factor to 0,8. The result of the calculation shows that the saving cost for energy per day decreases from Rp10,197,000 to Rp6,104,000*

**Keywords:** *passenger motor vessel electricity, Power Factors, Electric Energy Consumption*

## 1. PENDAHULUAN

Kapal penumpang Roro Bengkalis merupakan kapal angkutan umum yang mengangkut penumpang dan kendaraan umum yang melewati Sei Pakning menuju Bengkalis ataupun sebaliknya. Dikapal terdapat beberapa sistem penunjang diantaranya sistem permesinan dan sistem kelistrikan. Dari segi kelistrikan, kapal Roro Bengkalis termasuk mengkonsumsi listrik yang cukup besar, hal ini dikarenakan kapal Roro Bengkalis banyak menggunakan beban induktif seperti motor listrik. Ketika beban motor-motor listrik tersebut dinyalakan tentunya menambah beban generator set sehingga konsumsi bahan bakar akan bertambah.

Untuk mendistribusikan listrik ke deck-deck kapal atau peralatan listrik yang ada dikapal diperlukan tegangan yang tinggi sehingga pendistribusian listrik dikapal tersebut lebih optimal.

Sistem kelistrikan kapal tidak terlepas dari gangguan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan bahkan sampai dapat mengancam keselamatan manusia.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Sistem Kelistrikan Kapal

Salah satu sistem penunjang kerja utama di kapal adalah sistem kelistrikan yang secara umum terdiri dari sumber daya, sistem distribusi, dan peralatan kelistrikan. Daya listrik yang tersedia digunakan untuk memenuhi kebutuhan penerangan, peralatan navigasi dan komunikasi, sistem alarm dan monitoring, pengaturan udara dan sistem refrigerasi, motor pompa dan permesinan dek hingga sistem propulsi.

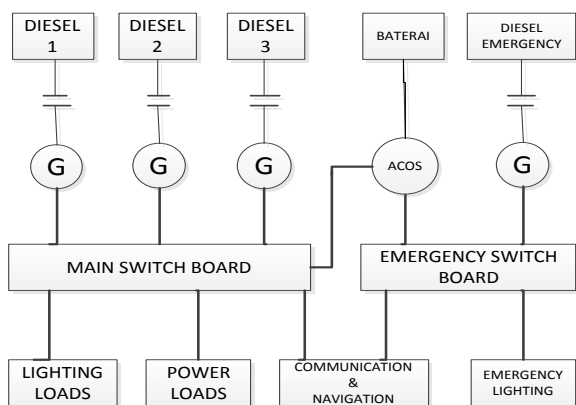
Load pada sistem kelistrikan kapal utamanya disuplai oleh generator utama, namun pada kondisi tertentu seperti blackout, beban akan disuplai oleh

emergency generator atau baterai yang diletakkan di ruangan Emergency Source of Electrical Power (ESEP).

Daya listrik yang dihasilkan oleh generator utama akan dipusatkan ke main switch board (MSB) sedangkan daya listrik yang dihasilkan emergency generator akan dipusatkan di emergency switch board (ESB) sebelum didistribusikan ke peralatan kelistrikan.

Karakteristik beban pada kelompok ini memiliki tegangan sebesar 220 Volt 1 fasa dengan frekuensi 50 Hz. Contoh beban yang digunakan adalah lampu penerangan di gangway, ruangan terbuka dan tertutup, dan terminal yang dipersia

kan untuk peralatan dengan kebutuhan daya yang relatif rendah seperti lampu pada meja di setiap ruangan kamar ataupun meja kerja di workshop.



Gambar 2.1. Diagram distribusi daya listrik kapal

## 2.2 Komponen Kelistrikan Kapal

Main switch board (MSB), Gambar 2.2., adalah peralatan listrik yang disusun sedemikian rupa didalam suatu control board yang berfungsi untuk menghubungkan generator sebagai penyuplai daya dengan beban. Suatu MSB harus dilengkapi dengan peralatan pengaman yang berfungsi untuk mengisolasi atau memutus semua hubungan apabila terjadi kesalahan pada sistem kelistrikan kapal. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga keselamatan crew dan efisiensi kerja peralatan listrik lain yang sedang beroperasi.



Gambar 2.2. Main switch board pada kapal

## 2.3 Daya Listrik dan Faktor Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt.

Terdapat tiga macam daya listrik yang digunakan untuk menggambarkan penggunaan energi listrik:

### 1. Daya Aktif

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

### 2. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

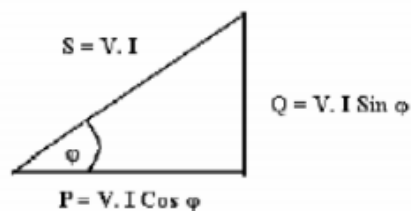
$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

### 3. Daya Semu

Daya semu (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.

$$S = P + jQ \quad \text{atau}$$

$$S = V \times I$$



## 2.4 Sistem Bahan Bakar

Pada mesin diesel, bahan bakar yang digunakan adalah solar. Untuk bahan bakar ini dibutuhkan tanki sebagai penyimpanan bahan bakar. Merencanakan tanki penyimpanan harus diperhitungkan pemakaian bahan bakar dan untuk berapa lama bahan bakar disediakan.

$$V_{th} = \text{specific fuels consumption (SFC)} \times P \times T$$

Dimana :

$V_{th}$  = volume tanki penyimpanan bahan bakar (liter)

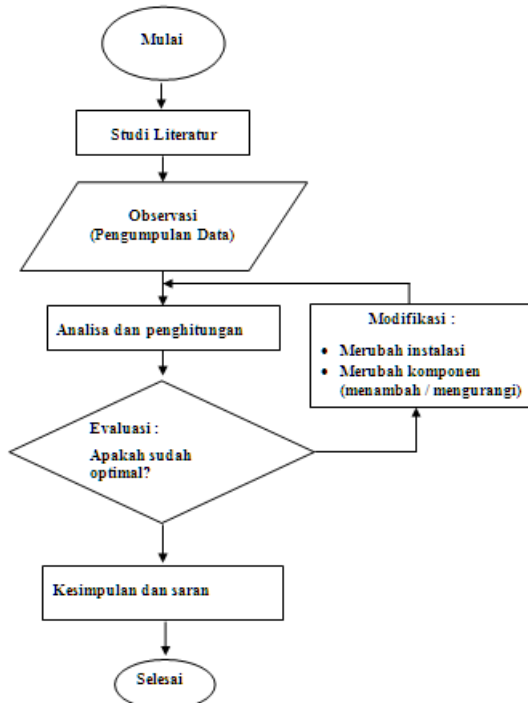
SFC = konsumsi spesifik bahan bakar (1/KWH)

P = daya listrik (KWH)

T = untuk berapa lama bahan bakar disediakan (liter)

## 3. METODE PELAKSANAAN

Melakukan analisa teknis instalasi kelistrikan kapal penumpang roro bengkalis, pada penelitian ini kapal yang telah dianalisa ialah kapal KMP Swarna Putri. Studi literatur sebagai langkah awal digunakan untuk menambah wawasan kepada penulis tentang sistem kelistrikan kapal. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data tentang komponen-komponen instalasi listrik kapal, kemudian beban-beban listrik kapal. Adapun parameter yang ditinjau yaitu berupa lokasi, daya, tegangan, arus, dan faktor daya.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan diatas kapal KMP Swarna Putri yang memiliki rute pelayaran dari pelabuhan bengkalis menuju pelabuhan sungai pakning dan sebaliknya.

### 3.2 Data

Data yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Diagram satu garis pendistribusian daya listrik kapal
2. Macam-macam komponen listrik yang ada didalam kapal
3. Jumlah beban-beban listrik yang terdapat didalam kapal
4. Biaya penggunaan bahan bakar pada kapal

Generato AE 1

Merk : TAIYO  
 Type : TWY 30 F  
 KVA : 150  
 Putaran : 1200 Rpm  
 Voltage : 445 V  
 Phase : 3  
 Ampere : 105 A

Frequency : 60 Hz

Cos  $\phi$  : 0.8

Generator AE 2

Merk : TAIYO

Type : TWY 30 F

KVA : 150

Putaran : 1200 Rpm

Voltage : 445 V

Phase : 3

Ampere : 105 A

Frequency : 60 Hz

Cos  $\phi$  : 0.8

### 3.3 Data Beban Kelistrikan Kapal

Jenis Beban	Daya	Jumlah (unit)
<b>Penerangan</b>		
1. Ruang Kemudi		
Lampu pijar bayonet	40 W	1
Lampu pendant	60 W	2
Lampu TL 2 x 20 W	20 W	3
2. Kamar Mesin		
Lampu TL 2 x 20 W	20 W	25
Lampu pijar bayonet	40 W	10
3. Gudang Kamar Mesin		
Lampu pijar bayonet	40 W	1
Lampu TL 2 x 20 W	20 W	8
4. Control Room		
Lampu TL 2 x 20 W	20 W	1
Lampu TL 1 x 10 W	10 W	1
5. Ruang Void Depan		
Lampu TL 2 x 20 W	20 W	2
6. Ruang Bow Truster		
Lampu TL 2 x 20 W	20 W	1
Lampu pendant	60 W	2

7. Ruang Eltor Bow Truster		
Lampu TL 2 x 20 W	20 W	2
<b>Navigasi</b>		
Operator radio	30 W	2
Marine radar	50 W	1
Radio direction finder (RDF)	50 W	1
Satelit navigasi	50 W	1
Telepon	50 W	1
Telegraph	50 W	1
Radio komunikasi	50 W	1
VHF multi channel	50 W	1
Lampu sorot	1000 W	2
Lampu morse	60 W	1
Lampu tiang utama	75 W	2
<b>Peralatan Lainnya</b>		
Pompa FO ME 1	0.75 KW	1
Pompa FO ME 2	0.75 KW	1
Pompa hydraulic kemudi kanan	2.2 KW	1
Pompa hydraulic kemudi kiri	2.2 KW	1
Pompa hydraulic rampdoor depan	18.5 KW	1
Pompa hydraulic rampdoor buritan	18.5 KW	1
Blower kamar mesin kanan	3.7 KW	1
Blower kamar mesin kiri	3.7 KW	1
Pompa supply	0.7 KW	1
Transfer pump	0.7 KW	1
Pompa oil water separator	0.4 KW	1
Pompa bilge	5.5 KW	1
Pompa GS	11 KW	1
Pompa FW cooling emergency ME 2	5.5 KW	1

Pompa FW sanitary 1	750 W	1
Pompa FW sanitary 2	750 W	1
Pompa FW cooling emergency ME 1	5.5 KW	1
Pompa SW cooling ME 1	5.5 KW	1
Pompa SW cooling ME 2	5.5 KW	1
Pompa SW emergency AE	3.7 KW	1
Pompa bbm 1	0.75 KW	1
Pompa bbm 2	0.75 KW	1
Pompa preming gear box ME 1	3.7 KW	1
Pompa preming gear box ME 2	3.7 KW	1
Pompa LO preming ME 1	7.5 KW	1
Pompa LO preming ME 2	7.5 KW	1
Compresor udara 1	5.5 KW	1
Compresor udara 2	5.5 KW	1
Pompa water tight door/slidding	0.75 KW	1
AC ruang penumpang	7.5 KW	3
AC ruang mushala	0.6 KW	1
AC control room	0.7 KW	1
AC anjungan	3.5 KW	1
Kulkas 2 pintu	0.1 KW	1

## HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas mengenai bagaimana analisa instalasi kelistrikan kapal atau penghematan energi listrik dikapal motor penumpang Swarna Putri yang berada dikabupaten Bengkalis. Analisa dimulai darimenghitung jumlah daya yang dapat dihasilkan oleh generator dikapal, kemudian mengevaluasi sistem kelistrikan di kapal. Selanjutnya menghitung potensi penghematan konsumsi energi yang dihasilkan.

### 4.1 Perhitungan Jumlah Beban Kapal

Dari data hasil penelitian, maka didapat besarnya konsumsi energi listrik pada masing-masing beban. Sehingga konsumsi energi listrik pada masing-masing beban dapat dijumlahkan untuk mendapatkan konsumsi energi listrik secara keseluruhan. Jumlah beban/load pada kapal motor penumpang Swarna Putri Bengkalis

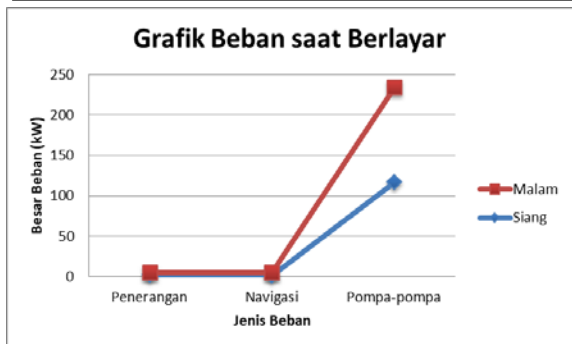
dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian. Berikut ini ialah data-data beban kapal motor penumpang Swarna Putri :

1. Beban Penerangan Kapal
2. Beban Navigasi dan Komunikasi Kapal
3. Beban Pompa-Pompa dan Peralatan Lainnya

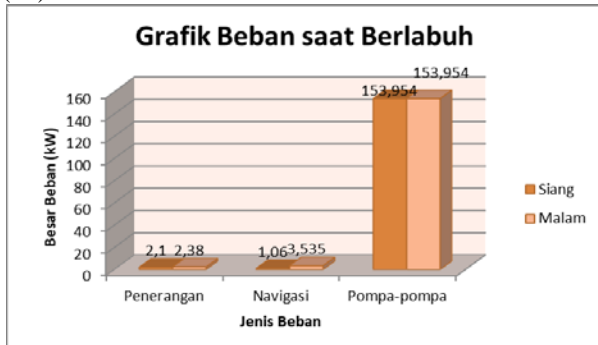
#### 4.2. Hasil Pengujian Waktu Lampu Lalu Lintas

Dari tabel jumlah konsumsi energi listrik secara keseluruhan, dapat dikelompokkan lagi menjadi jumlah pemakaian energi listrik maksimum dan pemakaian energi listrik minimum. Untuk pemakaian energi listrik maksimum dan minimum dikelompokkan lagi menjadi 2 (dua) kondisi, yaitu : kondisi pada saat kapal berlayar dan kondisi pada saat kapal berlabuh.

jenis beban	Kondisi			
	Berlayar		Berlabuh	
	Siang	malam	Siang	malam
Penerangan	2,1 KW	2,38 KW	2,1 KW	2,38 KW
Navigasi	1,06 KW	3,535 KW	1,06 KW	3,535 KW
pompa-pompa	116,954 KW	116,954 KW	153,954 KW	153,954 KW
Total	120,114 KW	122,869 KW	156,814 KW	159,869 KW



Dari grafik terlihat bahwa beban puncak ketika berlayar terjadi pada saat kapal berlayar dimalam hari. Hal ini terjadi karena pada saat berlayar dimalam hari semua lampu penerangan dan lampu-lampu navigasi dinyalakan, disamping beban pompa juga tetap hidup (on).



Sedangkan pada saat berlabuh beban pompa-pompa yang bekerja (on) pada saat siang dan malam hari nilainya sama. Perbedaan jumlah konsumsi energi yang besar terjadi pada beban navigasi dan komunikasi. Dikarenakan pada siang hari beban navigasi tidak

semuanya bekerja (on), namun pada saat malam hari semua beban navigasi dan komunikasi bekerja (on).

Jumlah maksimum dan minimum pemakaian beban kapal

Beban kapal	Kondisi	
	Berlayar	Bersandar
Beban maksimum	122,869 KW	159,869 KW
Beban minimum	120,114 KW	156,814 KW

#### 4.3 Penghematan Konsumsi Energi Listrik

Adapun potensi penghematan konsumsi energi listrik yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan perbaikan faktor daya yakni dengan metode penambahan kapasitor. Faktor daya beban rata - rata adalah sebesar 0,619. Pada kasus ini penulis ingin menaikkan faktor daya menjadi 0,8. Besarnya nilai kapasitor (kVAR) dibagi menjadi 4 kondisi yakni saat siang hari (berlayar dan berlabuh) dan malam hari (berlayar dan berlabuh). Adapun besarnya nilai kompensasi kVAR misalkan untuk kondisi pertama dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Q_c = 120,114(\tan(\cos^{-1}(0,619)) - \tan(\cos^{-1}(0,8))) = 62 \text{ kVAR}$$

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa dan perhitungan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penghematan konsumsi energi listrik pada Kapal Swarna Putri dilakukan dengan penambahan kapasitor untuk memperbaiki factor daya.
2. Nilai daya reaktif kompensasi terbesar adalah pada saat berlabuh malam hari yakni 83 kVAR dan yang terkecil adalah pada saat berlayar di siang hari yakni 62 kVAR.
3. Setelah penambahan kapasitor diperoleh nilai penurunan rugi kWh sebesar 40,13% dan konsumsi energi listrik menjadi 1320,195 kWh.
4. Banyaknya bahan bakar yang digunakan setelah penambahan kapasitor adalah sebesar 1185 Liter.
5. Setelah penambahan kapasitor penghematan biaya yang diperoleh adalah sebesar Rp. 4.092.168
6. adap salah satuataudua dari persimpangan yang diasumsikan sebagai jalan utama, dengan lama aktifnya detik waktu lampu lalu lintas pada setiap simpang nya, dimulai dengan awalnya aktif lampu merah secara bersamaan di ketiga simpang selama 3 detik, di ikuti lampu hijau 20 detik, dan kuning 3 detik, dan jumlah waktu detik keseluruhanya sebanyak 78 detik, serta bekerjanya program yang telah di *con - file* kedalam sistim minimum plc sebagai pengontrolan lampu lalu lintas yang diaplikasikan ke prototipe.

7. Dengan adanya prototype lampu lalu lintas ini dapat mengatasi dan mengurangi kepadatan arus di jalan raya pada persimpangan, serta dapat dirasakan oleh hal layak umumnya.

### 5.1 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghemat konsumsi energi listrik pada Kapal Swarna Putri perlu dilakukan penambahan kapasitor dengan nilai maksimal 83 kVAR.
2. Perlu dilakukan penelitian lain dengan menggunakan cara / metode yang berbeda untuk menghemat penggunaan bahan bakar.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Alimuddin, Herudin, David Mengantar. 2014. *Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Motor Penumpang Nusa Mulia*. Jurusan Teknik elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Indonesia.
2. Achmad Firdaus, Ir. Sardono Sarwito M.Sc, dan Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc. 2014. *Studi Analisa Teknis Instalasi dan Ekonomi Desain Sistem Kelistrikan Kapal Penumpang Dengan Menggunakan Busbar Trunking*. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya, Indonesia.
3. Rolan Haris Ben Imanuel Purba, Eko Sasmito Hadi, Untung Budiarto. 2015. *Analisis Optimasi Penentuan Kapasitas Daya Generator Pada Kapal KM. Sinabung*. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
4. Dionysius M. S dan Indra Ranu Kusuma. 2014. *Perancangan Power Management System Pada Kapal Penumpang*. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya, Indonesia.