

# Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Motor Penumpang Nusa Mulia

Alimuddin, Herudin, David Mangantar

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Indonesia

*alimudyuntirta@yahoo.co.id* , *davidtampubolon@yahoo.co.id*

**Abstrak** — Besarnya pemakaian energi listrik dipengaruhi oleh jenis beban yang dipakai. Beban memiliki sifat resistif, induktif, dan kapasitif. Sifat ini akan memiliki dampak pada sistem kelistrikan yaitu faktor daya. Semakin besar faktor daya (daya aktif besar) maka sistem listrik tersebut akan semakin bagus dan sebaliknya. Oleh karena itu ketika sistem memiliki faktor daya yang rendah (daya reaktif besar) maka akan berpengaruh pada konsumsi bahan bakar genset, sehingga dibutuhkan perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor. Sistem kelistrikan kapal Nusa Mulia memiliki faktor daya yang rendah sehingga membutuhkan kapasitor untuk perbaikan faktor daya. Pada Tugas Akhir ini dilakukan simulasi pemasangan kapasitor sebesar 80, 11 dan 215 KVAR pada masing-masing feeder panel untuk meningkatkan faktor daya dari 0,78 menjadi 0,95. Hasil perhitungan menunjukkan pengeluaran biaya energi bahan bakar perhari turun dari Rp10.985.000 menjadi Rp7.492.680.

**Kata kunci:** Faktor Daya, Kapasitor, Biaya Listrik

**Abstract** - The amount of electrical energy consumption is influenced by the type of weight used. Expenses have resistive, inductive, and capacitive. These properties will have an impact on the electrical system is the power factor. The greater the power factor (large active power) then the electrical system will be better and vice versa. Therefore when the system has a low power factor (reactive power is great) it will affect the fuel consumption of the generator, so it takes power factor improvement using capacitors. Nusa electrical systems aboard Majesty has a low power factor and thus require a capacitor for power factor improvement. In this paper conducted simulation installation of capacitors by 80, 11 and 215 KVAR on each feeder panel to improve power factor from 0.78 to 0.95. The calculations show the energy expenditure of fuel per day fell from Rp10.985.000 be Rp7.492.680.

**Keywords:** Power Factor, Capacitors, Electricity Costs

## I. PENDAHULUAN

Kapal Motor Penumpang (KMP) Nusa Mulia adalah kapal angkutan umum yang mengangkut penumpang dan kendaraan umum yang melewati Merak menuju Bakauheni dan sebaliknya. Dari segi kelistrikan, kapal Nusa Mulia termasuk mengkonsumsi listrik yang cukup besar, ini dikarenakan kapal Nusa Mulia banyak menggunakan beban induktif seperti motor listrik sehingga pemakaian bahan bakar untuk mensuplai beban-beban induktif menjadi besar.

Akibat pemakaian beban induktif yang besar maka mengakibatkan faktor daya yang rendah yaitu sekitar 0,78 dan menyebabkan pemakaian daya yang kurang optimal pada peralatan listrik lain. Untuk itulah diperlukan perbaikan faktor daya pada kapal Nusa Mulia agar tercipta pemakaian daya listrik yang optimal dan efisien. Di Indonesia sendiri PLN menetapkan faktor daya sebesar 0,85 yang mana dengan faktor daya 0,85 sudah bisa dikatakan baik. Ini dikarenakan jika faktor daya kurang dari 0,85 maka pihak konsumen dikenakan biaya KVAR sehingga tagihan rekening listrik menjadi naik. Untuk dikapal sendiri kurang lebih sama, perbedaannya jika dikapal mengakibatkan pemakaian bahan bakar yang menjadi boros.

Maka dari itu untuk memperbesar harga  $\cos \varphi$  (faktor daya) yang rendah hal yang mudah dilakukan adalah memperkecil sudut  $\varphi$  (phi). Sedangkan untuk

memperkecil sudut  $\varphi$  (phi) hal yang mungkin dilakukan adalah memperkecil komponen daya reaktif (VAR). Berarti komponen daya reaktif yang ada bersifat induktif sehingga harus dikurangi dan pengurangan itu bisa dilakukan dengan menambah suatu sumber daya reaktif yaitu berupa kapasitor.

Kapasitor ini berfungsi untuk mengurangi reaktif induktif yang disebabkan beban motor listrik tadi dan menaikkan  $\cos \varphi$  (faktor daya). Adapun kapasitor ini sering disebut kapasitor bank, kapasitor bank inilah yang akan digunakan untuk sistem kelistrikan kapal Nusa Mulia dengan tujuan dapat meningkatkan faktor dayanya dan meng-efisiensikan pemakaian bahan bakar di kapal Nusa Mulia.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### a. Konservasi Energi Listrik

Menurut bahasa konservasi berarti pengawetan, perlindungan, pengawetan, atau pengendalian. Konservasi energi berarti menggunakan energi secara efisien dengan tidak menurunkan fungsi energi itu sendiri secara teknis namun memiliki tingkat ekonomi yang serendah-rendahnya, dapat diterima oleh masyarakat serta tidak pula mengganggu lingkungan. Sehingga konservasi energi listrik adalah penggunaan energi listrik dengan efisiensi tinggi melalui langkah-langkah penurunan berbagai kehilangan (*loss*) energi listrik pada semua taraf pengelolaan, mulai dari pembangkitan, pengiriman (transmisi), sampai dengan

pemanfaatan. Dengan kata lain yang lebih sederhana, konservasi energi listrik adalah penghematan energi listrik.

*b. Energi Listrik, Daya Listrik dan Beban Listrik*

Daya listrik pada sistem tenaga listrik bolak-balik tiga fasa terdiri dari tiga komponen, yaitu daya kompleks, daya aktif, dan daya reaktif. Yang dimaksud dengan daya kompleks adalah jumlah tegangan dan arus yang digunakan untuk diubah energi listrik per satuan waktu. Daya kompleks mengandung komponen real dan imajiner dari daya yang diberikan.

$$S = 3 \cdot V_{rms} \times I_{rms} \tag{1}$$

$$S = P + jQ \tag{2}$$

$$S = Scos\phi + jSsin\phi \tag{3}$$

$$E = P \cdot t \tag{4}$$

Keterangan :

$V_{rms}$  = tegangan RMS (volt)

$I_{rms}$  = arus RMS (ampere)

$S$  = daya kompleks (VA)

$P$  = daya real (watt)

$Q$  = daya imajiner (VAR)

$j$  = operator imajiner

$t$  = waktu (jam)

$E$  = energi listrik (KWH)

$\phi$  = perbedaan sudut fasa antara tegangan dan arus

*c. Pengaruh Kualitas Daya Listrik*

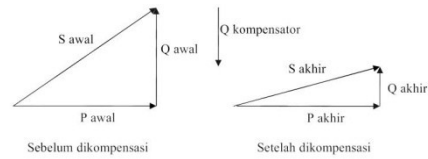
Faktor daya adalah rasio daya aktif terhadap daya kompleks. Faktor daya bernilai antara 0 (nol) sampai 1 (satu). Beban dengan faktor daya 0.9 lagging menunjukkan bahwa beban secara efektif dapat menggunakan 90 persen dari daya kompleks (VA) yang disuplai dan mengubahnya untuk melakukan suatu kerja yang berguna (watt).

Magnitude daya reaktif meningkat seiring dengan menurunnya faktor daya. Daya reaktif menyebabkan adanya energi yang terbuang karena daya reaktif tidak dapat digunakan untuk bekerja sedangkan daya yang dibangkitkan oleh pembangkit adalah daya kompleks. Selain itu, keadaan ini akan meningkatkan rugi-rugi pada jaringan listrik karena meningkatnya arus yang dikirimkan. Oleh karena itu, penghematan energi yang cukup signifikan dapat dilakukan dengan meningkatkan faktor daya.

Faktor daya sistem tenaga listrik dapat ditingkatkan dengan cara:

1. Mengurangi beban yang tidak efisien; motor yang bekerja pada beban penuh secara signifikan memiliki faktor daya yang lebih baik
2. Pemasangan kapasitor eksternal pada motor atau pada peralatan distribusi
3. Menggunakan motor hemat energi
4. Menggunakan motor sinkron daripada motor induksi
5. Peningkatan faktor daya dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor paralel pada sisi beban.

Perbaikan tersebut dapat dijelaskan pada gambar berikut:



Gambar 1. Upaya Peningkatan Faktor Daya dengan Pemasangan Kapasitor

Ukuran kapasitor yang digunakan untuk kompensasi faktor daya dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Q_{kompensator} = P(\tan[\cos^{-1}PF_{lama}] - \tan[\cos^{-1}PF_{baru}]) \tag{5}$$

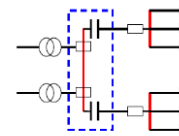
Persentase pengurangan rugi-rugi jaringan yang diperoleh dengan peningkatan faktor daya ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ Pengurangan rugi - rugi} = \left[ 1 - \left( \frac{PF_{lama}}{PF_{baru}} \right)^2 \right] \times 100\% \tag{6}$$

*d. Metode Pemasangan Kapasitor Bank*

1. *Global Compensation*

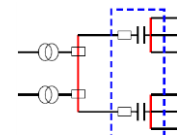
Pada kompensasi global, *capacitor bank* dipasang paralel pada panel utama. Metode ini mudah dan sederhana. Tetapi masih ada arus reaktif yang mengalir di semua penghantar dari tempat pemasangan *capacitorbank* hingga ke beban. Dengan demikian rugi-rugi daya pada penghantar tersebut tidak dapat ditekan.



Gambar 2. *global compensation*

2. *Group Compensation*

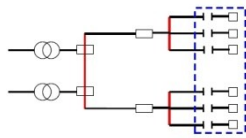
Dengan metode ini kapasitor yang terdiri dari beberapa panel kapasitor dipasang dipanel distribusi. Cara ini cocok diterapkan pada industri dengan kapasitas beban terpasang besar sampai ribuan kva dan terlebih jarak antara panel induk dan panel distribusi cukup berjauhan.



Gambar 3. *Group Compensation*

3. *Individual Compensation*

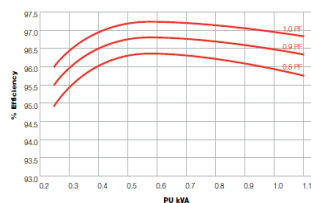
Pada kompensasi individual, *capacitor bank* dipasang langsung pada terminal beban induktif. Metode ini paling bagus dibandingkan dengan dua metode lainnya. Rugi-rugi daya pada semua penghantar dan dapat dilakukan penambahan beban pada sisi sekunder transformator.



Gambar 4. Individual Compensation

e. Generator-set

Sebuah generator -set memiliki rating yang dinyatakan dalam kW dan faktor daya. Sebuah generator yang beroperasi pada kW rating pada beban lagging dengan faktor daya 0,8 membutuhkan kW dari mesin yang lebih besar daripada saat beroperasi pada kW rating pada beban resistif. Hal ini berkaitan dengan perubahan efisiensi alternator dan akan menyebabkan peningkatan temperatur operasi dan konsumsi bahan bakar.



Gambar 5. Kurva Efisiensi Alternator

1. 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 di perhitungkan pemakaian bahan bakar dan untuk berapa lama bahan bakar disediakan.

$$V_{th} = \text{specific fuels consumption (SFC)} \times P \times T \quad (7)$$

Keterangan:

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

SFC = konsumsi spesifik bahan bakar (l/KWH)

T = untuk berapa lama bahan bakar disediakan (liter)

P = daya listrik (KWH)

f. Payback Period (PBP)

Metode Analisis *payback period* bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi *Break Even Point* (jumlah arus kas masuk sama dengan jumlah arus kas keluar). *Payback Period* (PBP) ini dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{investasi}}{\text{saving}} \quad (8)$$

Keterangan:

PBP = Jangka waktu pengembalian investasi.

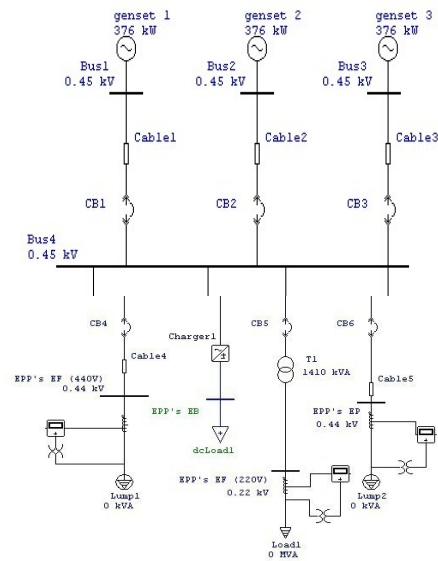
Investasi = Jumlah investasi awal yang dilakukan untuk mengganti sistem lama dengan sistem yang baru.

Saving = Penghematan yang dihasilkan dari penggunaan sistem baru.

III. METODE PENELITIAN

A. Sistem Kelistrikan Kapal Nusa Mulia

Single Line Diagram diagram sistem kelistrikan pada KUD Tani Mulyo dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Single Line Diagram di Kapal Nusa Mulia Menggunakan ETAP

B. Hasil Pengukuran Listrik

Hasil pengukuran listrik adalah hasil pengukuran di beberapa feeder jaringan listrik dikapal Nusa Mulia, yaitu di beberapa panel yang menuju ke beban. Adapun hasil pengukuran tersebut adalah

1. Feeder EPP's EF (440V)

Tabel 1. Hasil Pengukuran Feeder EPP' EF (440V) di Kapal Nusa Mulia

Kondisi Kapal	Tegangan	Arus	cosφ	Daya Nyata (P)	Daya Reaktif (Q)	Daya semu (S)
Sandar	440 V	146,8 A	0,79	88,4	68,6 KVAR	112 KVA
Mau berangkat	440 V	192,5 A	0,79	115,8	89,7 KVAR	146,7 KVA
Berlayar	440 V	294,1 A	0,79	177,9 KW	137,7 KVAR	224,6 KVA
Mau sandar	440 V	191A	0,79	114,9	89,2 KVAR	146 KVA

2. Feeder EPP's EF (220V)

Tabel 2. Hasil Pengukuran Feeder EPP' EF (220V) di Kapal Nusa Mulia

Kondisi Kapal	Tegangan	Arus	cosφ	Daya Nyata (P)	Daya Reaktif (Q)	Daya semu (S)
Sandar	220 V	88,8 A	0,83	28,1 KW	18,7 KVAR	33,7 KVA
Mau berangkat	220 V	90,1 A	0,83	28,5 KW	19,3 KVAR	34,8 KVA
Berlayar	220 V	94,2 A	0,82	29,5 KW	20,5 KVAR	35,8 KVA
Mau sandar	220 V	90,6 A	0,83	28,7 KW	19,6 KVAR	34,5 KVA

3. Feeder EPP' EP

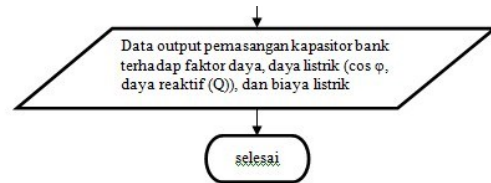
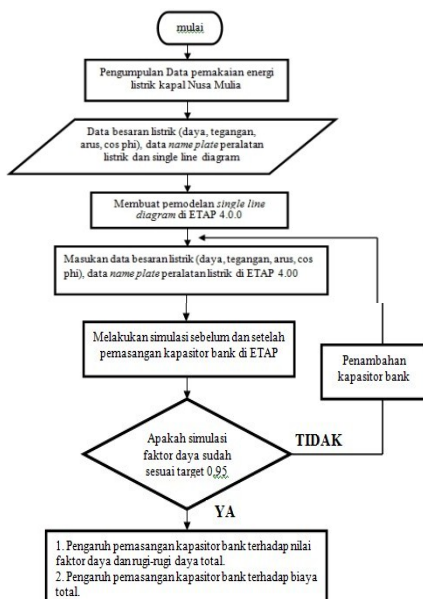
Tabel 3. Hasil Pengukuran EPP' EP Di Kapal Nusa Mulia

Kondisi Kapal	Tegangan	Arus	cosφ	Daya	Daya	Daya
				Nyata (P)	Reaktif (Q)	semu (S)
Sandar	440 V	542,2 A	0,8	330,5 KW	247,7 KVAR	413,8 KVA
Mau berangkat	440 V	760,2 A	0,78	451,9 KW	362,8 KVAR	578,8 KVA
Berlayar	440 V	762,1 A	0,78	452,5 KW	363,1 KVAR	580,3 KVA
Mau sandar	440 V	542,9 A	0,8	331,4 KW	248,2 KVAR	413,9 KVA

C. Langkah Penelitian

1. Mempersiapkan *single line* diagram, sistem distribusi kelistrikan kapal Nusa Mulia
2. Mengumpulkan data komponen sistem yang dibutuhkan oleh perangkat lunak (*software*) dalam hal ini ETAP *Power Station*. Berupa data mentah yang biasa digunakan untuk analisis pemasangan kapasitor.
3. Mengumpulkan data tegangan dan beban sistem kelistrikan kapal Nusa Mulia sebagai dasar dalam melakukan pemodelan dan simulasi dengan *software* ETAP.
4. Memasukkan data yang diperlukan ETAP *Power Station*.
5. Melakukan analisis pemasangan kapasitor dengan simulasi di ETAP
6. Periksa hasil dan bandingkan berapa nilai faktor daya, daya nyata, daya reaktif dan daya semu ketika sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank apakah terjadi perbaikan pada sistem.
7. Setelah terjadi perbaikan sistem dari simulasi maka hitung penghematan yang didapat setelah perbaikan.
8. Memberikan rekomendasi dan simpulan hasil penelitian.

D. Flow Chart



Gambar 7. Flow Chart Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Menghitung Konsumsi Energi Listrik

Dari data hasil pengukuran, maka didapat besarnya konsumsi energi listrik pada masing-masing feeder panel, sehingga konsumsi energi listrik pada masing-masing feeder dapat ditotal untuk mendapatkan konsumsi energi listrik secara keseluruhan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Total Pengukuran Konsumsi Energi Listrik Kapal Nusa Mulia

No.	Feeder	Daya nyata (P)	Daya reaktif (Q)	Daya semu (S)
1.	Feeder EPP' EF (440V)	177,9 KW	137,3 KVAR	224,6 KVA
2.	Feeder EPP' EF (220V)	29,5 KW	20,5 KVAR	35,8 KVA
3.	Feeder EPP' EP	452,5 KW	363,1 KVAR	580,3 KVA
<b>TOTAL</b>		<b>660 KW</b>	<b>521KVAR</b>	<b>841 KVA</b>

b. Biaya Energi Listrik

Biaya energi listrik adalah biaya energi bahan bakar kapal Nusa Mulia sebelum perbaikan faktor daya. Adapun biaya energi bahan bakar ini menggunakan beberapa asumsi, antara lain :

1. Konsumsi SFC = 0,16 liter/KWH
2. Harga bahan bakar = Rp 6.500 /liter

Maka jumlah dan biaya bahan bakar yang dikonsumsi adalah:

$$(perhari) \text{ liter} = 660 \times 0,16 \times 16 = 1.690 \text{ liter}$$

$$biaya = 1.690 \times Rp6.500 = Rp 10.985.000$$

Untuk konsumsi bahan bakar perbulan dan pertahun sama dengan perhitungan diatas dan hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 5. Biaya Energi Sebelum Perbaikan Faktor Daya

Waktu	Energi (KWH)	Bahan bakar (Liter)	Biaya (Rupiah)
Per-hari	10.560	1.690	10.985.000
Per-bulan	211.200	33.792	219.648.000
Per-tahun	2.534.400	405.504	2.635.776.000

c. Faktor Daya

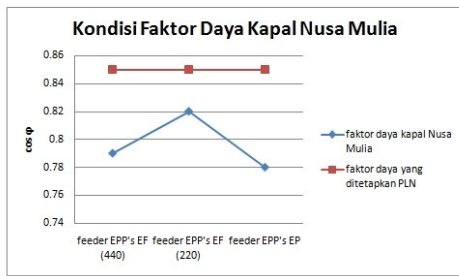
Hasil pengukuran faktor daya dikapal nusa mulia adalah

Tabel 6. Hasil Pengukuran Faktor Daya Dikapal Nusa Mulia

Feeder	Faktor daya (cos φ)
EPP' EF (440V)	0,79
EPP' EF (220V)	0,82
EPP' EP	0,78
<b>Total rata-rata</b>	<b>0,78</b>

Melalui pengukuran faktor daya untuk masing-masing feeder diperoleh penggambaran faktor

daya yang dibandingkan dengan faktor daya minimum yang ditetapkan PLN sebagaimana pada grafik berikut:



Gambar 8. Grafik Faktor Daya di Kapal Nusa Mulia dan PLN

d. Simulasi Pemasangan Kapasitor Bank

Sebelum pemasangan kapasitor bank maka dihitung dulu berapa KVAR yang dibutuhkan untuk simulasi kapasitor bank di ETAP 4.0 yaitu

1. Feeder EPP' EF (440V)

$$Q_{kompensator} = 177,9(\tan[\cos^{-1}0,79] - \tan[\cos^{-1}0,95])KVAR$$

$$Q_{kompensator} = 79,6 KVAR$$

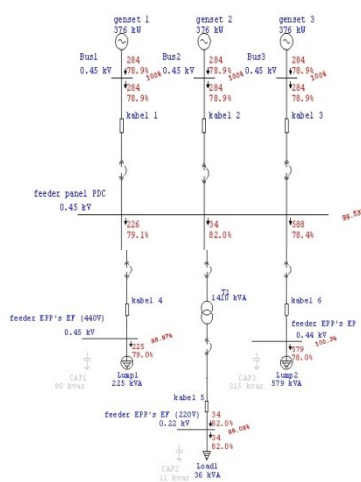
$$Q_{kompensator} \approx 80 KVAR$$

Untuk perhitungan yang sama pada Feeder EPP' EF (220V), dan Feeder EPP' EP, maka hasilnya adalah

Tabel 7. Ringkasan Hasil Perhitungan Kvar yang di Butuhkan Kapasitor Bank Pada Masing-Masing Feeder

	Feeder panel		
	Feeder EPP's EF (440V)	Feeder EPP's EF (220V)	Feeder EPP's EP
P total (KW)	177,9 KW	29,5 KW	452,5 KW
PF awal	0,79	0,82	0,78
PF akhir	0,95	0,95	0,95
Qc (KVAR)	80 KVAR	11 KVAR	215

a. Simulasi sebelum Pemasangan Kapasitor Bank menggunakan ETAP 4.0



Gambar 9. Simulasi Aliran Daya Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank

Pada kondisi sebelum pemasangan kapasitor bank dengan beban penuh semua dinyalakan, Maka dari hasil simulasi diperoleh :

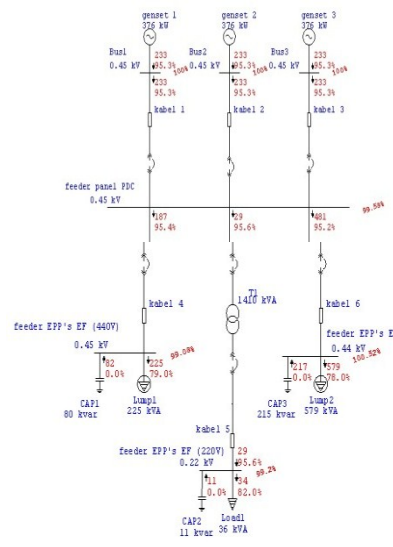
SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF
Swing Bus(es):	0.672	0.524	0.852	78.87 Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00 Lagging
Total Demand:	0.672	0.524	0.852	78.87 Lagging
Total Motor Load:	0.629	0.500	0.804	78.28 Lagging
Total Static Load:	0.028	0.019		
Apparent Losses:	0.015	0.004		
System Mismatch:	0.000	0.000		

Number of Iterations: 2

Gambar 10. Ringkasan Pembangkitan, Pembebanan dan Faktor Daya Total Sebelum Perbaikan Faktor Daya

b. Simulasi setelah Pemasangan Kapasitor Bank menggunakan ETAP 4.0



Gambar 10. Simulasi Aliran Daya Setelah Pemasangan

Waktu	Biaya awal sebelum pemakaian	BBM (liter)	Biaya setelah pemasangan kapasitor bank	BBM (liter)
Perhari	Rp 10.985.000	1.690	Rp7.492.680	1.152,72
Pertahun	Rp 2.635.776.000	405.50	Rp1.797.693.95	276.568,3

Kapasitor Bank

Pada kondisi setelah pemasangan kapasitor bank dengan beban penuh semua dinyalakan, Maka dari hasil simulasi diperoleh :

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF
Swing Bus(es):	0.667	0.212	0.700	95.30 Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00 Lagging
Total Demand:	0.667	0.212	0.700	95.30 Lagging
Total Motor Load:	0.629	0.500	0.804	78.28 Lagging
Total Static Load:	0.028	-0.291		
Apparent Losses:	0.010	0.003		
System Mismatch:	0.000	0.000		

Number of Iterations: 2

Gambar 11. Ringkasan Pembangkitan, Pembebanan Dan Faktor Daya Total Setelah Perbaikan Faktor Daya

Maka ringkasan hasil perbaikan faktor daya pada simulasi ini dapat diperlihatkan pada tabel berikut ini:

tabel 8. Rincian Hasil Simulasi ETAP 4.0

Kondisi di	Sebelum pemasangan kapasitor bank		Setelah pemasangan kapasitor bank	
	KVAR	Cos φ	KVAR	Cos φ
Feeder PDC	524	0,7887	212	0,9530

Dengan melakukan simulasi ETAP 4.0 maka dapat dipastikan dengan menggunakan kapasitor bank yang telah dihitung harga KVARnya secara manual, ketika simulasi tidak jauh berbeda hasil cos φ sebelum dan setelah perbaikan untuk mencapai cos φ akhir menjadi 0,95. Baik secara perhitungan maupun secara simulasi ETAP.

e. *Pemakaian Energi Listrik setelah perbaikan faktor daya Pada masing-masing Feeder*

a. Feeder EPP' EF (440V)

$$\% \text{pengurangan rugi} - \text{rugi} = \left[ 1 - \left( \frac{0,79}{0,95} \right)^2 \right] \times 100\% = 30,84\%$$

$$KWH_{\text{rugi}} = P \cdot t = 30,84\% \times 177,9 \times 16 = 877,9 \text{ KWH}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk Feeder EPP' EF (220V) dan Feeder EPP' EP maka hasilnya adalah Tabel 9. Perbandingan Pemakaian Energi Listrik Pada Feeder Panel Kapal Nusa Mulia

Feeder	Sebelum Pemasangan kapasitor bank		Setelah Pemasangan kapasitor bank		
	KWH per-hari	KWH per-tahun	Feeder	KWH per-hari	KWH per-tahun
Feeder EPP' EF (440V)	2.846,4	683.136	Feeder EPP' EF (440V)	877,9	210.696
Feeder EPP' EF (220V)	472	113.280	Feeder EPP' EF (220V)	120,3	28.872
Feeder EPP' EP	7.240	1.737.600	Feeder EPP' EP	2.359,5	566.280
<b>Total</b>	<b>10.560</b>	<b>2.534.016</b>	<b>Total</b>	<b>3.358</b>	<b>805.848</b>

f. *Biaya Energi Setelah Perbaikan Faktor Daya (perhari) liter* = 3.358 x 0,16 = 537,28 liter  
*biaya* = 537,28 x Rp6500 = Rp3.492.320

Untuk perbulan dan pertahun menggunakan perhitungan yang sama maka hasilnya adalah

Tabel 10. Konsumsi Bahan Bakar Energi Listrik Pada Feeder Panel Kapal Nusa Mulia

Tabel 11. Penghematan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Dikapal Nusa Mulia

Waktu	BBM (liter)	Biaya penghematan
Perhari	537,28	Rp3.492.320
Pertahun	128.935,7	Rp838.082.050

Pada tabel di atas, menunjukkan adanya penghematan yang dikeluarkan untuk biaya bahan bakar yang tadinya perhari biaya yang dikeluarkan Rp10.985.000 setelah penghematan biaya yang dikeluarkan menjadi Rp7.492.680.

V. KESIMPULAN

1. Kondisi pemakaian bahan bakar pada sistem kelistrikan Kapal Nusa Mulia sebelum perbaikan faktor daya adalah 1.690 liter perhari dengan biaya Rp10.985.000 dengan faktor daya rata-rata 0,78. Ini sangat tidak baik mengingat kondisi faktor daya yang rendah maka perbaikan faktor daya dengan pemasangan kapasitor bank sebagai salah satu alternatif mengatasi faktor daya yang rendah.
2. Kondisi pemakaian bahan bakar pada sistem kelistrikan Kapal Nusa Mulia setelah perbaikan faktor daya adalah 537,28 liter. Ini adalah penghematan bahan bakar setelah perbaikan faktor daya menjadi 0,95 dengan pemasangan kapasitor bank, maka setelah perbaikan faktor daya menjadi 0,95 maka pemakaian bahan bakar menjadi 1.152,72 liter perhari dengan biaya Rp7.492.680.
3. Dengan pemasangan kapasitor bank hasil perhitungan dan simulasi maka didapat perbaikan faktor daya menjadi 0,95 dari yang tadinya 0,78. Dengan faktor daya 0,95 maka beban KVAR di kapal Nusa mulia telah direduksi menjadi 212 KVAR hasil simulasi ETAP dari yang tadinya KVAR dikapal Nusa Mulia sebesar 524 KVAR

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fauzan, H.J. (2008). Konservasi Energi Listrik pada Industri Baja dengan Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Daya Listrik. Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

[2] Hadi, Prasetyo. (2008). Konservasi Energi Listrik pada Industri Otomotif. Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

[3] Jamali, Jamal. (2014). Analisis Perbaikan Faktor Daya di PT. Primer Indokencana Gorontalo. Universitas Negeri Gorontalo.

[4] Iverson, Jim. (2006). *Rated Power Factor Test and Installation Acceptance of Imergency and Standby Power System. Technical Information, Cummins Power Generation.*

[5] Rizal, Abdul. (2001). Studi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Dengan Daya 1500 KW Di Pulau Bawean PT. PLN (persero) UPJ Area Gresik. Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra Surabaya.

[6] PowerStation Help. (2000). *Load Flow Calculation Method. Lake Forest, CA. Operation Technology, Inc.*

[7] Tampubolon, Wempi. (2012). Analisa Audit Energi Dengan Parameter Beban Penerangan dan Sistem Pengkondisian Udara Pada Rumah Sakit Krakatau Medika (RSKM) Cilegon. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

- [8] Jaya Santoso, Yusan. (2007). Simulasi dan analisa efek penempatan capasitor 360, 310, 210 kVAR pada plant 1 di PT. Garudafood Putra Jaya. Fakultas teknologi industri Universitas Kristen Petra Surabaya.