

Analisis Perencanaan *Capacitor Bank* Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Pusat Perbelanjaan *Blitar Square*

Sulistiyowati^{*a)}, Muhammad Fahmi Hakim^{a)}, Ikfi Asmaul Khusna^{a)}, Heri Sungkowo^{a)}

(Artikel diterima: September 2021, direvisi: Oktober 2021)

Abstract: Power factor is the ratio between active power (W) and apparent power (VA). In an electrical installation, the quality of electric power can be said to be good if the value of the power factor is above a predetermined standard of 0.85 according to the Minister (ESDM) Number 30 of 2012 [1]. From the research that has been done at the Blitar Square Shopping Center, it was found that the power factor value is still below the standard with an average value of 0.711. With the low power factor value, this shopping center gets a penalty from PT. PLN (Persero) due to the use of reactive power. Therefore, it is necessary to make efforts to improve the power factor by installing a capacitor bank. The installation of this capacitor bank is expected to be able to increase the power factor value with a power factor target of 0.98 and reduce the charge for reactive power usage penalties. The calculation results show that global compensation requires 12 capacitor banks with a rating of 10.4 kVAR, while sectoral compensation on the chiller load panel requires 7 capacitor banks with a rating of 10.4 kVAR and the foodmart load panel requires a capacitor bank with a rating of 10.4 kVAR is 6 pieces. In simulating the installation of a capacitor bank using the ETAP application, it is known that the installation of a capacitor bank can increase the power factor value. In addition, the installation of a capacitor bank also results in an increase in the voltage value in the system, this voltage increase is still below the permissible standard of $\pm 5\%$. The simulation of installing a capacitor bank on global compensation can improve the power factor value from 72.99% to 96.97%, with a voltage increase of 0.479% from the initial value of 397 V to 398.9 V, and a decrease in the current value of 24.645% from the initial value. 330.7 A to 249.2 A. While the simulation of installing a capacitor bank in sectoral compensation can improve the power factor value from 72.99% to 93.57%, with a voltage increase of 0.401% from the initial value of 397 V to 398.6 V, and a decrease in the value of current by 21.593% from the initial value of 330.7 A to 258.1 A. The cost of installing a capacitor bank in global compensation was Rp. 189,897,500 while the sectoral compensation is Rp. 211.305.600. It can be concluded that the installation of a capacitor bank using the global compensation method is more effective.

Kata-kata kunci : Power Factor, Capacitor Bank, Efektivitas

1. Pendahuluan

Pusat perbelanjaan *Blitar Square* merupakan satu-satunya mall atau pusat perbelanjaan di Kota Blitar yang didirikan pada tahun 2018. *Blitar Square* Mall mendapatkan suplay daya dari PT. PLN (Persero) sebesar 1110 KVA, yang mana merupakan pelanggan dengan golongan tarif B3 dengan keterangan industri besar (daya >200 KVA).

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (ESDM) Nomor 30 Tahun 2012 [1], nilai minimal suatu faktor daya dalam sebuah industri adalah sebesar 0.85, apabila nilai faktor daya <0,85, maka akan dikenakan denda berupa pinalti oleh PT. PLN (Persero). Pinalti yang dibebankan kepada konsumen ini berupa tagihan pemakaian daya reaktif.

Dalam penelitian ini diketahui bahwa Pusat perbelanjaan *Blitar Square* Mall terdapat nilai faktor daya <0.85 atau dibawah standart yang telah ditetapkan oleh PT. PLN dengan rata-rata 0,6 – 0,7. Faktor daya yang rendah menyebabkan pusat perbelanjaan ini harus membayar pinalti berupa pemakaian daya reaktif kepada. Adanya permasalahan yang telah dikemukakan diatas maka perlu adanya upaya untuk perbaikan faktor daya pada pusat perbelanjaan *Blitar Square* Mall dengan cara pemasangan *capacitor bank*. Selain itu, dengan pemasangan *capacitor bank* ini diharapkan tagihan pembayaran denda pemakaian daya reaktif dapat berkurang. Dalam suatu pusat perbelanjaan banyak beban – beban seperti motor-motor. Menurut [8] banyaknya beban-beban tersebut akan mempengaruhi daya reaktif sehingga

faktor daya menjadi rendah atau sangat rendah.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Daya Listrik

Besar suatu usaha yang dilakukan dalam satuan waktu atau tingkat dalam melakukan sebuah usaha merupakan definisi dari daya. Daya listrik terbagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Daya Aktif (Watt)

Persamaan daya aktif untuk sistem tiga fasa [5]:

$$P_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L^* \times \cos \varphi \quad (2-1)$$

2. Daya Reaktif (VAR)

Persamaan daya reaktif untuk sistem tiga fasa [5]:

$$Q_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L^* \times \sin \varphi \quad (2-2)$$

3. Daya Semu (VA)

Persamaan daya semu untuk sistem tiga fasa [5]:

$$S_T = 3 \times V_\phi \times I_\phi^* = \sqrt{3} \times V_L \times I_L^* \quad (2-3)$$

2.2 Faktor Daya

Faktor daya (pf) adalah rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya semu (VA). Nilai suatu faktor daya terdapat pada rentang antara 0 – 1, selain rentang antara 0 – 1 dapat pula dalam bentuk persentase 0% - 100% [3]. Menurut [7] jika pf lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan

* Korespondensi: sulistiyowati@polinema.ac.id

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

akan berkurang
 Persamaan faktor daya [5]:

$$F_p = \cos \theta = \frac{P}{S} \quad (2 - 4)$$

Penentuan kebutuhan daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya, maka dapat dihitung dengan persamaan [2]:

$$Q_c = P \times (\tan \varphi - \tan \varphi') \quad (2 - 5)$$

Dalam memperbaiki nilai faktor daya terdapat 3 metode kompensasi pemasangan *capacitor bank* yaitu [6]:

1. *Global Compensation*
 Pemasangan *capacitor bank* diletakan pada busbar utama MDP (*Main Distribution Panel*).
2. *Sectoral Compensation*
 Pemasangan *capacitor bank* diletakan pada busbar utama SDP (*Sub-Distribution Panel*).
3. *Individual Compensation*
 Pemasangan *capacitor bank* diletakan secara paralel dengan tiap beban.

2.3 Perencanaan Instalasi *Capacitor Bank*

1. Pemilihan Kapasitor
 Kapasitor adalah komponen atau peralatan listrik yang memiliki kemampuan menyimpan dan melepaskan muatan listrik selama waktu tertentu. Perhitungan nilai arus nominal kapasitor dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_n = \frac{Q_c}{\sqrt{3} \times V} \quad (2 - 6)$$

2. Pemilihan Kontaktor
 Kontaktor merupakan suatu perangkat kelistrikan sebagai pengendali atau pengatur aliran daya, seperti prinsip kerja saklar dengan prinsip kerja menggunakan electromagnet. Terdapat kontaktor khusus untuk pensaklaran kapasitor yaitu dengan kategori utilisation AC-6b.
3. Pemilihan Penghantar
 Penghantar merupakan media penyalur arus listrik atau panas. Berdasarkan standar PUIL 2000 [4] ayat 5.10.2.1, KHA penghantar sirkuit kapasitor tidak boleh kurang dari 135 persen dari arus pengenal kapasitor. Untuk menentukan nilai KHA dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_{KHA} \geq 135\% \times I_N \quad (2 - 7)$$

4. Pemilihan Pengaman
 Berdasarkan standar PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2000) [4] ayat 3.24.3 dan ayat 3.24.4, gawai proteksi harus disiapkan untuk memutus setiap arus beban lebih yang mengalir pada penghantar sirkuit sebelum arus tersebut dapat menyebabkan kenaikan suhu yang merusak isolasi, sambungan, terminasi atau sekeliling penghantar. Dalam hal ini pemilihan rating pengaman harus diatas nilai arus beban dan dibawah nilai KHA.

3. Metode Penelitian

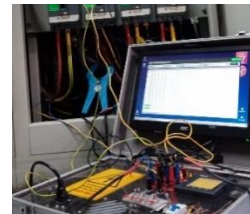
3.1 Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 27 Desember 2020 –

31 Juli 2021 pada Pusat Perbelanjaan *Blitar Square* yang beralamat di Jalan Merdeka No. 30, Kepanjen Lor Kec. Kepanjen Kidul, Kota Blitar, Jawa Timur.

3.2 Teknik Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan alat *Web-Based Power Quality Meter* yang merupakan alat untuk mengukur kualitas daya yang berbasis web, pengukuran dilakukan pada panel SDP maupun panel MDP untuk analisis penggunaan energi.

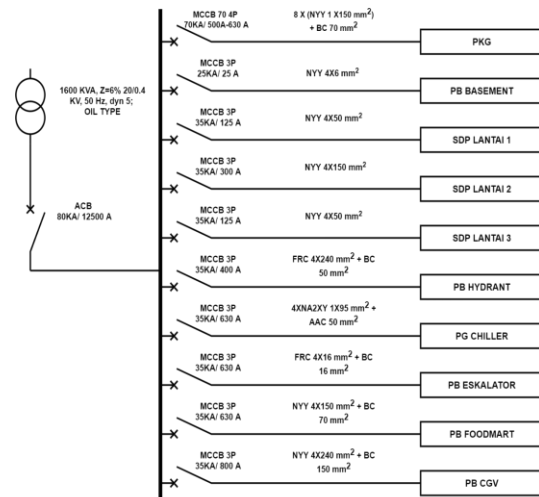


Gambar 3.1. Proses Pengukuran

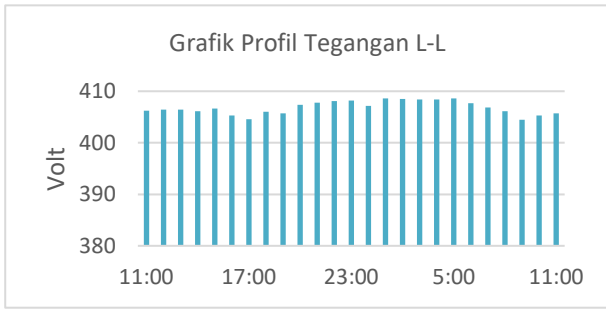
Pengukuran dimulai dari clamp CT yang dipasang pada kabel atau busbar utama panel lalu masuk menuju PM 5110 yang kemudian data akan diproses oleh arduino dan dihubungkan langsung menuju mini-PC yang ada pada koper alat. Dengan aplikasi yang sudah tersedia di mini-PC pengukuran bisa dimulai, kemudian akan terekam otomatis pada mini-PC. Apabila mini-PC terhubung dengan internet maka secara otomatis data akan terupload pada web dan bisa dipantau secara real time melalui mini-PC itu sendiri maupun melalui *smartphone*.

3.3 Proses Pengumpulan Data

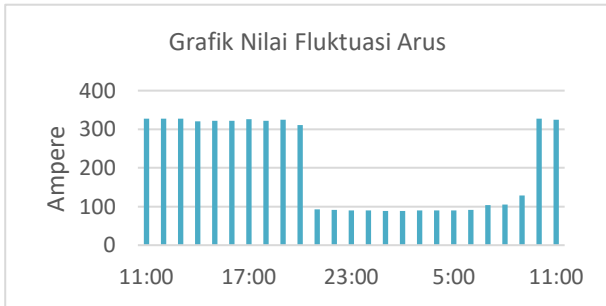
Pusat perbelanjaan *Blitar Square* mendapatkan suplay daya dari PT. PLN (Persero) sebesar 1110 KVA dengan tegangan 20 KV, yang mana merupakan pelanggan dengan golongan tarif B3 keterangan industri besar (daya >200 KVA). Pusat perbelanjaan ini di suplay oleh transformator 1600 kVA. Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan pada panel LVMDP dan pada tiap panel SDP.



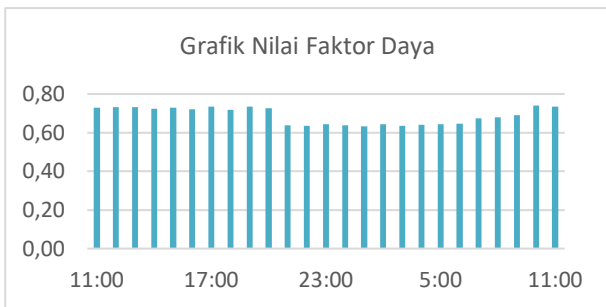
Gambar 3.2. Single Line Diagram



Gambar 3.3. Data Nilai Tegangan LVMDP



Gambar 3.4. Data Fluktuasi Arus LVMDP



Gambar 3.5. Data Nilai Faktor Daya LVMDP

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Analisis Fluktuasi Pembebanan pada *Global Compensation* dan *Sectoral Compensation* (Panel Beban *Chiller* dan Panel Beban *Foodmart*)

Analisis ini untuk mengetahui seberapa besar pembebanan yang digunakan pada transformator. Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai pembebanan pada trafo adalah :

$$\text{Pembebanan maksimum} = \frac{230,691 \text{ kVA}}{1600 \text{ kVA}} \times 100\% = 14,418 \%$$

$$\text{Pembebanan minimum} = \frac{62,937 \text{ kVA}}{1600 \text{ kVA}} \times 100\% = 3,934 \%$$

$$\text{Pembebanan rata-rata} = \frac{144,050 \text{ kVA}}{1600 \text{ kVA}} \times 100\% = 9,003 \%$$

4.2 Penentuan Nilai Kebutuhan Daya Reaktif pada *Global Compensation* dan *Sectoral Compensation* (Panel Beban *Chiller* dan Panel Beban *Foodmart*)

Berikut merupakan contoh perhitungan penentuan kebutuhan daya reaktif pada *global compensation* panel LVMDP yang mana diambil data pada pukul 17:00 WIB:

Tabel 4.1. Data Pengukuran LVMDP

Parameter	Nilai
Faktor Daya	0,734
Tegangan (V)	404,538
Arus (A)	325,562

Dari data pengukuran, maka dapat dilakukan perhitungan daya yang mengacu pada persamaan 2 – 1, 2 – 2, 2 – 3 adalah sebagai berikut:

$$P = 167,418 \text{ kW}$$

$$Q = 154,895 \text{ kVAR}$$

$$S = 228,081 \text{ kVA}$$

Untuk menentukan nilai kebutuhan daya reaktif diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut dengan nilai target faktor daya 0,98:

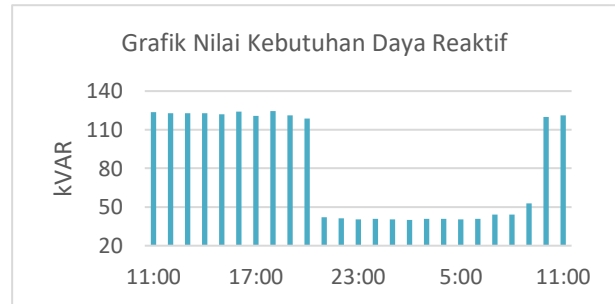
$$\cos \varphi = 0,734$$

$$\tan \varphi = \tan \{ \cos^{-1} (x) \} = \tan \{ \cos^{-1} (0,734) \} = 0,925$$

$$\cos \varphi' = 0,98$$

$$\tan \varphi' = \tan \{ \cos^{-1} (x) \} = \tan \{ \cos^{-1} (0,980) \} = 0,203$$

$$\begin{aligned} Q_c &= P \times (\tan \varphi - \tan \varphi') \\ &= 167,418 \text{ kW} \times (0,925 - 0,203) \\ &= 120,899 \text{ kVAR} \end{aligned}$$



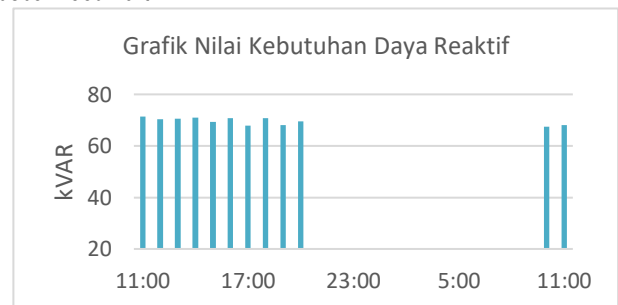
Gambar 4.1. Kebutuhan Daya Reaktif LVMDP

Mengacu pada gambar 4.1. maka *Stepping* kapasitor yang digunakan berjumlah 12 step *capacitor bank* dengan rasio 1:1:1:1:1:1:1:1:1:1:1:1. Dengan ini nilai nominal kapasitor yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{nilai rata-rata kebutuhan daya reaktif}}{\text{total rasio}} \\ &= \frac{80,536 \text{ kVAR}}{12} = 6,711 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Maka digunakan kapasitor 10,4 kVAR pada tegangan 400V.

Selanjutnya penentuan nilai kebutuhan daya reaktif pada *Sectoral Compensation* untuk panel beban *chiller* dan panel beban *foodmart*.



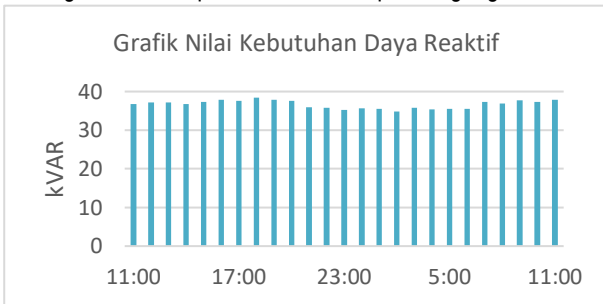
Gambar 4.2. Kebutuhan Daya Reaktif Panel Beban *Chiller*

Mengacu pada gambar 4.2. maka *Stepping* kapasitor yang digunakan 7 step *capacitor bank* dengan rasio 1:1:1:1:1:1:1. Dengan ini nilai nominal kapasitor yang dibutuhkan adalah

sebagai berikut

$$= \frac{69,617 \text{ kVAR}}{7} = 9,94 \text{ kVAR}$$

Maka digunakan kapasitor 10,4 kVAR pada tegangan 400V.



Gambar 4.3. Kebutuhan Daya Reaktif Panel Beban *Foodmart*

Mengacu pada gambar 4.3. maka *Stepping* kapasitor yang digunakan 6 step *capacitor bank* dengan rasio 1:1:1:1:1:1. Dengan ini nilai nominal kapasitor yang dibutuhkan adalah sebagai berikut

$$= \frac{36,671 \text{ kVAR}}{6} = 6,112 \text{ kVAR}$$

Maka digunakan kapasitor 10,4 kVAR pada tegangan 400V.

4.3 Perencanaan Instalasi *Global Compensation* dan *Sectoral Compensation* (Panel Beban *Chiller* dan Panel Beban *Foodmart*)

1. Analisis Harmonisa

Analisis harmonisa pada *global compensation* bertujuan untuk mengetahui nilai harmonisa yang terdapat dalam suatu instalasi, dalam perencanaan ini tidak diperlukan adanya filter harmonisa dikarenakan nilai harmonisa yang terdapat dalam sistem masih memiliki nilai dibawah standart yang telah ditentukan.

2. Perencanaan Kapasitor

Perencanaan *global compensation* digunakan kapasitor rating 10,4 kVAR berjumlah 12 buah. Dikarenakan terdapat nilai harmonisa maka digunakan *detunned reactor* dengan rating 12,5 kVAR berjumlah 12 buah.

Perencanaan *sectoral compensation* pada panel beban *chiller* digunakan kapasitor rating 10,4 kVAR berjumlah 7 buah, dan untuk panel beban *foodmart* digunakan kapasitor rating 10,4 kVAR berjumlah 6 buah.

3. Perencanaan Kontaktor

Perencanaan *global compensation* digunakan kontaktor rating 12,5 kVAR berjumlah 12 buah.

Untuk perencanaan *sectoral compensation* pada panel beban *chiller* digunakan kapasitor rating 12,5 kVAR berjumlah 7 buah, dan untuk panel beban *foodmart* digunakan kapasitor rating 12,5 kVAR berjumlah 6 buah.

4. Perencanaan Penghantar

Penghantar yang sesuai standar adalah dengan nilai arus KHA $\geq 135\%$. Penghantar dipasang pada tiap kapasitor, tiap step kapasitor, dan incoming panel.

5. Perencanaan Proteksi

Perencanaan *global compensation* menggunakan MCCB EasyPact CVS LV510930 16A untuk tiap step kapasitor, MCCB EasyPact EZC250F 225 A untuk pengaman utama, MCB DOM11340SNI 6A untuk pengaman sistem kontrol, dengan rasio CT 400/5.

Sedangkan untuk perencanaan *sectoral compensation* pada panel beban *chiller* menggunakan MCCB EasyPact CVS LV510930 16A untuk tiap step kapasitor, MCCB EasyPact CVS LV516302 125 A untuk pengaman utama, dan MCB DOM12252SNI 4A untuk pengaman sistem kontrol, dengan rasio CT 200/5.

Dan pada panel beban *foodmart* MCCB EasyPact CVS LV510930 16A pengaman tiap step, MCCB EasyPact CVS LV510307 100 A pengaman utama, dan MCB DOM12251SNI 4A untuk pengaman sistem kontrol, dengan rasio CT 100/5.

4.4 Analisis Dampak Kompensasi Daya Reaktif *Global Compensation* dan *Sectoral Compensation* (Panel Beban *Chiller* dan Panel Beban *Foodmart*)

Analisis dampak kompensasi terhadap nilai daya reaktif pada *global compensation* akan berpengaruh terhadap parameter-parameter kelistrikan lainnya:

1. Dampak terhadap nilai daya reaktif

Dampak terhadap nilai daya reaktif dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut ini:

$$\frac{Q_{C2}}{2\pi \times f \times V^2} = \frac{Q_{C1}}{2\pi \times 50 \times 400^2} \quad (4-1)$$

Keterangan:

Simbol f adalah frekuensi dan V adalah tegangan sistem, dengan Q_{C1} adalah daya reaktif nominal kapasitor. Maka didapatkan persamaan baru:

$$Q_{C2} = \frac{Q_{C1} \times f \times V^2}{2\pi \times 50 \times 400^2} \quad (4-2)$$

$$Q_{C2} = \frac{114,4 \times 50,04 \times 404,538^2}{50 \times 400^2} = 117,104 \text{ kVAR}$$

Maka nilai daya reaktif baru pada pukul 17:00 WIB adalah:

$$Q_2 = (154,895 - 117,104) \text{ kVAR} = 37,791 \text{ kVAR}$$

2. Dampak terhadap nilai daya semu

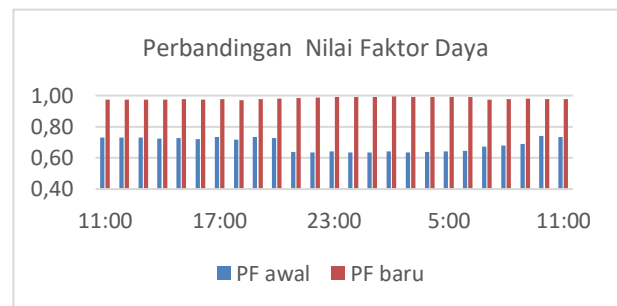
$$S_2 = \sqrt{(167,418^2 + 37,791^2)} = 171,630 \text{ kVA}$$

3. Dampak terhadap nilai arus

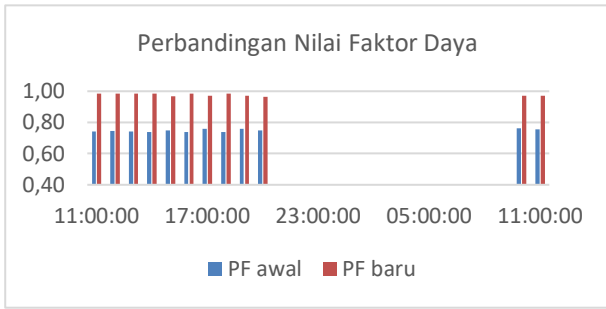
$$I_2 = \frac{171,630 \times 1000}{\sqrt{3} \times 404,538} = 244,948 \text{ A}$$

4. Dampak terhadap nilai faktor daya

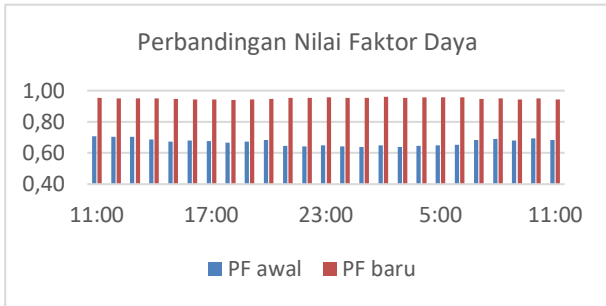
$$\cos \varphi_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{167,418}{171,630} = 0,975$$



Gambar 4.4. Perbandingan Nilai Faktor Daya Panel LVMDP



Gambar 4.5. Perbandingan Nilai Faktor Panel Beban *Chiller*



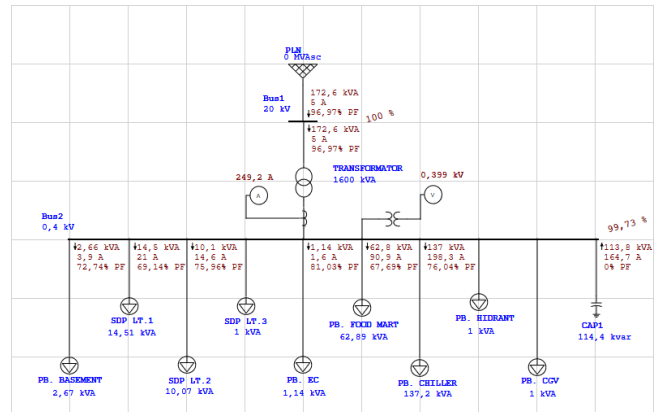
Gambar 4.6. Perbandingan Nilai Faktor Panel Beban *Foodmart*

4.5 Simulasi Pemasangan *Capacitor Bank Global Compensation* dan dan *Sectoral Compensation*

Dalam simulasi pemasangan *capacitor bank* ini dilakukan pada pukul 17:00 WIB Ketika kebutuhan daya reaktif tertinggi.

Tabel 4.2. Data Simulasi ETAP

Parameter	Nilai
P basement (kW)	1,943
Q basement (kVAR)	1,825
P SDP Lt. 1 (kW)	10,034
Q SDP Lt. 1 (kVAR)	10,478
P SDP Lt. 2 (kW)	7,647
Q SDP Lt. 2 (kVAR)	6,547
P SDP Lt. 3 (kW)	1
Q SDP Lt. 3 (kVAR)	0
P eskalator (kW)	0,921
Q eskalator (kVAR)	0,666
P foodmart (kW)	42,571
Q foodmart (kVAR)	46,293
P chiller (kW)	104,302
Q chiller (kVAR)	89,086
P hidrant (kW)	1
Q hidrant (kVAR)	0
P CGV (kW)	1
Q CGV (kVAR)	0
Q capacitor bank (kVAR)	114,4

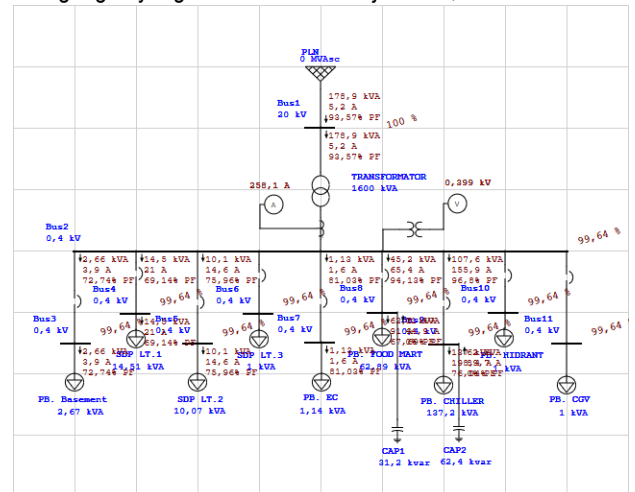


Gambar 4.7. Simulasi Sesudah Pemasangan *Capacitor Bank global compensation*

Tabel 4.3. Hasil Simulasi *global compensation*

Parameter	Sebelum Perbaikan PF	Sesudah Perbaikan PF
P (kW)	167,2	167,4
S (kVA)	229,1	172,6
Q (kVAR)	156,6	42,4
Faktor Daya (%)	72,99	96,97
Tegangan (V)	397	398,9
Arus (A)	330,7	249,2

Hasil simulasi pemasangan *capacitor bank* dengan metode pemasangan *global compensation* menunjukkan bahwa nilai faktor daya yang semula 72,99% menjadi 96,97%, selain itu tegangan *capacitor bank* juga dapat mengakibatkan kenaikan nilai tegangan yang semula 397 V menjadi 398,9 V.



Gambar 4.8. Simulasi Sesudah Pemasangan *Capacitor Bank sectoral compensation*

Tabel 4.4. Hasil Simulasi *sectoral compensation*

Parameter	Sebelum Perbaikan PF	Sesudah Perbaikan PF
P (kW)	167,2	167,4
S (kVA)	229,1	178,9
Q (kVAR)	156,6	63,1

Parameter	Sebelum Perbaikan PF	Sesudah Perbaikan PF
Faktor Daya (%)	72,99	93,57
Tegangan (V)	397	398,6
Arus (A)	330,7	258,1

Hasil simulasi pemasangan *capacitor bank* dengan metode pemasangan *sectoral compensation* menunjukkan bahwa nilai faktor daya yang semula 72,99% menjadi 93,57%, selain itu pemasangan *capacitor bank* juga dapat mengakibatkan kenaikan nilai tegangan yang semula 397 V menjadi 398,6 V.

4.6 Analisis Perbandingan Metode *Global Compensation* dan *Sectoral Compensation*

Tabel 4.5. Perbandingan Dua Metode Kompensasi Pemasangan *Capacitor Bank*

Parameter	<i>Global Compensation</i>		<i>Sectoral Compensation</i>
	Sebelum Pemasangan <i>Capacitor Bank</i>	Sesudah Pemasangan <i>Capacitor Bank</i>	Sesudah Pemasangan <i>Capacitor Bank</i>
Rata-rata Q (kVAR)	101,326	21,807	37,005
Rata-rata S (kVA)	144,050	104,685	108,870
Rata-rata I (A)	204,933	148,830	159,809
Rata-rata Faktor Daya	0,711	0,978	0,940
Biaya	-	Rp 189.897.500	Rp 211.305.600

Tabel 4.5. menjelaskan bahwa pemasangan *capacitor bank* pada *global compensation* lebih efektif dari pada pemasangan *capacitor bank* pada *sectoral compensation*.

5. Kesimpulan

1. Analisis fluktuasi pembebanan pada pusat perbelanjaan *blitar square* yaitu rata-rata nilai arus 204,933 A, rata-rata nilai faktor daya 0,711, rata-rata nilai daya aktif 102,388 kW, rata-rata nilai daya reaktif 101,326 kVAR, rata-rata nilai daya semu adalah 144,050 kVA, dan rata-rata pembebanan transformator adalah 9,003%.
2. Perencanaan penggunaan *capacitor bank* pada kompensasi *global compensation* menggunakan 12 step kapasitor dengan rasio 1:1:1:1:1:1:1:1:1:1:1:1 dengan nilai rating *capacitor bank* 10,4 kVAR, sedangkan pada kompensasi *sectoral compensation* untuk PB food mart menggunakan 6 step (1:1:1:1:1:1). Untuk PB chiller menggunakan 7 step (1:1:1:1:1:1) dengan nilai rating *capacitor bank* 10,4 kVAR.
3. Desain perencanaan *capacitor bank* pada pusat perbelanjaan *Blitar Square* yaitu dengan menentukan nilai faktor daya yang ditargetkan yaitu sebesar 0.98.
4. Hasil simulasi perbaikan faktor daya dengan menggunakan aplikasi ETAP bahwa pada *global compensation* didapatkan hasil setelah perbaikan faktor daya dengan pemasangan *capacitor bank* yaitu nilai rata-rata faktor daya menjadi 0,978 dari semula nilai rata-rata faktor daya 0,711.

Sedangkan pada *sectoral compensation* dari nilai faktor daya 0,711 menjadi 0,940.

5. Analisis perbandingan dua metode kompensasi pemasangan *capacitor bank* bahwa nilai faktor daya pada *global compensation* adalah 96,97% dan pada *sectoral compensation* adalah 93,57%. Dari segi biaya dan efektivitas pemasangan *capacitor bank* secara *global compensation* lebih efektif.

Daftar Pustaka

Buku

- [1] ESDM, (2012). Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.
- [2] Guide for the Design and Production of LV Power Factor Correction Cubicles, Rueil-Malmaison: Schneider Electric Industries SAS, 2018
- [3] IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants, 1993.
- [4] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000, 2000.
- [5] R. L. Boylestad, Introductory Circuit Analysis, 10th ed., New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- [6] Schneider electric, 2018

Jurnal/Prosiding/Disertasi/Tesis/Skripsi

- [7] M. F. Hakim, (2014) "Analisis Kebutuhan *Capacitor Bank* Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang," Jurnal ELTEK, vol. 12, no. 1, pp. 105-118.
- [8] Suratno. Analisis Penentuan Daya KVAR Untuk Menghindari Pinalty PT. PLN (Persero) Pada Samarinda Central Plaza. Politeknik Negeri Samarinda.