

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN FAKTOR DAYA DARI *LAGGING* MENJADI *LEADING* DI FAVEHOTEL TASIKMALAYA

Siti Jamilah¹, Ifkar Usrah², Abdul Chobir³
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Indonesia^{1,2,3}
email: 177002041@student.unsil.ac.id¹

Abstract

Capacitor banks are electrical equipment to increase the power factor, which will affect the current (Amperes). However, if the capacitor bank sends more reactive power than needed, it will lead to a leading power factor. Therefore, it is necessary to identify the installed electrical load, recalculate the capacity of the capacitor bank and analyze the data on the use of the capacitor bank to avoid changes in the power factor from lagging to leading. Based on the research results, the installed electrical load is dominated by inductive loads. The impact of the leading power factor is the same as the lagging power factor. When the power factor is low, it causes a large electric current. In addition, the use of active power also affects the current value. Then the capacity of the installed capacitor bank is too large, namely 300 kVar, while the calculation results are 55 kVar. The capacitor bank control panel also does not work correctly, causing the power factor to change to lead. Therefore, it is necessary to reset the Power Factor Controller of the capacitor bank panel as well as regular and regular maintenance so that the capacitor bank panel remains in good condition.

Keywords: Power Factor, Capacitor Bank, Overcompensation of Reactive Power

Abstrak

Kapasitor bank merupakan peralatan elektrik untuk meningkatkan faktor daya yang akan mempengaruhi besarnya arus (Ampere). Namun apabila kapasitor bank mengirim daya reaktif terlalu besar daripada yang dibutuhkan akan menyebabkan faktor daya *leading*. Oleh karena itu dilakukan identifikasi beban listrik terpasang, menghitung ulang kapasitas kapasitor bank serta menganalisis data pemakaian kapasitor bank untuk menghindari terjadinya perubahan faktor daya dari *lagging* menjadi *leading*. Berdasarkan hasil penelitian, beban listrik terpasang didominasi dengan beban induktif. Dampak dari faktor daya *leading* ini sama dengan faktor daya *lagging*. Ketika faktor dayanya rendah maka menyebabkan arus listrik menjadi besar. Selain itu besar penggunaan daya aktif juga mempengaruhi nilai arus. Kemudian kapasitas kapasitor bank yang terpasang terlalu besar yaitu 300 kVAr sedangkan hasil perhitungan sebesar 55 kVar. Kontrol panel kapasitor bank juga tidak berfungsi dengan baik sehingga menyebabkan perubahan faktor daya menjadi *leading*. Oleh karena itu diperlukannya *setting* ulang *Power Factor Controller* panel kapasitor bank serta pemeliharaan secara rutin dan teratur agar panel kapasitor bank tetap dalam kondisi yang baik.

Kata Kunci: Faktor Daya, Kapasitor Bank, Kelebihan Kompensasi Daya Reaktif.

I. PENDAHULUAN

Di kehidupan modern saat ini, seiring dengan perkembangan dan kemajuan bidang teknologi maupun infrastruktur diberbagai sektor sangatlah pesat, kebutuhan energi listrik pun tentunya akan terus mengikuti [1]. Bagi pengguna listrik nonrumah tangga seperti hotel, listrik sudah menjadi kebutuhan vital demi kelancaran usaha mereka [2].

Penggunaan energi listrik dengan kapasitas besar terkadang mengalami berbagai macam masalah, seperti penurunan tegangan pada saluran dan rugi-rugi jaringan. Penyaluran daya listrik digunakan untuk melayani beban listrik seperti: lampu TL, transformator, motor listrik dan peralatan listrik lainnya yang memiliki gulungan kawat (induktor). Induktor adalah komponen yang menyerap daya listrik untuk keperluan magnetisasi dan daya listrik tersebut disebut daya reaktif. Suatu beban yang dikatakan induktif yaitu beban yang membutuhkan daya reaktif dan apabila menghasilkan daya reaktif disebut kapasitif. Semakin banyak penggunaan beban induktif, maka daya reaktif yang dibutuhkan sangat besar sehingga pembangkit listrik harus mensuplai daya yang lebih besar. Keadaan seperti ini dapat menyebabkan arus pada jaringan naik, faktor daya pada daerah dekat beban rendah dan jatuh tegangan [3].

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) menyatakan bahwa

kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan biaya apabila faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85.

Kapasitor bank merupakan peralatan elektrik untuk meningkatkan faktor daya yang mempengaruhi besarnya arus listrik. Secara teoritis sistem dengan faktor daya yang rendah akan menyebabkan arus yang dibutuhkan dari penuplai menjadi besar [4].

Penggunaan kapasitor bank pada sistem beban tiga fasa yang tidak seimbang akan menimbulkan masalah baru yaitu ketika terjadi kelebihan kompensasi daya reaktif, artinya kapasitor bank mengirim daya reaktif terlalu besar daripada yang diperlukan. Dampaknya yaitu akan meningkatkan tegangan dan arus pada salah satu fasanya sehingga kapasitor menjadi tidak aman terutama disebabkan oleh batas tegangan yang diijinkan telah dilebihi [5].

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis menganalisis pengaruh dari perubahan faktor daya dari *lagging* menjadi *leading* di Favehotel Tasikmalaya.

II. LANDASAN TEORI

A. Daya Listrik

Dalam sistem tenaga listrik terdapat tiga macam daya listrik yaitu daya semu (S), daya aktif (P) dan daya reaktif (Q).

1) Daya Semu

Daya semu (*Apparent Power*) merupakan daya yang dihasilkan dari perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan [6].

$$\text{Sistem 1 fasa: } S = V_{LN} \times I_{LN}$$

$$\text{Sistem 3 fasa: } S = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_{LL}$$

2) Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) yaitu daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya [7].

$$\text{Sistem 1 fasa: } P = V_{LN} \times I_{LN} \cos \varphi$$

$$\text{Sistem 3 fasa: } P = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_{LL} \cos \varphi$$

3) Daya Reaktif

Daya reaktif (*reactive power*) merupakan daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet [7].

$$\text{Sistem 1 fasa: } Q = V_{LN} \times I_{LN} \sin \varphi$$

$$\text{Sistem 3 fasa: } Q = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_{LL} \sin \varphi$$

4) Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri [3].



Gbr 1. Segitiga Daya [8]

Berikut ini persamaan hubungan antara ketiga daya listrik dari Gbr 1 diatas:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = P \tan \varphi$$

B. Faktor Daya

Faktor daya ($\cos \varphi$) merupakan cosinus dari sudut fasa. Faktor daya juga dinyatakan sebagai perbandingan antara daya aktif dengan daya semu. [9]:

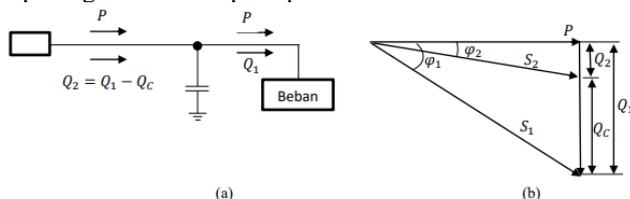
$$\text{Faktor Daya} = \frac{P}{S} = \frac{V_{LN} \times I_{LN} \cos \varphi}{V_{LN} \times I_{LN}} = \cos \varphi$$

Terdapat tiga jenis faktor daya yang ditentukan oleh jenis beban yang ada pada sistem yaitu faktor daya *unity*, faktor daya tertinggal (*lagging*) dan faktor daya mendahului (*leading*) [10].

C. Perbaikan Faktor Daya

Dalam perbaikan faktor daya untuk kondisi *lagging* dibutuhkan kapasitor untuk menambah daya reaktif. Sedangkan untuk kondisi *leading* diperlukan induktor untuk menyerap daya reaktif. Oleh karena itu, kombinasi penggunaan kapasitor dan induktor dapat mencapai nilai faktor daya yang diinginkan lebih akurat [11].

Untuk perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor dapat digambarkan seperti pada Gbr 2 dibawah ini.



Gbr 2. Ilustrasi Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor
(a) Jaringan Distribusi Listrik Terpasang Kapasitor dan (b) Perbaikan Faktor Daya [12]

Berikut persamaan perhitungan kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan dalam perbaikan faktor daya menggunakan metode Perhitungan Segitiga Daya [13]: Menghitung daya reaktif sebelum perbaikan (Q_1) dan daya reaktif yang ingin dicapai (Q_2).

$$Q_1 = P \times \tan \varphi_1$$

$$Q_2 = P \times \tan \varphi_2$$

Sehingga kapasitas kapasitor (kVAr) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_C = Q_1 - Q_2$$

atau

$$Q_C = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

D. Pemakaian Daya Aktif dan Daya Reaktif Pelanggan

Untuk menghitung pemakaian daya aktif dan daya reaktif pelanggan dengan metode kuitansi tagihan listrik PLN dapat menggunakan persamaan berikut [14]:

$$P_{\text{tagihan}} = (\text{Stand Akhir} - \text{Stand Awal}) \times \text{Faktor Kali Meter}$$

$$Q_{\text{tagihan}} = (\text{Stand Akhir} - \text{Stand Awal}) \times \text{Faktor Kali Meter}$$

Dimana:

$$\text{Stand Awal} = \text{LWBP Awal} + \text{WBP Awal}$$

$$\text{Stand Akhir} = \text{LWBP Akhir} + \text{WBP Akhir}$$

Kemudian perhitungan daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAr) nya sebagai berikut:

$$P = \frac{P_{\text{tagihan}}}{\text{jam nyala} \times \text{jumlah hari}}$$

$$Q = \frac{Q_{\text{tagihan}}}{\text{jam nyala} \times \text{jumlah hari}}$$

Keterangan:

P_{tagihan} : Penggunaan kWh pelanggan selama sebulan

Q_{tagihan} : Penggunaan kVArh pelanggan selama sebulan

E. Kapasitor Bank

Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang terdiri dari beberapa kapasitor yang disusun secara seri atau paralel untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu [15]. Rating tegangan unit kapasitor bervariasi dari 240 V sampai 25 kV dan rating kapasitas dari 2,5 kVAR sampai 1 MVAR. [16] Dalam penggunaan kapasitor bank untuk meningkatkan nilai faktor daya ($\cos \varphi$) akan mempengaruhi besarnya arus (ampere).

F. Pemeliharaan Kapasitor Bank

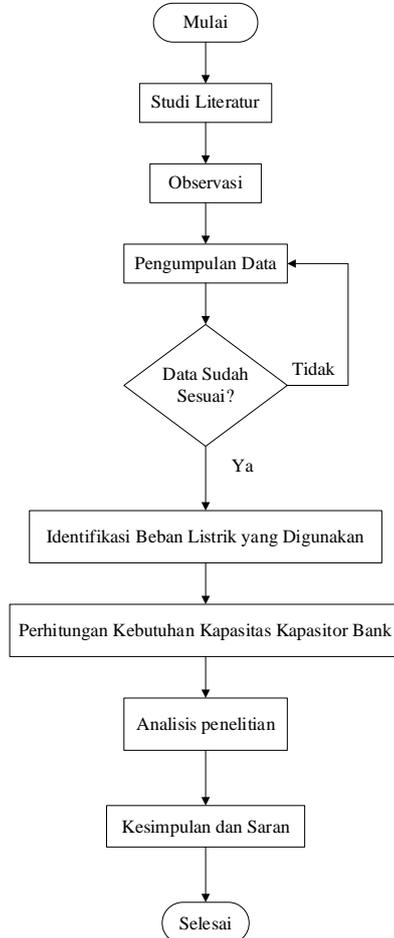
Untuk perawatan kapasitor bank terdapat pedoman pemeliharanya sebagai berikut [16]:

- 1) *In service inspection*, kegiatan pengamatan secara visual pada bagian-bagian peralatan terhadap adanya anomali yang berpotensi menurunkan unjuk kerja peralatan atau merusak sebagian/keseluruhan peralatan.
- 2) *In service measurement*, kegiatan pengukuran yang dilakukan pada saat kapasitor sedang dalam keadaan bertegangan/operasi.
- 3) *Shutdown testing/measurement*, kegiatan pengujian/pengukuran yang dilakukan pada saat kapasitor dalam keadaan tidak beroperasi.
- 4) *Shutdown treatment* merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki anomali yang ditemukan pada saat *in service inspection/measurement* atau menindaklanjuti hasil *shutdown testing/measurement*.

III. METODE PENELITIAN

A. Flowchart Penelitian

Untuk melaksanakan penelitian yang akan dilakukan, terdapat beberapa tahapan seperti pada gbr 3. diantaranya studi literatur, observasi, pengumpulan data, identifikasi beban listrik terpasang, perhitungan ulang kapasitas kapasitor bank, analisis penelitian serta kesimpulan dan saran.



Gbr 3. Flowchart Penelitian

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Favehotel Tasikmalaya yang berada di Jalan R.E. Martadinata No.214, Cipedes, Kecamatan Cipedes, Kota Tasikmalaya. Adapun pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan maret 2021.

C. Metode Pengukuran

Metode pengukuran pada penelitian ini dilakukan dalam 5 kali percobaan untuk setiap beban listrik terpasang dan setiap percobaannya dilakukan selama 2-3 menit. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Power Meter* KWE-PM01.



Gbr 4. Power Meter KWE-PM01

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Beban Listrik Terpasang

Tbl 1. Daftar Beban Listrik Terpasang

Nama Beban Listrik	Qty	Cos ϕ	P (Watt)	P total (Watt)	Ket.
Lampu LED PAR30 35 Watt	25	0,604	20,6	515	Induktif
Lampu LED PAR30 15 Watt	25	0,61	13,8	345	Induktif
Lampu TL LED In Lite 18 watt	115	0,628	18,96	2.180,4	Induktif
Lampu Philips Essential LEDspot LV 5 Watt	1.054	0,56	5,16	5.438,64	Induktif
Lampu LED Philips 10 Watt	145	0,574	10,34	1.499,3	Induktif
Lampu LED in-lite 15 Watt	12	0,61	14,18	170,16	Induktif
Lampu LED Filament Krisbow 5 Watt	6	0,57	5,28	31,68	Induktif
Lampu Kolam Renang Natural 35 Watt	3	0,636	24,36	73,08	Induktif
Komputer LG 20MP48A + CPU	20	0,49	32,3	646	Induktif
Printer EPSON L220	3	0,394	10,66	31,98	Induktif
Printer EPSON L3110	2	0,45	9,38	18,76	Induktif
Mesin Fotocopy Canon iR 3035	1	0,91	983,36	983,36	Induktif
Dispenser Miyako WD 389 HC	6	0,99	364,2	2.185,2	Induktif
LED TV 32" LG 32LW541H	77	0,468	23,88	1.838,76	Induktif
LED TV 43" LG 43LW541H	52	0,836	37,82	1.966,64	Induktif
LED TV 55" LG 55LW541H	2	0,866	45,9	91,8	Induktif
LED TV 32" Panasonic TH-32E302G	3	0,725	50	150	Induktif
Ceiling Fan Panasonic FEY-1511	2	0,69	36,7	73,4	Induktif
Quinn Water Kettle Electric Q08AZ 0.8 Liter	120	0,99	1.202,2	144.264	Resistif
Kulkas Mini Unibar 30L 70 Watt	8	0,582	55,34	442,72	Induktif
Hair Dryer Panasonic EH-ND11	4	0,9	216,3	865,2	Induktif
Mesin Kopi Espresso Wega	1	0,99	2.371,6	2.371,6	Resistif

Nama Beban Listrik	Qty	Cos ϕ	P (Watt)	P total (Watt)	Ket.
Pegaso Group	1				
Kinox Coffee Warmer 3303T	1	0,99	77,68	77,68	Resistif
Hatco Toast Max Conveyor Toaster TM-10H	1	0,99	573,94	573,94	Resistif
Mixer Yamaha MGP32X 32 Channel	1	0,502	50,64	50,64	Induktif
Projector HITACHI CP-X5550	1	0,948	260,46	260,46	Resistif
Equalizer DBX 231S	1	0,31	9,8	9,8	Induktif
Crossover SP260	1	0,466	10,54	10,54	Induktif
Power Amplifier QSC GX5 + Speaker Gantung 8"	2	0,668	12,36	24,72	Induktif
Projector Epson EB-X450	5	0,95	249,1	1.245,5	Resistif
Portable Speaker dan Mixer Behringer Europort PPA2000BT	2	0,436	36,7	73,4	Induktif
Mixer behringer Xenyx QX602 MP3 + Speaker Behringer 4"	3	0,428	7,9	23,7	Induktif
AC Cassette Daikin FCNQ18MV14 + RNQ18MV14 2 PK	7	0,75	1.890	13.230	Induktif
AC Cassette Daikin FCNQ42MV14 + RNQ42MY14 5 PK	4	0,55	4.150	16.600	Induktif
AC Split Daikin FTNE25MV14 + RNE25MV14 1 PK	129	0,67	819	105.651	Induktif
Dishwashing Machine Nayati NDWE-60A 12,8 kW	1	0,84	12.800	12.800	Induktif
Magic Com Yongma MC25000W 1,5 kW	1	0,972	25,6	25,6	Resistif
Microwave Samsung ME731K 1150 Watt	9	0,934	1.333,2	11.998,8	Resistif
Electric Soup Warmer	2	0,99	396,42	792,84	Resistif

Nama Beban Listrik	Qty	Cos ϕ	P (Watt)	P total (Watt)	Ket.
Sunnex 81328 380 Watt					
Blender Philips HR2115 350 Watt	2	0,854	99,48	198,96	Induktif
Food Processor Philips HR7627 650 Watt	1	0,874	113,42	113,42	Induktif
Stand Mixer Philips HR1559	1	0,99	170	170	Induktif
Electric Combi Steamer Oven Nayati NCE 623 T1	1	0,76	9.500	9.500	Resistif
Showcase Cooler Sansio SAN-228SC 1 Pintu	1	0,98	180	180	Induktif
Sansio Sliding Door Freezer SAN-308SF	1	0,97	253	253	Induktif
Automatic Sirman Vegetable Slicer with 6 Blades 515 Watt	1	0,99	515	515	Induktif
CKE Exhaust Fan 16 Inch	1	0,96	190	190	Induktif
Exhaust Fan KDK 20TGQ2	131	0,99	16	2.096	Induktif
Cabinet Chiller 4 pintu Nayati NR G4-2/1	1	0,82	810	810	Induktif
Cabinet Chiller 1 pintu Nayati NR GF1-2/1	1	0,78	490	490	Induktif
IPC vacuum cleaner LP 1/16 ECO B	2	0,982	699,14	1.398,28	Induktif
Booster Pump Grundfos CR10-04 AAAE HQQE No.96500982	3	0,82	1.500	4.500	Induktif
Electric Motor TECO AESV1S 45 kW	1	0,84	45.000	45.000	Induktif
Air to Water Heat Pump AW-21	1	0,88	5.200	5.200	Induktif
Lift AC Gearless Machine FMB130-4C-320S	2	0,87	7.700	15.400	Induktif
Pompa Grundfos CM 5-5 ARAE AVBE FAAN No. 96806818	1	0,7	1.200	1.200	Induktif
Jockey Pump Grundfos CR 3-25 A-FGJ-	1	0,8	2.200	2.200	Induktif

Nama Beban Listrik	Qty	Cos ϕ	P (Watt)	P total (Watt)	Ket.
A-E-HQQE No. 96516666					
Pompa Kolam Renang Starite 2 HP 1 Phase 5PHK2E6G-104	1	0,66	1.491,4	1.491,4	Induktif
Pompa Grundfos CM 3-5 PT 97979138	1	0,74	500	500	Induktif
Pompa Grundfos CM 5-3 PT 97979183	2	0,74	500	1.000	Induktif
Pompa Grundfos CM 5-3 ARAE AVBE FAAN No. 96806817	1	0,72	650	650	Induktif
Jumlah				419.045,96	

Berdasarkan Tbl 1 diketahui total daya aktif beban listrik terpasang yaitu 419.045,96 Watt atau 419,04596 kW dan banyak beban listrik yang bersifat induktif. Beban induktif berpengaruh pada penurunan faktor daya. Sehingga dapat dikatakan beban listrik yang terpasang tidak mempengaruhi perubahan faktor daya dari *lagging* menjadi *leading*. Dikarenakan seharusnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif induktif.

B. Data Pemakaian Daya Aktif, Daya Reaktif dan Kapasitor Bank Perbulan

Dibawah ini contoh perhitungan besar penggunaan daya listrik tanggal 01 April 2021.

Tbl 2. Data LWBP, WBP dan kVArh			
Tarif/Daya	B3/345 kVA		
FKM	400		
Tanggal	LWBP	WBP	kVArh
31 Maret 2021	3.654,39	797,42	1.216,21
01 April 2021	3.657,47	798,11	1.215,16

1) Daya Aktif

$$\text{Stand akhir} = \text{LWBP akhir} + \text{WBP akhir} \\ = 3.657,47 + 798,11 = 4.455,58 \text{ kWh}$$

$$\text{Stand awal} = \text{LWBP awal} + \text{WBP awal} \\ = 3.654,39 + 797,42 = 4.451,81 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{tagihan}} = (4.455,58 - 4.451,81) \times 400 = 1.508 \text{ kWh}$$

Sehingga,

$$P = \frac{1.508 \text{ kWh}}{24} = 62,83 \text{ kW}$$

2) Daya Reaktif

$$Q_{\text{tagihan}} = (\text{stand akhir kVArh} - \text{stand awal kVArh}) \times \text{FKM} \\ = (1.215,16 - 1.216,21) \times 400 = -420 \text{ kVArh}$$

$$Q = \frac{-420 \text{ kVArh}}{24} = -17,5 \text{ kVAr}$$

3) Faktor Daya

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{62,83}{\sqrt{(62,83)^2 + (-17,5)^2}} = 0,96$$

4) Arus

$$P = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I_{LL} \times \cos \phi$$

$$62830 = \sqrt{3} \times 380 \times I_{LL} \times 0,96$$

$$I_{LL} = \frac{62830}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,96} = 99,44 \text{ Ampere}$$

Tbl 3. Data Pemakaian Daya Aktif, Daya Reaktif dan Kapasitor Bank Bulan April 2021

Tgl	P (kW)	Q (kVAr)	Cos ϕ	I (Ampere)	Qc (kVAr)
01	62,83	-17,5	0,96	99,44	25
02	44,00	15,33	0,94	71,12	-
03	85,33	19	0,98	132,29	-
04	81,00	-14,17	0,99	124,31	25
05	58,50	-9,83	0,99	89,78	25
06	63,33	20,83	0,95	101,28	-
07	66,83	-6,83	0,99	102,56	25
08	71,67	-31,33	0,92	118,36	50
09	88,83	-15,33	0,99	136,33	25
10	78,83	27,83	0,94	127,41	25
11	78,17	44,67	0,87	136,51	25
12	56,17	17,67	0,95	89,83	-
13	52,17	18,33	0,94	84,32	-
14	52,17	-6,83	0,99	80,06	25
15	39,67	17,5	0,91	66,23	-
16	45,00	16,33	0,94	72,73	-
17	37,83	23,67	0,85	67,62	-
18	47,33	9	0,98	73,38	-
19	62,50	-36,33	0,86	110,42	50
20	58,00	25,17	0,92	95,78	25
21	54,67	-6,67	0,99	83,9	25
22	70,17	-21,33	0,96	111,05	25
23	51,50	-37	0,81	96,6	50
24	57,17	20,83	0,94	92,41	-
25	51,00	18,5	0,94	82,43	-
26	44,50	-33,5	0,80	84,51	50
27	57,17	-25,83	0,91	95,45	50
28	58,33	-32	0,88	100,71	50
29	73,50	20,33	0,96	116,32	-
30	74,83	19,83	0,97	117,21	-

Dari Tbl 3. terlihat pada tanggal 08 April 2021 nilai daya reaktif bernilai negatif dan Qc nya sebesar 50 kVAr, berarti terdapat 2 step kapasitor bank yang masuk dan mengalami kelebihan kompensasi daya reaktif sehingga faktor dayanya bersifat *leading*. Jika dilihat dari Qc dan daya reaktif akhir, diketahui daya reaktif yang dibutuhkan beban hanya sebesar 18,67 kVAr. Artinya pada hari tersebut kapasitor bank bekerja ketika daya reaktif beban kurang dari 25 kVAr. Sedangkan pada beberapa hari yang lain tidak ada step kapasitor bank yang masuk ketika nilai daya reaktifnya kurang dari 25 kVAr dan faktor dayanya tetap bagus. Dapat dikatakan bahwa kontrol panel kapasitor bank tidak berfungsi dengan baik sehingga menyebabkan perubahan faktor daya menjadi *leading*.

Kemudian pada tanggal 13 dan 14 April 2021 penggunaan daya aktifnya sama yaitu sebesar 52,17 kW sedangkan untuk faktor dayanya pada tanggal 13 April 2021 yaitu 0,94 *lagging* dan tanggal 14 April 2021 yaitu 0,99 *leading*. Sehingga nilai arus pada tanggal 13 April 2021 lebih besar yaitu 84,32 Ampere dibandingkan dengan tanggal 14 April 2021 yaitu 80,06 Ampere. Tetapi besar penggunaan daya aktif juga berpengaruh pada nilai arus, seperti pada tanggal 04 dan 05 April 2021 faktor dayanya sama tetapi penggunaan daya aktifnya lebih besar pada tanggal 04, sehingga nilai arus pada tanggal 04 lebih besar daripada tanggal 05 April 2021.

C. Data Kapasitor Bank

Favehotel Tasikmalaya menggunakan kapasitor bank dengan total kapasitasnya sebesar 300 kVAr dan memiliki 12

step. Pada masing-masing stepnya menggunakan 1 kapasitor dengan merk Ducati 25 kVAr.

1) Data Faktor Daya Pada Saat Kapasitor Bank Dimatikan
Untuk mendapatkan nilai faktor daya awal, panel kapasitor bank dimatikan kurang lebih selama 2 menit sebanyak 3 kali percobaan.

Tbl 4. Data Faktor Daya Ketika Panel Kapasitor Bank Dimatikan

Pengukuran Ke-	Faktor Daya
1	0,97
2	0,944
3	0,985
Rata-rata	0,966

Berdasarkan Tbl 4 rata-rata faktor daya Favehotel Tasikmalaya tanpa menggunakan panel kapasitor bank yaitu sebesar 0,966 *lagging*. Dimana faktor daya tersebut terbilang baik dikarenakan mendekati 1 dan sesuai standar PLN yaitu diatas 0,85 *lagging*.

2) Perhitungan Kapasitas Kapasitor Bank

Untuk daya aktif diambil dari jumlah keseluruhan daya aktif beban listrik terpasang pada Tbl 1. Sedangkan faktor daya awal diambil dari rata-rata faktor daya ketika panel kapasitor bank dimatikan dan faktor daya yang diinginkan diasumsikan 0,99. Data tersebut sebagai berikut:

$$P = 419,045,96 \text{ Watt} = 419,04596 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,966 \quad \cos \varphi_2 = 0,99$$

Menghitung daya reaktif pada saat tidak menggunakan kapasitor bank.

$$Q_1 = P \times \tan \varphi_1 = P \times \tan (\cos^{-1} \varphi_1) \\ = 419,04596 \times \tan (\cos^{-1}(0,966))$$

$$Q_1 = 112,15 \text{ kVAR}$$

Menghitung konsumsi daya reaktif pada saat faktor daya yang diinginkan atau setelah menggunakan kapasitor bank.

$$Q_2 = P \times \tan \varphi_2 = P \times \tan (\cos^{-1} \varphi_2) \\ = 419,04596 \times \tan (\cos^{-1}(0,99))$$

$$Q_2 = 59,71 \text{ kVAR}$$

Sehingga daya reaktif yang dihasilkan oleh kapasitor bank atau yang dibutuhkan untuk mencapai faktor daya yang diinginkan yaitu sebesar:

$$Q_C = Q_1 - Q_2 = 112,15 - 59,71$$

$$Q_C = 52,44 \text{ kVAR} \approx 55 \text{ kVAR}$$

Dari hasil perhitungan diketahui kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan sebesar 55 kVAr, sedangkan yang terpasang yaitu 300 kVAr. Terlihat bahwa kapasitas kapasitor bank yang terpasang terlalu besar dibandingkan dengan hasil perhitungan. Sehingga hal tersebut dapat menyebabkan kelebihan kompensasi dan faktor daya bernotasi negatif.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan nilai arus berdasarkan data LWBP dan WBP didapatkan bahwa dampak dari faktor daya *leading* ini sama dengan faktor daya *lagging* dan secara teoritis sistem dengan faktor daya yang rendah akan menyebabkan nilai arus menjadi besar. Kemudian selain faktor daya, besar penggunaan daya aktif juga mempengaruhi nilai arus.

Dari hasil identifikasi beban listrik, beban listrik yang terpasang di Favehotel Tasikmalaya didominasi dengan beban listrik yang bersifat induktif. Kemudian dari data pemakaian kapasitor bank terlihat bahwa kontrol panel kapasitor bank (*Power Factor Controller*) tidak berfungsi

dengan baik sehingga menyebabkan perubahan faktor daya menjadi *leading*. Untuk memperbaiki faktor daya *leading* menjadi *lagging* diperlukan perhitungan ulang kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan serta pemeliharaan secara rutin dan teratur untuk menjaga kapasitor bank tetap dalam kondisi yang baik.

Dari hasil perhitungan ulang kapasitas kapasitor bank didapatkan bahwa kapasitas kapasitor bank yang terpasang terlalu besar dibandingkan dengan hasil perhitungan. Kapasitas kapasitor bank yang terpasang di Favehotel Tasikmalaya sebesar 300 kVAr. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan yaitu 55 kVAr.

REFERENSI

- [1] D. A. Basudewa, "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Pada Gedung Idb Laboratory Unesa," *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. 3, pp. 697–707, 2020.
- [2] F. A. Noor, H. Ananta, and S. Sunardiyo, "Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 66–73, 2017, doi: 10.15294/jte.v9i2.11358.
- [3] A. K. Al Bahar, "ANALISA PENGARUH KAPASITOR BANK TERHADAP FAKTOR DAYA GEDUNG TI BRI RAGUNAN," *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 6, no. 1, pp. 9–22, 2017.
- [4] T. Prayudi and Wiharja, "Peningkatan Faktor Daya Dengan Pemasangan Di Industri Semen," *Teknol. Lingkungan*, vol. 1, no. 1, pp. 36–43, 2006.
- [5] H. Sucipto, "Kajian Dampak Kelebihan Kompensasi Pada Sistem Perbaikan Faktor Daya Beban Tiga Fasa Tak Seimbang Dengan Menggunakan Kapasitor Bank," *J. ELTEK*, vol. 15, no. 01, pp. 71–89, 2017.
- [6] A. von Meier, *Electric Power Systems: a conceptual introduction*. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2006.
- [7] M. F. Hakim, "Analisis Kebutuhan Capasitor Bank beserta Implementasinya untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik di Politeknik Kota Malang," *ELTEK*, vol. 12, no. 1, pp. 105–118, 2014.
- [8] R. Azly, "Tiga Macam Daya pada Segitiga Daya Listrik 3 Phase - Tempat kita berbagi ilmu," 2016. <https://duniaberbagiilmuuntuksemua.blogspot.com/2016/08/3-macam-daya-listrik.html> (accessed Jun. 07, 2021).
- [9] A. Rofii and R. F. Simanjuntak, "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya," *Kaji. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 39–51, 2018.
- [10] M. Rizal, "FAKTOR DAYA," 2012. <http://muhammadrizal22.blogspot.com/2012/04/faktor-daya.html>.
- [11] M. Al Farhany, "Perbaikan Faktor Daya dalam Jaringan 3 Phase Menggunakan Neural Network," 2018.
- [12] I. Hajar and S. M. Rahayuni, "Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Di Plant 6 PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Unit Citeureup," *J. Ilm. Setrum*, vol. 9, no. 1, pp. 8–16, 2020.
- [13] A. Hakim, "PERENCANAAN FAKTOR DAYA OPTIMAL PADA HOTEL GRAND MAHKOTA PONTIANAK," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, p. 10, 2020.

- [14] N. S. Fauzyah, “Analisa Perhitungan Pemasangan Kapasitor Bank Guna Memperbaiki Faktor Daya Pada Pelanggan 20 kV 310 kVA PT. Yamaha Music MFG Indonesia,” Institut Teknologi PLN, 2020.
- [15] M. Darusman, “Analisa Kelayakan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Gardu Distribusi Untuk Kemampuan Layanan di PT. EPI (Energi Pelabuhan Indonesia) Cabang Pontianak,” *J. Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 14, 2018.
- [16] PT PLN (PERSERO), “Buku Pedoman Pemeliharaan Kapasitor,” in *Buku Pedoman Pemeliharaan Kapasitor*, Jakarta, 2014, pp. 1–41.

BIOGRAFI PENULIS



Siti Jamilah, lahir pada tanggal 16 Februari 1999 di Sukabumi, Jawa Barat. Kuliah di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi dengan bidang konsentrasi yang diambil yaitu Sistem Tenaga.