ANALISIS PENENTUAN DAYA KVAR UNTUK MENGHINDARI PINALTY PT.PLN (Persero) PADA SAMARINDA CENTRAL PLAZA

Suratno
Program Studi Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda
email : suratnopolnes@gmail.com

Abstrak - Untuk mengurangi konsumsi daya reaktif yang besar dapat dilakukan dengan memperbaiki nilai faktor daya. Perbaikan faktor daya dapat dilakukan dengan adanya pemasangan kapasitor bank. Pada *Mall Samarinda Central Plaza* (SCP), kapasitor yang digunakan dipasang secara paralel yaitu sebesar 2 x 1200 kVAr. Faktor daya terendah yang dimiliki sebelum perbaikan yaitu 0,6805 pada bulan Oktober 2017 dan 0,9596 setelah perbaikan faktor daya pada bulan November 2017. Dengan adanya pemasangan kapasitor bank nilai faktor daya dapat menjadi lebih baik atau mendekati angka 1. Selain itu PT. PLN PERSERO juga menetapkan penalty KVAR bila cos phi dibawah 0.86.

Kata Kunci: beban induktif, Kualitas daya listrik, Faktor Daya dan Kapasitor Bank, PLN

1. PENDAHULUAN

Umumnya beban di suatu industri kebanyakan bersifat induktif yang mempunyai faktor daya rendah sehingga menyebabkan daya reaktif meningkat dan menyebabkan arus beban yang tinggi sehingga perlu adanya suatu peralatan untuk mengatasi hal tersebut.

Hal ini juga terjadi pada salah satu pusat perbelanjaan di kota Samarinda, yaitu Samarinda Central Plaza (SCP). Telah kita ketahui bahwa di suatu pusat perbelanjaan yang besar terdapat banyak sekali motor-motor listrik yang digunakan. Banyaknya beban beban tersebut akan mempengaruhi daya reaktif sehingga faktor daya pun ikut terpengaruh. Hal ini dapat menyebabkan faktor daya menjadi rendah atau sangat rendah. Untuk itu dalam memperbaiki faktor daya diperlukan pemasangan kapasitor bank yang tepat pada Samarinda Central Plaza (SCP).

Pada analisa ini akan membahas tentang menentukan kapasitas kapasitor bank yang sesuai dengan kebutuhan beban di SCP. Penentuan ini sangat perlu dilakukan untuk memperbaiki kualitas daya dan mengurangi denda / penalty dari regulasi yang ditetapkan oleh PT.PLN PERSERO.

2. PERCOBAAN

Pada gambar 1 dan gambar 2, dapat dilihat data percobaan selama dua bulan dari bulan Oktober sampai dengan bulan Nopember 2017. Pada gambar 1, merupakan data sebelum perbaikan sedangkan pada gambar 2 merupakan data setelah perbaikan.

NO.	Tanggal	LWBP	kVAR
		(kW)	
1	1-Oct-17	0,1229	0,1204
2	2-Oct-17	0,1163	0,1125
3	3-Oct-17	0,1167	0,1162
4	4-Oct-17	0,1196	0,1158
5	5-Oct-17	0,1196	0,1221
6	6-Oct-17	0,1229	0,1171
7	7-Oct-17	0,1267	0,1217
8	8-Oct-17	0,1196	0,1288
9	9-Oct-17	0,1246	0,1212
10	10-Oct-17	0,1196	0,1175
11	11-Oct-17	0,1254	0,1192
12	12-Oct-17	0,1183	0,1167
13	13-Oct-17	0,1212	0,1183
14	14-Oct-17	0,1329	0,1283
15	15-Oct-17	0,1292	0,1254
16	16-Oct-17	0,1271	0,1211
17	17-Oct-17	0,1246	0,1246
18	18-Oct-17	0,1238	0,1167
19	19-Oct-17	0,1204	0,1142
20	20-Oct-17	0,1275	0,1212
21	21-Oct-17	0,1313	0,1208
22	22-Oct-17	0,1329	0,1221
23	23-Oct-17	0,1088	0,1088
24	24-Oct-17	0,1233	0,1192
25	25-Oct-17	0,1271	0,1225
26	26-Oct-17	0,1238	0,1221
27	27-Oct-17	0,1251	0,1217
28	28-Oct-17	0,1321	0,1311
29	29-Oct-17	0,1229	0,1271
30	30-Oct-17	0,1179	0,1113
31	31-Oct-17	0,1233	0,1196

Gambar 1. Data Bulan Oktober

Perhitungan Sebelum Perbaikan Faktor Daya pada Instalasi Daya Di SCP

Hal pertama yang harus dilakukan yaitu perhitungan faktor daya dengan kondisi Lewat beban puncak pada bulan Oktober 2017. Lewat beban puncak (LWBP) yaitu pada pukul 22.00 WIB sampai dengan pukul 17.00 WIB.

Data pada bulan Oktober 2017

Dari data pada bab sebelumnya, Cos ϕ dapat hitung dengan cara :

**Suratno, Analisis Penentuan Daya KVAR Untuk Menghindari Pinalty PT. PLN (Persero)
pada Samarinda Central Plaza**

$$\tan \phi = \frac{\text{Pemakaian kVAR}}{\text{Pemakaian WBP}}$$

$$\cos \phi = \tan^{-1} \frac{\text{Pemakaian kVAR}}{\text{Pemakaian WBP}}$$

Sebagai contoh, data yang digunakan yaitu data pada tanggal 1 Oktober 2017.

$$\text{Pemakaian} = \frac{0,1204}{0,1229} = 0,98$$

$$\tan \phi = 0,98 = 0,017$$

$$\tan^{-1} = 44,41$$

Maka $\cos \phi = 0,7143$

NO.	TANGGAL	LWBP (kW)	kVAR
1	1-Nov-17	0,1183	0,1163
2	2-Nov-17	0,1311	0,1225
3	3-Nov-17	0,1288	0,1204
4	4-Nov-17	0,1362	0,1321
5	5-Nov-17	0,1325	0,1325
6	6-Nov-17	0,1333	0,0808
7	7-Nov-17	0,1342	0,0708
8	8-Nov-17	0,1392	0,0696
9	9-Nov-17	0,1304	0,0396
10	10-Nov-17	0,1383	0,0351
11	11-Nov-17	0,1346	0,0458
12	12-Nov-17	0,1304	0,0617
13	13-Nov-17	0,1267	0,0633
14	14-Nov-17	0,1351	0,0617
15	15-Nov-17	0,1411	0,0654
16	16-Nov-17	0,1388	0,0683
17	17-Nov-17	0,1371	0,0617
18	18-Nov-17	0,1254	0,0451
19	19-Nov-17	0,1387	0,0629
20	20-Nov-17	0,1325	0,0604
21	21-Nov-17	0,1304	0,0617
22	22-Nov-17	0,1346	0,0613
23	23-Nov-17	0,1371	0,0637
24	24-Nov-17	0,1242	0,0579
25	25-Nov-17	0,1283	0,0621
26	26-Nov-17	0,1321	0,0629
27	27-Nov-17	0,1296	0,0604
28	28-Nov-17	0,1283	0,0625
29	29-Nov-17	0,1196	0,0679
30	30-Nov-17	0,1358	0,0712

Gambar 2. Data Bulan Nopember

Dapat dilihat pada gambar 3, bahwa $\cos \phi$ di SCP tidak mencapai atau tidak memenuhi nilai $\cos \phi$ yang dikatakan baik, yaitu sebesar 0,85. Besarnya nilai rata-rata $\cos \phi$ di Bulan Oktober 2017 yaitu 0,71, $\cos \phi$ terendah yaitu 0,6805 dan $\cos \phi$ terbesar yaitu 0,7365.

Data yang digunakan untuk menghitung besarnya kompensasi daya reaktif yaitu pada bulan Oktober 2017, nilai faktor daya terendah yang terjadi pada bulan Oktober 2017 yaitu sebesar 0,6805. Dan daya terpasang pada *Mall Samarinda Central Plaza* (SCP) adalah 5.540.000 VA

No	Tanggal	KVAR/LWBP	Tan	$\tan^{-1}$	$\cos \phi$
1	1-Oct-17	0,98	0,017	44,41	0,7143
2	2-Oct-17	0,97	0,017	44,06	0,7186
3	3-Oct-17	1,00	0,017	44,90	0,7084
4	4-Oct-17	0,97	0,017	44,09	0,7183
5	5-Oct-17	1,02	0,018	45,59	0,6998
6	6-Oct-17	0,95	0,017	43,61	0,7241
7	7-Oct-17	0,96	0,017	43,85	0,7212
8	8-Oct-17	1,08	0,019	47,11	0,6805
9	9-Oct-17	0,97	0,017	44,22	0,7166
10	10-Oct-17	0,98	0,017	44,50	0,7133
11	11-Oct-17	0,95	0,017	43,54	0,7249
12	12-Oct-17	0,99	0,017	44,59	0,7121
13	13-Oct-17	0,98	0,017	44,30	0,7157
14	14-Oct-17	0,97	0,017	43,99	0,7194
15	15-Oct-17	0,97	0,017	44,16	0,7174
16	16-Oct-17	0,94	0,016	43,36	0,7271
17	17-Oct-17	1,00	0,017	45,00	0,7071
18	18-Oct-17	0,94	0,016	43,31	0,7276
19	19-Oct-17	0,95	0,017	43,47	0,7257
20	20-Oct-17	0,95	0,017	43,56	0,7246
21	21-Oct-17	0,92	0,016	42,63	0,7357
22	22-Oct-17	0,92	0,016	42,57	0,7365
23	23-Oct-17	1,00	0,017	45,00	0,7071
24	24-Oct-17	0,97	0,017	44,02	0,7192
25	25-Oct-17	0,96	0,017	43,95	0,7200
26	26-Oct-17	0,99	0,017	44,61	0,7119
27	27-Oct-17	0,97	0,017	44,23	0,7166
28	28-Oct-17	0,98	0,017	44,54	0,7127
29	29-Oct-17	1,03	0,018	45,95	0,6952
30	30-Oct-17	0,94	0,016	43,33	0,7274
31	31-Oct-17	0,97	0,017	44,12	0,7179

Gambar 3. Hasil perhitungan bulan Oktober

No	Tanggal	KVAR/WBP	tan	$\tan^{-1}$	$\cos \phi$
1	1-Nov-17	0,98	0,017	44,49	0,7134
2	2-Nov-17	0,94	0,016	43,30	0,7278
3	3-Nov-17	0,94	0,016	43,08	0,7303
4	4-Nov-17	0,97	0,017	44,11	0,7180
5	5-Nov-17	1,00	0,017	45,00	0,7071
6	6-Nov-17	0,61	0,011	31,23	0,8551
7	7-Nov-17	0,53	0,009	27,83	0,8843
8	8-Nov-17	0,50	0,009	26,57	0,8944
9	9-Nov-17	0,30	0,005	16,88	0,9569
10	10-Nov-17	0,25	0,004	14,20	0,9695
11	11-Nov-17	0,34	0,006	18,81	0,9466
12	12-Nov-17	0,47	0,008	25,31	0,9040
13	13-Nov-17	0,50	0,009	26,57	0,8944
14	14-Nov-17	0,46	0,008	24,55	0,9096
15	15-Nov-17	0,47	0,008	25,04	0,9060
16	16-Nov-17	0,49	0,009	26,22	0,8971
17	17-Nov-17	0,45	0,008	24,22	0,9120
18	18-Nov-17	0,36	0,006	19,74	0,9412
19	19-Nov-17	0,45	0,008	24,39	0,9107
20	20-Nov-17	0,46	0,008	24,51	0,9099
21	21-Nov-17	0,47	0,008	25,31	0,9040
22	22-Nov-17	0,46	0,008	24,47	0,9102
23	23-Nov-17	0,47	0,008	24,94	0,9067
24	24-Nov-17	0,47	0,008	25,01	0,9063
25	25-Nov-17	0,48	0,008	25,82	0,9002
26	26-Nov-17	0,48	0,008	25,47	0,9028
27	27-Nov-17	0,47	0,008	25,00	0,9063
28	28-Nov-17	0,49	0,009	25,97	0,8990
29	29-Nov-17	0,57	0,010	29,59	0,8695
30	30-Nov-17	0,52	0,009	27,68	0,8856

Gambar 4. Hasil Perhitungan bulan Nopember

Maka:

$$S = 5.540.000 \text{ VA.}$$

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 5.540.000 \cdot 0,6805 \\ &= 3.769.970 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{5.540.000^2 - 3.769.970^2} \\ &= 4.059.424 \text{ Var} \end{aligned}$$

Dari faktor daya awal yang telah diketahui, untuk menentukan besarnya kapasitor bank yang di pasang yaitu menentukan lebih dulu seberapa besar faktor daya yang digunakan. Karena pada dasarnya faktor daya yang sangat baik adalah 1, tetapi kenyataan di lapangan atau di industri tidak ada faktor daya yang mencapai 1. Di sini penulis menentukan besarnya faktor daya yang sudah dikatakan sangat baik yaitu sebesar 0,95.

Maka:

$$S = 5.540.000 \text{ VA.}$$

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ P &= 5.540.000 \times 0,95 \\ &= 5.263.000 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{5.540.000^2 - 5.263.000^2} \\ &= 1.729.864,446 \text{ Var} \end{aligned}$$

Jadi besarnya kompensasi daya reaktif atau kapasitas kapasitor bank yang akan dipasang yaitu:

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_1 - Q_2 \\ &= 4.059.424 - 1.729.864,446 \\ &= 2.329.559,554 \text{ VAR} \\ &= 2.329,559 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

3. PEMBAHASAN

Analisis Perbandingan Faktor Daya Sebelum dan Setelah Perbaikan

Sebelum Perbaikan Faktor Daya

Dari data pada gambar 3 didapatkan seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \cos \phi \text{ Terendah} &= 0,6805 \\ \cos \phi \text{ Rata - Rata} &= 0,71 \\ \cos \phi \text{ Tinggi} &= 0,7365 \\ S &= 5.540.000 \text{ VA} \end{aligned}$$

Maka daya aktif pada saat $\cos \phi$ terendah yaitu:

$$\begin{aligned} P_1 &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 5.540.000 \cdot 0,68 \end{aligned}$$

$$= 3.769.970 \text{ watt} = 3.769,97 \text{ kW}$$

Maka daya aktif pada saat $\cos \phi$ rata - rata yaitu:

$$\begin{aligned} P_2 &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 5.540.000 \cdot 0,71 \\ &= 3.933.400 \text{ watt} = 3.933,4 \text{ kw} \end{aligned}$$

Maka daya aktif pada saat $\cos \phi$ tertinggi yaitu:

$$\begin{aligned} P_3 &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 5.540.000 \cdot 0,7365 \\ &= 4.080.210 \text{ watt} = 4.080,21 \text{ kw} \end{aligned}$$

Maka daya reaktif pada saat $\cos \phi$ terendah yaitu:

$$\begin{aligned} Q_1 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{5.540.000^2 - 3.769.970^2} \\ &= 4.059.424 \text{ Var} = 4.059,42 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Maka daya reaktif pada saat $\cos \phi$ rata - rata yaitu:

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{5.540.000^2 - 3.933.400^2} \\ &= 3.901.277,283 \text{ Var} = 3.901,28 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Maka daya reaktif pada saat $\cos \phi$ tertinggi yaitu:

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{5.540.000^2 - 4.080.210^2} \\ &= 3.747.463,99 \text{ Var} = 3.747,46 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Setelah Perbaikan Faktor Daya

Dari data pada gambar 4 didapatkan seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned} \cos \phi \text{ Terendah} &= 0,7071 \\ \cos \phi \text{ Rata - Rata} &= 0,8760 \\ \cos \phi \text{ Tinggi} &= 0,9695 \\ S &= 5.540.000 \text{ VA} \end{aligned}$$

Maka daya aktif pada saat $\cos \phi$ terendah yaitu:

$$\begin{aligned} P_1 &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 5.540.000 \cdot 0,7071 \\ &= 3.917.334 \text{ watt} = 3.917,33 \text{ kw} \end{aligned}$$

Maka daya aktif pada saat $\cos \phi$ rata - rata yaitu:

$$\begin{aligned} P_2 &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 5.540.000 \cdot 0,8760 \\ &= 4.853.040 \text{ watt} = 4.853,04 \text{ kw} \end{aligned}$$

Maka daya aktif pada saat $\cos \phi$ tertinggi yaitu:

$$\begin{aligned} P_3 &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 5.540.000 \cdot 0,9695 \end{aligned}$$

$$= 5.371.030 \text{ watt} = 5.371,03 \text{ kw}$$

Maka daya reaktif pada saat $\cos \phi$ terendah yaitu:

$$\begin{aligned} Q_1 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{5.540.000^2 - 3.917.334^2} \\ &= 3.917.409 \text{ Var} = 3.917,4 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Maka daya reaktif pada saat $\cos \phi$ rata - rata yaitu:

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{5.540.000^2 - 4.853.040^2} \\ &= 2.672.003 \text{ Var} = 2.672 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Maka daya reaktif pada saat $\cos \phi$ tertinggi yaitu:

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{5.540.000^2 - 5.371.030^2} \\ &= 1.357.805,855 \text{ Var} = 1.357,8 \text{ kVAR}. \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan daya aktif, dan daya reaktif sebelum perbaikan dan sesudah diperbaiki dapat dilihat gambar berikut .

Gambar 5. Segitiga daya saat faktor daya rata-rata sebelum perbaikan

Gambar 6. Segitiga daya saat faktor daya rata-rata setelah perbaikan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikutL

1. Dari hasil perhitungan didapatkan besarnya kompensasi daya reaktif yang harus diberikan adalah sebesar 2.329,559 kVAR, sehingga akan dipasang kapasitor bank 48 x 50 kVAR dengan nilai kapasitornya sebesar 308 microFarad.
2. Setelah melakukan perhitungan diketahui faktor daya sebelum dipasang kapasitor bank yaitu sebesar 0,6805, hal ini membuat kondisi instalasi daya pada mall Samarinda Central Plaza (SCP) memilih faktor daya yang rendah. Kemudian dilakukan perhitungan kompensasi daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya, didapatkan kompensasi daya reaktif 2.329,559 kVAR untuk memperbaiki faktor daya yang ada. Serta diketahui kompensasi yang dibutuhkan maka dipasang kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya sehingga didapatkan faktor sebesar 0,9695 dan sudah di atas batas denda atau penalti PT PLN (0.86).

REFERENSI

- [1] "Pemasangan Kapasitor Bank di Pabrik PT. Eratex Djaja Tbk Probolinggo" Jurnal Iptek Vol.16 No.2 Desember 2012.
- [2] "Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, Dan Daya Aktif Pada Beban Listrik Di Minimarket" Jurnal Teknik Elektro Vol. 9 No. 2 Juli - Desember 2017.
- [3] "Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya" Journal Of Electrical Technology, Vol. 2, No. 3, Oktober 2017.
- [4] "Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor" Journal Singuda Ensikom Vol. 3 No. 2/Agustus 2013
- [5] Prayogo Putro Danang Muhammad. Efektifitas Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya Pada Batu Night Spectacular (Bns). (Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia.)
- [6] Hardiranto Nur Windu (2017). Analisa Optimasi Perbaikan Faktor Daya Dan Drop Tegangan Dengan Menggunakan Kapasitor

- Bank Pada Line 5 Pt Bukit Asam (Persero)
Tbk. (Lampung: Fakultas Teknik
Universitas Lampung)
- [7] Syawal Putra Rahmat (2015). Analisis Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya (Kendari: Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo Kendari)
- [8] Bukhari Ahmad Dkk (2012). Perbaikan Power Faktor Pada Konsumen Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor Bank. (Bengkalis: Teknik Elektro Jurusan teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis)
- [9] Saragih Tarsin. (2011). Analisis Penempatan Optimal Bank Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Metode Genetik Algorithm Aplikasi : Pt. Pln (Persero) Cabang Medan. (Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara)
- [10] Alto Belly Dkk, (2010), Daya Aktif, Reaktif & Nyata, (Jakarta: Universitas Indonesia)5. Seprianti. (2006). Analisis Vibrasi Pada Generator Sinkron. Universitas Sumatera Utara.