

# STUDI EVALUASI PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA PUSAT PERBELANJAAN A. YANI MEGAMAL PONTIANAK

Leo Sophian Sirait<sup>1)</sup>, Bonar Sirait<sup>2)</sup>, Iqbal Arsyad<sup>3)</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Jln. Prof.H.Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia  
Email: [leosophiansirait@gmail.com](mailto:leosophiansirait@gmail.com)

## ABSTRAK

Kapasitor bank adalah peralatan listrik yang bersifat kapasitif yang berfungsi menyeimbangkan sifat induktif. Salah satu solusi kapasitor adalah memperbaiki profil tegangan, memperbaiki  $\cos \theta$ , mengurangi rugi-rugi daya, menghilangkan kelebihan biaya (kVARh) dan menghindari drop line voltage. Dengan menggunakan perhitungan perbaikan faktor daya  $\cos \theta = \frac{P}{S}$  untuk memperbaiki  $\cos \theta$  memberikan banyak perbedaan pada beban pemakaian, daya awal 14,281 MW untuk panel Utilitas dan Kios beban daya reaktif yang terpakai sebesar 11,817 MVARh menjadi 7,279 MVARh setelah perbaikan  $\cos \theta$ , dari hasil evaluasi daya juga memberikan efek pada tarif tenaga listrik pada A. Yani Megamal Pontianak. Untuk Biaya untuk pemasangan kapasitor Bank dengan penghematan yang dapat dicapai sebesar 9,09%/bulan sehingga dalam kurun waktu tidak sampai 1 tahun sudah dapat mengembalikan modal pemasangan kapasitor bank. Kapasitor yang digunakan untuk memperbaiki dan memperbesar p.f dipasang paralel dengan  $\cos \theta_{(optimal)} = 0,91$  untuk panel LVMDP-Utilitas dan untuk panel LVMDP-Kios  $\cos \theta_{(optimal)} = 0,82$ , perbaikan  $\cos \theta_{(optimal)}$  juga mampu menekan biaya lebih kVAR yang tinggi dan pemakaian daya aktif yang lebih optimal.

*Kata kunci : Kapasitor Bank, Faktor Daya*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kualitas sistem listrik dilihat dari faktor daya yang baik. salah satu nya pada pusat perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak yang banyak menggunakan sistem tenaga untuk keperluan pelayanan. Pemasangan kapasitor bank pada jaringan distribusi A. Yani Megamal dilakukan untuk kompensasi daya reaktif pada beban sehingga dapat memperbaiki faktor daya, mengurangi rugi-rugi jaringan dan memperbaiki profil tegangan.

Kebutuhan akan kualitas daya listrik yang baik akan mempengaruhi seluruh sistem kelistrikan pada pusat perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak, semakin besar daya reaktif maka semakin besar pula daya yang ditimbulkan oleh beban yang bersifat

induktif semakin besar daya reaktif maka akan menimbulkan biaya operasional yang membengkak, oleh sebab itu diperlukannya kualitas daya listrik yang baik dalam menunjang segala bentuk aktifitas perbelanjaan, Adapun kualitas daya listrik yang baik ditandai oleh baiknya keadaan frekuensi, tegangan, kontinuitas, faktor daya, dan juga dapat menekan sekecil mungkin masalah yang ada pada kualitas daya listrik di A Yani Megamal Pontianak.

### 1.2. Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian hanya dilakukan pada pusat perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak.

2. Penelitian hanya akan mengambil data daya pemakaian beban perjam dalam satu hari pada pusat perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak.
3. Penelitian ini tidak menghitung rugi-rugi dan jatuh tegangan pada pusat perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menghasilkan kualitas daya yang baik dengan memperbaiki nilai faktor daya dari kapasitor bank sebelumnya terhadap beban listrik yang digunakan pada pusat perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak.
2. Untuk menghasilkan biaya operasional keseluruhan yang lebih minim di A. Yani Megamal Pontianak dari hasil perhitungan nilai kapasitor bank yang telah diperbaiki.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menghitung perbaikan faktor daya suatu kapasitor dapat menggunakan metode Segitiga Daya. Metode Segitiga Daya adalah metode perhitungan yang akan digunakan menggambarkan bagaimana daya reaktif mempengaruhi faktor daya dan pada jaringan ac daya semu total kva diperoleh dengan bantuan hubungan segitiga daya yaitu :

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

Atau

$$S = \frac{P}{\cos \theta}$$

Dimana :

$$Q = P \cdot \tan \theta$$

Untuk daya aktif konstan maka besarnya daya reaktif yang diinjeksikan

oleh kapasitor shunt sebesar :

$$Q_C = P (\tan \theta_2 - \tan \theta_1)$$

Optimasi Kapasitor untuk memperbaiki faktor daya, jika biaya pertahun per kVA kebutuhan maksimum adalah X akibatnya besar penghematan karena pengurangan kebutuhan daya maksimum adalah sebesar :

$$\Delta S \cdot X = X \left[ \frac{P}{\cos \theta_1} - \frac{P}{\cos \theta_2} \right]$$

Biaya total pertahun yang harus dibayar untuk instalasi kapasitor per kVAR sebesar Y, maka biaya total pemasangan  $Q_C$  adalah :

$$Q_C \cdot Y = Y P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

Penghematan netto per tahun adalah :

$$= X \left[ \frac{P}{\cos \theta_1} - \frac{P}{\cos \theta_2} \right] - Y P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

Jadi faktor daya ekonomis sehingga penghematan netto yang maksimum diperoleh adalah sebesar :

$$\cos \theta_2 = \sqrt{1 - \left(\frac{Y}{X}\right)^2}$$

## 3. DATA-DATA PENELITIAN

### 3.1. Gambaran Umum Sistem

#### Kelistrikan

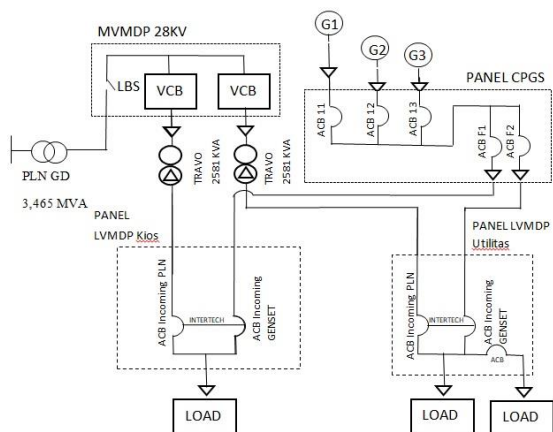
Kebutuhan energi listrik pada bangunan A. Yani Megamal Pontianak semuanya mengandalkan penyuplaian daya dari PT. PLN dan generator set sendiri sebagai suplai daya cadangan spesifikasi sebagai berikut : Kapasitas 1,825 MVA, 50 HZ, 1500 rpm, faktor daya 0,8 tegangan 380/220 V, merk Caterpillar.

#### 1. Panel Utilitas.

Panel ini khusus melayani segala macam beban berupa lift, motor-motor listrik yang berfungsi sebagai pompa air, juga berfungsi untuk penerangan gedung, escalator dan AHU (*Air Holding Unit*), dan beberapa peralatan lainnya.

#### 2. Panel Kios.

Panel ini berfungsi melayani segala macam beban daya berupa penerangan gedung, power suplai tenant-tenant, manajemen office Megamal, escalator, AHU motor-motor listrik yang berfungsi sebagai exhaust fan, dan beberapa peralatan lainnya.



Gambar 1. Diagram blok sistem tenaga listrik gedung A. Yoni Megamal Pontianak

kebutuhan listrik pada sistem tenaga listrik gedung A. Yoni Megamal Pontianak ini disuplai dari :

1. Sumber daya listrik PT. PLN yang penggunaannya untuk segala jenis kegiatan operasional sehari-hari dengan kapasitas daya yaitu 3,465 MVA.
2. Sumber daya listrik generator set yang penggunaannya untuk penyuplai daya saat terjadi pemadaman sumber listrik dari PT.

PLN dengan kapasitas daya 7,300 MVA.

### 3.2. Data-Data Penelitian

Data pengukuran pada panel LVMDP kios dan LVMDP Utilitas. Data pengukuran faktor daya pada gedung A. Yoni Megamal Pontianak dilakukan dengan cara pengukuran faktor daya dengan menggunakan kapasitor.

Tabel 3.1. Pengukuran Panel LVMDP Utilitas Tanpa Kapasitor

JAM	P [kVA]	P [kW]
01:00	38	30
02:00	28	22
03:00	33	26
04:00	32	25
05:00	30	23
06:00	28	22
07:00	34	27
08:00	37	29
09:00	37	28
10:00	1545	1178
11:00	1567	1208
12:00	1576	1211
13:00	1578	1167
14:00	1558	1245
15:00	1598	1203
16:00	1587	1220
17:00	1576	1232
18:00	1523	1147
19:00	1434	1103
20:00	1534	1156
21:00	1545	1232
22:00	189	90
23:00	56	44
24:00	31	24

Tabel 3.2. Pengukuran Panel LVMDP  
Utilitas

Data Pengukuran Panel PFR UTILITAS			
JAM	S <sub>1</sub> kVA	P kW	COS θ <sub>1</sub>
01:00	19	18	0.92
02:00	20	18	0.91
03:00	18	17	0.92
04:00	20	18	0.91
05:00	24	22	0.9
06:00	27	24	0.88
07:00	30	27	0.89
08:00	32	28	0.89
09:00	32	28	0.89
10:00	1279	1189	0.93
11:00	1301	1206	0.93
12:00	1263	1171	0.93
13:00	1257	1165	0.93
14:00	1262	1171	0.93
15:00	1249	1158	0.93
16:00	1293	1198	0.93
17:00	1304	1208	0.93
18:00	1239	1144	0.92
19:00	1202	1115	0.93
20:00	1206	1118	0.93
21:00	1212	1124	0.93
22:00	89	42	0.47
23:00	25	22	0.89
24:00	20	18	0.9

Tabel 3.3. data pengukuran panel  
LVMDP Kios

Data Pengukuran Panel PFR KIOS			
JAM	S <sub>1</sub> kVA	P kW	COS θ <sub>1</sub>
01:00	325	292	0.9
02:00	326	293	0.9

Sambungan Tabel 3.3

03:00	312	277	0.89
04:00	308	274	0.89
05:00	304	270	0.89
06:00	296	264	0.9
07:00	297	265	0.9
08:00	298	268	0.9
09:00	299	267	0.9
10:00	1117	1059	0.95
11:00	1172	1113	0.95
12:00	1185	1129	0.95
13:00	1187	1126	0.95
14:00	1189	1129	0.95
15:00	1263	1171	0.95
16:00	1191	1131	0.95
17:00	1193	1132	0.95
18:00	1267	1203	0.95
19:00	1241	1177	0.95
20:00	1243	1179	0.95
21:00	1229	1166	0.95
22:00	849	792	0.93
23:00	366	329	0.9
24:00	324	291	0.9

### 3.3. Data Biaya Pemakaian Listrik Industri

Untuk menghitung pemakaian listrik industri dengan tegangan 380 V/3 φ, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, karena A. Yani Megamal Pontianak termasuk dalam golongan tarif industri maka harus diperhatikan

1. Biaya perancangan kapasitor per kVAr adalah Rp. 140.000
2. Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif per kVArh Rp.1.114,74
3. Biaya Per kWh adalah Rp. 1035,78

#### 4. PERHITUNGAN DAN ANALISA SISTEM PADA KAPASITOR BANK

##### 4.1. Perhitungan Nilai Daya Reaktif Yang Harus diInjeksikan Kapasitor Pada Panel LVMDP Utilitas.

Data nilai dari pengukuran panel LVMDP-Utilitas diambil salah satu data pada jam 10.00 untuk dilakukan yaitu :

$$\begin{aligned} Q_1 &= \sqrt{S_1^2 - P^2} \\ &= \sqrt{1545^2 - 1178^2} \\ &= 996,67 \text{ kVAr} \end{aligned}$$

Dari tabel 3.1  $\cos \theta_2$  yang ingin dicapai adalah 0,99

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{P}{\cos \theta_2} \\ &= \frac{1178}{0,99} \\ &= 1190 \text{ kVA} \end{aligned}$$

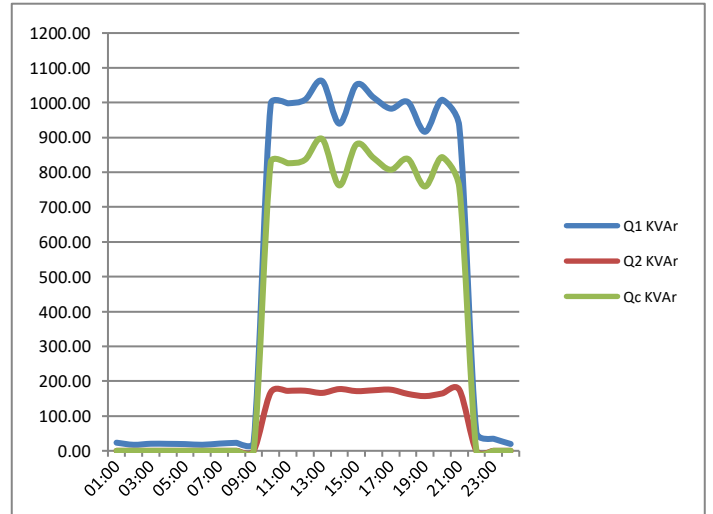
$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{S_2^2 - P^2} \\ &= \sqrt{1190^2 - 1178^2} \\ &= 167,856 \text{ kVAr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_1 - Q_2 \\ &= 996,67 - 167,856 \\ &= 828,81 \text{ kVAr} \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Data Pengukuran dan Perhitungan Pada Panel PFR LVMDP-Utilitas

Sambungan Tabel 4.2

07:00	34	27	20.66	0.79	-	-	-	-	-
08:00	37	29	22.97	0.78	-	-	-	-	-
09:00	37	28	24.18	0.76	-	-	-	-	-
10:00	1545	1178	996.67	0.76	1190	167.9	828.81	0.99	16.84
11:00	1567	1208	998.11	0.77	1220	172.1	825.98	0.99	17.25
12:00	1576	1211	1008.59	0.77	1223	172.6	836.03	0.99	17.11
13:00	1578	1167	1062.16	0.74	1179	166.3	895.87	0.99	15.66
14:00	1558	1245	939.66	0.8	1258	177.4	762.26	0.99	18.88
15:00	1598	1203	1051.85	0.75	1215	171.4	880.43	0.99	16.30
16:00	1587	1220	1014.97	0.77	1232	173.8	841.13	0.99	17.13
17:00	1576	1232	982.82	0.78	1244	175.6	807.27	0.99	17.86
18:00	1523	1147	1001.95	0.75	1159	163.4	838.51	0.99	16.31
19:00	1434	1103	916.37	0.77	1114	157.2	759.20	0.99	17.15
20:00	1534	1156	1008.37	0.75	1168	164.7	843.65	0.99	16.34
21:00	1545	1232	932.30	0.78	1244	175.6	756.75	0.99	18.83
22:00	189	90	52.99	0.47	-	-	-	-	-
23:00	56	44	34.64	0.77	-	-	-	-	-
24:00	31	24	19.62	0.77	-	-	-	-	-



Gambar 2 Grafik Daya Reaktif tanpa Kapasitor Panel LVMDP-Utilitas

Dari Gambar 2 diatas baru dapat dilihat bahwa perbedaan kenaikan daya reaktif yang tinggi diserap oleh beban semula  $[Q_1]$  dari mulai pukul 01.00-23.00 WIB secara keseluruhan,

Data Pengukuran Tanpa Menggunakan kapasitor			Data Perhitungan Perbaikann kapasitor						
JAM	S <sub>1</sub> kVA	P <sub>1</sub> kW	Q <sub>1</sub> kVAr	COS θ <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> kVA	Q <sub>2</sub> kVAr	Q <sub>c</sub> KVAr	COS θ <sub>2</sub>	Q %
01:00	38	30	23.32	0.79	-	-	-	-	-
02:00	28	22	17.32	0.79	-	-	-	-	-
03:00	33	26	20.32	0.79	-	-	-	-	-
04:00	32	25	19.97	0.78	-	-	-	-	-
05:00	30	23	19.26	0.77	-	-	-	-	-
06:00	28	22	17.32	0.77	-	-	-	-	-

dari kurva daya reaktif terlihat bahwa daya reaktif semakin tinggi penggunaannya saat gedung A. Yani Megamal Pontianak ini beroperasi pada pukul 10.00 – pukul 22.00 WIB sehingga diperlukannya ukuran daya reaktif kapasitor bank [Q<sub>C</sub>] yang cukup besar juga guna menekan semakin kecilnya daya reaktif sebelumnya.

#### 4.2. Perhitungan Perbaikan Faktor Daya Pada Panel LVMDP-Utilitas PFR

Data diambil dari tabel 3.2 untuk perhitungan manual pada pukul 24.00 WIB sebagai berikut :

$$Q_1 = P \times \tan \theta_1$$

$$\cos \theta_1 = 0,9$$

$$\theta_1 = \cos^{-1} (0,9) = 25.842^\circ$$

$$\tan 25,842 = 0,484$$

$$S_2 = \frac{P}{\cos \theta_1}$$

$$S_2 = \frac{18}{0,90} = 20 \text{ kVA}$$

$$Q_1 = P \times \tan \theta_1$$

$$Q_1 = 18 \times 0,48 = 8,717 \text{ kVAr}$$

$\cos \theta_2$  yang ingin dicapai = 0.99

$$\theta_2 = \cos^{-1} (0,99) = 8,109^\circ$$

$$\tan 8,109^\circ = 0,142$$

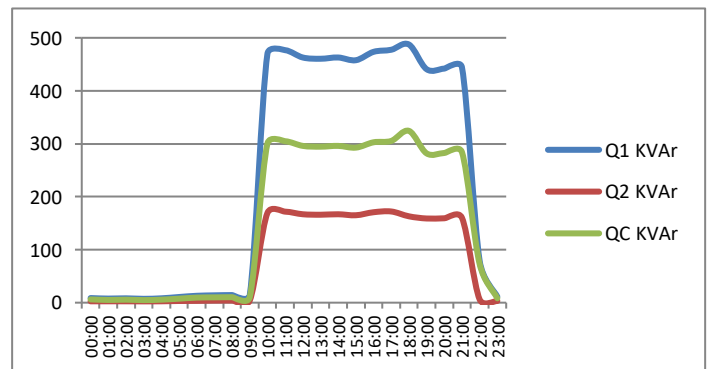
$$Q_2 = 18 \times 0,142 = 2,565 \text{ kVAr}$$

$$\Delta \tan = (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) = 0,484 - 0,142 = 0,341$$

$$Q_c = P \times \Delta \tan \theta = 18 \text{ kW} \times 0,341 = 6,152 \text{ kVAr}$$

Tabel 4.2 Data Pengukuran dan Perhitungan Pada Panel PFR LVMDP-Utilitas

Data Pengukuran Panel PFR UTILITAS				Data Perhitungan Panel PFR UTILITAS					
JAM	S <sub>1</sub> kVA	P kW	COS θ <sub>1</sub>	Q1 kVAr	S2 kVA	Q2 kVAr	QC kVAr	COS θ <sub>2</sub>	Q %
01:00	19	18	0.92	6.08	18.18	2.56	3.51	0.99	42.19
02:00	20	18	0.91	8.72	18.18	2.56	6.15	0.99	29.44
03:00	18	17	0.92	5.92	17.17	2.42	3.49	0.99	40.98
04:00	20	18	0.91	8.72	18.18	2.56	6.15	0.99	29.44
05:00	24	22	0.9	9.59	22.22	3.13	6.45	0.99	32.67
06:00	27	24	0.88	12.4	24.24	3.41	8.95	0.99	27.62
07:00	30	27	0.89	13.1	27.27	3.84	9.22	0.99	29.44
08:00	32	28	0.89	15.5	28.28	3.99	11.50	0.99	25.76
09:00	32	28	0.89	15.5	28.28	3.99	11.50	0.99	25.76
10:00	1279	1189	0.93	471	1201	169.4	301.94	0.99	35.93
11:00	1301	1206	0.93	488	1218	172	316.04	0.99	35.24
12:00	1263	1171	0.93	473	1183	166.7	306.55	0.99	35.22
13:00	1257	1165	0.93	472	1177	166.2	305.81	0.99	35.22
14:00	1262	1171	0.93	471	1183	166.7	303.87	0.99	35.42
15:00	1249	1158	0.93	468	1170	165	302.98	0.99	35.26
16:00	1293	1198	0.93	486	1210	170.7	315.76	0.99	35.09
17:00	1304	1208	0.93	491	1220	172.1	318.95	0.99	35.05
18:00	1239	1144	0.92	476	1156	163.3	312.47	0.99	34.33
19:00	1202	1115	0.93	449	1126	159.1	289.83	0.99	35.45
20:00	1206	1118	0.93	452	1129	159.4	292.87	0.99	35.24
21:00	1212	1124	0.93	453	1135	160.5	292.90	0.99	35.4
22:00	89	42	0.47	78.5	42.42	5.983	72.483	0.99	7.625
23:00	25	22	0.89	11.9	22.22	3.133	8.74	0.99	26.39
24:00	20	18	0.9	8.72	18.18	2.566	6.15	0.99	29.44



Gambar 3 Grafik Daya Reaktif Panel PFR Beban Utilitas

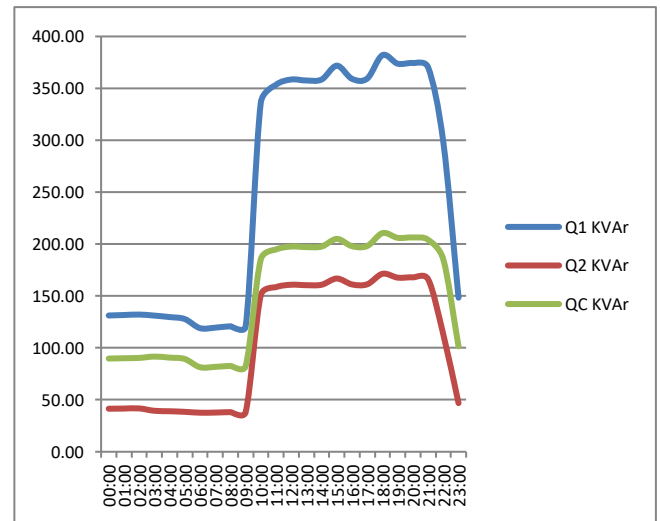
### 4.3. Perhitungan Perbaikan Faktor Daya Pada Panel LVMDP-KIOS PFR

Tabel 4.3 Data Pengukuran dan Perhitungan Pada Panel PFR LVMDP-KIOS

Data Pengukuran Panel PFR KIOS				Data Perhitungan Panel PFR KIOS					
JAM	S <sub>1</sub> kVA	P kW	COS θ <sub>1</sub>	Q1 kVA	S <sub>2</sub> kVA	Q2 kVA	QC kVA	COS θ <sub>2</sub>	Q %
01:00	325	292	0.9	293.94	142.69	33.71	108.99	0.99	23.62
02:00	326	293	0.9	295.96	142.92	41.75	101.17	0.99	29.21
03:00	312	277	0.89	279.80	143.58	39.47	104.11	0.99	27.49
04:00	308	274	0.89	279.80	140.67	56.66	84.00	0.99	40.28
05:00	304	270	0.89	272.73	139.70	38.47	101.23	0.99	27.54
06:00	296	264	0.9	266.67	133.87	37.62	96.25	0.99	28.1
07:00	297	265	0.9	267.68	134.10	37.76	96.34	0.99	28.16
08:00	298	268	0.9	270.71	130.31	38.19	92.12	0.99	29.31
09:00	299	267	0.9	269.70	134.58	38.05	96.54	0.99	28.27
10:00	1117	1059	0.95	1069.70	355.26	150.90	204.36	0.99	42.48
11:00	1172	1113	0.95	1124.24	367.17	158.59	208.58	0.99	43.19
12:00	1185	1129	0.95	1140.40	359.98	160.87	199.10	0.99	44.69
13:00	1187	1126	0.95	1137.37	375.62	160.45	215.18	0.99	42.71
14:00	1189	1129	0.95	1140.40	372.93	160.87	212.06	0.99	43.14
15:00	1263	1171	0.95	1182.83	473.21	166.86	306.35	0.99	35.26
16:00	1191	1131	0.95	1142.42	373.26	161.16	212.10	0.99	43.18
17:00	1193	1132	0.95	1143.43	376.60	161.30	215.30	0.99	42.83
18:00	1267	1203	0.95	1215.15	397.59	171.42	226.17	0.99	43.11
19:00	1241	1177	0.95	1188.89	393.39	167.71	225.67	0.99	42.63
20:00	1243	1179	0.95	1190.90	393.71	168.00	225.71	0.99	42.67
21:00	1229	1166	0.95	1177.78	388.44	166.15	222.29	0.99	42.77
22:00	849	792	0.93	800.00	305.84	112.85	192.98	0.99	36.9
23:00	366	329	0.9	332.32	160.36	46.88	113.48	0.99	29.23
24:00	324	291	0.9	293.94	142.46	41.46	101.00	0.99	29.1

daya semu [S<sub>1</sub>] sebesar 324 kVA mengalami perubahan setelah dilakukan perhitungan secara manual menjadi [S<sub>2</sub>] sebesar 293.94 kVA dengan cos θ<sub>2</sub> menjadi 0,99 yang menghasilkan daya reaktif yang diserap oleh beban setelah

dilakukan perbaikan [Q<sub>2</sub>] sebesar 41.47 kVA dengan daya reaktif yang diinjeksikan oleh kapasitor [Q<sub>C</sub>] sebesar 89.78 kVA sehingga menekan daya reaktif semula yang diserap beban sebelum perbaikan cos θ<sub>1</sub>. Cos θ<sub>2</sub> sebesar 0,99



Gambar 4 Grafik Daya Reaktif Panel PFR Beban Kios

### 4.4. Perhitungan Biaya Total Pemasangan kVA dan kWh Beban pada Panel Kios Dan Utilitas Sebelum Perbaikan

$$\begin{aligned}
 R_{pWBP} &= K \times kWh \times Rp. 1.035,78 \\
 &= 1,4 \times 66.161,175 \times Rp. \\
 &\quad 1.035,78 \\
 &= Rp. 95.939.790,58
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{pLWBP} &= 463.128,225 \times Rp. 1.035,78 \\
 &= Rp. 479.698.952,9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_p X &= R_{pWBP} + R_{pLWBP} \\
 &= Rp. 95.939.790,58 + \\
 &\quad Rp. 479.698.952,9 \\
 &= Rp. 575.638.743,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Total} &= Rp. 621.282.926,8 + \\
 &\quad Rp. 575.638.743,5 \\
 &= Rp. 1.196.921.670
 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya Pajak Penerangan jalan :  
 3% x Rp. 1.195.421.478  
 = Rp. 35.907.650,11

Biaya materai Rp. 6000  
 =Rp.1.196.921.670+Rp.35.907.650,11  
 + Rp.13.173.043,5484 + Rp. 6000  
 = Rp 1.246.008.363,66

#### 4.4. Perhitungan Biaya Total Pemasangan kVA dan kVAr Optimasi Kapasitor pada panel Utilitas dan Kios

##### 4.4.1. Biaya Total kVA dan kVAr Panel Utilitas

$$\begin{aligned} \Delta S &= X \cdot \left[ \frac{P}{\cos \theta_1} - \frac{P}{\cos \theta_2} \right] \\ &= 1.218.077,28 (1030,71) \\ &= \text{Rp. } 1.255.484.433 \end{aligned}$$

Biaya daya reaktif per kVAr pertahun

$$\begin{aligned} Q_C &= Y P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \\ &= 140.000 \cdot 3721,252 \\ &= \text{Rp. } 520.975.280 \end{aligned}$$

Penghematan netto pertahun  
 PB=Rp.1.255.484.433-Rp. 520.975.280  
 = Rp. 734.509.153

Kapasitor Optimal Panel Utilitas

$$\begin{aligned} \cos \theta_2 &= \sqrt{1 - \left(\frac{Y}{X}\right)^2} \\ &= \sqrt{1 - \left(\frac{520.975.280}{1.255.484.433}\right)^2} \\ &= 0.91 \end{aligned}$$

##### 4.4.2. Biaya Total kVA dan kVAr Panel Kios

$$\begin{aligned} \Delta S &= X \cdot \left[ \frac{P}{\cos \theta_1} - \frac{P}{\cos \theta_2} \right] \\ &= 870.055.201 \cdot 1006,25 \\ &= \text{Rp. } 875.475.645 \end{aligned}$$

Biaya daya reaktif per kVAr pertahun sebesar :

$$Q_C = Y P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

$$\begin{aligned} &= 140.000 \cdot 3558,083544 \\ &= \text{Rp } 498.131.696 \end{aligned}$$

Penghematan netto pertahun sebesar :  
 PB=Rp. 875.475.645 – Rp. 498.131.696  
 = Rp. 377.343.949

$$\begin{aligned} \cos \theta_2 &= \sqrt{1 - \left(\frac{498.131.696}{875.475.645}\right)^2} \\ &= 0.82 \end{aligned}$$

Tabel 5. Perhitungan Biaya Kapasitor Bank per tahun

Keterangan	Perancangan Panel Kapasitor per kVAr	Biaya Penghematan per kVAr	Pengembalian Modal Pemasangan kapasitor (pertahun)
Kapasitor Utilitas	Rp. 520.975.280	Rp. 734.509.153	$\frac{\text{Rp.}520.975.280}{\text{Rp.}734.509.153} = 0,7$
Kapasitor Kios	Rp 498.131.696	Rp. 377.343.949	$\frac{\text{Rp } 498.131.696}{\text{Rp. } 377.343.949} = 1,3$

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Memperbaiki faktor daya pada beban bahwa semakin besar faktor akan memperkecil daya reaktif yang diserap oleh beban, sehingga dapat menghemat biaya operasional dan biaya denda kelebihan daya reaktif.
2. Perbaikan faktor daya mampu memperbaiki sistem keseluruhan seperti pada panel LVMD-Utilitas dan Kios total daya reaktif yang diserap beban semula sebelum perbaikan  $\cos \theta$  adalah 11,817 MVARh menjadi 7,279 MVARh.
3. Perbaikan  $\cos \theta$  pada sistem kelistrikan mampu menekan biaya 92,87 % beban operasional perbulannya lebih rendah, dilihat dari perhitungan biaya total operasional sebelum perbaikan  $\cos \theta$  pada panel Utilitas dan Kios sebesar Rp. 1.246.008.363,66



menjadi Rp. 1.157.278.081,385 setelah perbaikan  $\cos \Theta_2 = 0,99$  dari  $\cos \Theta_1 = 0,9$ .

4. Penggunaan  $\cos \Theta_{(\text{optimal})}$  pada panel LVMDP Kios dan Utilitas menghasilkan daya reaktif sebesar 7,279 MVAR mampu menghemat sekita 9,09 %/bulan sehingga dalam kurun waktu tidak sampai 1 tahun sudah dapat mengembalikan modal pemasangan kapasitor bank.
5. Berdasarkan hasil perhitungan pemasangan perbaikan bahwa  $\cos \Theta_{(\text{optimal})} = 0,91$  untuk panel LVMDP-Utilitas dan untuk panel LVMDP-Kios  $\cos \Theta_{(\text{optimal})} = 0.82$  yang dapat dipasang.
6. Penggunaan kapasitor pada panel PFR untuk setiap panel beban yang dioperasikan belum sepenuhnya dapat memperbaiki faktor daya menjadi lebih baik, sehingga bisa dilakukan penambahan kapasitor untuk memperbaiki faktor daya menjadi lebih baik.

## REFERENSI

- (1) Cekdin, Cekmas, dan Barlian Taufik. 2013. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta: Andi Publisher.
- (2) Dokumen PT. PLN (Persero), 2017. *Tarif Tenaga Listrik – JDIH ESDM*. Kebayoran baru. Jakarta.
- (3) Dri, Adrianus. 2013. *Meminimalkan Rugi-Rugi Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah Dengan Pemasangan Kapasitor*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- (4) Ir. Hadi, Abdul. 1991. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta : PT. Erlangga.
- (5) Ir. Pakpahan, sahat. (Penterjemah). 1999. *Teknologi Instalasi Listrik*. Jakarta PT. Erlangga.

- (6) Pradana, Ryan. 2009. *Sains Teknologi 2*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- (7) PT. Santosa Mitra Kalindo, Ayani Megamal, Pontianak.
- (8) Sirait, Bonar. 2012. *Diktat Kuliah Sistem Distribusi*. Pontianak : Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- (9) Taufik, Ahmad Prabowo, 2016. *Studi Penempatan Kapasitor Untuk Perbaikan Kualitas Tegangan Di Penyulang Kangkung GI Menggala*. Fakultas Teknik : Universitas Lampung.

## Biografi



**Leo Sophian Sirait**, lahir di Sosok, 23 September 1993. Menempuh pendidikan dasar di SDN 20 Simpang Mandong lulus tahun 2005, melanjutkan ke SMPN 1 Tayan Hulu sampai tahun 2008, dan melanjutkan ke SMKN 4 Pontianak sampai tahun 2011. Memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak pada tahun 2018.

