

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

V.1. Menghitung Daya Reaktif yang di Perlukan

Perhitungan daya reaktif harus dilakukan dengan cermat. Kelebihan kompensasi akan menyebabkan jaringan menjadi kapasitif, selain itu akan meningkatkan suhu pada jaringan, arus dan tegangan akan meningkat. Ada beberapa cara untuk menentukan daya reaktif (Q_c) diantaranya:

a. Metode sederhana

Metode ini digunakan agar dapat menentukan Q_c . Biasanya dilakukan untuk memperkirakan besarnya investasi yang akan dilakukan. Angka yang harus diingat, 0,84 untuk setiap KW beban yaitu diambil dari perkiraan rata – rata faktor daya suatu instalasi 0,65. faktor daya akan ditingkatkan menjadi 0,95, maka dari total $\cos \theta$ didapat angka 0,84.

Untuk menghindari denda PLN suatu instalasi dengan beban 100 KW memerlukan daya reaktif (Q_c) sebesar $0,84 \times 100 \text{ KW} = 84 \text{ KVAR}$.

b. Metode kwitansi PLN

Cara ini memberikan hasil yang sesuai dengan keadaan pada saat penghitungan, perlu dicatat bahwa dengan cara ini peluasan instalasi (misalnya: penambahan daya, penambahan mesin) tidak diperhitungkan.

Metode seperti ini memerlukan data yang diambil dari kwitansi PLN. Dalam satu metode (misalnya 1 tahun). Diambil kwitansi dengan

pembayaran denda KVARh yang tinggi, data lain yang diperlukan adalah jumlah waktu pemakaian.

Kita hitung suatu pabrik yang beroperasi 8 jam/hari, membayar denda pemakaian KVARh tertinggi pada tahun yang lalu untuk 63504 KVARh, maka diperlukan tumpuk kapasitor (bank kapasitor) dengan daya:

$$Q_c = \frac{\text{KVAR tertinggi}}{\text{Waktu pemakaian}} \quad \text{KVAR}$$

$$= \frac{63504 \text{ KVARh}}{8 \text{ jam} \times 30 \text{ hari/bulan}}$$

$$= 265 \text{ KVAR}$$

c. Metode $\cos \phi$

Metode ini dipilih untuk memerlukan penghitungan dengan optimum, juga bisa dipakai jika kita merencanakan perluasan. Disamping menggunakan tabel $\cos \phi$ (pada halaman berikut) data lain yang diperlukan adalah daya beban total dan faktor daya ($\cos \phi$).

Dalam suatu pabrik memiliki faktor daya 0,70 untuk beban puncak 600 KW. Untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,93. kita lihat pada tabel didapat angka 0,62, maka daya reaktif yang diperlukan menjadi:

$$0,62 \times 600 \text{ KW} = 372 \text{ KVAR}$$

Jika tidak memiliki data untuk daya beban, dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Daya Beban} = V \times I \cos \phi \times \sqrt{3}$$

Dimana:

V = Tegangan jaringan atau instalasi

I = Arus jaringan atau instalasi

$\cos \phi$ = faktor daya jaringan atau instalasi.

Tabel $\cos \phi$

TABEL COS φ

SEBELUM KOMPENSASI		SESUDAH KOMPENSASI (Faktor Daya yang diinginkan)																
cos φ	tg φ	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	
		0.62	0.59	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45	0.43	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.20	0.14	0.00	
0.40	2.29	1.67	1.70	1.72	1.75	1.78	1.81	1.84	1.87	1.90	1.93	1.96	2.00	2.04	2.09	2.15	2.29	
0.41	2.22	1.60	1.63	1.66	1.68	1.71	1.74	1.77	1.80	1.83	1.86	1.90	1.93	1.97	2.02	2.08	2.22	
0.42	2.16	1.54	1.57	1.59	1.62	1.65	1.68	1.71	1.73	1.77	1.80	1.83	1.87	1.91	1.96	2.02	2.16	
0.43	2.10	1.48	1.51	1.53	1.56	1.59	1.62	1.64	1.67	1.70	1.74	1.77	1.81	1.85	1.90	1.96	2.10	
0.44	2.04	1.42	1.45	1.47	1.50	1.53	1.56	1.59	1.61	1.65	1.68	1.71	1.75	1.79	1.84	1.90	2.04	
0.45	1.98	1.36	1.39	1.42	1.44	1.47	1.50	1.53	1.56	1.59	1.62	1.66	1.69	1.73	1.78	1.84	1.98	
0.46	1.93	1.31	1.34	1.36	1.39	1.42	1.45	1.47	1.50	1.54	1.57	1.60	1.64	1.68	1.73	1.79	1.93	
0.47	1.88	1.26	1.28	1.31	1.34	1.37	1.39	1.42	1.45	1.48	1.52	1.55	1.59	1.63	1.67	1.74	1.88	
0.48	1.83	1.21	1.23	1.26	1.29	1.32	1.34	1.37	1.40	1.43	1.46	1.50	1.54	1.58	1.62	1.69	1.83	
0.49	1.78	1.16	1.19	1.21	1.24	1.27	1.29	1.32	1.35	1.38	1.42	1.45	1.49	1.53	1.58	1.64	1.78	
0.50	1.73	1.11	1.14	1.17	1.19	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.37	1.40	1.44	1.48	1.53	1.59	1.73	
0.51	1.69	1.07	1.09	1.12	1.15	1.17	1.20	1.23	1.26	1.29	1.32	1.36	1.39	1.44	1.48	1.54	1.69	
0.52	1.64	1.02	1.05	1.08	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28	1.31	1.35	1.39	1.44	1.49	1.64	
0.53	1.60	0.98	1.01	1.03	1.06	1.09	1.12	1.14	1.17	1.20	1.24	1.27	1.31	1.35	1.40	1.46	1.60	
0.54	1.56	0.94	0.97	0.99	1.02	1.05	1.07	1.10	1.13	1.16	1.20	1.23	1.27	1.31	1.36	1.42	1.56	
0.55	1.52	0.90	0.93	0.95	0.98	1.01	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.23	1.27	1.31	1.36	1.52	
0.56	1.48	0.86	0.89	0.91	0.94	0.97	1.00	1.02	1.05	1.08	1.12	1.15	1.19	1.23	1.27	1.32	1.48	
0.57	1.44	0.82	0.85	0.87	0.90	0.93	0.96	0.98	1.02	1.05	1.08	1.12	1.15	1.19	1.23	1.28	1.44	
0.58	1.40	0.78	0.81	0.84	0.86	0.89	0.92	0.95	0.98	1.01	1.04	1.08	1.11	1.15	1.19	1.24	1.40	
0.59	1.37	0.75	0.78	0.80	0.83	0.86	0.88	0.91	0.94	0.97	1.01	1.04	1.08	1.12	1.17	1.23	1.40	
0.60	1.33	0.71	0.74	0.77	0.79	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97	1.00	1.04	1.08	1.13	1.19	1.33	
0.61	1.30	0.69	0.71	0.73	0.76	0.79	0.81	0.84	0.87	0.90	0.94	0.97	1.01	1.05	1.10	1.16	1.30	
0.62	1.27	0.65	0.67	0.70	0.73	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87	0.90	0.94	0.97	1.01	1.06	1.12	1.27	
0.63	1.23	0.61	0.64	0.67	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87	0.90	0.94	0.98	1.03	1.09	1.23	
0.64	1.20	0.58	0.61	0.63	0.66	0.69	0.72	0.74	0.77	0.81	0.84	0.87	0.91	0.95	1.00	1.06	1.20	
0.65	1.17	0.55	0.58	0.60	0.63	0.66	0.68	0.71	0.74	0.77	0.81	0.84	0.88	0.92	0.97	1.03	1.17	
0.66	1.14	0.52	0.54	0.57	0.60	0.63	0.65	0.68	0.71	0.74	0.78	0.81	0.85	0.89	0.94	1.00	1.14	
0.67	1.11	0.49	0.51	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65	0.68	0.71	0.75	0.78	0.82	0.86	0.90	0.97	1.11	
0.68	1.08	0.46	0.48	0.51	0.54	0.57	0.59	0.62	0.65	0.68	0.72	0.75	0.79	0.83	0.88	0.94	1.08	
0.69	1.05	0.43	0.46	0.48	0.51	0.54	0.56	0.59	0.62	0.65	0.69	0.72	0.76	0.80	0.85	0.91	1.05	
0.70	1.02	0.40	0.43	0.45	0.48	0.51	0.54	0.56	0.59	0.62	0.66	0.69	0.73	0.77	0.82	0.88	1.02	
0.71	0.99	0.37	0.40	0.43	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.66	0.70	0.74	0.79	0.85	0.99	
0.72	0.96	0.34	0.37	0.40	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.64	0.67	0.71	0.76	0.82	0.96	
0.73	0.94	0.32	0.34	0.37	0.40	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	0.61	0.64	0.69	0.73	0.79	0.94	
0.74	0.91	0.29	0.32	0.34	0.37	0.40	0.42	0.45	0.48	0.51	0.55	0.58	0.62	0.66	0.71	0.77	0.91	
0.75	0.88	0.26	0.29	0.32	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.59	0.63	0.68	0.74	0.88	
0.76	0.86	0.24	0.26	0.29	0.32	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.56	0.60	0.65	0.71	0.86	
0.77	0.83	0.21	0.24	0.26	0.29	0.32	0.34	0.37	0.40	0.43	0.47	0.50	0.54	0.58	0.63	0.69	0.83	
0.78	0.80	0.18	0.21	0.24	0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.41	0.44	0.47	0.51	0.55	0.60	0.66	0.80	
0.79	0.78	0.16	0.18	0.21	0.24	0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.41	0.45	0.48	0.53	0.57	0.63	0.78	
0.80	0.75	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.27	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.50	0.55	0.61	0.75	
0.81	0.72	0.10	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.40	0.43	0.47	0.52	0.58	0.72	
0.82	0.70	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.21	0.24	0.27	0.30	0.34	0.37	0.41	0.45	0.49	0.56	0.70	
0.83	0.67	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.38	0.42	0.47	0.53	0.67	
0.84	0.65	0.03	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.32	0.35	0.40	0.44	0.50	0.65	
0.85	0.62	0.00	0.03	0.05	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.33	0.37	0.42	0.48	0.62	
0.86	0.59		0.00	0.03	0.05	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.30	0.34	0.39	0.45	0.59	
0.87	0.57			0.00	0.03	0.05	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.30	0.34	0.40	0.54	
0.88	0.54				0.00	0.03	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.42	
0.89	0.51					0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25	0.29	0.34	0.40	
0.90	0.48						0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.22	0.26	0.31	0.37	

d. Menentukan sistem kompensasi

Kompensasi ini ada dua yaitu:

1. Kompensasi tetap

Kompensasi jenis ini dipakai pada beban yang relatif konstan. Kapasitor bisa dipasangkan langsung pada pangkal motor atau trafo yang selalu bekerja (tanpa memerlukan panel). Untuk kontrol pada pemasangan kapasitor seperti ini dapat menggunakan:

- Sistem manual yaitu dengan pemutus daya atau load break switch
- Sistem semi otomatis yaitu dengan kontak
- Koreksi pada pangkal beban

Cara lain kompensasi tetap ini adalah jika perbandingan daya reaktif yang dipergunakan (Q_c) dengan daya trafo (S_n) lebih kecil dari 15 %, pada keadaan sebaliknya.

2. Kompensasi otomatis

Jika perbandingan daya reaktif yang diperlukan (Q_c) dengan daya trafo (S_n) melebihi 15 %, sebaliknya kita memasang kompensasi otomatis. Jika perubahan beban besar, padahal faktor daya yang diinginkan selalu berada pada nilai tertentu. Hal ini bisa dilakukan dengan pemasangan regulator.

V.2. Pemutus Daya Untuk Kapasitor

Pemutus daya diperlukan sebagai alat proteksi kapasitor bank. Kapasitor pemutus alat ini minimal harus sama dengan hubung singkat maksimum yang mungkin terjadi pada sekitar pangkal kapasitor bank (tumpuk kapasitor), untuk menghitung besarnya arus tersebut, dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$I_n = \frac{Q_c}{U \sqrt{3}}$$

Dimana:

I_n = Arus nominal (dalam amper)

Q_c = Daya kapasitor (dalam var)

U = Tegangan jaringan 3 fase (dalam volt)

Tabel penggunaan pemutus daya

Daya reaktif (kvar)	I_n (arus nominal) 3 fase, 400 V (A)	Tipe Pemutus daya	Setting I_r minimum Pemutus daya (A)
7,5	11	NC 100 L/LH, 16 A	15
10	14	NC 100 L/LH, 20 A	20
15	22	NC 100 L/LH, 32 A	29
20	29	NC 100 L/LH, 40 A	39
30	43	NC 100 L/LH, 63 A	59
40	58	NS 100 N/H/L, TM 80D	79
50	72	NS 100 N/H/L, TM 100D	98
60	87	NS 160 N/H/L, TM 125D	118
70	101	NS 160 N/H/L, TM 160D	137
80	115	NS 160 N/H/L, TM 160D	157

140	202	NS 400 N/H/L STR 23 SE	275
180	260	NS 400 N/H/L STR 23 SE	353
200	289	NS 400 N/H/L STR 23 SE	393
240	346	NS 630 N/H/L STR 23 SE	471
250	361	NS 630 N/H/L STR 23 SE	491
300	433	NS 630 N/H/L STR 23 SE	589
360	520	C 801 N/H/L STR 25 DE	707

Catatan:

Relai termis untuk Circuit Breaker di stel 1,36 In, Rating minimum untuk pemutus daya 1,5 In.