

ANALISIS KONSUMSI DAYA PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA SISTEM JARINGAN LISTRIK TEGANGAN RENDAH DI HOTEL THE 101 CENGKARENG

Lukman Aditya, Alhaqam Rizky Ilmianta

Abstrak - Hotel the 101 Cengkareng adalah terletak di salah satu kawasan yang mengusung konsep terpadu di daerah Cengkareng dan sekaligus bertujuan untuk ikon Bandara Soekarno Hatta. Kawasan ini bernama Cengkareng *Business Centre*, yang di dalamnya telah di bangun Pusat perkantoran, Hotel, dan yang akan datang ini di rencanakan akan di bangun Apartement dan Pusat pembelian atau *Shopping Centre*. Berdasarkan hasil pengukuran awal, faktor daya ($\cos \phi$) listrik rata-rata pada Hotel the 101 Cengkareng sebesar 0,81. Untuk meningkatkan penggunaan daya aktif pada Hotel the 101 Cengkareng salah satunya dengan cara melakukan pemasangan kapasitor bank pada sisi tegangan rendah, sehingga pada penelitian ini akan di lakukan analisa perbandingan seberapa besar efisiensi daya optimal yang dihasilkan setelah dilakukan pemasangan kapasitor bank ini. Dari hasil analisa dan pencatatan data ternyata dengan pemasangan kapasitor bank pada Hotel the 101 Cengkareng, penggunaan kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya memiliki keistimewaan dan manfaat, baik dari segi ekonomis maupun dari segi teknis yang bekerja secara otomatis dalam perbaikan factor daya. Faktor daya pada Hotel the 101 Cengkareng sebelum perbaikan dengan $\cos \phi$ 0,82 menghasilkan daya reaktif sebesar 496,51 kVAR sedangkan dengan menggunakan $\cos \phi$ 0,99 daya reaktif yang dihasilkan sebesar 99,30 kVAR. Jadi besar daya reaktif yang di kompensasi atau di berikan kapasitor bank adalah 397 kVAR.

Kata kunci: *power factor optimal, kapasitor bank, nilai investasi saat ini, indikasi kelayakan baik.*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan modern saat ini, penggunaan energi listrik sangat besar, dan besarnya energi atau muatan listrik yang digunakan ditentukan oleh reaktansi (R), induksi (L), dan kapasitansi (C). Besarnya konsumsi energi listrik disebabkan oleh banyaknya peralatan (beban) listrik yang digunakan dan semuanya berbeda. Beban listrik yang digunakan umumnya bersifat induktif dan kapasitif, sedangkan beban kapasitif memancarkan daya reaktif. Daya ini tidak dapat dipakai secara langsung oleh beban untuk diubah menjadi energi lain, tetapi

berupa daya magnetisasi yang dapat membangkitkan fluksi magnet pada peralatan listrik induksi. Daya reaktif biasanya terdapat pada transformator, motor-motor listrik dan peralatan induksi lainnya.

Jadi alasan pemborosan energi listrik adalah banyaknya alat induksi. Artinya, saat menggunakan energi listrik, pelanggan tidak hanya menanggung beban daya aktif (KW) saja, tetapi juga daya reaktif (KVAR). Pengurangan kedua daya tersebut akan menghasilkan daya yang sebenarnya, yaitu daya yang disediakan oleh PLN. Upaya

peningkatan efisiensi daya antara lain dengan meningkatkan faktor daya (power factor = pf), jika faktor daya rendah (pf). Dalam kasus jaringan listrik yang lebih tinggi yang sudah memiliki faktor daya rendah, faktor daya perlu ditingkatkan. Diketahui bahwa nilai cos adalah dari 0 sampai 1. Artinya kondisi terbaik adalah ketika harga P: (KW) maksimum [$P: (KW) = S: (KVA)$]. Ini juga disebut cos terbaik, tetapi sebenarnya harga cos yang ditentukan oleh PLN sebagai bagian catu daya adalah 0,8. Hal inilah yang harus diketahui oleh setiap orang, bahwa untuk dapat menekan penggunaan semua daya listrik yang optimal, maka kita harus meningkatkan faktor daya, sehingga nilai daya reaktif dapat di turunkan. Oleh sebab itu daya aktif diharapkan sama dengan daya semu yang digunakan atau dengan kata lain faktor daya mendekati 1. Salah satu cara untuk memperbaiki faktor daya adalah dengan cara membuat rangkaian kapasitor bank pada jaringan listrik. Cara inilah yang di lakukan di project Hotel the 101 Cengkareng saat ini dengan tujuan untuk memperbaiki faktor daya hotel yang diakibatkan oleh beban induktif. Dengan memasang kapasitor pada sisi tegangan rendah Hotel 101 Cengkareng, diharapkan konsumsi listrik pelanggan dapat digunakan secara optimal.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Kualitas Daya Listrik

Energi listrik yang digunakan untuk pengoperasian peralatan listrik dalam jumlah yang besar dapat dilihat dari kualitas dan kuantitas energi listriknya. Oleh karena itu, perusahaan penyedia tenaga listrik harus memperhatikan masalah kualitas daya yang mungkin ditimbulkan, sehingga konsumen yang

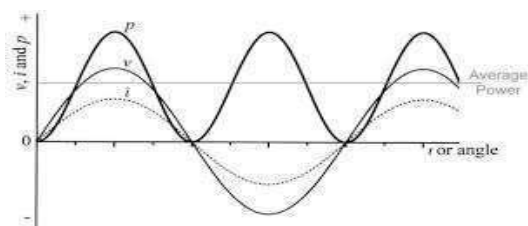
membutuhkan daya dapat memperoleh pasokan daya yang cukup dalam hal kontinuitas dan kualitas tegangan catu daya. Industri sangat rentan terhadap masalah kualitas daya karena motor yang digunakan di industri sensitif terhadap lonjakan tegangan yang disebabkan oleh masalah yang dihasilkan daya. Oleh karena itu, upaya untuk memberikan pelayanan distribusi tenaga listrik yang berkualitas kepada konsumen harus memenuhi standar. Istilah masalah listrik bukanlah hal baru, tetapi telah menjadi topik di industri sejak akhir 1980-an. Kualitas sistem tenaga listrik dapat dinilai dari tingkat keandalan daya untuk mengatasi masalah- masalah pada sistem tersebut.

Beberapa alasan penting masalah kualitas daya perlu diperhatikan, yaitu [1]:

1. Sensitifitas peralatan listrik terhadap kualitas daya yang digunakan, terutama untuk peralatan listrik yang menggunakan perangkat lunak berbasis mikroprosesor dan perangkat lunak elektronika daya lainnya, dan harus selalu menjaga level tegangan yang stabil untuk beroperasi di bawah tegangan kerja dari perangkat tersebut.
2. Peningkatan efisiensi energi secara keseluruhan yang mengarah ke peningkatan terus-menerus dari tingkat efisiensi yang digunakan dalam peralatan listrik. Seperti contoh, Pengaturan sistem pengoperasian motor motor listrik dengan menggunakan inverter atau dengan pemakaian kapasitor bank, hal ini dapat mengurangi kerugian yang timbul dengan cara memperbaiki faktor daya. Lonjakan tersebut bentuk harmonisasi dalam sistem, dan banyak pakar di industri tenaga

listrik sangat prihatin karena kemungkinan besar akan berdampak pada penurunan kapasitas di masa mendatang.

3. Para pengguna listrik sekarang ini mengetahui pentingnya masalah kualitas daya. Pengguna ini juga menyadari masalah seperti pemadaman listrik dan peralihan sementara, oleh karena itu diharapkan perusahaan utilitas untuk menyediakan daya yang berkualitas.
4. Saat ini sistem Interkoneksi antar jaringan telah dibuat, ini tujuannya untuk menjaga kehandalan sistem jaringan listrik tetap terjaga, akan tetapi hal ini juga tidak semata



mata kita percaya bahwa tidak ada lagi masalah yang dihadapi dalam menjaga kualitas daya tersebut melainkan masih ada factor lain yang bias saja terjadi seperti kegagalan komponen lain dan lain sebagainya.

Disamping berbagai masalah yang diakibatkan oleh kualitas daya yang buruk, perlu diperhatikan juga dari sisi teknis, seperti perubahan nilai tegangan yang drastic, arus dan frekuensi, karena hal ini dapat menyebabkan kerusakan atau malfungsi pada motor. Oleh karena itu, perusahaan penyedia tenaga listrik harus menjamin pendistribusian energi yang memadai untuk menghindari kerugian bagi pemasok dan penerima.

2.2 Jenis Beban Listrik

Pada rangkaian listrik khususnya arus bolak-balik atau memiliki karakteristik yang berbeda dengan rangkaian arus searah. Di antaranya jenis muatan yang

dilalui rangkaian listrik AC adalah beban resistif, induktif, dan kapasitif, dan semuanya memiliki karakteristik yang berbeda.

Beban Listrik Resistif

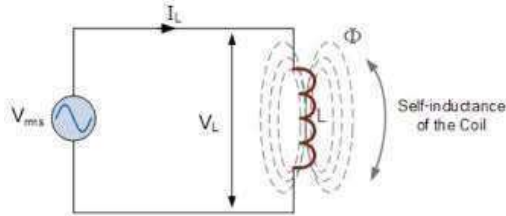
Beban resistif (R) yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm saja (*resistance*), seperti elemen pemanas (*heating element*) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tahanan murni ini tidak menghasilkan energi listrik sama sekali, tetapi menyerap energi listrik secara sempurna, sehingga memiliki sifat mencegah elektron melewatinya. Karena sifat dari hambatan ini, akan menyebabkan energi listrik yang diserap diubah menjadi bentuk panas, dan tidak akan mengubah bentuk gelombang AC.

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa gelombang arus dan tegangan selalu pada fase bersamaan. Dan nilai dari dayanya selalu positif sehingga sifat bebannya resistif akan selalu menyerap penuh daya nyata.

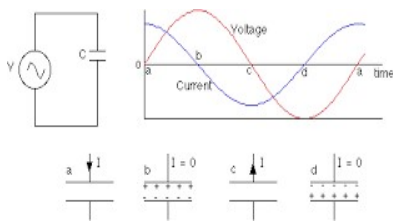
1. Beban Listrik Induktif

Induktif adalah sifat kerja bebannya yang menimbulkan medan magnet. Beban listrik induktif artinya beban listrik yang dalam proses kerjanya memanfaatkan medan magnet untuk menghasilkan reaksi suatu gerakan. Medan magnet ini timbul akibat adanya lilitan kawat atau kumparan kawat. Beban listrik yang memiliki sifat induktif adalah, motor listrik, transformator, dan relay. Pada motor induksi AC misalnya, mesin ini memanfaatkan medan magnet yang timbul pada stator. Medan magnet ini digunakan untuk menginduksi rotor sehingga timbul medan magnet yang

berlawanan pada stator dan mengakibatkan rotor berputar. Untuk menghasilkan induksi diperlukan energi listrik yang disebut dengan daya reaktif dari sumber listrik bolak-balik. Untuk memutar beban yang dikopling dengan porosnya diperlukan daya nyata. Dari hasil daya nyata dan daya reaktif inilah akan timbul daya semu.

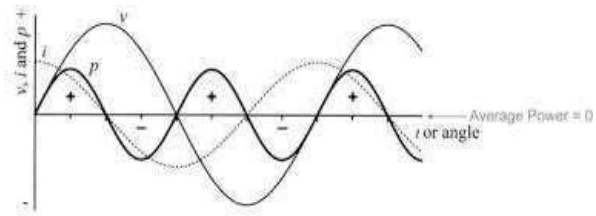


Pada Rangkaian listrik bolak balik Sifat kumparan atau lilitan kawat adalah menghalangi berubahnya nilai arus listrik. Nilai arus pada listrik arus bolak balik selalu naik turun membentuk gelombang sinusoida. Perubahan inilah yang dihalangi oleh lilitan atau kumparan sehingga nilai arus listrik tertinggal oleh tegangan.



Gambar II. 1 Rangkaian Listrik arus AC Terhadap Beban Kapasitif [1].

Gambar diatas adalah dimana beban listrik kapasitif murni pada rangkaian listrik AC. Dimana rangkaian ini mempunyai tegangan yang naik turun sehingga sifat kapasitif ini akan bekerja menyimpan dan mengeluarkan tegangan sesuai dengan berubahnya tegangan. Hal ini yang akan

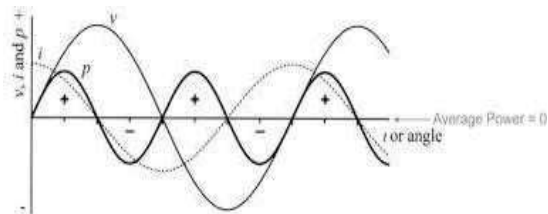


Pada Gambar diatas terlihat bahwa arus tertinggal dari tegangan sebesar 90 derajat. Dengan ini maka beban induktif disebut lagging (arus tertinggal oleh tegangan) dan juga beban listrik yang bersifat induktif tidak mengkonsumsi daya nyata melainkan mengkonsumsi daya reaktif.

2. Beban Listrik Kapasitif

Kapasitif adalah lawan dari induktif. Jika induktif menghalangi nilai arus, maka kapasitif menghalangi tegangan. Dengan kata lain, beban kapasitif adalah beban yang mempunyai sifat menghalangi tegangan yang berubah nilainya. Sifat kapasitif inilah yang berguna menyimpan tegangan sementara.

mengakibatkan arus akan mendahului tegangan (leading).



Gambar II. 2 Gelombang listrik AC Terhadap Beban Kapasitif [1].

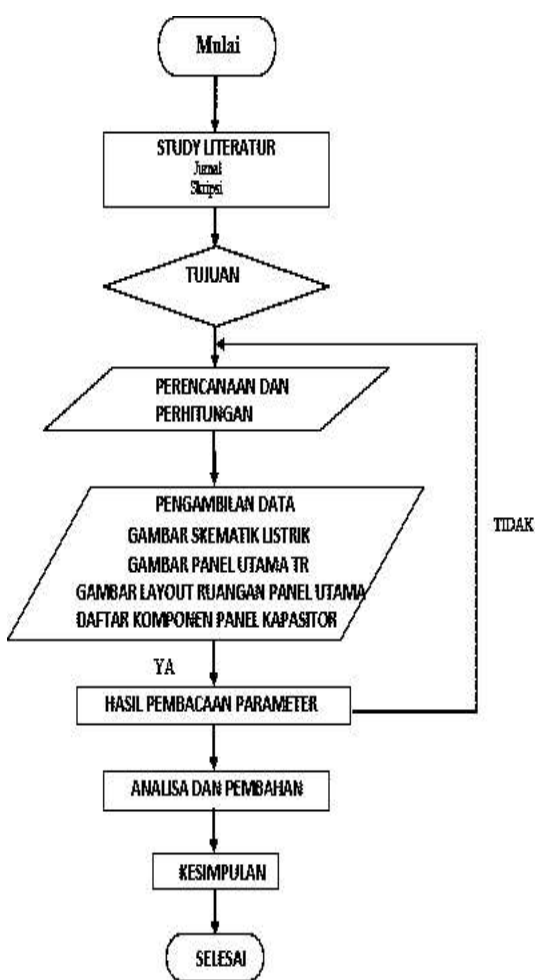
Ilustrasi diatas adalah bentuk gelombang sinus tegangan dan arus pada listrik AC terhadap beban murni kapasitif. Daya listrik untuk menopang beban kapasitif ini juga berbentuk sinus. Nilai positif pada daya yang diserap kapasitor di

setengah gelombang awal sinus daya, dan juga nilai negatif atau yang dikeluarkan oleh kapasitor di setengah gelombang yang kedua [2].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Gambar flowchart di bawah ini tentang proses melaksanakan penelitian aktual di proyek Hotel The 101 Cengkareng



3.2 Studi Literatur

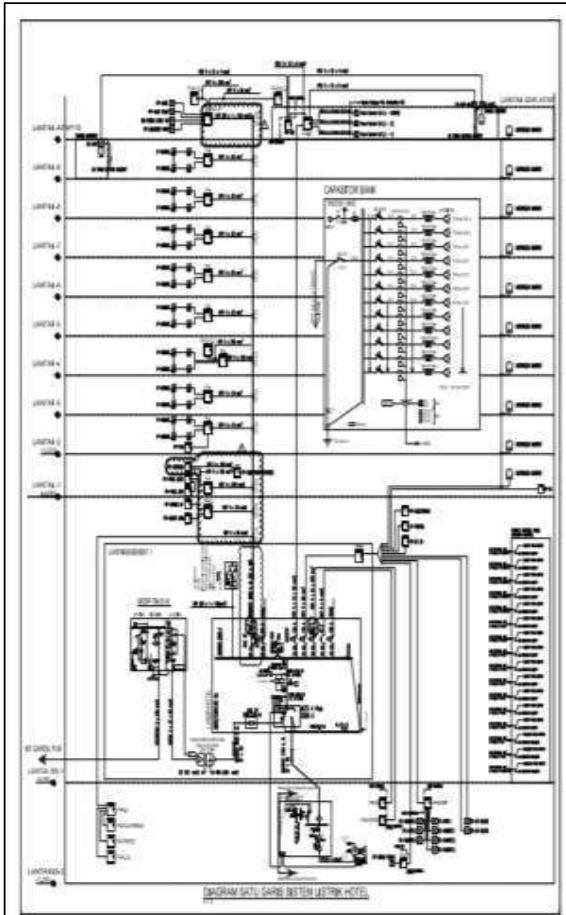
Studi literatur merupakan salah satu proses dalam penelitian ini yang dilakukan dengan mencari semua hal informasi yang berkaitan dengan

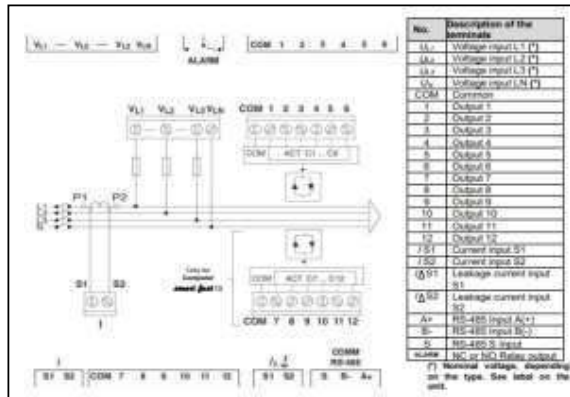
penelitian ini, yaitu dengan menelusuri referensi-referensi yang ada guna memperbanyak informasi agar penelitian ini terarah dengan baik. Informasi yang dicari baik dalam buku-buku, jurnal, artikel dan penelitian yang ada kaitannya dalam penelitian ini. Dalam tahap ini penyusun akan mengumpulkan dan mencari informasi tentang metode-metode yang digunakan untuk menganalisa pengaruh kinerja kapasitor bank dalam memperbaiki faktor daya yang didasarkan pada standarisasi baik secara nasional maupun internasional. Dengan beberapa metode yang ada dan standar acuan penyusun akan memilih metode yang sesuai untuk diterapkan terhadap objek penelitian.

3.3 Alat dan Komponen yang digunakan

Data yang diambil adalah data real yang diperoleh dari Hotel the 101 Cengkareng Airport yang memiliki 10 lantai plus 1 lantai Rooftop. Penelitian ini hanya dilakukan pada lantai Basement 1 ruang LVMDP (*Low Voltage Main Distribusi Panel*), dimana ruangan ini adalah pusat dari sumber listrik di area konsumen/pelanggan, dan di Kantor pengembang / Ruangan *Engineering* yang ada di lantai 7 gedung *Marketing Gallery*.

Berikut gambar ruangan dan skematik sistem listrik di Hotel The 101 Cengkareng dengan menggunakan tegangan menengah 20 kV daya langganan 865 kVA, dilengkapi dengan *transformer* 1x1250 kVA,





No	JAM	DAYA		Cos φ (phi)
		KVA	KW	
1	00:00	865	709	0,82
2	01:00	845	675	0,80
3	02:00	860	696	0,81
4	03:00	868	685	0,79
5	04:00	852	690	0,81
6	05:00	858	695	0,81
7	06:00	843	691	0,82
8	07:00	862	707	0,82
9	08:00	884	725	0,82
10	09:00	884	734	0,83
11	10:00	883	724	0,82
12	11:00	878	702	0,80
13	12:00	860	705	0,82
14	13:00	865	683	0,79
15	14:00	870	696	0,80
16	15:00	888	710	0,80
17	16:00	889	720	0,81
18	17:00	867	711	0,82
19	18:00	1012	840	0,83
20	19:00	1027	832	0,81
21	20:00	1035	839	0,81
22	21:00	899	746	0,83
23	22:00	894	724	0,81
24	23:00	892	741	0,83
Rata-Rata		861	700	0,81

Berdasarkan hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 2 diatas, diperoleh daya kompleks rata-rata Hotel The 101 Cengkareng sebelum pemasangan kapasitor sebesar 861 kVA, dengan meningkatkan faktor daya sebesar 0,99, penggunaan daya kompleks rata-rata Hotel the 101 cengkareng setelah pemasangan kapasitor berkurang menjadi 700 kVA. Untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,99 pada Hotel the 101 Cengkareng,

$$Q1 = P \cdot \tan \phi_1 \text{ [kVAR]}$$

$$\phi_1 = \cos^{-1}(0,82) = 34,92^\circ$$

$$\tan \phi_1 = \tan(34,92^\circ) = 0,70$$

$$Q_1 = 709 \times 0,70 = 496,51 \text{ kVAR}$$

Maka daya kompleks yang baru menjadi:

$$S_2 = P / \cos \phi_2 = [\text{kVA}],$$

Berdasarkan perhitungan diatas, rekapitulasi perhitungan injeksi daya reaktif pada Hotel 101 Cengkareng dengan faktor daya optimal dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

4. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

Perhitungan daya reaktif rata rata dari hasil pengamatan yang dilakukan pada Hotel the 101 Cengkareng pada panel kapasitor bank saat dinyalakan dengan Cos ϕ 0,99 dan daya dari PLN 865 kVA. Pengukuran mencakup tegangan, arus, daya dan faktor daya, sebagai berikut:

Tegangan (V) = 410 Volt

Arus (IR) = 2.130 A

Arus (IS) = 2.109 A

Arus (IT) = 2.120 A

Data daya beban yang digunakan di Hotel the 101 Cengkareng :

JAM	Sebelum dipasang Kapasitor			Setelah dipasang Kapasitor			Qc (kVAR)
	S ₁ (kVA)	Cos ϕ_1	Q ₁ (kVAR)	S ₂ (kVA)	Cos ϕ_2	Q ₂ (kVAR)	
00:00	865	0.82	496	770	0.92	304	191
01:00	845	0.80	473	734	0.92	290	182
02:00	860	0.81	487	731	0.92	289	198
03:00	868	0.79	528	725	0.92	286	241
04:00	852	0.81	483	729	0.92	288	194
05:00	858	0.81	486	725	0.92	286	199
06:00	843	0.82	486	721	0.92	285	198
07:00	862	0.82	495	738	0.92	292	203
08:00	884	0.82	507	757	0.92	299	207
09:00	884	0.83	440	767	0.92	303	137
10:00	883	0.82	507	756	0.92	299	207
11:00	878	0.80	491	733	0.92	290	201
12:00	860	0.82	493	736	0.92	291	202
13:00	865	0.79	526	713	0.92	282	243
14:00	870	0.80	487	726	0.92	287	199
15:00	888	0.80	497	742	0.92	293	203
16:00	889	0.81	504	753	0.92	297	206
17:00	867	0.82	498	743	0.92	293	204
18:00	1012	0.83	504	882	0.92	349	155
19:00	1027	0.81	582	874	0.92	345	236
20:00	1035	0.81	587	881	0.92	348	238
21:00	899	0.83	447	780	0.92	308	139
22:00	894	0.81	507	757	0.92	299	207
23:00	892	0.83	444	774	0.92	306	138
Rata-Rata	861	0.81	498	760	0.92	300	197

Trafo = 1.250 kVA

Daya semu (S₁) = 865 kVA (Daya sambung)

Daya aktif (P) = S / cos ϕ (Watt)
 = 496,51 kVAR
 (daya reaktif sebelum dipasang kapasitor)

Pemakaian daya reaktif per bulan

$$\begin{aligned} \text{KVARh} &= Q_1 \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ &= 496,51 \times 24 \times 30 \\ &= 357.487 \text{ KVARh} \end{aligned}$$

Kelebihan Pemakaian Daya Reaktif

$$= 357.487 - 496,51$$

$$= 865/0,82 = 709 \text{ kW}$$

$\cos\phi_1 = 0,82$ (factor daya awal)

$\cos\phi_2 = 0,99$ (Faktor daya yang dicapai)

Perhitungan pemakaian listrik perbulan

$$= \text{Waktu pemakaian} \times \text{Daya aktif}$$

$$= 24 \text{ jam} \times 30 \text{ Hari} \times 709 \text{ kW}$$

$$= 510.480 \text{ kWh}$$

Perhitungan batas kVAR yang dibebaskan oleh PLN :

Maka daya Semu (S_2) yang baru menjadi:

$$S_2 = P / \cos\phi_2 [\text{kVA}] , S_2 = 709 / 0,99 = 716,46 \text{ kVA}$$

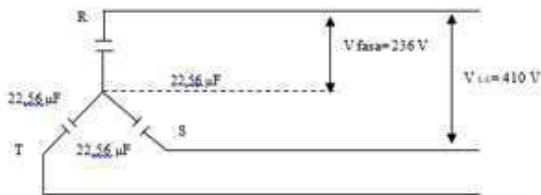
Untuk menghitung nilai daya reaktif rata rata setelah pemasangan kapasitor dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_2 = P \cdot \tan\phi^2 [\text{kVAR}] ,$$

$$= 0,62 \times \text{Pemakaian perbulan}$$

$$= 0,62 \times 510.480 = 316.497 \text{ kWh}$$

Untuk menghitung nilai daya reaktif rata rata sebelum pemasangan kapasitor dapat



digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Daya reaktif} (Q_1) = P \cdot \tan\phi_1 [\text{kVAR}]$$

$$\phi_1 = \cos^{-1}(0,82) = 34,92^\circ$$

$$\tan\phi_1 = \tan(34,92^\circ) = 0,70$$

$$(Q_1) = 709 \times 0,70$$

$$\phi_2 = \cos^{-1}(0,99) = 8,11^\circ$$

$$\tan\phi_2 = \tan(8,11^\circ) = 0,14$$

$$Q_2 = 709 \times 0,14$$

$$\text{KVARh} = 356.991$$

= 99,302 kVAR (daya reaktif sesudah dipasang kapasitor)

Pemakaian daya reaktif per bulan

$$\text{KVARh} = Q_2 \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 99,302 \times 24 \times 30$$

$$= 71.497 \text{ KVARh}$$

Kelebihan Pemakaian Daya Reaktif

$$= 71.497 - 316.497$$

$$= -245.000 \text{ kVARh}$$

Selisih kelebihan Pemakaian Daya Reaktif

$$= 316.497 - (-245.000)$$

$$= 561.497 \text{ kVARh}$$

Besarnya kapasitas kapasitor (kVAR) yang di butuhkan untuk injeksi daya reaktif adalah: $Q_c = Q_1 - Q_2 \dots [\text{kVAR}]$, $Q_c = 496,51 - 99,30 = 397,20 \text{ kVAR}$

4.1.1 Perhitungan Kapasitas Kapasitor Bank Hubungan Bintang

$$V_{\text{fasa}} = V_{L-L} / \sqrt{3} = 410 / 1,73 = 236 \text{ Volt}$$

Kapasitas kapasitor adalah :

$$\text{Kapasitor total} = 3 \times 7,52 \mu\text{F} = 22,56 \mu\text{F}$$

Pada saat $\cos\phi$ awal 0,82,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$$

Semakin besar faktor daya maka arus yang di serap pelanggan untuk pemakaian daya yang sama akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya bila factor daya rendah maka arus yang di serap akan semakin besar. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan diatas, pemasangan kapasitor bank dapat mempengaruhi penggunaan daya komplek

dan daya reaktif di Hotel The 101 Cengkareng. Analisa Perbandingan daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank di Hotel The 101 Cengkareng dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

No	Parameter	Sebelum Pemasangan Kapasitor	Setelah Pemasangan Kapasitor
1	Daya S [Kva]	865	716
2	Daya P [kW]	709	709
3	Daya Q [kVAR]	496,51	99,30
4	Cos ϕ	0,82	0,99

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pengukuran tegangan, daya dan intensitas cahaya maka dapat disimpulkan :

1. Penggunaan kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya memiliki keistimewaan dan manfaat, baik dari segi ekonomis maupun dari segi teknis yang bekerja secara otomatis dalam perbaikan factor daya.
2. Faktor daya pada Hotel the 101 Cengkareng sebelum perbaikan dengan $\cos \phi$ 0,82 menghasilkan daya reaktif sebesar 496,51 kVAR sedangkan dengan menggunakan $\cos \phi$ 0,99 daya reaktif yang dihasilkan sebesar 99,30 kVAR. Jadi besar daya reaktif yang di kompensasi atau di berikan kapasitor bank adalah 397 kVAR.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hakim, Muhammad Fahmi, “Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki

Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang” , Jurnal ELTEK, Vol 12 Nomor 01, Politeknik Kota Malang, Malang, 2014. Alland, Khadafi dan Arfah Z, Efrita, “Perancangan Kabutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line MESS I Di PT. Bumi Lamongan Sejati (WBL)” , Jurnal Teknik Elektro, UNESA, Surabaya, 2013.

[2] Prayogo, Muhammad Danang Putro, “Efektifitas Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya Pada Batu Night Spectacular (BNS)” , Jurnal Teknik Elektro,UNESA, Surabaya, 2018.

[3] Prasetyo, M.T. dan L. Assefat. 2010. Efektifitas Pemasangan Kapasitor Sebagai Metode Alternatif Penghemat Energi Listrik. Jurnal Media Elekrika 3(2):2-32.

[4] I Putu Agus Didik Hermawan, Titiek Suheta, 2012,Pemasangan Kapasitor Bank di Pabrik PT Eratex Djaja Tbk Probolinggo, Jurnal Iptek, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

[5] Stevenson, Wiliam Jr, “Analisa Sistem Tenaga Listrik”, Erlangga, Bandung : 1983

[7]. Marzuki Darusman, 2018. Analisa Kelayakan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Gardu Distribusi Untuk Kemampuan Layanan di PT. EPI (Energi Pelabuhan Indonesia) Cabang Pontianak. Jurnal Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak.

[8]. Darsono, dkk. 2012. Studi Perbaikan Faktor Daya Dengan Simulasi Komputer Menggunakan Piranti Lunak Visual Basic 6.0. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pakuan

[9] Marsuadi, Djiteng” PembangkitEnergi Listrik”. Erlangga, Bandung : 2011

