



PENENTUAN KAPASITAS KAPASITOR SHUNT DALAM PERBAIKAN COS Φ PADA GEDUNG WORKSHOP TEKNIK MESIN UNIMED DENGAN BEBAN YANG BERVARIASI

DETERMINATION OF SHUNT CAPACITOR CAPACITY IN COS Φ REPAIR ON UNIMED ENGINEERING WORKSHOP BUILDING WITH VARIOUS LOADS

Arnawan Hasibuan^{1)*}, Ezwarsyah²⁾ & Ilham Kurnia Nasution³⁾

1) Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia

2) Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia

3) Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia

Diterima: Desember 2019; Disetujui: Januari 2020; Dipublikasi: Februari 2020

*Corresponding Email: arnawanh@gmail.com

Abstrak

Kualitas daya dalam sistem tenaga listrik merupakan hal yang penting untuk menjaga stabilitas sistem tenaga listrik pada jaringan. Peningkatan beban yang bersifat induktif dapat mengakibatkan pada penurunan faktor daya, peningkatan rugi-rugi jaringan, biaya yang besar dan lain-lain. Faktor daya yang buruk mengakibatkan konsumsi daya reaktif yang sangat besar. Untuk meningkatkan kualitas daya salah satunya adalah dengan memasang kapasitor *shun* pada sistem. Penentuan kapasitas kapasitor yang dipasang menggunakan hitung manual. Besar kapasitas kapasitor yang dipasang pada saat fasa R (135,93 μF), S (104,19 μF), dan T (242,19 μF). Penambahan kapasitor shunt nilai kualitas daya yang diperbaiki dari rata-rata sebelum daya semu 8,78 kVA dan daya reaktif 9,87 kVAR setelah diperbaiki menjadi daya semu 3,63529 kVA dan daya reaktif 1,72908 kVAR. Kapasitor yang dipasang berjenis polar tipe kapasitor elektrolit dikarenakan memiliki nilai kapasitansi antara 1 μF - 1 F dengan toleransi $\pm 50\%$ dan tegangan kerja maksimum 400 volt terpolarisasi, memiliki kesetabilan yang cukup.

Kata Kunci: Kapasitor bank, faktor daya, kualitas daya

Abstract

Power quality in the electric power system is important to maintain the stability of the electric power system on the network. An increase in inductive loads can result in a decrease in power factor, an increase in network losses, large costs and others. Poor power factor results in huge reactive power consumption. To improve power quality, one of them is by installing shunt capacitors on the system. Determination of capacitor capacity installed using manual counts. Large capacity capacitors installed during the R phase (135.93 μF), S (104.19 μF), and T (242.19 μF). The addition of shunt capacitors improved the quality value of the power before pseudo power of 8.78 kVA and reactive power of 9.87 kVAR after being fixed to pseudo power of 3,63529 kVA and reactive power of 1,72908 kVAR. The capacitors installed are polar type electrolytic capacitors because they have capacitance values between 1 μF - 1 F with a tolerance of $\pm 50\%$ and a maximum working voltage of 400 volts polarized, having sufficient stability.

Keywords: Bank capacitors, power factors, power quality

How to Cite: Hasibuan, A. Ezwarsyah. Nasution, I, K. (2020). Penentuan Kapasitas Kapasitor Shunt Dalam Perbaikan Cos Φ . *JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering)*. 3 (2): 94-107

PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik dalam kapasitas besar pada umumnya digunakan untuk keperluan usaha atau bisnis. Namun, dalam penggunaan listrik dengan kapasitas besar terkadang menghadapi berbagai macam permasalahan. Permasalahan tersebut antara lain adanya rugi-rugi jaringan dan penurunan tegangan yang terjadi pada saluran. Penyaluran daya listrik dari pembangkit kekonsumen yang diharapkan adalah daya yang disalurkan sama dengan jumlah daya yang sampai ke konsumen. Tetapi dalam kenyataannya, daya yang disalurkan tidak sama dengan daya yang sampai ke konsumen.

Kebutuhan akan kualitas daya listrik yang baik dan ditunjang dari berbagai peralatan listrik yang digunakan baik dalam laboratorium, ruang perkuliahan, dan ruangan-ruangan lainnya yang menggunakan peralatan-peralatan listrik, maka sangat dibutuhkan kualitas daya listrik yang baik dalam menunjang segala bentuk aktifitas perkuliahan dalam lingkup Fakultas.

Istilah kualitas daya listrik bukanlah hal yang baru melainkan sudah menjadi isu penting pada industri sejak akhir 1980 - an. Kualitas daya listrik memberikan gambaran akan baik buruknya suatu

sistem ketenagalistrikan dalam mengatasi gangguan - gangguan pada sistem tersebut. (McGraw-Hill).

Umumnya penyaluran akan daya listrik digunakan melayani beban-beban seperti: motor-motor listrik, transformator, lampu TL dan peralatan listrik lainnya yang mana beban-beban tersebut mengandung gulungan-gulungan kawat (induktor). Induktor merupakan komponen yang menyerap daya listrik untuk keperluan magnetisasi dan daya listrik tersebut disebut daya reaktif. Suatu beban dikatakan induktif apabila beban tersebut membutuhkan daya reaktif dan disebut kapasitif apabila menghasilkan daya reaktif. Bertambahnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif yang sangat besar sehingga sumber (pembangkit listrik) harus mensuplai daya yang lebih besar. Keadaan seperti ini dapat menyebabkan jatuh tegangan, arus pada jaringan bertambah dan faktor daya rendah pada daerah dekat beban.

Berdasarkan uraian di atas, yang menjadi masalah dan akan dibahas dalam paper ini adalah seberapa besar kapasitas kapasitor shunt yang dibutuhkan untuk menaikkan $\cos \varphi$ pada setiap phasa, berapa nilai daya reaktif pada saat $\cos \varphi$ sudah di perbaiki dan bagaimana perbaikan

kualitas daya pada sistem setelah dipasang kapasitor shunt.

FAKTOR DAYA

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu atau daya total (VA), atau cosinus sudut antara daya aktif dan daya semu atau daya total. Daya reaktif yang baik akan memperbaiki sudut cosinus dan sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah. Faktor daya selalu lebih kecil atau sama dengan satu. Secara teori apabila seluruh beban daya yang terpakai oleh suatu perusahaan memiliki faktor daya mendekati satu, maka daya maksimum yang dipakai setara dengan kapasitas daya yang disalurkan oleh system distribusi. Sehingga dengan beban yang diinduksi dan apabila faktor daya yang terukur dari 0,2 hingga 0,5, maka kapasitas jaringandistribusi akan tertekan. Jadi daya reaktif(VAR) harus lebih rendah untuk keluaran kWh yang sama untuuk meminimalkan kebutuhan daya yang terpakai atau daya total (VA). Sebelum membahas tentang perbaikan faktor daya dengan menggunakan kapasitor bank, dalam sistem listrik ada tiga jenis daya yang dikenal, khususnya untuk beban yang diperbaiki impedansi (Z) yaitu :

- Daya semu (S, VA, Volt Ampere)
- Daya aktif (P, W, Watt)

- Daya reaktif (Q, VAR, Volt Ampere Reaktif)

Roger C. Dugan memberikan empat alasan utama perlunya perhatian lebih akan masalah kualitas daya:

- a. Perangkat listrik yang digunakan pada saat ini sangat sensitif terhadap kualitas daya listrik yang mana perangkat berbasis mikroprosesor dan elektronika daya lainnya membutuhkan tegangan pelayanan yang stabil dan level tegangannya juga harus dijaga pada tegangan kerja perangkat tersebut.
- b. Peningkatan yang ditekankan pada efisiensi daya / sistem kelistrikan secara keseluruhan yang mengakibatkan pertumbuhan lanjutan dalam aplikasi perangkat dengan efisiensi tinggi, seperti pengaturan kecepatan motor listrik dan penggunaan kapasitor bank untuk koreksi faktor daya untuk mengurangi rugi - rugi. Hal ini mengakibatkan peningkatan tingkat harmonik pada sistem tenaga dan mengakibatkan banyak praktisi dibidang sistem ketenaga listrikan khawatir akan dampak tersebut di masa depan (dikhawatirkan dapat menurunkan kemampuan dari sistem tersebut).

- c. Meningkatnya kesadaran para konsumen akan masalah kualitas daya. Dimana pelanggan/konsumen menjadi lebih mengerti akan masalah seperti interupsi, sags, dan transien switching dan mengharapkan sistem utilitas listrik untuk meningkatkan kualitas daya yang dikirim.
- d. Sistem tenaga listrik sekarang ini sudah banyak yang melakukan interkoneksi antar jaringan, di mana hal ini memberikan suatu konsekuensi bahwa kegagalan dari setiap komponen akan mengakibatkan kegagalan pada komponen lainnya.

Faktor daya ($\cos \phi$) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \phi$.

$$\text{Faktor daya} = \cos \phi = \frac{P}{S} \quad (1)$$

Dinamakan sudut fasa, sudut ini menentukan kondisi tegangan mendahului atau tertinggal terhadap arus. Untuk efisiensi atau operasi diusahakan faktor daya ($\cos \phi$) mendekati satu.

$$\text{Tan } \phi = \frac{\text{Daya Reaktif (Q)}}{\text{Daya Aktif (P)}} \quad (2)$$

Beberapa keuntungan meningkatkan faktor daya:

- a. Tagihan listrik akan menjadi kecil (PLN akan memberikan denda jika pf lebih kecil dari 0,85).
- b. Kapasitas distribusi sistem tenaga listrik akan meningkat.
- c. Mengurangi rugi – rugi daya pada sistem.
- d. Adanya peningkatan tegangan karena daya meningkat. Jika pf lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan akan berkurang. Kapasitas itu akan terus menurun seiring dengan menurunnya pf sistem kelistrikan.

Beban-beban penyebab faktor daya rendah adalah diantara beban induktif berupa:

- a. Transformator.
- b. Motor Induksi.
- c. Generator Induksi.
- d. Lampu TL.

Dengan adanya faktor daya yang rendah, maka diperlukan perbaikan faktor daya dalam sistem dengan alasan-alasan :

1. Mengurangi biaya pengoperasian peralatan listrik.

2. Meningkatkan kapasitas sistem dan mengurangi rugi-rugi pada sistem yang dioperasikan.
3. Mengurangi besarnya tegangan jatuh yang biasa disebabkan pada saat transmisi daya.

FAKTOR DAYA UNITY

Faktor daya unity adalah keadaan saat nilai $\cos \phi$ adalah satu dan tegangan sephasa dengan arus. Faktor daya Unity akan terjadi bila jenis beban adalah resistif murni.

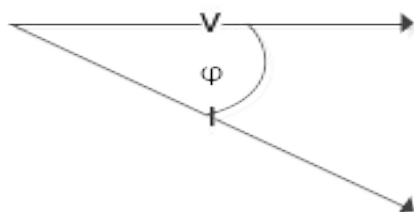


Gambar 1. Arus Sephase dengan tegangan

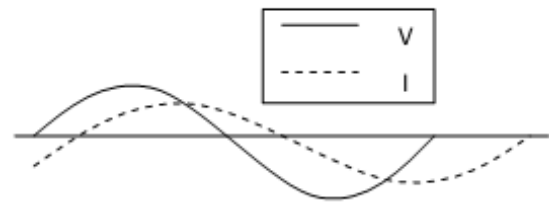
FAKTOR DAYA TERBELAKANG (LAGGING)

Faktor daya terbelakang (lagging) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut:

1. Beban/peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif.
2. Arus (I) terbelakang dari tegangan (V), V mendahului I dengan sudut ϕ .



Gambar 2. Arus Tertinggal dari tegangan sebesar sudut ϕ

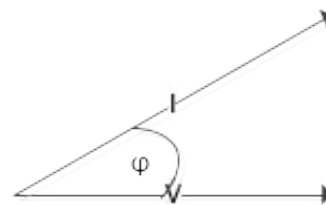


Gambar 3. Arus tertinggal dari tegangan sebesar sudut ϕ

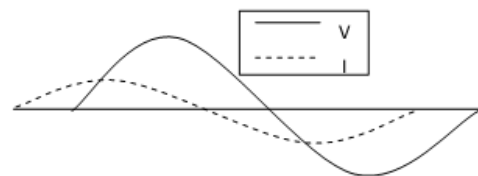
FAKTOR DAYA MENDAHULUI (LEADING)

Faktor daya mendahului (*leading*) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut

1. Beban/peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif.
2. Arus mendahului tegangan, V terbelakang dari I dengan sudut ϕ .



Gambar 4. Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ



Gambar 5. Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ

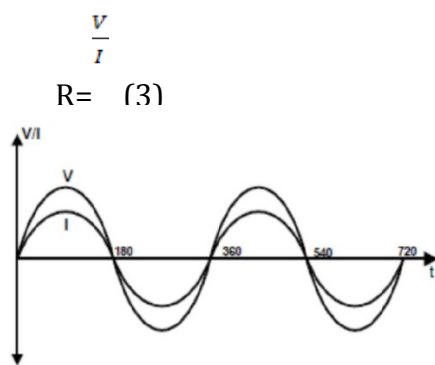
BEBAN LISTRIK

Dalam suatu rangkaian listrik selalu dijumpai suatu sumber dan beban.

Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Reaktansi induktif (XL) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan short circuit. Reaktansi kapasitif (XC) akan menjadi tak berhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan open circuit. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban induktif dan beban kapasitif tidak akan berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 sebagai berikut:

1 Beban Resistif

Beban resistif yang merupakan suatu resistor murni, contoh: lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif sama sekali. Tegangan dan arus se-fasa. Secara matematis dinyatakan :

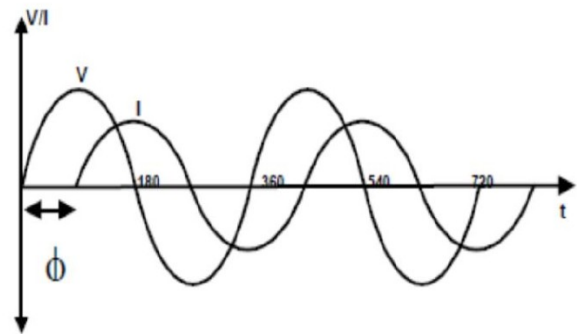


Gambar 6. Arus dan Tegangan pada Beban Resistif

Sumber: Fahdi Rumta Sebayang, A. Rachman
Hasibuan 2013

2 Beban Induktif

Beban induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti biasanya inti besi, contoh: motor – motor listrik, induktor dan ransformator. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “lagging”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Tegangan mendahului arus sebesar ϕ° . Secara matematis dinyatakan :

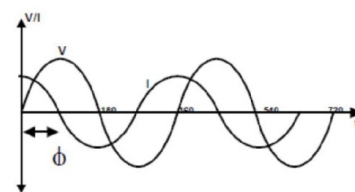


Gambar 7. Arus dan Tegangan pada Beban Induktif

Sumber: Fahdi Rumta Sebayang, A. Rachman
Hasibuan 2013

3 Beban Kapasitif

Beban kapasitif adalah beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0-1 “leading”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan mengeluarkan daya reaktif (kVAR). Arus mendahului tegangan sebesar ϕ° . Secara matematis dinyatakan:



Gambar 8. Arus dan Tegangan pada Beban Kapasitif

Sumber: Fahdi Rumta Sebayang, A. Rachman Hasibuan
2013

KAPASITOR BANK

1. Definisi Kapasitor Bank

Kapasitor bank adalah peralatan elektrik untuk meningkatkan power factor (PF), yang akan mempengaruhi besarnya arus (Ampere). Pemasangan kapasitor bank pada sebuah sistem listrik akan memberikan keuntungan sebagai berikut.

1. Peningkatan kemampuan jaringan dalam menyalurkan daya.
2. Optimasi biaya: ukuran kabel diperkecil.
3. Mengurangi besarnya nilai "drop voltage".
4. Mengurangi naiknya arus/suhu pada kabel, sehingga mengurangi rugi-rugi daya.

Peningkatan faktor daya ini tergantung dari seberapa besar nilai kapasitor yang dipasang (dalam kVAR). Sehingga denda VARh Anda bisa dikurangi. Pada kehidupan modern dimana salah satu cirinya adalah pemakaian energi listrik yang besar. Besarnya energi atau beban listrik yang dipakai ditentukan oleh reaktansi (R), induktansi (L) dan kapasitansi (C). Besarnya pemakaian energi listrik itu disebabkan karena banyak dan beraneka ragam peralatan (beban) listrik yang

digunakan. Sedangkan beban listrik yang digunakan umumnya bersifat induktif dan kapasitif. Di mana beban induktif (positif) membutuhkan daya reaktif seperti trafo pada rectifier, motor induksi (AC) dan lampu TL, sedang beban kapasitif (negatif) mengeluarkan daya reaktif.

Daya reaktif itu merupakan daya tidak berguna sehingga tidak dapat dirubah menjadi tenaga akan tetapi diperlukan untuk proses transmisi energi listrik pada beban. Jadi yang menyebabkan pemborosan energi listrik adalah banyaknya peralatan yang bersifat induktif. Berarti dalam menggunakan energi listrik ternyata pelanggan tidak hanya dibebani oleh daya aktif (kW) saja tetapi juga daya reaktif (kVAR). Penjumlahan kedua daya itu akan menghasilkan daya nyata yang merupakan daya yang disuplai oleh PLN.

2. Prinsip Kerja Karja Kapasitor Bank

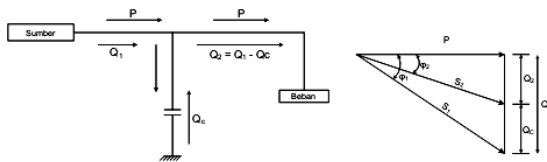
Berdasarkan dari cara kerjanya, Kapasitorbank dibedakan menjadi 2 :

1. Fixed type, yaitu dengan memberikan sebuah beban kapasitif yang tetap ataupun berubah-ubah pada beban. Biasanya digunakan pada beban langsung seperti pada motor induksi. Pada tipe ini harus dipertimbangkan adalah pada saat pemasangan kapasitor bank tanpa beban.

2. Automatic type, yaitu memberikan beban kapasitif yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan kapasitor bank yang terpasang. Pada tipe ini jenis panel dilengkapi dengan sebuah Power Factor Controller (PFC) sebagai pengaman. PFC akan menjaga $\cos \phi$ pada jaringan listrik yang sesuai dengan target yang ditentukan. Apabila pada tipe ini terjadi perubahan beban, maka PFC secara otomatis akan memperbaiki $\cos \phi$.

3. Bagaimana Kapasitor Bank Memperbaiki Faktor Daya

Sebagaimana diketahui membangkitkan daya reaktif pada pusat pembangkit tenaga dan menyalurkannya ke pusat beban yang jaraknya jauh, sangatlah tidak ekonomis. Hal ini dapat diatasi dengan meletakkan kapasitor pada pusat beban.

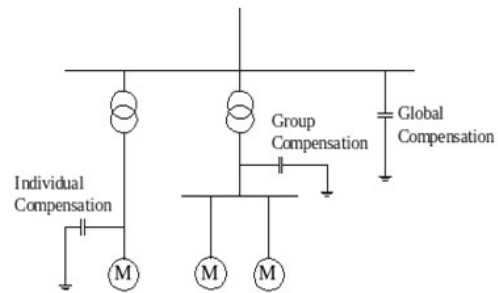


Gambar 9. Perbaikan Faktor Daya Dengan Kapasitor

Sumber : Tarsin Saragih, 2011

4 Metode Pemasangan Instalasi Kapasitor Bank

Adapun cara memasang kapasitor bank pada instalasi listrik dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu:



Gambar 10. Metode Pemasangan Instalasi Kapasitor Bank

1. Global compensation

Dengan metode ini kapasitor bank dipasang pada induk panel mine distribution panel (MDP) dan arus yang turun dari pemasangan model ini hanya pada penghantar antara panel MDP dan transformator.

Kelebihan:

- Pemanfaatan kompensasi daya reaktifnya lebih baik karena semua motor tidak bekerja pada waktu yang sama.
- Biaya pemeliharaan rendah.

Kekurangan:

- Switching peralatan pengaman bisa menimbulkan ledakan.
- Transient yang disebabkan oleh energizing grup kapasitor dalam jumlah besar.
- Hanya memberikan kompensasi pada sisi atasnya (*upstream*).

- Kebutuhan ruang.

2. *Sectoral Compensation*

Dengan metoda ini pemasangan kapasitor bank yang terdiri dari beberapa panel kapasitor yang akan dipasang pada setiap panel sub distribution panel (SDP).

Kelebihan:

- Biaya pemasangan rendah.
- Kapasitansi pemasangan bisa dimanfaatkan sepenuhnya.
- Biaya pemeliharaan rendah.

Kekurangan:

- Perlu dipasang kapasitor bank pada setiap SDP atau MV/LV bus.
- Hanya memberikan kompensasi pada sisi atas.
- Kebutuhan ruangan.

3. *Individual Compensation*

Dengan metoda ini kapasitor bank langsung dipasang pada masing masing beban yang akan digunakan khususnya beban yang mempunyai daya yang besar.

Kelebihan:

- Meningkatkan kapasitas saluran suplai.
- Memperbaiki tegangan secara langsung.
- Kapasitor dan beban ON/OFF secara bersamaan.
- Pemeliharaan dan pemasangan unit kapasitor mudah.

Kekurangan:

- Biaya pemasangan tinggi.
- Membutuhkan perhitungan yang banyak
- Kapasitas terpasang tidak dimanfaatkan sepenuhnya
- Terjadi fenomena transient yang besar akibat sering dilakukan switching ON/OFF.
- Waktu kapasitor OFF lebih banyak dibanding waktu kapasitor ON.

Manfaat Kapasitor Bank

Adapun manfaat dan kelebihan dengan menggunakan kapasitor bank yaitu:

1. Memaksimalkan daya terpasang.
2. Menghemat biaya pemakaian.
3. Menghilangkan hambatan pada kabel penghantar.
4. Menstabilkan arus tegangan listrik (frekuensi) Memperpanjang usia peralatan elektronik.
5. Menurunkan ampere, mengurangi panas berlebihan pada jaringan.
6. Mengurangi arus start (awal).
7. Tidak merugikan PLN karena dapat mengurangi daya watt semu.
8. Bebas biaya perawatan.

Menentukan Ukuran Kapasitor untuk

Memperbaiki Faktor Daya

Ukuran kapasitor untuk memperbaiki faktor daya sistem pada titik-titik tertentu dapat secara manual

untuk sistem distribusi yang relatif kecil. Ada beberapa Metode dalam mencari ukuran kapasitor untuk perbaikan faktor daya seperti dengan metode perhitungan sederhana, metode tabel kompensasi dan metode diagram.

- a. Metode Perhitungan Sederhana
 Dalam metode sederhana dapat kita mencari ukuran kapasitor data yang diperlukan antara lain :

$$\text{Daya Semu} = S \text{ (kVA)}$$

$$\text{Daya Aktif} = P \text{ (kW)}$$

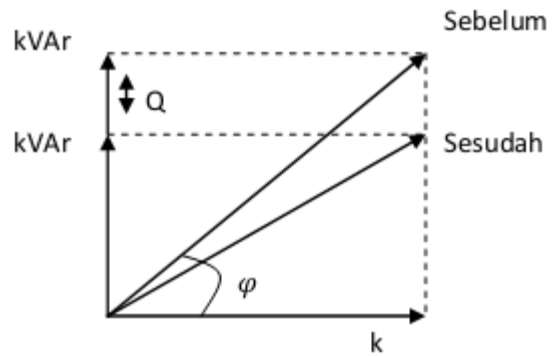
$$\text{Daya Reaktif} = Q$$

Agar mempermudah mengingat simbol Daya reaktif kita gunakan simbol QL (Daya reaktif PF lama) dan QB1 Sampai (Daya Reaktif PF baru). Jadi dapat kita simpulkan bahwa persamaan perhitungan sederhana yaitu :

$$Q_c = Q_L - Q_B$$

- b. Metode Diagram

Dalam menentukan besarnya kapasitor yang dibutuhkan diperlukan diagram sebelum kompensasi dan sesudah kompensasi maka dapat di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 11. Diagram Daya Untuk Menentukan Kapasitor

Dapat diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Q_c = kW (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini yaitu workshop teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.

JENIS PENELITIAN

Dalam menyusun suatu penelitian diperlukan langkah – langkah yang benar sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi perhitungan. Observasi yang dilakukan adalah dengan pengambilan data dengan cara melakukan pengukuran pada lokasi penelitian yang selanjutnya data akan dihitung untuk kebutuhan skripsi.

TEKNIK ANALISA DATA

Dalam melakukan analisis perhitungan, dilakukan dengan

menggunakan metode perhitungan, yaitu:

Metode Segitiga Daya.

DATA PENELITIAN

Tabel 1. Data Penelitian

Waktu		R	S	T
15:36:34	Daya Aktif	3,24 KW	3,54 KW	3,09 KW
	Daya Semu	8,94 KVA	8,86 KVA	7,71 KVA
	Daya Reaktif	-8,11 Kvar	-8,29 Kvar	-6,79 Kvar
	Cos ϕ	0,38	0,31	0,37
	Vrms	227,04 V	220,22 V	226,6 V
	Arus	39,4 A	40,2 A	35,8 A
	Daya Aktif	2,79 KW	2,53 KW	3,33 KW
15:37:34	Daya Aktif	8,53 KVA	8,78 KVA	8,56 KVA
	Daya Semu	6,51 Kvar	-8,21 Kvar	-7,64 Kvar
	Cos ϕ	0,31	0,31	0,41
	Vrms	226,39 V	220,46 V	226,97 V
	Arus	40,8 A	39,8 A	37,7 A
	Daya Aktif	3,51 KW	2,31 KW	3,3 KW
	Daya Semu	10,54 KVA	9,13 KVA	8,78 KVA
15:38:34	Daya Reaktif	9,94 Kvar	2,01 Kvar	-5,11 Kvar
	Cos ϕ	0,32	0,25	0,4
	Vrms	226,25 V	220,74 V	226,93 V

	Arus	46,6 A	41,5 A	38,9 A
15:39:34	Daya Aktif	3,48 KW	2,53 KW	3,25 KW
	Daya Semu	10,47 KVA	9,68 KVA	11,03 KVA
	Daya Reaktif	9,87 Kvar	9,35 Kvar	10,5 Kvar
	Cos ϕ	0,32	0,26	0,29
	Vrms	225,48 V	220,62 V	227,94 V
	Arus	46,4 A	43,9 A	48,4 A
15:40:34	Daya Aktif	3,48 KW	2,47 KW	3,21 KW
	Daya Semu	10,51 KVA	9,72 KVA	11,93 KVA
	Daya Reaktif	9,91 Kvar	9,4 Kvar	10,41 Kvar
	Cos ϕ	0,33	0,24	0,28
	Vrms	225,51 V	220,84 V	227,59 V
15:41:34	Arus	46,6 A	44 A	48 A
	Daya Aktif	3,49 KW	2,4 KW	3,2 KW
	Daya Semu	10,48 KVA	9,78 KVA	10,87 KVA
	Daya Reaktif	9,88 Kvar	9,48 Kvar	10,35 Kvar
15:41:34	Cos ϕ	0,32	0,23	0,29
	Vrms	225,39 V	220,87 V	227,63 V
	Arus	46,5 A	44,3 A	47,8 A

Sumber: Data Lapangan

Pada tabel di atas dapat dilihat nilai cos ϕ pada jenjang waktu 15:36:34 s/d

15:41:34 tidak bernilai 1 (90^0) yang berakibatkan daya reaktif tidak bagus. Karena itu harus diperbaiki nilai $\cos \varphi$ dengan pemasangan kapasitor agar kualitas daya bagus. Kapasitas kapasitor shunt dapat ditentukan dengan perhitungan selanjutnya.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan

Waktu		R	S	T
15:36:34	Daya Aktif	3,24 KW	3,54 KW	3,09 KW
	Daya Semu	3,8117 KVA	2,9882 KVA	3,6352 KVA
	Daya Reaktif	2,0078 Kvar	1,5704 Kvar	2,5819 Kvar
	Cos φ	0,85	0,85	0,85
	Vrms	227,04 V	220,22 V	226,6 V
	Arus	39,4 A	40,2 A	35,8 A
	15:37:34	Daya Aktif	2,79 KW	2,53 KW
Daya Semu		3,2823 KVA	2,9764 KVA	3,9176 KVA
Daya Reaktif		1,7289 Kvar	1,5678 Kvar	2,0636 Kvar
Cos φ		0,85	0,85	0,85
Vrms		226,39 V	220,46 V	226,97 V
Arus		40,8 A	39,8 A	37,7 A

15:38:34	Daya Aktif	3,51 KW	2,31 KW	3,3 KW
	Daya Semu	4,1291 KVA	2,7176 KVA	3,8823 KVA
	Daya Reaktif	2,1746 Kvar	1,431 Kvar	2,0450 Kvar
	Cos φ	0,85	0,85	0,85
	Vrms	226,25 V	220,74 V	226,93 V
	Arus	46,6 A	41,5 A	38,9 A
15:39:34	Daya Aktif	3,48 KW	2,53 KW	3,25 KW
	Daya Semu	4,0941 KVA	2,9764 KVA	3,8235 KVA
	Daya Reaktif	2,1566 Kvar	1,5678 Kvar	2,0141 Kvar
	Cos φ	0,85	0,85	0,85
	Vrms	225,48 V	220,62 V	227,94 V
	Arus	46,4 A	43,9 A	48,4 A
15:40:34	Daya Aktif	3,48 KW	2,47 KW	3,21 KW
	Daya Semu	4,0941 KVA	2,9058 KVA	3,7764 KVA
	Daya Reaktif	2,1566 Kvar	1,5305 Kvar	1,9892 Kvar
	Cos φ	0,85	0,85	0,85
	Vrms	225,51 V	220,84 V	227,59 V
	Arus	46,6 A	44 A	48 A
15:41:34	Daya Aktif	3,49 KW	2,4 KW	3,2 KW
	Daya Semu	4,1058 KVA	2,8235 KVA	3,7647 KVA

	Daya Reaktif	2,8235 Kvar	1,4873 Kvar	1,9831 Kvar
	Cos ϕ	0,85	0,85	0,85
	Vrms	225,39 V	220,87 V	227,63 V
	Arus	46,5 A	44,3 A	47,8 A

Sumber: Pengolahan Data

Pada tabel 2 bisa dilihat hasil perhitungan daya reaktif, daya semu dan $\cos \phi$ pada waktu 15:36:34 s/d 15:41:34 nilai $\cos \phi$ diperbaiki menjadi 0,85 yang sesuai dengan standart atau batas minum yang diberikan PT PLN. Dengan adanya pengaruh $\cos \phi$ yang berubah nilai daya reaktif dan daya semu ikut berubah. Dapat dibandingkan pada tabel 1 dengan tabel 2. Hal tersebut memperlihatkan, semakin kecil nilai $\cos \phi$ atau bernilai 0 maka semakin kecil daya reaktif dan daya semu pada jaringan kelistrikan gedung workshop tersebut. Sehingga berpengaruh pada pembiayaan listrik yang diakibatkan daya reaktif dan daya semu besar.

PERHITUNGAN KAPASITANSI KAPASITOR SHUNT

Pada perhitungan kapasitas kapasitor shunt, nilai daya reaktif yang digunakan sebagai perhitungan daya reaktif dengan $\cos \phi$ yang sudah di perbaiki (0,85).

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan hasil sebaga berikut:

Tabel 3. Data Perhitungan Kapasitor Shunt

Sumber: Pengolahan Data

Waktu	Jenis	R	S	T
15:36:34	Kapasitor	0,124 μF	0,1031 μF	0,1601 μF
15:37:34	Kapasitor	0,1074 μF	1,0273 μF	0,1275 μF
15:38:34	Kapasitor	0,1352 μF	0,0935 μF	0,1264 μF
15:39:34	Kapasitor	0,135 μF	0,1025 μF	1,234 μF
15:40:34	Kapasitor	0,1350 μF	0,0994 μF	0,1223 μF
15:41:34	Kapasitor	0,1355 μF	0,0920 μF	0,1218 μF

Berdasarkan tabel 3 bisa dilihat hasil perhitungan kapasitor shunt pada waktu 15:36:34, phasa R (1) sebesar 0,124 μF , phasa S (2) sebesar 0,1031 μF dan phasa T (3) sebesar 0,1601 μF . Waktu 15:37:34, phasa R (1) sebesar 0,1074 μF , phasa S (2) sebesar 1,0273 μF dan phasa T (3) sebesar 0,1275 μF . Waktu 15:38:34, phasa R (1) sebesar 0,1352 μF , phasa S (2) sebesar 0,0935 μF dan phasa T (3) sebesar 0,1264 μF . Waktu 15:39:34 phasa R (1) sebesar 0,135 μF , phasa S (2) sebesar 0,1025 μF dan phasa T (3) sebesar 1,234 μF . Waktu 15:40:34, phasa R (1) sebesar 0,1350 μF , phasa S (2) sebesar 0,0994 μF dan phasa T (3) sebesar 0,1223 μF . Waktu 15:41:34, phasa R (1) sebesar 0,1355 μF , phasa S (2) sebesar 0,0920 μF dan phasa T (3) sebesar 0,1218 μF . Agar nilai $\cos \phi$

kecil dan daya reaktif kecil harus dipasang kapasitansi kapasitor shunt sebesar tabel 3.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan hasil peneilitan dan perhitungan kita tahu bawah situasi kelistrikan gedung workshop mesin UNIMED tidak baik atau dibawah standar PLN.
2. Dari hasil peneletian nilai $\cos \varphi < 0,85$ (PLN). Sehingga nilai $\cos \varphi$ diperbaiki menggunakan kapasitor dari hasil perhitungan pada tabel 2. Pada fasa R min 0,1074, max 0,1355 dan rata-ratanya 0,1350, fasa S min 0,0920, max 1,0273 dan rata-ratanya 0,24 dan fasa T min 0,1218, max 1,234 dan rata-ratanya 0,32.
3. Dengan mempebaiki $\cos \varphi$ dengan kapasitor shunt dapat merubah nilai daya reaktif dan daya semu pada tabel 2. Yang berdampak pada kestabilan listrik gedung workshop mesin UNIMED dan pembiayaan listrik murah.
4. Dengan penambahan kapasitor shunt nilai kulitas daya yang diperbaiki dari rata-rata sebelum daya semu 8,78 KVA dan daya reaktif 9,87 dan seduah diperbaiki daya semu 3,6352 KVA dan daya reaktif 1,9892.

DAFTAR PUSTAKA

- Sankaran, C. 2001. Power quality. Crc press. Florida. William D. Stevenson, Jr. 1984. Analisa Sistem Tenaga. Erlangga. Jakarta.
- Eryuhanggoro Yugi. 2013. Perancangan perbaikan faktor daya pada beban 18.956 kW/ 6600 V, menggunakan Kapasitor Bank di PT. Indorama Ventures Indonesia. Tugas Akhir. Jakarta.
- Kaladri,S, Dede. Studi Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Faktor Daya Dalam Rangka Menekan Biaya Operasional Pada Jaringan Distribusi 20 kv. Jurnal Teknik Elektro.
- Mentri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2010. Peraturan Menteri dan Sumber Daya Mineral Nomor 07 Tahun 2010 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT Perusahaan Listrik Negara. Jakarta.
- Roffi, Ahmad dan Ferdinand, Rijon. 2018. Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya. Jurnnal Teknik Elektro Vol 3 No1, Agustus, 2018.
- Saragih Tarsin. 2011. Analisis Penempatan Optimal Bank Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Metode Genetik Algorithm Aplikasi : PT. PLN (PERSERO) CABANG MEDAN. Tesis. Medan.
- Sebayang, Fahdi Ruamta dan Hasibuan, A. Rachman. 2013. Analisa Perbaikan Faktor Daya Beban Resistif, Induktif, Kapasitif Generator Sinkron 3 Fasa Menggunakan Metode Poltier. Jurnal Teknik Elektro Vol 3 No 2. Agustus. 2013.
- Syawal, Rahmat Putra. 2015. Analisa Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya (Studi Kasus Gardu Distribusi

Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo).

Tugas Akhir. Kendari.