

Analisis Pemasangan Kapasitor Daya



Dr. Giri Wiyono, M.T.
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta
HP: [0812 274 5354](tel:08122745354)
giriwiyono@uny.ac.id

Analisis Pemasangan Kapasitor

- 
- Beban Listrik
 - Fungsi Kapasitor
 - Perhitungan Pemasangan Kapasitor
 - Pengaruhnya thd Beban Listrik

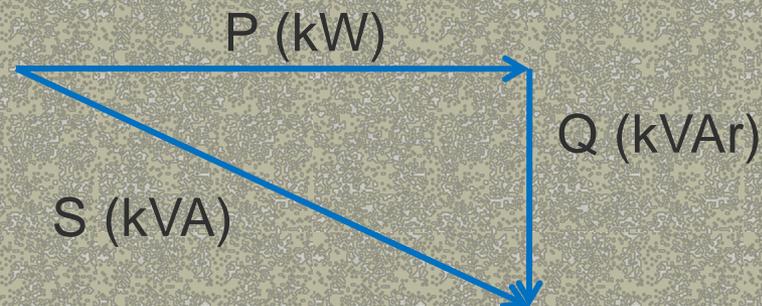


Beban Listrik

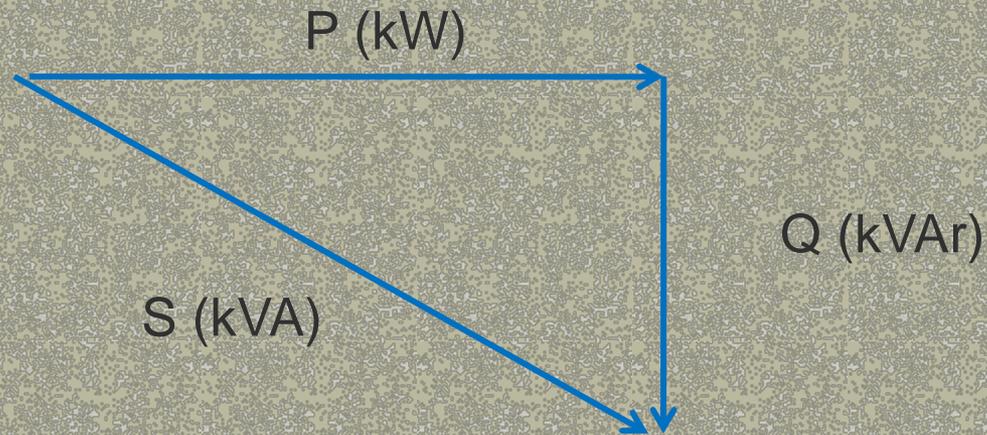
- Beban induktif membutuhkan daya reaktif (positif).
- Beban kapasitif mengeluarkan daya reaktif (negatif).
- Daya reaktif itu merupakan daya tidak berguna sehingga tidak dapat diubah menjadi tenaga akan tetapi diperlukan untuk proses transmisi energi listrik pada beban.

Pembebanan pada konsumen

- Beban daya aktif (kW).
- Beban daya reaktif (kVAR).
- Daya nyata (kVA) merupakan penjumlahan kedua daya itu.
Daya nyata = Daya aktif + Daya reaktif
- Komposisi vektor daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu/total (S).

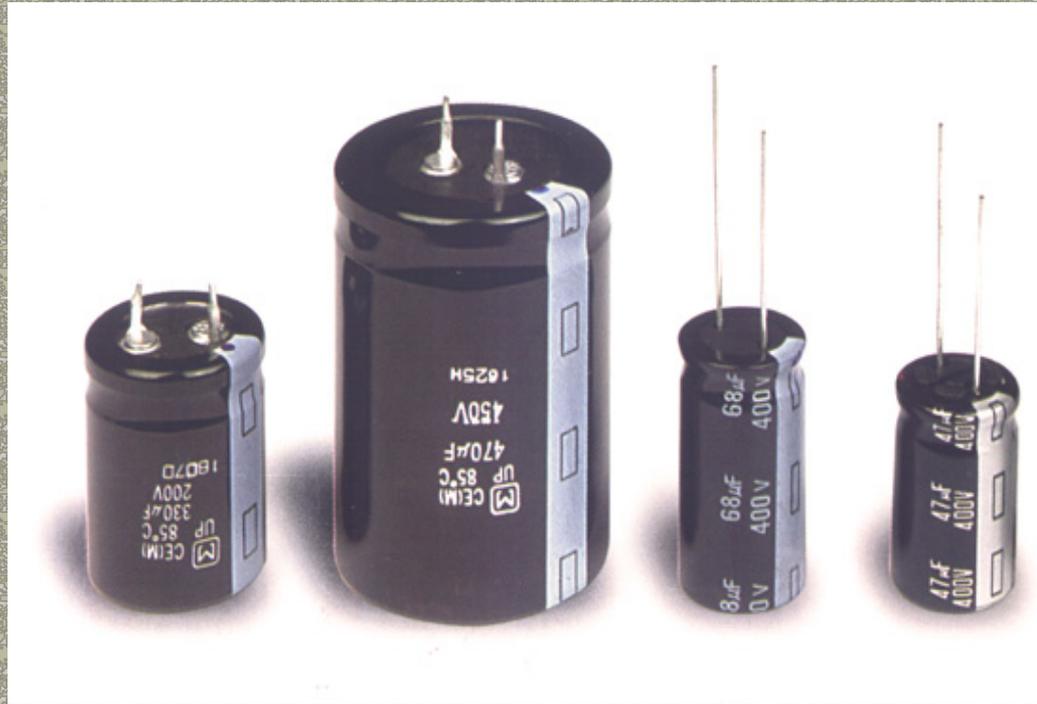


Daya Aktif dan Daya Reaktif



- Daya aktif merupakan daya nyata yang digunakan oleh beban untuk menghasilkan pekerjaan/tugas tertentu.
- Daya reaktif merupakan beban (kebutuhan) pada suatu sistim listrik untuk membuat medan magnet.
- Pemakai/konsumen harus membayar daya kebutuhan total .

Kapasitor



- Kapasitor digunakan untuk memperbesar faktor daya (*power factor*) dan dipasang paralel dengan rangkaian beban.



Kapasitor bank

- Kapasitor bank (*bank capacitor*) merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif.
- Kapasitor bank berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif.
- Kapasitas kapasitor bank yaitu: ukuran 5 kVAr sampai 60 kVAr. Ukuran tegangan kerja dari 230 V sampai 525 V.



Proses Kerja Kapasitor

- Bila rangkaian beban diberi tegangan, maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor.
- Saat kapasitor penuh dengan muatan elektron, maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian beban yang memerlukannya.
- Pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif.



Proses Kerja Kapasitor

- Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap), maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron.
- Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron (I_c : arus kapasitor) berarti juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban.
- Beban bersifat induktif (daya reaktif +), sedangkan kapasitor bersifat kapasitif (daya reaktif -). Akibatnya daya reaktif pada beban menjadi berkurang (kecil).



Pemasangan Kapasitor

1. Terpusat , kapasitor ditempatkan pada:
 - a. Sisi primer dan sekunder trafo.
 - b. Pada bus pusat pengontrol.
2. Cara terbatas , kapasitor ditempatkan pada:
 - a. Feeder kecil
 - b. Pada rangkaian cabang
 - c. Langsung pada beban



Perawatan Kapasitor

- Kapasitor harus dirawat secara teratur.
- Perawatan itu harus dilakukan pada tempat yang lembab , yang tidak terlindungi dari debu dan kotoran.
- Dalam pemeriksaan dipastikan bahwa kapasitor tidak terhubung ke sumber dan masih mengandung muatan.
- Jenis pemeriksaan meliputi:
pemeriksaan kebocoran, pemeriksaan kabel dan penyangga kapasitor, dan pemeriksaan isolator.



Fungsi Kapasitor:

- Faktor daya: $\text{Cos } \theta = P \text{ (kW)} / S \text{ (kVA)}$
- $P \text{ (kW)} = S \text{ (kVA)} \cdot \text{cos } \theta$
- Nilai $\text{Cos } \theta$ dari 0 sampai dengan 1.
- Kondisi terbaik yaitu pada saat harga $P \text{ (kW)}$ maksimum, yaitu:
 $P \text{ (kW)} = S \text{ (kVA)}$.
- Dalam kenyataannya nilai atau harga $\text{Cos } \theta$ ditentukan oleh PLN sebagai pihak yang mensuplai daya yaitu sebesar 0,8.



Nilai Faktor Daya yang rendah

- Sistem dengan $\text{Cos } \theta$ yang rendah menyebabkan arus yang dibutuhkan dari pensuplai menjadi besar.
- Hal ini menyebabkan rugi-rugi daya dan jatuh tegangan menjadi besar.
- Pemakaian daya reaktif meningkat menjadi besar , mendapatkan denda.
- Denda : Jika pemakaian kVArh yang tercatat dalam sebulan $> 0,62$ jumlah kWh pada bulan yang bersangkutan.
- $\text{Cos } \theta$ rata-rata kurang dari 0,85.



Pemakaian Daya Reaktif

- Perhitungan kelebihan pemakaian kVArh dalam rupiah menggunakan rumus sbb:

$$[B - 0,62 (A_1 + A_2)] Hk$$

- B : Pemakaian k VArh
- A_1 : Pemakaian kWh saat WBP
- A_2 : Pemakaian kWh saat LWBP
- Hk : Harga kelebihan pemakaian kVArh



Pengaruh Faktor Daya Rendah

- Membesar penggunaan daya listrik kWh karena rugi-rugi.
- Membesar penggunaan daya listrik kVAr.
- Mutu listrik menjadi rendah karena jatuh tegangan.



Memperbesar Faktor Daya

- Hal mudah yang dilakukan adalah memperkecil sudut θ sehingga menjadi θ_1 berarti $\text{Cos } \theta > \text{Cos } \theta_1$.
- Untuk memperkecil sudut θ dilakukan dengan memperkecil komponen daya reaktif (kVAr).
- Ini berarti komponen daya reaktif yang bersifat induktif harus dikurangi .
- Pengurangan ini dilakukan dengan menambah suatu sumber daya reaktif yang berupa kapasitor.



Memperbesar Faktor Daya

- Proses pengurangan itu bisa terjadi karena kedua beban (induktor dan kapasitor) arahnya saling berlawanan.
- Akibatnya daya reaktif menjadi kecil.
- Bila daya reaktif menjadi kecil sementara daya aktif tetap, maka harga $\text{Cos } \theta_1$ menjadi besar .
- Akibatnya daya nyata (kVA) menjadi kecil sehingga rekening listrik menjadi berkurang.



Keuntungan lain

- Keuntungan lain dengan mengecilnya daya reaktif yaitu :
- Mengurangi rugi-rugi daya pada sistem.
- Adanya peningkatan tegangan karena daya meningkat.



Rugi Daya

- Rugi-rugi daya sebelum dipasang kapasitor :
- Rugi daya aktif = $I^2 R$ (Watt)
- Rugi daya reaktif = $I^2 \times \text{VAR} \dots \dots \dots (6)$
- Rugi-rugi daya sesudah dipasang kapasitor :
- Rugi daya aktif = $(I^2 - I_c^2) R$ Watt ... (7)
- Rugi daya reaktif = $(I^2 - I_c^2) \times \text{VAR}$ (8)



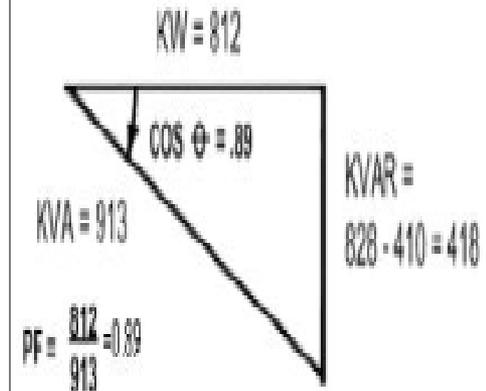
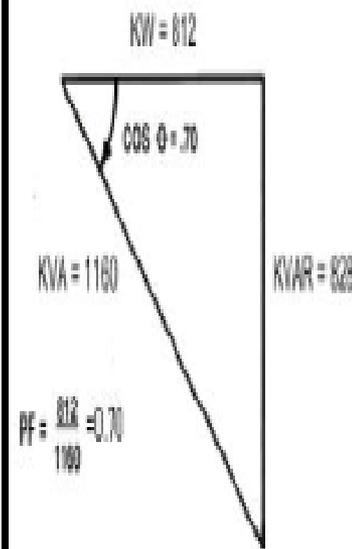
Studi Kasus

- Sebuah pabrik memasang sebuah trafo 1500 KVA. Kebutuhan pabrik pada mulanya 1160 KVA dgn faktor daya 0,70.
- Untuk mencegah denda dari PLN, pabrik itu memasang unit kapasitor untuk menambah daya sebesar 410 KVAr. pada beban motor.
- Hitunglah pengaruh pemasangan kapasitor tersebut terhadap faktor daya, kapasitas daya pemakaian dan persentase beban trafo?

Solusi Studi Kasus Faktor Daya

Contoh

Sebuah pabrik kimia memasang sebuah trafo 1500 kVA. Kebutuhan pabrik pada mulanya 1160 kVA dengan faktor daya 0,70. Persentase pembebanan trafo sekitar 78 persen ($1160/1500 = 77.3$ persen). Untuk memperbaiki faktor daya dan untuk mencegah denda oleh pemasok listrik, pabrik menambahkan sekitar 410 kVAR pada beban motor. Hal ini meningkatkan faktor daya hingga 0,89, dan mengurangi kVA yang diperlukan menjadi 913, yang merupakan penjumlahan vektor kW dan kVAR.



Trafo 1500 kVA kemudian hanya berbeban 60 persen dari kapasitasnya. Sehingga pabrik akan dapat menambah beban pada trafonya dimasa mendatang. (Studi lapangan NPC)



Tugas Individu

- Download sebuah artikel dlm bahasa Inggris tentang penerapan “*Energy Management*” di suatu industri.
- Review atau bahas artikel tersebut dalam makalah singkat, 8-10 halaman.
- Kumpulkan makalah tersebut yang berisi: hasil review dan artikel aslinya.
- Dikumpulkan minggu depan.