

## KAJIAN FAKTOR DAYA (COS $\phi$ ) LAMPU TL PADA PENERANGAN DI RSG -GAS

Koes Indrakoesoema, Yayan Andryanto

### ABSTRAK.

**KAJIAN FAKTOR DAYA (COS $\phi$ ) LAMPU TL PADA PENERANGAN DI RSG-GAS.** Berbagai jenis lampu TL tersedia di pasaran demikian juga berbagai merek ballast transformernya. Lampu TL dengan faktor daya rendah, akan mengkonsumsi daya reaktif yang tinggi, dengan demikian daya aktifnya akan berkurang. Salah satu usaha untuk menaikkan faktor daya lampu adalah dengan memasang kapasitor yang sesuai pada lampu TL tersebut. Nilai faktor daya untuk tiap lampu akan berbeda bila digunakan ballast transformer yang berbeda. Dengan demikian nilai kapasitor yang harus dipasang pada tiap lampu akan berbeda tergantung pada merek transformernya. Pada percobaan ini digunakan lampu TL Chiyoda 40 Watt dan Philips 36 Watt serta *ballast transformer* merek Philips, Nasional dan Siemens dan nilai kapasitor 2  $\mu\text{F}$  dan 3,6  $\mu\text{F}$ . Hasil eksperimen menunjukkan bahwa dengan kapasitor 3,6  $\mu\text{F}$  dapat diperoleh faktor daya 0,90  $\div$  0.95

### ABSTRACT

**THERE ARE MANY KINDS AND BRANDS OF TL LAMP AND BALLAST TRANSFORMER IN THE MARKET.** However, there is still a problem of how to determining the power factor (cos  $\phi$ ) for one of brand of lamp. Lamps with low power factor will consume relatively high reactive power, hence the active power that can be utilized decreases. One of the effort that can be done to improve the level of the lamp's power factor is to install a suitable capacitor with the lamp. The values of the lamp's power factor of a certain brand of lamp will be different if the lamp is connected with different brand of ballast transformer. Therefore, the value of the capacitor that have to be installed to the lamp also must be different depend on the brand of the transformer. This experiment using 2 (two) TL lamp i.e Chiyoda 40 Watt and Philips 36 Watt which has been installed with capacitor 3.6  $\mu\text{F}$  and combination of ballast transformer Philips, National and Siemens and shows that increase the power factor until 0.95.

## PENDAHULUAN

Lampu Flourensen yang sering juga disebut lampu TL, tidak bekerja berdasarkan pemijaran filamen tetapi menghasilkan cahaya berdasarkan terjadinya pelepasan elektron dalam tabung lampu.

Pada kedua ujung tabung terdapat filamen tungsten yang dilapisi suatu bahan yang dapat beremisi. Untuk lampu tabung (*discharge lamp*) filamen ini disebut juga elektroda. Salah satu dari kedua filamen yang ada pada ujung tabung berfungsi sebagai anoda dan yang satunya berfungsi sebagai katoda.

Berdasarkan cara kerjanya, lampu TL terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu lampu dengan rangkaian yang menggunakan starter dan lampu dengan rangkaian tanpa starter. Lampu TL yang digunakan pada RSG-GAS adalah jenis lampu yang menggunakan starter karena lebih praktis dan murah.

Karena pada rangkaian lampu TL terdapat ballast, maka pada lampu terdapat komponen arus yang menghasilkan daya reaktif. Semakin besar daya reaktif akan mengakibatkan semakin rendahnya faktor daya ( $\cos \phi$ ) lampu. Hubungan antara daya reaktif, daya aktif dan faktor daya dapat dituliskan dalam bentuk persamaan :

$$\cos \phi = \frac{P}{VI}$$

dimana :

P = Daya aktif (Watt)

VI = Daya semu (Volt-Ampere)

I = Arus (Ampere)

$\cos \phi$  = Faktor daya

Dari persamaan di atas tampak bahwa dengan berubahnya daya semu (VI) untuk daya aktif yang konstan mengakibatkan faktor daya ( $\cos \phi$ )

menjadi berubah pula. Atau dengan kata lain faktor daya yang rendah pada lampu mengakibatkan arus yang ditarik lampu akan menjadi lebih tinggi.

Dampak dari pada penggunaan lampu yang faktor dayanya rendah adalah jumlah daya tersambung dalam bentuk daya aktif (Watt) akan menjadi lebih rendah sehingga daya yang bisa dimanfaatkan menjadi lebih kecil.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan agar jumlah daya tersambung yang tersedia dalam bentuk daya aktif (Watt) menjadi optimal adalah menggunakan lampu yang factor dayanya tinggi atau dengan cara memasang kapasitor dengan nilai yang sesuai pada lampu. Pada tulisan ini akan diperlihatkan pengaruh pemasangan kapasitor pada lampu terhadap faktor daya, arus dan daya reaktif dari lampu TL 40 Watt dan beberapa merek ballast.

## **BAGIAN-BAGIAN LAMPU**

### **Tabung**

Konstruksi lampu TL terdiri dari gelas dimana dinding bagian dalam dilapisi serbuk phosphor sehingga tabung kelihatan berwarna putih susu. Bentuk tabung lampu TL ada yang memanjang dan melingkar.

### **Starter**

Starter terdiri dari bimetal yang diletakkan di dalam tabung gelas kecil dan diisi dengan gas argon. Dalam keadaan tidak bekerja (off) bimetal starter membuka. Oleh karena itu starter ini berfungsi sebagai tombol NO (*Normally Open*). Kapasitor C dan Resistor R yang ditempatkan dalam tabung luar starter berfungsi untuk mengurangi interferensi radio (gangguan gelombang radio).

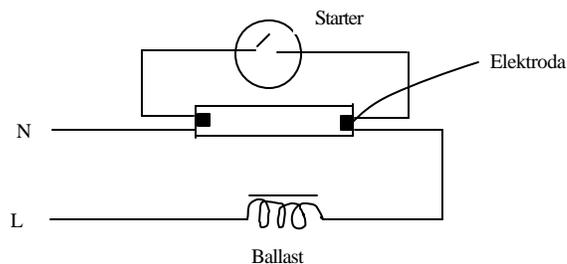
## Ballast

Ballast yang digunakan dalam lampu TL terdiri dari inductor yang disambungkan seri dengan salah satu elektroda. Ballast berfungsi untuk membatasi arus apabila lampu sudah menyala normal.

## RANGKAIAN DAN CARA KERJA

### Rangkaian

Rangkaian lampu TL yang sering digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



### Cara Kerja

Jika lampu dihubungkan ke sumber AC dengan cara membuat saklar S dalam posisi terhubung, maka starter akan menerima tegangan kerja penuh yang membuat bimetal terhubung satu sama lain sehingga terjadi rangkaian tertutup. Lengkapnya, arus mengalir melalui ballast, elektroda pertama, starter, elektroda kedua dan kembali ke netral.

Saat arus mengalir melalui bimetal maka temperatur dalam tabung gelas starter akan turun seperti semula (dingin) dan bimetal terlepas kembali ke posisi semula. Dengan demikian hubungan terbuka. Pada saat arus mengalir melalui elektroda, maka elektroda akan panas dan memijar sehingga gas argon yang ada dalam tabung lampu menjadi terionisasi. Dengan terlepasnya bimetal, tegangan induktif yang cukup tinggi kira-kira 1000 V dibangkitkan dalam rangkaian lampu. Tegangan ini mampu untuk

membuat terjadinya pelepasan electron dalam gas argon yang terletak antara kedua elektroda. Dengan demikian panas yang dibangkitkan dalam tabung akibat terionisasinya gas argon mampu untuk membuat merkuri uap dan tegangan jepit antara kedua elektroda akan turun sampai 100 V atau 110 V, dimana tegangan ini tidak akan cukup untuk membuat starter bekerja. Akhirnya, pelepasan elektron yang terjadi melalui uap merkuri akan membangkitkan radiasi ultraviolet. Radiasi ultraviolet ini akan diubah menjadi cahaya tampak oleh lapisan fosfor.

### **FAKTOR DAYA**

Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif (P) dan daya semu (VI)

$$\text{Faktor daya } (\cos \varphi) = \frac{P}{VI}$$

- Nilai  $\cos \varphi$  antara 0 s.d 1
- Tidak mempunyai satuan

Suatu instalasi listrik akan semakin optimum, baik dari segi teknis maupun ekonomis jika factor dayanya mendekati 1 (satu).

Untuk impedansi yang bersifat resistif, arus dan tegangan sefase sehingga :

$$P = VI \cos \varphi = VI \text{ (Watt)}$$

Untuk membedakan factor daya ( $\cos \varphi$ ) untuk beban Z yang bersifat induktif atau kapasitif dipergunakan pengertian *lagging power factor* atau *leading power factor* berdasarkan fasor arus yang terbelakang atau mendahului fasor tegangan.

Untuk impedansi yang bersifat induktif, fasor arus terbelakang dari fasor tegangan maka dikatakan mempunyai *lagging power factor*, sedangkan untuk impedansi yang bersifat kapasitif, fasor arus mendahului fasor tegangan, maka dikatakan mempunyai *leading power factor*.

### **Pengaruh Factor Daya**

Apabila PLN menghasilkan factor daya yang jelek (rendah), maka akan berakibat:

- Pemakaian jaringan transmisi akan menjadi buruk, sebab arus yang besar, maka akan mengakibatkan daya yang hilang besar dan jatuh tegangan yang besar.
- Dapat berakibat buruk pada generator dan transformator sebab arusnya maksimum dan pemakaian tidak seimbang dengan daya aktif maksimum yang diperlukan.
- Berakibat boros pada penggerak mulanya, karena hanya daya aktif saja yang bisa digunakan pada konsumen, sehingga biaya produksinya menjadi mahal.

Pengaruh pada konsumen bila factor daya yang dihasilkan jelek akan mengakibatkan :

- a. Pada instalasi baru
  - jaringan memerlukan penampang yang besar untuk penghantarnya
  - transformator akan terbebani oleh VA yang besar
  - akan memerlukan daya yang besar
- b. Pada jaringan yang sudah tersambung
  - Rugi-rugi yang timbul menjadi lebih besar karena pengaruh panas
  - Kerugian tegangan lebih besar, sedangkan efisiensi pada instalasi lebih kecil
  - Penurunan tegangan pada beban, sehingga karakteristik pada beban tersebut berubah.

### **Pengaruh factor daya rendah**

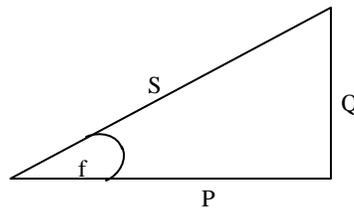
Faktor daya yang rendah dihasilkan oleh peralatan seperti motor induksi, terutama pada beban-beban rendah dan unti-unit ballast lampu. Alat-alat las busur listrik juga mempunyai factor daya yang rendah. Medan magnet dari peralatan-peralatan seperti ini memerlukan arus yang tidak melakukan kerja

yang bermanfaat dan tidak mengakibatkan panas atau daya mekanis, tetapi hanya digunakan untuk membangkitkan medan.

Cara lain untuk melihat bahwa suatu factor daya yang rendah menyebabkan tegangan dan arus tidak sefase sehingga perkaliannya tidak menghasilkan daya dalam Watt tetapi dalam Volt-Ampere.

### **Segitiga daya**

Segitiga daya adalah gambar diagram vector dari daya tersebut kalau daya arus bolak-balik, daya semu, daya reaktif, daya nyata digambarkan dalam diagram vector. Diagram segitiga daya adalah sebagai berikut :



$S = \text{Daya semu}$

$P = \text{Daya aktif/nyata}$

$Q = \text{Daya reaktif}$

Jadi daya nyata adalah daya yang betul-betul nyata/ada yang besarnya sepenuhnya dapat dimanfaatkan yang diperoleh karena sudah melalui tahapan murni RL resistansi.

$P = V.I \cos \varphi \text{ Watt}$

Sedangkan daya yang diperoleh dari harga/besaran reaktansi disebut daya reaktif atau istilah lain sering digunakan adalah daya buta dengan notasi Q.

$Q = V.I \sin \varphi \text{ Var}$

Sehingga penggabungan antara daya nyata dengan daya reaktif akan menjadi daya semu.

$S = V.I \text{ Volt-Ampere}$

## PEMBAHASAN DAN HASIL

### Pembahasan

Untuk menghitung besarnya nilai kapasitor yang harus dipasang pada lampu TL, maka ada beberapa hal yang perlu diketahui :

- Tegangan yang dimaksudkan adalah tegangan yang mencatu lampu. Seperti yang diketahui bahwa bagian yang ada diujung pengirim pada umumnya akan mengalami penurunan tegangan. Hal ini akan berpengaruh pada tegangan kerja lampu. Pada pengujian ini tegangan lampu yang digunakan adalah 220 volt.
- Besarnya arus yang akan ditarik oleh sebuah lampu saat dinyalakan akan tergantung dari sumber tegangan. Tegangan yang rendah akan menyebabkan arus yang ditarik lampu menjadi kecil.
- Faktor daya lampu akan berubah dengan berubahnya arus dan tegangan yang diberikan pada lampu.

Faktor daya dari setiap lampu dapat diukur dengan menggunakan Power Factor meter.

Dengan diketahui tiga faktor yang disebutkan di atas, maka besarnya nilai kapasitor yang bisa menaikkan faktor daya lampu sesuai dengan yang diinginkan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$C = \frac{3185 P(tg j_1 - tg j_2)}{V^2}$$

dimana :

C = Nilai kapasitor (mF)

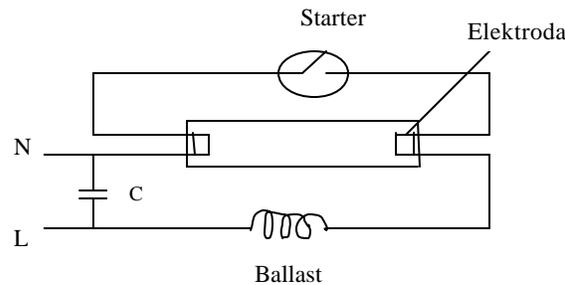
P = Daya aktif dari lampu (Watt)

$tg j_1$  = Factor daya lampu yang akan diperbaiki

$tg j_2$  = Faktor daya lampu yang diinginkan

V = Tegangan sumber lampu (Volt)

Adapun cara memasang kapasitor pada lampu adalah dengan menghubungkan parallel antara lampu dengan kapasitor. Cara menghubungkan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Besar arus (I), factor daya ( $\cos\phi$ ), daya aktif (W) dan daya reaktif ( $V_{ar}$ ) untuk merek tabung lampu Philips dan Chiyoda dengan kombinasi merek ballast Philips, National dan Siemens sebelum factor dayanya diperbaiki adalah seperti dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai I,  $\cos\phi$ , W dan Q sebelum dipasang kapasitor

No	Merek Lampu	Merek Ballast											
		PHILIPS				NATIONAL				SIEMENS			
		I(A)	Cos $\phi$	W	Q	I(A)	Cos $\phi$	W	Q	I(A)	cos $\phi$	W	Q
1	PHI LIPS	0,45	0,59	61	82	0,39	0,59	53	70	0,46	0,57	59	85
2	CHI YODA	0,39	0,66	58	65	0,34	0,68	52	55	0,51	0,68	76	88

Adapun nilai kapasitor yang dapat digunakan untuk memperbaiki factor daya lampu hingga factor dayanya naik di atas 0,90 ( $\cos\phi > 0,90$ ) adalah  $2\mu F$  dan  $3,6\mu F$

Sedangkan nilai arus (I), factor daya ( $\cos\phi$ ), daya aktif (W) dan daya reaktif (Q) lampu setelah diberi kapasitor adalah dapat dilihat pada tabel 2 dan 3

Tabel 2. Nilai I,  $\cos\phi$ , W dan Q setelah dipasang kapasitor  $2\mu F$

No	Merek Lampu	Merek Ballast											
		PHILIPS				NATIONAL				SIEMENS			
		I(A)	cos $\phi$	W	Q	I(A)	cos $\phi$	W	Q	I(A)	cos $\phi$	W	Q
1.	PHI LIPS	0,35	0,77	60	48	0,27	0,82	50	32	0,35	0,75	59	51
2.	CHI YODA	0,31	0,85	60	34	0,26	0,90	52	22	0,30	0,84	56	33

Tabel 3. Nilai I,  $\cos \phi$ , W dan Q setelah dipasang kapasitor 3,6  $\mu\text{F}$ 

No	Merek Lampu	Merek Ballast											
		PHILIPS				NATIONAL				SIEMENS			
		I(A)	$\cos \phi$	W	Q	I(A)	$\cos \phi$	W	Q	I(A)	$\cos \phi$	W	Q
1.	PHI LIPS	0,28	0,91	59	21	0,24	0,94	53	7	0,29	0,90	59	21
2.	CHI YODA	0,27	0,95	60	7	0,24	0,94	52	8	0,28	0,95	61	8

## KESIMPULAN

Faktor daya ( $\cos \phi$ ) dari suatu merek lampu pada umumnya berbeda-beda tergantung dari merek tabung lampu serta merek ballast yang digunakan. Perbaikan factor daya ( $\cos \phi$ ) pada lampu dapat dilakukan dengan menggunakan kapasitor. Pada kapasitor dengan nilai 2  $\mu\text{F}$  menunjukkan bahwa factor dayanya belum mencapai diatas 0,90 sedangkan saat dihubungkan dengan kapasitor dengan nilai 3,6  $\mu\text{F}$ , faktor dayanya dapat mencapai diatas 0,90, yaitu 0,95 dan daya reaktifnya menjadi 7 Var.

Arus yang lebih kecil yang dapat ditarik oleh merek lampu Chiyoda dengan ballast yang berbeda, setelah dipasang kapasitor 3,6  $\mu\text{F}$  tidak berarti bahwa jenis lampu tersebut yang paling efisien untuk digunakan, karena masih ada hal lain yang harus dipertimbangkan, seperti tingkat pencahayaannya, jam nyalanya dan sebagainya.

Pemasangan kapasitor pada lampu TL akan menyebabkan factor daya ( $\cos \phi$ ) menjadi lebih bagus, sedangkan arus (I) serta daya reaktifnya (Var) akan menjadi lebih rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Baso Mukhlis & Tadjuddin Hamdany, *Perbaikan Faktor Daya ( $\cos j$ ) Pada Berbagai Merek Lampu TL 20 Watt*, Majalah Ilmiah MEKTEK, Tahun V No.13, Mei 2003.
2. Van Harten P., Setiawan E, *Instalasi Listrik Arus Kuat*, Penerbit Bimacipta, Bandung