

## PERBAIKAN FAKTOR DAYA DENGAN PENAMBAHAN NILAI KAPASITOR SEBAGAI PENGHEMAT ENERGI LISTRIK PADA BEBAN LAMPU FLUORESEN

Muhammad Suyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 6 Desember 2010, revisi masuk : 2 Januari 2011, diterima: 19 Januari 2011

### ABSTRACT

*The use of electrical energy is made as efficient as possible, therefore to get the economical value, especially in the use of Fluorescent lamps, it is necessary to make an effort how to use energy that approach the installed value. The effort was done by in circuit tests using fluorescent lamps with different capacitor values and comparing them with economical lamps. Having obtained the capacitor values, the experiment were carried out to collect the actual data of the installed power. The results of the experiments were analyzed and showed that the increasing values of capacitors were followed by better power factors so they approached the associated installed powers.*

**Keywords:** Energy economic, Capacitor value, Power factor

### INTISARI

Penggunaan energi listrik diupayakan sehemat mungkin, maka untuk mendapatkan nilai yang ekonomis terutama dalam penggunaan beban lampu Fluoresen (TL), perlu dilakukan suatu upaya bagaimana agar pemakaian Energi listrik itu dapat mendekati nilai pasang. Adapun upaya yang dimaksudkan adalah dilakukannya pengujian didalam rangkaian listrik dengan menggunakan beban lampu tabung (fluoresen) dengan cara dilakukan pemilihan nilai besaran kapasitor yang sesuai dan dibandingkan dengan lampu hemat energy. Kemudian setelah nilai besaran kapasitor didapatkan, lalu dilakukan pengujian pada rangkaian yang telah dipersiapkan terhadap besarnya daya terpasang. Hasil penunjukan alat ukur dicatat dan dilakukan perhitungan, berapa besarnya nilai pasang yang paling ekonomis tentu peningkatan ini berbarengan dengan meningkatnya nilai faktor daya yang terukur, hingga mendekati nilai beban terpasang.

**Kata kunci:** Hemat energi, Nilai kapasitor, Power faktor

### PENDAHULUAN

Energi listrik adalah merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam kehidupan pada manusia modern dewasa ini, bahkan ini merupakan tolok ukur kemajuan suatu masyarakat. Begitu pula energi listrik dapat dengan mudah disalurkan melalui media penghantar ini dari satu tempat ke tempat lainnya demi kepentingan umum. Pada Perusahaan Listrik Negara (PLN), merupakan perusahaan listrik yang mengemban tugas pemerintahan untuk mengelola tentang pelayanan dan penyaluran energi listrik di Indonesia. Pembangkit energi listrik tidak sepenuhnya diserahkan pengelolannya oleh PLN, tetapi juga sebagian

diserahkan ke pihak swasta yang dapat dipercaya.

Pada umumnya sistem pembangkit listrik berkapasitas besar akan menggunakan Generator sinkron, dan bertegangan arus bolak balik (AC) berfrekuensi 50Hz. Pemakaian daya yang terpasang pada konsumen, kebanyakan bersifat induktif, sehingga mempunyai faktor daya tertinggal (*lagging*), maka untuk itu diupayakan agar didapat daya yang ekonomis dengan perbaikan faktor dayanya. Berdasarkan ketentuan tersebut diatas, maka penulis mencoba melakukan penelitian dengan judul "Pemilihan Nilai Pasang Kapasitor sebagai Penghemat Energi Listrik untuk beban lampu Fluoresen"

---

<sup>1</sup>musyant@gmail.com

Untuk melakukan penelitian, pertama dilakukan pemilihan nilai kapasitor yang terdapat di pasaran dengan pertimbangan agar ini lebih mudah didapatkan dan lebih ekonomis. Kedua, setelah itu lalu dilakukan penelitian lanjutan sesuai dengan upaya mengefisienkan daya listrik terhadap pemakaian beban berupa lampu Fluoresen.

Untuk mendapat daya listrik yang efisien dan ekonomis, maka perlu dilakukan, peningkatan atau perbaikan faktor daya pada beban mengingat sumber daya listrik biasanya jauh dari pusat beban, sehingga untuk beban yang bersifat induktif terdapat faktor daya yang sangat rendah dan tidak sesuai dengan yang berada di pusat pembangkitnya. Dengan demikian pada pusat-pusat beban perlu dilakukan persesuaian faktor daya dengan menggunakan kapasitor pada setiap rangkaian secara paralel pada beban, agar didapat daya aktif yang seefisien mungkin. Untuk pemasangan kapasitor yang sesuai pada beban perlu dilakukan pengujian.

Beban konsumen yang bersifat induktif, adalah mempunyai faktor daya rendah seperti televisi, pompa air, mesin pendingin, serta kipas angin dan lainnya. Sedangkan dari jenis lampu penerangan yang sering digunakan adalah lampu Fluoresen, untuk jenis ini paling banyak digunakan walaupun mempunyai faktor daya yang rendah, namun mempunyai umur pemakaian yang lebih panjang dan mempunyai efisiensi yang tinggi. Dalam upaya mengefisienkan daya listrik pada penggunaan lampu fluoresen, adalah dengan mengupayakan bagaimana caranya untuk dapat memperbaiki faktor daya pada rangkaian lampu Fluoresen baik yang terdiri atas satu lampu maupun kelompok lampu, sehingga besar faktor daya sedapat mungkin mendekati nilai satu. Pemakaian energi listrik pada konsumen sangat bervariasi sebagaimana daerah pemukiman, pertokoan maupun pada perkantoran. Pemasangan sarana penerangan banyak digunakannya (*Fluorescent lamps*) dibandingkan dengan (*Incandescent lamps*). Mengapa demikian sebab lampu TL dipandang mempunyai umur pemakaian yang lebih panjang dan mempunyai efisiensi lebih tinggi.

Sistem pembangkit tenaga listrik pada umumnya, membangkitkan tenaga listrik pada arus bolak balik, dan biasanya digunakan generator sinkron. Penelitian mengenai pemilihan nilai pasang kapasitor sebagai penghenat energi listrik untuk beban berupa lampu fluoresen, masih terbatas sebagai pembebanan untuk jenis lampu penerangan yang perlu diperhatikan adalah pada pemasangan instalasinya, selalu ada yang mengasyikkan apabila suplai arus listrik saat dihubungkan (Michael Neidle, 1979), baik untuk lampu pijar maupun perabot rumah tangga. Begipula untuk beban lampu fluoresen terdiri atas tabung lampu, ballast dan stater dapat digunakan (Van Harten P, Setyawan E, 1991). Sedangkan tabung lampu terbuat dari tabung kaca yang kedua ujungnya tertutup dan setiap dari lampu dilengkapi elektrode dengan ciri *filament tungstem* di Lampu Fluoresen terdiri atas tabung lampu, ballast dan stater. Sedangkan tabung lampu terbuat dari tabung kaca yang kedua ujungnya tertutup dan dilengkapi elektrode dengan filament tungsten. Bagian dalam tabung dilapisi fosfor atau zat pendar (*fluorescent chemical*), udara didalam tabung dikeluarkan dan diganti dengan gas argon dan beberapa tetes merkuri (*Westinghouse*, 1963).

Ballast dipasang seri dengan tabung lampu dan diletakkan pada sisi arah masuknya sumber arus. ballast dan stater berfungsi sebagai pembangkitan tegangan tinggi pada saat penyalan pertama, dan berfungsi untuk pembatas arus listrik pada saat lampu sudah menyala (Michael Neidle, 1982). Dan bersifat sebagai beban induktif, maka faktor dayanya menjadi rendah, sehingga arus listrik yang mengalir relatif besar (*Craft T*, 1987).

Dengan penambahan kapasitor pada rangkaian lampu TL, akan membesar pada nilai faktor daya sampai mendekati satu (*Pansini*, 1983). Dengan jatuh tegangan lebih kecil, yang diakibatkan adanya rugi-rugi dari tegangan, maka tegangan lampu pada terminal lampu TL menjadi lebih besar, yang akan mengakibatkan intensitas cahaya yang dihasilkan lampu oleh TL menjadi lebih terang (*Westinghouse*, 1963).

Penelitian ini bertujuan mengamati pengaruh penambahan kapasitor terhadap konsumsi daya listrik lampu fluoresen serta sifat yang menyertainya antara lain pengaruh terhadap arus listrik, dari faktor daya ini yang dihasilkan lampu fluoresen .

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai upaya untuk mengefisienkan konsumsi hemat energi listrik dengan cara model penambahan kapasitor yang sesuai. Dengan tercapainya usaha meningkatkan faktor daya mendekati nilai satu (*lagging*) atau adanya keseimbangan dengan pembangkitannya dalam usaha penyaluran energi listrik ke konsumen, hal ini dipandang sebab saling menguntungkan antara pihak pengguna dan pemakai.

Apabila dalam penelitian dapat dihasilkan sebagaimana yang diinginkan, maka penelitian tersebut dapat dipakai sebagai acuan untuk perbaikan pada setiap rangkain pemasangan lampu Fluoresen (TL), pada perumahan, perkantoran maupun pertokoan.

Pertama: dilakukan pemilihan nilai kapasitas kapasitor yang disesuaikan dengan besarnya beban terpasang pada rangkaian. Kedua: Setelah mendapatkan nilai kapasitas kapasitor yang sesuai dan mudah didapat di pasaran, lalu nilai kapasitas ini digunakan sebagai dasar pemasangan atau penambahan pada rangkaian yang terhubung tunggal maupun kelompok lampu yang diinginkan hingga didapatkan nilai pemakaian energi perjamnya yang paling ekonomis dan efisien. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Listrik Arus Kuat di Institut Sains & teknologi AKPRIND Jogjakarta.

Penelitian yang akan dilakukan dengan beberapa macam daya nominal, semua itu diupayakan untuk mendapatkan nilai besaran faktor daya mendekati satu dan sesuai dengan kapasitas daya terpasang. Adapun bahan-bahan dalam penelitian yang adalah antarlain pertama digunakan, *ballast* bermerk sinar, tabung lampu fluoresen Philip dengan bermacam daya pada kapasitas nominal tegangan 220volt, frekuensi 50Hz, stater Philip, kabel penghubung, fitting, dan beberapa kapasitor yang bernilai dari 2–4,5 mikro farad sebagaimana tertera

pada Tabel 1 yaitu pada percobaan mencari besaran nilai kapasitor yang sesuai, baik dalam pengamatan maupun dalam hasil perhitungan lalu disesuaikan di pasaran.

Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh data tentang konsumsi energi listrik pada lampu fluoresen selama waktu tertentu dan dihitung dalam satu hari. Sedangkan tegangan pada terminal lampu dijaga tetap pada kondisi konstan dengan menggunakan alat stabilisator tegangan, dicatat besarnya arus sumber, tegangan dari lampu fluoresen, dan faktor dayanya.

Lampu–lampu tabung gas terdiri dari berbagai bentuk yang diisi dengan gas dan uap argon, kalau tabungnya dalam keadaan dingin argonnya dalam bentuk titik-titik logam atau dalam bentuk padat. Pada tiap-tiap ujung lampu tabung terdapat sebuah elektroda, bentuk elektrodanya tergantung pada tiap/jenis tabung yang digunakan, sedangkan fungsi gas didalam tabung untuk membantu menyalaan lampu. Gas yang digunakan ialah gas mulia yaitu gas argon dan neon, gas-gas mulia tersebut memiliki sifat tidak melakukan reaksi dengan unsur lain. Sedangkan logam yang digunakan ialah natrium dan air raksa. Kalau elektroda–elektroda tabung dihubungkan pada tegangan tinggi, maka elektron-elektron bebas yang terdapat dalam tabung akan bergerak dari elektroda yang satu ke elektroda yang lain.

Karena pengaruh dari gerakan elektron akan terjadi benturan-benturan dengan elektron elektron gas yang terikat, kalau benturannya cukup keras maka elektron– elektron yang terikat dapat terlepas keluar dari orbitnya atau lepas dari ikatan inti atomnya. Atom-atom yang kehilangan elektron dapat menangkap kembali elektronnya dan atau elektron bebas lain, jika sebuah elektron memasuki orbit kosong dan kelebihan energi, akan terjadi besar dan dipancarkan sebagai sinar elektromagnetik. Atom yang kehilangan elektron dan tidak dapat menangkap kembali elektronnya akan mendapat muatan positif dan dinamakan ion, sedangkan proses pembentukan ion-ion disebut ionisasi.

Tegangan pada elektroda-elektroda tetap, maka jumlah elektron yang terlempar keluar atom akan bertambah, jadi ionisasinya meningkat. Dengan meningkatnya jumlah elektron bebas maka jumlah elektron yang bergerak dari elektroda yang satu ke elektroda yang lain akan meningkat. Proses ini berlangsung terus menerus dalam waktu yang pendek akan terjadi hubung singkat dalam tabung.

Untuk membatasi besarnya arus yang mengalir didalam tabung, maka dipasang suatu tahanan seri terhadap tabung. Kalau terjadi peningkatan arus yang besar, sehingga tegangan pada elektroda-elektroda tabung akan menurun, demikian arus dalam tabung dapat dibatasi. Setelah lampu menyala maka suhu gas dalam tabung akan meningkat, dan setelah beberapa waktu logam yang berada dalam tabung akan menguap dan ikut serta dalam proses pembangkitan cahaya. Kalau pembangkitannya disebabkan oleh uap logam, umumnya uap natrium atau uap air raksa, sedangkan prosesnya disebut "*Elektroluminansi*".

Sinar elektromagnetik yang dipancarkan pada proses disebut cahaya tampak. Dan lampu air raksa dengan tekanan sangat rendah akan memancarkan sinar ultra ungu. Kalau bagian dalam tabung diberi serbuk *fluoresen* (serbuk pendar), maka sinar ultra ungu akan diubah menjadi cahaya tampak oleh mata. Sinar ultra ungu akan menyebabkan elektron-elektron dalam serbuk fluoresen terlempar keluar atomnya, sehingga atom-atom ini memiliki orbit yang kosong dan akan diisi kembali oleh sebuah elektron. Maka kelebihan energi elektron akan dipancarkan sebagai cahaya tampak. Jadi prosesnya sama dengan yang terjadi dalam gas, maka disebut "*Fotoluminansi*" yaitu pada sebuah lampu tabung *fluoresen*.

Bentuk standart lampu tabung yang dipasarkan oleh philip dengan kode TL, mempunyai diameter 38 mm sedangkan tabung lampu terbuat dari tabung kaca panjang, lingkaran atau lengkung, berisi gas argon dan beberapa tetes merkuri dengan elektrode pada kedua ujungnya yang disesuaikan dengan dayanya dan disebelah dalam diberi lapisan serbuk

*fluoresen*. Berdasarkan prinsip kerjanya ada dua bentuk elektroda dengan yang disebut katode panas dan katode dingin, dimana katode dingin terbuat dari plat logam dengan permukaan pancar cukup luas, penyalannya disebut instant start.

Tabung fluorescent diisi dengan uap air raksa dengan gas mulia argon, dalam keadaan menyala tekanan uap air raksa dalam tabung sangat rendah. Uap air raksa memancarkan sinar ultra ungu dengan panjang gelombang 253,7m $\mu$ , sinar yang keluar diserap oleh serbuk fluoresen dan diubah menjadi cahaya tampak. Dalam tabung selalu terdapat kelebihan air raksa cair, karena itu tekanan uap air raksa jenuh, yang ditentukan oleh suhu tabung ditempat yang paling dingin. Suhu yang dimaksudkan berkisar sama dengan 40°C. Adapun ukuran tabung harus dibuat sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan menurut kemampuan dan ukurannya, saehingga suhu 40°C dapat dipertahankan pada suhu kekeliling 25°C, Sedangkan untuk tabung- tabung dengan daya besar, agak sulit untuk dipertahankan suhu kerjanya yang demikian rendah. Oleh karena itu tabung lampu fluoresen dengan daya 125 watt diberi tonjolan didindingnya. Suhu ditonjolan akan lebih rendah dari pada di bagian lain dari tabung. Untuk itu dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan data teknis lampu tabung fluoresen .

Tabel 1 Data teknis lampu tabung fluoresen

Daya tabung (watt)	Tegangan tabung ( Volt)	Arus tabung (ampere)	Panjang tabung ( mm )
4	30	0,15	136
6	45	0,155	212
8	58	0,165	288
20	58	0,39	590
25	95	0,30	970
40	103	0,44	1199
65	108	0,70	1500
125	100	1,5	1500

Jenis lampu tabung katode panas, filamennya berbentuk spiral dan penyalannya disebut preheat start. Dalam jenis lampu tabung ini, dimana gas yang mengandung tetesan air raksa yang menguap bila dipanasi, sejumlah gas argon dimasukkan untuk membantu pengasutan. Dan tindakan melewatkan arus

AC melalui tabung akan menghasilkan sinar-sinar ultra violet yang tidak dapat dilihat dan cahaya biru kecil. Sinar-sinar cathode yang membentur serbuk fluorensensi yang dilapisi dibagian dalam mengubah dari frekuensi sinar ultraviolet menjadi radiasi dalam daerah spektrum yang dapat dilihat. Sedangkan warna cahaya yang keluar bergantung bahan kimia yang digunakan untuk pelapisan fluorensensi.

Untuk jenis lampu tabung standar, besarnya tegangan sumber yang normal tidak dapat atau mampu untuk mengawali pelepasan muatan, tanpa didahului dengan saklar asut atau dengan media dari transformator asut, sebagai pemanasan filamen katode sebelumnya. Jika dalam pengasutan dilakukan, maka gas-gas didalam lampu asut dipanasi oleh suatu pengosongan pijar antara kontak dua logam (*bimetal*) terbuka sehingga kontak akan bekerja. Hal tersebut untuk elektroda-elektroda yang memancarkan elektron yang tinggi didalam lampu tabung akan dipanasi terlebih dulu, sedangkan pada waktu yang sama dibangkitkan suatu medan magnet yang kuat didalam ballas penekan (*chok ballas*). Karena kontak tertutup tidak ada arus yang lewat melalui gas-gas pengasut sehingga kontak menjadi dingin dan kontak pegas dari kontak stater terbuka, berarti menyebabkan medan penekanan turun mendadak dan dengan cara demikian menginduksir suatu tegangan kejut sebesar 500–1000volt untuk bisa sampai membentur busur api antara elektroda-elektroda.

Kumparan hambat atau ballas bersifat reaktif atau beban induktif, yang dipakai untuk keperluan lampu fluoresen dan terhubung secara seri dengan tabung lampu. Ballas terdiri dari: kumparan kawat tembaga, bahan isolasi, celah udara, teras besi dan bahan pengisi, kotak plat baja, blok terminal dan alas baja. Semua bahan dikemas menjadi satu dalam kerangka yang cukup kuat dan rapi. Satu ballas dapat digunakan untuk lampu tunggal ataupun ganda. Untuk daya kumparan hambat yang diperlukan tergantung pada jenis daya lampu tabungnya, sedangkan daya yang diperlukan untuk seluruh rangkaian ialah daya

tabung ditambah dengan daya kumparan hambatnya.

Spesifikasi dari ballas biasanya sudah tertulis pada kerangka yang telah dibuat oleh pabrik pembuatnya, yang meliputi unjuk kerja, daya nominal, arus dan faktordayanya. Sedangkan rugi-rugi yang terjadi biasanya pada ballas berupa panas, maka faktor pendinginan harus dipertimbangkan, dalam penempatannya. Sedangkan panas yang berlebihan akan mengakibatkan kegagalan isolasi antar kumparan kawat tembaga, pengaruh suhu yang berlebihan dapat menimbulkan: a. Terjadinya fluktuasi tegangan, untuk jenis ballas tertentu, apabila diberikan tegangan kejut yang tinggi. b. Tabung lampu cepat terbakar, sehingga hambatan relatif tinggi akibatnya lampu sulit dinyalakan. c. Mempengaruhi saat melakukan starting atau pemanasan awal.

Pengasutan atau star awal, perlu ditambahkan rangkaian yaitu adanya stater yang dilengkapi dengan pemanas awal. Stater yang digunakan pada lampu tabung TL, terdiri dari beberapa jenis antara lain: Manual stater, dan *Automatic thermal stater*, *Watch-dog state*. Jenis stater yang tersebut diatas yang paling banyak digunakan adalah jenis kapasitor *automatic glow stater*, terutama dipakai untuk lampu penerangan pada konsumen rumah tangga. Adapun konstruksi dari stater, yaitu terdiri dari dua buah ballon kecil yang didalamnya terdapat dua elektroda dwi logam dan diisi dengan gas mulia. Sedangkan jarak antara dua logam dibuat sedemikian rupa, yang maksudnya agar tegangan kerja pada stater berkisar antara 100 volt sampai 200 volt. Kalau rangkaian dihubungkan dengan tegangan jaringan 220 volt, maka salkar "S" akan mendapat tegangan sebesar 220 volt, sehingga akan menyala dan menjadi panas.

Proses pengasutan pada lampu tabung fluorensen, sudah merupakan tahapan-tahapan dalam proses pengasutan awal sampai penyalaan, maka proses pengasutan awal, pada elektroda-elektroda dwi logam yang terdapat pada stater akan menunjukkan suatu perubahan bentuk, dan mengakibatkan terjadi kontak. Dengan demikian akan mengalir arus listrik dari jaringan mengalir melalui

kumparan hambat (*ballas*), sedangkan elektroda elektroda yang terdapat pada tabung fluorensen, akan mengeluarkan elektron–elektron. Pada proses tahapannya adalah: Pertama, pengosongan pijar diantara bimetal. Kedua, bimetal panas, kontak tertutup, sampai bimetal menjadi dingin. Ketiga, Kontak membuka dengan cepat, disebabkan oleh bunga api yang membentur diantara elektroda.

Sedangkan fungsi dari kapasitor yang dipasangkan pada sumber utama inilah dipergunakan untuk memperbaiki faktor daya rendah yang disebabkan oleh penekanan yang tersambung seri, sedangkan untuk mencegah adanya muatan listrik yang tertinggal pada plat-plat, maka dipasang tahanan bocor. Setelah tegangan di stater hilang, maka stater menjadi diam dan dingin kembali sebab tidak ada arus yang mengalir melalui elektroda yang semula melengkung kembali lurus. Karena pengaruh pemutusan yang cepat, mengakibatkan kumparan hambat akan dibangkitkan suatu gaya gerak listrik yang tinggi, dan disinilah terjadinya pengasutan awal. Kalau pada siklus awal belum menyala, maka akan diulang kembali prosesnya sampai tabung menyala. Dan setelah tabung fluorensen menyala, maka tegangan pada tabung menurun hingga 60 volt sampai 100 volt, tergantung pada besarnya daya kerja lampu. Stater yang terhubung paralel dengan lampu tabung tetap akan padam/diam, karena tegangan nyala tabung lebih rendah dibandingkan dengan tegangan penyalat stater.

Untuk melakukan percobaan ini tentu harus dilakukan penyusunan alat sebagai berikut: untai lampu fluoresen yang terpasang pada tegangan kerja sebesar  $V_s$ , dan dalam keadaan menyala akan menarik arus sebesar  $I_L$  dengan faktor daya ( $pf$ ) lagging, sehingga besarnya daya yang diserap lampu TL dalam keadaan bekerja sebesar :

$$P = V_s \times I_L \times \cos \phi \dots\dots\dots (1)$$

Maka dengan menambah nilai kapasitor ( $C$ ) yang dipasang secara paralel dengan untai lampu, sehingga akan terjadi perubahan faktor daya yang terukur pada  $\cos \phi$  meter. Dengan demikian jelas terjadi perubahan pada beda

fasenya dari  $P_{F1} = \cos \phi_1$  dengan menganggap bahwa nilai kapasitor ( $C$ ) ideal. Dengan demikian dapat diperhatikan bahwa, besarnya daya yang terserap pada saat lampu TL bekerja seperti persamaan (1), maka besarnya faktor daya bersifat *lagging*.

$$V^2 \times 2 f C < P(1/\cos^2 \phi - 1)^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

Dan apabila seperti persamaan (2), maka besarnya faktor daya bersifat *leading*.

$$V^2 \times 2 f C > P(1/\cos^2 \phi - 1)^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

Sedangkan untuk menghitung besaran energi listrik yang diserap oleh rangkaian lampu TL pada masing–masing beban yang terpasang dapat dilakukan pengukuran dan perhitungan sebagai berikut: Berdasarkan putaran Kwh meter, maka didapat besaran dalam satuan watt detik yaitu:

Setiap 600 rev/kWh, maka 600 rev = 1 kWh, sehingga 600 rev = 1000 watt x 3600 detik =  $36 \times 10^5$  wattdetik. Jadi setiap 1 rev =  $36 \times 10^5 / 600 = 6000$  watt detik. Sehingga nilai setiap dalam 1 rev/detik = 6000 watt ..... (4)

Oleh karena itu dalam suatu besaran energi yang terserap dapat dilakukan secara pengamatan dalam waktu tertentu atau melakukan dengan cara perhitungan, yaitu dengan cara melakukan pengukuran dengan menggunakan *stopwatch*, yaitu diukur dalam satu kali putaran pada kWh meter, dan diperhitungan dengan lama waktu yang terukur pada alat watt meter sebesar "T" detik. Biasanya dalam perputaran Kwh meter dengan waktu yang terukur.

$$\text{Setiap 1 putaran} = 6000 \text{ watt/detik} \\ (\text{dalam watt}) \dots\dots\dots (5)$$

Setelah dilakukan pengukuran dalam waktu tertentu, maka besarnya jumlah energi yang terpakai dapat dihitung dalam waktu 24 jam dalam satuan watt detik.

## PEMBAHASAN

Pada hasil pengamatan, dalam penambahan nilai pasang kapasitor sedikit–sedikit pada rangkaian penelitian lampu fluoresen untuk setiap beban nominal yang terpasang sampai didapat nilai kapasitor yang sesuai dengan be-

bannya. Daya nominal lampu fluoresen, yang ada dipasaran berkisar antara lain sebesar 10watt, 15watt, 20watt, 40watt. Setelah di dapatkan nilai yang cocok pada hasil pengamatan kemudian dilakukan perhitungan lihat Tabel 2-5, selanjutnya dibandingkan dengan kapasitor yang terpasang lalu diambil atau dipilih, maka pemilihan nilai pasang kapasitor sebesar 3,25 $\mu$ F, hal ini, dipandang lebih mudah didapatkan di pasaran, lalu diambil sebagai standart dasar untuk penelitian berikutnya sesuai kapasitas daya yang terpasang.

Tabel 2 Pengamatan pada lampu TL daya nominal 10 watt- 220 volt

C ( $\mu$ F)	Analisis C ( $\mu$ F)	Vbalas (volt)	VTL (volt)	Cos Q
C=0	C=0	200	51	0,35
2	1,88	200	50	0,55
2,5	2,46	200	50	0,8
3	2,75	200	50	0,65 *
3,25	2,9	200	50	0,6 *
3,5	3,33	200	50	0,55*
4	4,1	200	50	0,5 *

Keterangan : \* menyatakan ledging

Tabel 3 Pengamatan pada lampu TL daya nominal 15 watt- 220 volt

C ( $\mu$ F)	Analisis C ( $\mu$ F)	Vbalas (volt)	VTL (volt)	Cos Q
C=0	C=0	198	65	0,38
2	2,03	198	65	0,40
2,5	2,46	198	65	0,60
3	2,9	198	65	0,65
3,25	3,18	198	63	0,80
3,5	3,33	198	63	0,86
4	4,34	198	63	0,65 *
4,5	5,1	198	63	0,89 *

Keterangan : \* menyatakan ledging

Tabel 4 Pengamatan pada lampu TL daya nominal 20 watt- 220 volt

C ( $\mu$ F)	Analisis C ( $\mu$ F)	Vbalas (volt)	VTL (volt)	Cos Q
C=0	C=0	192	65	0,40
2	1,88	192	65	0,55
2,5	2,46	192	65	0,68
3	2,75	192	65	0,75
3,25	3,18	192	65	0,79
3,5	3,47	192	65	0,85
4	4,48	192	65	0,90 *
4,5	4,68	192	65	0,93 *

Keterangan : \* menyatakan ledging

Pada pengamatan didalam rangkaian lampu TL yang terpasang pada penelitian ini rangkaian lampu fluoresen tunggal maupun pada kelompok lampu fluoresen ganda untuk bermacam daya yang bervariasi.

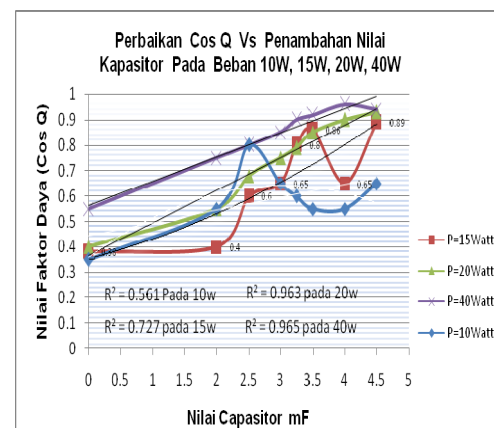
Tabel 5 Pengamatan pada lampu TL daya nominal 40 watt- 220 volt

C ( $\mu$ F)	Analisis C ( $\mu$ F)	Vbalas (volt)	VTL (volt)	Cos Q
C=0	C=0	165	72,7	0,55
2	1,74	165	53,3	0,75
2,5	2,46	165	50	0,80
3	2,97	165	47	0,85
3,25	3,14	165	44,4	0,90
3,5	3,27	165	42	0,92
4	4,2	165	61,6	0,96 *
4,5	4,99	165	74,8	0,94 *

Keterangan : \* menyatakan ledging

Data-data hasil penelitian dalam pengamatan ditabelkan dan kemudian dilakukan analisis, sesuai dengan daya nominal beban terpasang. Kemudian dari tabel-tabel yang telah tersusun, maka dapat diketahui pengaruh penambahan kapasitor terhadap konsumsi daya lampu fluoresen, arus listriknya, tegangan sumber, faktor dayanya.

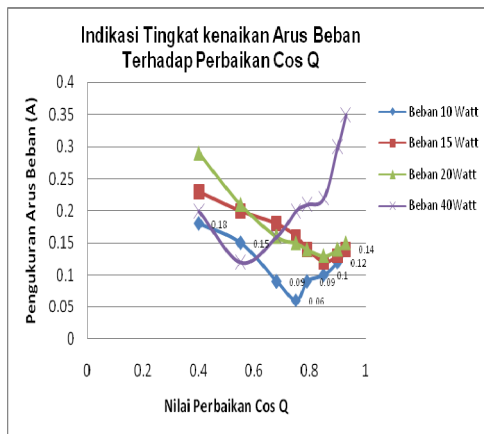
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan kapasitor akan mengurangi konsumsi daya lampu fluoresen akan lebih hemat energi listrik yang diserap oleh beban.



Gambar 1 diagram perbandingan nilai pasang kapasitor dalam mF Terhadap Kenaikan faktor daya

Namun demikian dapat dikatakan bahwa, jika terjadi kondisi penanbahan nilai kapasitor sebaliknya, atau dapat dikatakan dengan cara penambahannya tak terkendali, maka akan menyebabkan faktor dayanya bersifat mendahului (*leading*) yang artinya bahwa konsumsi daya lampu akan terus bertambah mengikuti pertambahan jumlah nilai kapasitor yang terpasang.

Setelah dilakukan pembahasan dari hasil pengamatan yang diperlihatkan pada Tabel 2 sampai Tabel 5, maka bentuk menunjukkan hasil perhitungan tingkat ekonominya dari hasil penambahan nilai kapasitor yang ada, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2 diagram ya perbandingan nilai pasang kapasitor terhadap kenaikan arus.



Gambar 2 diagram perbandingan nilai pasang kapasitor Vs Kenaikan arus

### KESIMPULAN

Pada hasil pengamatan dan perhitungan, dapat disimpulkan hasilnya bahwa yang ada seperti berikut:

Pengaruh dari kumparan hambatan yang sangat besar, maka dapat mempengaruhi besaran nilai faktor daya yang sangat rendah, maka untuk itu dilakukan penambahan nilai kapasitor sedikit demi sedikit hingga mencapai nilai pasang kapasitor sesuai besarnya.

Hasil pengamatan, untuk beban berupa lampu TL yang berdaya rendah tidak begi berpengaruh dengan adanya penambahan nilai kapasitor yang terjual dipasaran secara umumnya, sehingga untuk lampu fluorezen berdaya rendah 10 watt tidak perlu ditambahkan, kecuali dengan menggunakan nilai pasang kapasitor yang disesuaikan.

Penambahan nilai kapasitor yang telah ditepkan besarnya, ternyata untuk beban dari 20 watt keatas banyak membantu perubahan besaran nilai faktor dayanya, dengan melihat besarnya arus yang mengalir akan menjadi lebih kecil dan konsumsi energi listriknya pun bertambah kecil.

Pada rangkaian lampu fluorezen baik untuk yang tunggal maupun pada kelompok lampu denga faktor daya *leading*, penambahan kapsitor akan mengakibatkan faktor daya akan menjadi lebih kecil, begitu pula arus listrik dan konsumsi energi lampu fluorezen menjadi bertambah besar.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A., 1973, Teknik Tenaga Listrik jilid II, Pradya Paramita, Jakarta.
- Hendarsin, H., 1985, Instalasi Listrik, Erlangga, Jakarta
- Imam Sugandi dkk, Panduan Instalasi Listrik Untuk Rumah berdasar PUIL 2000
- YUPTL & CDC Sea, Yarsa Printing, CV. Yasa Mitrakarsa
- Michael Neidle., 1982, Elektrical Instalation Teknology, Macmillan Press Ltd
- Michael Neidle, 1979, Basic Electrical Instalation. 2<sup>nd</sup> Edistion, Macmillan Press Ltd.
- Van Harten P, Setiawan E., 1991, Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid II, Bina Cipta, Bandung
- \_\_\_\_\_, 1977, Lembaga Ilmu Penge-tahuan Indonesia, Jakarta.