

## ANALISIS FAKTOR DAYA DAN KUAT PENERANGAN LAMPU HEMAT ENERGI

Yadi Yunus<sup>1</sup>, Suyamto<sup>2</sup>, Indra Milyardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Jl. Babarsari P.O. BOX 6101 YKBB Yogyakarta 55281  
Telp : (0274) 48085, 489716, Fax : (0274) 489715  
<sup>2</sup>PTAPB-Badan Tenaga Nuklir Nasional

### ABSTRAK

**ANALISIS FAKTOR DAYA DAN KUAT PENERANGAN LAMPU HEMAT ENERGI.** Telah dilakukan analisis faktor daya dan kuat penerangan lampu khususnya untuk lampu Pijar, TL dan CFL. Lampu CFL yang oleh sebagian besar masyarakat dianggap hemat energi harus dibuktikan kebenarannya. Faktor daya merupakan perbandingan daya nyata atau daya aktif dengan satuan KW dan daya semu atau daya kompleks dengan satuan KVA. Suatu lampu dikatakan hemat jika faktor dayanya mendekati 1. Pengujian dilakukan dengan mengukur faktor daya dan kuat penerangan lampu menggunakan  $\cos \phi$  meter dan Pocket Light Meter. Pengukuran faktor daya dan kuat penerangan lampu pada daya yang sama, lampu CFL mempunyai nilai yang sangat baik yaitu di atas 0,90. Sedangkan ditinjau dari kuat penerangannya mempunyai nilai paling tinggi dibandingkan dengan lampu Pijar dan TL. Jadi terbukti bahwa lampu CFL merupakan lampu hemat energi.

**Kata kunci :** Faktor Daya, CFL, Kuat Penerangan

### ABSTRACT

**ANALYSIS OF POWER FACTOR AND ILLUMINATION FOR EFFECTIVE AND EFFICIENT LAMP.** Lighting lamp power factor and illumination especially bulb lamp, fluorescent lamp and compact fluorescent lamp have been analized. CFL who well known as effective and efficient lamp must be proved. Power factor is comparison of real power or active power with KW unit and appearance power or complex power with KVA unit. An effective and efficient lamp is defined as the lamp when it is power factor approach one. The experiment was done by measuring the power factor with  $\cos \phi$  meter and measuring illumination with pocket light meter. In the measurement of lamp power factor and illumination at the same power, the power factor of CFL lamp was very reliable i.e more than 0,90. While the illumination of CFL lamp have highest value compared to the bulb lamp and fluorescent lamp. So that, it is proven that CFL lamp is mentioned as effective and efficient lamp.

**Keywords :** Power Factor, CFL, Illumination

### PENDAHULUAN

Ketersediaan akan energi saat ini sangat penting seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju yang memerlukan aktivitas yang semakin meningkat pula, misalnya untuk kegiatan industri, ekonomi, hiburan, pariwisata dan lain-lain. Energi untuk penerangan baik untuk di rumah tangga, industri bahkan di jalan membutuhkan lampu yang sangat banyak untuk kelancaran aktivitas manusia di malam hari. Jenis lampu yang akan dipakai tersebut mestinya perlu dipilih agar diperoleh ekonomi dan efektivitas yang tinggi dari lampu tersebut. Penggunaan lampu penerangan

dimanapun jika tanpa memperhitungkan aspek-aspek yang disebutkan di atas maka tentu akan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit.

Lampu adalah alat yang berfungsi untuk memancarkan cahaya. Lampu pada zaman modern sekarang ini dapat di bagi menjadi 2 kelompok utama yaitu Lampu Pijar (Pemancar suhu) dan Lampu tabung gas.

Lampu Pijar atau bola lampu atau bohlam adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen. Kemudian di dalam filamen yang berupa kawat halus, energi listrik diubah menjadi panas dan cahaya. Ciri-ciri dari lampu pijar adalah sebagai berikut :

1. *Efficacy*

Efficacy atau nilai terang rata-rata yang dicapai pada suatu bidang datar yang dikeluarkan oleh lampu pijar adalah 12 Lumen per Watt.

2. Umur lampu

Umur dari lampu pijar rata-rata adalah 1000 jam.

3. Bagian-bagian lampu

Lampu Pijar terdiri atas beberapa bagian utama antara lain bulb atau bola lampu, base lamp yaitu bagian dasar dari lampu yang berfungsi sebagai penghubung lampu dengan soket lampu serta filamen kawat pijar.

Lampu tabung gas atau TL atau lampu neon adalah lampu jenis tabung fluoresen. Jenis lampu ini 3 hingga 5 kali lebih efisien daripada lampu pijar standar dan dapat bertahan 10 hingga 20 kali lebih awet. Arus listrik yang lewat melalui uap gas atau logam akan menyebabkan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan komposisi kimia dan tekanan gasnya. Tabung neon memiliki uap merkuri bertekanan rendah, dan akan memancarkan sejumlah kecil radiasi biru atau hijau, namun kebanyakan akan berupa UV (Ultra Violet) dengan panjang gelombang 253,7nm dan 185nm. Ciri-ciri dari lampu TL adalah sebagai berikut :

a. *Efficacy*

Efficacy lampu TL adalah 80 Lumen per Watt.

b. Umur lampu

Umur lampu TL rata-rata adalah 7000 sampai 15000 jam.

c. Bagian-bagian lampu

Lampu TL terdiri dari gelas dimana dinding bagian dilapisi serbuk phosphor sehingga tabung kelihatan berwarna putih susu. Bentuk tabung lampu fluoresen ada yang memanjang dan melingkar. Pada kedua ujung tabung dipasang filamen tungsten yang dilapisi suatu bahan yang dapat beremisi, biasanya terdiri dari barium, strontium, dan calcium.

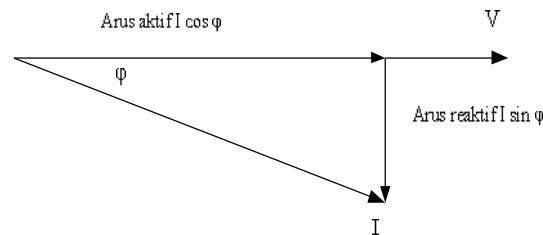
Sekarang ini telah banyak diproduksi dan beredar di pasaran jenis lampu neon yang dikenal sebagai lampu neon kompak (CFL), juga dikenal dengan lampu neon kompak energi atau menyimpan cahaya atau sebagai neon kompak tabung (CFT). Jenis ini menyerupai lampu pijar yang sebenarnya pada dasarnya adalah lampu tabung-tabung fluoresen yang digabungkan menjadi 1 rangkaian. Tabung-tabung pada lampu neon kompak juga berisi gas mulia argon dan uap air raksa. Adapun ciri-ciri dari lampu CFL adalah sebagai berikut :

a. *Efficacy* lampu CFL adalah 80 Lumen/Watt.

b. Umur lampu

Umur lampu CFL rata-rata adalah 7000 sampai 15000 jam.

Arus listrik yang ditarik oleh peralatan-peralatan listrik pada dasarnya dapat diuraikan menjadi dua komponen yaitu komponen aktif dan komponen reaktif. Komponen aktif yaitu komponen yang digunakan untuk menghasilkan kerja dan dapat berupa panas, cahaya maupun kerja mekanis. Daya yang dihasilkan oleh komponen aktif ini diukur dalam satuan watt. Komponen reaktif yaitu komponen yang dihasilkan untuk menghasilkan elektromagnet dan elektrostatik yang diperlukan dalam mengoperasikan alat-alat elektromagnetik. Daya yang dihasilkan diukur dalam volt amper reaktif (VAR). Diagram phasor yang memperlihatkan hubungan antara komponen kedua arus yang disebutkan diatas dengan arus total diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1 Segitiga Arus**

Gambar di atas memperlihatkan bahwa arus total merupakan penjumlahan vektor antara komponen aktif dan komponen reaktif, sehingga didapatkan pernyataan sebagai berikut :

$$I = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1)$$

$$I = \sqrt{(I \cos \phi)^2 + (I \sin \phi)^2} \quad (2)$$

Jika dituliskan sebagai bilangan kompleks adalah sebagai berikut :

$$I = I \cos \phi + j I \sin \phi \quad (3)$$

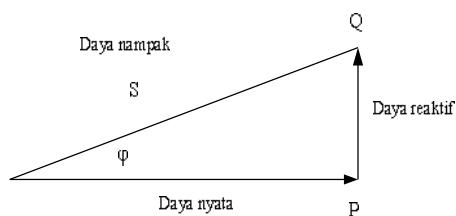
Apabila tegangan yang dikenakan adalah  $V$  dan arus beban  $I$  maka daya nyata ( $P$ ), daya reaktif ( $Q$ ), dan daya nampak ( $S$ ) maka dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \cos \phi \text{ (W)} \quad (4)$$

$$Q = V \cdot I \sin \phi \text{ (VAR)} \quad (5)$$

$$S = V \cdot I = P + j Q \quad (6)$$

Dari persamaan diatas maka didapatkan gambar segitiga daya yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Segitiga Daya

Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya nyata atau daya aktif dengan daya nampak atau daya semu. Oleh sebab itu faktor daya mempunyai nilai antara 0 sampai dengan 1 yang terbagi menjadi dua bagian yaitu faktor daya yang mendahului dan faktor daya yang tertinggal.

Kuat penerangan atau intensitas penerangan yang juga disebut iluminasi di suatu bidang adalah *flux* ( $\text{W}$ ) cahaya yang jatuh pada  $1 \text{ m}^2$  ( $A$ ) pada bidang itu. Satuan untuk kuat penerangan adalah *lux* ( $lx$ ), dan mempunyai lambang  $E$ . Maka dapat diketahui 1 lux sama dengan 1 lumen per  $\text{m}^2$ . Kuat penerangan ini dapat diukur atau dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \text{ lux} \quad (7)$$

## METODOLOGI PENELITIAN

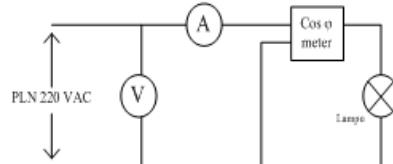
Kegiatan penelitian analisis faktor daya lampu penerangan dilakukan pada bulan April 2009 hingga Mei 2009, penelitian dan pengambilan data dilakukan di Lab Listrik STTN-BATAN Yogyakarta.

### Tujuan Penelitian

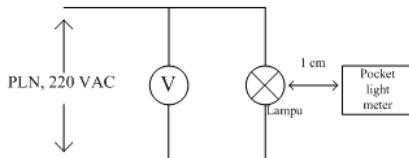
1. Menghitung faktor daya dari berbagai jenis lampu penerangan yang ada di pasaran khususnya untuk lampu yang berjenis CFL.
2. Membandingkan tingkat kehematan dari masing-masing merek lampu uji.
3. Membuktikan apakah anggapan masyarakat tentang lampu CFL yang hemat energi adalah benar.

### Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen pengukuran faktor daya serta kuat penerangan terhadap lampu Pijar, TL dan CFL pada berbagai macam daya yang terdapat di pasaran, seperti yang di tunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Rangkaian Pengujian Faktor Daya



Gambar 4. Rangkaian Pengujian Kuat Penerangan

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan percobaan sebagai berikut :

1. Lampu Pijar
2. Lampu TL
3. Lampu CFL
4.  $\text{Cos } \varphi$  Meter
5. Piting Lampu
6. Sumber Tegangan
7. Kabel
8. *Pocket Light Meter*
9. Amper Meter
10. Volt Meter
11. Panel Kontrol

### Cara Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan lampu uji dengan berbagai merek yang telah ditentukan.
2. Mempersiapkan alat-alat pendukung yang dibutuhkan seperti panel control, kabel, amper meter, volt meter dan  $\text{cos } \varphi$  meter.
3. Meletakkan lampu di tempat beban yang ada di panel kontrol, amper meter di kabel tegangan masuk dan  $\text{cos } \varphi$  meter.
4. Kemudian lampu dihidupkan satu persatu dan dicatat penunjukan nilai yang terlihat di  $\text{cos } \varphi$  meter untuk diketahui nilai faktor dayanya.
5. Penunjukan angka di amper meter juga dilihat dan dicatat agar diketahui arusnya.
6. Pengambilan data dilakukan 10 kali untuk masing-masing lampu uji yang nantinya akan diambil rata-ratanya.
7. Setiap lampu uji juga diukur kuat cahayanya dengan *Pocket Light Meter*, dengan cara meletakkannya  $\pm 1 \text{ cm}$  di atas lampu uji yang sedang menyala. ( pengambilan data dilakukan 5 kali untuk setiap lampu uji )
8. Untuk lampu pijar dan lampu TL pengukuran dilakukan sama dengan pengukuran lampu CFL.
9. Analisis hasil pengujian yang telah dilaksanakan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Nilai faktor daya lampu Pijar, TL dan CFL, diketahui dari pengujian dengan data diambil sebanyak 10 kali untuk setiap lampu yang kemudian diambil nilai rata-ratanya, sedangkan untuk pengujian kuat penerangan dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali.

**Tabel 1. Hasil Pengujian  $\cos \phi$  Lampu Pijar dan TL**

Lampu	W	V	Lampu 1		Lampu 2		Lampu 3		VA
			$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	
Pij	5	220	1	0.06	1	0.06	1	0.06	13.2
	10	220	1	0.06	1	0.06	1	0.06	13.2
	15	220	1	0.07	1	0.07	1	0.07	15.4
TL	10	220	0.47	0.17	0.47	0.17	0.47	0.17	37.4
	15	220	0.48	0.18	0.48	0.18	0.48	0.18	39.6

**Tabel 2. Hasil Pengujian  $\cos \phi$  Lampu 5 Watt CFL**

No	Merk Lam	V	Lampu 1		Lampu 2		Lampu 3		VA
			$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	
1	Philip	220	0,99	0,02	0,99	0,02	0,99	0,02	4,4
2	Brico	220	0,98	0,02	0,98	0,02	0,98	0,02	4,4
3	Chase	220	0,95	0,02	0,95	0,02	0,95	0,02	4,4
4	Jazz	220	0,95	0,02	0,96	0,02	0,96	0,02	4,4
5	Bezz	220	0,94	0,04	0,94	0,04	0,94	0,04	8,8

**Tabel 3 Hasil Pengujian  $\cos \phi$  Lampu 11 Watt CFL**

No	Merek Lampu	V	Lampu 1		Lampu 2		Lampu 3		VA
			$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	
1	Philips	220	0,99	0,04	0,99	0,04	0,99	0,04	8,8
2	Brico	220	0,98	0,03	0,98	0,03	0,98	0,03	6,6
3	Chase	220	0,92	0,03	0,93	0,03	0,91	0,03	6,6
4	Jazz	220	0,93	0,03	0,92	0,03	0,93	0,03	6,6
5	Bezz	220	0,95	0,04	0,96	0,04	0,94	0,04	8,8

**Tabel 4 Hasil Pengujian  $\cos \phi$  Lampu 15 Watt CFL**

No	Merek Lamp	V	Lampu 1		Lampu 2		Lampu 3		VA
			$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	$\cos \phi$	A	
1	Philip 14 W	220	0,96	0,05	0,97	0,05	0,97	0,05	11
2	Brico	220	0,97	0,05	0,96	0,05	0,96	0,05	11
3	Chase	220	0,91	0,04	0,90	0,04	0,90	0,04	8,8
4	Jazz	220	0,94	0,04	0,95	0,04	0,96	0,04	8,8
5	Bezz	220	0,95	0,03	0,95	0,03	0,96	0,03	6,6

## **Hasil Pengujian Kuat Penerangan**

Dalam pengukuran kuat penerangan yang dilakukan menggunakan Pocket Light Meter, didapatkan data untuk lampu Pijar dan TL seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, serta untuk lampu CFL pada Tabel 6, 7 dan 8.

## **Hasil Pengujian Faktor Daya**

Nilai faktor daya dan arus untuk lampu Pijar dan TL disajikan pada Tabel 1 dan nilai faktor daya serta arus untuk lampu CFL disajikan pada Tabel 2, 3 dan 4.

**Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Penerangan Lampu Pijar dan TL**

Jenis Lampu	Watt Lampu	Kuat Penerangan ( kilolux )		
		Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3
Lampu Pijar	5	9,6	9,2	9,4
	10	11,86	11,84	11,88
	15	14,36	14,64	14,6
Lampu TL	10	15	15	15
	15	22	22	22

**Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Penerangan Lampu 5 Watt CFL**

No	Merek Lampu	Kuat Penerangan ( kilolux )		
		Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3
1	Philips	22,44	20,34	21,06
2	Brico	24,6	24,4	24,6
3	Chase	22,12	21,48	21,52
4	Jazz	21,9	21,96	21,54
5	Bezz	23,38	22,44	22,16

**Tabel 7 Hasil Pengujian Kuat Penerangan Lampu 11 Watt CFL**

No	Merek Lampu	Kuat Penerangan ( kilolux )		
		Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3
1	Philips	47,62	40,4	45,14
2	Brico	46,24	40,08	43,32
3	Chase	26,86	25,68	24,84
4	Jazz	27,02	26,28	26,38
5	Bezz	27,02	26,54	26,28

**Tabel 8 Hasil Pengujian Kuat Penerangan Lampu 15 Watt CFL**

No	Merek Lampu	Kuat Penerangan ( kilolux )		
		Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3
1	Philips (14 W)	45,42	50,6	53,4
2	Brico	56,04	53,66	55,52
3	Chase	28,8	29,64	29,04
4	Jazz	28,72	28,5	28,16
5	Bezz	28,3	28,04	27,74

## PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan data terlihat seperti pada Tabel 4.2, hasil pengukuran faktor daya dari lampu CFL dengan daya 5 watt dengan berbagai merek didapatkan lampu merek Philips dan Brico faktor daya cenderung lebih tinggi yaitu diantara 0,99 dan 0,98 dari lampu dengan merek lain seperti Chase, Jazz dan Bezz yang hasil pengukuran faktor dayanya cenderung lebih rendah yaitu diantara 0,96, 0,95 dan 0,94. Hal ini dimungkinkan karena kualitas lampu dari lampu Philips dan lampu Brico lebih baik dari lampu yang lain. Pada nilai VA Tabel 4.2 dengan tegangan PLN yang sama 220 V terdapat perbedaan yang sangat tinggi antara lampu merek Bezz dan merek yang lain yaitu 8,8 dan 4,4. Hal ini disebabkan karena arus yang terukur juga berbeda antara lampu merek Bezz dengan lampu merek lain.

Pada pengujian  $\cos \phi$  lampu CFL 11 watt yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 lampu merek

Philips dan Brico juga memiliki nilai faktor daya cenderung lebih tinggi dari lampu merek Chase, jazz dan Bezz. Pada lampu merek Philips didapatkan nilai 0,99 dan merek Brico didapatkan 0,98. Sedangkan lampu merek Chase didapatkan nilai faktor daya dengan rata-rata 0,92, lampu merek jazz 0,93 dan lampu merek Bezz 0,95. Perbedaan nilai VA pada Tabel 4.3 dikarenakan hasil pengukuran arus yang berbeda pula.

Pada Tabel 4.4 untuk lampu CFL dengan daya 15 watt, didapatkan hasil yang serupa dengan Tabel 4.2 dan 4.3. lampu dengan merek Philips dan Brico mempunyai faktor daya sedikit lebih tinggi dari 3 lampu lainnya. Tetapi secara keseluruhan lampu CFL cenderung memiliki faktor daya yang tinggi karena nilainya diatas 0,90.

Pada data Tabel 4.2, 4.3 dan 4.4 terdapat perbedaan antara data faktor daya antara lampu 1, 2 dan 3. Tetapi setelah dilakukan tes pengujian rata-rata, perbedaan ini bukanlah perbedaan yang signifikan karena hasil yang didapatkan masih di

bawah nilai tabel (perhitungan dan nilai tabel pembanding terlampir).

Untuk lampu Pijar yang di tunjukkan pada pada tabel 4.1 faktor dayanya sangat baik yaitu  $\pm 1$ , dan untuk lampu TL didapatkan faktor daya yang paling rendah diantara berbagai jenis lampu diatas yaitu 0,48 dan 0,47. Dari beberapa kasus di atas, ditinjau dari aspek penghematan daya listrik maka lampu pijar adalah yang paling hemat dan lampu TL adalah yang paling boros energi.

Sedangkan ditinjau dari kuat penerangannya, didapatkan hasil pengukuran untuk lampu CFL dengan daya 5 watt seperti yang terlihat pada Tabel 4.6. Lampu dengan merek Brico mempunyai kuat penerangan lebih tinggi yaitu 24 kilolux dari lampu-lampu lain seperti Philips, Chase, Jazz dan bezz yang mempunyai kuat penerangan antara 21-23 kilolux.

Pada lampu 11 watt yang ditunjukkan pada Tabel 4.7, lampu Philips adalah lampu yang paling terang karena mempunyai kuat penerangan paling tinggi. Perbedaan kuat penerangan yang sangat tinggi antara lampu merek Philips dan Brico dengan lampu merek Chase, Jazz dan Brico mungkin disebabkan karena kualitas dari lampu itu sendiri.

Pada Tabel 4.8 hasil pengujian lampu CFL 15 watt didapatkan kuat penerangan lampu merek Brico jauh lebih tinggi yaitu di atas 50 kilolux dari lampu merek Chase, Jazz dan Bezz yang hanya di bawah 30 kilolux.untuk lampu merek Philips diukur kuat penerangan pada daya 14 watt hasil kuat penerangannya  $>50$  kilolux , untuk daya 15 watt tidak terdapat di pasaran. Maka peneliti mengambil sampel pada daya 14 watt yang dayanya mendekati 15 watt.

Untuk lampu Pijar dan lampu TL yang ditunjukkan pada Tabel 4.5, lampu Pijar adalah lampu yang paling redup karena memiliki kuat penerangan yang rendah yaitu  $<15$  kilolux dibandingkan dengan lampu TL yang memiliki kuat penerangan  $>15$  kilolux pada daya yang sama 15 watt. Dari data yang didapatkan pada pengukuran kuat penerangan, lampu yang paling terang adalah lampu CFL dan yang paling redup adalah lampu Pijar dan secara keseluruhan lampu merek Philips dan Brico mempunyai kuat penerangan lebih tinggi dari lampu dengan merek Chase, Jazz dan Bezz.

Pada pengukuran arus yang dilakukan menggunakan tang amper, terdapat ketidak sesuaian antara data pengukuran dan perhitungan. Hal ini disebabkan karena faktor kesalahan dalam pengukuran baik dari jenis alat ukur maupun pembacaannya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengujian serta analisanya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Dengan pengukuran faktor daya lampu CFL, Pijar dan TL didapatkan nilai faktor daya lampu CFL antara 0,90 sampai 0,99, lampu TL di bawah 0,70 dan yang mendekati 1 adalah lampu pijar. Dari segi pemakaian daya dikatakan bahwa pada watt yang sama lampu Pijar adalah lampu yang paling hemat energi.
2. Pada pengukuran  $\cos \varphi$  dan kuat penerangan lampu dengan daya yang sama, lampu CFL mempunyai nilai yang sangat baik yaitu di atas 0,90. Sedangkan ditinjau dari kuat penerangannya mempunyai nilai rata-rata paling tinggi yaitu  $>20$  kilolux dibandingkan dengan lampu Pijar dan TL yang mempunyai rata-rata kuat penerangan  $<20$  kilolux. Jadi ditinjau dari pemakaian daya dan hasil kuat penerangan maka terbukti bahwa lampu CFL merupakan lampu yang sangat efektif saat ini.
3. Dari beberapa merek lampu CFL lampu dengan merek Philips dan Brico mempunyai kualitas faktor daya dan kuat penerangan yang paling baik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Linsley, Trevor, “*Instalasi Listrik Tingkat Lanjut*”, edisi ketiga, Jakarta, 2004
2. <http://digilib.petra.ac.id/viewer.php?submit.x=18&submit.y=16&submit=prev&page=2&qual=high&submitval=prev&fname=%2Fjiunkpe%2Fs1%2Felkt%2F2006%2Fjiunkpe-ns-s1-2006-23402118-8287-harmonisa.pdf>, akses 3 maret 2009.
3. Indrakoesoema Koes, Adryanto Yayan, “*Kajian Faktor Daya ( $\cos\varphi$ ) Lampu TL pada Penerangan di RSG-GAS*”, Buletin Reaktor Nuklir, Vol III, NO 1, April 2006.
4. Harten, Van, P., Setiawan, E, “*Instalasi Listrik Arus Kuat*”, cetakan kelima, Jakarta, 1980.
5. Website : <http://www.energyefficiencyasia.org/chapter-lighting>, akses 3 februari 2008.
6. Sudijono Anas, “*Pengantar Statistik Pendidikan*” edisi pertama, Jakarta, Rajawali, 1987.