

PENGARUH PEMAKAIAN KAPASITOR PADA LAMPU TL TERHADAP EFISIENSI DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA

DIDIK RIYANTO

Email : didik_riyanto25@yahoo.com

Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

ABSTRAK

Penghematan energi di sektor penerangan telah direkomendasikan oleh pemerintah melalui program substitusi dari penggunaan lampu pijar ke lampu hemat energi kepada masyarakat namun lampu hemat energi yang saat ini beredar justru menjadi permasalahan tersendiri selain harganya yang mahal ternyata LHE tidak tahan lama pada usianya. Pemanfaatan kapasitor pada lampu TL diharapkan mampu memberi solusi bahwa lampu TL dari segi keawetannya lebih tahan lama dari pada lampu LHE, Tetapi lampu TL memiliki kekurangan yaitu membutuhkan daya yang besar disaat awal menyalakan karena lampu TL menghasilkan power factor yang tinggi. Untuk menghilangkan power factor peneliti mencoba memberikan kapasitor pada rangkaian lampu TL diharapkan dapat meminimalisir power factor yang timbul. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh kesimpulan Penggunaan kapasitor pada lampu TL dapat menurunkan Arus yang mengalir sehingga dapat memperbaiki factor daya dapat mempercepat lampu menyala. dari hasil pengujian pada lampu LHE didapat arus daya pada lampu yang mempunyai daya mendekati Lampu TL yang diukur didapat hasil daya semu, daya nyata, dan daya reaktif yang kecil dibanding dari hasil pengukuran terhadap lampu TL. Sehingga dapat dimanfaatkan dalam mengurangi faktor daya yang dapat dimanfaatkan untuk menghemat energi listrik rumah tangga.

Kata Kunci: analisis, pengaruh pemakaian kapasitor, daya listrik rumah tangga

PENDAHULUAN

Lighting (Penerangan) merupakan salah satu pengonsumsi energi listrik terbesar yang berkisar 20%, 25% dari total konsumsi energi listrik terpakai dan terus meningkat setiap tahunnya. Alternatif penghematan energi di sektor penerangan telah direkomendasikan oleh pemerintah, salah satunya melalui program substitusi dari penggunaan lampu pijar ke lampu hemat energi kepada masyarakat. Pemerintah berharap melalui program substitusi tersebut dapat menghemat BBM sekitar 0,75 juta kilo liter atau setara Rp 3,8 triliun dalam satu tahun.

Program substitusi lampu hemat energi dilakukan untuk menggantikan penggunaan lampu pijar dan lampu

fluorescent (TL) yang masih digunakan oleh sebagian besar pelanggan PLN, dimana kedua jenis lampu tersebut dianggap memiliki beberapa kelemahan diantaranya berpotensi merugikan penggunaannya, terutama pada konsumsi energi kedua lampu tersebut. Lampu pijar menghasilkan cahaya $\pm 10\%$ dari konsumsi energi dan 90% sisanya hilang menjadi panas, sedangkan pada lampu TL memiliki nilai power factor yang rendah akibat penggunaan ballast magnetis. Kedua jenis lampu tersebut menjadi kurang efisien jika ditinjau dalam penggunaan energi karena rugi daya yang dihasilkan relatif tinggi. Oleh karena, untuk sementara ini substitusi lampu pijar dan lampu TL ke lampu hemat energi dianggap sebagai salah satu metode

konservasi energi yang cukup efektif karena lampu hemat energi mampu menghasilkan intensitas cahaya yang lebih tinggi dengan konsumsi energi yang lebih rendah bila dibandingkan dengan lampu pijar maupun lampu TL.

Metode konservasi energi pada beban lighting (penerangan) melalui substitusi lampu pijar dan lampu TL ke lampu hemat energi berpotensi menimbulkan permasalahan baru dibidang kualitas daya listrik. Menurut Halpin (2001), semiconductor converter loads yaitu bahan semikonduktor pada lampu hemat energi merupakan salah satu sumber harmonik yang mempengaruhi kualitas catuan daya (power quality). Harmonik sebagai salah satu penyebab menurunnya kualitas daya memiliki pengaruh sangat dominan karena pengaruhnya yang permanen, menyebar ke sistem suplai energi dan perangkat energi bahkan mengakibatkan pengaruh ke pembangkit. Dengan demikian dampak akibat harmonik justru akan menimbulkan kerugian yang cukup besar bila ditinjau dari aspek teknis.

Oleh karena itu, diperlukan metode yang dapat diterapkan guna mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut. Dalam penelitian ini akan dipaparkan mengenai hasil penelitian yang membahas tentang kemungkinan penggunaan metode pemakaian kapasitor terhadap lampu TL guna mengatasi permasalahan tersebut di atas. yang diharapkan dapat mengurangi inefisiensi energi serta dapat meningkatkan kualitas daya listrik. Rumusan yang akan diungkap dalam penelitian ini antara lain bagaimana kombinasi beban penerangan

yang menghasilkan efisiensi energi dan kualitas daya listrik yang optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Lampu

Lampu pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh Thomas Alfa Edison dalam bentuk lampu pijar. Selama lebih dari 130 tahun, lampu telah mengalami banyak perubahan ditinjau dari jenis material yang digunakan maupun bentuk fisiknya jika di bandingkan dengan awal penemuannya. Perubahan tersebut didorong oleh kebutuhan manusia terhadap sumber pencahayaan buatan yang lebih efektif dan efisien.

Konsep dasar dari sebuah lampu adalah salah satu bentuk pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari transfer energy fisik maupun kimiawi yang terjadi pada saat lampu menyala. Energi elektromagnetik tidak semuanya dapat terlihat oleh mata telanjang, hanya gelombang antara 380 nm sampai dengan 750 nm saja yang dapat dengan mudah diubah menjadi terlihat oleh manusia. Gelombang yang terlihat oleh manusia itulah yang selanjutnya merupakan cahaya yang dihasilkan lampu.

1. Lampu Incandescent

Lampu jenis incandescent lebih dikenal dengan sebutan lampu pijar. Lampu pijar menghasilkan cahaya ketika arus listrik melewati filamen yang mempunyai resistivitas tinggi sehingga menyebabkan kerugian tegangan yang selanjutnya menyebabkan kerugian daya dan

mengakibatkan panas pada filament dan panas inilah yang menghasilkan cahaya (Muhaimin, 2001).

2. Lampu Fluorescent (TL)

Lampu fluorescent lebih dikenal masyarakat Indonesia dengan istilah lampu TL. Lampu ini dikembangkan sejak tahun 1980, bekerja menggunakan media gas fluor untuk menghasilkan cahaya. Energy listrik akan membangkitkan emisi gas di dalam tabung lampu sehingga akan timbul sinar ultra violet. sinar yang membentur bubuk fluorescent yang dilapiskan pada bagian dalam tabung mengubah sinar ultraviolet menjadi radiasi dalam spektrum yang dapat dilihat. Lampu fluorescent sangat peka terhadap temperatur udara di sekitarnya. Apabila suhu ruangan terlalu dingin dibandingkan dengan suhu lampu, maka ada kemungkinan lampu jenis ini tidak dapat menyala. Temperatur udara minimum pada lampu jenis tergantung dari ballast yang digunakan dan biasanya telah tercantum pada spesifikasi ballast tersebut.

3. Lampu Hemat Energi

Lampu hemat energi (LHE) merupakan salah satu jenis pengembangan lampu fluorescent dengan bentuk kompak sehingga sering juga disebut compact fluorescent lamp (CFL). Lampu hemat energy memiliki prinsip kerja yang sama dengan lampu fluorescent pada umumnya, yaitu memendarkan gas di dalam tabung lampu sehingga timbul sinar ultra violet akibat energi

listrik yang dialirkan. Perbedaan mendasar LHE dengan lampu fluorescent standar adalah lampu jenis ini didesain dengan bentuk dasar berupa uliran seperti lampu pijar sehingga dapat dengan mudah dipasang pada fitting lampu pijar yang sudah terpasang. Lampu hemat energy terdiri atas 2 bagian yaitu tabung lampu dan ballast magnetis atau ballast elektronis. Tabung lampu berisi campuran merkuri dan gas inert Argon (Ar), ballast elektronik terdiri dari komponen semikonduktor berupa penyearah dan converter DC ke AC.

B. Kualitas Daya Listrik (Power Quality)

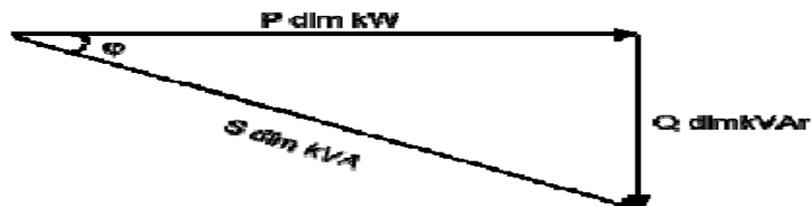
Kualitas daya listrik (Power Quality) adalah syarat umum yang menggambarkan karakteristik parameter catuan seperti arus, tegangan, frekuensi dan bentuk gelombang yang dibandingkan dengan standar, (Yafet 2007). Permasalahan kualitas daya listrik (Power Quality) merupakan permasalahan mengenai daya listrik yang mengalami penyimpangan baik tegangan, arus dan frekuensi sehingga menimbulkan kegagalan atau kesalahan operasi pada peralatan. Kualitas daya listrik dapat dikatakan sebagai mutu catuan listrik karena terjadi perubahan di dalam parameter kelistrikan terhadap power supply akibat penggunaan jenis beban. Kualitas daya listrik banyak dipengaruhi antara lain oleh beban, beban induktif, beban non linier, ketidak seimbangan pembebanan, transient, flicker dan lain-,lain. Penurunan

kualitas daya dapat menyebabkan peningkatan rugi,rugi pada sisi beban, bahkan menyebabkan penurunan kapasitas daya pada sumber pembangkit (generator). Kualitas daya listrik meliputi beberapa parameter yaitu :

a) Daya

Daya dalam sistem arus bolak-balik dikenal ada tiga macam, yaitu daya aktif (P) dengan satuan watt, daya reaktif (Q) dengan satuan Var dan daya semu (S) dengan satuan VA.

Daya aktif ditransformasikan untuk menghasilkan kerja berupa panas, sedangkan daya reaktif diperlukan oleh peralatan-peralatan yang bekerja dengan sistem elektromagnet. Kedua daya tersebut (daya aktif dan daya reaktif) membentuk suatu daya total yang disebut dengan daya semu, (Volta Megawati 2007:6). Hubungan dari ketiga daya tersebut digambarkan dengan sistem segitiga daya seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1

Hubungan daya pada gambar segitiga daya dijelaskan dengan persamaan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Persamaan Segitiga Daya

No.	Nama	Rumus	Satuan
1.	4. Daya aktif (P)	$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$	5. Watt
2.	6. Daya reaktif (Q)	$7. Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$	8. VAR
3.	9. Daya semu (S)	$10. S = V \cdot I$ $I = P + jQ$	11. VA

b) Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya semu. Daya aktif digunakan untuk mengoperasikan beban-beban pada pelanggan listrik. Daya semu di hasilkan oleh generator pembangkit yang ditransmisikan ke pelanggan listrik.

Bertambahnya daya reaktif berarti menyebabkan turunnya faktor daya listrik Rendahnya faktor daya pada sistem tenaga listrik dapat mengakibatkan kerugian seperti meningkatnya arus yang menyebabkan pemanasan pada kabel Rugi-rugi pada rangkaian sistem tenaga, meningkatnya kebutuhan daya nyata

(KW), menimbulkan drop tegangan yang mengakibatkan beda tegangan antara sisi kirim dengan sisi terima menjadi lebih besar sehingga akan memperburuk persentase pengaturan tegangan yang sesuai dengan persamaan dapat ditulis:

$$\% \text{Regulasi} = \frac{V_k - V_t}{V_t} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

V_k = Tegangan sisi kirim

V_t = Tegangan sisi terima.

c) Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan faktor daya yang murah dan perawatan yang cukup mudah dilakukan dengan cara menghubungkan kapasitor ke jaringan beban. Perbaikan faktor daya yang kaitanya dengan cacat gelombang (harmonik) akibat pemakaian beban tertentu memerlukan suatu desain peralatan untuk mengurangi atau menyaring harmonik.

d) Harmonik

Pada dasarnya harmonik adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya. Hal ini disebut frekuensi harmonik yang timbul pada bentuk gelombang aslinya sedangkan bilangan bulat pengali

frekuensi dasar disebut angka urutan harmonik. Kerugian akibat harmonisa mencakup aspek teknis, biaya dan keandalan. Dalam Yafet 2007, beberapa pengertian tentang harmonisa dapat dikemukakan sebagai berikut: 1) Secara matematis: suatu komponen yang ber,orde lebih dari satu fungsi periodik dengan analisa deret Fourier; 2) Secara listrik: suatu karakteristik komponen yang mengakibatkan perubahan bentuk gelombang arus atau tegangan dari yang seharusnya (membuat cacat gelombang) atau sesuai teori bahwa non sinusoidal AC sama dengan jumlah sinusoidal dasar dengan komponen harmonisanya.

C. Standard IEEE

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) merupakan lembaga atau organisasi internasional yang menangani masalah listrik dan elektronika. IEEE melakukan penelitian dan analisis untuk menetapkan standar sebagai aturan yang menjadi referensi kelistrikan dan elektronika beberapa negara di dunia. Distorsi untuk tegangan didasarkan pada nilai nominal tegangan yang bekerja.

Tabel 2 Batas Distorsi Tegangan Sistem Transmisi dan Distribusi Listrik

Nominal voltage	Individual Harmonic Orde	THD
$V \leq 69 \text{ kV}$	3,0 %	5,0 %
$69 \text{ kV} < V < 161 \text{ kV}$	1,5 %	2,5 %
$V \geq 161 \text{ kV}$	1,0 %	1,5 %

Tabel 3 Batas Distorsi Arus

SCA/IL	Individual Harmonic Order (H) Current Distortion Limit					THD
	H < 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	H ≥ 35	
<i>V_{supply} ≤ 69 kV</i>						
< 20	4,0 %	2,0 %	1,5 %	0,6 %	0,3 %	5,0 %
20 – 50	7,0 %	3,5 %	2,5 %	1,0 %	0,5 %	8,0 %
50 – 100	10,0 %	4,5 %	4,0 %	1,5 %	0,7 %	12,0 %
100 – 1000	12,0 %	5,5 %	5,0 %	2,0 %	1,0 %	15,0 %
> 1000	15,0 %	7,0 %	6,0 %	2,5 %	1,4 %	20,0 %
<i>69 kV < V_{supply} < 161 kV</i>						
< 20	2,0 %	1,0 %	0,75 %	0,3 %	0,15 %	2,5 %
20 – 50	3,5 %	1,75 %	1,25 %	0,5 %	0,25 %	4,0 %
50 – 100	5,0 %	2,25 %	2,0 %	1,25 %	0,35 %	6,0 %
100 – 1000	6,0 %	2,75 %	2,5 %	2,0 %	0,5 %	7,5 %
> 1000	7,5 %	3,5 %	3,0 %	2,5 %	0,7 %	10,0 %
<i>V ≥ 161 kV</i>						
< 50	2,0 %	1,0 %	0,75 %	0,3 %	0,15 %	2,5 %
≥ 50	3,5 %	1,75 %	1,25 %	0,5 %	0,25 %	4,0 %

D. Kapasitor

kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. kapasitor memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday. berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya. Satuan dari kapasitansi kondensator adalah Farad (F). Namun Farad adalah satuan yang terlalu besar, sehingga digunakan:

Pikofarad (pF) = 1×10^{-12} F

Nanofarad (nF) = 1×10^{-9} F

Microfarad (μ F) = 1×10^{-6} F

Kapasitansi dari kondensator dapat ditentukan dengan rumus:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

C : Kapasitansi

ϵ_0 : permitivitas hampa

ϵ_r : permitivitas relatif

A : luas pelat

d : jarak antar pelat/tebal dielektrik

MODEL PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif kualitatif. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur besaran, besaran kelistrikan menggunakan alat ukur listrik yaitu AVO meter, amper meter, cosQ meter, watt meter, Kwh meter. Variabel yang diukur antara lain: daya nyata, daya semu, daya reaktif, power factor, displacement power factor, arus, tegangan, THD arus dan THD tegangan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik elektro UnmuhPonorogo.

Pengambilan data dilakukan dalam 3 tahap, yaitu:

1. Pada tahap ini mengamati lampu TL dan Lampu LHE pada kondisi normal.
2. Pada tahap kedua mengamati lampu TL dengan di beri kapasitor.
3. Tahap ketiga analisa dari pengumpulan data yang di dapat.

Adapun bentuk pencarian data dapat di kelompokkan dalam tabel sebagai berikut

Tabel Pengukuran pada Lampu LHE

Jenis lampu	Rating Daya	Hasil Pengukuran							
		V	A	Daya			PF	THD%	
				P	S	Q		I	V
LHE	14	220	0,04	-	-	-	1,00	72,25	5,00
	18	220	0,06	10	17,82	10	0,75	72,67	4,72
	35	220	0,20	30	46,99	34,41	0,63	69,99	4,48

Tabel Pengukuran pada Lampu TL Sebelum menggunakan Kapasitor

Jenis lampu	Rating Daya	Hasil Pengukuran								
		V	I _{startUp}	IA	Daya			PF	THD%	
					P _(nyata)	S _(semu)	Q _(reaktif)		I	V
TL	15	220	0,33	0,13	20	30	20	0,33	16,36	4,94
	20	220	0,27	0,16	30	31,5	20	0,33	17,36	5,27
	40	220	0,55	0,22	30	40	50	0,63	13,59	5,50

Tabel Pengukuran pada Lampu TL Sesudah Diberi Kapasitor

Jenis lampu	Rating Daya	Hasil Pengukuran								
		V	I _{start}	IA	Daya			PF	THD%	
					P	S	Q		I	V
TL	15	220	0,23	0,10	10	10	0	0,60	62,61	4,30
	20	220	0,27	0,11	10	10	20	0,60	62,65	4,50
	40	220	0,33	0,15	20	40	30	0,93	74,09	5,50

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran pada masing, masing jenis lampu serta pemakaian lampu yang menggunakan kapasitor maka dicari nilai yang paling optimal berdasarkan karakteristik bentuk gelombang dari masing, masing jenis beban lampu tersebut. Pemakaian kapasitor pada lampu TL ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas daya listrik dari sistem kelistrikan sehingga kualitas daya listrik semakin meningkat yang juga berpengaruh terhadap peningkatan efisiensi penggunaan energi.

Pemakaian kapasitor pada lampu TL beban lampu yang menghasilkan kriteria sesuai dengan yang diharapkan (kualitas daya dan efisiensi semakin meningkat) adapun hasil data yang diperoleh sebagai berikut : menggunakan kapasitor ukuran 2 µf pada lampu TL 15 watt menghasilkan nilai arus yang mengalir 0,10 A dan PF 0,60 dimana sebelum pemakaian kapasitor di ketahui arus sebesar 0,13 A dan PF sebesar 0,33, pemakaian kapsitor 2,75µf untuk jenis lampu TL 20 watt menghasilkan arus mengalir sebesar 0,11 dan PF 0,60 dimana sebelum pemakaian kapsitor Di ketauai arus sebesar 0,16 Adan PF sebesar 0,33,

pemakaian kapasitor ukuran 3,25 pada lampu TL jenis 40 watt menghasilkan nilai arus 0,15 A dan PF 0,93 dimana sebelum pemakaian kapsitor diketahui arus yang mengalir 0,22 A dan PF 0,63 sementara pada pengukuran lampu Hemat energi tanpa pemberian piranti tambahan yakni pada lampu LHE merek philip ukuran 14 watt diperoleh arus yang mengalir sebesar 0,04 A dan PF 1,00 LHE ukuran 18 watt diperoleh arus mengalir 0,06 watt dan PF 0,75, untuk LHE ukuran 35 watt di peroleh arus yang mengalir 0,20 A dan PF 0,63

Adapun Nilai total harmonisa pada tiap lampu sebagai berikut untuk TL sebelum diberi kapasitor Neon 15 watt THD I: 16,36, THD V: 4,94, TL 20 watt THD I: 17,36 THD V: 5,27, TL 40 watt THD I: 13,59 THD V : 5,50 Untuk lampu TI setelah dipasang kapasitor TI 15 watt THD I: 62,61 V:4,30 TL 20 watt THD I : 62,65, THD V: 4,50 , untuk lampu TL 40 watt THD I :74,09, THD V:5,50, untuk lampu LHE 14 watt THD I: 72,25, V: 5,00, LHE 18 watt THD I : 72,67, V: 4,72 LHE 35 watt THD I : 69,99, V : 4,48 dari hasil pengukuran yang tertulis pada tabel di atas diketahui bahawa lampu TL setelah diberi kapasitor sesuai dengan faktor Daya yang tertera pada ballast masing lampu maka mengalami penurunan beban arus yang mengalir yang dapat diketahui berpa besar daya semu, daya nyata, daya reaktif serta total harmonic distarsion yang kemudian di bandingkan dengan lampu hemat energy yang telah diteliti.

Nilai distorsi harmonic LHE dilihat pada table pengukuran di atas Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa lampu hemat energi menghasilkan harmonisa arus

dengan THD yang besar sekali, sedangkan untuk Besar THD harmonisa arus yang disebabkan lampu fluorescent dengan ballast konvensional (TL) dapat dilihat pada gambar di atas. Harmonisa arus yang dihasilkan umumnya lebih sedikit disbanding lampu LHE Dari data hasil pengujian, dapat dilihat bahwa THD yang disebabkan harmonisa arus besar sekali. Harmonisa arus yang menyebabkan THD yang besar adalah harmonisa ganjil. Hampir semua lampu hemat energi ini menghasilkan THD yang disebabkan harmonisa arus ini di atas 90 %. Hal ini tentunya akan menjadi sangat memprihatinkan jika pada sebuah instalasi terdapat beban yang besar berupa lampu hemat energi ini.

SIMPULAN

Penggunaan kapsitor pada lampu TL dapat menurunkan Arus yang mengalir sehingga dapat memperbaiki factor daya selain itu penggunaan kapasitor pada Lampu TL dapat mempercepat lampu menyala sehingga daya semu atau daya lonjakan waktu stater penyalaan dalam pemanasan lampu katoda pada neon dapat di kurangi hingga pada nilai yang rendah kemudian nilai harmonisasi pada pemakaian kapasitor pada lampu TL cukup rendah di banding lampu LHE.

Sementara dari hasil pengujian pada lampu LHE didapat arus daya pada lampu yang mempunyai daya mendekati Lampu TL yang di ukur didapat hasil daya semu, daya nyata, dan daya reaktif yang kecil dibanding dari hasil pengukuran terhadap lampu TL namun pada Lampu LHE terdapat THD yang relative tinggi di banding dengan pemakaian kapsitor pada lampu TL.

Jadi Penggunaan Kapasitor pada lampu TL dapat menurunkan daya dan dapat meningkatkan factor daya akan tetapi nilai daya yang di hemat masih di bawah LHE dan lampu hemat energi sebagai penerangan dapat menghemat energi, tetapi sebaliknya penggunaan lampu hemat energi dapat menyebabkan gangguan harmonisa arus yang besar sekali.

Penggunaan lampu hemat energi yang semakin meningkat dapat menyebabkan masalah baru pada sistem tenaga listrik Lampu hemat energi menyebabkan harmonisa arus ganjil dengan THD yang besar sekali, Mengingat harmonisa yang disebabkan penggunaan lampu hemat energi adalah harmonisa ganjil. Dari hasil pembahasan diatas maka perlu adanya peningkatan kualitas dalam bebagia hal seperti pada berikut Untuk meningkatkan hasil peneltian ini, maka peneliti mengharapkan kepada semua pihak agar hasil penelitian ini : Disebar luaskan agar para konsumen listrik yang banyak menggunakan lampu jenis tabung fluorescent dapat menerapkan cara - cara didalam penelitian ini. Perlu diadakan penelitian lanjutan tentang dampak getaran cahaya lampu tabung fluorescent dengan ballast induktor, dan akibatnya pada mata manusia. Perlu diteliti tentang bahan - bahan pembuat induktor, inti dan tabung lampu fluorescent agar lebih baik dan lebih efisien dalam mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Perlu diteliti sebuah alternative lampu yang lebih evisien disbanding lampu TL dilihat dari segi keuntungan dan kerugian di banding duajenis lampu yang telah di teliti di atas Perlu diteliti tentang Alternativ lampu yang

memiliki kelbiahan dan ninimalis kekurangan lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Dugan, R.C., Mc Granaghan, M.F dan Beaty, H.W. 1996. Electrical Power System Quality. New York: Mc Graw,Hill
- Edward, A. 1983. Lamps and Lighting. Great Britain: The Pitman Press
- Energy Savers. 2009. Compact Fluorescent Lamps. Available online at: http://www.energysavers.gov/your_home/lighting_daylighting/index.cfm/mytopic=12050. Diakses: 19 Mei 2009
- Guntoro, H. 2009. Keandalan dan Kualitas Listrik. Available online at: <http://www.dunia-listrik.blogspot.com>. Diakses: 19 Mei 2009.
- Halpin, S.M. 2001. The Electronic Power Engineering Handbook. Mississipi: CRC Press LLC.
- Heydt G.T. 1991. Electric Power Quality. Avarua: Stars in a Circle Publication.
- Martin WU Kwok,tin, Ir. 2003. Standars of Power Quality with reference to the code of Practice for energy Efficiency of Electrical Installations. Energy Efficiency Office, Electrical and Mechanical Services Departement
- Merriem Webster Online. 2008. Incandescent Lamp. Available online at: <http://visual.merriamwebster.com/house/electricity/lighting/incandescent-lamp.php>. Diakses: 19 Mei 2014.
- Muhaimin. 2001. Teknologi Pencahayaan. Bandung: PT Refika Aditama.