

PERANCANGAN FILTER AKTIF *BOOST INDUCTOR* MENGGUNAKAN IC TDA 4863-2G UNTUK BALLAST ELEKTRONIK *INVERTER HALF BRIDGE ZERO VOLTAGE SWITCHING*

Andi Mahardi H.¹, Agung Warsito², Karnoto²
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH Tembalang, Semarang 50275
email : aduh_perih@yahoo.com

Abstract

High Pressure Sodium Lamp is one of the high pressure discharge lamp that is efficiently used in lighting and commonly used for outdoor like street lighting. To switch on this lamp, we need additional tool called ballast. Electronic Ballast is one kind of ballast that popular recently. It is much simpler but it also has a very huge harmonic current that makes the power factor low as a weakness. For that reason, we need harmonic filter.

Usage of harmonic filter could solve the problem above. In this final assignment, active harmonic filter that the dimmer could be controlled was made using IC TDA 4863-2G put in electronic ballast electronic inverter half bridge Zero Voltage Switching (ZVS).

Harmonic filter prototype could decrease THD current until 17.6% and power factor to 0.973 when the light is 150 watt. Meanwhile, when the light is only 130 Watt, it could decrease THD current around 22,0% with power factor 0.958.

kata kunci : ballast electronic, filter harmonisa , Power Factor

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang^[1]

Kualitas daya yang baik pada suatu Sistem Tenaga Listrik adalah suatu keharusan. Kualitas daya dipengaruhi oleh jenis beban dalam sistem. Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linear dan beban non linear. Idealnya arus dan tegangan listrik memiliki bentuk sinusoida. Hal ini terjadi jika sumber tegangan sinusoida memberi suplai kepada beban linier.

Apabila beban bersifat non linier, arus yang dibutuhkan tidak sinusoida walaupun tegangan suplainya sinusoida. Ketidakinleran tersebut dapat disebabkan oleh sifat magnetis beban atau saklar semikonduktor. Penyebab ketidaksempurnaan ini antara lain adalah harmonisa dari peralatan-peralatan pemakai energi listrik, dimana peralatan tersebut mengeluarkan gelombang sendiri dan menginterferensi gelombang fundamental dan amplitudo dari arus maupun tegangan.

Harmonisa ini akan menyebabkan gelombang fundamental maupun amplitudo terdistorsi. Polusi harmonisa merupakan masalah penting kualitas daya. Dengan berkembangnya beban-beban non linier didalam aplikasi industri dan sistem distribusi, kompensasi harmonisa semakin menjadi perhatian khusus.

Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah dengan pemasangan filter aktif. Ada banyak metode yang dikembangkan untuk mendesain suatu filter daya aktif. Salah satu metode untuk mendesain filter daya aktif paralel, yaitu dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*) *boost inductor*.

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah membuat alat berupa filter daya aktif menggunakan IC TDA 4863-2G yang dirancang untuk *ballast* elektronik sehingga mengurangi harmonisa arus pada beban

1.2 Tujuan

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Mengurangi harmonisa arus pada *inverter* frekuensi tinggi *ballast* elektronik *inverter half bridge zero voltage switching*.
2. Memperbaiki faktor daya dari *ballast* elektronik *inverter half bridge zero voltage switching*.
3. Membandingkan unjuk kerja *ballast* elektronik menggunakan filter harmonisa dengan *ballast* elektronik

1.3 Pembatasan Masalah

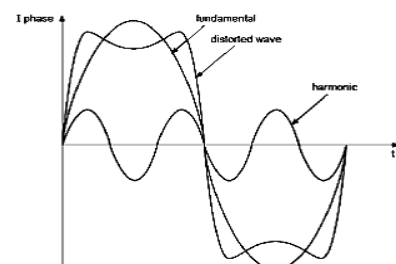
Pembahasan dalam tugas akhir ini dibatasi oleh :

1. Rangkaian filter yang digunakan berupa filter aktif *boost inductor* dengan IC TDA4863-2G.
2. Beban lampu yang digunakan adalah lampu sodium bertekanan tinggi (*High Pressure Sodium Lamp*) merek Phillips dengan daya keluaran 150W.
3. Hanya membahas tentang perancangan filter aktif menggunakan IC TDA4863.

II. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Harmonisa

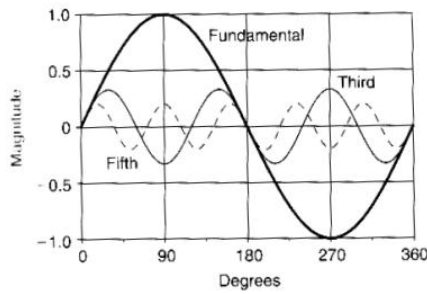
Harmonisa didefinisikan sebagai cacat gelombang sinus yang disebabkan oleh interaksi antara bentuk gelombang sinus sistem dengan gelombang lain yang mempunyai frekuensi kelipatan bilangan bulat dari frekuensi *fundamental*-nya. Frekuensi dasar suatu sistem tenaga listrik adalah 50 Hz (di Indonesia), maka harmonisa kedua adalah gelombang dengan frekuensi 100 Hz, harmonisa ketiga adalah gelombang dengan frekuensi 150 Hz dan seterusnya. Gelombang-gelombang ini menumpang pada gelombang aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah antara gelombang asli dengan gelombang harmonisanya^[3].



Gambar 2.1 Bentuk gelombang sinusoidal dan gelombang yg terdistorsi

Harmonisa ketiga dapat didefinisikan sebagai 3 periode gelombang yang terbentuk pada saat gelombang *fundamental*-nya masih berlangsung dalam satu periode. Harmonisa yang kelima juga terbentuk menjadi 5 periode gelombang 5 yang lebih kecil amplitudonya saat gelombang *fundamental* masih berlangsung dalam satu periode. Dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini :

^[1]Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro ^[2]Dosen Jurusan Teknik Elektro



Gambar 2.2 Frekuensi dasar, Harmonisa ke-tiga dan ke-lima

2.2 Sumber Harmonisa

Sumber utama harmonisa adalah beban non linier. Beban-beban non linier adalah jenis beban yang memiliki bentuk gelombang yang keluarannya tidak sebanding dengan masukannya, artinya gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya.

Beban non-linier umumnya merupakan komponen semikonduktor yang pada proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap setengah siklus gelombang atau beban yang membutuhkan arus yang tidak tetap pada setiap periode waktunya. Proses kerja ini akan menghasilkan gangguan/distorsi gelombang arus yang tidak sinusoidal.

Contoh beban non linier adalah konverter, *rectifier*, *variable speed drives*, komputer, *uninterruptible power supplies* (UPS), lampu *fluorescent*, dan lain-lain.

2.3 Akibat yang Ditimbulkan Harmonisa.

Efek yang ditimbulkan harmonisa antara lain :

- Pemanasan kapasitor
- Pemanasan pada mesin-mesin listrik
- Pemanasan pada transformator.
- Pemanasan pada kabel dan peralatan lainnya.
- Kesalahan pembacaan alat ukur.

2.4 Total Harmonic Distortion (THD)

THD adalah total nilai persentase komponen harmonisa terhadap komponen fundamental. Ada dua kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa, yang pertama adalah batas harmonisa untuk arus (THD_i) dan yang kedua adalah batasan untuk tegangan (THD_v). Untuk menentukan nilai THD dituliskan sebagai berikut :

$$THD_{\text{arus}} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N I_h^2}}{I_1} \times 100 \%$$

$$THD_{\text{teg}} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N V_h^2}}{V_1} \times 100 \%$$

Dimana:

- I_1 = Frekuensi *fundamental* arus.
- V_1 = Frekuensi *fundamental* tegangan.
- I_n = Harmonisa arus orde-n
- V_n = Harmonisa tegangan orde - n

2.5 Standart Harmonisa (IEEE 519-1992)

Standar harmonisa digunakan untuk mengetahui kriteria kelayakan dari *ballast* elektronik yang dibuat. Dalam tugas akhir ini standar yang digunakan adalah standar dari ANSI C82.77-2002. Karena standar ini juga di gunakan produsen Philips, sebagai standar produknya. Berikut standar ANSI C82.77-2002 untuk ballast elektronik :

Tabel 2.1 Standard harmonisa ballast electronic

Input Power (Watt)	Minimum PF	Max. Line Current THD
$P \leq 35$ watts	0.5	200%
$35W < P \leq 60W$	0.8	80%
$60W < P \leq 100W$	0.9	50%
$P > 100W$	0.9	20%

2.6 Faktor Daya

Rasio ini membandingkan daya aktif dengan daya nyata, termasuk semua harmonisa yang ada. Faktor daya ini merupakan faktor daya sebenarnya dari seluruh beban, baik beban linier maupun beban non-linier. rms total seluruh frekuensi.

Jika bentuk arus dalam suatu periode tidak sinusoidal murni, maka dapat di rumuskan sebagai berikut :

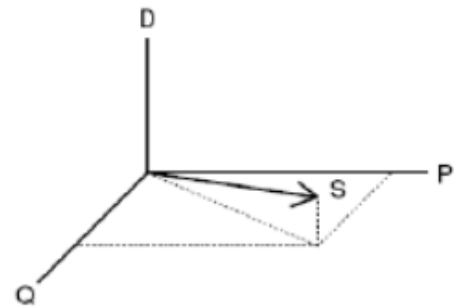
$$I_{rms\ total} = \sqrt{I_{0rms}^2 + I_{1rms}^2 + I_{2rms}^2 + I_{3rms}^2 + I_{nrms}^2}$$

Dimana I_{0rms} adalah arus DC komponen, I_{1rms} arus rata-rata (Irms) fundamental dan I_{2rms} dan I_{nrms} adalah arus harmonik. Untuk sinyal AC murni $I_0 = 0$. Karena dalam suatu daya terdapat dua element dasar, yaitu I_{1rmsP} dan I_{1rmsQ} , maka besarnya arus_{rms} dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I_{rms\ total} = \sqrt{I_{1rmsP}^2 + I_{1rmsQ}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{nRMS}^2}$$

Sehingga daya nyata dirumuskan :

$$P = V_{RMS} + I_{RMSP}$$



Gambar 2.3 Diagram vektor antara daya aktif, reaktif, semu dan distorsi.

Dimana ϕ adalah perbedaan sudut antara tegangan masukan dengan arus fundamental pada system :

$$I_{1RMS\ P} = I_{1RMS} \cos \phi_1$$

Dan

$$P = V_{RMS} I_{1RMS} \cos \phi_1$$

$$S = V_{RMS} I_{RMS\ total}$$

Maka Power factor dapat dihitung dengan rumus :

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{1RMS} \cdot \cos \phi_1}{I_{RMS\ total}}$$

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*hardware*)

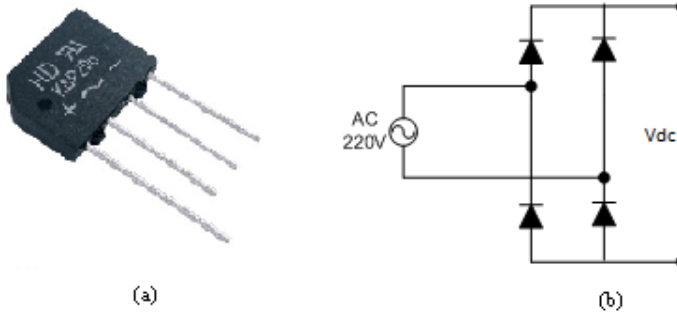
Perancangan perangkat keras dalam pembuatan tugas akhir ini semuanya tertuju pada perancangan bagian-bagian dari filter aktif, diantaranya :

1. Perancangan suplai rangkaian rangkaian daya;
2. Perancangan *active filter* menggunakan IC TDA 4863-2G SMD

3.1.1 Penyearahan Jembatan Penuh

Penyearah ini menggunakan diode *bridge* berkemampuan 4A dan dengan tegangan *breakdown* sebesar 1000V. Dengan masukan sumber tegangan AC langsung dari jala-jala PLN 220VAC/50Hz. Pada rangkaian ini, tidak digunakan *capasitor* sebagai filter gelombang keluaran. Hal ini dikarenakan gelombang keluaran dari penyearah jembatan penuh ini

digunakan sebagai referensi filter untuk membentuk gelombang sinus.



Gambar 3.1 a. Dioda Bridge
b. Rangkaian Penyearah satu fasa gelombang penuh

3.1.2 Langkah desain active filter

Di bawah ini adalah langkah-langkah perancangan secara detil dalam membuat *active filter* menggunakan IC TDA 4863-2G

- Memilih daya masukan sebagai acuan sesuai rancangan untuk lampu ballast.
Dalam hal ini, dipilih daya masukan $V_{innom} = 110 \text{ V} - 230\text{V}$, dengan daya keluaran 150 Watt.
- Menghitung minimum dan maksimum tegangan masukan dengan toleransi 20%.
 - Minimum input voltage :
 $V_{inmin} = V_{innom} - 20\% = 90 \text{ volt}$
 - Maksimum input voltage
 $V_{inmax} = V_{innom} + 20\% = 265 \text{ volt}$
- Menghitung minimum dan maksimum puncak tegangan masukan
Minimum peak input voltage :
 $V_{inPkmin} = \sqrt{2} V_{inmin}$
 $= \sqrt{2} \cdot 110 \text{ volt}$
 $= 127 \text{ volt}$
Maksimum peak input voltage :
 $V_{inPkmax} = \sqrt{2} V_{inmax}$
 $= \sqrt{2} \cdot 230 \text{ volt}$
 $= 375 \text{ volt}$
- Menentukan efisiensi minimum
Dalam hal ini dipilih efisiensi minimum sebesar 0.9
- Menentukan daya keluaran beban non linier
Aplikasi filter ini sendiri digunakan pada ballast elektronik untuk lampu high pressure sodium 150 watt.
- Menghitung maksimum puncak arus masukan
Minimum peak input current :
$$I_{inPkmax} = \frac{2P_{out}}{V_{inPkmin}}$$
$$= \frac{2 \cdot 150}{0,9 \cdot 127}$$
$$= 2.62 \text{ A}$$
- Menghitung maksimum arus puncak pada saat frekuensi tinggi
$$I_{PkmaxHF} = 2 I_{inPkmax}$$
$$= 2 \cdot 2.62$$
$$= 5.25 \text{ A}$$

- Menentukan ambang arus pengindra sebesar 1,0 volt
- Menghitung besarnya shunt resistor :

$$R_{11} = \frac{V_{ISensemax}}{I_{PkmaxHF}}$$

$$= \frac{1}{5.25A}$$

$$= 0.19$$

Setelah menghitung pada sisi sumber, sekarang menghitung pada sisi keluaran.

- Menghitung tegangan keluaran
Disarankan tegangan output minimum adalah $V_{out} + 30 \text{ Volt} = 400 \text{ Vdc}$
- Menghitung besarnya ambang tegangan lebih :
 $\approx 1,1 V_{out}$
 $\approx 1,1 \cdot 400\text{Vdc}$
 $\approx 440 \text{ Vdc}$
- Menentukan tegangan output divider dengan $V_{Ref} = 2,5 \text{ Volt}$ dan
 $I_{VAout} = 40\mu\text{A}$:
$$R_4 = \frac{V_{ref}}{\Delta I} \left(\frac{V_{ovp} - V_{out}}{V_{out} + V_{ref}} \right) = 998 \text{ k}$$

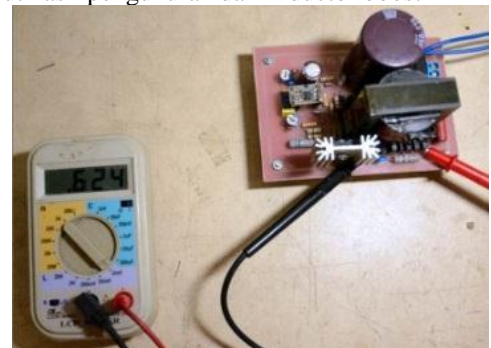
$$R_5 = \frac{V_{OVP} - V_{ref}}{\Delta I + V_{ref}/R_5}$$

$$= 6k34$$
- Menghitung besarnya induktor boost.
Pada perancangan filter menggunakan IC TDA 4863-2G diperlukan adanya induktor boost. Fungsinya sendiri sebagai penguat jika terjadi drop tegangan pada masukan filter. Sehingga diharapkan tegangan akan stabil sebelum masuk filter.
Berikut langkah-langkah perancangan rangkaian induktor boost:
$$L_p < \frac{V_{inpkmax}^2 \cdot (V_{out} - V_{inpkmax}) \cdot \eta}{V_{out} \cdot f_p \cdot 2 \cdot 2P_{out}}$$

$$= \frac{(375)^2 \cdot (410\text{V} - 375\text{V}) \cdot 0,9}{410\text{V} \cdot 25\text{kHz} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 150\text{W}} = 665\mu\text{H}$$

Sehingga dipilih $L_p = 665 \mu\text{H}$

Berikut hasil pengukuran dari induktor boost



Gambar 3.2 Penunjukan nilai pada boost inductor

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian dan analisa yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah pengujian terhadap *hardware* pada sistem secara keseluruhan.

4.1 Pengukuran Power Factor dan Harmonisa Arus Ballast Electronic Berdasarkan Frekuensi Switching Lampu.

Ballast electronic yang dibuat, didesain untuk dapat mengatur intensitas cahaya lampu (*dimmer*). Besar kecilnya frekuensi yang dihasilkan oleh mikrokontroler ATmega8535 mempengaruhi daya keluaran *inverter*. Dalam perancangan, didesain ke dalam empat kondisi frekuensi yaitu :

- Frekuensi 22Khz (F1), yaitu frekuensi untuk kondisi lampu menyala optimal (100%) sebelum difilter;
- Frekuensi 29Khz (F2), yaitu frekuensi untuk kondisi lampu menyala optimal (100%) setelah difilter;
- Frekuensi 32Khz (F3), yaitu frekuensi untuk kondisi menyala setengah optimal (75%) setelah difilter;
- Frekuensi 0Khz (OFF), yaitu frekuensi untuk kondisi lampu padam.

4.1.1 Kondisi 1 (150Watt tanpa filter)

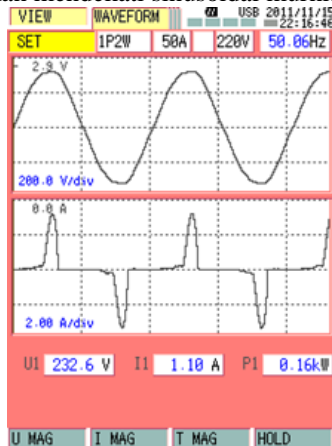
Kondisi F1 merupakan kondisi awal setelah lampu menyala dan sebelum di- filter. Kondisi ini frekuensi yang dihasilkan sebesar 22Khz. Pada frekuensi ini dirancang untuk dapat menyalakan lampu secara optimal.

Pengukuran *power factor* dilakukan untuk mengetahui besar *power factor* yang dihasilkan dari ballast elektronik yang dibuat. Selain *power factor*, harmonisa arus dari ballast elektronik yang dibuat juga diukur. Berdasarkan pengukuran, didapatkan data sebagai berikut :



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Power Factor, Vrms, Irms, THDi dan THDv dengan Power Quality Analyzer

Sedang bentuk gelombang arus masukan mengalami distorsi yang cukup besar, hal ini dikarenakan adanya arus harmonisa yang sangat besar. Akan tetapi bentuk gelombang tegangan masukan mendekati sinusoidal murni.



Gambar 4.2 Bentuk Gelombang Masukan Arus Dan Tegangan Sebelum di-Filter

Besarnya THDv dan THDi dapat dihitung sesuai dengan persamaan sebagai berikut:

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N I_h^2}}{I_1} \times 100 \%$$

$$= \frac{\sqrt{(0.02^2) + (0.58^2) + (0.01^2) + (0.46^2) + \dots + (0.00^2)}}{0.68} \times 100\%$$

$$= 127.26\%$$

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N V_h^2}}{V_1} \times 100 \%$$

$$= \frac{\sqrt{(0.2)^2 + (3.8)^2 + (0.1)^2 + (4.2)^2 + \dots + (0.0)^2}}{232.3} \times 100\%$$

$$= 2.623 \%$$

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{1RMS} \cdot \cos\phi_1}{I_{RMS \text{ total}}}$$

$$I_{rms \text{ total}} = \sqrt{I_{1rmsP}^2 + I_{1rmsQ}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{nRMS}^2}$$

$$= \sqrt{0.68^2 + 0.135^2 + ((0.02)^2 + (0.58)^2 + \dots + (0.0)^2)}$$

$$= \sqrt{0.4356 + 0.0182 + (0.7489)}$$

$$= \sqrt{1.2027}$$

$$= 1.097$$

Sehingga dapat di masukkan ke dalam rumus :

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{1RMS} \cdot \cos\phi_1}{I_{RMS \text{ total}}}$$

$$= \frac{0.68 \times 0.99}{1.097}$$

$$= 0.613$$

Dari perhitungan diatas, terlihat bahwa besarnya *power factor* antara pengukuran dan perhitungan hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian sudah sesuai dengan teori.

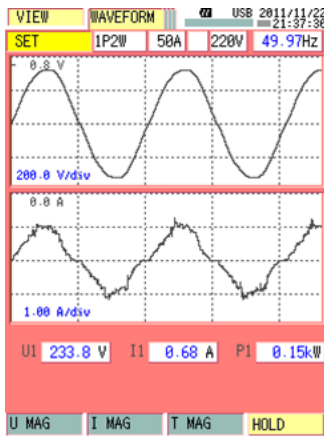
4.2.2 Kondisi F2 (150Watt difilter)

Kondisi F2 merupakan kondisi dimana lampu menyala optimal dan melewati filter. Kondisi ini digunakan ketika lampu melewati filter dimana tegangan input akan naik sebesar 410 Vdc, sehingga frekuensi switching dinaikkan agar daya pada lampu tidak berlebih.



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Power Factor, Vrms, Irms, THDi dan THDv dengan Power Quality Analyzer

Bentuk gelombang arus dan tegangan masukan dapat di lihat seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4.4 Bentuk Gelombang Masukan Arus Dan Tegangan Setelah di-Filter

Besarnya THD_v dan THD_i dapat dihitung sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N I_h^2}}{I_1} \times 100 \%$$

$$= \frac{\sqrt{(0.01^2)+(0.1^2)+(0.00^2)+(0.3^2)+\dots+(0.00^2)}}{0.66} \times 100\%$$

$$= 17.47\%$$

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N v_h^2}}{v_1} \times 100 \%$$

$$= \frac{\sqrt{(0.1)^2+(1.9)^2+(0.0)^2+(0.03)^2+\dots+(0.0)^2}}{100}$$

$$= 2.8 \%$$

Besarnya *power factor*, yaitu sebagai berikut :

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{1RMS} \cdot \cos\phi_1}{I_{RMS \text{ total}}}$$

$$I_{rms \text{ total}} = \sqrt{I_{1rmsP}^2 + I_{1rmsQ}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{nRMS}^2}$$

$$= \sqrt{0.65^2 + 0.093^2 + ((0.02)^2 + (0.58)^2 + \dots + (0.0)^2)}$$

$$= \sqrt{0.4356 + 0.0172 + (0.115326)}$$

$$= \sqrt{0.4442}$$

$$= 0.67$$

Sehingga dapat di masukkan ke dalam rumus :

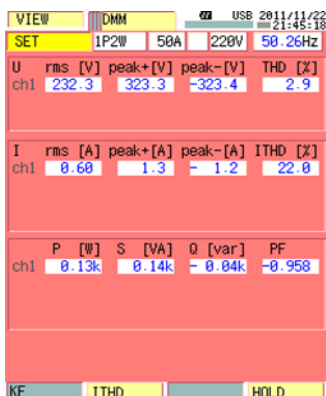
$$PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{1RMS} \cdot \cos\phi_1}{I_{RMS \text{ total}}}$$

$$= \frac{0.66 \times 0.99}{0.67}$$

$$= 0.975$$

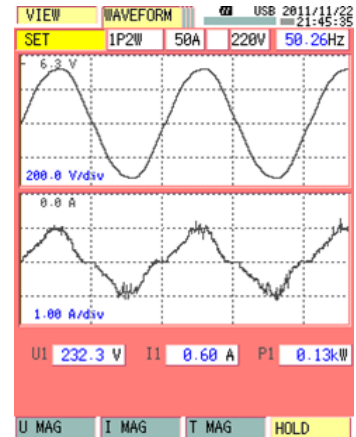
4.2.3 Kondisi F3 (130Watt difilter)

Kondisi F3 merupakan kondisi ketiga setelah lampu melewati filter dan menyala setengah dari kemampuannya. Berdasarkan pengukuran *power factor*, didapatkan data sebagai berikut :



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran *Power Factor*, *Vrms*, *Irms*, *THDi* dan *THDv* dengan *Power Quality Analyzer*

Setelah melewati filter, bentuk gelombang arus menjadi mendekati sinusoidal. Hal ini dikarenakan besarnya harmonisa telah tereliminasi cukup besar oleh filter.



Gambar 4.6 Bentuk Gelombang Masukan Arus Dan Tegangan Setelah di-Filter

Besarnya THD_v dan THD_i dapat dihitung sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N I_h^2}}{I_1} \times 100 \%$$

$$= \frac{\sqrt{(0.01^2)+(0.12^2)+(0.01^2)+(0.03^2)+\dots+(0.00^2)}}{0.58} \times 100\%$$

$$= 22.06\%$$

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^N v_h^2}}{v_1} \times 100 \%$$

$$= \frac{\sqrt{(1.1)^2+(1.7)^2+(0.5)^2+(1.8)^2+\dots+(0.0)^2}}{100}$$

$$= 2.94 \%$$

Besarnya *power factor* dapat di hitung menggunakan persamaan berikut :

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{1RMS} \cdot \cos\phi_1}{I_{RMS \text{ total}}}$$

$$I_{rms \text{ total}} = \sqrt{I_{1rmsP}^2 + I_{1rmsQ}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{nRMS}^2}$$

$$= \sqrt{0.5684^2 + 0.115^2 + ((0.02)^2 + (0.58)^2 + \dots + (0.0)^2)}$$

$$= \sqrt{0.3249 + 0.013225 + (0.0172)}$$

$$= \sqrt{0.3536}$$

$$= 0.5946$$

Sehingga dapat di masukkan ke dalam rumus :

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{I_{1RMS} \cdot \cos\phi_1}{I_{RMS \text{ total}}}$$

$$= \frac{0.58 \times 0.96}{0.5946}$$

$$= 0.936$$

Dari perhitungan diatas, terlihat bahwa besarnya *power factor* antara pengukuran dan perhitungan hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian sudah sesuai dengan teori.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Filter aktif *boost inductor* dapat menurunkan THD (Total Harmonic Distortion) arus sumber pada sistem sebesar 126.2 % menjadi 17.6% pada kondisi dua dan menjadi 22.0% pada kondisi ketiga.
2. Dari hasil pengujian faktor daya dan *cos phi* dari *ballast* elektronik, sebelum melewati *filter* didapat *power* faktor daya sebesar 0.617, dan setelah melewati *filter* didapat *power* faktor daya sebesar 0.973 pada kondisi kedua dan faktor daya sebesar 0.958 pada kondisi tiga
3. Sebelum menggunakan filter, arus harmonisa pada ballast sangat besar, sedangkan setelah difilter arus harmonisa mengalami penurunan yang signifikan.
4. Pada sistem yang menggunakan Filter aktif *boost inductor*, nilai THD arus pada kondisi kedua, sudah dalam batas yang diijinkan atau sesuai dengan standard ANSI C82.77-2002 (dibawah 20%).

5.2 Saran

Saran yang dapat saya berikan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini, digunakan filter aktif *boost type*, yang mampu mengurangi arus harmonisa menjadi 17%. Sehingga pada penelitian selanjutnya dapat digunakan filter aktif *multicascade inverter* untuk mengurangi *losses* pada *boost inductor*.
2. Ballast elektronik yang dibuat menggunakan topologi setengah jembatan, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan topologi jembatan penuh untuk beban yang lebih tinggi, misalnya 250Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Timothy L. Skvarenina, *Power Quality and Utility Interface Issues*.
- [2.] J. Arrillaga, N.R. Watson, *Power System Harmonics*, 2003
- [3.] Noel Qillon and Pierre Roccia, 2004.
- [4.] Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, Santoso Surya, H. Wayne Beaty, *Electrical Power Systems Quality*.
- [5.] L. Wuldart, *Understanding Power Factor*, Application Note, 2003.
- [6.] American National Standart, *Harmonic Emission Limits-Related Power Quality Requirements for Lighting Equipment*, 2002.
- [7.] A. Nugraha Dhika, *Ballast Elektronik Lampu Jenis High Pressure Sodium (HPS) Bertopologi Inverter Setengah Jembatan Resonan Seri Frekuensi Tinggi Dengan Mikrokontroler Atmega8535*, Semarang, 2011.
- [8.] Rashid M, *Power Electronics Circuit, Device, and Application 2nd*, Prentice-Hall International Inc, 1988.
- [9.] Wolfgang Frank, Michael Herfurth, *Application Note AN-PFC-TDA4863-1*, Infineon technologies, 2002.
- [10.] Fujita, H., Akagi, H., "Voltage Regulation Performance of a Shunt Active Filter Intended for Installation on a Power Distribution System", 2007.
- [11.] Akagi, H., *New Trends in Active Filters for Power Conditioning*, 1996.
- [12.] Bhattacharya, S., Divan, D., *Synchronous Frame Based Controller Implementation For A Hybrid Series Active Filter System*, 1995.

- [13.] Munoz, Antonio M. "Power Quality Mitigation Technologies in Distributed Environment", London Springer Science, 2007.
- [14.] Rudnick H., Dixon J., Morán L., *Delivering clean and pure power*. IEEE Power & Electronics Magazine vol.1, 2003
- [15.] Peng, F.Z., "Application Issues Of Active Power Filters", IEEE Industry Applications Industry Magazine, Vol. 4, pp. 21-30, 1998.
- [16.] Senturk, Osman S., Hava, Ahmet M., "High Performance Harmonic Isolation and Load Voltage Regulation of the Three-phase Series Active Filter Utilizing the Waveform Reconstruction Method", Industry Applications Society Annual Meeting 2008.
- [17.] Li, Jianlin, *A Novel Current-source Converter with Carrier Phase Shifted SPWM for Active Power Filter*. China: Electrical Engineering Dept. Zhejiang University Hangzhou, 2000

BIODATA

Andi Mahardi Hendrawan (L2F606005), lahir di Kabupaten Tegal, Jawa Tengah, pada tanggal 28 Mei 1988.



Ketenagaan.

Menempuh pendidikan pertama kali di SDN Tb. Luwung 02, kemudian melanjutkan studinya di SLTP N 1 Adiwerna pada tahun 2003. Ditahun yang sama masuk ke SMA N 1 Slawi. Penulis yang hoby fotografi inipun, sekarang sedang menempuh pendidikan di Universitas Diponegoro Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Agung Warsito, DHET
NIP 195806171987031002

Karnoto, ST, MT
NIP 196907091997021001