

RANCANG BANGUN AC POWER SUPPLY SATU FASA STEP DOWN 230V/12V DENGAN MENGOPTIMALISASI PENGURANGAN RUGI-RUGI DAN PERBAIKAN HARMONISA

Djoko Suhantono, I Wayan Sudiarta dan I Made Sumerta Yasa

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, Tuban Bandung Bali,

Phone : +62-361-701981, Fax: +62-361-701128, Email: djokosuhantono@gmail.com

Abstrak: Catu daya arus bolak balik di Laboratorium Elektronika Jurusan Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali sebagian besar mengalami kerusakan. Oleh karena itu, para instruktur perlu memikirkan pengadaan peralatan baru dan salah satu alternatif untuk mewujudkannya adalah dengan rancang bangun. Catu daya yang akan dirancang menggunakan komponen-komponen yang terdapat di pasaran misalnya trafo Belt, Sanlin dan Orient. Rancang bangun ini, diperlukan rancangan rangkaian catu dayanya, komponen trafo, induktor dan kapasitor sebagai filter. Rancangan ini, perlu dipertimbangkan rugi-rugi arus harmonik dan tegangan harmonik serta power keluarannya. Selanjutnya, catu daya ini perlu dipertimbangkan juga tentang koefisien berat dengan daya keluarannya. Dari rancangan yang telah terbuat ini, maka hasil yang diperoleh: koefisien trafo Belt 3,5 gram/watt, sedangkan trafo Orient koefisien 3,05 gram/watt dan trafo Sanlin 3,2 gram/watt. Nilai pengukuran THDi dan THDv setelah diperbaiki dengan menggunakan filter dari masing-masing trafo, maka trafo Belt memiliki arus dan tegangan harmonik paling baik dibandingkan dengan lainnya yaitu memiliki THDi 9,2% dan THDv 5,5%, selanjutnya power keluarannya ketiganya relatif stabil. Oleh karena itu, jika melihat hasil kajian dari ketiga trafo tersebut alternatif yang digunakan untuk rancang bangun Power supply bolak-balik adalah trafo Belt

Kata kunci: rancang bangun, power supply, koefisien, harmonisa.

***Abstract:** Alternating current power supply in Electronics Laboratory Electrical Engineering Department of the Bali State Polytechnic largely damaged. Therefore, instructors need to think about the procurement of new equipment and one of the alternatives to realize it is by design. The power supply will be designed using components that are in the market for example transformer Belt, Sanlin and Orient. This design requires design of the power supply circuit, transformer components, inductors and capacitors as filters. This draft should be considered loss of harmonic currents and harmonic voltage and power output. The power supply should be considered in term of its weight coefficient with its output power. Of the design made, the results obtained: Belt transformer coefficient of 3.5 grams / watt, while Sanlin transformer has a coefficient of 3.05 grams / watt and transformer orient has a coefficient 3.2 grams / watt. Value measurement and THDv THDi after repaired by using filters of each transformer, the transformer Belt has a harmonic currents and voltages are best compared with others that have THDi and THDv 9.2% and 5.5%, hereinafter the three relatively stable power output. Therefore, if you see the results of the study of the three alternative transformer used for power supply design is a transformer*

Keywords: design, power supply, coefficient, harmonic

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini, peralatan elektronika cukup berkembang dengan pesat. Hal ini terlihat dengan semakin banyaknya penggunaannya baik pada rumah tangga,

perkantoran maupun industri dan keperluan Laboratorium. Seperti kita ketahui peralatan catu daya untuk sumber-sumber tegangan arus bolak balik banyak ditemukan dipasaran, namun untuk kebutuhan laboratorium sangat terbatas. Power supply untuk keperluan Laboratorium sebagian besar merupakan produk impor : Lorenzo, ITT, Tetrix dan lain-lain.

Rancang bangun ini di buat bertujuan untuk peralatan penunjang praktek Laboratorium Elektronika Prodi teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Perlu diketahui bahwa peralatan seperti *AC Power Supply* satu fasa (Catu daya) yang ada di Laboratorium Prodi Teknik Elektro tidak mencukupi untuk melayani praktikan sebanyak 84 mahasiswa (tiga kelas). Pelaksanaan praktik dengan system semi blok rasio penggunaan alat dan praktikan *AC Power Supply* 1: 42 per minggu per Laboratorium [7]. Rancang bangun catu daya tidak lepas dari penggunaan tranformator, transformator merupakan suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika [4].

Sesuai dengan Kompetensi kurikulum KBK Prodi Teknik Listrik Tahun 2012 bahwa mahasiswa dapat memahami fungsi satu fasa. Penggunaan caya daya satu fasa dapat dilakukan pada praktikum Rangkaian Listrik I dan mahasiswa lulus praktik bila melalui tahapan-tahapan sebagai berikut: Proses praktek: a) langkah kerja, teknik kerja dan sikap kerja (40%), b) hasil praktek : benda uji dan Laporan (20%), c) tes evaluasi (20%), hal ini berdasar SOP Praktikum Laboratorium/Workshop Penilaian Praktek dan Pedoman K3.

Pada SPTK-21 dikemukakan laboratorium merupakan tempat untuk mengaplikasikan teori keilmuan, pengujian teoritis, pembuktian uji coba, penelitian, dan sebagainya dengan menggunakan alat bantu yang menjadi kelengkapan dari fasilitas dengan kuantitas dan kualitas yang memadai [2] . dan standar sarana dan prasarana dengan rasio antara alat dan peserta didik per Laboratorium minimal 6 unit seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Jenis, Rasio dan Diskripsi Sarana Laboratorium Peralatan Pendidikan

No	Jenis	Ratio	Diskripsi
1	Catu daya (<i>AC Power Supply</i> satu fasa)	6 buah/Lab	Tegangan Masukan 220V dan tegangan keluaran 0-26V
2	Oscilloscope	1set/Lab	20Mhz , dua kanal beroperasi X-Y, tegangan masukan 220V, dilengkapi Probe intensitas
3	Komponen elektronika	1 set	Hambatan tetap antara 1 Oh – 1M Ohm, disipasi 0,5 Watt, masing-masing 30 buah.
4	Generator fungsi (AFG)	6 buah	Frekuensi luaran dapat diatur, dalam rentang audio, minimum 4 jenis gelombang.

Sumber: Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 24 Tahun 2007

Jenis *AC Power Supply* yang dimiliki Laboratorium Prodi Teknik Listrik PNB adalah Step down 0-26 Volt merek Lorenzo sebanyak 6 buah tiga diantaranya sudah rusak.

Oleh karena itu, peneliti ingin merancang catu daya *AC step down* dengan kapasitas sama yaitu trafo step down CT tegangan input primer: 230V AC 50Hz dan tegangan output sekunder: 12V / 15V / 18V, arus *output* sekunder: maks. 1 A yang ada dipasaran karena komponen trafo merk Lorenzo tidak diperjual belikan dipasaran, tegangan sekunder yang

dikaji hanya sebatas pada tegangan 12 V. Komponen trafo yang digunakan dipasaran ini perlu adanya pengetesan laboratorium untuk mengetahui kesesuaian berat dengan daya trafo. Trafo yang baik akan memiliki nilai koefisien berat Vs daya yang sama atau lebih besar dari nilai yang tertera di atas dengan nilai toleransi maksimum minus 10% dari nilai yang tertera pada tabel 2 dan jika nilai koefisiennya lebih dari minus 10% bisa dipastikan trafonya tidak/kurang baik [3].

Tabel 2 Kesesuaian berat dengan daya trafo

Daya trafo (Watt)	Koefisien berat dengan daya (gram/watt)
0-100	35
100-300	28
300-700	23
700-1000	20

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) 60076-8 : 2009.

Koefisien berat dengan daya trafo =
 berat trafo / daya trafo(1)

Di samping itu, penggunaan transformator tidak lepas dari adanya rugi-rugi yang diakibatkan oleh pengaruh harmonisa. Pertimbangan harmonisa dan distorsi gelombang yang terjadi akibat beban reaktif (non linier) memegang peranan yang penting dalam penelitian ini. Harmonisa adalah deretan gelombang arus atau tegangan yang frekuensinya merupakan kelipatan bilangan bulat dari frekuensi dasar tegangan atau arus itu sendiri. Bilangan bulat pengali pada frekuensi harmonisa adalah orde (n) dari harmonisa tersebut. Sebagai contoh, frekuensi dasar dari sistem kelistrikan di Indonesia adalah 50 Hz maka harmonisa kedua adalah 2 x 50 Hz (100 Hz),

ketiga adalah 3 x 50 Hz (150 Hz), dan seterusnya hingga harmonisa ke n yang memiliki frekuensi n x 50 Hz. [5]. Selanjutnya, distorsi dari bentuk gelombang harmonisa-harmonisa yaitu kedua, ketiga dan seterusnya dijumlahkan dengan gelombang dasar, maka bentuk gelombang tegangan atau arus akan terdistorsi. Suatu sinyal **arus yang murni sinusoida**, dihasilkan oleh suatu daya yang sedang mensuplai beban yang linear.

Adapun permasalahan yang dihadapi berupa koefisien berat dengan daya transformator, berapa besar rugi-rugi harmonik yang ditimbulkan pada *power supply* satu fasa 220V/12V ini dan berapa besar nilai filter pasif untuk memperbaiki harmonisa yang timbul.

Tabel 3 Standar Harmonisa Tegangan

Sistem voltage	IHDV(%)	THDv (%)
Vrms ≤69 kV	3,0	5,0
69 kV < Vrms ≤161 kV	1,5	2,5
Vrms > 161 kV	1,0	1,5

Penelitian ini bertujuan : menganalisis nilai dari koefisien berat dengan daya tranformator untuk memprediksi kualitas trafo, menganalisa rugi-rugi harmonik yang timbul dan menganalisa hasil gelombang AC setelah diberi filter pasif

Individual Harmonik Distortion (IHD) adalah rasio antara nilai RMS dari harmonisa individual dan nilai RMS dari fundamental. *Total Harmonik Distortion* (THD) adalah rasio antara nilai RMS dari komponen harmonisa dan nilai RMS dari

fundamental. Berdasarkan standar IEEE 519. 1992 Ada dua kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa yaitu batasan untuk harmonisa arus dan batasan harmonisa tegangan [1].

$$I_{sc} = \frac{S(kVA)}{\% Zx\sqrt{3}xkV}(2)$$

Penelitian ini bertujuan : menganalisis nilai dari koefisien berat dengan daya tranformator untuk memprediksi kualitas trafo, menganalisa rugi-rugi harmonik yang timbul dan menganalisa hasil gelombang AC setelah diberi filter pasif

Tabel 4 Standar Harmonisa Arus

System voltage	ISC/ILoad	THDi (%)
Vrms ≤ 69 kV	< 20	5,0
	20-50	8,0
	50-100	12,0
	100-1000	15,0
	>1000	20,0
69 kV < Vrms ≤ 161 kV	< 20	2,5
	20-50	4,0
	50-100	6,0
	100-1000	7,5
Vrms > 161 kV	< 50	2,5
	≥ 50	4,0

Sumber: Dennis J.Hansen, *Harmonik Distortion, Engineering Standards And Technical Support Department, Salt Lake City : PacifiCorp, 1998*

THD tegangan dan arus : $THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{I_1}$

dan $THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1}$ (4)

Dimana:

Vh ; Ih = komponen harmonisa.

V1 ; I1 = komponen fundamental.

Filter aktif berdasarkan cara kerjanya, dibedakan menjadi dua yaitu filter aktif dan filter pasif. Filter aktif disusun dari peralatan – peralatan elektronika daya. Filter aktif merupakan tipe baru untuk peralatan filter eliminasi harmonisa dalam sistem tenaga. Filter ini disusun dari peralatan berbasis elektronika daya. Banyak metode yang telah dikembangkan oleh para pakar elektronika daya untuk mengeliminasi harmonisa dalam sistem tenaga dengan menggunakan filter aktif [6].

Menentukan nilai kapasitor :

$$C = \frac{Q_c}{\omega V_{rms}^2} = \frac{P(tg\theta_1 - tg\theta_2)}{\omega V_{rms}^2}$$
 Menentukan

nilai induktor dicari berdasarkan prinsip resonansi:

$$X_C = X_L \text{ maka } \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = 2\pi \cdot f \cdot L$$

sehingga diperoleh: $L = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot C}$

II. METODE PENELITIAN

2.1. Memprediksi kualitas trafo

- a. Sebagai langkah awal, menimbang terlebih dahulu berat trafo (dalam keadaan telanjang atau tanpa menggunakan casing) merk Belt , Orient dan Sanlin dengan step down 220V/12V dengan keluaran pada sekunder : 12V, 15V dan 18 V.
- b. Menghitung daya keluaran trafo pada sisi sekunder 1, 2 dan 3 dengan asumsi beban yang digerakkan oleh trafo ini adalah beban resistif dengan faktor daya (cos φ) =1

Daya sekunder = tegangan x arus nominal watt

Mengkonversikan berat trafo tersebut dalam gram, berat trafo yang di dapat selanjutnya dibagi dengan daya keluaran trafo yang sudah di hitung daya keluarannya.

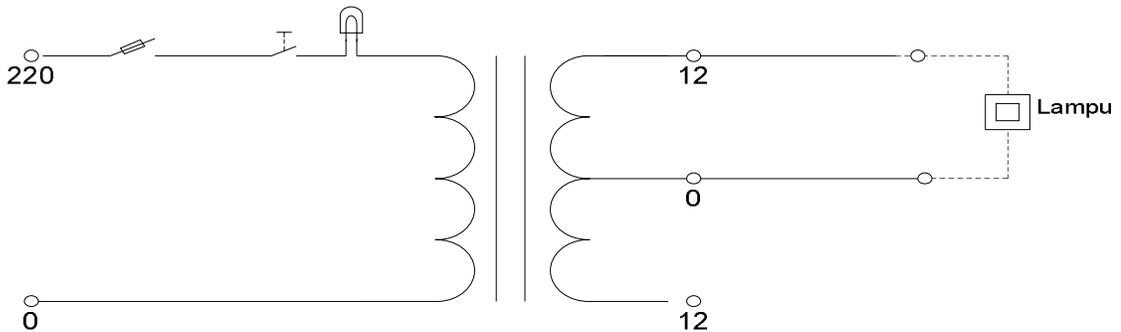
- c. Menghitung koefisien berat dengan daya transformator dan sesuai dengan Tabel 2

2.2. Menentukan THD_v dan THD_i sebelum diberi filter

- 2.2.1. Pengukuran kandungan harmonisa arus dan tegangan listrik dengan menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* merk Fluke 43B seperti rangkaian gambar 1(power supply dibuat menggunakan 1 buah trafo 1 fasa dengan kapasitas arus 1A dan sebagai beban lampu 24V/2W diseri dengan tahanan 1Ω seperti gambar 1

2.3. Menentukan THD_v dan THD_i setelah diberi filter

2.3.1. Pengukuran hanya sebatas pada tegangan sekunder 12 volt.



Gambar 1: Rancangan power supply arus bolak balik step down sebelum diberi filter

2.4. Menentukan THD_v dan THD_i setelah diberi filter

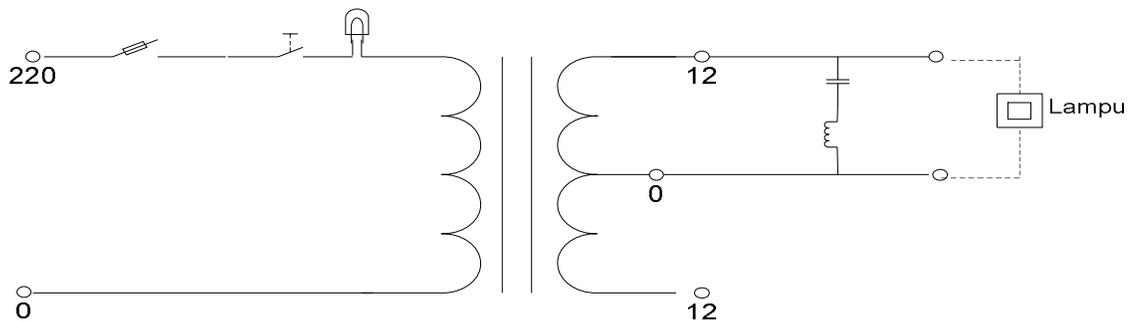
2.5. Analisis Data

Filter aktif digunakan untuk mengurangi penyimpangan tegangan pada sistem tenaga dan juga sebagai koreksi faktor daya seperti pada gambar 2.

Dari hasil pengukuran dan data yang diperoleh dengan analisa diskriptip yang meliputi :

Perlakuan pengukuran pada gambar 2 sama dengan poin 2.2, akan tetapi karena tujuannya adalah memperoleh harmonisa pada batas standar maka nilai filter telah diketahui.

- a. Hasil sebelum dipasang filter
- b. Hasil setelah dipasang filter



Gambar 2: Rancangan power supply arus bolak balik step down setelah di filter

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Memprediksi kualitas trafo yaitu menentukan daya keluaran pada sisi sekunder,

menimbang berat trafo dan selanjutnya menentukan koefisien berat dengan daya trafonya.

Tabel 5 Nilai Daya keluaran trafo

Tegangan sekunder (Volt)	Perhitungan	Daya (watt)
12	2 x 12	24
15	2 x 15	30
18	2 x 18	36
Daya total		90

Tabel 6 Nilai berat trafo

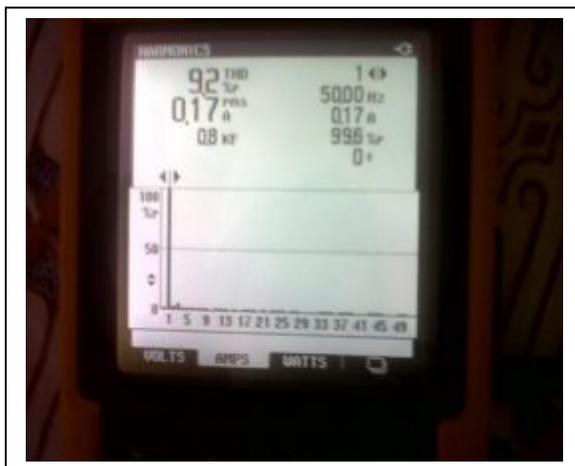
Jenis trafo	Berat (gram)
Belt	315
Orient	275
Sanlin	289

Koefisien berat dengan daya keluarannya pada trafo Belt terhitung 3,5 gram/watt, sedangkan pada trafo Orient koefisien terhitung 3,05 gram/watt dan trafo Sanlin terhitung 3,2 gram/watt. Berdasarkan tabel 2 ketiga merk trafo masih kurang memenuhi kriteria dari prediksi kualitas trafo.

Pengukuran harmonik Amper, Volt dan Power menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* merk FLUKE 43B. Adapun sebelum diberikan filter dapat diperoleh:

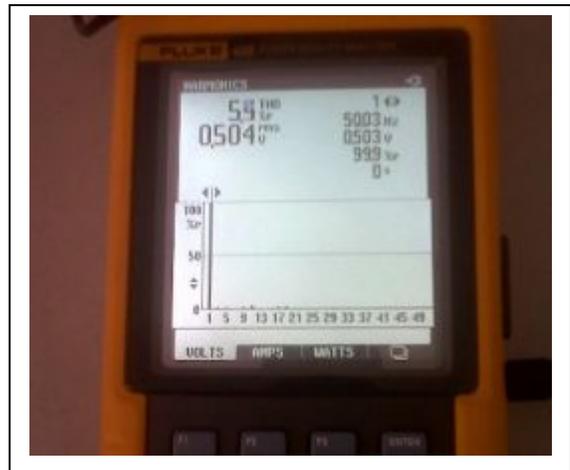
Tabel 7 Nilai THDi dan THDv serta Power Trafo

Trafo	Power (watt)	Power factor	THDi (amper)	THDv (Volt)
Belt	2	0,98	12,7	8,7
Sanlin	2	0,92	14,8	10,0
Orient	1,98	0,92	18,5	12,2

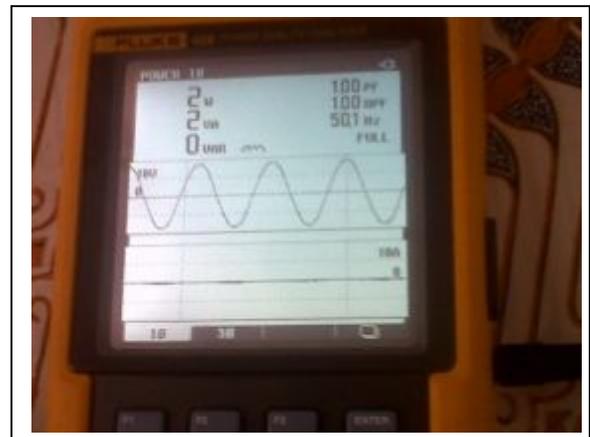


a) Nilai pengukuran THDi setelah diberi filter

Pada tabel telah tertera THD arus yang paling tinggi pada trafo Orient 18,5% , THDv 12,2 % sedangkan THDi paling rendah adalah trafo Belt 12,7% . THDv 8,7%, sedangkan daya masing – masing trafo relatif sama dan faktor daya masih memenuhi syarat lebih dari ketentuan yaitu lebih dari 0,8.



b) pengukuran THDv setelah diberi filter



c) Nilai Pengukuran Power dan Power Faktor

Pengukuran setelah menggunakan filter aktif dengan kapasitor (C) sebesar 1µF dan induktor (L) kurang lebih sebesar 5,6 Henry, maka diperoleh hasil THDi, THDv serta power sebagai berikut:

Trafo	Power (watt)	Power faktor	THDi (amper)	THDv (Volt)
Belt	2	1	9,2	5,5
Sanlin	2	0,92	11,2	8,2
Orient	1,98	0,92	12,9	10

Pada saat menggunakan filter seperti pada tabel dapat dijabarkan bahwa terdapat pengaruh positif terhadap nilai THDi dan THDv pada trafo dimana trafo Belt memiliki THDi 9,2% meskipun masih kurang dari ketentuan dari standar. Nilai THDv pada trafo Belt sebesar 5,5 % dapat dikategorikan memenuhi standar, sedangkan nilai daya dan faktor dayanya masih relatif stabil.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

Dari ketiga trafo yang telah terukur, penulis menyimpulkan bahwa trafo belt sebagai alternatif untuk digunakan sebagai komponen *power supply* satu fasa dengan alasan trafo tersebut memiliki koefisien berat dengan daya keluaran lebih besar yaitu 3,5 gram/watt, THDi lebih mendekati standar seperti pada tabel yaitu 9,2% dan THDv 5,5% sesuai dengan standar .

4.2. Saran

Hal yang diperlukan dalam kajian rancang bangun power supply arus balak – balik ke depan adalah bila pengukuran dilakukan rancang bangun *power supply* tiga fasa arus bolak balik *step down* 400V/12V dengan meninjau arus dan tegangan harmoniknya. Hal ini dilakukan, karena masih langkanya di pasaran padahal sangat diperlukan untuk simulasi-simulasi di Laboratorium.

Tinjauan Pustaka:

- [1.] Dennis J.Hansen, *Harmonik Distortion, Engineering Standards And Technical Support Department*, Salt Lake City : PacifiCorp, 1998
- [2.] Depdiknas, 2002, SPTK-21, Jakarta
- [3.] <http://yosmedia.blogspot.com/2002/02/transformator-center-tap-trafo-ct.html>
- [4.] Kadir, Abdul “ *Transformator* ”, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2000.
- [5.] Marsudi, Djiteng, Ir. 2002. *Pengaruh Harmonisa Dalam Pasokan Tenaga Listrik*. Prosiding Seminar Kiat Menghadapi Krisis Energi Listrik. Universitas Trisakti. Jakarta.
- [6.] MC Granaghan, Mark. “*Active Filter Design and Specification for Control of*

Harmoniks in Industrial and Comercial Facilities”. USA.

- [7.] Prodi Teknik Listrik, 2012. *Self Evaluation Jurusan Teknik Elektro PNB Bukit, Badung Bali*