

# RANCANG BANGUN ALAT PENGUBAH TEGANGAN AC 220 V 2 PHASA KE TEGANGAN 220 V 1 PHASA DI LABORATORIUM PT.PERTAMINA RU III PLAJU – SUNGAI GERONG

Muhammad Azhar Aswady<sup>1\*</sup>, Sri Agustina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, \*Email : azhar.aswady@yahoo.co.id

**Abstrak**—Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa Laboratorium PT.Pertamina Refinery Unit III Plaju – Sungai Gerong memiliki sistem kelistrikan 2 phasa. Setelah dilakukan pengukuran dimana L-N memiliki tegangan 127V 1phasa, dan L-L memiliki tegangan 220V 2 phasa. Sistem kelistrikan 2 phasa tidak bisa dilakukan untuk alat – alat Laboratorium yang ada di PT.Pertamina RU III Plaju – Sungai Gerong. Dimana apabila dipaksakan maka alat laboratorium akan rusak. Dengan mengubah tegangan listrik 2 phasa ke 1 phasa dengan keluaran sinusoidal menjadi solusi, dengan menggunakan inverter Vin 24 Vdc-27Vdc , tegangan dari Vsource PT.Pertamina 205Vac di searah menggunakan dioda dan diregulasi tegangan menjadi 24Vdc s/d 27 Vdc untuk masukan ke inverter. Vout dari inverter yang digunakan telah 220V 1 phasa dengan Line-Netral 220V, Massa – Netral  $\pm 1V$  dan frekuensinya 50 Hz. rancang bangun alat ini sangat baik untuk digunakan pada alat-alat laboratorium yang ada di PT Pertamina Refenety Unit III Plaju – Sungai Gerong.

**Kata kunci:** Pengubah Phasa, Inverter, 2 phasa, 1 phasa, dioda

**Abstract**—Based on the results of the study indicate that Refinery PT.Pertamina Laboratory Unit III Plaju – Sungai Gerong has a 2-phase electrical system. After the measurement in which the LN has 1 Phase 127V voltage, and L-L has a 2-phase voltage 220V. 2-phase electrical system can not be implemented to tool in PT.Pertamina RU III Plaju –Sungai Gerong. It will damage the equipment if it is implemented directly . By converting the voltage 2 phase to 1 phase with sinusoidal output into a solution, and using the inverter 24 Vdc-27Vdc Vin, the voltage of 205Vac PT.Pertamina Vsource in the direction of using a diode and a regulated voltage to 24Vdc s / d 27 Vdc for input to the inverter. Vout of the inverter has 220V 1 phase with Line-Neutral 220V, Mass - Neutral  $\pm 1V$  and a frequency of 50 Hz. This designed equipment can work well on laboratory equipment in PT Pertamina Refenety Unit III Plaju -Sungai Gerong .

**Keywords.** Phase Converter, Inverter, 2 phase, 1 phase, diode

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan barang-barang elektronika yang sangat pesat, membuat beberapa perangkat pendukung mengalami perubahan dan perkembangan. Beberapa alat elektronika semakin sensitif untuk menerima tegangan dari sumbernya. Untuk PT.PertaminaRU III yang menggunakan listrik 220 V 2 phasa dan untuk nilai 1 phasanya adalah 127 V. Hal ini mengganggu kerja peralatan yang membutuhkan tegangan 1 phasa 220 V, sesuai dengan ASTM level 4 seperti, *Destilasi D-86, Micro-Separometer, Electric Reading Balance, Hunter lab, gas chromatograph* dan lain-lain.

Tegangan 220V 2 phasa memiliki kekurangan yaitu tidak mempunyai massa sehingga menimbulkan *noise* tegangan yang besar. Akibat dari timbulnya *noise* tegangan membuat alat terganggu dan akhirnya akan mengalami kerusakan.

Hal ini dapat mengganggu aktivitas kerja dalam proses pembuatan minyak di PT.Pertamina RU III karena sebelum minyak mentah dikelola, harus dilakukan beberapa uji di laboratorium. Untuk itu penulis akan merancang dan membangun alat pengubah

tegangan 220 V 2 phasa ke 220V 1 phasa dengan keluaran gelombang sinusoidal agar alat elektronik yang ada di laboratorium PT. Pertamina RU III tersebut dapat digunakan dengan baik.

### A. Rumusan Masalah

Jurnal ini akan membahas bagaimana merancang bangun alat pengubah tegangan 220 V 2 phasa ke tegangan 220 V 1 phasa dengan keluaran sinusoidal 50 Hz dengan memperhitungkan kapasitas daya alat serta komponennya seperti, transformator, kapasitor, dioda, resistor, IC, transistor dan inverter.

### B. Batasan Masalah

Batasan masalah untuk rancang bangun ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan perangkat pengubah tegangan 220 V 2 phasa ke tegangan 220 V 1 phasa dengan keluaran gelombang sinusoidal,
2. Dalam penentuan daya alat ditentukan dari daya inverter yang akan digunakan dalam rancang bangun alat.

- Prediksi penambahan daya didasarkan pada penambahan peralatan laboratorium yang dibutuhkan mendatang.

**C. Tujuan Penelitian**

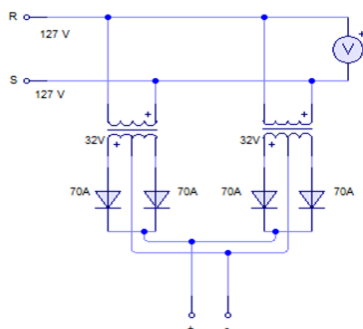
Sesuai dengan perancangan yang dilakukan maka tujuan penulisan dari perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

- Menentukan besarnya kapasitas alat yang dibangun sesuai daya yang dibutuhkan pada alat laboratorium PT.Pertamina RU III, dan
- Mengetahui spesifikasi komponen alat pengubah tegangan 220 V 2 phasa ke tegangan 220 V 1 phasa yang akan dibuat.

**II. HASIL**

**1. Pengujian Penyearah**

Penyearah berfungsi untuk mengubah tegangan sumber 220V 2 phasa AC ke tegangan DC dengan menggunakan dioda. Penyearah yang digunakan pada rangkaian ini adalah penyearah gelombang penuh



Gambar 1. Penyearah Gelombang Penuh

Transformator CT digunakan untuk menurunkan  $V_p = 220Vac$  ke  $V_s = 32Vac$ . Setelah itu dioda 70HF berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh dari AC ke DC.

**TABEL 1**  
**PENGUKURAN  $V_{OUT}$  PENYEARAH**

Nilai	Trafo Stepdown	$V_{outCT}$	$V_{out Dioda}$
$V_{01}$	220 V → 32V	33 Vac	28,57 Vdc

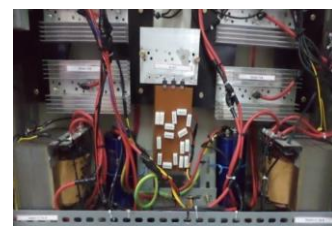
Setelah  $V_{out}$  dari Transformator CT ke dioda 70HF maka terjadilah tegangan jatuh. Dari data sheet dioda 70 HF nilai tegangan jatuhnya sebesar 1.46 V.

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= V_{ac} - 1,46 \text{ (Tegangan drop dioda 70HF)} \quad (1) \\
 &= 32 \text{ Vac} - (1,46 \times 2) \\
 &= 32 \text{ Vac} - 2,92 \\
 &= 29,08 \text{ Vdc}
 \end{aligned}$$

**TABEL 2**  
**PERBANDINGAN  $V_{OUT}$  PERHITUNGAN DAN PENGUKURAN**

$V_{out}$ Perhitungan	$V_{out}$ Pengukuran	$\Delta V$
240 ohm	4285 ohm	24 Vdc
240 ohm	4850 ohm	27 Vdc

$V_{in}$  dari inverter harus bernilai antara 24-27Vdc maka  $V_{out}$  dari penyearah harus di regulasi sehingga nilai  $V_{out}$  dari rangkaian mendekati  $V_{in}$  dari inverter yaitu bernilai  $V_{min}$  24Vdc dan  $V_{max}$  27 Vdc



Gambar 2. Rangkaian Penyearah Alat

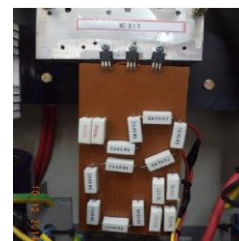
**2. Regulasi Tegangan IC LM 317**

Untuk mendapatkan nilai tegangan yang diinginkan diperlukan regulasi tegangan. Diperlukan IC regulator tegangan untuk menstabilkan  $V_{out}$  dari penyearah. Dalam rancang bangun ini tegangan yang dibutuhkan untuk inverter antara 24Vdc – 27 Vdc.

Rangkaian Regulator yang digunakan untuk rancang bangun ini adalah regulasi tegangan dengan IC LM 317 karena dari data sheet  $V_o$  dari IC LM 317 bernilai antara 1,2Vdc - 37Vdc, untuk mendapatkan nilai  $V_{out}$  24Vdc-dc dari IC LM 317 maka kita perhitungkan nilai R1 dan R2.

Komponen pendukung regulator tegangan variable LM317 pada dasarnya adalah rangkaian kombinasi R1 dan R2 yang berfungsi untuk mengatur  $V_{out}$  dari IC LM 317.

$V_{out}$  dari IC LM 317 bernilai dari 1,2 V – 37 V. Gambar 3 merupakan skema rangkaian regulasi tegangan yang menggunakan IC LM 317 sebagai regulasi tegangan dari tegangan penyearah yaitu 28,57 Vdc.



Gambar 3. Rangkaian Regulasi IC LM 317 pada alat

Tegangan keluar dapat diatur dengan mengubah dari nilai R2.

$$V_o = V_{ref} ( 1 + ( R_2/R_1 ) ) + I_{adj} . R_2 \quad (2)$$

$$V_o = V_{ref} ( 1 + ( R_2/R_1 ) ) + I_{adj} . R_2$$

Keterangan :

Vref : *Reference Voltage* (1,25 V)

R1 : Resistor 1 ( 240 ohm )

R2 : Resistor 2 ( ohm )

Iadj : *Adjustment Current* (100 μA = 0,0001 A)

Untuk mencari nilai R2,asumsikan  $V_{O1} = 24V$  dan  $V_{O2} = 27V$ , sehingga:

Untuk  $V_{O1} : 24V$ ;

$$V_{O1} = ( 1 + ( \frac{R_2}{R_1} ) ) . V_{OA} + I_{adj} . R_2 \quad (3)$$

$$24V = ( 1 + ( \frac{R_2}{240 \text{ ohm}} ) ) . 1,25 + 0,0001A . R_2$$

$$24V = 1,25 + ( 1,25R_2 / 240 \text{ ohm} ) + 0,0001 R_2 \quad \times 240$$

$$5760 = 300 + 1,25 R_2 + 0,024 R_2$$

$$5760 - 300 = 1,274 R_2$$

$$R_2 = \frac{5460}{1,274} = 4285 \text{ ohm}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas, diperoleh nilai seperti pada Tabel 3 berikut :

TABEL 3  
PERHITUNGAN NILAI R1 DAN R2

Nilai R1	R2	Vout
$V_{O1}$ 240 ohm	4285 ohm	24 Vdc
$V_{O2}$ 240 ohm	4850 ohm	27 Vdc

Dibutuhkan R2 = 4825 ohm untuk  $V_o = 24 Vdc$  jika menggunakan  $V_{min} = 24 Vdc$  ke  $V_{in}$  inverter dan R2= 4850 untuk  $V_{max} = 27 Vdc$  jika menggunakan  $V_{max} = 27Vdc$  ke  $V_{in}$  ke inverter. Tetapi karena adanya tegangan dari kapasitor Elco pada ujung rangkaian sebesar 5 V, maka kita regulasi tegangan 28,5 Vdc ke 7 V lebih rendah dari 28,5 Vdc yaitu sekitar 21,5 Vdc. Untuk  $V_{O2} : 21,5V$ ;

$$V_o = ( 1 + ( \frac{R_2}{R_1} ) ) . V_{OA} + I_{adj} . R_2$$

$$21,5 V = ( 1 + ( \frac{R_2}{240 \text{ ohm}} ) ) . 1,25 + 0,0001A . R_2$$

$$21,5V = 1,25 + ( 1,25R_2 / 240 \text{ ohm} ) + 0,0001 R_2 \quad \times 240$$

$$5160 = 300 + 1,25 R_2 + 0,024 R_2$$

$$5160 - 300 = 1,274 R_2$$

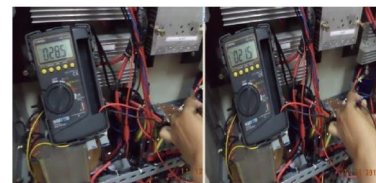
$$R_2 = \frac{4860}{1,274} = 3814,75 \text{ ohm} = 3815 \text{ ohm}$$

TABEL 4  
HASIL PENGUKURAN VO IC LM 317  
YANG TELAH TEREGULASI

Nilai	Tegangan		Hasil Pengukuran Vo IC LM 317
	Output IC LM 317	Tegangan Inverter	
Vic	1,2V-37V	24V-27V	21,5Vdc

### 3. Analisa

Dari hasil pengujian diperoleh tegangan *output* yang dihasilkan oleh IC 317 yaitu sebesar 21,5 v. Mengacu pada *data sheet* bahwa secara teori besarnya tegangan *output* mencapai 37 volt. Dalam *data sheet* di sebutkan juga batas *minimum* 1,2 Volt dan *maximum* tegangan *output* 37 Volt yang dihasilkan. Hal ini disebabkan dari adanya faktor naik turunnya tegangan dari sumber sehingga mempengaruhi tegangan *input* untuk IC 317.



Gambar 4. Pengukuran perubahan regulasi tegangan pada rangkaian alat

### 4. Penguat arus Transistor 3055

Dari *data sheet* diketahui bahwa transistor 3055 mampu dialiri arus maksimal sebesar 15 ampere. Semakin banyak Transistor dipararelkan maka semakin besar arus yang dihasilkan dan tidak membuat transistor cepat panas saat bekerja. Maka perhitungan arus yang dihasilkan :

$$I_{tot} = I_{maksimal \ transistor} \times \text{jumlah transistor} \quad (4)$$

$$= 15 A \times 30$$

$$= 450 A$$

Arus yang mengalir dari rangkaian transistor yang dipararel sebanyak 30 transistor adalah sebesar 450 A. Tabel 5 adalah data maksimum dari Transistor 3055 :

TABEL 5  
NILAI MAKSIMUM BAGIAN TRANSISTOR 3055  
(SUMBER : DATA SHEET)

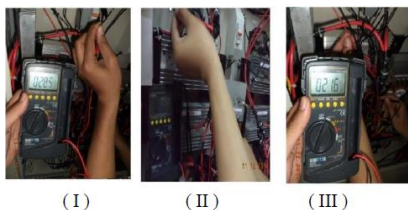
Rating	Simbol	Nilai	Satuan
Collector –Emitter	Vceo	60	Vdc

Collector – Emitter	Ccer	70	Vdc
Collector – Base	Vcb	100	Vdc
Emitter – Base	Veb	7.0	Vdc
Arus Collector	Ic	1.5	Idc
Arus Base	Ib	7.0	Idc

Untuk nilai  $V_{collector}$ ,  $V_{base}$  dan  $V_{emitter}$  pada rangkaian telah dilakukan pengukuran sebagai berikut :

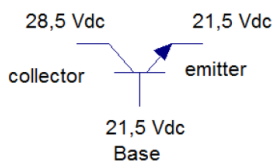
TABEL 6  
PENGUKURAN TEGANGAN COLLECTOR, BASE, EMITTER

Pengukuran	Nilai
$V_{collector}$	28,5Vdc
$V_{base}$	21,6Vdc
$V_{emitter}$	21,5Vdc



Gambar 5. Pengukuran tegangan (I)  $V_{collector}$ , (II)  $V_{emitter}$ , (III)  $V_{base}$ .

Data perhitungan untuk rangkaian penguat arus transistor 3055 :



Gambar 6. Tegangan pada transistor

5. Filter Kapasitor Elektrolit (Elco)

Filter kapasitor elektrolit (Elco) yang digunakan dalam rangkaian adalah  $75.000\mu f / 100 V$  dan  $75.000\mu f / 100 V$  yang dipasang paralel. Fungsi dari kapasitor elco pada rangkaian ini adalah sebagai penyaring tegangan ripple. Rumus pemilihan kapasitor sebagai berikut :

$$C = \frac{IT}{V_r} \tag{5}$$

dimana :

$I$  = Suplai arus maksimal ( A )  
 $T$  = Periode satu gelombang ( det )  
 - 0,02 untuk penyearah setengah gelombang ;  
 - 0,01 penyearah gelombang penuh  
 $V_r$  = Tegangan ripple  
 Maka untuk kapasitor digunakan dalam rangkain ini adalah :

$$C = \frac{IT}{V_r}$$

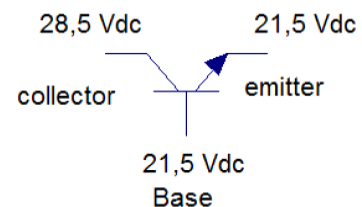
$$C = \frac{2A \cdot 0,01}{0,75}$$

$$C = 26666 \mu f \approx 30000 \mu f$$

Tegangan dari  $V_{emitter}$  selanjutnya dipasang filter kapasitor yang dipararel.  $V_{emitter} = 21,5Vdc$  mengalami kenaikan 5 volt setelah melewati kapasitor menjadi 26,5 Vdc.  $V_o = 26,5 Vdc$  masuk ke dalam ambang nilai batas  $V_{in}$  inverter sebesar 24-27 Vdc.

TABEL 7  
PENGUKURAN AKHIR TEGANGAN KE INVERTER

Nilai $V_o$	catu daya $V_{in}$ Inverter	Keterangan
26,5 Vdc	24 Vdc – 27 Vdc	Bisa digunakan



Gambar 7. Pengukuran  $V_{out}$  dari kapasitor

6. Inverter



Gambar 8. Inverter 500 watt

Setelah tegangan cukup antara 24 Vdc- 27 Vdc untuk menghidupan inverter maka inverter akan mengubah tegangan 26,5 Vdc ke 220 Vac 1 fasa murni dengan frekuensi 50 Hz. Besarnya daya dari inverter dibatasi menjadi 440 watt dengan memasang MCB sebesar 2A.

$$P = V \cdot I \tag{6}$$

$$= 220 V \cdot 2 A$$

= 440 watt

Pembatasan daya dari inverter agar *life time* dari inverter panjang dan inverter tidak cepat rusak apabila dipakai dalam waktu yang panjang.

III. PENGUJIAN ALAT

Hasil pengukuran alat menggunakan listrik 2 phasa PT. Pertamina RU III Plaju – Sungai Gerong

TABEL 8

PENGUKURAN  $V_{OUT}$  ALAT

Vin		Vs	Vout Alat		Ket
1 phasa	1 phasa		1 phasa	Netral	
123 V	122 V	205 V	220 V	$\pm 1 V$	Stabil

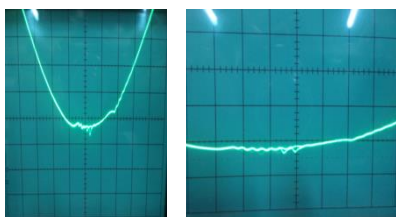


Gambar 9. Pengukuran Vin sumber Laboratorium PT Pertamina RU II



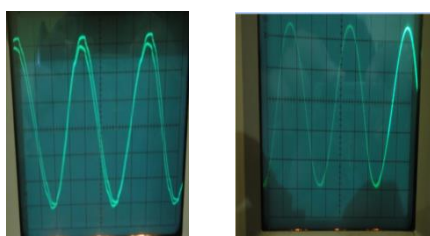
Gambar 10. Vout alat pengubah tegangan dan frekuensi

Menggunakan osiloskop untuk melihat tegangan riak pada keluaran gelombang alat dengan skala 5V/DIV, 1 mS TIME/DIV.



Gambar 11. Tegangan riak pada keluaran sinusoidal

Diperjelaskan kembali pada gambar 10 dibawah tegangan riak pada gelombang keluaran dengan mengubah TIME/DIV pada osiloskop yaitu 0,5 mS TIME/DIV



Gambar 12. Gelombang Masukan dan Keluaran Alat Pengukuran perubahan Vin ( 150V – 240V ) menggunakan slide regulator terhadap Vin alat.



Gambar 13. Slide Regulator

TABEL 8

PENGUKURAN PERUBAHAN  $V_{OUT}$  ALAT

No	Vin	Vout	Keterangan
1	150 V	220 V	Stabil
2	160 V	220 V	Stabil
3	170 V	220 V	Stabil
4	180 V	220 V	Stabil
5	190 V	220 V	Stabil
6	200 V	220 V	Stabil
7	210 V	220 V	Stabil
8	220 V	220 V	Stabil
9	230 V	220 V	Stabil
10	240 V	220 V	Stabil

A. Pengujian Alat Terhadap Perubahan beban

Pengukuran pengaruh perubahan beban ( 0 – 450 watt) terhadap  $V_{out}$  alat.

TABEL 9

PENGARUH BERUBAH BEBAN TERHADAP  $V_{O}$  ALAT

No	P = V X I			Vout
	V	I	P	
1	220 V	0 A	0 watt	220 V
2	220 V	0,22 A	50 watt	220 V
3	220 V	0,45 A	100 watt	219 V
4	220 V	0,68 A	150 watt	218 V
5	220 V	0,90 A	200 watt	217 V
6	220 V	1,13 A	250 watt	217 V
7	220 V	1,36 A	300 watt	217 V

B. Pengujian Alat Terhadap Alat – Alat Laboratorium RU III Plaju – Sungai Gerong

Pengujian Alat terhadap alat-alat laboratorium RU III Plaju Sungai Gerong.:

TABEL 10

PENGUJIAN ALAT TERHADAP ALAT-ALAT LABORATORIUM RU III

No	Nama Alat	Beban Alat	Vout
1	Micro Separometer	150 watt	220V
2	Distilasion D-86	400 watt	220V
3	Electric Reading Balance	50 watt	220V

Gambar pengujian alat laboratorium Pertamina RU III



Gambar 14. Pengujian Alat terhadap beberapa alat-alat laboratorium RU III Plaju-Sungai Gerong.

C. *Micro-Separometer*

TABEL 11  
PENGUJIAN MICRO-SEPAROMETER

No	Vin	Vout	Frekuensi	Keterangan
1	205V	220V	50 Hz	1 Phasa



Gambar 15. Pengujian Alat pada Micro Separometer

TABEL 12  
PENGUJIAN *ELECTRIC READING BALANCE*

No	Vin	Vout	Frekuensi	Keterangan
1	205V	220V	50 Hz	1 Phasa



Gambar 16. Vout Alat dalam pengujian *Electric Reading Balance*



Gambar 17. *Electric Reading Balance*

E. *Distilasi D-86*

TABEL 13  
PENGUJIAN TERHADAP DISTILASI D-86

No	Vin	Vout	Frekuensi	Keterangan
1	205V	220V	50 Hz	1 Phasa



Gambar 18. Distilasi D-86

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan perancangan serta pengujian “ Rancang bangun alat pengubah tegangan 220 V 2 phasa ke tegangan 220 V 1 phasa dengan keluaran sinusoidal dilaboratorium PT.Pertamina RU III Plaju – Sungai gerong” Untuk regulasi tegangan menggunakan IC LM 317 adalah yang paling baik. Regulasi tegangan IC LM 317 didapat untuk Vin 28,57 Vdc dengan R1=240 Ω dan R2= 3815 Ω maka untuk Vo = 21,5 Vdc. Kemampuan dari inverter mempengaruhi Vout jika di beri beban penuh. Jika diberi beban mendekati beban penuh sebesar 450 watt dari kapasitas inverter 500 watt Vout dari alat menjadi 215 Vac. Secara keseluruhan alat yang dibangun ini telah dapat digunakan di Laboratorium PT.Pertamina RU III Plaju – Sungai Gerong dengan Phasa-Netral= 220 V, Phasa-Ground=220V, Netral-Ground= ± 1V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blocher, Richard, *Dasar Elektronika*. Yogyakarta. Penerbit Andi. ISBN:979-731-494-4, 2003.
- [2] Boylestad, Robert L and Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*. 10Ed. Pearson Education, 2009.
- [3] Cekdin, Cekmas, *Transmisi Daya Listrik*. Yogyakarta. Penerbit Andi, 2010.
- [4] Hart, Daniel W., *Introduction To Power Electronics: International Edition*. London.Pretice Hall International,1997.
- [5] L Tobing, Bonggas,*Peralatan Tegangan Tinggi*. GM 209 04.001.Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- [6] Sugianto,*Desain Rangkaian Elektronika*.Jakarta. PT. Elex Media Komputindo, 2007.
- [7] Surjono, Herman Dwi, *Elektronika : Teori dan Penerapan*. Jember. Tim Cerdas Ulet Kreatif. Halaman 90-93 ISBN 978-602—98174-7-8, 2007.
- [8] Surjono, Herman Dwi, *Elektronika Lanjut*. Jember. Tim Cerdas Ulet Kreatif. Halaman ISBN : 978-602-98174-6-1, 2009.
- [9] Zuhail and Zhanggischan, *Prinsip DasarElektroteknik*.Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama, 2004.