

PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI ARUS BOCOR KE CASIS PADA PANEL PENYEARAH 110 VDC

Syafruddin¹ , Andri Wijiyanto²
Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

ABSTRAK

Thredio DC ground fault locator adalah alat pendeteksi lokasi gangguan DC ke tanah milik PT. Thredio Engineering. Alat ini masih dalam bentuk purwa rupa sehingga harus dilakukan pengujian dan analisa agar dapat diketahui apakah alat ini sudah dapat berfungsi dengan baik. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan beberapa metode sebagai berikut. Melakukan pengujian alat baru Thredio DC ground fault dengan cara simulasi hubung singkat dan simulasi pengukuran beban resistor. Dengan cara pengujian yang sama dilakukan juga pengujian terhadap alat Grouser DC ground fault locator milik PT. PLN sebagai referensi pembanding alat baru. Hasil simulasi beban resistor untuk alat baru maksimal beban resistor 80Ω dengan arus 13.7mA, untuk alat PLN maksimal beban resistor 800Ω dengan arus 112.5mA sedangkan besar arus hubung singkat pada kedua alat hampir sama yaitu 1.7A. Dari hasil tersebut diketahui bahwa alat baru dapat berfungsi mendeteksi arus gangguan DC ke tanah walaupun sensitifitasnya lebih kecil dibandingkan alat PLN yaitu 1 banding 10.

Kata kunci : Pendeksi, Gangguan, DC, Tanah

1. PENDAHULUAN

PT. Thredio Engineering adalah sebuah perusahaan swasta yang mempunyai lingkup pekerjaan dalam bidang jasa perbaikan modul sistem power, sistem proteksi, sistem kendali peralatan di pembangkit listrik maupun di gardu-gardu induk PT. PLN. Peralatan yang sering diperbaiki adalah Pengisi baterai, Catu daya, Automasi regulasi tegangan generator dan lain sebagainya.

Untuk memenuhi kualitas perbaikan yang baik maka harus didukung peralatan yang lengkap. Salah satu peralatan yang penting adalah alat pendeksi arus bocor ke casis. Alat ini umumnya digunakan untuk mendeksi arus bocor ke casis pada penyearah.

Arus bocor ke casis pada salah satu output penyearah memang tidak secara langsung berpengaruh pada sistem DC, yang jadi masalah apabila output yang lainnya juga mengalami arus bocor ke casis maka bisa terjadi hubung singkat dan bisa mengakibatkan kebakaran. Maka dari itu ketersediaan alat pendeksi arus bocor ke casis sangat

penting bagi PT. Thredio demi kualitas perbaikan dan pelayanan terhadap konsumen.

Hingga saat ini ketersediaan alat tersebut sudah jarang yang memproduksi, kalaupun ada harga nya pasti mahal. Hal tersebut yang menjadi permasalahan bagi PT. Thredio.

Selama ini PT. Thredio menyewa alat pendeksi arus bocor ke casis yaitu Grouser ground fault milik PT. PLN

Oleh karena itu penulis merancang sebuah alat pendeksi arus bocor ke casis pada panel penyearah 110 VDC secara sederhana dengan mengadopsi cara kerja alat grouser milik PT. PLN.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Grouser DC Ground Fault Locator

Grouser DC ground fault locator adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menemukan posisi terjadinya gangguan ke tanah pada saluran sistem DC. Grouser terdiri dari 2 bagian utama yaitu pembangkit sinyal dan penerima sinyal.



Gambar 1. Grouser ground fault locator

2.1.1 Pembangkit Sinyal (transmitter)

Pembangkit sinyal adalah alat pembangkit sinyal AC yang akan di injeksikan ke dalam jalur DC yang mengalami gangguan terhadap tanah. Pembangkit sinyal dilengkapi dengan beberapa kabel ukur untuk menghubungkan Pembangkit sinyal dengan saluran DC yang memgalami gangguan ke tanah.



Gambar 2. Pembangkit sinyal Grouser

2.1.2 Penerima Sinyal (receiver)

Penerima sinyal adalah alat pendekksi sinyal AC yang dibangkitkan oleh transmitter, dan ditampilkan pada meter indikator. Penerima sinyal dilengkapi dengan kabel probe ukur dengan 3 ukuran diameter klem yang berbeda, yaitu 30mm, 45mm, dan 60mm.



Gambar 3. Penerima sinyal Grouser



Gambar 4. Kabel klem ukur Grouser

2.2 Thredio DC Ground Fault Locator

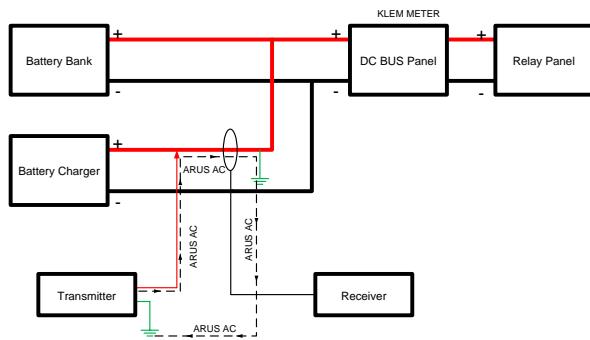
Thredio DC ground fault locator adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menemukan posisi terjadinya gangguan ke tanah pada saluran sistem DC namun masih dalam bentuk purwa rupa. Alat ini terdiri dari 2 bagian utama yaitu pembangkit sinyal dan penerima sinyal yang tergabung dalam 1 alat.



Gambar 5. Pembangkit dan penerima sinyal Thredio ground fault locator

2.3 Prinsip Kerja Ground Fault Locator

Prinsip kerja alat ini adalah dengan menginjeksikan sinyal AC yang dibangkitkan oleh *pembangkit sinyal* kedalam jalur tegangan DC yang mengalami gangguan terhadap *ground* atau tanah, kemudian apabila benar terjadi gangguan maka akan timbul arus AC dari sinyal yang diinjeksikan terhadap *ground* dan arus tersebut akan terbaca oleh *penerima sinyal*. Dengan begitu lokasi gangguan dapat diketahui. Prinsip kerja alat ini seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



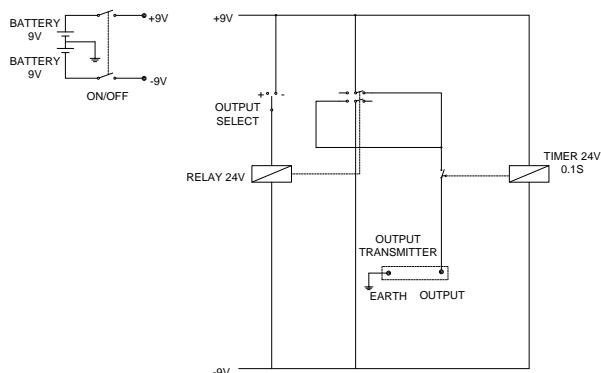
Gambar 6. Prinsip kerja Grouser ground fault locator

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Rangkaian Pembangkit Sinyal

Pada gambar 7 rangkaian transmitter Thredio DC ground fault locator, terdapat beberapa komponen penyusun diantaranya adalah :

- Relay timer 0.1S, 24 VDC 1 buah
- Relay DPDT, 24 VDC 1 buah
- Saklar ON/OFF DPDT 1 buah
- Saklar select SPST 1 buah



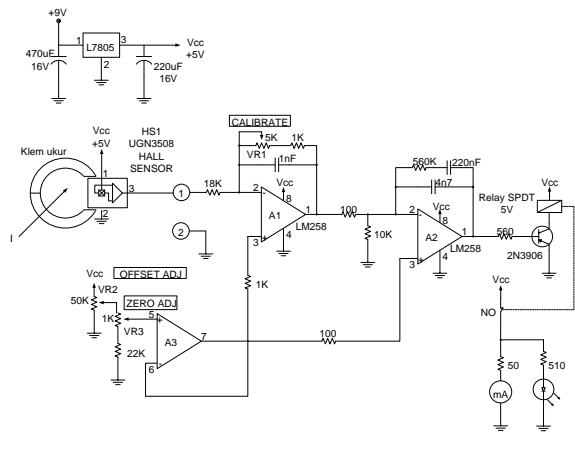
Gambar 7. Rangkaian pembangkit sinyal

Thredio

Komponen relay timer 0.1S, 24 VDC berfungsi sebagai komponen utama pembangkit sinyal AC dalam bentuk gelombang square atau kotak. Pada saat saklar di ON kan maka relay timer akan bekerja dengan kontak NO/NC nya ON dan OFF dalam range 0.1S secara terus menerus. Pin NO dari timer mendapatkan tegangan +9 V dari baterai dan pin common nya terhubung ke terminal output transmitter. Dengan demikian apabila diukur menggunakan osciloskop pada terminal output terhadap ground maka akan terbentuk sinyal gelombang square atau kotak dengan $T=0.1S$ sehingga besar frekuensinya adalah $F = 1/T = 1/0.1 = 10$ Hz. Sedangkan relay 24 VDC berfungsi untuk memilih polaritas output transmitter menjadi negatif.

3.2. Perancangan Rangkaian Pembangkit Sinyal

Receiver berfungsi sebagai pendekripsi sinyal AC yang dibangkitkan oleh transmitter. Pada dasarnya apabila jalur DC yang diinjeksi sinyal AC oleh transmitter benar mengalami gangguan ke tanah maka akan terjadi loop tertutup antara jalur DC terhadap tanah maka akan timbul arus AC. Selanjutnya peran receiver yang akan mendekripsi arus AC tersebut.



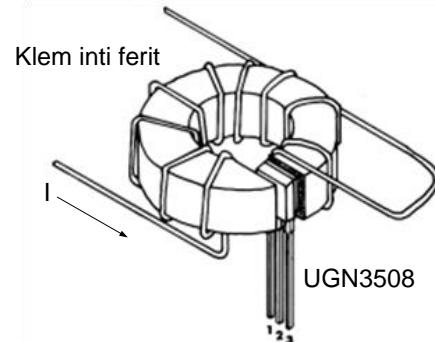
Gambar 8. Rangkaian penerima sinyal Thredio

Rangkaian receiver ditunjukkan oleh gambar 8. Pada gambar tersebut terdapat beberapa komponen utama diantaranya adalah :

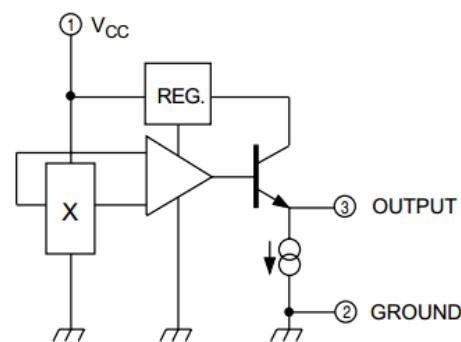
- IC regulator L7805 1 buah
- IC Op-amp LM258 2 buah
- Transistor NPN 2N2222 1 buah
- Sensor efek Hall UGN3508 1 buah
- Relay SPDT 5V 1 buah
- Ampere meter 1 buah
- LED 3mm 1 buah
- Variabel resistor 3 buah
- Resistor 11 buah
- Kapasitor 4 buah

Prinsip kerja dari rangkaian ini adalah dengan memanfaatkan klem ukur yang akan mendeteksi adanya arus AC yang dibangkitkan transmitter. Klem meter yang digunakan terbuat dari bahan cincin inti ferit yang terdapat gap atau celah cincin tersebut sebagai tempat dipasangnya sensor efek hall UGN 3508 seperti yang ditunjukkan pada 4.27. Apabila arus I mengalir maka akan timbul perubahan medan magnet pada

inti yang akan dibaca oleh sensor efek hall UGN 3508.



Gambar 9. Prinsip kerja klem meter menggunakan sensor efek hall



Gambar 10. Fungsional blok diagram sensor efek hall UGN 3508

Pada gambar 10 pin 1 dari sensor mendapat suplai tegangan 5V, pin 2 mendapat ground dan pin 3 adalah output yang mengeluarkan tegangan sebesar 2.25 Vdc. Apabila sensor menghadapi kutub selatan maka output akan naik secara linier hingga 2.75 Vdc, sebaliknya jika sensor menghadapi kutub utara maka output akan turun kembali ke 2.25 Vdc. Pada gambar 5.6 output sensor akan diumpulkan ke IC Op-amp A1 sebagai pengut inverting dimana besar penguatannya :

$$A = -\frac{R_f}{R_{in}}$$

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_{in}} V_{in}$$

Jadi jika VR1 diset diposisi 50% = 2.5K maka penguatannya sebesar

$A = 2.5\text{kohm} + 1\text{kohm} / 18\text{kohm} = 0.19$
IC Op-amp A3 berfungsi sebagai pembanding tegangan DC awal dari output sensor efek hall. Pin 5 terhubung ke rangkaian pembagi tegangan dimana :

$$V_{out} = V_{in} \times (R_{out} / (R_{out} + R_{in})) \dots\dots(3.3)$$

$$V_{out} = 5 \times (22K / (22K + 26K888)) = 2.25 \text{ V}$$

IC Op-amp A3 sebagai penguat penyangga yaitu memiliki penguatan : $Av = 1$ jadi $V_{in} = V_{out}$

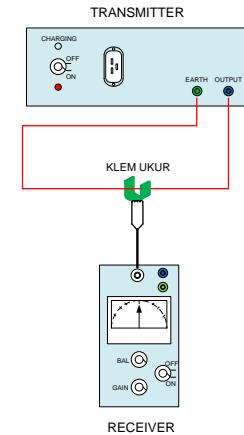
Selanjutnya output IC A3 diumpulkan ke pin 3 IC A1 sebagai pembanding ooutput sensor dan juga diumpulkan ke pin 3 IC A2 sebagai pembanding output IC A1. Di sini fungsi VR2 dan VR3 adalah mengatur agar input inverting dan non inverting IC A2 mempunyai beda potensial 0V. Sehingga jika sedikit saja ada peningkatan tegangan input dari sensor maka IC A2 sebagai penguat inverting akan membuat output pin 1 jatuh. Prinsip kerja transistor PNP 2N3906 adalah open colector yang mengaktifkan relay 5 Vdc jika ada input tegangan dari sensor, sehingga jika relay 5VDC aktif maka akan menghidupkan LED indikator dan juga ampere meter akan menyala karna ada arus yang terbaca.

Hasil Pengujian Alat

4.1. Pengujian Grouser ground fault locator

4.1.1 Simulasi pengukuran hubung singkat

Simulasi hubung singkat terhadap ground, yaitu menghubungkan terminal output transmitter terhadap ground seperti yang ditunjukkan pada gambar 11. Kemudian klem ukur receiver didekatkan pada kabel transmitter.



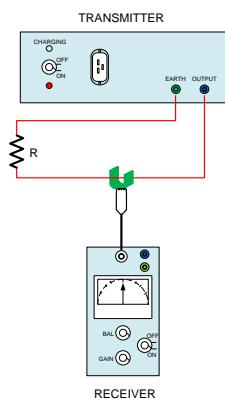
Gambar 11. Simulasi pengujian hubung singkat

No	Arus Output (A)	Display Output (%)
1	0	0
2	1.707	100
3	1.703	100
4	1.708	100
5	1.704	100

Tabel 1. Hasil pengujian simulasi hubung singkat

4.1.2. Simulasi Pengujian Beban Resistor

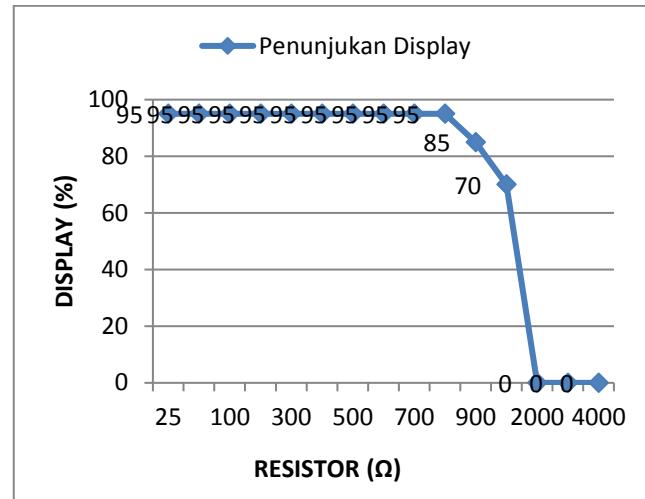
Simulasi pengukuran beban resistor, yaitu menghubungkan terminal output transmitter dengan sebuah resistor sebagai beban ukurnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.14. Kemudian klem ukur receiver didekatkan pada kabel transmitter.



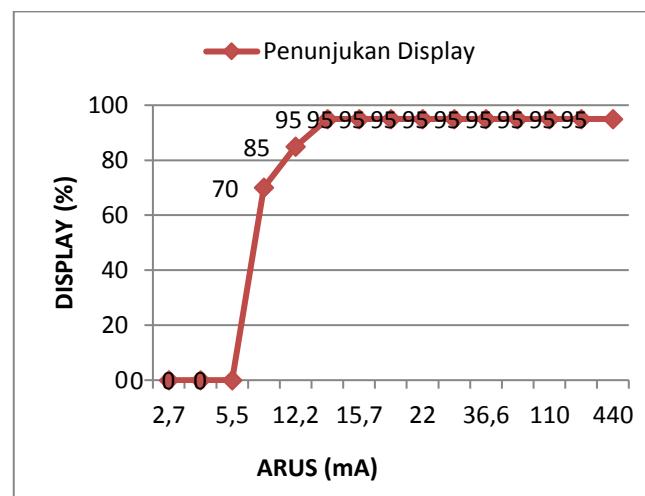
Gambar 12. Simulasi pengujian beban resistor

No	R Beban (Ω)	Arus Beban (mA)	Display Output (%)
1	4000	2.7	0
2	3000	3.6	0
3	2000	5.5	0
4	1000	11	70
5	900	12.2	85
6	800	13.7	95
7	700	15.7	95
8	600	18.3	95
9	500	22	95
10	400	27.5	95
11	300	36.6	95
12	200	55	95
13	100	110	95
14	50	220	95
15	25	440	95

Tabel 2. Hasil pengujian simulasi beban resistor



Grafik 1. Penunjukan Display Berdasarkan Beban Resistor



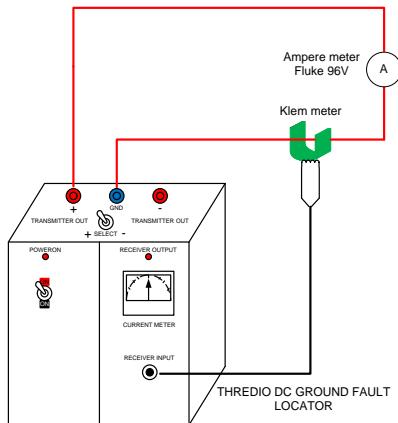
Grafik 2. Penunjukan Display Berdasarkan Arus Beban

4.2. Pengujian Thredio ground fault locator

4.2.1. Simulasi pengukuran hubung singkat

Simulasi hubung singkat terhadap ground, yaitu menghubungkan terminal output transmitter terhadap ground seperti yang ditunjukkan pada gambar 13. Kemudian klem ukur receiver

didekatkan pada kabel transmitter.



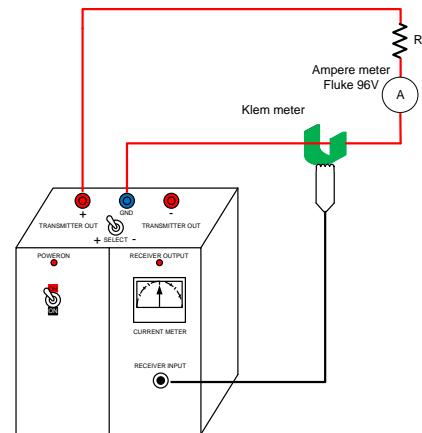
Gambar 13. Simulasi pengujian hubung singkat

No	R Beban (Ω)	Arus Beban (mA)	Indikator (%)
1	700	12.8	0
2	600	15	0
3	500	18	0
4	400	22.5	0
5	300	30	0
6	200	45	0
7	180	50	0
8	160	56.2	0
9	140	64.2	0
10	120	75	0
11	100	90	0
12	80	112.5	100
13	60	150	100
14	40	225	100
15	20	450	100

Tabel 3. Hasil pengujian simulasi hubung singkat

4.2.2. Simulasi Pengujian Beban Resistor

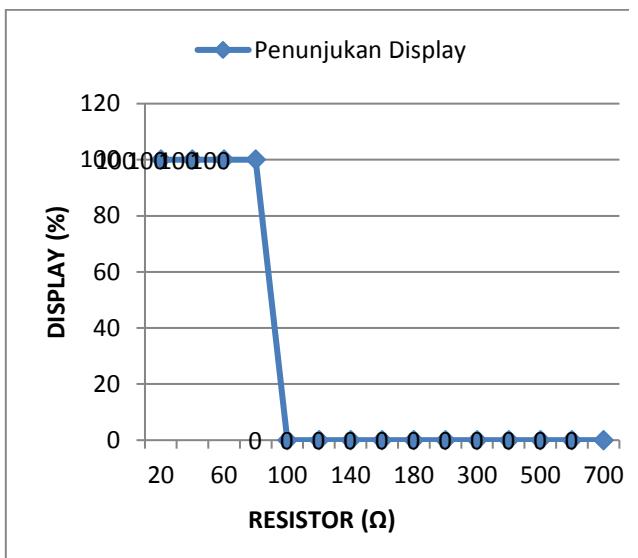
Simulasi pengukuran beban resistor, yaitu menghubungkan terminal output transmitter dengan sebuah resistor sebagai beban ukurnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 14. Kemudian klem ukur receiver didekatkan pada kabel transmitter.



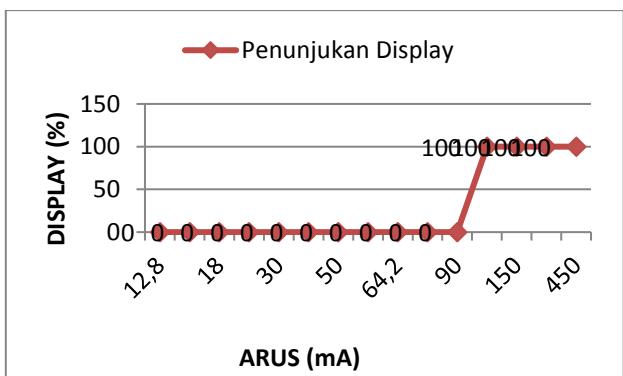
Gambar 14. Simulasi pengujian beban resistor

No	R Beban (Ω)	Arus Beban (mA)	Indikator (%)
1	700	12.8	0
2	600	15	0
3	500	18	0
4	400	22.5	0
5	300	30	0
6	200	45	0
7	180	50	0
8	160	56.2	0
9	140	64.2	0
10	120	75	0
11	100	90	0
12	80	112.5	100
13	60	150	100
14	40	225	100
15	20	450	100

Tabel 4. Hasil pengujian simulasi beban resistor



Grafik 3. Penunjukan Display Berdasarkan Beban Resistor



Grafik 4. Penunjukan Display Berdasarkan Arus Beban

Setelah dilakukan pengujian tegangan baterai, pengujian transmitter, pengujian receiver simulasi hubung singkat dan simulasi beban resistor pada alat Grouser ground fault locator dan alat baru Thredio ground fault locator maka dapat disimpulkan bahwa kedua alat tersebut dapat berfungsi dalam hal mendeteksi simulasi arus bocor ke casis.

Setelah melihat data hasil pengujian dapat disimpulkan alat Grouser ground fault locator memiliki sensitivitas 10 kali lebih besar dari alat Thredio ground fault locator.

Setelah menyelesaikan serangkaian pengujian dan analisa, membuktikan bahwa hipotesa "Dengan melakukan pengujian simulasi hubung singkat dan simulasi beban resistor terhadap kedua alat serta menganalisa dan membandingkan data hasil pengujian dapat menentukan kelayakan alat baru Thredio ground fault locator" adalah benar.

Melihat data hasil pengujian alat baru Thredio DC ground fault locator memang sudah dapat berfungsi untuk mendeteksi arus bocor ke casis, namun sensitivitasnya masih rendah. Apabila sensitifitas alat ini dibandingkan dengan alat Grouser milik PLN perbandingannya 1 berbanding 10 kali. Maka dari itu harus ada perbaikan dan modifikasi alat untuk hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- [1] Haroen, Yanuarsyah. 2017. *Elektronika Daya*. Yogyakarta: ITB
- [2] Pujiono. 2012. *Rangkaian Elektronika Analog*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [3] Rashid, Muhammad. 1999. *Elektronika Daya edisi Indonesia*. Jakarta : PT Prenhallindo
- [4] Englewood, Clift. 1993. *Power Electronics SECOND Edition*. New Jersey 07632 : Prentice Hall Inc.
- [5] Ned Mohan, Tore M. Undeland, Williams P. Robbins. 2003. *POWER ELECTRONICS Converter, Applications, and Design*. 111 River Street, Haboken, NJ 07030: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Wahyudi, Johan. 2113. *Desain dan Karakterisasi penggunaan Sensor Efek Hall UGN3503 Untuk Mengukur Arus Listrik Pada Kumparan Leybold P6271 Secara Non Destruktif*. Teori dan Aplikasi Fisika. 01(02): 185-190.
- [7] Nuryanto, Lilik Eko. 2017. *Penerapan Dari Op-Amp (Operasional Amplifier)*. Orbith. 13(1): 43-50.