

**RANCANG BANGUN ELECTRONIC LOAD CONTROL PADA GENERATOR
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memenuhi Pelaksanaan Tugas Akhir
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Diploma IV
Di Universitas Negeri Padang*



Oleh :

ADE RAHMADONI

1102278/ 2011

**PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Electronic Load Control Pada
Generator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Nama : Ade Rahmadoni

BP/NIM : 2011/ 1102278

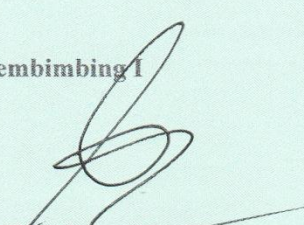
Jurusan : Teknik Elektro

Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)


Padang, Januari 2016

Disetujui Oleh :

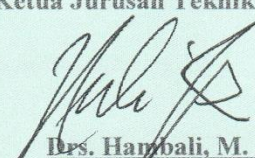
Pembimbing I


Drs. H. Aslineri, M.T.
NIP. 19560501 198301 1 001

Pembimbing II


Habibullah, SP.d, M.T.
NIP. 19820820 200812 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Drs. Hambali, M. Kes
NIP. 19620805 198703 1004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

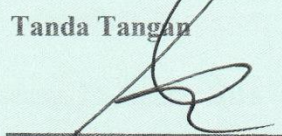
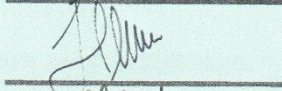



**Rancang Bangun Electronic Load Control Pada Generator
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro**

Oleh

Nama : Ade Rahmadoni.
BP/NIM : 2011/ 1102278
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

**Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 11 Januari 2016**

Dewan Penguji,

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Drs. H. Aslimeri, M.T.	
Sekretaris	: Habibullah, S.Pd, M.T.	
Anggota	: Ali Basrah Pulungan, S.T., M.T.	
Anggota	: Irma Husnaini, S.T., M.T.	
Anggota	: Elfizon, S.Pd, M.T.	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp. (0751), 7055644, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628
E-mail : info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Ade Rahmadoni**
NIM/BP : 1102278/ 2011
Program Studi : *Teknik Elektro Industri (D4)*
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Rancau Bangun Electronic Load Control Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro**" adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademik maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.


Padang, 25 Januari 2016

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Saya yang menyatakan,


Drs. HAMBALI, M. Kes
NIP. 19620805 198703 1004




ADE RAHMADONI
NIM/ BP. 1102278/ 2011

ABSTRAK

**Ade Rahmadoni (1102278/2011) : Rancang Bangun Elektronik Load Control
Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga
Mikrohidro**

Pembimbing I : Drs.H.Aslimeri, M.T.

Pembimbing II : Habibullah, S.Pd., M.T

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) merupakan pemanfaatan aliran air untuk menghasilkan tenaga listrik, untuk menstabilkan aliran listrik yang dihasilkan oleh generator perlu dilakukan pengontrolan penggunaan beban generator dimana permasalahan PLTMh yang berada di desa terisolir saat ini kebanyakan pengontrolan dilakukan secara langsung dan terus menerus sehingga membutuhkan tenaga dan biaya yang cukup banyak.

Melihat permasalahan ini maka dibutuhkan suatu sistem yang bisa melakukan pengontrolan pada PLTMh secara otomatis dengan kestabilan listrik yang bagus. Pengontrolan dilakukan dengan pemasangan *Electronic Load Control* (ELC) dengan pusat kendali mikrokontroler ATMega 8535 yang menggunakan pemograman Bascom, pemanfaatan sensor arus dan sensor tegangan sebagai pendeteksi beban, serta pemanfaatan TRIAC untuk pengaturan *switching Ballast Load* sebagai beban tambahan agar generator beroperasi pada beban konstan.

Setelah dilakukan pengujian pada PLTMh yang dilengkapi sistem ELC ini maka dihasilkan sumber listrik yang bagus dengan frekuensi dan tegangan yang relatif konstan. Jadi penggunaan ELC pada PLTMh sangat cocok untuk diterapkan dilapangan untuk mempermudah operator dan pengontrolan generator dengan tingkat % error 1,98% untuk frekuensi dan 1,9% untuk tegangan dari normalnya 50Hz 220V.

Kata kunci: PLTMh, Pengontrolan, ELC, TRIAC, *Ballast Load*.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ **Rancang Bangun Electronic Load Control pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro**”. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kepada kedua orang tua, keluarga dan orang tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan.
3. Drs. Hambali, M.Kes. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Drs. H. Aslimeri, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Industri sekaligus sebagai pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Habibullah S.Pd, M.T selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini
6. Bapak Ali Basrah Pulungan, S.T, M.T selaku penguji dalam Tugas Akhir ini.
7. Ibu Irma Husnaini, S.T, M.T selaku penguji dalam Tugas Akhir ini.
8. Bapak Elfizon, S.Pd, M.Pd.T selaku penguji dalam Tugas Akhir ini.
9. Bapak dan Ibu Dewan Dosen serta seluruh staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing dan membantu penulis selama menuntut ilmu.
10. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, khususnya program studi teknik elektro industri angkatan 2011.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal saleh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT, amin. Penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini dimasa yang akan datang jika sekiranya Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca terutama penulis dan semua pihak yang membutuhkan.

Padang, Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	6
B. Elektronik Load Kontrol (ELC).....	7
C. Generator Sinkron	8
D. Mikrokontroler AVR ATmega8535	16
E. Komponen Pendukung	25
F. Bahasa Pemrograman	37
G. Diagram Alir (Flowchart)	48
BAB III PERANCANGAN DAN PROSES PEMBUATAN ALAT	
A. Blok Diagram Rancangan Sistem	43
B. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	45
1. Perancangan box panel	45
2. Perancangan minimum sistem ATmega8535.....	46
3. Perancangan catu daya.....	47
4. Rangkaian Heater	48

5. Rangkaian sensor arus ACS712	49
6. Rangkaian pembaca tegangan	49
7. Rangkaian Konsumen load.....	50
C. Perancangan Perangkat Lunak (<i>software</i>).....	51
1. <i>Flowchart</i> program.....	51
2. Flowchart kerja sistem	51
D. Pembuatan Alat	53

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian dan Analisa <i>Hardware</i>	59
1. Pengujian Pembebanan Generator Sinkron dengan Beban Utama Tanpa ELC	59
2. Pengujian <i>Power Supply</i>	62
3. Pengujian Mikrokontroler ATmega 8535.....	65
4. Pengujian LCD.....	66
5. Pengujian Sensor Arus	67
6. Pengujian Sensor Tegangan	69
7. Pengujian Rangkaian <i>Driver Heater</i>	70
8. Pengujian Pembebanan Generator Sinkron dengan Beban Utama Dilengkapi ELC dan <i>Dummy Load</i> (Keseluruhan Sistem)	72
B. Pengujian Dan Analisa Pemrograman.....	79
1. Bahasa Pemrograman BASCOM AVR	79
a. Bagian Deklarasi dan Konfigurasi	80
b. Bagian Sistem Pembacaan Data dan Beban.....	82

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	84
B. Saran	85

KEPUSTAKAAN	86
--------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rotor Salient (Kutub Sepatu) Pada Generator Sinkron.....	9
2. Gambaran Bentuk (a) Rotor Non-Salient (Rotor Silinder), (b) Penampang Rotor Pada Generator Sinkron	10
3. Gambaran Sederhana Kumparan 3-Fasa Dan Tegangan Yang Dibangkitkan	12
4. Karakteristik Tanpa Beban Generator Sinkron	14
5. Karakteristik Generator Sinkron Berbeban Induktif	16
6. Diagram Blok Mikrokontroler	20
7. Konfigurasi Pin ATmega 8535	22
8. Konfigurasi Memory Data ATmega 8535	24
9. Memory Program ATmega 8535	23
10. Penyearah Gelombang Penuh Dengan Dioda Jembatan	26
11. Penstabil Tegangan IC 7805	27
12. IC HCS712	30
13. Rangkaian Dasar Sensor Tegangan	31
14. Struktur dan Simbol Triac	33
15. Konfigurasi Pin LCD 2x16	34
16. Lampu Pijar	34
17. Heater	37
18. Blok Diagram Alat	44
19. Box Panel	46
20. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 8535.....	47
21. Rangkaian <i>Power Supplay</i>	48
22. Rangkaian Heater	48
23. Rangkaian Sensor Arus ACS712	49
24. Rangkaian Sensor Tegangan	50
25. Rangkaian Konsumen Load	50

26. Flowchart Software	52
27. Pengujian Pembebanan Generator Sinkron Tanpa ELC	60
28. Grafik Arus Tanpa ELC	61
29. Grafik Kecepatan Tanpa ELC.....	61
30. Grafik Tegangan Tanpa ELC	62
31. Grafik Frekuensi Tanpa ELC	62
32. Pengujian <i>Power Supply</i>	63
33. Titik Pengujian Tegangan Port Mikrokontroler ATmega8535	65
34. Tampilan LCD Tanpa Program.....	66
35. Tampilan LCD Setelah Diberi Program.....	67
36. Rangkaian Sensor Arus HCS712	68
37. Rangkaian Sensor Tegangan	69
38. Rangkaian Driver Untuk Heater.....	71
39. Pengujian Pembebanan Generator Sinkron Dilengkapi Sistem.....	72
40. Grafik Arus Dengan ELC.....	74
41. Grafik Tegangan Dengan ELC.....	75
42. Grafik Frekuensi Dengan ELC.....	76
43. Grafik Kecepatan Dengan ELC.....	76
44. Grafik Perbandingan Arus.....	77
45. Grafik Perbandingan Tegangan.....	78
46. Grafik Perbandingan Frekuensi.....	78
47. Grafik Perbandingan Kecepatan	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbedaan AVR berdasarkan jumlah memori.....	18
2. Simbol-simbol standar dalam <i>flowchart</i>	41
3. Hasil pengujian pembebanan genertor sinkron tanpa ELC	60
4. Hasi pengukuran <i>power supply</i>	63
5. Pengukuran mikrokontroler Atmega 8535.....	65
6. Hasil pengukuran <i>driver heater</i>	71
7. Hasil pengujian pembebanan genertor sinkron dilengkapi	
8. Keseluruhan sistem	72
9. Error daya hasil pengujian pembebanan genertor sinkron dilengkapi	
10. Keseluruhan sistem	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi <i>Hardware</i>	89
2. Program Keseluruhan ATmega 8535	94
3. Rangkaian Keseluruhan	99
4. <i>Datasheet</i> ATmega 8535	100
5. <i>Datasheet</i> ACS712.....	115
6. <i>Datasheet</i> MOC3021	128
7. <i>Datasheet</i> Triac BT136D	133

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Listrik kini menjadi kebutuhan pokok bagi manusia. Lebih dari 60% peralatan rumah tangga beroperasi menggunakan listrik sehingga dapat dibayangkan, jika listrik mati apa yang akan terjadi. Selama ini, kebanyakan dari kita berfikir bahwa listrik hanya bisa disediakan oleh Negara (PLN). Sehingga penduduk daerah pelosok negeri tidak bisa menikmati listrik. Sebenarnya kita bisa memasok listrik sendiri, dengan memanfaatkan aliran air sungai, air terjun yang sering kita temui di desa-desa atau daerah pegunungan. Pemanfaatan aliran air sungai ini dapat menghemat pasokan listrik dari PLN tetapi memang daya yang dihantarkan tidak sebesar energi listrik yang diberikan oleh PLN. Pembangkit listrik yang demikian disebut Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Disebut mikro karena daya yang dihasilkan tergolong kecil (masih dalam hitungan ratusan kW). Tenaga air ini bisa berasal dari saluran sungai, saluran irigasi, air terjun alam, atau bahkan sekedar parit asal airnya kontinyu. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan tinggi terjunnya dan jumlah debit air.

Sistem PLTMH yang sudah terkenal ramah lingkungan, kemampuan menghasilkan listrik yang kontinyu (siang-malam) dan juga ketersediaan teknologi yang terjamin serta kokoh mampu berumur 20 sampai 30 tahun, sangat menarik sebagai sumber energi listrik mandiri. Sayangnya dari

beberapa kelebihan yang dimiliki sistem PLTMH tersebut, sampai sekarang ini teknologi PLTMH di masyarakat masih kurang familier, sehingga pertumbuhannya pun menjadi lambat. Terlebih lagi pembangunan sistem PLTMH yang sudah dilakukan, masih sering mengabaikan mutu/kualitas daya listrik (*power quality*) yang dihasilkannya. Mutu/kualitas daya listrik yang biasanya dikaitkan dengan perubahan tegangan, frekuensi dan pergeseran fase jika PLTMH merupakan sistem tiga fase sangat penting untuk diperhatikan. Kualitas daya listrik yang jelek secara signifikan akan berdampak pada umur/usia peralatan, baik peralatan beban sistem maupun peralatan (komponen) sistem PLTMH itu sendiri.

Teknik yang digunakan untuk menjaga kualitas daya listrik setiap sistem pembangkit berbeda-beda, dan demikian pula dengan sistem PLTMH. Pada sistem PLTMH tidak menggunakan governor (pengatur kecepatan putaran turbin/penggerak mula) yang digunakan untuk menyesuaikan atau menyeimbangkan energi pada penggerak mula dengan kebutuhan pemakaian beban konsumen. Teknik yang digunakan pada sistem PLTMH adalah dengan menerapkan sistem selalu beroperasi mendekati beban penuh (putaran konstan). Metode ini dilakukan dengan cara memasang beban tiruan resistif (*ballast loads* atau *dummy loads*) pada sistem. *Ballast loads* diatur secara otomatis sebagai kompensasi perubahan beban utama sistem, sehingga total beban sistem tetap mendekati beban penuh (putaran konstan).

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis mencoba mendisain sebuah peralatan yang diharapkan mampu untuk mengontrol beban pada PLTMH.

Sehubungan dengan rancangan tersebut maka penulis membahas dan menuangkan dalam bentuk Proyek Akhir dengan judul “ *Rancang Bangun Electronic Load Control Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, dapat diidentifikasi suatu masalah diantaranya yaitu:

1. Pada PLTMH beban yang diberikan oleh konsumen tidak selalu konstan namun berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan masing-masing konsumen sehingga menyebabkan tegangan dan frekuensi tidak stabil.
2. Perubahan beban pada konsumen ini juga menyebabkan putaran pada generator tidak konstan sehingga dapat mempersingkat umur dari mekanik PLTMH itu.
3. Akibat tegangan dan frekuensi yang dihasilkan PLTMH tidak stabil menyebabkan peralatan rumah tangga tidak beroperasi secara maksimal, bahkan lama-kelamaan peralatan tersebut akan rusak.

C. Batasan Masalah

Dalam perancangan Tugas Akhir ini diperlukannya pembatasan ruang lingkup untuk menghindari kerancuan dan pembahasan yang meluas dalam Tugas Akhir ini diantaranya adalah:

1. Perancangan ELC ini menggunakan mikrokontroler ATmega8535 sebagai pusat pengontrolan dan TRIAC BT136D sebagai saklar untuk mengaktifkan *ballast load* yang berupa *heater*.
2. Pengontrolan yang dilakukan ELC ini yaitu mempertahankan beban generator agar selalu dalam kondisi konstan mendekati beban maksimal dengan cara mengatur pengaktifan *ballast load*.
3. ELC ini dirancang dengan kapasitas maksimal 5kW, namun pengujiannya hanya dengan daya maksimal 1.2 kW
4. Kondisi sungai dianggap stabil sehingga penggerak generator bisa digantikan menggunakan motor listrik atau mesin penggerak dengan kecepatan konstan 1500 rpm.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara membuat pengontrol beban (ELC) ini mampu menjaga beban generator dalam kondisi konstan, sehingga tegangan, frekuensi dan putaran pada generator stabil di 220V,50Hz,1500 rpm?
2. Bagaimana pengontrolan TRIAC BT136D sebagai saklar untuk mengaktifkan *ballast load*?

E. Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai oleh penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini yaitu menjaga kondisi beban pada generator tetap konstan agar

frekuensi dan tegangan yang dihasilkan oleh sistem pembangkit PLTMH tetap stabil 220V/50Hz, sehingga listrik yang digunakan oleh konsumen lebih aman bagi peralatan listriknya.

F. Manfaat

Dengan merencanakan sebuah alat pengendali sistem pengontrolan tersebut diatas, nantinya diharapkan dapat mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Tersedianya tenaga listrik yang ramah lingkungan dengan kualitas/mutu yang baik.
2. Memudahkan pengontrolan PLTMH tersebut tanpa harus mengontrol secara manual oleh operator dengan cara mengatur debit air dan lain sebagainya agar tetap konstan.
3. Turut memajukan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi khususnya mikrokontroler di Indonesia.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap generator sinkron pembangkit listrik mikrohidro menggunakan *Elektronik Load Control* (ELC), maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Rangkaian *Elektronik Load Control* (ELC) dengan sensor arus ini dapat digunakan sebagai pengatur beban listrik pada PLTMH dan menghasilkan listrik berkualitas dengan daya 1KW.
2. Penentuan kapasitas *ballast load* perlu diperhatikan dalam upaya memaksimalkan efektifitas pengaturan keseimbangan beban konsumen, sehingga nilai arus kepada konsumen tidak melebihi kapasitas arus yang dimiliki *ballast load* sebesar 4,5A.
3. *Electronic Load Controller* (ELC) ini mampu menjaga nilai tegangan keluaran generator dengan nilai fluktuasi rata-rata 1,9% dari tegangan normalnya 220V dan frekuensi keluaran generator dengan nilai fluktuasi rata-rata 1,98% dari normalnya 50Hz.
4. Penggunaan *Electronic Load Controller* (ELC) pada PLTMH dapat memperpanjang umur komponen listrik pada konsumen maupun generator dan turbin dari PLTMH itu sendiri karena beban dan rpm yang diberikan konstan dengan persentasi fluktuasi 1,93% dari kecepatan normalnya yaitu 1500rpm.

B. SARAN

Tindak lanjut berikutnya untuk pengembangan alat ini penulis menyarankan beberapa perbaikan yaitu :

1. Menggunakan spesifikasi komponen yang lebih presisi dan tinggi dari alat yang dibuat agar hasil yang diperoleh lebih baik dan bisa digunakan untuk kapasitas PLTMH yang lebih besar lagi.
2. Diharapkan untuk pengembangan alat ini lebih mempertimbangkan sinyal sudut penyalan dari TRIAC sebagai pengalihan daya ke *ballas load* untuk mendapatkan pengalihan daya yang lebih halus.

KEPUSTAKAAN

A.E.Fitzsgerald, dkk.1994. *Mesin-Mesin Listrik*. Edisi Keempat. Erlangga: Jakarta.

Aswardi.2013.*Teknik Elektronikadaya*.Padang.UNP

Dewangga, Angga. 2011. *Generator Sinkron*. (online).

[https://anggadewangga .wordpress.com /2011/03/28/generator-sinkron/](https://anggadewangga.wordpress.com/2011/03/28/generator-sinkron/).

Diakses Senin, 12 Maret 2015 Pukul 10.00 WIB.

Insaansori. 2014. *Generator Sinkron*. (online)

<http://insyaansori.blogspot.com/2014/02/generator-sinkron.html> Diakses

Selasa, 10 Maret 2015 Pukul 13.45 WIB.

Liester. 1993. *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Erlangga: jakarta.

Malvino, Albert Paul. 1999. *Prinsip-prinsip Elektronika*. Jakarta: Salemba
Teknika.

Nafis, Subhan. 2008. *Electronik Load Control*, Tutorial Dunia-Listrik.

Muchsin, Ismail. 2010. *Pusat Bahan Ajar Pengembangan UMB*. Bengkulu: UMB.

Ogata,Katsuhiko. 1993. *Modern control Otomatik*. Jilid 1 Edisike 2. Jakarta:
Erlangga.

Pamungkas, Agung Tri . *Pengertian Generator Stator dan Rotor*. (online)

[http://kontens-listrik.blogspot.com/2012/03/pengertian-generator-stator-](http://kontens-listrik.blogspot.com/2012/03/pengertian-generator-stator-dan-rotor.html)

[dan-rotor.html](http://kontens-listrik.blogspot.com/2012/03/pengertian-generator-stator-dan-rotor.html). Diakses Senin, 5 april 2015, Pukul 09.45 WIB.