

**PERANCANGAN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* (ELC)
PADA PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

ARIF WIBOWO
NIM. I0717005

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2021**

commit to user



SURAT TUGAS

Nomor : 103/TA/TE/2021

Kepala Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret memberikan tugas kepada:

Nama Mahasiswa : **Arif Wibowo**
NIM : **I0717005**
Bidang peminatan : **Sistem Mekanika (SM)**
Pembimbing Utama : **Hari Maghfiroh M.Eng.**
NIP. **199104132018031001**
Pembimbing Pendamping : **Prof. Muhammad Nizam S.T,M.T,Ph.D.**
NIP. **197007201999031001**
Mata kuliah pendukung : **1. Sistem Kendali**
2. Teknik Kendali Lanjut
3. Kontrol Sistem Energi

untuk mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

PERANCANGAN ELECTRONIC LOAD CONTROLLER (ELC) PADA PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO

Surat tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Surakarta, 15 Februari 2021
Kepala Program Studi

Feri Adriyanto, Ph.D.
NIP. 196801161999031001

Tembusan:

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA
3. Koordinator TA
4. Arsip

commit to user

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Sebelas Maret yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arif Wibowo
NIM : I0717005
Judul Tugas Akhir : Perancangan *Electronic Load Controller (ELC)* pada Pembangkit Listrik Piko Hidro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir atau Skripsi yang saya susun tidak mencontoh atau melakukan plagiat dari karya tulis orang lain. Jika terbukti Tugas Akhir yang saya susun tersebut dinyatakan batal dan gelar sarjana yang saya peroleh dengan sendirinya dibatalkan atau dicabut.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila di kemudian hari terbukti melakukan kebohongan maka saya sanggup menanggung segala konsekuensinya.

Surakarta, 30 September 2021



Arif Wibowo
NIM. I0717005

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING DAN TIM PENGUJI
PERANCANGAN ELECTRONIC LOAD CONTROLLER (ELC) PADA
PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO**

Disusun Oleh

ARIF WIBOWO

NIM I0717005

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Hari Maghfiroh M.Eng.
NIP. 199104132018031001

Prof. Muhammad Nizam
S.T.M.T,Ph.D.
NIP. 197007201999031001

Telah dipertahankan di hadapan Tim Dosen Penguji pada hari Kamis tanggal 30 September 2021

1. **Hari Maghfiroh M.Eng.**
NIP. 199104132018031001
2. **Prof. Muhammad Nizam S.T.M.T,Ph.D.**
NIP. 197007201999031001
3. **Feri Adriyanto, Ph.D.**
NIP. 196801161999031001
4. **Joko Slamet Saputro, S.Pd., M.T.**
NIP. 198904242019031013

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir

Kepala Prodi Teknik Elektro



Feri Adriyanto, Ph.D.
NIP. 196801161999031001



Dr. Eng. Faisal Rahutomo, S.T.,
M.Kom.
NIP. 197711162005011008

commit to user

PERANCANGAN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER (ELC)* PADA PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO

Arif Wibowo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Email : arifwibowo839@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga air merupakan pembangkit energi listrik yang memanfaatkan energi air untuk mendorong turbin air yang dikopel dengan generator. Permasalahan utama pada pembangkit listrik tenaga air adalah fluktuasi frekuensi dan tegangan pada generator karena fluktuasi beban konsumen. Tujuan penulisan Skripsi in adalah membuat prototipe sistem *Electronic Load Controller (ELC)* pada Pembangkit Listrik Pikohidro. Metode yang digunakan adalah dengan penambahan beban komplemen yang dikontrol dengan pemberian *delay* pada TRIAC. Pengendalian beban dimaksudkan untuk menjaga kestabilan energi listrik yang dihasilkan oleh generator. Dengan bekerjanya TRIAC maka jika terjadi penurunan daya pada konsumen, sisa daya akan mengalir ke beban komplemen, sehingga daya generator tetap walaupun beban konsumen mengalami perubahan. Hasil pengujian akurasi sebesar 99,78% dan presisi sebesar 99,99 Hasil pengujian alat menunjukkan jika beban uji yang diberikan berkisar antara 0 Watt sampai dengan 300 Watt maka frekuensi beban berkisar antara 49 Hz sampai dengan 51 Hz.

Kata Kunci : Generator, *Electronic Load Controller (ELC)*, TRIAC, Beban Komplemen.

DESIGN OF ELECTRONIC LOAD CONTROLLER (ELC) ON PICO HYDRO POWER PLANT

Arif Wibowo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Email : arifwibowo839@gmail.com

ABSTRACT

A hydroelectric power plant is an electrical energy generator that utilizes water energy to drive a water turbine coupled to a generator. The main problem in hydroelectric power plants is the frequency and voltage fluctuations in the generator due to fluctuations in consumer loads. The purpose of writing this thesis is to make a prototype of the Electronic Load Controller (ELC) system at the Picohydro Power Plant. The method used is the addition of a complement load which is controlled by delaying the TRIAC. Load control is intended to maintain the stability of the electrical energy produced by the generator. With the operation of the TRIAC, if there is a decrease in power to the consumer, the remaining power will flow to the complementary load, so that the generator power remains even though the consumer load changes. The test results for accuracy are 99.78% and precision are 99.99. The test results show that if the test load given ranges from 0 Watt to 300 Watt, the load frequency ranges from 49 Hz to 51 Hz.

Keywords: Generator, Electronic Load Controller (ELC), TRIAC, Complementary Load.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan Judul “PERANCANGAN *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER (ELC)* PADA PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO” dengan lancar dan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademik dalam memperoleh kelulusan studi di Program Studi Teknik Elektro Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, doa, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Hari Maghfiroh, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing sekaligus bapak akademik penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro UNS atas bimbingan, motivasi, nasihat dan arahan yang telah diberikan.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Nizam, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing atas bimbingan, arahan dan bantuan yang telah diberikan.
3. Bapak Feri Adriyanto, Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro UNS atas bantuan dan arahan yang telah diberikan.
4. Bapak Dr. Eng. Faisal Rahutomo selaku koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan dorongan.
5. Segenap dosen dan karyawan Program Studi Teknik Elektro UNS.
6. Bakasrian Fericoari, Bayhaqi Irfani dan Gilang Satria Aji yang telah membantu dalam menyelesaikan permasalahan pengujian dan forum diskusi.
7. Teman-teman Mekatronika 2017, Teknik Elektro 2017, dan HMTE atas doa, bantuan, dukungan dan semangat yang telah diberikan.
8. Kakak-kakak dan adik-adik Tingkat Elektro yang telah memberikan semangat dan dukungan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, untuk segala bantuan yang telah diberikan.

commit to user

10. Segenap keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang secara penuh. Terkhusus ibu penulis, Sati terkasih yang telah memberikan dukungan dalam segala hal untuk penyelesaian Tugas Akhir ini hingga tuntas.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun sangat diharapkan. Demikian Laporan Tugas Akhir ini disusun, dengan harapan dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.



Surakarta, 30 September 2021

Arif Wibowo

NIM. I0717005

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT TUGAS	ii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING DAN TIM PENGUJI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Rumusan Masalah.....	13
1.3 Tujuan Penelitian.....	14
1.4 Manfaat Penelitian.....	14
1.5 Batasan Masalah	14
1.6 Sistematika Penulisan	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	16
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	16
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro	17
2.3 <i>Electronic Load Controller</i>	18
2.4 Generator	19
2.4.1 Generator Sinkron	20
2.4.2 Generator Asinkron	21
2.4.3 Pengaruh Kecepatan Putar pada Keluaran Generator.....	21
2.5 <i>Zero Crossing Detector</i>	22
2.6 TRIAC	23
2.7 <i>Dummy Load</i>	25
2.8 Arduino Uno	25
2.9 Genset	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Waktu dan Tempat.....	28
3.2 Alat dan Bahan	28

3.3 Metode Penelitian	29
3.4 Perancangan Simulasi Rangkaian Pada Proteus 8.10	32
3.5 Perancangan dan Pembuatan Sistem	35
3.5.1 Perancangan <i>Software</i>	35
3.5.2 Perancangan <i>Hardware</i>	35
3.6 Pengujian Prototipe Sistem.....	38
3.6.1 Pengujian <i>Zero Crossing Detector</i>	38
3.6.2 Pengujian dan Kalibrasi Sensor.....	38
3.6.3 Pengujian Output TRIAC.....	39
3.6.4 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	39
3.7 Pengambilan Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Perancangan Sistem <i>Electronic Load Controller (ELC)</i>	40
4.2 Hasil Pengujian <i>Zero Crossing Detector</i>	41
4.3 Hasil pengujian <i>Low Pass Filter</i>	42
4.4 Hasil Pengujian Akurasi Sensor frekuensi	43
4.5 Hasil Pengujian Presisi Sensor Frekuensi.....	44
4.6 Hasil Pengujian Output TRIAC.....	46
4.7 Pengujian Output Genset.....	47
4.7.1.Pengujian Output Genset tanpa Beban	47
4.7.2.Pengujian Output Genset dengan Beban	48
4.8 Pengujian <i>Electronic Load Controller</i>	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Pembangkit Listrik Pikohidro	17
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja ELC	19
Gambar 2. 3 Generator	20
Gambar 2. 4 Proses Pembangkitan GGL	21
Gambar 2. 5 Output <i>Zero Crossing Detector</i>	23
Gambar 2. 6 Penyalan TRIAC	24
Gambar 2. 7 Gelombang Tegangan dan Sinyal <i>Trigger</i>	25
Gambar 2. 8 <i>Dummy Load</i>	25
Gambar 2. 9 Arduino Uno R3 dengan Keterangan Pin.....	26
Gambar 2. 10 Spesifikasi Genset	27
Gambar 2. 11 Genset.....	27
Gambar 3. 1 Diagram Metode Penelitian.....	30
Gambar 3. 2 Diagram Alir Perancangan Simulasi.....	32
Gambar 3. 3 Rangkaian Perancangan Simulasi Pada Proteus 8.10.....	33
Gambar 3. 4 Contoh Listing Program Pada Arduino IDE	33
Gambar 3. 5 Parameter Ukur Virtual Pada software.....	34
Gambar 3. 6 Interface dari parameter virtual <i>oscilloscope</i>	35
Gambar 3. 7 Diagram Sistem <i>ELC</i>	36
Gambar 3. 8 Rangkaian <i>Zero Crossing Detector</i>	37
Gambar 3. 9 Rangkaian <i>Low Pass Filter</i>	37
Gambar 3. 10 Rangkaian Driver TRIAC	38
Gambar 4. 1 Skematik Rangkaian.....	40
Gambar 4. 2 Gambaran Alat	41
Gambar 4. 3 Output <i>Zero Crossing Detector</i>	42
Gambar 4. 4 Output Tanpa Filter	42
Gambar 4. 5 Output dengan Filter.....	43
Gambar 4. 6 Pengujian Output TRIAC.....	46
Gambar 4. 7 Pengujian Output Genset Tanpa Beban	48
Gambar 4. 8 Pengujian Output Genset dengan Beban.....	49
Gambar 4. 9 Pengujian <i>Electronic Load Controller</i> Beban Naik	50
Gambar 4. 10 Pengujian <i>Electronic Load Controller</i> Beban Turun.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	16
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan.....	28
Tabel 4. 1 Pengujian Akurasi Sensor Frekuensi	44
Tabel 4. 2 Pengujian Presisi Sensor Frekuensi	45
Tabel 4. 3 Pengujian Output TRIAC	46
Tabel 4. 4 Pengujian Output Genset Tanpa Beban	47
Tabel 4. 5 Pengujian Output Genset dengan Beban.....	48
Tabel 4. 6 Pengujian <i>Electronic Load Controller</i> Beban Naik.....	50
Tabel 4. 7 Pengujian <i>Electronic Load Controller</i> Beban Turun.....	51



commit to user