

**SIMULASI *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* BERBASIS PERANGKAT  
LUNAK PROTEUS SEBAGAI SISTEM KONTROL PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program  
Studi Teknik Elektro



Oleh:

M. Fachmi Fachthurahman Hidayat

E.5051.1204286

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2019

# **SIMULASI *ELECTRONIC LOAD* CONTROLLER BERBASIS PERANGKAT LUNAK PROTEUS SEBAGAI SISTEM KONTROL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**

Oleh  
M Fachmi Fachthurahman Hidayat

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknik dan Kejuruan

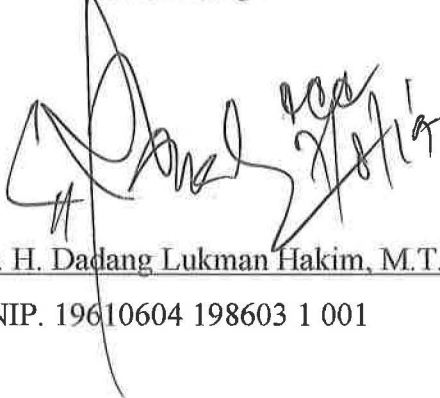
© M Fachmi Fachthurahman Hidayat 2019  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN****M FACHMI FACHTHURAHMAN HIDAYAT****E5051.1204286****Program Studi Teknik Elektro****SIMULASI *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* BERBASIS  
PERANGKAT LUNAK PROTEUS SEBAGAI SISTEM KONTROL  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**

Disetujui dan Disahkan oleh:

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.

NIP. 19610604 198603 1 001

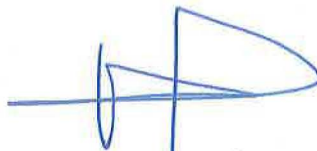
Pembimbing II

Drs. Yoyo Somantri, ST.M.Pd.

NIP. 19570805 198503 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro

Dr. Yadi Mulyadi, MT.

NIP. 19630727 199302 1 001

**LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**SIMULASI *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* BERBASIS PERANGKAT LUNAK PROTEUS SEBAGAI SISTEM KONTROL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



M Fachmi F.H.

NIM. 1204286

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-nya serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasul kita tercinta Nabi Muhammad SAW, dan pengikutnya hingga akhir jaman.

Tugas akhir yang berjudul “**SIMULASI *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER* BERBASIS PERANGKAT LUNAK PROTEUS SEBAGAI SISTEM KONTROL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO**” disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir penulis pada Program Studi Teknik Elektro S1, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan UPI.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan serta keterbatasan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulis dalam penyusunan penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi praktisi pendidikan dan umumnya bagi pembaca karya ilmiah ini. Semoga Alloh SWT meridhoi para pencari ilmu yang bermanfaat bagi umat manusia.

Bandung, Agustus 2019

Penulis,



M Fachmi F. H.

NIM. 12042866

## UCAPAN TERIMA KASIH

Atas dukungan, nasehat, bimbingan dan bantuan secara moril maupun materil yang penulis dapatkan dari berbagai pihak, serta do'a yang tiada henti tercurah bagi penulis agar tetap bersemangat dalam menulis dan menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kekuatan dan Rahmat-Nya kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Almarhumah Ibu Dewi Iriani yang tanpa lelah mendidik dan membimbing saya seorang diri hingga saya memasuki bangku kuliah serta Bapak Hidayat yang selalu mendoakan kelancaran dan kesuksesan penulis.
3. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T. dan bapak Drs. Yoyo Somantri, S.T., M.Pd. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan, motivasi, serta bimbingan yang sangat berharga dalam penyusunan penelitian dan skripsi ini.
4. Yth. Ibu Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
5. Yth. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, MT. selaku Dosen Wali program studi Teknik Elektro S1 2012.
6. Bapak Komarudin dan jajaran Staff Administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang senantiasa membantu kelancaran kuliah dan penyusunan skripsi bagi penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI sebagai pendidik yang telah memberikan bekal pengetahuan, sikap, dan keterampilan dalam bidang Pendidikan Teknik Elektro kepada penulis.
8. Seluruh karyawan dan teknisi di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, yang telah memberikan dorongan dan arahan kepada penulis.

9. Sdr. Muhammad Arif, Iyung Ruslan, Muhammad Fahrizal, Budi Aji, Satrio Budi, Gerdi Akbar, Rizal Guntur, beserta pihak lain yang telah banyak memberikan bantuan berupa ide, gagasan, dan sarannya dalam penyusunan laporan skripsi ini.
10. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan semangat kepada penulis, khususnya rekan-rekan Teknik Elektro S1 Angkatan 2012.
11. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga seluruh kebaikan bapak dan ibu serta rekan – rekan mendapatkan balasan dan pahala yang lebih baik dari Allah SWT. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang Teknik Elektro.

## ABSTRAK

*Electronic Load Controller* (ELC) adalah sebuah alat kontrol yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) untuk mengatur frekuensi generator. Pengaturan frekuensi didasari oleh pengaturan beban generator dengan cara membuat kondisi beban generator tetap. Beban komplemen digunakan untuk menerima kekurangan daya sehingga beban tetap stabil. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mensimulasikan hasil rancangan ELC dalam mengendalikan beban dengan menggunakan perangkat lunak Proteus dan mikrokontroler Arduino. Simulasi ELC menggunakan variabel arus sebagai acuan pengontrolan beban. Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan metode simulasi. Hasil simulasi menunjukkan ELC dapat mengatur dan menyalurkan kekurangan beban kepada beban komplemen saat beban konsumen berubah. ELC berhasil mensimulasikan pengaturan beban generator dengan baik.

**Kata Kunci:** Electronic Load Controller, PLTMH, Pengatur PLTMH, Arduino



## ABSTRACT

*Electronic Load Controller (ELC) is a controller used in Micro Hydro Power Plant to control the frequency of generator. The frequency control is based on the control of the generator load by making a condition where the generator load is always constant. Complement loads are used to take the remaining unused power so the total load will always be stable. The aim of this research is to simulate the ELC design in controlling the load using Proteus Software and Arduino Microcontroller. This ELC simulation uses current as the variable to control the load. The research method done in this research is simulation method. The result of the simulation shows that ELC can control and deliver the deficit load to the complement load. ELC can simulate the controlling load of the generator very well.*

**Keywords:** *Electronic Load Controller, PLTMH, PLTMH controller, Arduino.*

## Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Struktur Organisasi Tugas Akhir.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 PLTMH.....	5
2.1.1 Prinsip Kerja PLTMH.....	5
2.1.2 Skema PLTMH.....	6
2.2 Generator.....	7
2.3 <i>Electronic Load Controller</i> (ELC).....	9
2.3.1 Prinsip Kerja ELC.....	9
2.3.2 Pengaruh ELC terhadap Frekuensi dan Tegangan.....	10
2.4 Beban Komplemen.....	10
2.5 Arduino.....	11
2.5.1 Arduino Uno.....	11
2.6 ACS 712.....	13
2.7 SCR.....	15

2.8 Optocoupler.....	16
2.8 Sistem Kendali Tertutup ( <i>Feedback</i> ).....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Diagram Blok Sistem.....	18
3.2 Spesifikasi Sistem.....	19
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	19
3.4 Analisis Teori.....	20
3.5 Rangkaian Simulasi.....	21
3.6 Proses Simulasi ELC.....	23
3.7 Diagram Alir Program.....	24
3.8 <i>Software</i> Pendukung.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Simulasi ELC dengan menggunakan Proteus.....	27
4.1.1 Pemrograman Arduino.....	27
4.1.2 Desain sistem ELC di Proteus.....	27
4.2 Hasil.....	28
4.2.1 Pembebanan 100 Persen Beban Konsumen.....	28
4.2.2 Pembebanan 70 Persen Beban Konsumen.....	29
4.2.3 Pembebanan 50 Persen Beban Konsumen.....	30
4.2.4 Pembebanan 20 Persen Beban Konsumen.....	31
4.2.5 Beban Konsumen Dilepas.....	32
4.3 Pembahasan.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Implikasi.....	35
5.3 Rekomendasi.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	38

## Daftar Gambar

Gambar 2.1	Skema dari Sistem PLTMH.....	6
Gambar 2.2	Grafik Daya terhadap beban konsumen dan Dump Load.....	9
Gambar 2.3	Beban Komplemen Berupa Elemen Pemanas Udara.....	10
Gambar 2.4	Bagian – bagian Arduino/Genuino Uno.....	12
Gambar 2.5	Pinout ACS 712.....	14
Gambar 2.6	Diagram, Simbol dan Bentuk SCR .....	16
Gambar 2.7	Simbol dan Bentuk Optocoupler .....	17
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem .....	18
Gambar 3.2	Diagram Blok Penelitian .....	20
Gambar 3.3	Rangkaian daya dan pensaklaran.....	22
Gambar 3.4	Flowchart Program .....	25
Gambar 4.1	Rangkaian komponen – komponen dalam simulasi ELC di Proteus .....	28
Gambar 4.2	Hasil sinyal tegangan input (kuning) dan output (biru) serta nilai arus yang melalui beban konsumen dan komplemen saat konsumen menggunakan 100 persen beban.....	29
Gambar 4.3	Hasil sinyal tegangan input (kuning) dan output (biru) serta nilai arus yang melalui beban konsumen dan komplemen saat konsumen menggunakan 70 persen beban.....	30
Gambar 4.4	Hasil sinyal tegangan input (kuning) dan output (biru) serta nilai arus yang melalui beban konsumen dan komplemen saat konsumen menggunakan 70 persen beban.....	31
Gambar 4.5	Hasil sinyal tegangan input (kuning) dan output (biru) serta nilai arus yang melalui beban konsumen dan komplemen	

	saat konsumen menggunakan 20 persen beban.....	32
Gambar 4.6	Hasil sinyal tegangan input (kuning) dan output (biru) serta nilai arus yang melalui beban konsumen dan komplemen saat konsumen tidak menggunakan beban.....	33
Gambar 4.7	Sinyal output SCR tidak terpotong saat beban konsumen terpakai 50 persen.....	34

### Daftar Tabel

Tabel 2.1	Perbandingan Generator Sinkron Terhadap Generator Induksi.....	7
Tabel 2.2	Spesifikasi Arduino/Genuino Uno.....	11
Tabel 2.4	Tipe – tipe IC ACS 712.....	13
Tabel 2.5	Grafik kerja ACS 712.....	15
Tabel 3.1	Spesifikasi Perancangan ELC.....	19

## Daftar Lampiran

Lampirn 1. Listing Program Arduino .....	38
--	----

## DAFTAR PUSTAKA

- Belhadji, L., Bacha, S., Munteanu, I., Rumeau, A., & Roye, D. (2012). Adaptive MPPT Applied to Variable-Speed Microhydropower Plant, 1–10.
- Chapman, S. J. (2005). *Electric Machinery Fundamentals* (Fourth Ed.). McGraw-Hill.
- Estoperez, N., & Nagasaka, K. (2005). A Month Ahead Micro-Hydro Power Generation Scheduling Using Artificial Neural Network. *Power Engineering Society General Meeting, 2005. IEEE*, 1–7.
- JICA. (2009). *Manuals and Guidelines for Micro-hydropower Development in Rural Electrification* (Vol. I).
- Lie, J., Priyadi, A., & Purnomo, M. H. (2012). Designing angle bowl of Turbine for Micro-hydro at Tropical Area. *Condition Monitoring and Diagnosis (CMD), 2012 International Conference on*, (September), 882–885.
- Nair, B. V., Mathew, M., Joseph, A., Shaji, L. K., Krishnan, A., & Balakrishnan, J. (2014). Design of Micro-Hydro Power Plant using an Induction Motor as a Generator. *Green Computing Communication and Electrical Engineering (ICGCCCE)*, 1–5.
- Ramos, H., & Almeida, A. B. De. (2000). *Guidelines for Design of Small Hydropower Plants*. (H. Ramos, Ed.). Belfast: WREAN (Western Regional Energy Agency & Network) and DED (Department of Economic Development).
- Saket, R. K. (2008). Design , Development and Reliability Evaluation of Micro Hydro Power Generation System Based on Municipal Waste Water. *Electric Power Conference, 2008. EPEC 2008. IEEE Canada*, 1–8.
- Singh, D. (2009). *Micro Hydro Power Resource Assessment Handbook*. APCTT.



- Smith, N. P. A. (2002). Induction Generators for Stand-Alone Micro-Hydro Systems. *Power Electronics, Drives and Energy Systems for Industrial Growth, 1996., Proceedings of the 1996 International Conference on.*
- Subekti, M. A. (2009). *Digital Load Controller for Synchronous Generator 3 Phase 230/400V 50Hz 30 kW Manual instruction. Renerconsys.*
- Widia, R., & Yunus, D. (2010). Simulasi Arus Beban PLTMH Menggunakan Pengatur Beban Elektronik ( ELC ) Fasa Satu. *Elektron, 2, 73–88.*