

LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER*
(*ELC*) DENGAN METODE *FUZZY MAMDANI***

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata
Satu (S1)



Disusun Oleh:

Nama : Nuzul Maulana Hanra

N.I.M : 41418120151

Pembimbing : Fina Supegina S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER*
(*ELC*) DENGAN METODE *FUZZY MAMDANI*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Nuzul Maulana Hanra

N.I.M : 41418120151

Program Studi : Teknik Elektro

MERCU BUANA

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Fina Supegina S.T., M.T.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyo S.T., M.T.)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, S.T., M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nuzul Maulana Hanra

NIM : 41418120151

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SISTEM *ELECTRONIC LOAD CONTROLLER (ELC)* DENGAN METODE *FUZZY MAMDANI*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau jiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

akarta, 10 Juli 2020



Nuzul Maulana Hanra
Nuzul Maulana Hanra

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang mengizinkan penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir ini. Tugas akhir ini dikerjakan demi memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana. Dalam penulisan makalah ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ngadino Surip, M.S. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyo, S.T.,M.T. selaku kepala program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Fina Supegina S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan petunjuk selama pengerjaan tugas akhir dan laporan tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Rizka Anggi Pratiwi yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
6. Teman-teman satu angkatan Teknik Elektro angkatan 34 yang selalu memberi dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses pengerjaan tugas akhir.

Semoga karya penelitian tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak serta menjadi amal ibadah. Amin.

Jakarta, 10 Juli 2020

Penulis

ABSTRAK

Pada saat ini kebutuhan energi listrik ramah lingkungan semakin meningkat, maka dibutuhkan sumber energi terbarukan. Banyak sumber energi yang telah diaplikasikan terutama di daerah tertinggal atau daerah yang belum mendapatkan pasokan energi listrik, misalnya PLTU, PLTS, PLTD, PLTA PLTPH dan masih banyak lagi. Pembangkit-pembangkit ini menggunakan berbagai jenis generator, salah satunya adalah generator sinkron. Generator sinkron menggunakan sumber tegangan DC untuk menimbulkan medan magnet yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan dalam sisi keluaran generator. Untuk menjaga frekuensi dan tegangan pada generator sinkron dapat dilakukan dengan mengontrol daya keluaran generator menggunakan *elc* (*electronic load controller*) dengan metode *fuzzy* mamdani. Metode ini cocok digunakan karena keluaran atau hasil dari metode ini berupa angka linguistik. Metode *fuzzy* juga dapat dipasang dalam berbagai sistem seperti pada mikrokontroler dan metode *fuzzy* dapat disimulasikan dengan MATLAB untuk melihat apakah sistem berjalan dengan benar. Penelitian ini menggunakan dua sistem pengujian yaitu, pengujian sistem tanpa menggunakan *elc* (*electronic load controller*) dan pengujian sistem tanpa menggunakan *elc* (*electronic load controller*). Pada pengujian pertama didapatkan hasil bahwa frekuensi dan tegangan akan bertambah ketika beban yang diberikan semakin banyak dan ketika sistem tidak diberikan beban maka frekuensi dan tegangan rendah (dibawah standar). Pada pengujian kedua didapatkan hasil bahwa nilai tegangan dan frekuensi tetap stabil pada nilai standar mulai dari sistem tidak diberikan beban hingga beban 582,425 watt dan dengan nilai beban diatas 582,425 watt, tegangan dan frekuensi akan bertambah. Perbandingan nilai *output* antara simulasi menggunakan matlab, perhitungan dan sistem *elc* memiliki *error* yang terjadi karena pada simulasi matlab dan sistem *elc* nilai *output* yang ditampilkan berupa bilangan bulat Sehingga dapat disimpulkan bahwa, Sistem *ELC* (*Electronic Load Controller*) dengan metode *fuzzy* mamdani sangat cocok digunakan karena tegangan dan frekuensi dapat distabilkan sampai dengan batas beban ideal.

Kata kunci : *ELC* dan metode *fuzzy* mamdani

ABSTRACT

At this time the need for environmentally friendly electrical energy is increasing, so renewable energy sources are needed. Many energy sources have been applied, especially in underdeveloped areas or areas that have not received electricity supply, for example, PLTU, PLTS, PLTD, PLTA, PLTPH, and many more. These generators use various types of generators, one of which is generator synchronization. Synchronous generators use a DC voltage source to generate the magnetic field needed to generate the voltage on the generator output side. To maintain the frequency and voltage of the synchronous generator, it can be done by controlling the generator output power using elc (electronic load controller) with the fuzzy mamdani method. This method is suitable because the output or result of this method is in the form of linguistic numbers. Fuzzy methods can also be installed in various systems such as microcontrollers and fuzzy methods can be simulated with MATLAB to see whether the system is running properly. This study uses two tester systems, namely system testing without using elc (electronic load controller) and testing system without using elc (electronic load controller). For the first time, the results show that the frequency and voltage will increase when the load is given by the examiner increases and when the system is not given a load, the frequency and voltage are low (below standard). In the second, the results show that the voltage and frequency values remain stable at standard values starting from the system not being given a load to a load of 582,425 watts, and with a load value above 582,425 watts, the voltage and frequency will increase. The comparison of the output value between simulations using matlab, calculation, and elc has errors that occur because in the matlab simulation and the system the output values come from integers so that it can be seen that the ELC (Electronic Load Controller) system with the fuzzy mamdani method is very suitable for use because of the voltage and the frequency can be stabilized up to the ideal load limit.

Keywords: ELC and Mamdani fuzzy method

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
HALAMAN PERNYATAAN.....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
ABSTRAK	V
ABSTRACT	VI
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL	XI
DAFTAR SINGKATAN.....	XII
DAFTAR ISTILAH	XIII
DAFTAR PERSAMAAN.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3. TUJUAN.....	2
1.4. BATASAN MASALAH.....	2
1.5. METODELOGI PENELITIAN.....	2
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. <i>REVIEW</i> PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. GENERATOR SINKRON	6
2.3. ARDUINO UNO R3.....	8

2.4.	SENSOR TEGANGAN (ZMPT101B)	10
2.5.	SENSOR FREKUENSI	11
2.6.	RELAY MODULE	11
2.7.	ELECTRONIC LOAD CONTROLLER (ELC).....	13
2.8.	FUZZY LOGIC	13
BAB III	PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM	18
3.1.	BLOK DIAGRAM.....	18
3.2.	DIAGRAM ALIR	19
3.3.	PERANCANGAN ELEKTRIK.....	20
3.4.	PERANCANGAN MIKROKONTROLER	21
3.5.	SIMULASI FUZZY MAMDANI PADA MATLAB	22
3.5.1.	Fungsi keanggotaan frekuensi.....	23
3.5.2.	Fungsi keanggotaan tegangan	23
3.5.3.	Fungsi keanggotaan dari <i>output</i> (beban konsumsi).....	24
3.5.4.	Hasil sistem <i>fuzzy</i>	24
3.6.	PERHITUNGAN FUZZY SECARA TEORITIS	25
3.6.1.	Fungsi keanggotaan frekuensi.....	25
3.6.2.	Fungsi keanggotaan tegangan	26
3.6.3.	Fungsi keanggotaan <i>output</i>	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	PARAMETER PENGUJIAN	32
4.1.1	FREKUENSI LISTRIK	32
4.1.2	TEGANGAN.....	32

4.2	DATA PENGUJIAN.....	32
4.2.1	DATA PENGUJIAN SISTEM TANPA MENGGUNAKAN <i>ELC</i> (<i>ELECTRONIC LOAD CONTROLLER</i>).....	32
4.2.2	DATA PENGUJIAN SISTEM DENGAN MENGGUNAKAN <i>ELC</i> (<i>ELECTRONIC LOAD CONTROLLER</i>).....	33
4.2.3	PERBANDINGAN HASIL <i>FUZZY OUTPUT</i> DARI SIMULASI MATLAB, PERHITUNGAN DAN SISTEM <i>ELC</i>	34
4.3	ANALISA	34
4.3.1	PENGUJIAN SISTEM TANPA MENGGUNAKAN <i>ELC</i>	34
4.3.2	PENGUJIAN SISTEM DENGAN MENGGUNAKAN <i>ELC</i>	35
4.3.3	PERBANDINGAN HASIL <i>FUZZY OUTPUT</i>	35
BAB V	PENUTUP.....	37
5.1	KESIMPULAN.....	37
5.2	SARAN.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....		38
LAMPIRAN.....		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi generator sinkron	7
Gambar 2. 2 Arduino uno r3	9
Gambar 2. 3 Gambar sensor tegangan ZMPT101B	10
Gambar 2. 4 Penyearah setengah gelombang	11
Gambar 2. 5 Rangkaian sensor frekuensi.....	11
Gambar 2. 6 Simbol dan rangkaian <i>relay</i>	12
Gambar 2. 7 Gambar <i>Relay Module</i>	12
Gambar 2. 8 Himpunan <i>Fuzzy</i>	14
Gambar 2. 9 Sistem <i>loop</i> tertutup dengan kendali <i>Fuzzy</i>	14
Gambar 2. 10 Struktur dasar pengendali logika <i>Fuzzy</i>	15
Gambar 2. 11 <i>Fuzzy</i> variabel masukan.....	15
Gambar 3. 1 Blok diagram sistem <i>ELC</i>	18
Gambar 3. 2 Diagram alir sistem <i>ELC</i>	19
Gambar 3. 3 Proses perhitungan dan pengambilan keputusan <i>fuzzy</i>	20
Gambar 3. 4 Perancangan elektrik sistem <i>ELC</i>	21
Gambar 3. 5 Perancangan sensor dan mikrokontroler (arduino uno r3).....	21
Gambar 3. 6 Gambar rangkaian sistem <i>elc</i>	22
Gambar 3. 7 Fungsi keanggotaan frekuensi	23
Gambar 3. 8 Fungsi keanggotaan tegangan	24
Gambar 3. 9 Fungsi keanggotaan dari <i>output</i>	24
Gambar 3. 10 Hasil dari sistem <i>fuzzy</i>	25
Gambar 3. 11 Fungsi keanggotaan frekuensi	25
Gambar 3. 12 Fungsi keanggotaan tegangan	26
Gambar 3. 13 Fungsi keanggotaan <i>output</i>	27
Gambar 3. 14 Proses implikasi pada daerah <i>output</i>	28
Gambar 3. 15 Mengkomposisikan semua <i>output</i>	28
Gambar 3. 16 Defuzifikasi	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan isi penelitian terdahulu	5
Tabel 4. 1 Data pengujian sistem tanpa menggunakan elc (electronic <i>load</i> controller).....	33
Tabel 4. 2 Data pengujian sistem dengan menggunakan elc (electronic <i>load</i> controller).....	33



DAFTAR SINGKATAN

<i>ELC</i>	<i>Electronic Load Controller</i>
PLTPH	Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air



DAFTAR ISTILAH

<i>Ballast load</i>	:	Beban konsumsi
<i>Electronic load controller</i>	:	Sistem yang digunakan untuk mengontrol tegangan dan frekuensi
<i>Fuzzy</i>	:	Suatu metode yang digunakan untuk memetakan suatu ruang <i>input</i> ke dalam suatu ruang <i>output</i> dan mempunyai nilai kontiniu
Mikrokontroler	:	komputer kecil yang dikemas dalam bentuk <i>chip</i> (kartu) yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik
<i>Input</i>	:	Masukan
<i>Output</i>	:	Keluaran
Sensor	:	Perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik
Variac	:	Sumber tegangan AC yang keluarannya dapat diatur

DAFTAR PERSAMAAN

(2. 1).....	7
(2. 2).....	13
(2. 3).....	17
(2. 4).....	17
(3. 1).....	29

