



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**RANCANG BANGUN DC/DC CUK CONVERTER  
BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROL UNTUK  
KENDALI BATERAI PADA PLTS SKALA KECIL**

Rachmad Albi Igam  
NIM 1812063

Dosen pembimbing  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Februari 2024



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**RANCANG BANGUN DC/DC CUK CONVERTER  
BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROL UNTUK  
KENDALI BATERAI PADA PLTS SKALA KECIL**

Rachmad Albi Igam  
NIM 1812063

Dosen pembimbing  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Februari 2024

**RANCANG BANGUN DC/DC CUK CONVERTER BERBASIS  
FUZZY LOGIC CONTROL UNTUK KENDALI BATERAI PADA  
PLTS SKALA KECIL**

**SKRIPSI**

**RACHMAD ALBI IGAM**

**1812063**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Teknik Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui :

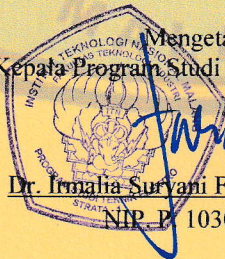
Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.  
NIP. Y. 1018500108

Dosen Pembimbing II

Awan Uji Krisnanto, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19800301 200501 1 002

Mengetahui,  
Kepala Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmaha Suryani Faradisa, ST., MT.  
NIP. D. 1030000365

MALANG  
Februari, 2024



## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Rachmad Albi Igam  
NIM : 1812063  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2023/2024  
Judul Skripsi : Rancang Bangun *DC/DC Cuk Converter* Berbasis  
*Fuzzy Logic Control* Untuk Kendali Baterai Pada  
PLTS Skala Kecil.  
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu  
(S-1) pada:  
Hari : Rabu  
Tanggal : 7 Februari 2024  
Nilai : **83.00** †

Panitia Ujian Skripsi

**Majelis Ketua Penguji**

**Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.**

NIP. P. 1030000365

**Sekretaris Majelis Penguji**

**Sotyohadi, ST., MT.**

NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

**Dosen Penguji I**

**Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.**

NIP. Y. 1028700171

**Dosen Penguji II**

**Ir. Ni Putu Agustini, MT.**

NIP. Y. 1030100371

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Maksud dan tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi. MSEE dan Bapak Awan Uji Krismanto. ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa selalu membimbing dengan sepenuh penuh hati.
2. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
3. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro S1 yang senantiasa membantu saat setiap kesulitan yang penulis temui.
4. Kedua orangtua yang senantiasa memanjatkan do'a dan memberikan dukungan baik berupa moriil dan materiil.
5. Teman – angkatan 2018, 2019, 2020, dan 2021 Teknik Elektro S-1 ITN Malang telah memberi dukungan.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan dukungan dari pihak yang telah membantu, penyelesaian skripsi ini tidak dapat tercapai dengan baik. Dalam penyelesaian skripsi ini masih jauh dari sempurna, penulis mengharapkan kritik dan juga saran yang membangun untuk perkembangan skripsi ini serta dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Malang, Februari 2024

Penulis

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rachmad Albi Igam  
NIM : 1812063  
Jurusan / Peminatan : Energi Listrik  
ID KTP / Paspor : 3571032106990001  
Alamat : Jl. Betet Raya No.10, RT.18/RW.07,  
Kel.Betet, Kec. Pesantren, Kota Kediri,  
Jawa Timur.  
Judul Skripsi : Rancang Bangun *DC/DC Cuk Converter*  
Berbasis *Fuzzy Logic Control* Untuk  
Kendali Baterai Pada PLTS Skala Kecil.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 12 Februari 2024  
Yang membuat pernyataan



(Rachmad Albi Igam)  
NIM 1812063

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN DC/DC CUK CONVERTER BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROL UNTUK KENDALI BATERAI PADA PLTS SKALA KECIL**

**Rachmad Albi Igam, NIM : 1812063**

**Dosen Pembimbing I: Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi. MSEE.**

**Dosen Pembimbing II: Awan Uji Krismanto. ST., MT., Ph.D.**

Energi yang bersumber dari bahan bakar fosil banyak digunakan untuk menunjang kehidupan manusia dan semakin hari semakin habis serta menimbulkan banyak polusi. Garis katulistiwa yang melewati wilayah Indonesia mengutungkan dengan pancaran sinar matahari sepanjang tahun, memanfaatkan sinar matahari maka digunakan panel surya untuk mengatasi penggunaan bahan bakar fosil sebagai pemenuhan energi pembangkit listrik. Panel surya masih kurang efisien untuk maksimum keluaran daya yang dihasilkan karena pengaruh dari iradiasi matahari dan suhu di sekitar panel surya Penelitian ini mengusulkan implementasi kendali baterai dan DC-DC Cuk Converter dengan menggunakan algoritma Fuzzy Logic untuk meningkatkan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya. Kendali baterai diterapkan untuk mengelola arus masuk dan keluar baterai, sementara DC-DC Cuk Converter berfungsi mengubah tegangan keluaran panel surya sesuai kebutuhan beban. Keputusan menggunakan algoritma Fuzzy Logic didasarkan pada kemampuannya menangani kompleksitas non-linieritas dan fluktuasi dalam sistem energi terbarukan. Simulasi menggunakan MATLAB menunjukkan bahwa sistem kendali Cuk Converter dengan Fuzzy Logic mampu menghasilkan daya rata-rata sebesar 14V dan 3,5A. Implementasi pada prototipe fisik memperlihatkan efisiensi sebesar 14,3V dan arus tertinggi 2,5A.

Kata kunci: Kendali Baterai, DC-DC Converter, CUK Converter, Arduino, Fuzzy Logic Control.

## ABSTRACT

### DESIGN AND IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC CONTROL-BASED DC/DC CUK CONVERTER FOR BATTERY MANAGEMENT IN SMALL-SCALE SOLAR POWER SYSTEMS

**Rachmad Albi Igam, NIM : 1812063**

**Supervisor I: Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi. MSEE.**

**Supervisor II: Awan Uji Krismanto. ST., MT., Ph.D.**

The energy derived from fossil fuels is widely used to support human life, but is depleting rapidly and causing significant pollution. The equator passing through Indonesia benefits from year-round sunlight, making solar panels a viable alternative to reduce reliance on fossil fuels for electricity generation. However, solar panels are still less efficient in achieving maximum power output due to the influence of solar irradiance and temperature variations around the solar panels. This research proposes the implementation of battery control and a DC-DC Cuk Converter using Fuzzy Logic algorithms to enhance the efficiency of solar power generation systems. The battery control is employed to manage the charging and discharging currents. At the same time, the DC-DC Cuk Converter adjusts the output voltage of the solar panel according to the load requirements. The decision to use Fuzzy Logic algorithms is based on their ability to handle the non-linear complexities and fluctuations inherent in renewable energy systems. MATLAB simulations demonstrate that the Cuk Converter control system with Fuzzy Logic can produce an average power of 14V and 3.5A. The implementation on a physical prototype shows an efficiency of 14.3V and a peak current of 2.5A.

*Keywords: Battery Control, DC-DC Converter, Cuk Converter, Arduino, Fuzzy Logic Control.*



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Cuk Konverter.....	5
2.2. Panel Surya.....	6
2.2.1. Jenis Panel Surya .....	7
2.3. Fuzzy Logic.....	9
2.3.1. Himpunan Fuzzy.....	10
2.3.2. Operasi Himpunan Fuzzy .....	11
2.3.3. Fungsi Keanggotaan.....	11
2.3.4. Sistem Fuzzy.....	14
2.4. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 .....	16
2.5. Pulse Width Modulation (PWM) .....	17
2.6. Sensor Arus .....	17
2.7. Sensor Tegangan .....	18

2.8. X9C103S Digital Potentiometer .....	19
2.9. Matlab Simulink .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1. Analisis Kasus .....	21
3.2. Blok Diagram Alat .....	22
3.3. <i>Flowchart</i> .....	23
3.3.1. <i>Flowchart</i> alur pembuatan alat.....	23
3.3.2. <i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat.....	24
3.3.3. <i>Flowchart</i> Fuzzy Logic .....	25
3.4. Perancangan Panel Surya.....	26
3.5. Perancangan Cuk Converter .....	26
3.5.1. Perhitungan Duty Cycle .....	27
3.5.2. Perhitungan Kapasitor .....	27
3.5.3. Perhitungan Induktor.....	28
3.6. Pemilihan MOSFET .....	29
3.7. Perancangan MOSFET .....	30
3.8. Perancangan <i>Fuzzy Logic</i> .....	32
3.8.1. Proses <i>Fuzzifikasi</i> .....	33
3.8.2. Proses <i>Inferensi</i> .....	34
3.8.3. Proses <i>Defuzzifikasi</i> .....	38
3.9. Simulasi simulink MATLAB .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
4.1. Pengujian Sensor Arus.....	43
4.1.1. Hasil Pengujian Sensor Arus.....	44
4.1.2. Hasil Pengujian Sensor Arus.....	45
4.2. Pengujian Sensor Tegangan.....	45

4.2.1. Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	46
4.2.2. Analisa Pengujian Sensor Tegangan.....	47
4.3. Pengujian Driver MOSFET .....	47
4.3.1. Hasil Pengujian MOSFET .....	48
4.3.2. Analisa Pengujian MOSFET.....	49
4.4. Pengujian Cuk Converter .....	49
4.4.1. Hasil Pengujian Cuk Converter .....	50
4.4.2. Analisa Pengujian Cuk Converter.....	51
4.5. Simulasi Menggunakan MATLAB .....	51
4.5.1. Hasil Simulasi Simulink MATLAB.....	51
4.5.2. Analisa Hasil Simulink MATLAB .....	65
4.6. Implementasi Alat .....	65
4.6.1. Hasil implementasi alat.....	66
4.6.2. Analisa hasil implemtasi alat .....	67
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>69</b>
5.1. Kesimpulan .....	69
5.2. Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Rangkaian topologi cuk converter .....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Rangkaian cuk converter kondisi switch ON.....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Rangkaian cuk converter kondisi switch OFF .....	6
<b>Gambar 2.4</b>	Jenis Monocrystalline Silicon.....	8
<b>Gambar 2.5</b>	Jenis PolyCristalline .....	8
<b>Gambar 2.6</b>	Thin Film Photovoltaic .....	9
<b>Gambar 2.7</b>	Kurva karakteristik linier naik .....	12
<b>Gambar 2.8</b>	Kurva karakteristik linier turun.....	12
<b>Gambar 2.9</b>	Kurva karakteristik Segitiga .....	13
<b>Gambar 2.10</b>	Kurva karakteristik trapesium.....	14
<b>Gambar 2.11</b>	Blok diagram fuzzy logic.....	15
<b>Gambar 2.12</b>	Arduino ATmega 2560.....	17
<b>Gambar 2.13</b>	Sinyal PWM.....	17
<b>Gambar 2.14</b>	Sensor Arus ACS712.....	18
<b>Gambar 2.15</b>	Sensor Tegangan.....	18
<b>Gambar 2.16</b>	Potensio Digital X9C103S.....	19
<b>Gambar 2.17</b>	Dashboard Matlab.....	20
<b>Gambar 3.1</b>	Blok diagram alat.....	22
<b>Gambar 3.2</b>	Flowchart alur dan pembuatan alat .....	23
<b>Gambar 3.3</b>	Flowchart cara kerja alat.....	24
<b>Gambar 3.4</b>	Flowchart fuzzy logic .....	25
<b>Gambar 3.5</b>	Induktor dengan inti tiorid yang sudah dibuat .....	29
<b>Gambar 3.6</b>	Mosfet IRFP250N.....	30
<b>Gambar 3.7</b>	IC TL494 .....	30
<b>Gambar 3.8</b>	Rangkaian driver dengan IC TL494 .....	31
<b>Gambar 3.9</b>	Rangkaian driver dengan cuk konverter .....	31
<b>Gambar 3.10</b>	Layout PCB driver mosfet .....	31
<b>Gambar 3.11</b>	Fuzzy logic controller pada simulink.....	33
<b>Gambar 3.12</b>	Input variabel eror.....	34
<b>Gambar 3.13</b>	input variabel delta eror .....	34
<b>Gambar 3.14</b>	Center Of Gravity .....	38
<b>Gambar 3.15</b>	Output variabel Duty cycle .....	39
<b>Gambar 3.16</b>	<i>Rangkaian Rangkaian simulasi cuk converter dengan menggunakan metode fuzzy logic pada simulink matlab .....</i>	40

<b>Gambar 3. 17</b> Rangkaian simulasi metode fuzzy logic pada simulink pada matlab.....	41
<b>Gambar 4. 1</b> Pengujian sensor arus .....	43
<b>Gambar 4. 2</b> Pengujian sensor tegangan .....	45
<b>Gambar 4. 3</b> Pengujian MOSFET .....	47
<b>Gambar 4. 4</b> Pengujian gelombang duty cycle 25%.....	48
<b>Gambar 4. 5</b> Pengujian gelombang duty cycle 50%.....	48
<b>Gambar 4. 6</b> Pengujian gelombang duty cycle 75%.....	49
<b>Gambar 4. 7</b> Pengujian cuk converter .....	50
<b>Gambar 4. 8</b> Pengujian cuk converter dengan osiloskop.....	50
<b>Gambar 4. 11</b> Daya input dan output dengan metode fuzzy logic.....	52
<b>Gambar 4. 9</b> Grafik pengaruh iradiasi terhadap daya menggunakan kendali baterai dengan fuzzy logic .....	53
<b>Gambar 4. 12</b> Tegangan input dan output menggunakan metode fuzzy logic .....	54
<b>Gambar 4. 13</b> Arus input dan output menggunakan metode fuzzy logic .....	56
<b>Gambar 4. 14</b> daya input daya output tanpa metode fuzzy logic.....	59
<b>Gambar 4. 15</b> Tegangan input dan tegangan output tanpa menggunakan metode fuzzy logic.....	61
<b>Gambar 4. 16</b> Arus input dan arus output tanpa menggunakan metode <i>fuzzy logic</i> .....	63
<b>Gambar 4. 17</b> Implementasi Alat .....	66

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Pinout potensio digital X9C103S .....	19
<b>Tabel 3. 1</b> Spesifikasi panel surya .....	26
<b>Tabel 3. 2</b> Spesifikasi cuk konverter .....	26
<b>Tabel 3. 3</b> Himpunan Fuzzy .....	32
<b>Tabel 3. 4</b> Rule Base.....	35
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil pengujian sensor arus .....	44
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Pengujian Sensor Tegangan .....	46
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Pengujian MOSFET .....	49
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Pengujian Cuk Converter .....	50
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Simulasi Kendali Baterai Dengan Fuzzy Logic Control .....	51
<b>Tabel 4. 6.</b> Daya input dan output menggunakan metode fuzzy logic..	53
<b>Tabel 4. 7</b> tegangan input dan output menggunakan metode fuzzy logic .....	55
<b>Tabel 4. 8</b> Arus Input Dan Output Menggunakan Metode Fuzzy Logic .....	57
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil Daya <i>Input</i> dan <i>Output</i> Simulasi tanpa menggunakan <i>fuzzy logic control</i> .....	58
<b>Tabel 4. 10</b> Daya Input Dan Output Tanpa Menggunakan Metode Fuzzy Logic .....	60
<b>Tabel 4. 11</b> Tegangan input dan tegangan output tanpa menggunakan metode fuzzy logic .....	62
<b>Tabel 4. 12</b> Arus input dan arus output tanpa menggunakan metode fuzzy logic.....	64
<b>Tabel 4. 13</b> Hasil Implementasi Alat.....	66