



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**DESAIN SISTEM KENDALI DUAL AXIS SOLAR  
TRACKER BERBASIS FUZZY TYPE 2**

**Agape Calvin Wahyu Puji Gusti  
NIM 2012032**

**Dosen Pembimbing  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.  
Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT.**

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



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**DESAIN SISTEM KENDALI DUAL AXIS SOLAR  
TRACKER BERBASIS FUZZY TYPE 2**

**Agape Calvin Wahyu Puji Gusti  
NIM 2012032**

**Dosen Pembimbing  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.  
Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT.**

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

**DESAIN SISTEM KENDALI DUAL AXIS SOLAR TRACKER  
BERBASIS FUZZY TYPE 2**

**SKRIPSI**

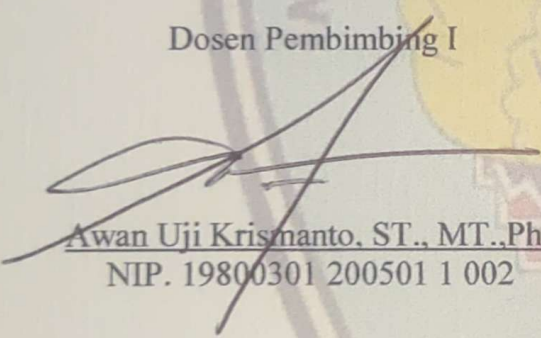
**AGAPE CALVIN WAHYU PUJI GUSTI  
2012032**

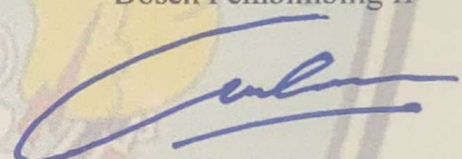
Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Teknik Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui :

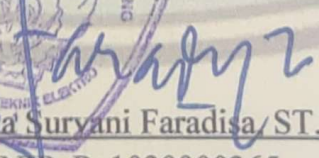
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

  
Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT.  
NIP. 1031900576

Mengetahui,  
Kepala Program Studi Teknik Elektro S-1

  
Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.  
NIP. P. 1030000365

MALANG  
Agustus, 2024

## **KATA PENGANTAR**

Dengan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dan atas segala kasih karunia-Nya, penulis berhasil menulis makalah skripsi ini. Tujuan penulisan karya ilmiah ini untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dan memberikan bantuan dan dukungan selama proses penyusunan makalah skripsi ini. Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph. D. dan Bapak Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu memberikan arahan serta bimbingan kepada saya dengan ikhlas.
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 dan staff yang dengan ikhlas membantu penulis ketika dalam kesulitan yang ditemui.
4. Kedua orangtua dan nenek saya yang senantiasa memberikan do'a dan memberikan dukungan baik berupa moriil dan materiil.
5. Rekan - rekan angkatan 2020, 2021, dan 2022 Teknik Elektro S-1 ITN Malang yang telah memberi dukungan dalam penyusunan makalah ini.

Dengan ini saya selaku penulis menyadari bahwa tanpa dukungan dan bantuan dari rekan, nenek serta pihak lainnya penyelesaian skripsi ini tidak dapat tercapai dengan lancar dan baik. Walaupun demikian, penulis menyadari bahwa hasil akhir dari skripsi ini masih memiliki beberapa kekurangan, penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk pengembangan skripsi ini serta dapat bermanfaat untuk penulis maupun pihak lainnya.

Malang, 15 Agustus 2024

Penulis

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agape Calvin Wahyu Puji Gusti  
NIM : 2012032  
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Teknik Energi Listrik  
ID KTP / Paspor : 3573041009010001  
Alamat : Jl. Gadang XI B / 44  
Judul Skripsi : Desain Sistem Kendali Dual Axis Solar Tracker Berbasis Fuzzy Type 2

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, 15 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



(Agape Calvin Wahyu P. G.)

NIM 2012032

## ABSTRAK

### DESAIN SISTEM KENDALI DUAL AXIS SOLAR TRACKER BERBASIS FUZZY TYPE 2

Agape Calvin Wahyu Puji Gusti, NIM : 2012032

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

Dosen Pembimbing II: Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT.

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi baru terbarukan semakin mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir ini, potensinya yang mampu mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar konvensional ataupun fosil dalam proses pembangkitan energi listrik. Namun efisiensi dalam pembangkitan energi surya masih menjadi sebuah tantangan, meningkat intensitas sinar matahari yang bervariasi dan perubahan posisi atau lektak matahari dalam satu hari. Dalam upaya peningkatan efisiensi energi ini, maka penelitian ini mengusulkan desain sistem kendali dual axis *solar tracker* berbasis *fuzzy type 2*. Penelitian ini memperkenalkan hal baru dalam mengoptimalkan penjejakan posisi atau arah matahari dengan menggabungkan perhitungan menggunakan logika *fuzzy type 2* dalam sistem kendali, kombinasi ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan sistem kendali dan mengatasi suatu ketidakpastian serta fluktuasi sistem yang kompleks. Efisiensi penyerapan energi matahari dengan mengoptimalkan kemampuan pada sistem *solar tracking* secara *real – time*. Studi ini menunjukkan potensi yang sangat besar dalam penerapan teknologi sistem kendali berbasis *fuzzy type 2* untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari yang dapat dihasilkan oleh panel surya.

Kata kunci: Sistem Kendali, Efisiensi Energi, Fuzzy Type 2.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN OF A DUAL AXIS SOLAR TRACKER CONTROL SYSTEM BASED ON FUZZY TYPE 2**

**Agape Calvin Wahyu Puji Gusti, NIM : 2012032**

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

**Supervisor II: Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT.**

The use of solar energy as a new renewable energy source has received more attention in recent years, its potential to reduce dependence on the use of conventional or fossil fuels in the process of generating electrical energy. But efficiency in solar energy generation is still a challenge, given the varying intensity of sunlight and the change in the position or alignment of the sun in a single day. In an effort to improve energy efficiency, this study proposes the design of a dual axis solar tracker control system based on fuzzy type 2. This study introduces a new way to optimize the tracking of the position or direction of the sun by combining calculations using fuzzy type 2 logic in the control system, this combination aims to overcome the shortcomings of the control system and overcome a complex system uncertainty and fluctuations. Efficiency of solar energy absorption by optimizing the ability of the solar tracking system in real-time. The study shows enormous potential in the application of fuzzy type 2-based control system technology to improve the efficiency of solar energy absorption that can be generated by solar panels

**Keyword: Control System, Energy Efficiency, Fuzzy Type 2.**

## 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 .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Konversi Energi .....	5
2.2 Daya Energi Listrik .....	6
2.3 Efisiensi Energi .....	6
2.4 Intensitas Cahaya .....	7
2.5 Sistem Kendali Solar Tracker .....	8
2.6 Fuzzy Logic Type 2 .....	8
2.6.1 Fuzzifikasi .....	9
2.6.2 Inferensi .....	10
2.6.3 Rule Base .....	10
2.6.4 Type Reducer .....	10
2.6.5 Defuzzyfikasi .....	10
2.7 Arduino Nano .....	11
2.8 Panel Surya .....	12



2.9 Solar Charge Controller .....	13
2.10 Baterai Lithium .....	13
2.11 Sensor Irradiance .....	14
2.12 Light Dependent Resistor (LDR) .....	15
2.13 Motor Stepper Linier .....	16
2.14 Modul Sensor Tegangan .....	16
2.15 Modul Sensor Arus .....	17
2.16 Arduino IDE .....	17
2.17 Modul Driver Motor .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Hasil Survei Lapangan .....	21
3.2 Flow Chart Penelitian .....	21
3.3 Blok Diagram .....	22
3.4 Spesifikasi Alat .....	24
3.5 Flow Chart Sistem Kendali Solar Tracker Fuzzy Type 2 .....	28
3.6 Rangkaian Komponen .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Hasil Rancangan Sistem .....	31
4.2 Pembuatan Sistem Fuzzy Type 2 .....	31
4.3 Penentuan Membership Function .....	33
4.4 Pembuatan Rule Base Pada Sistem Fuzzy Type 2 .....	36
4.5 Output Pada Sistem Fuzzy Type 2 .....	37
4.6 Simulasi Alat Pada Simulink .....	40
4.7 Pengaplikasian Kedalam Arduino Nano .....	41
4.8 Pengukuran Tegangan dan Arus Alat Solar Tracker .....	42
4.8.1 Pengambilan Data Solar Tracker Fuzzy Type 2 Ketika Posisi Baterai Charging .....	42

4.8.2 Pengambilan Data Solar Tracker Fuzzy Type 1 Ketika Posisi Baterai Charging.....	45
4.8.3 Pengambilan Data Solar Tracker Fuzzy Type 2 Menggunakan Beban Lampu 15 VDC .....	48
4.8.4 Pengambilan Data Solar Tracker Fuzzy Type 1 Menggunakan Beban Lampu 15 VDC .....	50
4.9 Analisa Perbandingan .....	52
4.10 Hasil Perolehan Energi Panel Surya.....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

Gambar 2. 1 Arah Cahaya Datang .....	7
Gambar 2. 2 Sistem Algoritma Fuzzy .....	9
Gambar 2. 3 Arduino Nano .....	12
Gambar 2. 4 Panel Surya.....	13
Gambar 2. 5 Solar Charge Controller.....	13
Gambar 2. 6 Baterai .....	14
Gambar 2. 7 Sensor Irradiance .....	15
Gambar 2. 8 Light Dependent Resistor (LDR) .....	15
Gambar 2. 9 Motor Stepper.....	16
Gambar 2. 10 Sensor Tegangan .....	17
Gambar 2. 11 Sensor Arus .....	17
Gambar 2. 12 Aplikasi Arduino IDE.....	18

### BAB III

Gambar 3. 1 Flowchart Laporan .....	21
Gambar 3. 2 Blok Diagram .....	23
Gambar 3. 3 Flow Chart Sistem Kendali Solar Tracker Fuzzy Type 2 .....	28
Gambar 3. 4 Rangkaian Solar Tracker Dual Axis .....	29

### BAB IV

Gambar 4. 1 Konfigurasi Sistem fuzzy Type 2 .....	31
Gambar 4. 2 Sistem Pada Sumbu X .....	32
Gambar 4. 3 Sistem Pada Sumbu Y .....	33
Gambar 4. 4 Membership Function SME Sumbu X .....	34
Gambar 4. 5 Membership Function SMA Sumbu X .....	34
Gambar 4. 6 Membership Function SME Sumbu Y .....	35
Gambar 4. 7 Membership Function SMA Sumbu Y .....	35
Gambar 4. 8 Rule Base Sumbu X .....	36
Gambar 4. 9 Rule Base Sumbu Y .....	37
Gambar 4. 10 Output Arah Panel Surya X .....	38

Gambar 4. 11 Output Arah Panel Surya Y .....	38
Gambar 4. 12 Simulasi Simulink Sumbu X .....	40
Gambar 4. 13 Simulasi Simulink Sumbu Y .....	41
Gambar 4. 14 Coding pada Arduino IDE.....	42
Gambar 4. 15 Pengambilan Data Solar Tracker .....	43
Gambar 4. 16 Grafik Tegangan Menggunakan Solar Tracker Fuzzy Type 2.....	43
Gambar 4. 17 Grafik Arus Menggunakan Solar Tracker Fuzzy Type 2	44
Gambar 4. 18 Grafik Daya Menggunakan Solar Tracker Fuzzy Type	245
Gambar 4. 19 Grafik Tegangan Menggunakan Solar Tracker Fuzzy Type 1.....	46
Gambar 4. 20 Arus Tegangan Menggunakan Solar Tracker Fuzzy Type 1.....	47
Gambar 4. 21 Grafik Daya Menggunakan Solar Tracker Fuzzy Type	148
Gambar 4. 22 Foto Pengambilan Data Solar Tracker Fuzzy Type 2 Menggunakan Beban Lampu 15 VDC .....	49
Gambar 4. 23 Grafik Tegangan dan Arus Solar Tracker Fuzzy Type 2 Menggunakan Beban Lampu 15 VDC .....	49
Gambar 4. 24 Foto Pengambilan Data Solar Tracker Fuzzy Type 1 Menggunakan Beban Lampu 15 VDC .....	51
Gambar 4. 25 Grafik Tegangan dan Arus Solar Tracker Fuzzy Type 1 Menggunakan Beban 15 VDC .....	51
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Tegangan Antara Fuzzy Type 2 dan Fuzzy Type 1.....	52
Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Arus (A) Antara Fuzzy Type 2 dan Fuzzy Type 1.....	52
Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Daya (P) Antara Fuzzy Type 2 dan Fuzzy Type 1 .....	53

## DAFTAR TABEL

### **BAB III**

Tabel 3. 1 Kebutuhan Alat dan Bahan .....	24
Tabel 3. 2 Arduino Nano.....	24
Tabel 3. 3 Panel Surya .....	25
Tabel 3. 4 Baterai .....	25
Tabel 3. 5 Solar Charge Controller .....	26
Tabel 3. 6 Sensor Irradiance.....	26
Tabel 3. 7 LDR.....	26
Tabel 3. 8 Kebutuhan Alat dan Bahan .....	26
Tabel 3. 9 Sensor Tegangan .....	27
Tabel 3. 10 Sensor Arus .....	27
Tabel 3. 11 Driver Motor .....	27

### **BAB IV**

Tabel 4. 1 Data Solar Tracker Fuzzy Type 2.....	42
Tabel 4. 2 Data Solar Tracker Fuzzy Type 1.....	45
Tabel 4. 3 Solar Tracker Fuzzy Type 2 Menggunakan Beban .....	48
Tabel 4. 4 Solar Tracker Fuzzy Type 1 Menggunakan Beban .....	50