



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI - TEKNIK ENERGI LISTRIK**  
**ANALISIS PENINGKATAN UNJUK KERJA SOLAR TRACKER SINGLE**  
**AXIS**  
**BERBASIS FUZZY LOGIC TYPE-2**

**Muhammad Ilham Arifullah**  
**1812094**

**Dosen pembimbing**  
**Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D**  
**Dr. Irrine Budi Sulistiowirata, ST., MT**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Institut Teknologi Nasional Malang**  
**Juli 2022**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**ANALISIS PENINGKATAN UNJUK KERJA SOLAR  
TRACKER SINGLE AXIS  
BERBASIS FUZZY LOGIC TYPE-2**

Muhammad Ilham Arifullah  
1812094

Dosen pembimbing  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D  
Dr. Irrine Budi Suslistiowati, ST., MT

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Juli 2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PENINGKATAN UNJUK KERJA SOLAR TRACKER SINGLE AXIS BERBASIS FUZZY LOGIC TYPE 2

#### SKRIPSI

MUHAMMAD ILHAM ARIFULLAH

NIM : 1812094

Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
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

  
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.  
NIP. 19770615 200501 2002

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

  
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
NIP. P. 1030100361

MALANG  
September, 2022

## ABSTRAK

### ANALISIS PENINGKATAN UNJUK KERJA SOLAR TRACKER SINGLE AXIS BERBASIS FUZZY LOGIC TYPE-2

Muhammad Ilham Arifullah, NIM : 1812094

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

Dosen Pembimbing II: Dr. Irrine Budi Suslistiowati, ST., MT

Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan alat yang bernama panel surya, energi ini termasuk dalam energi baru terbarukan. Panel surya biasanya hanya dipasang secara statis atau dipasang secara tetap tanpa mengikuti arah matahari. Untuk mendapat outputan yang maksimal maka dibutuhkan kendali agar panel dapat mengikuti arah matahari, yang disebut *solar tracker*. Analisa yang akan dilakukan adalah menganalisis serapan daya yang dihasilkan, dengan metode *fuzzy type-2* untuk mengatur gerakan motor. Komponen mikrokontroler berupa arduino, motor actuator sebagai penggerak panel surya, dan sensor LDR (*Light Dependent Resistior*) digunakan untuk membaca cahaya sinar matahari. Unjuk kerja *solar tracker* dilakukan dengan membandingkan hasil tangkapan panel statis. Pengambilan data dilakukan rentan jam 8.00 – 16.55 WIB. Hasil yang diperoleh menunjukkan serapan daya *solar tracker* lebih baik dari panel statis yaitu 2,4779W, tegangan sebesar 1,1882V, dan arus yang dihasilkan solar tracker lebih stabil daripada panel statis.

**Kata kunci** : *Solar Tracker, Single Axis, Fuzzy type-2.*

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF PERFORMANCE IMPROVEMENT OF SINGLE AXIS SOLAR TRACKER BASED ON FUZZY LOGIC TYPE-2**

**Muhammad Ilham Arifullah, NIM : 1812094**

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

**Supervisor II: Dr. Irrine Budi Suslistiowati, ST., MT**

Solar energy can be converted into electrical energy by using a device called a solar panel, This energy is included in the new renewable energy. Solar panels are usually only installed statically or permanently installed without following the direction of the sun. To get maximum output, control is needed so that the panel can follow the direction of the sun, called solar tracker. The analysis that will be carried out is to analyze the resulting power absorption, using the fuzzy type-2 method to regulate motor movement. Microcontroller components in the form of Arduino, actuator motor as a driver of solar panels, and LDR sensor (Light Dependent Resistor) are used to read sunlight. The performance of the solar tracker is done by comparing the catches of the static panels. Data collection is carried out at 8.00 – 16.55 WIB. The results obtained show that the solar tracker's power absorption is better than the static panel, which is 2.4779W, the voltage is 1.1882V, and the current generated by the solar tracker is more stable than the static panel.

***Keyword : Solar Tracker, Single Axis, Fuzzy type-2.***

## **KATA PENGANTAR**

Tiada henti penulis ucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas diberikan kesehatan, kekuatan, serta kemudahan dalam menyusun skripsi ini dengan lancar sehingga dapat selesai pada waktu yang sudah dijadwalkan. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan kesalahan dalam penyusunannya. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D dan Ibu Dr. Irrine Budi Suslistiowati, ST., MT selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang somawirata, ST., MT., selaku Ketua program studi Teknik Elektro S1 ITN Malang. yang penulis temui selama menempuh perkuliahan.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa kepada penulis.
4. Teman-teman Elektro ITN angkatan 2018 yang menemani dan selalu mendukung satu sama lain.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1 Panel Surya.....	7
2.1.1 <i>Monocrystalline Silicon</i> .....	7
2.1.2 <i>Polycrystalline</i> .....	8
2.1.3 <i>Thin Film Solar Cell</i> .....	9
2.2 <i>Solar Tracker</i> .....	11
2.2.1 <i>Single Axis</i> .....	11
2.2.2 <i>Statis</i> .....	12
2.3 <i>Fuzzy Logic</i> .....	12
2.3.1 <i>Fuzzification</i> .....	13
2.3.2 <i>Inferensi</i> .....	13
2.3.3 <i>Defuzzifikasi</i> .....	13
2.4 <i>Fuzzy Type-2</i> .....	14
2.4.1 <i>Fuzzification</i> .....	15
2.4.2 <i>Inferensi</i> .....	16
2.4.3 <i>Reduksi Tipe</i> .....	16
2.4.4 <i>Defuzzifikasi</i> .....	16
2.4.5 <i>Perbedaan Fuzzy type 1 dan Fuzzy type 2</i> .....	16
2.5 <i>Arduino Nano</i> .....	17
2.5.1 <i>Pengertian Sinyal Analog</i> .....	18
2.5.2 <i>Pengertian Sinyal Digital</i> .....	19
2.5.3 <i>Analog to Digital Converter</i> .....	20
2.5.4 <i>Digital to Analog Converter</i> .....	20
2.6 <i>Sensor Arus (ACS712)</i> .....	20

2.7	Sensor Tegangan DC .....	21
2.8	Sensor Light Dependent Resistor.....	22
2.9	Motor Aktuator .....	23
2.10	DC-DC Step Down.....	24
2.11	Beban.....	25
2.12	Matrix Laboratory .....	26
2.13	<i>Software GUI Solar Tracker</i> .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>29</b>
3.1	Lokasi Pengambilan Data .....	29
3.2	Deskripsi Sistem .....	29
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	29
3.4	Diagram Alir Penelitian .....	30
3.5	Blok Diagram Sensor Arus dan Tegangan.....	32
3.6	Diagram Alir Cara Kerja Rangkaian.....	33
3.7	Skema Rangkaian Alat.....	34
3.7.1	Rangkaian Sensor LDR .....	34
3.7.2	Rangkaian Motor Aktuator Linear.....	35
3.7.3	Rangkaian Sensor Tegangan DC .....	37
3.7.4	Rangkaian Sensor Arus .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....</b>		<b>39</b>
4.1	Simulasi Matlab .....	39
4.1.1	Menentukan Parameter Input dan Output .....	39
4.1.2	<i>Rule</i> .....	39
4.1.3	Simulasi Simulink.....	40
4.2	Perhitungan Manual .....	42
4.2.1	Menghitung Input 1 .....	42
4.2.2	Menghitung Input 2 .....	45
4.2.3	Menentukan <i>Weighted Average</i> .....	47
4.3	<i>Software</i> Pendukung .....	48
4.4	Hasil Pengujian Solar Tracker .....	49
4.5.1	Hasil Data Solar Tracker.....	49
4.5.2	Grafik <i>Solar Tracker</i> .....	51
4.5.3	Hasil Data Panel Statis.....	52
4.5.4	Grafik Panel Statis .....	53
4.6	Perbandingan Tegangan.....	54
4.7	Perbandingan Arus.....	57
4.8	Perbandingan Daya .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>65</b>
5.1	Kesimpulan .....	65



5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Monocrystalline Silicon .....	8
Gambar 2. 2 Jenis Polycrystalline .....	9
Gambar 2. 3 Jenis Thin Film.....	9
Gambar 2. 4 Solar Tracker Single Axis[5].....	11
Gambar 2. 5 Solar Panel Statis.....	12
Gambar 2. 6 Proses Fuzzy Type-2[8].....	14
Gambar 2. 7 Kurva Segitiga.....	15
Gambar 2. 8 Arduino Nano .....	18
Gambar 2. 9 Sinyal Analog.....	19
Gambar 2. 10 Sinyal Digital.....	19
Gambar 2. 11 Sensor Arus .....	21
Gambar 2. 12 Sensor Tegangan .....	22
Gambar 2. 13 Sensor LDR .....	23
Gambar 2. 14 Motor Aktuator Linea.....	24
Gambar 2. 15 DC-DC Step Down.....	25
Gambar 2. 16 Beban Lampu .....	25
Gambar 2. 17 Tampilan Awal Fuzzy pada Software Matlab .....	26
Gambar 2. 18 Tampilan Software GUI Solar Tracker[16].....	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sensor Arus dan Tegangan .....	32
Gambar 3. 3 Diagram Alir Cara Kerja Rangkaian .....	33
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor LDR .....	34
Gambar 3. 5 Rangkaian Motor Aktuator Linear .....	35
Gambar 3. 6 Rangkaian Sensor Tegangan DC.....	37
Gambar 3. 7 Rangkaian Sensor Arus .....	38
Gambar 4. 1 Tampilan Awal Fuzzy Type-2.....	39
Gambar 4. 2 Tampilan Rule Fuzzy Type-2.....	40
Gambar 4. 3 Simulasi Simulink .....	41
Gambar 4. 4 Tampilan Input 1 .....	43
Gambar 4. 5 Tampilan Input 2 .....	45
Gambar 4. 6 Tampilan Software GUI Solar Tracker .....	48
Gambar 4. 7 Grafik Tegangan, Arus Dan Daya Solar Tracker .....	51
Gambar 4. 8 Grafik Tegangan, Arus, dan Daya Panel Statis .....	53
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Tegangan.....	55

Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Arus .....	58
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Daya.....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Panel Surya .....	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Nano .....	18
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Arus .....	21
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Tegangan.....	22
Tabel 2. 5 Spesifikasi DC-DC Step Down .....	25
Tabel 4. 1 Parameter Fuzzy type 2.....	40
Tabel 4. 2 Parameter output fuzzy type 2.....	40
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Input 1.....	44
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Input 2.....	47
Tabel 4. 5 Hasil Simulasi Dan Perhitungan Manual .....	47
Tabel 4. 6 Data Solar Tracker .....	49
Tabel 4. 7 Tabel Keterangan Pada Grafik Gambar 4.7 .....	52
Tabel 4. 8 Data Panel Statis .....	52
Tabel 4. 9 Tabel Keterangan Grafik Gambar 4.8 .....	54
Tabel 4. 10 Perbandingan Tegangan .....	54
Tabel 4. 11 Tabel Keterangan Grafik Gambar 4.9 .....	56
Tabel 4. 12 Perbandingan Tegangan Tertinggi dan Terendah .....	56
Tabel 4. 13 Rata-Rata Tegangan Yang Diperoleh .....	56
Tabel 4. 14 Perbandingan Arus .....	57
Tabel 4. 15 Tabel Keterangan Grafik Gambar 4.10 .....	59
Tabel 4. 16 Perbandingan hasil arus tertinggi dan terendah.....	59
Tabel 4. 17 Rata-Rata Arus Yang Diperoleh .....	59
Tabel 4. 18 Perbandingan Daya .....	60
Tabel 4. 19 Tabel Keterangan Grafik Gambar 4.11 .....	62
Tabel 4. 20 Perbandingan Daya Tertinggi dan Terendah.....	62
Tabel 4. 21 Rata-Rata Daya Yang Diperoleh.....	62
Tabel 4. 22 Hasil resum .....	63

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ilham Arifullah  
NIM : 1812094  
Jurusan/Peminatan : Teknik Elektro S-1/Teknik Energi Listrik  
ID KTP/Paspor : 3514080206000003  
Alamat : Kembang Kuning RT 004 RW 002 Desa Sengon Agung Kec. Purwosari Kab. Pasuruan  
Judul Skripsi : Analisa Peningkatan Unjuk Kerja Solar Tracker Single Axis 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 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 digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.

Malang, September 2022

Yang membuat pernyataan



(Muhammad Ilham Arifullah)



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Muhammad Ilham Arifullah  
NIM : 1812094  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : 2021-2022  
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Unjuk Kerja Solar Tracker Single Axis Berbasis Fuzzy Logic type 2

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada,

Hari : Kamis  
Tanggal : 11 Agustus 2022  
Nilai : 79,1

Panitia Ujian Skripsi

**Majelis Ketua Penguji**

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.**  
NIP. P. 1030100361

**Sekretaris Majelis Penguji**

**Sot'yohadi, ST., MT.**  
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

**Dosen Penguji I**

**Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.**  
NIP. Y. 1028700171

**Dosen Penguji II**

**Ir. Ni Putu Agustini, MT.**  
NIP. Y. 1030100371



### LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Ilham Arifullah  
NIM : 1812094  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : 2021-2022  
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Unjuk Kerja Solar Tracker Single Axis Berbasis Fuzzy Logic type 2

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji I (11-08-2022)	<ol style="list-style-type: none"><li>Supaya ditambahkan teori ADC dan DAC arduino</li><li>Diberi penjelasan tentang teori penelitian menyangkut angka 255 yang digunakan sebagai dasar penelitiannya</li><li>Supaya ditinjau kembali flowchart pada halaman 25 terkait pengendali motor DC yang konsepnya menggunakan fuzzy logic type 2</li></ol>	

Disetujui,  
Dosen Penguji I

Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.  
NIP. 1028700171

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Awan Uji Krisnanto, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19860301 200501 1 002

Dr. Irtine Budi Sulistiawati, ST., MT.  
NIP. 19770615 200501 2002



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417836 Fax. (0341) 417834 Malang

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama : Muhammad Ilham Arifullah  
NIM : 1812094  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : 2021-2022  
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Unjuk Kerja Solar Tracker  
Single Axis Berbasis Fuzzy Logic type 2

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji II (11-08-2022)	1. Perbedaan, kelebihan dan kekurangan fuzzy type 1 dan fuzzy type 2 di daftar pustaka 2. Ditambahkan total serapan daya solar tracker dan panel statis pada kesimpulan	

Disetujui,  
**Dosen Penguji II**

**Ir. Ni Putu Agustini, MT.**  
NIP.Y. 1030100371

Mengetahui,

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

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

**Dr. Irrine Buli Sulistiawati, ST., MT.**  
NIP. 19770615 200501 2002

