



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER*
MENGUNAKAN KENDALI LOGIKA FUZZY TIPE-2
UNTUK MENINGKATKAN PEROLEHAN ENERGI
LISTRIK PANEL SURYA POLIKRISTALIN 100 WP**

Catur Redi Ramadhan
18.12.023

Dosen pembimbing
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
September 2022



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK
PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER*
MENGGUNAKAN KENDALI LOGIKA FUZZY TIPE-2 UNTUK
MENINGKATKAN PEROLEHAN ENERGI LISTRIK PANEL
SURYA POLIKRISTALIN 100 WP

Catur Redi Ramadhan
18.12.023

Dosen Pembimbing
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT.
Ir.Ni Putu Agustini, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
AGUSTUS 2022

**PERANCANGAN SINGLE AXIS SOLAR TRACKER
MENGUNAKAN KENDALI LOGIKA FUZZY TIPE-
2 UNTUK MENINGKATKAN PEROLEHAN ENERGI
LISTRIK PANEL SURYA POLIKRISTALIN 100 WP**

SKRIPSI

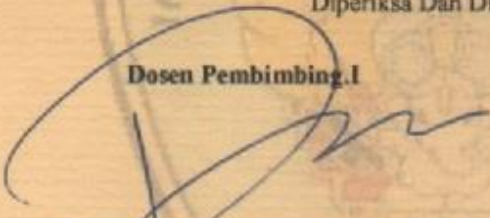
**Catur Redi Ramadhan
1812023**

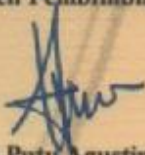
Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui

Dosen Pembimbing I


Dosen Pembimbing II


Dr. Iriane Budi Sulistiawati, ST., MT
NIP. 19770615 200501 2 002


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

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


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

Malang, September 2022



PT IN (PERSERIK) MALANG
BANK NAGA MALANG

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

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

Kampus 1 : J. Bendungan Sigura-gura No 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65143
Kampus 2 : J. Raya Karang, Km 2 Telp. (0341) 417536 Fax. (0341) 417534 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Catur Redi Ramadhan
NIM : 1812023
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik S-1
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021/2022
Judul Skripsi : Perancangan Single Axis Solar Tracker menggunakan Kendali Logika Fuzzy Tipe-2 untuk Meningkatkan Perolehan Energi Listrik Panel Surya Polikristalin 100 wp

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

Hari : Kamis
Tanggal : 11 Agustus 2022
Nilai : 74,7 B+

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T.
NIP. P. 1030100361

Sekretaris Majelis Penguji

Sotvohadi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, M.T.
NIP. Y. 1028700171

Dosen Penguji II

Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, M.T.
NIP. 19610503 199202 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Catur Redi Ramadhan
NIM : 1812023
Jurusan / Peminatan : Teknik Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3506170501000001
Alamat : Jl. Ciliwung Desa Darungan, Kecamatan Pare, Kabupaten Kediri
Judul Skripsi : Perancangan Single Axis Solar Tracker menggunakan Kendali Logika Fuzzy Tipe-2 untuk Meningkatkan Perolehan Energi Listrik Panel Surya Polikristalin 100 wp

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya saya sendiri dan 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 terapat unsur- unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan, serta di proses sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Malang, September 2022
Yang membuat pernyataan



Catur Redi Ramadhan
Catur Redi Ramadhan
1812023

ABSTRAK

PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER* MENGGUNAKAN KENDALI LOGIKA FUZZY TIPE-2 UNTUK MENINGKATKAN PEROLEHAN ENERGI LISTRIK PANEL SURYA POLIKRISTALIN 100 WP

CATUR REDI RAMADHAN, NIM : 1812023

Dosen Pembimbing I : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT

Dosen Pembimbing II : Ir. Ni Putu Agustini, MT

Salah satu cara untuk meningkatkan daya keluaran panel surya adalah dengan menambahkan sistem *single axis solar tracker* yang bekerja dengan cara menggerakkan dan mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat dengan posisi selalu tegak lurus dengan matahari. Komponen pembentuk sistem *single axis solar tracker* terdiri dari sensor, papan mikrokontroler, motor DC aktuator linear, dan panel surya. *Single axis solar tracker* menggunakan sensor LDR yang berfungsi untuk mendeteksi arah datang sinar matahari. sensor LDR berjumlah dua buah untuk mendeteksi kuat pencahayaan sinar matahari di timur dan di barat. Skripsi ini menggunakan sistem kendali logika fuzzy tipe-2 untuk metode pengambilan keputusan pada papan mikrokontroler. Dari pengujian diperoleh hasil Energi listrik yang di hasilkan oleh sistem *single axis solar tracker* dengan kendali logika fuzzy tipe-2 adalah sebesar 225,3394 Wh dan dapat meningkatkan perolehan energi listrik sebesar 4,11% yang semula menggunakan kendali logika fuzzy tipe-1.

Kata kunci : *Single Axis Solar Tracker*, Sistem Kendali, Logika Fuzzy tipe-2.

ABSTRACT

DESIGN OF *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER* USING TYPE-2 FUZZY LOGIC CONTROL TO INCREASE ELECTRICITY GAINS OF 100 WP POLYCRYSTAL SOLAR PANELS

CATUR REDI RAMADHAN, NIM : 1812023
Supervisor I : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT
Supervisor II: Ir. Ni Putu Agustini, MT

One way to increase the output power of solar panels is to add a *single axis solar tracker* system that works by moving and following the movement of the sun from east to west with a position that is always perpendicular to the sun. The components that make up the *single axis solar tracker* consist of sensors, microcontroller boards, linear actuator DC motors, and solar panels. *The single axis solar tracker* uses an LDR sensor which functions to detect the direction of the sun's rays. There are two LDR sensors to detect strong sunlight in the east and west. This thesis uses a type-2 fuzzy logic control system for the decision-making method on the microcontroller board. From the test, it is obtained that the electrical energy generated by the *single axis solar tracker* with type-2 fuzzy logic control is 225.3394 Wh and can increase the acquisition of electrical energy by 4.11% which originally used type-1 fuzzy logic control.

Keywords: Single Axis Solar Tracker, Control System, Type-2 Fuzzy Logic.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa telah melimpahkan rahmat serta hidayah nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Atas terselesaikannya penulisan skripsi ini, saya menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT dan Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membimbing selama masa penyusunan laporan
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
3. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
4. Kepada kedua orang tua, yang telah memberikan dukungan secara material dan non material kepada penulis.
5. Keluarga besar Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang angkatan 2018.

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

Malang, September 2022

Catur Redi Ramadhan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	v
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Solar Tracker	7
2.2 Panel surya	8
2.3 Metode Logika fuzzy	12
2.5 Posisi Matahari dan Bidang Miring di Bumi	16
2.6 Radiasi Matahari.....	16
2.7 Motor Aktuator Linear.....	18
2.8 Arduino Nano.....	19
2.9 Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	20
2.10 Perangkat Lunak Matrix Laboratory (Matlab)	21
2.11 Perangkat Lunak Arduino Integrated Development Environment (IDE)	22
2.12 Sensor Arus (ACS712)	23
2.13 Sensor Tegangan DC	24
2.14 Standarisasi Keakuratan Alat Ukur	25
2.15 Sensor cahaya GY-49	25
2.16 DC-DC Step-Down (Buck)	26
2.17 Beban Lampu	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Sistem Kerja Single Axis Solar Tracker.....	31

3.2	Diagram Blok Perancangan <i>Single Axis Solar Tracker</i>	31
3.3	Perancangan Perangkat Keras	34
3.3.1	Skematik Sensor Light Dependent Resistor (LDR).....	34
3.3.2	Skematik Motor Aktuator Linear	34
3.3.3	Skematik Sensor Tegangan	36
3.3.4	Skematik Sensor Arus.....	38
3.3.5	Skematik Sensor GY 49.....	39
3.4	Pemodelan Controller Pada Perangkat Lunak Matlab	39
3.5	Pemrograman Papan Mikrokontroler Arduino	42
3.6	Validasi Sistem Kendali Logika Fuzzy tipe-2	42
3.6.1	Selisih LDR Sebesar 31	42
3.6.2	Selisih LDR Sebesar 172	43
3.6.3	Selisih LDR Sebesar 353	45
3.7	Galat Sensor Tegangan DC	46
3.8	Galat Sensor Arus	47
	BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1	Hasil Pengujian Intensitas Cahaya	49
3.9	Hasil Pengujian Tegangan	51
3.10	Hasil Pengujian Arus.....	53
3.11	Hasil Pengujian Daya	55
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Solar tracker single axis	7
Gambar 2. 2	Solar tracker dual axis.....	8
Gambar 2. 3	Prinsip kerja sel surya	8
Gambar 2. 4	Kurva P-V dan I-V.....	9
Gambar 2. 5	Tegangan modul PV-daya pada tingkat radiasi yang berbeda.....	10
Gambar 2. 6	Modul PV arus–tegangan pada tingkat suhu yang berbeda.....	10
Gambar 2. 7	Panel surya polycrystalline.....	12
Gambar 2. 8	Blok diagram proses fuzzy.....	13
Gambar 2. 9	Blok diagram aturan logika fuzzy tipe-2.....	14
Gambar 2. 10	Kurva segitiga logika fuzzy tipe-2.....	14
Gambar 2. 11	sudut-sudut posisi matahari terhadap benda miring	16
Gambar 2. 12	Motor aktuator linear.....	18
Gambar 2. 13	Arduino nano	19
Gambar 2. 14	Sensor light dependent resistor.....	20
Gambar 2. 15	Ilustrasi sensor LDR.....	21
Gambar 2. 16	Toolbox fuzzy logic type-2.....	22
Gambar 2. 17	Perangkat lunak arduino IDE	23
Gambar 2. 18	Sensor arus ACS712	24
Gambar 2. 19	Sensor tegangan	24
Gambar 2. 20	Sensor GY-49	26
Gambar 2. 21	DC-DC Step-Down (Buck)	26
Gambar 2. 22	Beban lampu	27
Gambar 3. 1	Diagram alir skripsi.....	29
Gambar 3. 2	Diagram alir sistem kerja single axis solar tracker	31
Gambar 3. 3	Diagram blok sistem kerja single axis solar tracker ..	33
Gambar 3. 4	Skematik sensor LDR	34
Gambar 3. 5	Skematik motor aktuator linear.....	35
Gambar 3. 6	Skematik sensor tegangan	37
Gambar 3. 7	Skematik sensor arus.....	38
Gambar 3. 8	Skematik sensor GY-49	39
Gambar 3. 9	Grafik fungsi keanggotaan input selisih LDR	40
Gambar 3. 10	pemetaan keanggotaan output.....	41

Gambar 3. 11	Pemrograman arduino.....	42
Gambar 3. 12	Perhitungan matlab.....	43
Gambar 3. 13	Hasil eksekusi arduino	43
Gambar 3. 14	Perhitungan matlab.....	44
Gambar 3. 15	Hasil eksekusi arduino	44
Gambar 3. 16	Perhitungan matlab.....	45
Gambar 3. 17	Hasil eksekusi arduino	45
Gambar 4. 1	Hasil pengujian intensitas cahaya	50
Gambar 4. 2	Grafik hasil pengujian tegangan.....	52
Gambar 4. 3	Grafik hasil pengujian arus	54
Gambar 4. 4	Grafik hasil pengujian daya	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi panel surya poly-crystalline	12
Tabel 2. 2 Radiasi Matahari tahun 2018.....	16
Tabel 2. 3 Rata-rata temperatur tahun 2018.....	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi motor aktuator linear	19
Tabel 2. 5 Spesifikasi arduino nano	19
Tabel 2. 6 Spesifikasi sensor LDR	20
Tabel 2. 7 Spesifikasi sensor arus ACS712.....	24
Tabel 2. 8 Spesifikasi sensor tegangan.....	25
Tabel 2. 9 Spesifikasi sensor GY-49	26
Tabel 2. 10 Spesifikasi DC-DC Step-Down (Buck).....	27
Tabel 2. 11 Spesifikasi lampu	27
Tabel 3. 1 Konfigurasi sensor LDR	34
Tabel 3. 2 Konfigurasi motor aktuator linear	35
Tabel 3. 3 Konfigurasi sensor tegangan	37
Tabel 3. 4 Konfigurasi sensor arus.....	38
Tabel 3. 5 Konfigurasi sensor GY-49	39
Tabel 3. 6 Fungsi keanggotaan input.....	40
Tabel 3. 7 Aturan logika fuzzy tipe-2.....	41
Tabel 3. 9 Validasi kendali logika fuzzy tipe-2	46
Tabel 3. 10 Galat sensor Tegangan	46
Tabel 3. 11 Galat sensor arus.....	47
Tabel 4. 1 Hasil pengujian intensitas cahaya	49
Tabel 4. 2 Hasil pengujian tegangan	51
Tabel 4. 3 Hasil pengujian arus.....	53
Tabel 4. 4 Hasil pengujian daya	55

