



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**PERBANDINGAN DAYA PADA *TRACKING*
PANEL SURYA *DUAL AXIS* MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY***

Anggi Putri Faradifa
NIM 2112056

Dosen Pembimbing
Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph. D.
Alfarid Hendro Yuwono, S. ST., M. T.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**PERBANDINGAN DAYA PADA *TRACKING* PANEL
SURYA *DUAL AXIS* MENGGUNAKAN METODE
*FUZZY***

Anggi Putri Faradifa
NIM 2112056

Dosen Pembimbing
Awan Uji Krismanto, S. T., M. T., Ph. D.
Alfarid Hendro Yuwono, S. ST., M. T.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025

**PERBANDINGAN DAYA PADA *TRACKING* PANEL
SURYA *DUAL AXIS* MENGGUNAKAN METODE
*FUZZY***

SKRIPSI

Anggi Putri Faradifa

2112056

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian 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 Krisnanto, S. T., M. T., Ph. D.

NIP. 198003012005011002

Alfarid Hendro Yuwono, S. ST., MT.

NIP. P. 1032000589

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Immanuel Surwani Faradisa, ST., MT.

NIP. P. 1030000365

MALANG

2025

ABSTRAK

PERBANDINGAN DAYA PADA *TRACKING* PANEL SURYA *DUAL AXIS* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*

Anggi Putri Faradifa, NIM: 2112056

Dosen Pembimbing I: Awan Uji Krismanto, S. T., M. T., Ph. D.

Dosen Pembimbing II: Alfarid Hendro Yuwono, S. ST., MT.

Dalam upaya meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi surya, penelitian ini merancang dan menganalisis sistem *solar tracker dual axis* menggunakan metode *fuzzy*. Sistem ini bertujuan untuk memaksimalkan penyerapan sinar matahari dengan cara menggerakkan panel surya secara otomatis mengikuti arah datangnya cahaya berdasarkan data intensitas dari empat sensor LDR. Proses kontrol dilakukan melalui sistem inferensi *fuzzy* yang mencakup tahapan fuzzifikasi, evaluasi aturan IF – THEN, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan sinyal kendali motor penggerak. Selain itu, dilakukan perbandingan unjuk kerja antara metode *fuzzy* dan PID dengan parameter berupa tegangan, arus, dan daya yang dikirim secara *realtime* ke platform *ThingSpeak* melalui ESP32. Hasil pengujian selama empat hari menunjukkan bahwa sistem dengan metode *fuzzy* menghasilkan daya yang lebih tinggi dan stabil dibandingkan dengan metode PID, dengan total energi yang dihasilkan sebesar 1.908 Wh untuk metode *fuzzy* dan 1.497 Wh untuk PID. Sistem *fuzzy* juga menunjukkan respon yang lebih adaptif terhadap perubahan intensitas cahaya, hal ini menjadikan metode *fuzzy* lebih unggul dalam pengelolaan daya pada sistem *solar tracking*.

Kata kunci: Kendali Solar Tracker, Efisiensi Energi Surya, Logika Fuzzy.

ABSTRACT

PERBANDINGAN DAYA PADA *TRACKING* PANEL SURYA *DUAL AXIS* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY*

Anggi Putri Faradifa, NIM: 2112056

Supervisor I: Awan Uji Krismanto, S. T., M. T., Ph. D.

Supervisor II: Alfarid Hendro Yuwono, S. ST., MT.

In an effort to improve the efficiency of solar energy utilization, this study designs and analyses a dual axis solar tracking system using the fuzzy logic method. The system aims to maximize sunlight absorption by automatically adjusting the position of the solar panel to follow the direction of incoming light based on intensity data from four LDR sensors. The control process is carried out through a fuzzy inference system, which includes the stages of fuzzification, rule evaluation using IF–THEN logic, and defuzzification to generate control signals for the drive motors. In addition, a performance comparison between the fuzzy and PID methods is conducted using parameters such as voltage, current, and power, which are transmitted in real-time to the ThingSpeak platform via ESP32. The four-day testing results show that the system using the fuzzy method produces higher and more stable power output compared to the PID method, with total energy generated reaching 1.908 Wh for the fuzzy method and 1.497 Wh for PID. The fuzzy system also demonstrates a more adaptive response to changes in light intensity, making it superior in power management for solar tracking systems.

Keyword – Solar Tracker Control, Solar Energy Efficiency, Fuzzy Logic.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis 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, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharap 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 Awan Uji Krismanto, S. T., M. T., Ph. D. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Alfarid Hendro Yuwono, S. ST., M. T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Program Pendidikan Teknik Elektro ITN Malang
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Kedua orang tua saya, Bapak Riyanto dan Ibu Ririn, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup penulis, dua orang yang selalu mengusahakan anak tunggalnya menempuh jenjang pendidikan yang setinggi – tingginya, meskipun mereka berdua hanya menempuh pendidikan sampai tahap dasar. Kepada bapak saya, terimakasih atas setiap cucuran keringat dan kerja keras yang telah didedikasikan untuk memberi nafkah demi penulis sampai tahap ini, demi penulis dapat mengenyam pendidikan sampai tahap ini. Untuk ibu saya, terimakasih atas segala motivasi, pesan, doa, dan kepercayaan yang selalu mendampingi setiap langkah penulis. Terimakasih atas kasih sayang tanpa batas yang tak pernah lekang oleh waktu, atas kesabaran dan pengorbanan yang selalu mengiringi perjalanan hidup penulis. Terimakasih telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi serta pelita yang tak pernah padam dalam setiap langkah yang penulis tempuh.
6. Rekan – rekan teknik elektro angkatan 2021 (*elektrouble'21*) yang telah menjadi keluarga, berbagi suka dan duka bersama. Terimakasih atas kehormatan yang telah diberikan selama 4 tahun ini, semoga kita semua bisa bertemu kembali dalam waktu terbaik dan dengan kesuksesan masing – masing.

7. Terakhir, Anggi Putri Faradifa, ya! diri saya sendiri. Apresiasi yang setinggi – tingginya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terimakasih karena terus berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya.

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, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Solar Tracking</i>	5
2.1.1 <i>Solar Tracker Single Axis</i>	5
2.1.2 <i>Solar Tracker Dual Axis</i>	6
2.2 Panel Surya	6
2.2.1 <i>Monocrystalline</i>	7
2.3 Mikrokontroler	8
2.3.1 <i>Arduino</i>	9
2.4 Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	9
2.5 <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	9
2.6 Aktuator linier HN710B-5019T	10
2.7 Baterai	10
2.8 <i>ThingSpeak</i>	11
2.9 ESP32	11
2.10 Sensor INA219	12
2.11 Logika <i>Fuzzy</i>	12
2.11.1 <i>Fungsi Keanggotaan</i>	12
2.11.2 <i>Sistem Inferensi Fuzzy</i>	15
2.11.3 <i>Defuzzifikasi</i>	15
2.12 Rumus Perhitungan Energi Total	18

BAB III.....	19
METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.2 Blok Diagram <i>Solar Tracker</i>	19
3.3 Blok Diagram Sistem Monitoring.....	20
3.4 Flowchart Sistem Kendali <i>Fuzzy</i>	21
3.5 Komponen – Komponen	22
3.6 Skematik Rangkaian	23
3.6.1 Skematik Rangkaian <i>Solar Tracker</i>	23
3.6.2 Skematik Rangkaian Monitoring	24
BAB IV.....	27
HASIL DAN ANALISIS	27
4.1 Perancangan <i>Fuzzy Logic</i>	27
4.2 Pembuatan <i>Rule Base</i>	28
4.3 <i>Rule Viewer Fuzzy Logic</i>	29
4.4 <i>Coding Arduino Solar Tracker</i>	31
4.5 Hasil Pengukuran <i>Solar Tracker</i>	32
4.5.1 Sistem Tracking dengan Metode Fuzzy	32
4.5.2 Sistem Tracking dengan Metode PID	36
4.5.3 Perbandingan Total perolehan Daya	40
4.6 Grafik Perbandingan Tegangan	43
4.7 Grafik Perbandingan Arus	47
4.8 Grafik Perbandingan Daya.....	51
4.9 Perolehan Energi Total dari Panel Surya dengan Metode Fuzzy.....	54
4.10 Perolehan Energi Total dari Panel Surya dengan Metode PID	55
BAB V	56
PENUTUP.....	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Panel Surya Monocrystalline	7
Gambar 2. 2	Panel Surya Polycrystalline.....	7
Gambar 2. 3	Panel Surya Thin Film	8
Gambar 2. 4	Mikrokontroler	8
Gambar 2. 5	Arduino	9
Gambar 2. 6	Sensor Light Dependent Resistor (LDR)	9
Gambar 2. 7	Solar Charge Controller (SCC)	9
Gambar 2. 8	Aktuator linier HN710B-5019T	10
Gambar 2. 9	Baterai	10
Gambar 2. 10	ThingSpeak	11
Gambar 2. 11	ESP32.....	11
Gambar 2. 12	INA219.....	12
Gambar 2. 13	Kurva Keanggotaan Triangular.....	12
Gambar 2. 14	Kurva Keanggotaan Trapezoidal.....	13
Gambar 2. 15	Kurva Keanggotaan Gaussian.....	14
Gambar 2. 16	Kurva Keanggotaan Generalized Bell.....	14
Gambar 2. 17	Sistem Inferensi Fuzzy	15
Gambar 3. 1	Diagram Blok Solar Tracker	19
Gambar 3. 2	Diagram Blok Sistem Monitoring.....	20
Gambar 3. 3	Flowchart Sistem Fuzzy.....	21
Gambar 3. 4	Skematik Rangkaian Solar Tracker.....	23
Gambar 3. 5	Skematik Rangkaian Monitoring	24
Gambar 4. 1	Perancangan Fuzzy Logic	27
Gambar 4. 2	Tampilan Rule Base	28
Gambar 4. 3	Tampilan Rule Viewer	29
Gambar 4. 4	Arduino Program.....	31
Gambar 4. 5	Grafik Tegangan Senin, 19 Mei 2025	43
Gambar 4. 6	Grafik Tegangan Selasa, 20 Mei 2025	44
Gambar 4. 7	Grafik Tegangan Rabu, 21 Mei 2025.....	45
Gambar 4. 8	Grafik Tegangan Kamis, 22 Mei 2025.....	46
Gambar 4. 9	Grafik Arus Senin, 19 Mei 2025	47
Gambar 4. 10	Grafik Arus Selasa, 20 Mei 2025	48
Gambar 4. 11	Grafik Arus Rabu, 21 Mei 2025.....	49
Gambar 4. 12	Grafik Arus Kamis, 22 Mei 2025.....	50
Gambar 4. 13	Grafik Daya Senin, 19 Mei 2025	51

Gambar 4. 14	Grafik Daya Selasa, 20 Mei 2025	52
Gambar 4. 15	Grafik Daya Rabu, 21 Mei 2025	52
Gambar 4. 16	Grafik Daya Kamis, 22 Mei 2025	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar Komponen	22
Tabel 4. 1 Data Tracking Senin, 19 Mei 2025.....	32
Tabel 4. 2 Data Tracking Selasa, 20 Mei 2025.....	33
Tabel 4. 3 Data Tracking Rabu, 21 Mei 2025.....	34
Tabel 4. 4 Data Tracking Kamis, 22 Mei 2025.....	35
Tabel 4. 5 Data Tracking Senin, 19 Mei 2025.....	36
Tabel 4. 6 Data Tracking Selasa, 20 Mei 2025.....	38
Tabel 4. 7 Data Tracking Rabu, 21 Mei 2025.....	39
Tabel 4. 8 Data Tracking Kamis, 22 Mei 2025.....	39
Tabel 4. 9 Perbandingan Total Perolehan Daya Senin, 19 Mei 2025 ...	40
Tabel 4. 10 Perbandingan Total Perolehan Daya Selasa, 20 Mei 2025	41
Tabel 4. 11 Perbandingan Total Perolehan Daya Rabu, 21 Mei 2025..	41
Tabel 4. 12 Perbandingan Total Perolehan Daya Kamis, 22 Mei 2025	42