



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

RANCANG BANGUN DAN ANALISA UNJUK KERJA SOLAR
TRACKER SINGLE AXIS DENGAN METODE NEURO FUZZY

Aries Sowandhana
NIM 1812071

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

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



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
RANCANG BANGUN DAN ANALISA UNJUK
KERJA SOLAR TRACKER SINGLE AXIS
DENGAN METODE NEURO FUZZY**

Aries Sowandhana

NIM 1812071

Dosen pembimbing

Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D

Dr.Irrine Budi Sulistiawati,ST.,MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Juli 2022

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN DAN ANALISA UNJUK KERJA SOLAR TRACKER SINGLE AXIS DENGAN METODE NEURO FUZZY

SKRIPSI

ARIES SOWANDHANA

NIM : 1812071


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



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 MIGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Aries Sowandhana
NIM : 1812071
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021/2022
Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Analisa Unjuk Kerja Solar
Tracker Single Axis Dengan Metode Neuro
Fuzzy

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

Hari : Jum'at
Tanggal : 12 Agustus 2022
Nilai : 81,5

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

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

Sekretaris Majelis Penguji

Sotvohadi, 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



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aries Sowandhana
NIM : 1812071
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro / Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3514083005000002
Alamat : Perum Griya Inti Permata J.15 RT.03 RW.
27 Desa Martopuro Kec. Purwosari Kab.
Pasuruan
Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Analisa Unjuk Kerja
Solar Tracker Single Axis Dengan Metode
Neuro Fuzzy

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, 10 September 2022

Yang membuat pernyataan



Aries Sowandhana

1812071

ABSTRAK

RANCANG BANGUN DAN ANALISA UNJUK KERJA SOLAR TRACKER SINGLE AXIS DENGAN METODE NEURO FUZZY

Aries Sowandhana, NIM 1812071

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

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

Penggunaan PV yang dipasang secara statis kurang maksimal untuk penyerapan sinar matahari yang bergerak dari Timur ke Barat, maka diperlukan suatu alat sebagai sistem kendali untuk mendapatkan penyerapan sinar matahari secara maksimal yaitu dengan merancang sistem solar tracker single axis dengan menggunakan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System dan dilengkapi sensor LDR. ANFIS adalah gabungan dari dua sistem yaitu sistem logika fuzzy dan jaringan saraf tiruan (JST). Logika fuzzy memiliki kelebihan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan dengan menerapkan basis aturan (rule). JST memiliki kelebihan mengenali pola belajar dan berlatih dalam menyelesaikan suatu permasalahan tanpa pemodelan matematik. Serta dapat bekerja berdasarkan data historis yang dimasukkan kepadanya dan dapat melakukan prediksi kejadian yang akan datang berdasarkan data-data tersebut sehingga ANFIS memiliki kemampuan keduanya. Dari pengujian yang telah dilakukan pada pukul 08.00 WIB - 17.00 WIB didapatkan total daya oleh solar tracker dengan Neuro Fuzzy yaitu sebesar 16880,46 W dan rata-rata 31.37 W, total tegangan 9442,41 V dan rata-rata 17.55 V dan total arus sebesar 948,34 A dan rata-rata sebesar 1.76 A, dengan metode Fuzzy didapatkan total daya sebesar 14590,39 W dan rata-rata sebesar 27.37 W, total tegangan sebesar 9225,27 V dan rata-rata sebesar 17.14 V dan total arus sebesar 840,96 A dan rata-rata sebesar 1.56 A. Maka dari itu kedua metode tersebut memiliki selisih sedikit perbedaan hasil yang diperoleh namun hal ini dikarenakan kedua metode tersebut sama-sama mengikuti arah pergerakan matahari.

Kata kunci : *Tracker System Single Axis, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, Sensor LDR (Light Dependent Resistor)*

ABSTRACT

DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF SINGLE AXIS SOLAR TRACKER USING NEURO FUZZY METHOD

Aries Sowandhana, NIM 1812071

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

Supervisor II: Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

The use of PV that is installed statically is not optimal for absorption of sunlight that moves from East to West, so a tool is needed as a control system to get maximum absorption of sunlight, namely by designing a single axis solar tracker system using the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System and equipped with an LDR sensor. ANFIS is a combination of two systems, namely fuzzy logic system and artificial neural network (ANN). Fuzzy logic has advantages in modeling qualitative aspects of human knowledge and decision-making processes by applying a rule base. ANN has the advantage of recognizing learning patterns and practicing in solving a problem without mathematical modeling. And can work based on historical data entered into it and can predict future events based on these data so that ANFIS has the ability to both. From the tests that have been carried out at 08.00 WIB - 17.00 WIB, the total power by the solar tracker with Neuro Fuzzy is 16880.46 W and an average of 31.37 W, the total voltage is 9442.41 V and the average is 17.55 V and the total current is equal to 948.34 A and an average of 1.76 A, with the Fuzzy method obtained a total power of 14590.39 W and an average of 27.37 W, a total voltage of 9225.27 V and an average of 17.14 V and a total current of 840.96 A and an average of 1.56 A. Therefore, the two methods have a slight difference in the results obtained, but this is because both methods follow the direction of the sun's movement.

Keyword : Tracker System Single Axis, Adaptive Neuro Fuzzy Inference Syste, Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

KATA PENGANTAR

Tiada henti ucapan syukur kepada Allah SWT atas diberikan kesehatan, kekuatan, serta kemudahan dalam menyusun skripsi dengan lancar sehingga dapat selesai pada waktu yang sudah dijadwalkan. Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang pada 2021-2022. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarannya kepada:

1. Bapak Awan uji Krismanto, ST., MT., Ph.D dan Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. selaku dosen pembimbing selama penelitian ini.
2. Bapak Alm. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT dan Bapak Sotyohadi, ST., MT., selaku dosen wali.
3. Bapak Dr. Eng. I Komang somawirata, ST., MT., selaku Ketua program studi Teknik Elektro S1 ITN Malang.
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro ITN Malang yang telah memberikan ilmu selama menempuh perkuliahan.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa kepada penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan
6. Teman-teman angkatan 2018 yang selalu menemani dan selalu support satu sama lain.

Namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon saran dan kritikan yang membangun untuk menambah kesempurnaan laporan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa dan pembaca lainnya.

Malang, Juli 2022

Penulis

Aries Sowandhana

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB 1_PENDAHULUAN	1
1.1Latar Belakang	1
1.2Rumusan Masalah	2
1.3Tujuan	2
1.4Batasan Masalah	2
1.5Manfaat	3
1.6Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1.Solar Tracker	5
2.2.Sensor LDR	6
2.3.Radiasi Matahari.....	6
2.4.Panel Surya.....	7
2.5.Perangkat Lunak Matrix Laboratory (MATLAB)	8
2.6.Sensor Arus	9
2.7.Sensor Tegangan	10
2.8.Arduino Nano	10
2.9.Lampu	11
2.10.DC-DC <i>Step-Down (Buck)</i>	12
2.11.Motor Aktuaktor Linier	13
2.12.NEURO FUZZY	13
2.12.1.Karakteristik ANFIS.....	16

2.12.2. Proses Belajar ANFIS	16
2.13. Teori Logika Fuzzy	17
2.13.1 Himpunan Fuzzy (Fuzzy Sets)	17
2.13.2 Basis Aturan	17
2.13.3 Sistem Inferensi Fuzzy (Fuzzy Inference System)	18
2.14. Jaringan Saraf Tiruan	18
2.14.1 Neuron Penyusun JST (Jaringan Saraf Tiruan) .	19
BAB II METODE PENELITIAN	25
3.1 Deskripsi Sistem	25
3.2 Diagram Alur Penelitian	26
3.3 Perancangan Perangkat Keras	29
3.4 Alur Pembuatan Alat	30
3.5 Cara Kerja Single Axis Solar Tracker	31
3.6 Skema Rangkaian Alat	32
3.7.1 Rangkaian Sensor LDR	32
3.7.2 Rangkaian Sensor Tegangan	33
3.7.3 Rangkaian Sensor Arus	34
3.7.4 Rangkaian Alat Keseluruhan	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Prosedur Pengujian	39
4.2 Tampilan Fungsi Keanggotaan	41
4.3 Tampilan Neuro Fuzzy Rule	43
4.4 Tampilan Defuzzifikasi	44
4.5 Hasil Pengujian Solar Tracker	45
4.6 Hasil Pengujian Perbandingan Intensitas Cahaya	47
4.6 Hasil Pengujian Perbandingan Tegangan	49
4.7 Hasil Pengujian Perbandingan Arus	52

4.8	Hasil Pengujian Perbandingan Daya	55
4.9	Perhitungan Efisiensi Sistem Dengan Kontrol ANFIS	58
4.10	Perhitungan Efisiensi Sistem Dengan Kontrol Fuzzy	59
BAB V PENUTUP		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Solar Tracker Single Axis .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Sensor LDR	6
Gambar 2. 3 Panel Surya Polycrystalline	8
Gambar 2. 4 Software MATLAB.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Sensor Arus	9
Gambar 2. 6 Sensor Tegangan	10
Gambar 2. 7 Arduino Nano	11
Gambar 2. 8 Lampu	12
Gambar 2. 9 DC-DC step-down (buck)	12
Gambar 2. 10 Motor Aktuaktor Linear	13
Gambar 2. 11 Arsitektur Jaringan	14
Gambar 2. 12 Fuzzy Inference System	18
Gambar 2. 13 Komponen Neuron	19
Gambar 2. 14 Single Layer Network	20
Gambar 2. 15 Multlayer Network	20
Gambar 2. 16 Flowchart Program Anfis	22
Gambar 3. 1 Flowchart Alur Perencanaan	27
Gambar 3. 2 Gambar Blok Diagram Sitem	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor LDR	32
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Tegangan	33
Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor Arus	35
Gambar 3. 6 Rangkaian Keseluruhan.....	36
Gambar 4. 1 Tampilan Awal Tool box Anfis dan Sebelum training data	39
Gambar 4. 2 Tampilan Setelah Training Data.....	40
Gambar 4. 3 Tampilan Fungsi Keangotaan input Sensor LDR.....	42
Gambar 4. 4 Tampilan Fungsi Keangotaan output Motor.....	43
Gambar 4. 5 Tampilan Beberapa Rule Neuro Fuzzy	44
Gambar 4. 6 Defuzzifikasi	45
Gambar 4. 7 Pengujian Solar Tracker	46
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Pengujian Intenitas Cahaya.....	48
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Pengujian Tegangan	51
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengujian Arus	54
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengujian Daya.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Aturan Anfis	28
Tabel 3. 2 Perangkat keras yang digunakan.....	29
Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin Sensor LDR	33
Tabel 3. 4 Konfigurasi Pin Sensor Tegangan	34
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin Sensor Arus	35
Tabel 4. 1 Data input dan output anfis	41
Tabel 4. 2 Fungsi Keanggotaan input	41
Tabel 4. 3 Data Pengujian Intensitas Cahaya.....	47
Tabel 4. 4 Data Pengujian Tegangan	49
Tabel 4. 5 Data Pengujian Arus	52
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Daya	55
Tabel 4. 7 Rata-rata Daya Yang Diperoleh.....	58
Tabel 4. 8 Hasil Resume	59