



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**RANCANG BANGUN *TRIPTONIC TRACKING SYSTEM* PADA
PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE* BERBASIS *INTERNET
OF THINGS* DENGAN METODE FUZZY SUGENO**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**Hildan Dwi Prasetyo
41420010011**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



**RANCANG BANGUN *TRIPTONIC TRACKING SYSTEM* PADA
PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE* BERBASIS *INTERNET
OF THINGS* DENGAN METODE FUZZY SUGENO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : Hildan Dwi Prasetyo
NIM : 41420010011
PEMBIMBING : Trie Maya Kadarina, S.T., M.T.

MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Hildan Dwi Prasetyo
NIM : 41420010011
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun *Triptonic Tracking System* Pada Panel Surya *Monocrystalline* Berbasis *Internet of Things* dengan Metode Fuzzy Sugeno

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Trie Maya Kadarina, S.T, M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0303097903



Ketua Penguji : Fina Supegina, S.T, M.T
NIDN/NIDK/NIK : 0318028001



Anggota Penguji : Julpri Andika, S.T, M.Sc
NIDN/NIDK/NIK : 0323079102



MERCU BUANA

Jakarta, 30 Juli 2023

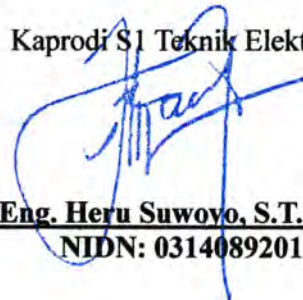
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.
NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB

III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama	:	HILDAN DWI PRASETYO
NIM	:	41420010011
Program Studi	:	Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir/Tesis	:	RANCANG BANGUN TRIPTONIC TRACKING SYSTEM PADA PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN METODE FUZZY SUGENO

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 06 Agustus 2024** dengan hasil presentase sebesar **28%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 07 Agustus 2024

Administrator Turnitin,

Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Hildan Dwi Prasetyo
NIM : 41420010011
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Triptonic Tracking System* Pada Panel Surya *Monocrytalline* Berbasis *Internet of Things* dengan Metode Fuzzy Sugeno

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar, Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Juli 2024



(Hildan Dwi Prasetyo)

ABSTRAK

Efisiensi panel surya dalam menyimpan energi matahari dengan keadaan panel surya yang bersifat statis akan berpengaruh pada output yang dihasilkan oleh panel surya tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem *prototype* yang dapat melacak arah sinar matahari dan mengikutinya. Yang dimana dengan adanya *solar tracker* tersebut berguna untuk meningkatkan efisiensi dari panel surya, Perancangan alat ini menggunakan metode Fuzzy Sugeno.

Pada perancangan *triptonic solar tracker* ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan ESP 32 Devkit V1 dengan beberapa sensor sebagai parameter uji. Perancangan alat ini menggunakan Metode Fuzzy Sugeno yang berfungsi sebagai pemberi keputusan output berdasarkan perhitungan fuzzy. Terdapat beberapa proses perhitungan Fuzzy yang digunakan, yaitu proses pembentukan himpunan, Fuzzyfikasi, proses implikasi dan Defuzzyfikasi. Lalu, untuk informasi data alat ini terhubung dengan *platform* Ubidots. Tujuannya untuk memudahkan dalam memonitoring hasil yang didapat oleh alat secara *realtime*, *platform* tersebut dapat diakses melalui *smartphone* maupun komputer.

Pengujian alat dan pengambilan data dilakukan pada pukul 08:30 hingga 16:00 WIB, pengujian dan pengambilan data dilakukan dalam rentang waktu 30 menit. Hasil dari pengujian dengan mode *automatic* efisiensi panel surya yang didapat sebesar 4.4% sedangkan mode manual nilai efisien yang didapat sebesar 6.4%. Lalu, Ubidots sebagai IoT yang digunakan sudah berjalan baik, menampilkan data-data sensor yang ditransfer oleh ESP32. Hasil selisih rata-rata delay pengiriman data sebesar 1 detik, dengan koneksi internet yang stabil dan tidak terputus.

Kata kunci: *solar tracker*, Arduino Nano, ESP32 Devkit V1, Fuzzy Sugeno, IoT, Ubidots

ABSTRACT

The efficiency of solar panels in storing solar energy when the solar panels are static will affect the output produced by the solar panels. Therefore, this research aims to design a prototype system that can track the direction of sunlight and follow it. The presence of a solar tracker is useful for increasing the efficiency of solar panels. The design of this tool uses the fuzzy sugeno method

In designing this triptonic solar tracker, the Arduino Nano microcontroller and ESP 32 Devkit V1 are used with several sensors as test parameters. The design of this tool uses the Fuzzy Sugeno Method which functions as a provider of output decisions based on fuzzy calculations. There are several fuzzy calculation processes used, namely the set formation process, fuzzyfication, implication process and defuzzyfication. Then, for data information, this tool is connected to the Ubidots platform. The aim is to make it easier to monitor the results obtained by the tool in real time, the platform can be accessed via smartphone or computer.

Tool testing and data collection was carried out from 08:30 to 16:00 WIB, testing and data collection was carried out within a time span of 30 minutes. The results of testing using automatic mode for solar panel efficiency were 4.4%, while for manual mode the efficiency value obtained was 6.4%. Then, Ubidots as the IoT used is running well, displaying sensor data transferred by the ESP32. The difference between the average data transmission delay is 1 second, with a stable and uninterrupted internet connection.

Keywords: solar tracker, Arduino Nano, ESP32 Devkit V1, Fuzzy Sugeno, IoT, Ubidots

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Rancang Bangun *Triptonic Tracking System* pada Panel Surya Monocrystalline Berbasis *Internet of Things* dengan Metode Fuzzy Sugeno**” Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program sarjana strata satu (S1) Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan. Penulis menyadari bahwa laporan ini bisa diselesaikan berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya.
2. Orang tua dan keluarga besar yang tiada hentinya telah memberikan doa serta dukungannya selama ini, baik secara moril maupun materil.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor di Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Dr.Eng Heru Suwoyo, ST, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
5. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Ibu Trie Maya Kadarina, S.T, M.T selaku Pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis.
8. Semua pihak yang membantu menyelesaikan Tugas Akhir baik secara moril maupun materil.

Penulis telah berupaya sebaik mungkin dengan memanfaatkan pengetahuan dan informasi yang ada dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis berharap besar bahwa karya ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh *civitas* Universitas Mercu Buana, para pembaca, serta penulis sendiri. Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam penyusunan materi, dan memohon maaf atas segala kekurangan yang ada. Penulis sangat mengapresiasi saran dan kritik yang konstruktif untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini, sehingga karya ini dapat menjadi referensi yang berguna bagi semua pihak yang memerlukannya.

Jakarta, 30 Juli 2024



(Hildan Dwi Prasetyo)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN SIMILARITY	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Teori-Teori Energi Matahari	10
2.3 Teori Panel Surya	10
2.4 Logika Fuzzy	12
2.4.1 Sistem Fuzzy	12
2.4.2 Sistem Inferensi Fuzzy Sugeno	14
2.5 Panel Surya Monocrystalline.....	16
2.6 Arduino Nano	16
2.7 Mikrokontroler ESP32 Devkit V1	17
2.8 Baterai 12V 20 Ah	18
2.9 Sensor Light Dependent Resistor (LDR)	18
2.10 Aktuator 12V	19

2.11	Sensor INA219 (<i>Current Sensor</i>)	20
2.12	Sensor RTC (Real-Time Clock)	21
2.13	Regulator Voltage Stepdown DC 12V	22
2.14	Solar Charger Controller	22
2.15	Inverter	23
2.16	Driver motor BTS7960.....	24
2.17	Sensor DHT 11	24
2.18	Sensor GY-61	25
2.19	Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 I2C.....	26
2.20	Arduino IDE (Integrated Development Environment).....	26
2.21	Fritzing	27
2.22	Ubidots	28
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM		29
3.1	Tahap Rencana Penelitian.....	29
3.2	Gambaran Umum	30
3.2.1	Diagram Blok	30
3.2.2	Diagram Alir.....	32
3.3	Spesifikasi dan Bahan	33
3.4	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	41
3.4.1	Perancangan <i>Dashboard</i> Ubidots.....	41
3.5	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	42
3.5.1	Perancangan Mekanik	42
3.5.2	Perancangan Elektrik	43
3.6	Perancangan Sistem Fuzzy	44
3.6.1	Himpunan Fuzzy	44
3.7	Sistem Operasi.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		48
4.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras	48
4.2	Hasil Perancangan Perangkat Lunak	49
4.2.1	Pemrograman Sensor LDR	50
4.2.2	Pemrograman Sensor INA 219	50
4.2.3	Pemrograman Sensor GY-61.....	51

4.2.4	Pemrograman Sensor DHT 11	51
4.2.5	Pemrograman Sensor RTC DS3231	52
4.2.6	Pemrograman LCD 16x2	52
4.2.7	Pemrograman <i>Motor Driver</i>	53
4.2.8	Pemrograman <i>Triptonic System</i> (Manual dan Otomatis)	54
4.2.9	Pemrograman Fuzzy Sugeno.....	54
4.2.10	Pemrograman Ubidots.....	55
4.3	Hasil Pengujian Permodul	56
4.3.1	Pengujian Sensor LDR (<i>Light Dependant Resistor</i>)	56
4.3.2	Pengujian Sensor RTC (<i>Real Time Clock</i>) DS3231	57
4.3.3	Pengujian Sensor DHT 11	58
4.3.4	Pengujian Sensor INA 219	60
4.3.5	Pengujian Data ke Ubidots.....	60
4.3.6	Pengujian Metode Fuzzy Sugeno.....	62
4.4	Hasil Pengujian Keseluruhan	68
4.4.1	Hasil Pengujian <i>Automatic Mode</i>	68
4.4.2	Pengujian Secara Manual Mode.....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....		78
LAMPIRAN.....		82
Lampiran 1. Pemrograman Sistem		82
Lampiran 2. Rangkaian Elektrikal Solar Tracker		93
Lampiran 3. Hasil Plagiasi Turnitin		94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya.....	11
Gambar 2.2 Sistem Fuzzy	12
Gambar 2.3 Defuzzifikasi Sugeno	15
Gambar 2.4 Panel Surya Monocrystalline	16
Gambar 2.5 Arduino Nano	17
Gambar 2.6 ESP 32 Devkit V1	17
Gambar 2.7 Battery 12V 20 Ah.....	18
Gambar 2.8 Sensor LDR(<i>Light Dependent Resistor</i>)	19
Gambar 2.9 Aktuator 12V	20
Gambar 2.10 Sensor INA219.....	21
Gambar 2.11 Sensor RTC.....	21
Gambar 2.12 <i>Reg Voltage DC Stepdown</i>	22
Gambar 2.13 <i>Solar Charger Controller</i>	23
Gambar 2.14 Inverter	24
Gambar 2.15 Driver Motor BTS7960	24
Gambar 2.16 Sensor DHT 11	25
Gambar 2.17 Sensor GY-61	25
Gambar 2.18 LCD 16x2 I2C.....	26
Gambar 2.19 Tampilan software Arduino IDE	27
Gambar 2.20 Tampilan Platform Fritzing	27
Gambar 2.21 Platform Ubidots	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Rencana Penelitian	30
Gambar 3.2 Diagram Blok	31
Gambar 3.3 Flowchart sistem	33
Gambar 3.4 Dashboard Ubidots.....	42
Gambar 3.5 Gambar 3D-Design	43
Gambar 3.6 Rangkaian Elektrik Solar Tracker	44
Gambar 3.7 Himpunan Fuzzy Paramater Kanan.....	44
Gambar 3.8 Himpunan Fuzzy Parameter Kanan.....	45
Gambar 3.9 Output Fuzzy Azimuth	46

Gambar 4.1 Perancangan Solar Tracker.....	49
Gambar 4.2 Perancangan elektikal pada Box Panel.....	49
Gambar 4.3 Pemrograman Sensor LDR.....	50
Gambar 4.4 Program Sensor INA 219	51
Gambar 4.5 Program Sensor GY-61	51
Gambar 4.6 Pemrograman sensor DHT 11	52
Gambar 4.7 Pemrograman sensor RTC DS3231.....	52
Gambar 4.8 Pemrograman LCD 16x2	53
Gambar 4.9 Pemrograman Motor Driver	53
Gambar 4.10 Pemrograman Triptonic System.....	54
Gambar 4.11 Pemrograman Fuzzy Sugeno.....	55
Gambar 4.12 Pemrograman Ubidots.....	55
Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengujian Intensitas Cahaya.....	57
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Sensor DHT Dengan Alat Perbandingan	59
Gambar 4.15 Grafik Tegangan dan Intensitas Cahaya Mode automatic.....	69
Gambar 4.16 Grafik Tegangan dan Intensitas Cahaya Mode Manual	72
Gambar 4.17 Grafik Tegangan dan Intensitas Cahaya Pada Pengujian 2 Mode... 75	
Gambar 4.18 Grafik Hasil Perbandingan antara Mode Automatic dan Manual ... 75	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya	34
Tabel 3. 2 Spesifikasi Arduino Nano ATmega 328P.....	34
Tabel 3. 3 Spesifikasi ESP 32.....	35
Tabel 3. 4 Spesifikasi Battery.....	35
Tabel 3. 5 Spesifikasi Solar Charge Controller	36
Tabel 3. 6 Spesifikasi Sensor LDR	36
Tabel 3. 7 Spesifikasi Aktuator 12V 10mm	37
Tabel 3. 8 Spesifikasi Sensor INA 219.....	37
Tabel 3. 9 Spesifikasi Sensor MPU6050.....	38
Tabel 3. 10 Spesifikasi Sensor RTC DS3231	38
Tabel 3. 11 Spesifikasi Stepdown DC	39
Tabel 3. 12 Spesifikasi Driver Motor BTS 7960.....	39
Tabel 3. 13 Spesifikasi Sensor DHT 11	40
Tabel 3. 14 Spesifikasi LCD 16x2 I2C	40
Tabel 3. 15 Spesifikasi Inverter.....	41
Tabel 4.1 Pengujian Sensor DHT 11 dan Termometer.....	58
Tabel 4.2 Pengujian Pembacaan Sensor.....	61
Tabel 4.3 Pengujian Delay Pengiriman data menggunakan Wireshark	62
Tabel 4.4 Himpunan Fuzzy Sugeno	63
Tabel 4.5 Aturan Fuzzy FIS Sugeno	63
Tabel 4.6 Parameter Fuzzy Sugeno	64
Tabel 4.7 Pengujian automatic mode	68
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran secara Manual Mode.....	71
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Mode Automatic dan Mode Manual	74