



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PENGENDALIAN SUHU PANEL SURYA UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI DAYA DENGAN
INTEGRASI PENDINGIN AKTIF DAN PASIF
MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY MAMDANI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**RIZKI ADITYA
41423120014**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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

Tahun 2025



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PENGENDALIAN SUHU PANEL SURYA UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI DAYA DENGAN
INTEGRASI PENDINGIN AKTIF DAN PASIF MENGGUNAKAN
LOGIKA FUZZY MAMDANI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

NAMA : RIZKI ADITYA
NIM : 41423120014
PEMBIMBING : FADLI SIRAIT, S.Si, M.T, Ph.D

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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

Tahun 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Aditya

Nim : 41423120014

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : Pengendalian Suhu Panel Surya untuk Meningkatkan Efisiensi
Dengan Integrasi Pendingin Aktif dan Pasif Menggunakan Logika
Fuzzy Mamdani

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

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Fadli Sirait, S.Si, MT, Ph.D
NUPTK : 1852754655131132

Ketua Penguji : Triyanto Pangaribowo, ST, MT
NUPTK : 1240756657130123

Anggota Penguji : Akhmad Wahyu Dani, ST, MT
NUPTK : 7052763664130323

Tanda Tangan

Jakarta, 20 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

NUPTK: 6639750651230132

Kaprodi S1 Teknik Elektro

Dr. Eng. Heru Suswono, ST, M.Sc

NUPTK: 2146770671130403

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 : RIZKI ADITYA
NIM : 41423120014
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : **PENGENDALIAN SUHU PANEL SURYA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAYA DENGAN INTERGRASI PENDINGIN AKTIF DAN PASIF MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY MAMDANI**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Sabtu, 18 Januari 2025 dengan hasil presentase sebesar 8% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 18 Januari 2025

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Aditya
N.I.M : 41423120014
Prodi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Pengendalian Suhu Panel Surya Untuk meningkatkan Efisiensi Daya dengan Intergrasi Pendingin Aktif dan Pasif menggunakan Logika Fuzzy Mamdani

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 mendapat sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS

Jakarta, 13 Januari 2025

MERCU BUANA



Rizki Aditya

ABSTRAK

Energi surya menjadi sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia karena letak geografisnya yang berada pada garis khatulistiwa. Namun, tantangan utama dalam implementasi panel surya adalah penurunan efisiensi akibat kenaikan suhu, dimana setiap kenaikan suhu 35°C dapat menyebabkan penurunan tegangan sebesar 2.7V . Penelitian ini mengembangkan sistem pengendalian suhu untuk panel surya dengan mengintegrasikan pendingin aktif dan pasif menggunakan logika fuzzy Mamdani. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi daya panel surya dengan menjaga suhu operasional yang optimal, mendukung target pemerintah dalam mencapai 23% bauran energi terbarukan pada tahun 2025.

Metode yang digunakan adalah sistem kendali fuzzy Mamdani dengan input berupa data suhu dari sensor DHT22, yang kemudian mengontrol kecepatan kipas DC melalui PWM. Sistem diimplementasikan pada panel surya 20WP dan dilengkapi dengan monitoring real-time menggunakan platform IoT Blynk.

Hasil pengujian menunjukkan sistem berhasil menjaga suhu panel di bawah 50°C dengan suhu tertinggi tercatat $45,4^{\circ}\text{C}$. Sistem kontrol fuzzy memberikan respons adaptif dengan mengatur PWM kipas: 138 untuk suhu $<38^{\circ}\text{C}$, 158-180 untuk suhu $38-40^{\circ}\text{C}$, dan 215-219 untuk suhu $>40^{\circ}\text{C}$. Daya output optimal tercapai pada rentang suhu $42-44^{\circ}\text{C}$ dengan kisaran 15-17W, mencapai puncak $17,716\text{W}$ pada suhu $44,1^{\circ}\text{C}$.

Kata kunci: Panel surya, Sistem pendingin, Logika fuzzy Mamdani, Efisiensi daya, IoT

ABSTRACT

Solar energy has become a renewable energy source with great potential in Indonesia due to its geographical location on the equator. However, the main challenge in solar panel implementation is the efficiency reduction due to temperature rise, where every 35°C temperature increase can cause a voltage drop of 2.7V. This research develops a temperature control system for solar panels by integrating active and passive cooling using Mamdani fuzzy logic. The main objective is to improve solar panel power efficiency by maintaining optimal operating temperature, supporting the government's target of achieving 23% renewable energy mix by 2025.

The method used is the Mamdani fuzzy control system with input in the form of temperature data from the DHT22 sensor, which then controls the DC fan speed via PWM. The system is implemented on a 20WP solar panel and equipped with real-time monitoring using the Blynk IoT platform.

Test results show the system successfully maintains panel temperature below 50°C with the highest recorded temperature of 45.4°C. The fuzzy control system provides adaptive response by adjusting fan PWM: 138 for temperatures <38°C, 158-180 for temperatures 38-40°C, and 215-219 for temperatures >40°C. Optimal power output is achieved in the temperature range of 42-44°C with a range of 15-17W, reaching a peak of 17.716W at 44.1°C.

Keywords: Solar panel, Cooling system, Mamdani fuzzy logic, Power efficiency, IoT

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya dalam penyusunan Tugas Akhir, sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir dengan judul "Pengendalian Suhu Panel Surya Untuk Meningkatkan Efisiensi Daya Dengan Integrasi Pendingin Aktif Dan Pasif Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani" disusun guna melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih atas bantuannya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kelancaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Fadli Sirait, S.Si, MT, Ph.D selaku pembimbing yang telah memberikan saran, bimbingan dan nasehatnya selama penyelesaian tugas akhir dan penulisan karya tulis ini.
3. Seluruh dosen yang ada di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Istri dan Anak penulis yang telah memberikan dukungan material dan moral.
5. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses pengerjaan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 20 Januari 2025

Rizki Aditya

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL COVER	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	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.2 KEBIJAKAN ENERGI TERBARUKA DI INDONESIA	12
2.3 PANEL SURYA.....	12
2.3.1 PANEL SURYA POLYCRITALIN 20WP.....	13
2.4 PENGARUH SUHU TERHADAP KINERJA PANEL SURYA	14
2.4.1 PENGARUH SUHU TERHADAP DAYA KELUARAN	14
2.5 PEMBUANG PANAS	15
2.6 <i>SOLAR CHARGER CONTROLLER</i>	17
2.7 BATERAI.....	17
2.8 MIKROKONTROLER ESP32.....	18

2.9 SENSOR ARUS & TEGANGAN.....	19
2.10 SENSOR DHT 22	19
2.11 MODULE XL6009.....	20
2.12 MOTOR DRIVER L298N	20
2.13 KIPAS	21
2.14 LOGIKA FUZZY	22
2.14.1 MODEL FUZZY MAMDANI.....	23
BAB 3 PERANCANGAN DAN SISTEM.....	24
3.1 GAMBARAN UMUM	24
3.2 DIAGRAM BLOK	25
3.3 PERANCANGAN DIAGRAM ALIR	27
3.4 ALAT DAN BAHAN.....	28
3.5 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS	29
3.5.1 PERANCANGAN RANGKAIAN ELEKTRONIK	29
3.5.2 DESAIN ALAT.....	30
3.6 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK.....	31
3.6.1 PERANCANGAN IoT BLYNK	31
3.7 PERANCANGAN LOGIKA FUZZY.....	32
3.7.1 FUZZIFIKASI VARIABEL <i>INPUT</i>	32
3.7.2 FUZZIFIKASI VARIABEL <i>OUTPUT</i>	34
3.7.3 RULE PERANCANGAN ALAT	36
BAB 4 HASIL & PEMBAHASAN	37
4.1 HASIL IMPLEMENTASI PERANGKAT KERAS	37
4.2 HASIL IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK	39
4.2.1 PROGRAM BLYNK	39
4.2.2 PROGRAM SENSAR INA219	40
4.2.3 PROGRAM SENSOR DHT 22.....	41
4.2.4 PROGRAM MOTOR DRIVER	41
4.2.5 PROGRAM LOGIKA FUZZY	42
4.3 HASIL IMPLEMENTASI IoT BLYNK	44
4.4 PENGUJIAN KOMPONEN	44

4.4.1 PENGUJIAN SENSOR INA219.....	45
4.4.2 PENGUJIAN SENSOR DHT22	47
4.4.3 PENGUJIAN DRIVER MOTOR L298N	48
4.5 PENGUJIAN SISTEM.....	49
4.5.1 ANALISA KERJA SISTEM.....	51
4.6 PENGUJIAN LOGIKA FUZZY	52
4.6.1 FUZZIFIKASI.....	52
4.6.2 INFERENSI.....	53
4.6.3 DEFUZZIFIKASI	54
BAB 5 KESIMPULAN & SARAN.....	57
5.1 KESIMPULAN	57
5.2 SARAN	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Panel Surya	13
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Heatsink</i>	15
Gambar 2.3 Solar Charger Controller	17
Gambar 2.4 Baterai.....	18
Gambar 2.5 Mikrokontroler ESP32.....	18
Gambar 2.6 Sensor Tegangan dan Arus	19
Gambar 2.7 Sensor DHT 22	19
Gambar 2.8 Stepup Voltage	20
Gambar 2.9 Motor Driver.....	20
Gambar 2.10 Kipas 12vdc	21
Gambar 2.11 Struktur Umum Pada sistem Berbasis Aturan Fuzzy	22
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir.....	27
Gambar 3.3 Rangkaian Perancangan Alat	29
Gambar 3.4 Desain Alat	30
Gambar 3.5 Tampilan Blynk	31
Gambar 3.6 Variable <i>Input temperature</i>	33
Gambar 3.7 Variable <i>Output fanspeed</i>	35
Gambar 3.8 Tampilan Rule Editor	36
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	37
Gambar 4.2 Hasil Perancangan Komponen.....	38
Gambar 4.3 Sistem Pendingin Pasif & Aktif	38
Gambar 4.4 Hasil Perancangan Program Blynk	40
Gambar 4.5 Hasil Perancangan Program Sensor INA219.....	40
Gambar 4.6 Program Sensor DHT	41
Gambar 4.7 Program Motor Driver	42
Gambar 4.8 Program <i>Input & Output Fuzzy</i>	43
Gambar 4.9 Program <i>Rules Fuzzy</i>	43

Gambar 4.10 Dashboard Blynk	44
Gambar 4.11 Pengukuran Sensor INA219	46
Gambar 4.12 Pengukuran Suhu Permukaan Panel surya	47
Gambar 4.13 Pengukuran Tegangan Driver & RPM kipas	48
Gambar 4.14 Simulasi Fuzzy Pada Matlab	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Research Gap Comparison Table	7
Tabel 2.2 Spesifikasi Panel Surya	13
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	28
Tabel 3.2 Fungsi Anggota <i>Temperature</i>	32
Tabel 3.3 Fungsi Anggota	34
Tabel 3.4 <i>Rule Based</i>	36
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan komponen	45
Tabel 4.2 Hasil pengujian tegangan sensor	45
Tabel 4.3 Hasil pengujian Arus Sensor INA219	46
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor DHT 22	47
Tabel 4.5 Hasil pengujian driver motor L298N	48
Tabel 4.6 Hasil Pengujian	49

