

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* UNTUK OPTIMASI
ENERGI SISTEM LAMPU JALAN TENAGA SURYA BERBASIS
ESP32 MENGGUNAKAN SENSOR PIR**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**OLEH:
MARTIN AZMY
062240342237**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama	: Martin Azmy
NIM	: 062240342237
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Baturaja, 12 Maret 2004
Alamat	: JL. Molek No 833 Pendopo PALI
Program Studi	: Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	: Implementasi Metode <i>Fuzzy Logic</i> Untuk Optimasi Energi Sistem Lampu Jalan Tenaga Surya Berbasis ESP32 Menggunakan Sensor PIR

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



LEMBAR PENGSAHAN
IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* UNTUK OPTIMASI
ENERGI SISTEM LAMPU JALAN TENAGA SURYA BERBASIS
ESP32 MENGGUNAKAN SENSOR PIR



Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:

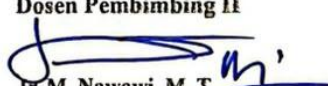
Martin Azmy
062240342237

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


Ir. Evelina, ST., M. Kom
NIP. 1964111319899032001

Dosen Pembimbing II


Ir. M. Nawawi, M. T.
NIP. 196312221991031006

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro


Dr. Ir. Selanar Muslimin, S.T., M.Kom., IPM
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik
Elektro


Ir. Renny Maulida, S.T., M.T.
NIP. 198910022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Moto:

“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya.”

-(QS. An-Najm: 39)-

“Jika Hari Esok Engkau Masih Bernafas, Usahakan Hari Itu Lebih Baik Dari Pada Hari ini”

-(*MA*)-

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Ayah, Ibu, Kakak, dan adik saya yang telah menjadi sumber kekuatan, semangat, dan doa di setiap langkah perjuangan. Terima kasih atas cinta yang tak pernah putus, dukungan yang tak tergantikan, serta keyakinan yang tak pernah luntur terhadap setiap impian saya. Tanpa restu dan doa kalian, perjalanan ini tak akan pernah sampai sejauh ini.
2. Ibu **Evelina, S.T., M.Kom** dan Bapak **Ir. M. Nawawi, M.T.**, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta arahan yang sangat berharga dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas waktu, kesabaran, dan dedikasi yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung.
3. Sahabat-sahabat dan Team terbaikku, yang selalu hadir di setiap momen suka dan duka, menyemangati ketika semangat mulai redup, dan menjadi penguat ketika langkah terasa berat. Terima kasih atas tawa, canda, dan waktu yang sangat berharga

ABSTRAK

IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* UNTUK OPTIMASI ENERGI SISTEM LAMPU JALAN TENAGA SURYA BERBASIS ESP32 DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR

(2026: xiii + 74 Halaman + 31 Gambar + 19 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

MARTIN AZMY

062240342237

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Penerangan jalan konvensional menyala dengan intensitas tetap sepanjang malam tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan maupun aktivitas pengguna jalan, sehingga menyebabkan pemborosan energi. Penelitian ini merancang sistem lampu jalan tenaga surya berbasis ESP32 menggunakan metode Fuzzy Logic Sugeno, dengan sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya dan sensor PIR HC-SR501 untuk mendeteksi aktivitas pengguna jalan. Kedua data sensor diproses melalui fuzzifikasi, evaluasi rule base, dan defuzzifikasi metode rata-rata berbobot untuk menentukan kecerahan lampu (Terang, Redup, atau Mati), dikendalikan melalui empat modul relay. Mekanisme timer hold 10 detik ditambahkan untuk mengatasi keterbatasan sensor PIR dalam mendeteksi objek diam. Pengujian pada lima sesi lapangan merekam 17.249 sampel data selama $\pm 310,5$ menit. Sensor PIR mendeteksi 936 kali gerakan secara real-time, timer hold bekerja sesuai rancangan, dan algoritma Fuzzy Logic konsisten sesuai rule base pada seluruh sampel. Berdasarkan proporsi status lampu (Terang 49,4%, Redup 13,5%, Mati 37,1%), sistem menghasilkan penghematan energi $\pm 43,8\%$ dibandingkan sistem konvensional yang menyala penuh secara konstan. Hasil ini menunjukkan integrasi sensor LDR, sensor PIR, dan Fuzzy Logic pada ESP32 efektif menghasilkan sistem penerangan jalan tenaga surya yang adaptif dan hemat energi.

Kata Kunci : Fuzzy Logic Sugeno, ESP32, sensor PIR, sensor LDR, lampu jalan tenaga surya, optimasi energi.

ABSTRACT

**IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC METHOD FOR ENERGY
OPTIMIZATION OF SOLAR STREET LIGHT SYSTEM BASED ON ESP32
USING PIR SENSOR**

(2026 : xiii + 74 Halaman + 31 Gambar +19 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

MARTIN AZMY

062240342237

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Conventional street lighting systems operate at a fixed intensity throughout the night regardless of environmental conditions or road user activity, causing energy waste. This research designs a solar-powered street light system based on the ESP32 microcontroller using the Sugeno Fuzzy Logic method, with an LDR sensor to detect ambient light and a PIR HC-SR501 sensor to detect road user activity. Both readings are processed through fuzzification, rule base evaluation, and weighted-average defuzzification to determine the lamp brightness (Bright, Dim, or Off), controlled via four relay modules. A 10-second timer hold mechanism is added to overcome the PIR sensor's limitation in detecting stationary objects. Testing across five field sessions recorded 17,249 data samples over ± 310.5 minutes. The PIR sensor detected motion 936 times in real time, the timer hold worked as designed, and the Fuzzy Logic algorithm consistently matched the rule base across all samples. Based on the lamp status proportions (Bright 49.4%, Dim 13.5%, Off 37.1%), the system achieved an energy saving of approximately 43.8% compared to a conventional, continuously full-brightness system. These results show that integrating LDR sensors, PIR sensors, and Fuzzy Logic on ESP32 effectively produces an adaptive, energy-efficient solar street lighting system.

Keyword : Sugeno Fuzzy Logic, ESP32, PIR sensor, LDR sensor, solar street light, energy optimization

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya Tidak lupa juga sholawat serta salam kita curahkan dan panjatkan kepada nabi kita nabi besar kita nabi Muhammad SAW dan umatnya hingga akhir zaman. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul

“ Implementasi Metode *Fuzzy Logic* Untuk Optimalisasi Energi Sistem Lampu Jalan Tenaga Surya Berbasis ESP32 Menggunakan Sensor PIR” ini dengan baik, lancar dan dengan ilmu yang bermanfaat.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan laporan ini, Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem lampu jalan tenaga surya yang mampu bekerja secara otomatis dan efisien melalui pemanfaatan mikrokontroler ESP32, metode Fuzzy Logic, dan sensor Passive Infrared (PIR). Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan energi listrik yang berasal dari panel surya dengan menyesuaikan tingkat pencahayaan berdasarkan kondisi lingkungan dan keberadaan objek di sekitar lampu jalan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih:

1. Ibu Ir. Evelina, S.T., M.Kom. Selaku Dosen Pembimbing I

2. Bapak Ir. M. Nawawi, M. T. Selaku Dosen Pembimbing II.

Kemudian dengan segala ketulusan hati penulis juga berterimakasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

4. Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Orang Tua, kakak kandung, dan adik yang telah memberi dukungan, semangat, kasih sayang dan cinta yang sangat besar, baik segi tenaga, materi, pendidikan, dan motivasi.
6. Teman-teman kelas 8ELM teman seperjuangan yang dari awal masuk perkuliahan hingga saat ini telah berjuang bersama-sama.
7. Teman-teman satu pembimbing Vivaldi dan Rahmad yang telah berjuang bersama-sama mulai dari semester 6 hingga semester 8.
8. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran mendukung dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Terima kasih atas perhatiannya.

Palembang, Juni 2026

Penulis

Martin Azmy

062240342237

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	ii
LEMBAR PENGSAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
1.1 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKAN	7
2.1 State Of The Art.....	7
2.2 Energi Surya dan Potensinya di Indonesia	10
2.3 Fuzzy Logic.....	11
2.4 Panel Surya.....	12
2.5 Lensa Fresnel.....	15
2.6 Mikrokontroller ESP32	16
2.7 Sensor ACS712.....	18
2.8 Sensor Voltage	19
2.9 Sensor LDR	20
2.10 Baterai 12V VRLA/AGM	22
2.11 Sensor Passive Infrared HC-SR501 (PIR).....	23

2.12 Relay.....	23
2.13 MPPT Charge Controller.....	24
2.14 LED AC untuk Lampu Jalan	25
2.15 Inverter DC ke AC.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Kerangka Penelitian Tugas Akhir.....	28
3.1.1 Studi Literatur.....	28
3.1.2 Perancangan Alat.....	29
3.1.3 Pembuatan Alat.....	29
3.1.4 Pengujian Alat	29
3.1.5 Evaluasi	31
3.1.6 Pembuatan laporan	31
3.2 Perancangan Sistem.....	31
3.3 Perancangan Mekanik	31
3.3.1 Perancangan Elektronik.....	34
3.3.2 Blok Diagram	36
3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak	37
3.3.4 Flowchart.....	39
3.4 Perancangan Fuzzy Logic	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Hasil Realisasi Sistem	46
4.1.1 Hasil Perancangan Keras (Hardware)	47
4.2 Hasil Pengujian dan Pengukuran.....	50
4.2.1 Pengujian Sensor PIR HC-SR501	50
4.2.2 Pengujian Sensor LDR	51
4.2.3 Pengujian Timer Hold	51
4.2.4 Pengujian Algoritma Fuzzy Logic.....	52
4.2.5 Pengujian Efisiensi Energi	53
4.3 Analisis Grafik Hasil Pengujian	54
4.4 Perbandingan Antar Sesi Pengujian	65

4.5 Perbandingan dengan Peneliti Terdahulu	66
4.6 Pembahasan Umum	68
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran	72
DAFTARPUSTAKA	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	13
Gambar 2. 2 Fresnel Solar Concentrator.....	15
Gambar 2. 3 ESP32.....	17
Gambar 2. 4 Sensor ACS712	19
Gambar 2. 5 Sensor Voltage.....	20
Gambar 2. 6 Sensor LDR.....	21
Gambar 2. 7 Baterai 12V VRLA/AGM	22
Gambar 2. 8 Sensor PIR HC-SR501	23
Gambar 2. 9 Relay.....	24
Gambar 2. 10 MPPT Charge Controller.....	24
Gambar 2. 11 LED AC.....	25
Gambar 2. 12 Inverter DC ke AC	26
 Gambar 3. 1 Kerangka Pelaksanaan Tugas Akhir	 28
Gambar 3. 2 Perancangan Mekanik	33
Gambar 3. 3 Perancangan Elektronik.....	34
Gambar 3. 4 Diagram Blok	36
Gambar 3. 5 Flowchart.....	39
 Gambar 4. 1 Realisasi Mekanik	 47
Gambar 4. 2 Realisasi Perangkat Keras	48
Gambar 4. 3 Hasil Pemasangan Sennsor LDR dan Sensor PIR.....	49
Gambar 4. 4 Grafik Lux – 4 Juli	55
Gambar 4. 5 Grafik Lux – 5 Juli	56
Gambar 4. 6 Grafik Lux – 6 Juli	57
Gambar 4. 7 Grafik Lux – 7 Juli	58
Gambar 4. 8 Grafik Lux – 8 Juli	59
Gambar 4. 9 Grafik Fuzzy Output – 4 Juli.....	60
Gambar 4. 10 Grafik Fuzzy Output – 5 Juli.....	61
Gambar 4. 11 Grafik Fuzzy Output – 6 Juli.....	62
Gambar 4. 12 Grafik Fuzzy Output – 7 Juli.....	62
Gambar 4. 13 Grafik Fuzzy Output – 8 Juli.....	63
Gambar 4. 14 Distribusi Sistem Lampu Pers Sesi Pengujian	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State Of The Art	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi dan Keterangan ESP32	17
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor PIR HC-SR-501	23
Tabel 2. 4 Spesifikasi Inverter.....	27
Tabel 3. 1 Pengujian Alat	30
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen.....	33
Tabel 3. 3 Variabel Input dan Output	41
Tabel 3. 4 Fungsi Keanggotaan Variabel Lux	42
Tabel 3. 5 Fungsi Keanggotaan Input — Waktu Sejak Gerakan.....	42
Tabel 3. 6 Basis Aturan (Rule Base)	42
Tabel 3. 7 Rekapitulasi Bobot Output Berdasarkan Rule Base.....	43
Tabel 3. 8 Simbol dan keterangan Deffuzifikasi	45
Tabel 3. 9 Penentu Status Lampu.....	45
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor LDR.....	51
Tabel 4. 2 Pengujian Timer Hold	52
Tabel 4. 3 Pengujian Algoritma Fuzzy Logic.....	53
Tabel 4. 4 Pengujian Efisiensi Energi	53
Tabel 4. 5 Perbandingan 5 Sesi Pengujian	65
Tabel 4. 6 Perbandingan Dengan Peneliti Terdahulu	66