



**PENGEMBANGAN PROTOTIPE SISTEM PENERANGAN
OTOMATIS DI BASEMENT PARKIR BERBASIS FUZZY
LOGIC**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**UNIVERSITAS
HASBI FIKR FASYA
MERCU BUANA
41424110076**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2026**



**PENGEMBANGAN PROTOTIPE SISTEM PENERANGAN
OTOMATIS DI BASEMENT PARKIR BERBASIS FUZZY
LOGIC**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
HASBI FIKR FASYA
41424110076
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hasbi Fikri Fasya
NIM : 41424110076
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“ Pengembangan Prototipe Sistem Penerangan Otomatis Di Basement Parkir Berbasis Fuzzy Logic ” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 Februari 2026
UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Hasbi Fikri Fasya.

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Hasbi Fikri Fasya**
NIM : **41424110076**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Pengembangan Sistem Penerangan Otomatis Basement Parkir Berbasis Fuzzy Mamdani**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 6 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **17 %** 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, 6 Februari 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Hasbi Fikri Fasya
NIM : 41424110076
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Prototipe Sistem Penerangan Otomatis Di Basement Parkir Berbasis Fuzzy Logic

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 14 Februari dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Ir. Galang Persada Nurani Hakim S.T., M.T., IPM., Ph.D.

NUPTK: 9536763664130193

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Jakarta, 14 Februari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

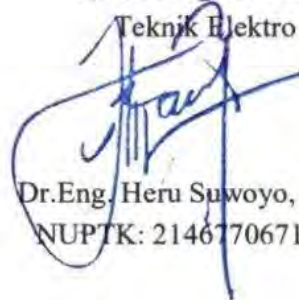


Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NUPTK: 6639750651230130

Ketua Program Studi

Teknik Elektro



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

NUPTK: 2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ir. Galang Persada Nurani Hakim S.T., M.T., IPM., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Wastuningsih selaku Ibu yang telah mendukung dan mendoakan saya baik dalam bentuk material maupun non material.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu dan pengalaman.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 14 Februari 2026



Hasbi Fikri Fasya

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hasbi Fikri Fasya
NIM : 41424110076
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Prototipe Sistem Penerangan Otomatis Di Basement Parkir Berbasis Fuzzy Logic

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 14 Februari 2026

Yang menyatakan,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Hasbi Fikri Fasya

**PENGEMBANGAN PROTOTIPE SISTEM PENERANGAN OTOMATIS
DI BASEMENT PARKIR BERBASIS FUZZY LOGIC
HASBI FIKRI FASYA**

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik di sektor perkotaan terus meningkat, termasuk pada sistem penerangan basement parkir yang beroperasi dalam waktu lama untuk menjaga keamanan dan kenyamanan pengguna. Sistem penerangan konvensional umumnya bekerja secara statis tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan dan keberadaan kendaraan, sehingga menyebabkan pemborosan energi serta rendahnya efisiensi penggunaan listrik.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe sistem penerangan otomatis basement parkir berbasis logika fuzzy Mamdani dengan kendali tertutup (closed-loop). Sistem menggunakan sensor BH1750 sebagai umpan balik intensitas cahaya dan sensor inframerah untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Variabel masukan sistem fuzzy berupa error dan delta error, dengan keluaran berupa nilai PWM untuk mengatur kecerahan LED WS2812B. Pengujian dilakukan pada prototipe dengan tiga kondisi, yaitu tanpa kendaraan, satu kendaraan, dan lima kendaraan, serta dibandingkan antara sistem open-loop dan closed-loop. Analisis dilakukan secara kuantitatif berdasarkan intensitas cahaya dan konsumsi daya listrik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem open-loop menghasilkan intensitas cahaya berlebih dengan konsumsi daya tinggi, sedangkan sistem closed-loop berbasis fuzzy Mamdani mampu menyesuaikan nilai PWM secara adaptif hingga mendekati setpoint. Konsumsi daya rata-rata sistem closed-loop sebesar 1303,55 mW, lebih rendah dibandingkan sistem open-loop sebesar 2439,28 mW, sehingga meningkatkan efisiensi energi sebesar 46,56%. Dengan demikian, penerapan logika fuzzy Mamdani terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem penerangan basement parkir tanpa menurunkan kualitas pencahayaan.

Kata kunci: sistem penerangan otomatis, fuzzy Mamdani, basement parkir, efisiensi energi, logika fuzzy

DEVELOPMENT OF A FUZZY LOGIC BASED AUTOMATIC LIGHTING SYSTEM PROTOTYPE FOR PARKING BASEMENT AREAS

HASBI FIKRI FASYA

ABSTRACT

Electrical energy demand in urban areas continues to increase, including for basement parking lighting systems that operate for long periods to ensure user safety and comfort. Conventional lighting systems generally operate statically without considering environmental conditions or vehicle presence, resulting in energy waste and low efficiency.

This study aims to develop an automatic basement parking lighting prototype based on Mamdani fuzzy logic with a closed-loop control configuration. The system uses a BH1750 light intensity sensor as feedback and an infrared sensor to detect vehicle presence. The fuzzy system input variables are error and delta error, while the output is the PWM value used to control the brightness of WS2812B LEDs. Experiments were conducted on a prototype under three conditions: no vehicle, one vehicle, and five vehicles, and the performance of open-loop and closed-loop systems was compared. Data analysis was carried out quantitatively based on light intensity and power consumption.

The results show that the open-loop system produces excessive light intensity with high power consumption, whereas the Mamdani fuzzy-based closed-loop system adaptively adjusts the PWM value to approach the setpoint. The average power consumption of the closed-loop system is 1303.55 mW, lower than that of the open-loop system at 2439.28 mW, resulting in an energy efficiency improvement of 46.56%. Therefore, the implementation of Mamdani fuzzy logic is proven to be effective in improving the energy efficiency of basement parking lighting systems without degrading lighting quality.

Keywords: *automatic lighting system, Mamdani fuzzy logic, basement parking, energy efficiency, fuzzy logic*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Standar Pencahayaan di Basement Parkir	8

2.3 Logika Fuzzy.....	9
2.3.1 Fuzifikasi.....	11
2.3.2 Inference (Rule) Fuzzy.....	16
2.3.3 Defuzifikasi Metode Mamdani	21
2.4 Sensor Infrared Proximity FC-51	25
2.5 Modul multiplexer CD74HC4067.....	26
2.6 Sensor INA 219	28
2.7 Sensor Intensitas Cahaya BH1750	28
2.8 LED addressable WS2812B.....	29
2.9 Mikrokontroler ESP32-C3	30
2.10 Software Arduino IDE	33
2.11 Platform IoT Blynk	34
2.12 Sistem Kendali Open Loop	34
2.13 Sistem Kendali Close Loop.....	35
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	37
3.1 Perancangan Alat	37
3.1.1 Flowchart Cara Kerja Alat	37
3.1.2 Perancangan Perangkat Keras	40
3.1.3 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Pengujian Alat.....	56
4.1.1 Pengujian Perangkat Keras	56
4.1.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	59
4.1.3 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	63
4.2 Analisis Alat.....	66
4.2.1 Analisis Berdasarkan Perancangan	67

4.2.2 Analisis Berdasarkan Hasil Pengukuran	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	82
Lampiran 1 WS2812B.....	82
Lampiran 2 Modul multiplexer CD74HC4067	84
Lampiran 3 Sensor INA219	85
Lampiran 4 Sensor BH1750	86
Lampiran 5 Mikrokontroler ESP32-C3.....	87
Lampiran 6 Source Coding	88



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gap Penelitian	7
Tabel 2. 2 Standar pencahayaan tempat parkir	9
Tabel 2. 3 Spesifikasi Modul Multiplexer CD74HC4067	27
Tabel 2. 4 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32-C3.....	31
Tabel 3. 1 Aturan Inferensi Fuzzy Mamdani untuk Pengaturan PWM.....	49
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Intensitas Cahaya BH1750	57
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kendali LED WS2812B	58
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Fuzzy dengan Persentase Error.....	60
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sistem IoT Blynk.....	62
Tabel 4. 5 Rata-rata Hasil Pengujian Sistem Open-Loop	69
Tabel 4. 6 Rata-rata Hasil Pengujian Sistem Closed-Loop.....	71
Tabel 4. 7 Aturan Kontrol Fuzzy Error dan Δ Error terhadap Output Δ PWM	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fungsi Matematis Linier Naik.....	12
Gambar 2. 2 Fungsi Matematis Linier Turun.....	13
Gambar 2. 3 Fungsi Matematis Segitiga	14
Gambar 2. 4 Fungsi Matematis Kurva Trapesium	15
Gambar 2. 5 Fungsi Matematis Kurva Gaussian	16
Gambar 2. 6 Inferensi fuzzy	17
Gambar 2. 7 Contoh Inferensi Fuzzy	18
Gambar 2. 8 Contoh Inferensi Fuzzy Mamdani	19
Gambar 2. 9 Contoh Inferensi Fuzzy Mamdani Min-Max.....	20
Gambar 2. 10 Proses Inferensi dan Defuzzifikasi Mamdani Metode Centroid	23
Gambar 2. 11 Contoh Defuzzifikasi Mamdani dengan Metode Centroid	23
Gambar 2. 12 Defuzzifikasi Mamdani Perbandingan Metode Centroid, Bisector, MoM, SOM, dan LOM	25
Gambar 2. 13 Sensor Infrared	26
Gambar 2. 14 Modul Multiplexer CD74HC4067	27
Gambar 2. 15 Sensor INA 219	28
Gambar 2. 16 Sensor Intensitas Cahaya BH1750	29
Gambar 2. 17 LED WS2812B	30
Gambar 2. 18 Mikrokontroler ESP32-C3	31
Gambar 2. 19 Tampilan antarmuka Arduino IDE.....	33
Gambar 2. 20 Tampilan dashboard monitoring sistem penerangan pada platform Blynk	34
Gambar 2. 21 Blok Diagram Sistem Open Loop	35
Gambar 2. 22 Blok Diagram Sistem Close Loop.....	36
Gambar 3. 1 Flowchart Cara Kerja Sistem Penerangan Otomatis Basement Parkir	38
Gambar 3. 2 Desain Fisik Prototipe Sistem Penerangan Otomatis.....	41
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem Penerangan Otomatis Basement Parkir	42
Gambar 3. 4 Diagram Skematik Rangkaian Sistem Penerangan Otomatis	44

Gambar 3. 5 Fungsi keanggotaan variabel error pada sistem fuzzy Mamdani	48
Gambar 3. 6 Fungsi keanggotaan variabel delta error pada sistem fuzzy Mamdani	48
Gambar 3. 7 Hasil Fuzifikasi berupa nilai perubahan PWM	49
Gambar 3. 8 Flowchart Software	53
Gambar 3. 9 Tampilan dashboard monitoring sistem penerangan otomatis pada platform Blynk	55
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	56
Gambar 4. 2 Pengujian keseluruhan alat pada prototipe sistem penerangan otomatis basement parkir	64
Gambar 4. 3 Kondisi sistem saat beroperasi pada mode closed-loop berbasis fuzzy Mamdani	65
Gambar 4. 4 Tampilan monitoring sistem keseluruhan pada platform Blynk	66
Gambar 4. 5 Tampilan serial monitor open loop tanpa kendaraan	70
Gambar 4. 6 Tampilan serial monitor open loop 1 kendaraan.....	70
Gambar 4. 7 Serial monitor open loop 5 kendaraan.....	71
Gambar 4. 8 Tampilan serial monitor Closed loop tanpa kendaraan.....	72
Gambar 4. 9 Tampilan serial monitor Closed loop 1 kendaraan.....	73
Gambar 4. 10 Tampilan serial monitor Closed loop 5 kendaraan.....	73

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 Fungsi keanggotaan linier naik	12
Persamaan 2. 2 Fungsi keanggotaan linier turun	12
Persamaan 2. 3 Fungsi keanggotaan segitiga	13
Persamaan 2. 4 Fungsi keanggotaan trapesium.....	14
Persamaan 2. 5 Fungsi keanggotaan Gaussian.....	15
Persamaan 2. 6 Inferensi Metode Min–Max	19
Persamaan 2. 7 Inference Additive (Sum)	21
Persamaan 2. 8 Inference Probabilistik OR (ProbOR).....	21
Persamaan 2. 9 Defuzzifikasi Metode Centroid.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 WS2812B.....	82
Lampiran 2 Modul multiplexer CD74HC4067	84
Lampiran 3 Sensor INA219	85
Lampiran 4 Sensor BH1750.....	86
Lampiran 5 Mikrokontroler ESP32-C3.....	87
Lampiran 6 Source Coding	88

