

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ENERGI
LISTRIK DAN KENDALI SUHU DENGAN METODE LOGIKA
FUZZY DI RUANGAN LABORATORIUM BERBASIS
PROTOKOL MODBUS PADA ESP 32**



Intelligentia - Dignitas

Disusun Oleh:

Zaky Sulaeman

1507520021

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNOLOGI REKAYASA

OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

HALAMAN JUDUL

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ENERGI
LISTRIK DAN KENDALI SUHU DENGAN METODE LOGIKA
FUZZY DI RUANGAN LABORATORIUM BERBASIS
PROTOKOL MODBUS PADA ESP 32**



Intelligentia - Dignitas

Disusun Oleh:

Zaky Sulaeman

1507520021

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNOLOGI REKAYASA

OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik dan Kendali Suhu dengan metode logika fuzzy di Ruang Laboratorium Berbasis Protokol Modbus Pada ESP 32. Penelitian ini menggunakan metode riset dan pengembangan (R&D) yang meliputi studi pendahuluan, pengembangan model dan validasi model. Adapun penelitian ini dilaksanakan di kampus yang dimulai pada Januari 2024 hingga Desember 2024. Penelitian ini menggunakan Mikrokontroler esp 32 yang di program menggunakan Arduino Cloud. Sistem monitoring dapat dilihat melalui smartphone pada IoT Remote dan Laptop pada Kodular. Subjek penelitian ini adalah penggunaan energi listrik oleh jumlah okupasi yang terdapat di dalam bangunan dengan pengaruh beban pendinginan yang dipengaruhi oleh jumlah okupasi yang terdapat di dalam bangunan dan suhu di dalam bangunan. Dan penerapan konsep IoT untuk memonitoring dan merekam hasil monitoring tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat memonitoring energi listrik, okupasi di dalam bangunan, dan suhu di dalam secara *realtime* dari jarak jauh menggunakan *smartphone* pada IoT Remote dan laptop pada *website Kodular* serta dapat melihat riwayat penggunaan energi listrik, okupasi di dalam bangunan, dan suhu di dalam ruangan dengan membuka *Spreadsheet* pada *google*. Dan sistem ini dapat mengontrol penggunaan energi secara otomatis dengan jumlah orang di dalam suatu bangunan dan dapat mengontrol set point *Air Conditioner (AC)* secara otomatis berdasarkan jumlah orang di dalam suatu bangunan dan suhu dengan metode logika *fuzzy*.

Kata Kunci : *Esp 32, Kodular, Logika Fuzzy, Pzem-004T, Proximity, Suhu.*

ABSTRACT

This research aims to develop a system for electrical energy monitoring and temperature control using the fuzzy logic method in a laboratory room based on the Modbus protocol on the ESP32. The research employs the research and development (R&D) method, which includes preliminary studies, model development, and model validation. The study is conducted at a university from January 2024 to December 2024. It utilizes an ESP32 microcontroller programmed through Arduino Cloud. The monitoring system can be accessed via smartphones using IoT Remote and laptops using Kodular. The research focuses on electrical energy consumption influenced by the number of occupants in the building, as well as the cooling load affected by the occupancy and indoor temperature. Additionally, the IoT concept is applied to monitor and record the results of this monitoring. The findings show that the system can monitor electrical energy usage, building occupancy, and indoor temperature in real-time remotely using smartphones on IoT Remote and laptops on the Kodular website. It also allows users to view the history of energy usage, building occupancy, and indoor temperature by accessing spreadsheets on Google. Moreover, the system can automatically control energy usage based on the number of people inside the building and adjust the air conditioner's (AC) set point automatically using fuzzy logic, based on the number of occupants and indoor temperature.

Keywords: Esp 32, Kodular, Logika Fuzzy, Pzem-004T ,Proximity, Temperature.

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik dan Kendali Suhu dengan Metode Logika Fuzzy di Ruang Laboratorium Berbasis Protokol Modbus Pada Esp 32
Penyusun : Zaky Sulaeman
NIM : 1507520021
Tanggal Ujian :

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 198402142019031011

Pembimbing II,



Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197203301995121001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Penguji,



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 1978603272001121001

Anggota Penguji,



Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T.
NIP. 198206112008122001

Anggota Penguji II,



Taryudi, Ph.D.
NIP. 198008062010121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

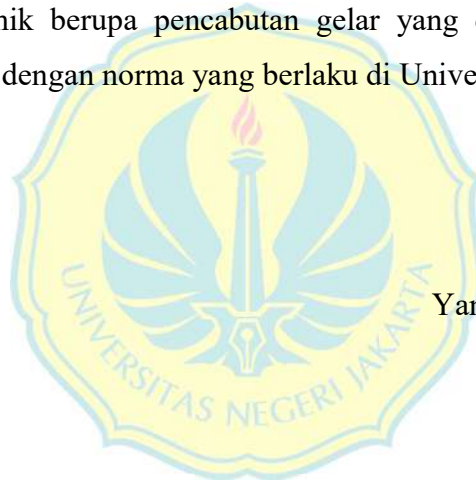


Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 1978603272001121001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana terapan, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.



Jakarta, 12-02-2025

Yang membuat pernyataan



Zaky Sulaeman

No. Req. 1507520021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Zaky Sulaeman
NIM : 1507520021
Fakultas/Prodi : Teknik/ Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : sulaeman.zaky@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK DAN
KENDALI SUHU DENGAN METODE LOGIKA FUZZY DI RUANGAN
LABORATORIUM BERBASIS PROTOKOL MODBUS PADA ESP 32**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 12 Februari 2025

Penulis

(Zaky Sulaman)

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada ALLAH S.W.T, atas ridanya saya dapat diberikan kelancaran dan petunjuk serta kekuatan untuk menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik dan Kendali Suhu di Ruangan Laboratorium Berbasis Protokol Modbus pada ESP 32”. Sholawat serta salam selalu penulis haturkan kepada panutan kita menuju jalan yang diridhoi oleh Allah S.W.T.

Skripsi ini ditulis dan disusun untuk memenuhi syarat kelulusan pada Program Studi D IV Teknologi Rekayasa Otomasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi motivasi bagi mahasiswa agar dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah kita pelajari pada bangku kuliah yang ditempuh. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan skripsi ini. Namun, karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling saya yang mendukung dan membantu. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T, selaku ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah memberikan keleluasan fasilitas kepada semua mahasiswa sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Bapak Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing I yang selalu membimbing dan memberikan arahan serta solusi dalam mengerjakan Skripsi
3. Bapak Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang selalu membimbing dan memberikan arahan serta solusi dalam mengerjakan Skripsi
4. Segenap Dosen Prodi Teknologi Rekayasa Otomasi yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah.

Jakarta, 12-02-2025

Penyusun,



Zaky Sulaeman

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Fokus Penelitian	4
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Rumusan Masalah	5
1.5. Tujuan Penelitian	6
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Kerangka Teoritik	8
2.1.1. Kontrol dan Monitoring	8
2.1.2. Rancang dan Bangun	8
2.1.3. Daya Listrik	9
2.1.4. Okupasi atau Jumlah Orang	10
2.1.5. Suhu	10
2.1.6. Pengertian Logika Fuzzy	11

2.1.6.1	Fungsi Keanggotaan	12
2.1.6.2	Sistem Kendali Lingkar tertutup	13
2.1.6.3	Representasi Logika Fuzzy Mamdani	15
2.2.	Produk Yang Dikembangkan	17
2.3.	Penelitian Yang Relevan	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2.	Metode Pengembangan Penelitian	21
3.3.	Bahan dan Peralatan yang digunakan	22
3.4.	Rancangan Metode Pengembangan	26
3.4.1	Rancangan Penelitian	26
3.4.2	Gambar Pelaksanaan Project	26
3.4.3	Prosedur Penggunaan Project Sistem	28
3.4.4	Diagram Alir Sistem	29
3.4.5	Flowchart Sistem	29
3.4.6	Flowchart Logika Fuzzy	31
3.4.7	Blok Diagram Penelitian	31
3.4.8	Blok Diagram Fuzzy	32
3.4.9	Rancangan Design Alat	33
3.5.	Instrumen Penelitian	36
3.5.1.	Pengujian Alat Terhadap Monitoring Dan Data Base Energi	36
3.5.2.	Pengujian Alat Terhadap Monitoring Dan Data Base Jumlah Orang	36
3.5.3.	Pengujian Sensor terhadap Monitoring Dan Data Base Suhu	36
3.5.4.	Pengujian Alat Terhadap Ruang Laboratorium	37
3.5.5.	Pengujian Alat Terhadap Kendali Energi Listrik	37
3.6.	Teknik dan Pengumpulan Data	37
3.7.	Teknis Analisis Data Penelitian	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		39
4.1.	Deskripsi Hasil Penelitian	39

4.2.	Analisis Hasil Pengujian	40
4.2.1	Hasil Pengujian Pengukuran Energi	40
4.2.2	Hasil Pengujian Pengukuran Tegangan	42
4.2.3	Hasil Pengujian Pengukuran Arus	44
4.2.4	Hasil Pengujian Pengukuran Daya	46
4.2.5	Hasil Pengujian Perhitungan Jumlah Orang	48
4.2.6	Hasil Pengujian Pengukuran Suhu	49
4.2.7	Hasil Pengujian Simulasi Logika Fuzzy dengan Matlab	51
4.2.8	Hasil Pengujian Sistem Monitoring Terhadap Ruang Laboratorium Universitas Negeri Jakarta	59
4.2.9	Hasil Pengujian Kendali Energi Listrik Terhadap Jumlah Orang	63
4.2.10	Hasil Pengujian Pengoperan Data Pada Data Base	65
4.3	Pembahasan	66
4.4	Aplikasi Hasil Penelitian	66
4.5	Kelebihan Dan Kekurangan	67
4.5.1	Kelebihan Alat	67
4.5.2	Kekurangan Alat	67
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN-LAMPIRAN		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Grafik Kurva.....	12
Gambar 2. 2 Sistem Kendali Lingkar Tertutup.....	14
Gambar 2. 3 Sistem Kendali Tertutup Suhu dengan Logika Fuzzy.....	14
Gambar 2. 4 Defuzzikasi dengan nilai Rata-rata	17
Gambar 3. 1 Metode Waterfall.....	21
Gambar 3. 2 Wiring Skematik Pelaksanaan Project	27
Gambar 3. 3 Wiring Komponen Pelaksanaan Project.....	27
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3. 5 Flowchart Penelitian Sistem Kontrol	30
Gambar 3. 6 Alur Kerja Sistem Flowchart Logika Fuzzy	31
Gambar 3. 7 Blok Diagram Penelitian	32
Gambar 3. 8 Blok Diagram Fuzzy	32
Gambar 3. 9 Gambar Bagian Dalam Panel	33
Gambar 3. 10 Gambar Tampak depan Panel dan Belakang Panel.....	34
Gambar 3. 11 Gambar Tampak Atas Panel dan Bawah Panel.....	34
Gambar 3. 12 Gambar Tampak Kanan Panel dan Kiri Panel	34
Gambar 3. 13 Gambar Panel Tampak Depan Bagian dalam dan Sensor.....	35
Gambar 3. 14 Gambar Tampak Isometri Bagian dalam dan Sensor.....	35
Gambar 3. 15 Gambar Tampak Depan sensor dan Tampak kanan Sensor	35
Gambar 4. 1 Gambar Panel dan Sensor	39
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Pengukuran Kwh Sensor PZEM-004T dan Multimeter AC Din Rail.....	41
Gambar 4. 3 Grafik Pengujian Pengukuran Tegangan Sensor PZEM-004T dan Clamp Multimeter APPA A16R	44
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Pengukuran Arus Sensor PZEM-004T dan Clamp Multimeter APPA A16R	46
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Pengukuran Daya Sensor PZEM-004T dan Watt Meter	47
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Perhitungan Okupasi Jumlah Orang	49
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Pengukuran Suhu Sensor XYMD02 dan HTC	51
Gambar 4. 8 Fungsi keanggotaan Input dan Output	52

Gambar 4. 9 Fungsi keanggotaan Jumlah orang	53
Gambar 4. 10 Fungsi keanggotaan Suhu Ruangan	53
Gambar 4. 11 Fungsi keanggotaan Output Set Poin AC.....	54
Gambar 4. 12 Grafik 3D dengan aturan fuzzy 1	55
Gambar 4. 13 Grafik 3D dengan aturan fuzzy 2	56
Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Matlab dengan Aturan Fuzzy 2.....	56
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Tegangan Terhadap Ruang Laboratorium Teknologi Rekayasa Otomasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta	61
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Arus Terhadap Ruang Laboratorium Teknologi Rekayasa Otomasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta	61
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Daya Terhadap Ruang Laboratorium Teknologi Rekayasa Otomasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta	62
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Jumlah Orang Terhadap Ruang Laboratorium Teknologi Rekayasa Otomasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta	62
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Suhu dan set Point AC Terhadap Ruang Laboratorium Teknologi Rekayasa Otomasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Keanggotaan Input Fuzzy	16
Tabel 2. 2 Fungsi Keanggotaan Output Fuzzy	16
Tabel 2. 3 Rules Aturan Fuzzy	16
Tabel 2. 4 Penelitian yang Relevan	18
Tabel 3. 1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	22
Tabel 3. 2 Pin Input dan Pin Output	27
Tabel 3. 3 Keterangan Tampak depan Panel Bagian dalam	33
Tabel 3. 4 Pengujian Alat Terhadap Sensor PZEM-004T	36
Tabel 3. 5 Pengujian Alat Terhadap Sensor dan Monitoring	36
Tabel 3. 6 Pengujian Alat Terhadap Sensor XYMD02 SHT20	36
Tabel 3. 7 Pengujian Alat Terhadap Ruang Laboratorium Universitas Negeri Jakarta	37
Tabel 3. 8 Pengujian Alat Terhadap Kontrol Energi	37
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Pengukuran Energi	40
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Pengukuran Tegangan	42
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Pengukuran Arus	45
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Pengukuran Daya	46
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Perhitungan Okupasi	48
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Pengukuran Suhu	50
Tabel 4. 7 Variabel Logika Fuzzy	52
Tabel 4. 8 aturan Fuzzy 1	55
Tabel 4. 9 aturan Fuzzy 2	55
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Sistem Kontrol Energi Listrik Terhadap Jumlah Orang	63
Tabel 4. 11 Pembahasan Hasil Pengujian Sistem Terhadap Kendali Energi Listrik	64
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengoperan Data Pada Data Base	65