

IMPLEMENTASI *SMART LIGHTING SYSTEM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN ANALISIS *MACHINE LEARNING* UNTUK EFISIENSI ENERGI BANGUNAN SKALA KECIL



TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH:

AISYAH SALSABILA AZZAHRAH

0622 4035 2252

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALAEMBANG

2026

**IMPLEMENTASI SMART LIGHTING SYSTEM BERBASIS INTERNET OF
THINGS DENGAN MACHINE LEARNING PADA BANGUNAN SKALA
KECIL**



TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

OLEH:

AISYAH SALSABILA AZZAHRAH

0622 4035 2252

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Suroso, M.T.

NIP. 196207191993031003

Dosen Pembimbing II

Dr. Ade Silvia Handayani, S.T., M.T.

NIP. 197609302000032002

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.

NIP. 197907222008011007

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi**

Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.

NIP. 199004032018031001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Aisyah Salsabila Azzahrah
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 27 Desember 2004
Alamat : Jl Sukasari Lr Masjid Kec. Talang Kelapa Kel. AAL
NIM : 062240352252
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir : Implementasi *Smart Lighting System* berbasis *Internet Of Things* dengan *Machine Learning* untuk Efisiensi Energi Bangunan Skala Kecil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi/Laporan 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 Skripsi/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian 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 pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2026

Yang Menyatakan



Salsabila Azzahrah



Mengetahui,

Pembimbing I Ir. Suroso, M.T.

Pembimbing II Dr. Ade Silvia Handayani, S.T., M.T.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al Baqarah:286)

“Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah.” (Q.S Al-Mu'min:44)

"Kecerdasan buatan secanggih apa pun hanya akan bermakna jika dibangun di atas kerja keras yang nyata."

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:

- Kedua orang tua, **Bapak Noveriansyah.**, dan **Ibu Dewi Meiranti**, serta saudara Octarisa Raudha Putri, S.K.L. dan M. Syafwan Fikri, S.Tr.T yang sangat kusayangi dan menjadi alasan sehingga mampu dan bertahan hingga sejauh ini.
- **Bapak Ir. Suroso, M.T.** dan **Ibu Dr. Ade Silvia Handayani, S.T., M.T.** sebagai dosen pembimbing, terima kasih atas bimbingan, dan arahan dalam menuntun perjalanan tugas akhir ini. Beliau adalah sosok yang sangat baik, selalu sabar, dan tulus membimbing saya hingga mampu berkembang seperti sekarang.
- **Nurul Mardhiyah**, teman seperjuangan yang selalu beriringan dalam suka maupun duka selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas kerja sama, dukungan, serta kesediaan untuk selalu ada di setiap tahap perjalanan ini, mulai dari diskusi, saling membantu memecahkan masalah, hingga saling menguatkan di saat-saat sulit.
- **Dewan Kerja Daerah Sumatera Selatan**, yang telah banyak membantu selama proses penyusunan tugas akhir ini, baik dalam menyediakan fasilitas mencetak dokumen maupun tempat yang nyaman untuk mengerjakan laporan. Terima kasih atas dukungan dan kemudahan yang diberikan, yang turut memperlancar penyelesaian skripsi ini.
- Almamater **“Politeknik Negeri Sriwijaya”**.

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *SMART LIGHTING SYSTEM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN ANALISIS *MACHINE LEARNING* PADA BANGUNAN SKALA KECIL

(2026:XIII + 121 Page + 24 figure + 29 tables + 5 attachments)

AISYAH SALSABILA AZZAHRAH

062240352252

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKAI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Konsumsi energi listrik pada sektor bangunan terus meningkat, dengan sistem pencahayaan menjadi salah satu penyumbang utama pemborosan energi akibat kebiasaan lampu tetap menyala meskipun ruangan kosong atau cahaya alami sudah mencukupi. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan Smart Lighting System berbasis Internet of Things (IoT) yang diintegrasikan dengan analisis Machine Learning untuk meningkatkan efisiensi energi pada bangunan skala kecil. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya dan sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter konsumsi listrik secara real-time. Data sensor dikirimkan melalui protokol MQTT menuju platform GoLite IoT sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Evaluasi tingkat efisiensi energi dilakukan menggunakan tiga algoritma klasifikasi Machine Learning, yaitu Support Vector Machine (SVM), Random Forest, dan Extreme Gradient Boosting (XGBoost), untuk menentukan model dengan performa klasifikasi terbaik dalam mengidentifikasi status "Efisien" dan "Tidak Efisien" pada data log sensor. Pengujian dilakukan dengan membandingkan konsumsi daya pada dua skenario, yaitu sistem kontrol manual dan sistem kontrol otomatis berbasis IoT, menggunakan pengukuran langsung dari sensor PZEM-004T. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma XGBoost memberikan performa klasifikasi terbaik dengan akurasi sebesar 95,08%, presisi 94,50%, recall 91,50%, dan F1-Score 93,00%. Penerapan sistem otomatisasi berbasis IoT berhasil menekan konsumsi energi secara signifikan dibandingkan sistem manual, dengan tingkat efisiensi energi mencapai 79% dari total observasi selama periode pengujian. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi IoT dan Machine Learning mampu menjadi solusi praktis dalam meningkatkan efisiensi energi pencahayaan pada bangunan skala kecil, sekaligus tetap mempertahankan kenyamanan pencahayaan bagi pengguna.

Kata kunci: *IoT, Machine Learning, Smart Lighting System, Efisiensi Energi, Konsumsi Daya*

ABSTRACT

IMPLEMENTATION SMART LIGHTING SYSTEM INTERNET OF THINGS WITH ANALYSIS OF MACHINE LEARNING AT SMALL BULIDING

(2026:XIII + 121 Page + 24 figure + 29 tables + 5 attachments)

AISYAH SALSABILA AZZAHRAH

062240352252

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKAI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Electrical energy consumption in the building sector continues to increase, with lighting systems being one of the main contributors to energy waste due to the habit of leaving lights on even when rooms are unoccupied or natural light is already sufficient. This research designs and implements an Internet of Things (IoT)-based Smart Lighting System integrated with Machine Learning analysis to improve energy efficiency in small-scale buildings. The system uses an ESP32 microcontroller as the central controller connected to an LDR sensor to measure light intensity and a PZEM-004T sensor to measure electrical consumption parameters in real time. Sensor data is transmitted via the MQTT protocol to the GoLite IoT platform, which serves as the medium for remote monitoring and control. Energy efficiency evaluation was carried out using three Machine Learning classification algorithms, namely Support Vector Machine (SVM), Random Forest, and Extreme Gradient Boosting (XGBoost), to determine the model with the best classification performance in identifying "Efficient" and "Inefficient" status from the sensor log data. Testing was conducted by comparing power consumption across two scenarios, namely manual control and IoT-based automatic control, using direct measurements from the PZEM-004T sensor. The results show that the XGBoost algorithm delivered the best classification performance, achieving an accuracy of 95.08%, precision of 94.50%, recall of 91.50%, and an F1-Score of 93.00%. The implementation of the IoT-based automation system successfully reduced energy consumption significantly compared to the manual system, achieving an energy efficiency rate of 79% of total observations during the testing period. This research demonstrates that the integration of IoT and Machine Learning can serve as a practical solution for improving lighting energy efficiency in small-scale buildings while maintaining user lighting comfort.

Keywords: IoT, Machine Learning, Smart Lighting System, Energy Efficiency, Power Consumption

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tahapan persiapan tugas akhir yang berjudul **“Implementasi *Smart Lighting System* Berbasis *Internet Of Things* dengan Analisis *Machine Learning* untuk Efisiensi Energi Bangunan Skala Kecil”**. Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang. Dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada **Bapak Ir. Suroso, M.T.** dan **Ibu Dr. Ade Silvia Handayani, S.T., M.T.** selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan banyak saran baik berupa bimbingan, pengarahan, nasihat, masukan secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kepada Kedua orang tua saya Bapak Noveriansyah dan Ibu Dewi Meiranti yang dengan tulus memberikan dukungan, do’a dan kasih sayang. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi.
5. Teman-teman seperjuangan D4 Teknik Telekomunikasi 2022 yang telah berjuang bersama hingga laporan ini terselesaikan.
6. Seluruh teman dan pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah hadir dan membantu dengan caranya masing-masing, melalui do’a, waktu, tenaga, bahkan emosi yang dibagi secara diam-diam. Terima kasih karena telah menjadi bagian dari bagian dalam perjalanan penulis dalam

menyelsaikan studinya.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini dikarenakan keterbatasan yang ada. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati akan diterima saran dan kritik yang bersifat membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan laporan ini agar menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua.

Palembang, Juli 2026

Penulis



Aisyah Salsabila Azzahrah

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat	4
1.6 Metode Penulisan.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Konsep Dasar Internet of Things (IoT) dalam Sistem Energi.....	8
2.1.1 Arsitektur IoT	11
2.2 Sistem <i>Smart Lighting</i>.....	15
2.2.1 Analisis Perbandingan Konsumsi Daya	17
2.3 Algoritma <i>Machine Learning</i> yang Digunakan	19
2.3.1 Evaluasi Model.....	20
2.4 Sensor dan Perangkat Pendukung.....	24
2.4.1 Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	24
2.4.2 Sensor Arus dan Daya PZEM-004T	25
2.4.3 Mikrokontroler ESP32	27
2.5 Protokol Komunikasi dan Platform IoT	28
2.5.1 <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT)	29
2.5.2 <i>Platform Go Lite IoT</i>	31

2.6	Penelitian Terdahulu	34
2.6.1	Perbandingan Metode	38
2.6.2	<i>Research Gap</i>	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		42
3.1	Kerangka Penelitian	42
3.2	Diagram Alur Penelitian	43
3.3	Arsitektur dan Perancangan Sistem <i>Internet of Things (IoT)</i>	45
3.3.1	Alat dan Bahan yang Digunakan	46
3.4	Pengumpulan Data	47
3.5	Perancangan Perangkat Keras	50
3.5.1	Mikrokontroler ESP32	52
3.5.2	Sensor Intensitas Cahaya LDR	54
3.5.3	Sensor PZEM-004T	55
3.5.4	Relay Lampu 8-Channel	58
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	61
3.6.1	Program Mikrokontroler ESP32	61
3.6.2	Sistem Komunikasi MQTT	62
3.7	Metode Pengujian Sistem	64
3.7.1	Pengujian Sensor Intensitas Cahaya	64
3.7.2	Pengujian Sensor Konsumsi energi	65
3.7.3	Pengujian Komunikasi IoT	65
3.7.4	Pengujian Kontrol Lampu	66
3.7.5	Pengujian Sistem <i>Monitoring Energi</i>	66
3.8	Metode Analisis Efisiensi Energi	67
3.8.1	Perhitungan Konsumsi Energi Listrik	67
3.8.2	Analisis Perbandingan Konsumsi Energi	68
3.9	Metode Analisis Menggunakan <i>Machine Learning</i>	70
3.9.1	<i>Data Preprocessing</i>	70
3.9.2	<i>Data Splitting</i>	71
3.9.3	Pemodelan Klasifikasi <i>Machine Learning</i>	72
3.9.4	Tahap Evaluasi Performa Model	72
3.9.5	Tahap Klasifikasi Data Menggunakan Model Terbaik	73

3.9.6	Perancangan Format Visualisasi Hasil Analisis.....	73
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	75
4.1	Hasil Perancangan <i>Smart Lighting System</i>	75
4.1.1	Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	76
4.2	Integrasi Sistem dan Interface Dashboard Go Lite Platform	78
4.2.1	Spesifikasi Kredensial dan Protokol Integrasi.....	81
4.2.2	Desain Antarmuka Dashboard dan Pemetaan Topik MQTT 81	
4.2.3	Struktur <i>Payload JSON Powermeter</i>	83
4.2.4	Implementasi Kode Program Komunikasi IoT	84
4.3	Pengujian dan Analisis Sistem.....	86
4.3.1	Pengujian Tahap Inisialisasi dan Log Serial Monitor Arduino IDE.....	87
4.3.2	Validasi Fungsionalitas Logika dan Pengiriman Data	89
4.3.3	Pengujian Respon Kontrol Relay (Subscription Callback) 90	
4.3.4	Sistem Otomatisasi Perangkat.....	91
4.4	Analisis Hasil Pengujian menggunakan <i>Machine Learning</i>	93
4.5	Analisis Komparatif Performa Sistem.....	99
BAB IV	PENUTUP	103
5.1	Kesimpulan	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perbandingan lapisan pada arsitektur IoT	11
Gambar 2. 2 PZEM-004T-10A Functional block diagram.....	26
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	42
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	44
Gambar 3. 3 Arsitektur Sistem Internet of Things (IoT).....	45
Gambar 3. 4 Diagram Alur Pengumpulan Data	49
Gambar 3. 5 Alur kerja sensor	51
Gambar 3. 6 Tampilan Schematic ESP32	53
Gambar 3. 7 Tampilan Schematic Relay 8 Channel	59
Gambar 3. 8 Koneksi sisi kontrol ESP32 ke Modul Relay	60
Gambar 3. 9 Koneksi Sisi Beban (Modul Relay ke Lampu)	60
Gambar 3. 10 Alur Program ESP32	62
Gambar 3. 11 Perancangan Alur Komunikasi MQTT	63
Gambar 4. 1 Hasil perancangan perangkat keras pada Smart Lighting System ...	76
Gambar 4. 2 Daftar Aturan Otomatisasi Aktif	93
Gambar 4. 3 Grafik Performa Akurasi Model	95
Gambar 4. 4 Confusion Matrix XGBoost	96
Gambar 4. 5 ROC Curve XGBoost.....	97
Gambar 4. 6 Chart Analisis Efisiensi Energi 2 Skenario	98
Gambar 4. 7 Frekuensi Hidup Mati Lampu skenario 1	100
Gambar 4. 8 Frekuensi Hidup Mati Lampu Skenario 2.....	101
Gambar 4. 9 Prediksi Efisiensi Energi	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian IoT dalam Sistem Energi.....	9
Tabel 2. 2 Perbandingan Arsitektur IoT [18].	12
Tabel 2. 3 Perbandingan Protokol IoT antara MQTT dan HTTP [15].	14
Tabel 2. 4 Perbandingan Implementasi Smart Lighting [11], [12]	16
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras	46
Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak	47
Tabel 3. 3 Parameter Data Penelitian	48
Tabel 3. 4 Konfigurasi Pin ESP32	53
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin Sensor LDR	55
Tabel 3. 6 Parameter Sensor PZEM-004T	56
Tabel 3. 7 Konfigurasi Pin PZEM-004T	57
Tabel 3. 8 Konfigurasi Pin Relay	59
Tabel 3. 9 Topik MQTT	63
Tabel 3. 10 Tabel Pengujian Sensor	64
Tabel 3. 11 Pengujian Sensor Konsumsi Energi	65
Tabel 3. 12 Pengujian Komunikasi IoT	65
Tabel 3. 13 Pengujian Kontrol Lampu	66
Tabel 3. 14 Pengujian Sistem Monitoring Energi	66
Tabel 3. 15 Skenario Pengujian.....	68
Tabel 3. 16 Format tabel perbandingan hasil	70
Tabel 3. 17 Format Evaluasi Performa Model ML	74
Tabel 4. 1 Parameter Koneksi	81
Tabel 4. 2 Matrik Integrasi Komponen Interface Dashboard dan Struktur Data MQTT	82
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Inisialisasi Sistem pada Serial Monitor	87
Tabel 4. 4 Pengujian Tahap Inisialisasi dan Log Serial Monitor	89
Tabel 4. 5 Pengujian Respon Kontrol Relay	90
Tabel 4. 6 Komponen Konfigurasi Otomatisasi.....	91
Tabel 4. 7 Perbandingan Metrik Performa Model.....	95
Tabel 4. 8 Distribusi Parameter Performa Klasifikasi Algoritma XGBoost	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Rekomendasi Seminar Tugas Akhir

Lampiran 2 Lembar Revisi penguji Tugas Akhir

Lampiran 3 *Letter of Acceptance*

Lampiran 4 Hasil terbit Jurnal

Lampiran 5 Lembar BAST