PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN ENERGI BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI RUMAH PINTAR

TUGAS AKHIR APLIKATIF

MOHAMMAD RIZKY PRABOWO SALBIYANTO

41420120003

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

lib.mercubuana.ac.id

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN ENERGI BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI RUMAH PINTAR

TUGAS AKHIR APLIKATIF

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

MOHAMMAD RIZKY PRABOWO SALBIYANTO

41420120003

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

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Mohammad Rizky Prabowo Salbiyanto
NIM	: 41420120003
Fakultas / Program Studi	: Teknik / S1 Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul: "PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN ENERGI BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI RUMAH PINTAR" 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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 04 Agustus 2026



(Mohammad Rizky Prabowo Salbiyanto)

lib.mercubuana.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama	**:**	**MOHAMMAD RIZKY PRABOWO SALBIYANTO**
NIM	**:**	**41420120003**
Program Studi	**:**	**Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis / Praktek Keinsinyuran	**:**	**PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN ENERGI BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI RUMAH PINTAR**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 13 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **11 %** 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, 13 Agustus 2026

Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	:	Mohammad Rizky Prabowo Salbiyanto
NIM	:	41420120003
Fakultas/Program Studi	:	Teknik / Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	:	Perancangan Sistem Manajemen Energi Berbasis IoT Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Energi di Bangunan

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 04 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T
NUPTK : 7533767668230312

Jakarta, 04 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Kaprodi S1 Teknik Elektro
Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.	**Dr. Ir. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.**
NUPTK: 6639750651230132	**NUPTK: 2146770671130403**

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul "PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN ENERGI BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI RUMAH PINTAR". Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dorongan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, S.T., M.T. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Ir. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro.
4. Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan dorongan, ilmu, bimbingan, serta saran berharga selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang tak terhingga.
6. Orang Tua dan keluarga tersayang atas doa, kasih sayang, dorongan moral, dan dukungan finansial yang tidak pernah putus.
7. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa S1 Teknik Elektro angkatan 2020 atas kebersamaan, diskusi, dan kerja samanya.

lib.mercubuana.ac.id

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Jakarta, 04 Agustus 2026



Mohammad Rizky Prabowo Salbiyanto

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

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

Nama	: Mohammad Rizky Prabowo Salbiyanto
NIM	: 41420120003
Fakultas / Program Studi	: Teknik / S1 Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	: Perancangan Sistem Manajemen Energi Berbasis Iot Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Energi Di Rumah Pintar

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/formatkan, 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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 04 Agustus 2026

Yang menyatakan,



(Mohammad Rizky Prabowo Salbiyanto)

lib.mercubuana.ac.id

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN ENERGI BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI DI RUMAH PINTAR

MOHAMMAD RIZKY PRABOWO SALBIYANTO

ABSTRAK

Pengelolaan rumah pintar (Smart Home) modern memerlukan pengintegrasian efisiensi energi kelistrikan, keamanan akses pintu, keselamatan kebakaran/gas, serta manajemen sumber daya air secara terpusat. Penelitian ini difokuskan pada tiga tahap utama, yaitu merancang dan memprogram, menguji, serta menganalisa sistem Smart Home terpadu. Pertama, penelitian ini **merancang dan memprogram** sistem kendali multi-sensor berbasis mikrokontroler ESP32 38-Pin, modul kamera ESP32-CAM (AI Person Detection), dan Web AI Smart Home Dashboard berbasis CodeIgniter 4 menggunakan protokol MQTT over WebSockets. Kedua, penelitian ini **menguji** kinerja pemantauan keberadaan orang oleh ESP32-CAM untuk mematikan kelistrikan ruangan secara otomatis jika kosong 5 menit berturut-turut pada total beban 630 Watt (AC 350W, PC 180W, Lampu 40W, Pompa 60W), respon autentikasi RFID RC522 terhadap Solenoid Door Lock (45 ms), peringatan bahaya kebocoran gas/asap (MQ-2) & api (Flame Sensor) dengan notifikasi audio MP3 DFPlayer Mini (0.38 detik), serta pengisian air otomatis 2 Float Water Sensor dan Pompa Diafragma 12V (keandalan 100%). Ketiga, penelitian ini **menganalisa** presisi pengukuran sensor PZEM-004T v3 (rata-rata error 0.65%), pembuktian matematis efisiensi penghematan daya kosong sebesar 97.22% dan hemat tagihan PLN harian/bulanan sebesar 58.18% (menghemat Rp 288.222,00/bulan), serta latensi pengiriman pesan MQTT over WebSockets sebesar 46.8 ms. Sistem ini terbukti menciptakan solusi Smart Home hemat energi, aman, dan responsif.

Kata Kunci: Smart Home, ESP32, ESP32-CAM, AI Person Detection, AC 1/2PK, Komputer Server, Otomatisasi Kelistrikan 5 Menit, Formulasi Energi Listrik, PZEM-004T v3, RFID, MQ-2, DFPlayer Mini, Float Water Sensor, MQTT, Web Dashboard.

lib.mercubuana.ac.id

DESIGN OF AN IOT-BASED ENERGY MANAGEMENT SYSTEM TO IMPROVE SMART HOME ENERGY EFFICIENCY

MOHAMMAD RIZKY PRABOWO SALBIYANTO

ABSTRACT

Modern Smart Home management requires an integrated approach covering electrical energy efficiency, door access security, fire/gas hazard safety, and centralized water resource management. This study focuses on three main objectives: designing and programming, testing, and analyzing an integrated Smart Home system. First, the study ***designs and programs*** *a multi-sensor control system based on the ESP32 38-Pin microcontroller, ESP32-CAM (AI Person Detection), and a Web AI Smart Home Dashboard built with CodeIgniter 4 using the MQTT protocol over WebSockets. Second, the study* ***tests*** *the room occupancy monitoring performance of the ESP32-CAM to automatically cut off room electrical power after 5 consecutive minutes of emptiness across a total load of 630 Watts (350W AC, 180W PC, 40W Lighting, 60W Pump), the RFID RC522 authentication response to the Solenoid Door Lock (45 ms), the fire/gas hazard warning response via DFPlayer Mini MP3 voice alerts (0.38 seconds), and the automated water tank refilling using dual Float Water Sensors and a 12V Diaphragm Pump (100% reliability). Third, the study* ***analyzes*** *the measurement precision of the PZEM-004T v3 sensor (average error of 0.65%), the quantitative mathematical proof of idle power efficiency (97.22% savings, reducing overall monthly PLN bill by 58.18% or IDR 288,222.00/month), and the MQTT communication latency over WebSockets (46.8 ms). The system provides an energy-efficient, secure, and highly responsive Smart Home solution.*

Keywords: *Smart Home, ESP32, ESP32-CAM, AI Person Detection, 1/2HP Air Conditioner, PC Server, 5-Minute Power Cutoff, Energy Calculation, PZEM-004T v3, RFID, MQ-2, DFPlayer Mini, Float Water Sensor, MQTT, Web Dashboard.*

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**
HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI ..... **ii**
SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY* ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB ..... **vii**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
BAB I **1**
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Hipotesis Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II **6**
TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Konsep Dasar Smart Home dan IoT 6
2.2 Protokol Komunikasi MQTT dan WebSockets 6
2.3 Komponen Hardware, Metode AI, dan Komunikasi Antar Sensor 6
2.3.1 Mikrokontroler ESP32 38-Pin 6
2.3.2 Modul Kamera ESP32-CAM dan Metode AI Person Detection (Timer 5 Menit) 7

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

2.3.3 Sensor Energi Listrik PZEM-004T v3 dan Formulasi Matematis Energi Listrik 8
2.3.4 Arsitektur dan Protokol Komunikasi Antar Sensor Hardware 9
2.3.5 Sensor Akses RFID Reader RC522 dan Solenoid Door Lock 10
2.3.6 Sensor Deteksi Keselamatan (MQ-2 dan Flame Sensor) 10
2.3.7 Modul Peringatan Suara (DFPlayer Mini, Speaker 3W, dan Buzzer Pasif) 11
2.3.8 Sistem Manajemen Level Air (Float Water Sensor dan Pompa Diafragma) 12
2.4 Penelitian Terdahulu (State of the Art) 12
BAB III 14
METODE PENELITIAN 14
3.1 Desain Penelitian 14
3.2 Alat dan Bahan 14
3.3 Diagram Blok Arsitektur Sistem 15
3.4 Perancangan Mekanik Prototipe 16
3.5 Perancangan Elektrik dan Wiring Pinout Komunikasi Hardware 16
3.6 Perancangan Perangkat Lunak, Model AI Edge, dan Arsitektur Web MQTT 18
3.6.1 Software Tools dan Framework yang Digunakan 18
3.6.2 Alir Koneksi dan Cara Kerja Web MQTT Menghasilkan Data Sensor 19
3.7 Diagram Alir Penelitian 20
BAB IV 21
HASIL DAN PEMBAHASAN 21
4.1 Implementasi Perangkat Keras Prototipe 21
4.2 Implementasi Fitur Antarmuka Web AI Smart Home Dashboard 21
4.3 Hasil Pengujian Pemantauan Ruangan AI ESP32-CAM & Otomatisasi Matikan Listrik 5 Menit 24
4.4 Hasil Pembuktian dan Perhitungan Kuantitatif Penghematan Energi Listrik 26
4.5 Hasil Pengujian Akses Pintu RFID RC522 dan Solenoid Door Lock 29

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

4.6 Hasil Pengujian Pengukuran Listrik Sensor PZEM-004T v3 30
4.7 Hasil Pengujian Deteksi Bahaya Gas, Asap, dan Api 31
4.8 Hasil Pengujian Otomatisasi Tangki Air dengan Float Sensor & Pompa Diafragma 31
4.9 Hasil Pengujian Performa Komunikasi MQTT dan Web Dashboard 32
4.10 Pembahasan dan Analisis Kinerja Sistem 33
BAB V 34
PENUTUP 34
5.1 Kesimpulan 34
5.2 Saran 35
DAFTAR PUSTAKA 36
LAMPIRAN 38

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Matriks Penelitian Terdahulu (State of the Art)..... 12
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat dan Bahan Hardware Smart Home 14
Tabel 3. 2 Pemetaan Wiring Pinout ESP32 38-Pin dengan 11 Komponen 16
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Pemantauan Ruangan AI ESP32-CAM & Timer Matikan Listrik 5 Menit 25
Tabel 4. 2 Perbandingan Efisiensi Energi Listrik Realistis dan Estimasi Biaya PLN Harian & Bulanan 29
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akses RFID RC522 dan Solenoid Door Lock 29
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pengukuran Listrik Sensor PZEM-004T v3 30
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Respon Sensor MQ-2, Flame Sensor, DFPlayer, dan Buzzer..... 31
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Otomatisasi 2 Float Water Sensor dan Pompa Diafragma..... 32
Tabel 4. 7 Pengujian Latensi Komunikasi MQTT Berdasarkan Tingkat QoS 32

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk Fisik dan Pinout Modul Mikrokontroler ESP32 38-Pin 7
Gambar 2. 2 Modul Kamera ESP32-CAM & AI Room Occupancy Detection..... 8
Gambar 2. 3 Sensor Pengukur Listrik AC PZEM-004T v3 & Current Transformer 9
Gambar 2. 4 Modul RFID Reader RC522 & Solenoid Door Lock 12V 10
Gambar 2. 5 Sensor Gas/Asap MQ-2 & Sensor Deteksi Api (Flame Sensor)..... 11
Gambar 2. 6 Modul Audio DFPlayer Mini, Speaker 3W, & Buzzer Pasif 11
Gambar 2. 7 Float Water Sensor Pelampung Air & Pompa Diafragma 12V 12
Gambar 3. 1 Diagram Blok Arsitektur Multi-Sensor Smart Home AI 15
Gambar 3. 2 Perancangan Mekanik Prototipe Smart Home Multi-Sensor 16
Gambar 3. 3 Perancangan Elektrik Wiring Pinout ESP32 38-Pin dan Komponen18
Gambar 3. 4 Flowchart Logika Pemantauan Ruangan AI ESP32-CAM & Timer Matikan Listrik 5 Menit 20
Gambar 4. 1 Bentuk Fisik Hardware Prototipe Smart Home Terpasang 21
Gambar 4. 2 Fitur Web AI Smart Home - Halaman Utama Dashboard Overview 22
Gambar 4. 3 Fitur Web AI Smart Home - Stream ESP32-CAM & Status AI Occupancy (Timer 5 Menit)..... 22
Gambar 4. 4 Fitur Web AI Smart Home - Panel Monitoring Energi Listrik PZEM-004T v3 23
Gambar 4. 5 Fitur Web AI Smart Home - Alert Danger Modal Kebocoran Gas MQ-2 & Flame Sensor 23
Gambar 4. 6 Fitur Web AI Smart Home - Widget Level Tangki Air & Toggle Pompa Diafragma..... 24
Gambar 4. 7 Fitur Web AI Smart Home - Log Riwayat Akses RFID RC522 & Status Solenoid Lock..... 24
Gambar 4. 8 Dokumentasi Hasil Pengujian Timer Matikan Listrik Ruangan 5 Menit saat Kosong..... 26
Gambar 4. 9 Tampilan Antarmuka Web AI Smart Home - Analisis Komparasi Penggunaan Listrik 1 Hari (Sebelum vs Sesudah) 28
Gambar 4. 10 Grafik Pembacaan Daya (W) dan Energi (kWh) PZEM-004T v3. 30

lib.mercubuana.ac.id

Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Latensi Komunikasi MQTT (QoS 0, QoS 1, QoS 2) 33

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kartu Asistensi 38
Lampiran 2 Datasheet Teknis Komponen Hardware Ai Smart Home System..... 39

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id