

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
KONTROL ENERGI LISTRIK PADA LABORATORIUM
OTOMASI & INDSUTRI BERBASIS *INTERNET OF THINGS***



Intelligentia - Dignitas

RAKA AZZIHRI KURNIA

1507521032

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

HALAMAN JUDUL

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
KONTROL ENERGI LISTRIK PADA LABORATORIUM
OTOMASI & INDSUTRI BERBASIS *INTERNET OF THINGS***



Intelligentia - Dignitas

RAKA AZZIHRI KURNIA

1507521032

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
KONTROL ENERGI LISTRIK PADA LABORATORIUM
OTOMASI DAN INDUSTRI BERBASIS INTERNET OF
THINGS

Penyusun : Raka Azzihri Kurnia

NIM : 1507521032

Tanggal Ujian : 28 Juli 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



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



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.
NIP. 196310011988111001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

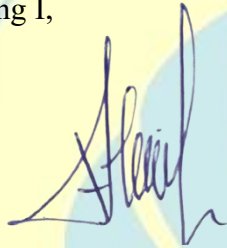
Judul : RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
KONTROL ENERGI LISTRIK PADA LABORATORIUM
OTOMASI DAN INDUSTRI BERBASIS INTERNET OF
THINGS

Penyusun : Raka Azzihri Kurnia

NIM : 1507521032

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.
NIP. 196310011988111001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan:

Ketua Penguji,



Taryudi, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198008062010121002

Dosen Penguji,



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

Dosen Ahli,



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

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah ajukan untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Jika ada kutipan atau bagian dari sumber lain, semuanya sudah saya cantumkan dengan jelas nama penulisnya dan telah saya tulis dalam pustaka.
3. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya siap menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta, termasuk pencabutan gelar yang telah saya peroleh.

Jakarta, 21 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Raka Azzihri Kurnia

No. Reg. 1507521032

Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS 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 : Raka Azzihri Kurnia

NIM : 1507521032

Fakultas/Prodi : Teknik / Teknologi Rekayasa Otomasi

Alamat email : kazihri41@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 Dan Kontrol Energi Listrik Pada Laboratorium Otomasi
Industri Berbasis Internet Of Things

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, 11 Agustus 2025

Penulis

(Raka Azzihri Kurnia)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Energi Listrik Pada Laboratorium Otomasi Dan Industri Berbasis Internet Of Things”* ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam penyelenggaraan program studi sehingga proses akademik dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Ir. Heri Firmansyah. S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I, atas kesediaan waktu, bimbingan intensif, saran konstruktif, dan masukan berharga yang mendorong penulis untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan dalam setiap tahap penelitian hingga penulisan hingga tercapainya kualitas skripsi yang lebih baik.
3. Bapak Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan akademik, arahan, dan dukungan moral yang telah memperkaya perspektif penulis, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan komprehensif dan sistematis.
4. Kedua orang tua tercinta Mama Bapak, atas kasih sayang, doa, dan motivasi tiada henti. Tanpa dukungan finansial, semangat, dan kepercayaan sepenuhnya yang diberikan, penulis tidak akan mampu menuntaskan studi ini.
5. Teman-teman satu perjuangan: Restu, Bagus, Dwi, Taufik, Fathan, Irul, Berliandira, Nindy, Novia, Aisyah dan rekan-rekan seangkatan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah bersama-sama berjuang, berdiskusi, dan berbagi ilmu sehingga suasana belajar menjadi lebih menyenangkan dan produktif.

6. Rekan-rekan IOP Intern Axa Mandiri: Ricky, Hamdan, Zhavira, Aurel, Dan Danaya yang selalu saling mendukung dan memberikan motivasi, baik dalam hal teknis maupun kebersamaan, sehingga penulis merasa tidak sendirian dalam menghadapi tantangan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan, khususnya dalam pengembangan sistem monitoring kesehatan berbasis IoT.

Jakarta, 21 Juli 2025

Penyusun,



Raka Azzihri Kurnia



Intelligentia - Dignitas

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem monitoring dan kontrol energi listrik berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi penggunaan daya dan mencegah pemakaian berlebihan pada motor AC 3 fasa di Laboratorium Otomasi dan Industri. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kelistrikan secara real-time, meliputi tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi, dan faktor daya pada masing-masing fasa (R, S, T) menggunakan sensor PZEM-004T. Kontrol daya dilakukan melalui relay per fasa, di mana jika salah satu fasa (R, S, atau T) dimatikan, sistem akan memutuskan seluruh suplai daya ke motor 3 fasa guna mencegah kerusakan akibat ketidakseimbangan fasa. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan jaringan Wi-Fi, kemudian dikirim ke database Firebase dan ditampilkan pada antarmuka berbasis website dan aplikasi mobile. Pengguna dapat melakukan pemantauan secara real-time serta kontrol ON/OFF per fasa secara remote. Selain itu, sistem dilengkapi dengan alarm notifikasi jika terjadi kelebihan beban (overload) atau anomali tegangan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memonitor parameter listrik dengan akurasi $\pm 2\%$ dan merespons perintah kontrol relay dalam waktu kurang dari 3 detik. Implementasi sistem ini terbukti dapat menghemat energi hingga 20% dengan mematikan fasa yang tidak diperlukan serta mencegah kerusakan motor akibat ketidakseimbangan arus. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan keandalan dan keamanan peralatan laboratorium tetapi juga memberikan solusi manajemen energi yang efisien berbasis IoT.

Kata Kunci: *IoT, Monitoring Energi, Motor 3 Fasa, Kontrol Relay, PZEM-004T, ESP32, Firebase, Kontrol Energi.*

ABSTRACT

This research develops an IoT-based electrical energy monitoring and control system to improve power efficiency and prevent overconsumption in a three-phase AC motor at an Automation and Industrial Laboratory. The system is designed to monitor electrical parameters in real-time, including voltage, current, active power, reactive power, apparent power, frequency, and power factor on each phase (R, S, T) using the PZEM-004T sensor. Power control is implemented through per-phase relays, where if any single phase (R, S, or T) is turned off, the system will cut off the entire power supply to the three-phase motor to prevent damage due to phase imbalance. Data from the sensor is processed by an ESP32 microcontroller connected to a Wi-Fi network, then transmitted to a Firebase database and displayed on a web and mobile application interface. Users can monitor real-time data and remotely control ON/OFF commands for each phase. Additionally, the system is equipped with an alarm notification in case of overload or voltage anomalies.

Testing results demonstrate that the system can monitor electrical parameters with an accuracy of $\pm 2\%$ and respond to relay control commands in less than 3 seconds. Implementation of this system has proven to reduce energy consumption by up to 20% by deactivating unused phases while preventing motor damage due to current imbalance. Thus, this system not only enhances the reliability and safety of laboratory equipment but also provides an efficient IoT-based energy management solution.

Keywordi: *IoT, Energy Monitoring, Three-Phase Motor, Relay Control, PZEM-004T, ESP32, Firebase, Energy Control.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	17
1.1 Latar Belakang	17
1.2 Identifikasi Masalah	18
1.3 Batasan Masalah.....	19
1.4 Rumusan Masalah	19
1.5 Tujuan Penelitian.....	20
1.6 Manfaat Penelitian.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1 Kerangka Teoritik	21
2.1.1 Rancang Bangun.....	21
2.1.2 Sistem Monitoring	22
2.1.3 Kontrol.....	23
2.1.4 Listrik.....	23
2.1.5 Mikrokontroler	30
2.1.6 Perangkat Keras yang Digunakan	33
2.1.7 Perangkat Lunak yang Digunakan.....	40

2.1.8	Visual Studio Code.....	45
2.2	Penelitian yang Relevan.....	45
2.3	Kerangka Berpikir.....	48
BAB III METODE PENELITIAN		53
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	53
3.2	Metode Penelitian	53
3.3	Bahan dan Peralatan yang Digunakan	54
3.3.1	Alat	55
3.3.2	Komponen Elektronika	55
3.3.3	Gambar Pelaksanaan Project.....	56
3.4	Rancangan Metode Pengembangan	58
3.4.1	Diagram Blok Sistem.....	58
3.4.2	Diagram Alir Sistem.....	59
3.4.3	Rancangan Desain Alat.....	61
3.5	Instrumen Penelitian	63
3.5.1	Pengujian Alat Terhadap Monitoring Dan Data Base Energi.....	63
3.5.2	Pengujian Alat Terhadap Ruang Laboratorium	63
3.5.3	Pengujian Alat Terhadap Kendali Energi Listrik	64
3.6	Teknik dan Pengumpulan Data.....	64
3.6.1	On Off Controller	65
3.7	Teknis Analisis Data Penelitian.....	66
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		67
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	67
4.2	Analisis Hasil Pengujian Perangkat Keras	69
4.3	Hasil Pengujian Perangkat Lunak	78
4.4	Pembahasan.....	87

4.5 Aplikasi Hasil Penelitian.....	87
4.5 Kelebihan dan Kekurangan.....	88
4.6.1 Kelebihan Alat	88
4.6.2 Kekurangan Alat	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	89
5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	93
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	95



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP 32.....	31
Gambar 2. 2 Sensor PZEM-004T	34
Gambar 2. 3 Modul Relay 4 Channel	35
Gambar 2. 4 MCB 3 Pole	37
Gambar 2. 5 Motor Breaker	38
Gambar 2. 6 Motor 3 Fasa.....	39
Gambar 2. 7 Arduino IDE	40
Gambar 2. 8 Fritzing	41
Gambar 2. 9 SketchUp	42
Gambar 2. 10 Kodular.....	42
Gambar 2. 11 Firebase	43
Gambar 2. 12 Draw.io	44
Gambar 2. 13 MATLAB	44
Gambar 2. 14 Visual Studio Code	45
Gambar 2. 15 Kerangka Berpikir.....	48
Gambar 3. 1 Flow ADDIE.....	53
Gambar 3. 2 Electrical Wiring.....	56
Gambar 3. 3 Diagram blok milik pribadi	58
Gambar 3. 4 Diagram Alir.....	60
Gambar 3. 5 Desain Alat Tampak Atas	61
Gambar 3. 6 Desain Alat Tampak Kanan	61
Gambar 3. 7 Desain Alat Tampak Depan	62
Gambar 3. 8 Desain Alat Tampak Kiri.....	62
Gambar 3. 9 Hasil Diagram On Off Controller	65
Gambar 4. 1 Hasil Penelitian.....	68
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Pengukuran Tegangan.....	70
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Pengukuran Energi	72
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Pengukuran Arus	74
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Pengukuran Daya	77
Gambar 4. 6 Data Tegangan Di Firebase	79
Gambar 4. 7 Data Energi Di Firebase	80

Gambar 4. 8 Data Daya Di Firebase	80
Gambar 4. 9 Data Arus Di Firebase	81
Gambar 4. 10 Tampilan Tracking Data Website Dengan Parameter Fasa R.....	81
Gambar 4. 11 Tampilan Tracking Data Website Dengan Parameter Fasa S	82
Gambar 4. 12 Tampilan Tracking Data Website Dengan Parameter Fasa T	82
Gambar 4. 13 Tampilan Overview Dari Masing-Masing Fas	83
Gambar 4. 14 Tampilan Grafik Pada Website Dengan Parameter Daya Dan KWH	83
Gambar 4. 15 Tampilan Grafik Pada Website Dengan Parameter Tegangan Dan Arus.....	84
Gambar 4. 16 Tampilan Daata Pada Website Dengan Keempat Parameter Fasa R Dan S.....	84
Gambar 4. 17 Tampilan Daata Pada Website Dengan Keempat Parameter Fasa T	85
Gambar 4. 18 Halaman Awal Kodular	85
Gambar 4. 19 Halam Kedua Kodular	86
Gambar 4. 20 Tampilan Data Masing-Masing Fasa	86



Intelligentia - Dignitas