



RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LISTRIK BERBASIS IOT MENGUNAKAN PZEM-004T DENGAN PEMUTUSAN BEBAN NONPRIORITAS SECARA OTOMATIS

@Hak cipta milik IPB University

VERLYN ROSELANI KOLIN



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Proyek Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Listrik Berbasis IoT Menggunakan PZEM-004T dengan Pemutusan Beban Nonprioritas secara Otomatis” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan Proyek Akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Verlyn Roselani Kolin
J0404221031



ABSTRAK

VERLYN ROSELANI KOLIN. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Listrik Berbasis IoT Menggunakan PZEM-004T dengan Pemutusan Beban Nonprioritas secara Otomatis. Dibimbing oleh HERU SUKOCO

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis IoT untuk pemantauan total arus listrik dan proteksi otomatis pada instalansi rumah tangga. Sistem dibuat menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan modul sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, daya, arus, energi, frekuensi, *power factor* dengan data yang dikirimkan ke *Firebase Realtime Database* setiap 2 detik dan divisualisasikan melalui *dashboard* berbasis Reactjs. Pengujian akurasi pengukuran menunjukkan rata-rata persentase *error* sebesar 0,17% untuk tegangan dan 3,44% untuk arus. Mekanisme proteksi otomatis diwujudkan melalui empat modul *relay* dengan sistem *load shedding* berbasis prioritas, di mana urutan pelepasan beban ditentukan dari profil daya *startup* masing-masing beban, dengan waktu respons sistem sebesar 4–6 detik untuk mencegah pemicuan palsu akibat *inrush current*. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan algoritma HDBSCAN untuk mengelompokkan data berdasarkan besar daya serta membersihkan noise secara otomatis, dengan hasil validasi *silhouette score* sebesar 0,80 yang mengindikasikan pemisahan kluster yang baik.

Kata kunci: ESP32, Firebase, HDBSCAN, Monitoring Listrik, PZEM-004T



ABSTRACT

VERLYN ROSELANI KOLIN. Design and Development of an IoT-Based Electrical Power Monitoring System Using PZEM-004T with Automatic Non-Priority Load Disconnection. Supervised by HERU SUKOCO

This research focuses on designs and implements an IoT-based system for monitoring residential electrical power consumption and providing automatic protection for household installations. The system is built using a NodeMCU ESP32 microcontroller and PZEM-004T sensor module to measure voltage, power, current, energy, frequency, and power factor, with data transmitted to Firebase Realtime Database every 2 seconds and visualized through a ReactJS-based web dashboard. Measurement accuracy testing shows an average *error* of 0.17% for voltage and 3.44% for current measurements. Automatic protection is implemented using four *relay* modules with a priority-based smart load shedding mechanism, where the load disconnection sequence is determined by the startup power profile of each load, with a system response time of 4–6 seconds to prevent false triggering from inrush current. The collected data is further analyzed using the HDBSCAN algorithm to *cluster* data based on power consumption levels and automatically filter noise, achieving a silhouette score of 0.80, indicating well-defined *cluster* separation.

Keywords: Electrical Monitoring, ESP32, Firebase, HDBSCAN, PZEM-004T



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LISTRIK BERBASIS IOT MENGUNAKAN PZEM-004T DENGAN PEMUTUSAN BEBAN NONPRIORITAS SECARA OTOMATIS

VERLYN ROSELANI KOLIN

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

Penguji pada ujian Laporan Proyek Akhir: Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Listrik
Berbasis IoT Menggunakan PZEM-004T dengan
Pemutusan Beban Nonprioritas secara Otomatis
Nama : Verlyn Roselani Kolin
NIM : J0404221031

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing:
Dr.Eng. Heru Sukoco, S.Si., M.T.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI 201811198 61119 2014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003



Tanggal Ujian: 10 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Listrik Berbasis IoT Menggunakan PZEM-004T dengan Pemutusan Beban Nonprioritas secara Otomatis”. Penyusunan laporan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Terapan (D4) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Sekolah Vokasi IPB University.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian laporan ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Heru Sukoco, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, ilmu, serta waktu yang sangat berharga dalam membimbing penulis menyelesaikan penelitian ini.
2. Pimpinan Sekolah Vokasi IPB University, serta seluruh staf pengajar yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
3. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, yang telah membimbing, mengajarkan dan memberikan ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan
4. Kedua orang tua dan adik tercinta serta keluarga besar, yang senantiasa memberikan dukungan moral, materi, serta doa yang tidak pernah putus demi keberhasilan penulis.
5. Teman-teman mahasiswa Teknologi Rekayasa Komputer Angkatan 59 dan semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses pengambilan data serta penyusunan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penelitian di masa mendatang. Akhir kata, semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi *Internet of Things* (IoT).

Bogor, Juli 2026

Verlyn Roselani Kolin



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Energi Listrik	4
2.2 <i>Internet of Things</i>	4
2.3 PZEM-004T	4
2.4 Mikrokontroler ESP32	5
2.5 Algoritma HDBSCAN	5
2.6 <i>Silhouette Score</i>	6
2.7 <i>Davies Bouldin Index</i>	6
2.8 Firebase	7
2.9 Sistem Pemantauan Energi	7
2.10 Pemutusan Beban Otomatis	8
METODE	9
3.1 Lokasi dan Waktu	9
3.2 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	9
3.3 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	10
3.4 Prosedur Penelitian	15
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Implementasi Sistem	29
4.2 Pengujian dan Kalibrasi Akurasi Sensor	38
4.3 Analisis Mekanisme Proteksi Otomatis	42
4.4 Analisis Data Dengan Algoritma HDBSCAN	48
SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Simpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62
RIWAYAT HIDUP	70

Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Perangkat keras	9
2	Perangkat lunak	10
3	Data tegangan dan arus sebelum kalibrasi	39
4	Faktor pengali arus	40
5	Data arus setelah kalibrasi	40
6	Hasil pengujian waktu respon sistem	42
7	Statistik waktu respon sistem	43
8	Data hasil pengujian <i>load shedding</i>	43
9	Data pembuktian fitur <i>autorestart</i>	45
10	Durasi episode <i>overload</i>	47
11	Contoh tahapan pemutusan <i>relay</i> hingga tahap tiga	48
12	Pengelompokan Beban	49
13	Rentang daya dan arus	49
14	Evaluasi parameter HDBSCAN	51
15	Hasil <i>cluster</i> dengan HDBSCAN	53
16	<i>Cluster</i> terbesar	54
17	Kategori beban beserta jumlah data	55
18	Rentang nilai <i>silhouette</i>	56
19	Validasi <i>cluster</i> dengan DBI	57

DAFTAR GAMBAR

1	Sensor PZEM-004T	5
2	Spesifikasi pin ESP32	5
3	Alur kerja analisis data dengan HDBSCAN	12
4	Alur prosedur kerja	16
5	Alur kerja persiapan sistem	17
6	Alur kerja <i>loop</i> utama	18
7	Alur kerja sistem proteksi	19
8	Alur kerja matikan dan pemulihan beban	21
9	Alur kerja <i>website</i>	23
10	Skema rangkaian elektronik	25
11	Desain fisik 3D	26
12	Implementasi perangkat keras	29
13	Tampilan halaman masuk	30
14	Tampilan halaman daftar	31
15	Halaman <i>dashboard website</i>	31
16	Halaman grafik	33
17	Halaman data	34
18	Data format CSV	35
19	Halaman <i>Settings</i>	36
20	Fitur prioritas pemutusan <i>relay</i>	37
21	Panel manajemen pengguna	38
22	Pengambilan data dengan Tang Ampere	41
23	Pengambilan data dengan Multi Meter	42

24	Pengujian fitur <i>autorestart</i>	46
25	Jumlah Data Tahap Pengolahan Data	50
26	Grafik evaluasi parameter HDBSCAN	51
27	Hasil <i>clustering</i> beban	52
28	Grafik hasil HDBSCAN	55
29	Visualisasi nilai <i>Silhouette score</i>	57

Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi pembuatan alat	63
2	Dokumentasi pengujian alat	64
3	Kode faktor pengali PZEM-004T pada ESP32	67
4	Data lengkap hasil pengujian <i>load shedding</i>	68
5	Data lengkap hasil pengujian fitur <i>autorestart</i>	69



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.