



ANALISIS DATA MONITORING TEGANGAN, ARUS DAN ENERGI MENGUNAKAN SENSOR PZEM004T BERBASIS TELEGRAM DAN GOOGLE SHEETS DI PT PLN ICON PLUS

MUHAMMAD FAJARUDIN



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Analisis Data Monitoring Tegangan, Arus, dan Energi Menggunakan Sensor PZEM004T, Berbasis Telegram dan Google Sheets di PT PLN Icon Plus” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun 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 akhir ini.

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

Bogor, Juni 2025

Muhammad Fajarudin
J0304211099

- 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@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.

ABSTRAK

MUHAMMAD FAJARUDIN. Analisis Data Monitoring Tegangan, Arus, dan Energi Menggunakan Sensor PZEM004T, Berbasis Telegram dan Google Sheets di PT PLN Icon Plus (Data Analysis of Voltage, Current, and Energy Monitoring Using PZEM004T Sensor, Based on Telegram and Google Sheets at PT PLN Icon Plus). Dibimbing oleh IRMANSYAH.

Pemantauan parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan energi secara *real-time* menjadi aspek penting dalam upaya efisiensi energi, khususnya di lingkungan kerja seperti PT PLN Icon Plus. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring kelistrikan berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor PZEM004T yang terintegrasi dengan Google Sheets sebagai media pencatatan otomatis serta Telegram untuk notifikasi *real-time*. Sistem ini dirancang guna meningkatkan efektivitas pemantauan dan pencatatan data kelistrikan secara digital. Metode analisis data yang digunakan meliputi normalisasi menggunakan *Z-Score*, pengelompokan data dengan algoritma *K-Means Clustering*, serta evaluasi jumlah kluster optimal melalui metode Elbow. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu merekam dan mengelompokkan data kelistrikan secara efektif serta menampilkan informasi konsumsi energi dalam bentuk yang mudah dipantau. Temuan ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan efisiensi operasional dan pengelolaan energi secara berkelanjutan.

Kata Kunci: analisis data, metode elbow, google sheets, *k-means clustering*, *pzem004t*, telegram, *z-score*

ABSTRACT

MUHAMMAD FAJARUDIN. Data Analysis of Voltage, Current, and Energy Monitoring Using PZEM004T Sensor, Based on Telegram and Google Sheets at PT PLN Icon Plus. Supervised by IRMANSYAH.

Real-time monitoring of electrical parameters such as voltage, current, and energy is essential for improving energy efficiency, particularly in workplace environments like PT PLN Icon Plus. This study aims to develop an *Internet of Things* (IoT)-based electrical monitoring system using the PZEM004T sensor, integrated with Google Sheets for automatic data logging and Telegram for *real-time* notifications. The system is designed to enhance the effectiveness of digital monitoring and recording of electrical data. The data analysis methods used include *Z-Score* normalization, data *clustering* using the *K-Means Clustering* algorithm, and optimal *cluster* evaluation through the Elbow method. The results show that the system is capable of recording and grouping electrical data effectively, presenting energy consumption information in an easily monitored format. These findings are expected to support operational efficiency and sustainable energy management.

Keywords: *data analysis, elbow method, google sheets, k-means clustering, pzem004t, telegram, z-score*

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 2025
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.

¹ Pelimpahan hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus didasarkan pada perjanjian kerja sama yang terkait.

ANALISIS DATA MONITORING TEGANGAN, ARUS DAN ENERGI MENGUNAKAN SENSOR PZEM004T, BERBASIS TELEGRAM DAN GOOGLE SHEETS DI PT PLN ICON PLUS

MUHAMMAD FAJARUDIN

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
2025**



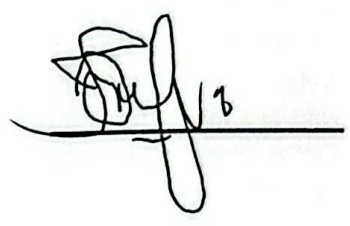
@Hak cipta milik IPB University

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.

Judul Proyek Akhir : Analisis Data Monitoring Tegangan, Arus, dan Energi Menggunakan Sensor PZEM004T Berbasis Telegram dan Google Sheets di PT PLN Icon Plus
Nama : Muhammad Fajarudin
NIM : J0304211099

Disetujui oleh
Pembimbing :
Dr. Ir. Irmansyah, M. Si.



Diketahui oleh
Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si, M.Si
NPI 201811198611192014
Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607181992031003



Tanggal Ujian :
13 Juni 2025
Tanggal Lulus:



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Maret 2025 ini ialah IoT (*Internet of Things*), dengan judul “Analisis Data Monitoring Tegangan, Arus, dan Energi Menggunakan Sensor PZEM004T, Berbasis Telegram dan Google Sheets di PT PLN Icon Plus”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kedua orang tua, kakak dan adik dalam dukungan materi maupun non materi hingga penulisan tugas akhir ini selesai. Penulis juga mengucapkan kepada pembimbing yaitu Bapak Dr. Ir. Irmansyah, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Sandria, beserta karyawan Perusahaan PT PLN Icon Plus yang telah membantu selama penelitian. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian makalah ini meliputi; Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor (IPB); segenap karyawan dan jajaran PT PLN Icon Plus serta semua pihak yang telah membimbing, memotivasi, dan mendukung sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Selanjutnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2025

Muhammad Fajarudin



@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 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 ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Internet of Things</i> (IoT)	4
2.2 Karakteristik Sumber Listrik PLN	4
2.3 Metode <i>K-Means</i>	5
2.4 Normalisasi Data	6
2.5 NodeMCU ESP8266 V3	7
2.6 LCD OLED	9
2.7 PZEM004T	9
2.8 Google Spreadsheet	10
2.9 Telegram	10
III METODE	12
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian Akhir	12
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	12
3.3 Prosedur Kerja	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Masalah	15
4.2 Perancangan	15
4.3 Implementasi	27
4.4 Pengumpulan Data	29
4.5 Analisis Data	31
4.6 Perhitungan Estimasi Biaya	35
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	83



DAFTAR TABEL

1	PIN ESP8266	8
2	Spesifikasi PZEM004T	10
3	Kebutuhan Perangkat Keras	15
4	Kebutuhan Perangkat Lunak	16
5	Koneksi board NodeMCU dengan Sensor PZEM004T	19
6	Koneksi board NodeMCU dengan LCD Oled	19
7	Icon LCD	21
8	Representasi Google Sheets	26
9	Kalibrasi Sensor dengan Multimeter digital dan Tang Ampere	27
10	Perbandingan Nilai Akurasi Tegangan dan Arus dengan Box MOC	29
11	Akurasi Pemakaian Energi	29
12	Data hasil Monitoring	30
13	Tiga Parameter Penelitian	30
14	Pemakaian Energi dalam Rentang 11 Menit	31
15	Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi	32
16	Data Sampel dari Representasi keseluruhan Data	32
17	Normalisasi Data	33
18	Data Acak <i>Centroid</i>	33
19	Nilai SSE	34
20	Ringkasan Klaster	35
21	Rata-rata biaya pemakaian per klaster	36

DAFTAR GAMBAR

1	NodeMCU ESP8266 V3	8
2	LCD Oled 0.96 inc	9
3	Sensor PZEM004T	10
4	Telegram Bot	11
5	Prosedur Kerja	13
6	Diagram Alir Alat Monitoring Listrik	17
7	Blok Diagram Alat Monitoring Listrik	18
8	Skema Rangkaian Alat Monitoring	19
9	<i>Casing</i> Tampak Depan	20
10	<i>Casing</i> Tampak Kanan	20
11	<i>Casing</i> Tampak Kiri	20
12	<i>Casing</i> Tampak Belakang	20
13	Tampilan Alat	21
14	Tampilan Telegram	23
15	Perintah /start	23
16	Perintah /status	24
17	Perintah /reset_wifi	24
18	Perintah /reset	25
19	Notifikasi listrik tidak terbaca	25

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

20	Pemasangan Alat di Panel Listrik	28
21	Alur alat yang dilakukan monitoring	28
22	Nilai SSE menggunakan Metode Elbow	34

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Kalibrasi Sensor	42
2	Lampiran 2 Perbandingan Sensor dan Box MOC	46
3	Lampiran 3 Library yang digunakan dan Definisi Variabel	47
4	Lampiran 4 Kode Program pembuatan interval pengulangan dan void display, resetWifi	48
5	Lampiran 5 Kode program Void Setup	49
6	Lampiran 6 Kode Program Void Loop	50
7	Lampiran 7 Program Cek Status	52
8	Lampiran 8 Program Cek koneksi bot dan pengiriman data ke Google Sheets	53
9	Lampiran 9 Program Update Oled dan fungsi memastikan bahwa hasil pembacaan tidak NAN	54
10	Lampiran 10 Perhitungan Pembacaan Akurasi Energi	55
11	Lampiran 11 Perhitungan Nilai Rata-rata	56
12	Lampiran 12 Perhitungan Nilai Standar Deviasi	57
13	Lampiran 13 Perhitungan <i>Z-Score</i>	58
14	Lampiran 14 Perhitungan jarak <i>Centroid</i>	59
15	Lampiran 15 Perhitungan Biaya per Klaster	60
16	Lampiran 16 Tampilan Google Sheets	61
17	Lampiran 17 Data Monitoring	62
18	Lampiran 18 Data K-Means	75

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.