

**RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA
KONSUMSI ENERGI LISTRIK BERBASIS *INTERNET*
OF THINGS (IOT) DAN PZEM-004T**



Tugas Akhir

Sarah Delana Wijaya

00000054206

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

**RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA KONSUMSI
ENERGI LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)
DAN PZEM-004T**



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Fisika

Sarah Delana Wijaya

00000054206

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Sarah Delana Wijaya

Nomor Induk Mahasiswa : 00000054206

Program Studi : Teknik Fisika

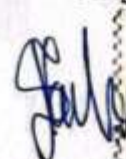
Proyek Tugas Akhir berjudul:

Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Konsumsi Energi Listrik berbasis Internet of Things (IoT) dan PZEM-004T

Merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.

Tangerang, 11 Juni 2025



(Sarah Delana Wijaya)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul
RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA KONSUMSI ENERGI
LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) DAN PZEM-004T

Oleh

Nama : Sarah Delana Wijaya
NIM : 00000054206
Program Studi : Teknik Fisika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Jumat, 20 Juni 2025
Pukul 08.00 s/d 09.30 dan dinyatakan
LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang



Assoc. Prof. Ir. Arko Djajadi, M.Sc.EE, Ph.D.
NIDN 0406086704/NIK 078764

Penguji



Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc.
NIDN 0419128203 /NIK 067341

Dosen Pembimbing



Fahmy Rinanda Saputri, S.T., M.Eng.
NIDN 0326089301/NIK 066629

Ketua Program Studi Teknik Fisika



Muhammad Salchudin, S.T., M.T.
NIDN 0306108702/NIK 033878

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah Delana Wijaya
NIM : 00000054206
Program Studi : Teknik Fisika
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data
Konsumsi Energi Listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dan PZEM-004T

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (pilih salah satu):

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
 - ☐ Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
 - ☐ Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu 3 tahun.

Tangerang, 11 Juni 2025



(Sarah Delana Wijaya)

* Pilih salah satu

** Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Konsumsi Energi Listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dan PZEM-004T” untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Jurusan Teknik Fisika pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan adik saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Muhammad Salehuddin, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Fisika, Universitas Multimedia Nusantara.
5. Ibu Fahmy Rinanda Saputri, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga terselesainya tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat, baik sebagai sumber informasi maupun sumber inspirasi, bagi para pembaca.

Tangerang, 11 Juni 2025



(Sarah Delana Wijaya)

RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA KONSUMSI ENERGI LISTRIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) DAN PZEM-004T

(Sarah Delana Wijaya)

ABSTRAK

Penggunaan peralatan listrik dalam kehidupan sehari-hari mengonsumsi energi listrik. Sebagian besar energi listrik tersebut masih berasal dari pembangkit berbahan bakar fosil, yang dalam prosesnya menghasilkan emisi gas rumah kaca dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap penggunaan listrik, diperlukan sistem akuisisi data konsumsi listrik secara *real-time* yang dapat memberikan informasi langsung mengenai besarnya energi yang digunakan.

Sistem akuisisi data konsumsi listrik menggunakan mikrokendali NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T, dan modul *relay*. Mikrokendali NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pengendali utama yang dapat langsung terhubung ke internet, sehingga memudahkan pengiriman data. Sensor PZEM-004T berfungsi untuk mengukur parameter listrik yaitu tegangan, arus, dan faktor daya. *Relay* digunakan untuk mengontrol aliran listrik ke peralatan listrik dari jarak jauh melalui internet. Sistem ini terhubung dengan *ThingSpeak* untuk menyimpan dan memvisualisasikan data, serta Telegram Bot sebagai tempat pengguna berinteraksi dengan sistem.

Sistem pemantauan diuji dan dilakukan *adjustment* dengan nilai pengukuran wattmeter digital menggunakan empat beban listrik yaitu *charger earphone*, *charger* ponsel, kipas, dan pengering rambut. Setelah *adjustment*, akurasi tegangan sistem sensor 1 dan 2 adalah 99,97% dan 99,96%; arus adalah 99,24% dan 99,11%; dan faktor daya adalah 99,86% dan 99,76%. Rata-rata waktu Telegram Bot merespons perintah dari pengguna adalah 4,84 detik. Akuisisi data konsumsi listrik kipas dan *charger* tablet dilakukan untuk melihat konsumsi listrik dan estimasi biaya untuk pemakaian listrik selama satu jam. Selama 1 jam, kipas mengonsumsi 50,1Wh dan estimasi biaya pemakaian adalah sekitar Rp72,4; tablet mengonsumsi 13,4Wh dan estimasi biaya adalah Rp19,3.

Kata kunci: *Internet of Things*, sensor PZEM-004T, mikrokendali NodeMCU ESP8266, konsumsi listrik

DESIGN OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION DATA ACQUISITION SYSTEM BASED ON *INTERNET OF THINGS* (IOT) AND PZEM-004T

(Sarah Delana Wijaya)

ABSTRACT

The use of electrical appliances in everyday life consumes electrical energy. Most of the electrical energy still comes from fossil fuel-fired plants, which in the process produce greenhouse gas emissions and have a negative impact on the environment. Therefore, to increase public awareness of electricity use, a real-time electricity consumption data acquisition system is needed that can provide direct information on the amount of energy used.

The electricity consumption data acquisition system uses NodeMCU ESP8266 microcontroller, PZEM-004T sensor, and relay module. The NodeMCU ESP8266 microcontroller functions as the main controller that can be directly connected to the internet, making it easier to send data. The PZEM-004T sensor measure the electrical parameters, which are voltage, current, and power factor. Relay is used to control the flow of electricity to electrical equipment remotely via the internet. The system is connected to ThingSpeak to store and visualize data, as well as Telegram Bot where users interact with the system.

The monitoring system was tested and adjusted to the measured value of a digital wattmeter using four electrical loads: earphone charger, cell phone charger, fan, and hair dryer. After adjustment, the accuracy of sensor system voltage 1 and 2 is 99.97% and 99.96%; current is 99.24% and 99.11%; and power factor is 99.86% and 99.76%. The average time for Telegram Bot to respond to user commands was 4.84 seconds. Data acquisition of electricity consumption of the fan and tablet charger was carried out to see the electricity consumption and cost estimation for electricity usage for one hour. For 1 hour, the fan consumed 50.1Wh and the estimated cost of usage was about Rp72.4; the tablet consumed 13.4Wh and the estimated cost was Rp19.3.

Keywords: *Internet of Things, PZEM-004T sensor, NodeMCU ESP8266 microcontroller, electricity consumption*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Tugas Akhir	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Tugas Akhir	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Parameter Listrik.....	8
2.2.2 Konsumsi Listrik.....	10
2.2.3 Mikrokendali NodeMCU ESP8266	12
2.2.4 Sensor PZEM-004T	13
2.2.5 Relay.....	15
2.2.6 ThingSpeak.....	16
2.2.7 Telegram Bot.....	17
2.2.8 Akurasi Pengukuran	19
2.2.9 Standar Deviasi dan <i>Root Mean Squared Error</i>	20
BAB III METODE PERANCANGAN DAN EKSPERIMEN	22
3.1 Metode Perancangan	22

3.2	Alat dan Bahan.....	23
3.2.1	Perangkat Lunak.....	23
3.2.2	Perangkat Keras	23
3.3	Alur Kerja Sistem.....	24
3.4	Pembuatan Perangkat Lunak.....	26
3.4.1	Pemrograman	26
3.4.2	Pembuatan <i>channel</i> di <i>ThingSpeak</i>	30
3.4.3	Pembuatan Telegram Bot.....	32
3.5	Pembuatan Perangkat Keras.....	33
3.5.1	Blok Diagram	33
3.5.2	Rangkaian Sistem.....	35
3.6	Metode Pengujian.....	36
3.6.1	Pengujian PZEM-004T	36
3.6.2	Pengujian Telegram Bot.....	36
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....		38
4.1	Prototipe Sistem Akuisisi Data	38
4.2	Pengujian Awal Sistem Sensor PZEM-004T.....	39
4.1.1	Pengujian Sistem Sensor Pertama.....	39
4.1.2	Pengujian Sistem Sensor Kedua	42
4.3	<i>Adjustment</i> Sistem Sensor PZEM-004T.....	45
4.2.1	<i>Adjustment</i> Sistem Sensor 1	46
4.2.1	<i>Adjustment</i> Sistem Sensor 2	52
4.4	Pengujian Sistem Sensor PZEM-004T Setelah <i>Adjustment</i>	57
4.3.1	Pengujian Sistem Sensor Pertama.....	57
4.3.2	Pengujian Sistem Sensor Kedua	60
4.5	Akurasi dan RMSE Sebelum dan Sesudah <i>Adjustment</i>	63
4.6	Pengujian Waktu Respons Telegram Bot	66
4.7	Antarmuka <i>ThingSpeak</i>	67
4.8	Antarmuka Telegram Bot.....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	80
Lampiran A Kode Program	80
Lampiran B Konsultasi Bimbingan.....	87
Lampiran C Turnitin	88



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	7
Tabel 2.2 Tarif Pelanggan Non-Subsidi April 2025 [24].....	11
Tabel 2.3 Spesifikasi PZEM-004T [29]	13
Tabel 2.4 Fungsi Relay	16
Tabel 3.1 Rangkaian Sistem Akuisisi Data.....	35
Tabel 4.1 Akurasi tegangan sistem sensor 1	39
Tabel 4.2 Akurasi Arus Sistem Sensor 1	40
Tabel 4.3 Akurasi Faktor daya Sistem Sensor 1	41
Tabel 4.4 Standar Deviasi dan RMSE Sistem Sensor 1	42
Tabel 4.5 Akurasi tegangan sistem sensor 2	42
Tabel 4.6 Akurasi Arus Sistem Sensor 2	43
Tabel 4.7 Akurasi Faktor daya Sistem Sensor 2	44
Tabel 4.8 Standar Deviasi dan RMSE Sistem Sensor 2.....	45
Tabel 4.9 Sebelum dan Sesudah Pembetulan Tegangan Sistem Sensor 1	47
Tabel 4.10 Sebelum dan Sesudah Pembetulan Arus Sistem Sensor 1	49
Tabel 4.11 Sebelum dan Sesudah Pembetulan Arus Sistem Sensor 1	51
Tabel 4.12 Sebelum dan Sesudah Pembetulan Tegangan Sistem Sensor 2	53
Tabel 4.13 Sebelum dan Sesudah Pembetulan Arus Sistem Sensor 2	55
Tabel 4.14 Sebelum dan Sesudah Pembetulan Faktor Daya Sistem Sensor 2	56
Tabel 4.15 Akurasi Tegangan Sistem Sensor 1	57
Tabel 4.16 Akurasi Arus Sistem Sensor 1	58
Tabel 4.17 Akurasi Faktor Daya Sistem Sensor 1	59
Tabel 4.18 Standar Deviasi dan RMSE Sistem Sensor 1 Setelah Adjustment	60
Tabel 4.19 Akurasi Tegangan Sistem Sensor 2	61
Tabel 4.20 Akurasi Arus Sistem Sensor 2	61
Tabel 4.21 Akurasi dan Error Arus Faktor Daya Sensor 2	62
Tabel 4.22 Standar Deviasi dan RMSE Sistem Sensor 2 Setelah Adjustment	63
Tabel 4.23 Akurasi dan RMSE Sebelum dan Sesudah Adjustment Tegangan Sistem Sensor 1	64
Tabel 4.24 Akurasi dan RMSE Sebelum dan Sesudah Adjustment Arus Sistem Sensor 1	64
Tabel 4.25 Akurasi dan RMSE Sebelum dan Sesudah Adjustment Faktor daya Sistem Sensor 1	65
Tabel 4.26 Akurasi dan RMSE Sebelum dan Sesudah Adjustment Tegangan Sistem Sensor 2	65
Tabel 4.27 Akurasi dan RMSE Sebelum dan Sesudah Adjustment Arus Sistem Sensor 2	66
Tabel 4.28 Akurasi dan RMSE Sebelum dan Sesudah Adjustment Faktor daya Sistem Sensor 2	66
Tabel 4.29 Waktu Respons Telegram Bot	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsumsi Energi Global berdasarkan Sumber Energi [2]	1
Gambar 1.2 Konsumsi Energi Listrik 2023 di Indonesia berdasarkan Sektor [6] ..	2
Gambar 2.1 Segitiga Daya [22].....	10
Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 (Dokumen Penulis).....	12
Gambar 2.3 PZEM-004T 100A (dokumen penulis)	14
Gambar 2.4 2-Channel Relay (dokumen penulis).....	15
Gambar 2.5 ThingSpeak [28]	17
Gambar 2.6 Perintah Telegram Bot [36].....	18
Gambar 2.7 Keyboard Custom Telegram Bot [36].....	18
Gambar 2.8 Tombol Interaktif Telegram Bot [36].....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Sistem Akuisisi data Konsumsi Listrik....	22
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Akuisisi data	25
Gambar 3.3 Diagram alir telegram bot menerima pesan masuk.....	27
Gambar 3.4 Diagram alir telegram bot merespons pesan masuk.....	28
Gambar 3.5 Diagram alir <i>ThingSpeak</i>	29
Gambar 3.6 Antarmuka <i>ThingSpeak</i>	31
Gambar 3.7 Antarmuka Telegram Bot.....	33
Gambar 3.8 Rangkaian Sistem Akuisisi data Konsumsi Listrik buat siklus.....	34
Gambar 4.1 Prototipe Sistem Akuisisi Data Konsumsi Listrik.....	38
Gambar 4.2 Tegangan Sistem Sensor 1 terhadap Wattmeter.....	47
Gambar 4.3 Arus Sistem Sensor 1 terhadap Wattmeter.....	49
Gambar 4.4 Faktor Daya Sistem Sensor 1 terhadap Wattmeter.....	51
Gambar 4.5 Tegangan Sistem Sensor 2 terhadap Wattmeter.....	52
Gambar 4.6 Arus Sistem Sensor 2 terhadap Wattmeter.....	54
Gambar 4.7 Faktor Daya Sistem Sensor 2 terhadap Wattmeter.....	56
Gambar 4.8 Pengukuran Konsumsi Listrik Kipas	68
Gambar 4.9 Pengukuran Konsumsi Listrik Charger Tablet.....	69
Gambar 4.10 Antarmuka ThingSpeak Sistem Sensor 1	70
Gambar 4.11 Antarmuka ThingSpeak Sistem Sensor 2.....	71
Gambar 4.12 Antarmuka Telegram Bot.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Kode Program.....	80
Lampiran B Konsultasi Bimbingan.....	87
Lampiran C Turnitin	88

