

PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK RUMAH
TANGGA BERBASIS IOT, DILIHAT DARI ASPEK AKURASI DATA
DAN KEANDALAN

TESIS

Oleh :

TATENG SUKENDAR
2205190011



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025

PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK RUMAH
TANGGA BERBASIS IOT, DILIHAT DARI ASPEK AKURASI DATA
DAN KEANDALAN

TESIS

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister
Teknik (M.T.) Pada Program Studi Magister Teknik Elektro Program Pascasarjana
Universitas Kristen Indonesia

Oleh :

TATENG SUKENDAR
2205190011



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Tateng Sukendar
NIM : 2205190011
Fakultas : Pasca Sarjana
Program Studi : Magister Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tesis yang berjudul " PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS IOT, DILIHAT DARI ASPEK AKURASI DATA DAN KEANDALAN" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, jurnal dan buku-buku acuan yang tertera dalam referensi pada tesis saya
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera didalam refemsi pada tugas.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan diatas, maka tesis ini dianggap batal.

Jakarta, 18 Januari 2025



Tateng Sukendar

NIM. 2205190011



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
PROGRAM PASCA SARJANA
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO**

**PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TESIS
“PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK RUMAH
TANGGA BERBASIS IOT, DILIHAT DARI ASPEK AKURASI DATA
DAN KEANDALAN”**

Oleh:

Nama : Tateng Sukendar
NIM : 2205190011
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Pasca Sarjana

Tesis telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tesis guna mencapai gelar strata dua (S2) pada program studi Magister Teknik Elektro Program Pasca Sarjanan Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, 7 Januari 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.

Dr. Ir. Qamaruzzaman, M.S.

Mengetahui:

Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro

Direktur
Pasca Sarjana UKI

Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.
NIP/NIDN: 191633/32704625

Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak, M.Pd., P.A.
NIP/NIDN: 001473/0320116402




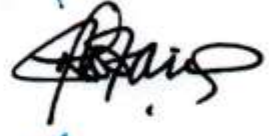

**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
PROGRAM PASCA SARJANA
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO**

PERSETUJUAN TIM PENGUII TESIS

Pada hari Sabtu tanggal 18 Januari 2025 telah diselenggarakan Sidang Tesis untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Strata Dua pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, atas

Nama : Tateng Sukendar
NIM : 2205190011
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Pasca Sarjana

termasuk ujian Tesis yang berjudul "PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS IOT, DILIHAT DARI ASPEK AKURASI DATA DAN KEANDALAN" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan Dalam Tim Penguji	Tanda tangan
1. Dr. Rismen Sinambela, S.T., M.T, IPM	Sebagai Ketua	
2. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D	Sebagai Anggota	
3. Dr. Ir. Qamaruzzaman, M.S.	Sebagai Anggota	

Jakarta, 18 Januari 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Tateng Sukendar
NIM : 2205190011
Fakultas : Pasca Sarjana
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Tesis
Judul : Prototipe Sistem Monitoring Daya Listrik Rumah
Tangga Berbasis IoT, Dilihat Dari Aspek Akurasi Data
Dan Keandalan

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia darisegala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 8 Januari 2025

Menyatakan

Tateng Sukendar
NIM. 2205190011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul "*Prototipe Sistem Monitoring Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT, Dilihat Dari Aspek Akurasi Data Dan Keandalan*". Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister di Program Studi Teknik Elektro, Pasca Sarjana Universitas Kristen Indonesia.

Penyusunan tesis ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi dalam proses penelitian hingga penulisan laporan ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D., selaku pembimbing pertama, atas bimbingan, ilmu, dan motivasi yang diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Qamaruzzaman, M.S., selaku pembimbing kedua, atas masukan, saran, dan dukungan yang sangat berharga bagi penulis.
3. Bapak Dr. Rismen Sinambela, S.T., M.T., IPM, selaku Dosen dan Penguji atas arahan dan saran yang diberikan.
4. Pimpinan kami: Bapak Marsda TNI. Dr. Sungkono, S.E., M.Si., Bapak Marsda TNI. Dr. Syamsunasir, S.Sos., M.M., C.FrA, Bapak Marsma TNI. Dr. I.D.K.K. Widana, SKM., MKKK, Bapak Marsma TNI. Dr. Agus Purwo W. S.E., M.M., M.A., CIPA, Bapak Marsma TNI. Dr. Sri Widodo, S.E., M.Si. (Han), Bapak Dr. Yohanes Ferry

C., S.E., M.M., CAP dan Bapak Kolonel TNI. Sigit Susantoro, S.Pd. yang telah memberikan izin, motivasi dan bantuan selama penulis menyelesaikan studi ini.

5. Seluruh Dosen dan Staf di Program Pasca Sarjana Magister Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia, yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama masa studi.
6. Orang tua kami Keluarga besar Yunus Omawidjaja dan Keluarga besar H. Alam Suryadi, yang kami cintai Istri, Ratna Suminar dan ketiga bidadariku Rachmania, Regina, Rizkania yang senantiasa memberikan dukungan doa, moril dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan tesis ini.
7. Andri Zulkarnaen, S.T., M.M., Bayu Pratama, S.T., Bella Novalita, S.Kom. dan teman-teman seperjuangan di MTE UKI

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi energi terbarukan.

Jakarta, 18 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TESIS	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TESIS	iii
PERNYATAAN & PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACK.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	3
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Perumusan Masalah.....	5
1.4 Pembatasan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan.....	7

BAB II. LANDASAN TEORI MONITORING DAYA LISTRIK.....	8
2.1 Pengertian Dasar Daya Listrik.....	8
2.2 Pengertian Dasar <i>Internet of Things</i> (IoT)	15
2.3 NodeMCU ESP8266	21
2.4 Mini PSU12V5A	26
2.5 Sensor PZEM-004T-10A	29
2.6 Sensor Suhu DHT11.....	33
2.7 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 4x20.....	36
2.8 I2C PCF8574 Sebagai Adapter Untuk Komunikasi Antara NodeMCU ESP8266 Dengan LCD 4x20.....	38
2.9 Relay SRD-05VDC-SL-C.....	42
2.10 Kabel <i>Pitch</i>	43
2.11 Aplikasi <i>ThingSpeak</i> Sebagai Perangkat Antarmuka Sistem.....	44
2.12 Konsep Efisiensi Energi	46
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	 49
3.1 Pendekatan Dan Desain Penelitian.....	50
3.2 Alat Dan Bahan	50
3.3 Tahap Perancangan.....	51
3.4 Hasil Akhir Yang Diharapkan	52
 BAB IV. PERANCANGAN DAN HASIL PENGUJIAN SISTEM.....	 55
4.1 Diagram Blok Dan Diagram Alir	55
4.2 Instalasi Dan Pemrograman.....	59

4.3 Perancangan <i>Dashboard</i>	64
4.4 Pengujian Akurasi Data Dan Keandalan Sistem	66
4.5 Uji Akurasi Dengan Rata-rata <i>Error</i> dan Standard Deviasi	66
4.5.1 Rata-rata Error Dan Standard Deviasi Data Temperatur.....	67
4.5.2 Hasil Pengamatan Dengan Beban Kipas Angin	69
4.5.3 Hasil Pengamatan Dengan Beban Lampu Pijar.....	73
4.5.4 Hasil Pengamatan Dengan Beban Pemanas Air.....	77
4.5.5 Hasil Pengamatan Dengan Beban Halogen Oven	81
4.6 Analisa Hasil Pengamatan Berdasarkan Uji Keakuratan	85
4.7 Uji Keandalan Sistem Diluar Akurasi Data.....	89
4.7.1 Pengujian <i>Uptime</i>	90
4.7.2 Pengujian Dipengaruhi Kondisi Suhu	90
4.7.3 Pengujian Dengan Gangguan Kelistrikan.....	93
4.7.4 Pengujian Dengan Gangguan Jaringan Internet	95
4.8 Hasil Akhir Pengamatan.....	97
BAB V. PENUTUP	99
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	107

DAFTAR GAMBAR

BAB II

Gambar 2.1 NodeMCU ESP8266	23
Gambar 2.2 Sensor PZEM-004T-10A	28
Gambar 2.3 Diagram Blok Fungsional Sensor PZEM-004T-10A	31
Gambar 2.4 Bentuk Fisik Sensor DHT11	34
Gambar 2.5 Tampilan Fisik LCD 2x16.....	35
Gambar 2.6 Pin LCD 2x16	36
Gambar 2.7 Antarmuka PCF8574.....	38
Gambar 2.8 Tampilan Fisik PCF8574	39
Gambar 2.9 Diagram Internal PCF8574	40
Gambar 2.10 Tampilan Fisik Relay	41
Gambar 2.11 Kabel Pita Pelangi Sebagai Bagian Kabel <i>Pitch</i>	33
Gambar 2.12 Aplikasi Blynk	43

BAB IV

Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem	56
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Sistem.....	58
Gambar 4.3 Instalasi <i>Hardware</i>	59
Gambar 4.4 Tampilan Deteksi Suhu Pada <i>ThingSpeak</i>	60
Gambar 4.5 Tampilan <i>Dashboard ThingSpeak</i>	66
Gambar 4.6 Grafik Akurasi Pembacaan Sensor Suhu DHT11	69
Gambar 4.7 Grafik Akurasi Daya Beban Kipas Angin 35 W, 0.15 A	72

Gambar 4.8 Grafik Akurasi Tegangan Beban Kipas Angin 35 W, 0.15 A.....	72
Gambar 4.9 Grafik Akurasi Arus Beban Kipas Angin 35 W, 0.15 A.....	73
Gambar 4.10 Grafik Akurasi Daya Beban Lampu Pijar 200 W, 1 A.....	76
Gambar 4.11 Grafik Akurasi Tegangan Lampu Pijar 200 W, 1 A.....	76
Gambar 4.12 Grafik Akurasi Arus Lampu Pijar 200 W, 1 A.....	77
Gambar 4.13 Grafik Akurasi Daya Beban Pemanas Air 700 W, 3 A.....	80
Gambar 4.14 Grafik Akurasi Tegangan Beban Pemanas Air 700 W, 3 A.....	80
Gambar 4.15 Grafik Akurasi Arus Beban Pemanas Air 700 W, 3 A.....	81
Gambar 4.16 Grafik Akurasi Daya Beban Halogen Oven 900 W, 4 A.....	84
Gambar 4.17 Grafik Akurasi Tegangan Beban Halogen Oven 900 W, 4 A.....	84
Gambar 4.18 Grafik Akurasi Arus Beban Halogen Oven 900 W, 4 A.....	85
Gambar 4.19 Grafik Uji Keandalan <i>Uptime</i> Beban Kipas Angin.....	90
Gambar 4.20 Grafik Uji Keandalan Gangguan Suhu Beban Halogen Oven.....	91
Gambar 4.21 Grafik Nilai <i>Error</i> Terhadap Kenaikan Suhu.....	92
Gambar 4.22 Grafik Nilai Daya Dipengaruhi Gangguan Listrik.....	94
Gambar 4.23 Grafik Nilai Tegangan Dipengaruhi Gangguan Listrik.....	94
Gambar 4.24 Grafik Nilai Arus Dipengaruhi Gangguan Listrik.....	94
Gambar 4.25 Grafik Nilai Daya Dipengaruhi Gangguan Internet.....	96
Gambar 4.26 Grafik Nilai Tegangan Dipengaruhi Gangguan Internet.....	96
Gambar 4.27 Grafik Nilai Arus Dipengaruhi Gangguan Internet.....	97

BAB V

Gambar 5.1 Grafik Nilai <i>Error</i> Terhadap Kenaikan Suhu.....	100
--	-----

DAFTAR TABEL

BAB II

Tabel 2.1 Alamat Register Sensor PZEM-004T-10A	30
Tabel 2.2 Rentang Pengukuran Untuk Sensor PZEM-004T-10A	31
Tabel 2.3 Deskripsi Pin LCD 4 x 20	38
Tabel 2.4 Deskripsi Pin PCF8574	42

BAB IV

Tabel 4.1 Beban Yang Digunakan Dalam Pengukuran.....	66
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Data Suhu	68
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Data P, V, dan I Beban Kipas Angin.....	69
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Data P, V, I Untuk Nilai Standard Deviasi.....	71
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Data P, V, dan I Beban Lampu Pijar	73
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Data P, V, I Untuk Nilai Standard Deviasi.....	74
Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Data P, V, dan I Beban Pemanas Air	77
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Data P, V, I Untuk Nilai Standard Deviasi.....	78
Tabel 4.9 Hasil Pengamatan Data P, V, dan I Beban Halogen Oven.....	81
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Data P, V, I Untuk Nilai Standard Deviasi.....	83
Tabel 4.11 Hasil Pengamatan Akurasi Data Kipas Angin	85
Tabel 4.12 Hasil Pengamatan Akurasi Data Lampu Pijar	86
Tabel 4.13 Hasil Pengamatan Akurasi Data Pemanas Air	87
Tabel 4.14 Hasil Pengamatan Akurasi Data Halogen Oven.....	88
Tabel 4.15 Parameter Keandalan Yang Digunakan	89

Tabel 4.16 Hasil Pengamatan <i>Uptime</i> Beban Kipas Angin.....	90
Tabel 4.17 Hasil Pengamatan Beban Halogen Oven Dengan Gangguan Suhu Ekstrim.....	91
Tabel 4.18 Nilai <i>Error</i> Terhadap Kenaikan Suhu	92
Tabel 4.19 Hasil Pengamatan Beban Halogen Oven Dengan Gangguan Kelistrikan.....	93
Tabel 4.20 Hasil Pengamatan Beban Lampu Pijar Dengan Gangguan Jaringan Internet.....	95
Tabel 4.21 Hasil Akhir Pengamatan Untuk Tingkat Keandalan Sistem	97
BAB V	
Tabel 5.1 Hasil Akhir Pengamatan Untuk Tingkat Keakuratan Sistem.....	99
Tabel 5.2 Hasil Akhir Pengamatan Untuk Tingkat Keandalan Sistem	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Temperature and Humidity Module DHT11 Product Manual ...	107
Lampiran B. FireBeetle ESP8266 IOT Microcontroller SKU: DFR0489	117
Lampiran C. ESP8266EX Datasheet.....	126
Lampiran D. I2C Serial Interface 20x4 LCD Module.....	156
Lampiran E. PCF8574 Remote 8-bit I/O expander for I ² C-bus	183
Lampiran F. PZEM-004T V3.0 User Manual	208
Lampiran G. Permen ESDM No. 28 Tahun 2016	216



ABSTRAK

Pengelolaan konsumsi daya listrik rumah tangga yang efisien merupakan salah satu tantangan utama dalam mendukung penghematan energi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa akurasi dan keandalan berupa prototipe sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pengguna memantau penggunaan listrik secara *real-time* melalui perangkat seluler. Sistem ini terdiri dari modul pengukuran berbasis sensor, unit pemrosesan data, serta antarmuka pengguna yang terintegrasi dengan platform IoT. Fokus utama dari penelitian ini adalah mengevaluasi aspek akurasi data dan keandalan sistem. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran daya listrik sistem dengan alat ukur standar. Sementara itu, aspek keandalan dievaluasi berdasarkan performa sistem dalam kondisi jaringan yang bervariasi, termasuk latensi, stabilitas pengiriman data, dan respon antarmuka pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe mampu mencapai tingkat akurasi pengukuran rata-rata sebesar 98% dengan deviasi standar $\pm 0,5\%$. Dari segi keandalan, sistem berhasil mengirimkan data dengan tingkat keberhasilan 95% pada kondisi jaringan normal dan tetap berfungsi dengan baik meskipun terjadi latensi hingga 150 ms. Dengan hasil ini, prototipe sistem monitoring daya listrik berbasis IoT yang dikembangkan menunjukkan potensi untuk diimplementasikan dalam lingkungan rumah tangga guna mendukung pengelolaan energi yang lebih efisien. Selanjutnya pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada optimalisasi algoritma pengolahan data dan pengintegrasian dengan *smart home devices* lainnya.

Kata Kunci: IoT, monitoring daya listrik, akurasi data, keandalan sistem.

ABSTRACT

Efficient management of household electricity consumption is one of the main challenges in supporting energy savings. This study aims to analyze the accuracy and reliability of a prototype of an Internet of Things (IoT)-based electricity monitoring system, which allows users to monitor electricity usage in real-time via mobile devices. This system consists of a sensor-based measurement module, a data processing unit, and a user interface integrated with an IoT platform. The main focus of this study is to evaluate the aspects of data accuracy and system reliability. Accuracy testing is carried out by comparing the results of the system's electricity measurement with standard measuring instruments. Meanwhile, the reliability aspect is evaluated based on system performance under varying network conditions, including latency, data transmission stability, and user interface response. The test results show that the prototype is able to achieve an average measurement accuracy of 98% with a standard deviation of $\pm 0.5\%$. In terms of reliability, the system successfully sends data with a success rate of 95% under normal network conditions and continues to function properly even though there is a latency of up to 150 ms. With these results, the developed prototype of an IoT-based electricity monitoring system shows the potential to be implemented in a household environment to support more efficient energy management. Further development can be focused on optimizing data processing algorithms and integrating with other smart home devices.

Keywords: IoT, electrical power monitoring, data accuracy, system reliability.