

# Implementasi *Smart Energy Meter* dan *Controlling Alat Listrik* Pada Rumah Pintar Berbasis IoT

Farid Fadlu Rahman, Rudi Susanto, Fajar Suryani

Universitas Duta Bangsa Surakarta

230103280@mhs.udb.ac.id

**Abstract.** Penggunaan listrik yang berlebihan masih sering dijumpai di lingkungan masyarakat, seperti lalai dalam mematikan perangkat listrik yang sudah tidak terpakai sehingga membuat penggunaan energi listrik yang berlebihan membuat biaya pemakaian listrik lebih besar. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, penulis merancang sebuah prototype *smart energy meter* dan controlling alat listrik berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor PZEM-004Tv30. Relay untuk mengontrol penggunaan listrik secara manual pada sistem. Penggunaan LCD sebagai penampil langsung pada alat, dan web sebagai pusat kontrol pada laptop atau *smartphone*. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem monitoring *smart energy meter* dengan menampilkan tegangan, arus, daya, dan harga penggunaan listrik serta kontrol perangkat alat listrik menggunakan web. Penelitian ini menggunakan metode *waterfall*, meliputi *Requirement Analys*, *System Design*, *Implementation and Unit Testing*, *Integration and System Testing*, dan *Operation and Maintenance*. Hasil dari penelitian ini *prototype smart energy meter* dan kontrol alat listrik dapat membaca nilai *voltage*, *current*, *power*, *energy*, *frequency*, *pf*, dan dapat menampilkan biaya penggunaan listrik pada LCD. Sistem ini memiliki persentase *error* pada pengujian voltase sebesar 0,73%. Data hasil pengujian sistem dikirim ke website dan dapat dipantau dengan visualisasi grafik. Penggunaan relay sebagai kontrol pada sistem yang dioptimasi dengan menggunakan tombol pada web.

**Kata Kunci:** Monitoring, NodeMCU ESP8266, PZEM-004Tv30, Web, *Internet of Things*.

## 1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan teknologi di era modern ini mengharuskan kita untuk senantiasa berupaya menciptakan dan mengimplementasikan teknologi yang tepat guna, sehingga dapat memberikan kontribusi positif bagi kesejahteraan masyarakat. Teknologi telah menjadi bagian integral dari kehidupan manusia, dan salah satu contoh penerapan teknologi yang efektif adalah penggunaan alat monitoring. Alat monitoring merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mengukur, mencatat, dan memantau berbagai parameter, termasuk konsumsi energi listrik, guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas (Aryo et al., 2020; Firgianingsih & Susanto, 2024). Masih banyak ditemukan praktik penggunaan listrik yang boros di masyarakat. Salah satu contohnya adalah kelalaian dalam mematikan peralatan listrik yang tidak digunakan, sehingga mengakibatkan konsumsi energi listrik yang berlebihan dan berujung pada peningkatan biaya tagihan listrik (Maulidi et al., 2023).

Perusahaan Listrik Negara (PLN), sebagai entitas yang ditunjuk pemerintah untuk menyediakan layanan kelistrikan bagi masyarakat, memiliki komitmen yang kuat dalam

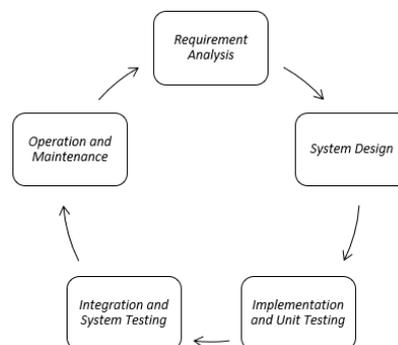
memenuhi kebutuhan energi masyarakat. Salah satu wujud komitmen tersebut adalah melalui program subsidi listrik yang ditujukan bagi masyarakat kurang mampu. Sesuai amanat Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, pemerintah pusat dan daerah mengalokasikan anggaran subsidi untuk membantu meringankan beban biaya listrik bagi kelompok masyarakat yang kurang mampu (Yasa et al., 2023).

Sebagai upaya mengatasi permasalahan penggunaan energi listrik yang tidak efisien, penulis telah merancang sebuah prototipe sistem pengukur dan pengendali energi listrik cerdas (*smart energy meter*) berbasis *Internet of Things*. Sistem ini dilengkapi dengan NodeMCU ESP8266 sebagai unit pengontrol pusat, sensor PZEM-004T untuk mengukur berbagai parameter listrik, relay untuk mengendalikan peralatan listrik, serta layar LCD sebagai tampilan lokal. Selain itu, sistem ini juga terintegrasi dengan platform web untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui perangkat smartphone atau laptop. Diharapkan, prototipe ini dapat menjadi inovasi baru dalam penerapan teknologi tepat guna untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di masyarakat.

## 2. Metode Penelitian

### A. Metode Waterfall

Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall* sebagai pendekatan pengembangan sistem. Metode *Waterfall* merupakan suatu pendekatan sistematis yang terdiri dari serangkaian tahapan yang bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem yang berkualitas (Badrul, 2021; Imania et al., 2024). Tahapan dalam metode *Waterfall* seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Waterfall

#### 1) *Requirement Analysis*

Pada tahapan pertama melakukan pengumpulan data dan informasi yang diperoleh dengan studi literatur, observasi, wawancara, dan sumber lain (Achyani & Saumi, 2019). Informasi yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

#### 2) *System Design*

Tahap selanjutnya, melakukan pembuatan desain dan gambaran sistem secara lengkap mengenai sistem yang akan dibuat. Tahapan *system design* melakukan pembuatan desain, diagram blok, dan *flowchart* sistem (Wahid, 2020).

**3) Implementation and Unit Testing**

Pada tahap ini melakukan pemasangan alat yang dirancang dan melakukan pengetesan sistem skala kecil sebelum melakukan *testing* (Achyani & Saumi, 2019).

**4) Integration and System Testing**

Pada tahapan ini melakukan pengujian sistem yang telah dibuat sekaligus melakukan pengujian lanjutan untuk memastikan sistem berjalan dengan baik (Amri et al., 2023).

**5) Operation and Maintenance**

Tahapan yang terakhir melakukan pemantauan jalannya sistem untuk mengantisipasi kendala dan pemeliharaan sistem (Amrin et al., 2020).

**B. Requirement Analysis**

Tahap awal dalam pengembangan sistem ini adalah analisis kebutuhan (*requirement analysis*). Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data secara mendalam, identifikasi masalah yang ada, serta analisis terhadap setiap aspek dan kebutuhan yang diperlukan dalam membangun sistem *smart energy meter* (Handrianto & Sanjaya, 2020). Analisis ini mencakup baik aspek fungsional maupun non-fungsional dari sistem yang akan dikembangkan, dengan tujuan untuk merancang sebuah sistem *smart energy meter* dan kontrol alat listrik berbasis IoT yang memenuhi segala persyaratan yang telah ditetapkan.

**1) Kebutuhan Fungsional**

Berikut adalah analisis kebutuhan fungsional *smart energy meter* dan kontrol alat listrik berbasis *internet of things*:

- a. Alat ini merupakan *prototype* yang dapat mengukur besar tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan *power factor*.
- b. Sistem dapat diakses dengan menggunakan jaringan lokal dan internet.
- c. Sistem dapat melakukan kontrol alat elektronik baik dari jarak jauh maupun jarak dekat.
- d. Sistem memberikan informasi mengenai besar penggunaan listrik kepada user.

**2) Kebutuhan Non Fungsional**

Kebutuhan non-fungsional mencakup kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak. Perincian kebutuhan non-fungsional seperti pada Tabel 1.

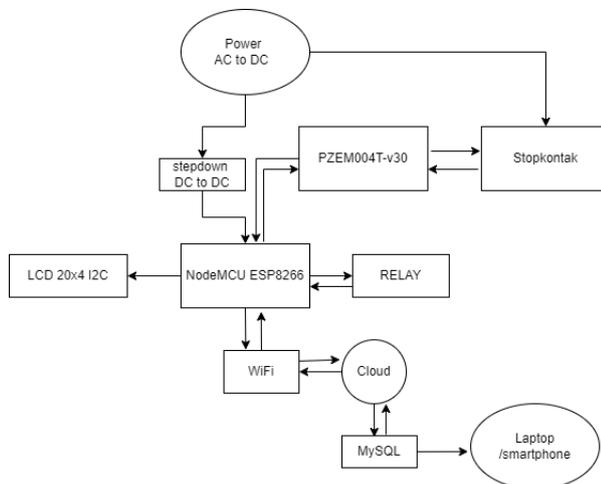
**Tabel 1. Kebutuhan Non Fungsional**

Perangkat	Komponen/ Aplikasi	
<i>Hardware</i>	NodeMCU ESP8366	
	Sensor PZEM-004Tv30	
	Relay	
	Power Supply	
	LCD I2C 20x4	
	Expansion Board ESP8266	
	Stopkontak	
	Steker	
	<i>Software</i>	Arduino IDE 1.8 dan Visual Studio Code
		Fritzing
Canva		
Database		

### C. System Design

#### 1) Diagram Blok

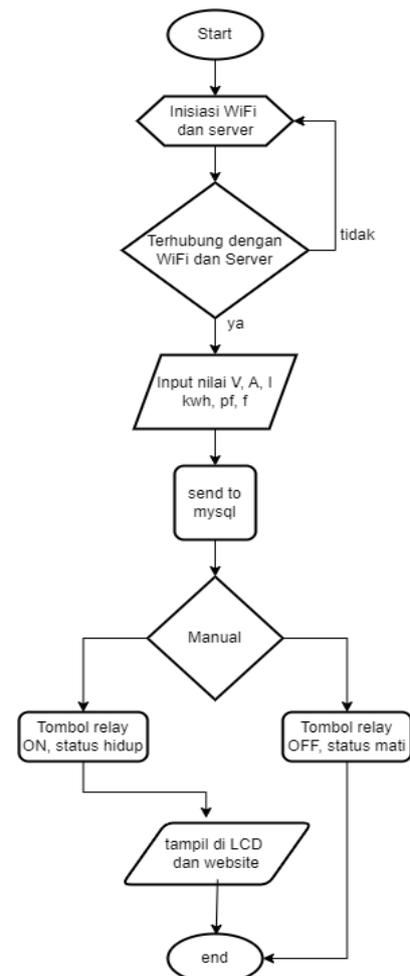
Arsitektur sistem *smart energy* meter dan kontrol alat listrik berbasis Internet of Things yang dikembangkan dalam penelitian ini mengadopsi NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengolahan data. Modul sensor PZEM004Tv30 berperan dalam mengukur berbagai parameter listrik, seperti tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya dari peralatan listrik yang terhubung. Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan ke NodeMCU ESP8266 untuk diolah lebih lanjut. Selanjutnya, data yang telah diolah disimpan dalam basis data MySQL melalui jaringan Wi-Fi. Data yang tersimpan pada basis data tersebut dapat diakses secara real-time melalui sebuah website yang dapat diakses dari berbagai perangkat yang terhubung ke internet.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

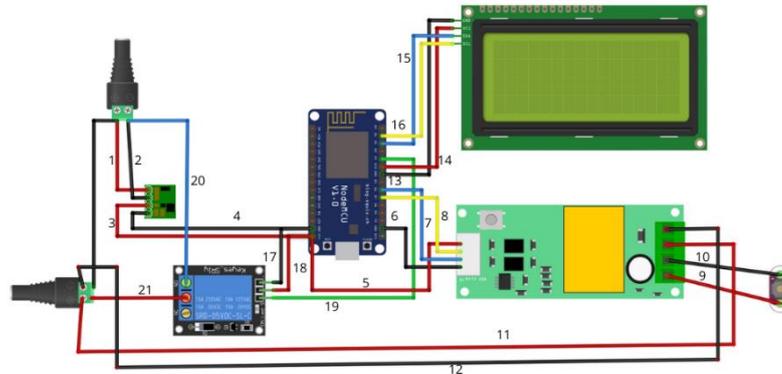
#### 2) Flowchart

Pastikan jaringan Wi-Fi tersambung kemudian modul sensor PZEM004Tv30 akan secara berkala membaca nilai-nilai tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya dari beban listrik yang terhubung. Data dikirimkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk diolah lebih lanjut kemudian disimpan ke dalam basis data MySQL. Untuk mengontrol aliran listrik, sistem dilengkapi dengan relay yang berfungsi sebagai saklar untuk memutus atau menghubungkan beban listrik. Apabila beban listrik tidak terputus, hasil pengukuran akan ditampilkan baik pada layar LCD yang terpasang pada perangkat maupun pada website yang dapat diakses melalui komputer atau perangkat seluler. Diagram alir yang menggambarkan secara rinci proses kerja sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem

### 3) Desain Perancangan

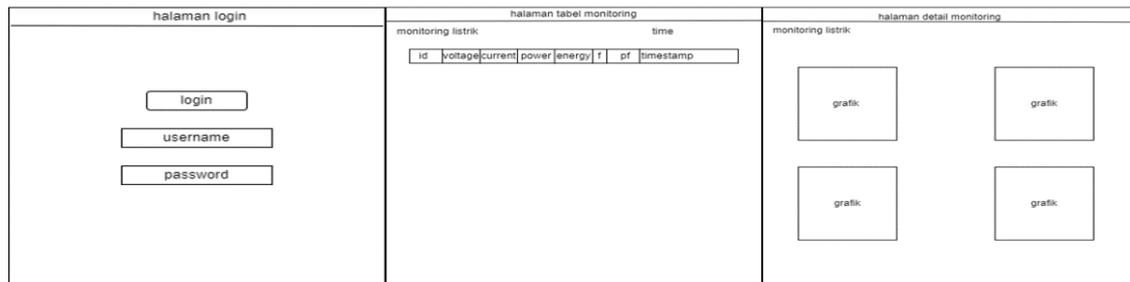


**Gambar 4. Desain Perancangan Hardware**

Keterangan dari desain perancangan pada gambar 4, yaitu:

1. Kabel merah sumber arus AC dihubungkan dengan pin L pada *power supply*.
2. Kabel hitam sumber arus AC dihubungkan dengan pin N pada *power supply*.
3. Kabel merah, V+ pada *power supply* dihubungkan dengan pin Vin pada NodeMCU ESP8266.
4. Kabel hitam, V- pada *power supply* dihubungkan dengan pin GND pada NodeMCU ESP8266.
5. Kabel merah, pin 5V pada sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan pin Vin/5v pada NodeMCU ESP8266.
6. Kabel hitam, pin GND pada sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan pin GND pada NodeMCU ESP8266.
7. Kabel biru, pin TX pada sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan pin D5 pada NodeMCU ESP8266.
8. Kabel kuning, pin RX pada sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan pin D6 pada NodeMCU ESP8266.
9. Kabel merah pada output sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan close CT.
10. Kabel hitam pada output sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan close CT.
11. Kabel merah pada output sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan stopkontak.
12. Kabel hitam pada output sensor PZEM004Tv30 dihubungkan dengan stopkontak.
13. Kabel hitam, pin GND pada LCD 20x4 I2C dihubungkan dengan pin GND pada NodeMCU ESP8266.
14. Kabel merah, pin VCC pada LCD20x4 I2C dihubungkan dengan pin 3V3/5V pada NodeMCU ESP8266.
15. Kabel biru, pin SDA pada LCD 20x4 I2C dihubungkan dengan pin D2 pada NodeMCU ESP8266.
16. Kabel kuning, pin SCL pada LCD 20x4 I2C dihubungkan dengan pin D1 pada NodeMCU ESP8266.
17. Kabel hitam, pin GND pada Relay dihubungkan dengan pin GND pada NodeMCU ESP8266.
18. Kabel Merah, pin V pada Relay dihubungkan dengan pin Vin pada NodeMCU ESP8266.

19. Kabel hijau, pin DAT pada Relay dihubungkan dengan pin D4 pada NodeMCU ESP8266.
20. Kabel biru, pin NO pada Relay dihubungkan pada arus AC.
21. Kabel pin C pada Relay dihubungkan dengan stopkontak.



**Gambar 5. Desain Perancangan Software**

Pada gambar 5 merupakan perancangan *software* yang digunakan berupa website untuk menampilkan hasil monitoring. Tampilan terdiri dari halaman login, halaman tabel monitoring, dan halaman detail monitoring. Website dibangun dengan menggunakan Bahasa pemrograman *php* dengan database *mysql*.

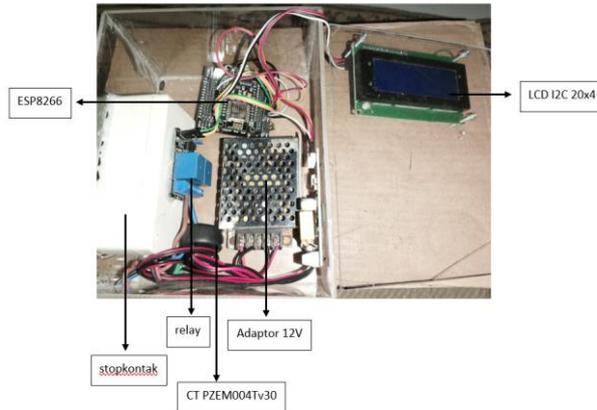
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. *Implementation and Unit Testing*

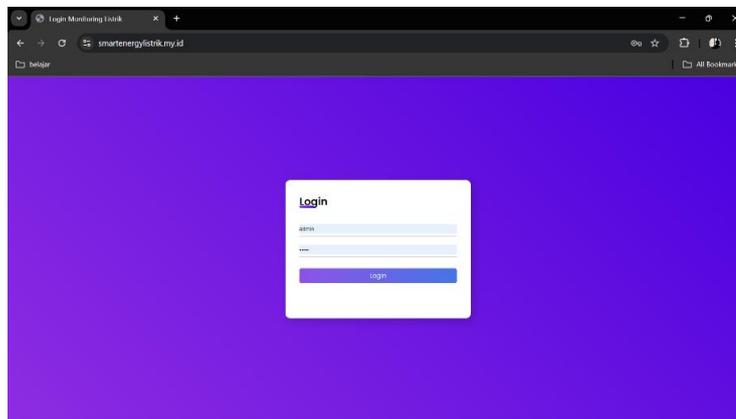
##### 1) Implementasi

Tahap implementasi perangkat keras dilakukan dengan merakit secara fisik komponen-komponen yang telah dirancang sebelumnya. Proses perakitan dimulai dengan menghubungkan sensor PZEM004Tv30, relay, dan LCD 20x4 I2C ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Selanjutnya, sebuah steker dihubungkan ke stopkontak listrik dan dicabangkan untuk memberikan daya sebesar 12V DC ke sistem melalui sebuah modul step-down DC-DC. Sensor PZEM004Tv30 kemudian dihubungkan ke beban listrik melalui CT (*Current Transformer*) dan output tegangannya dihubungkan ke NodeMCU. Seluruh rangkaian elektronik tersebut kemudian ditempatkan di dalam sebuah kotak akrilik yang berfungsi sebagai wadah. Hasil akhir dari perakitan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 6.

Tahap implementasi perangkat lunak difokuskan pada pengembangan sebuah website yang terdiri dari tiga halaman utama, yaitu halaman login, dashboard, dan halaman tampilan grafik. Bahasa pemrograman PHP digunakan sebagai bahasa inti dalam membangun fungsionalitas website, sedangkan bahasa CSS diterapkan untuk mengatur tampilan visual dari seluruh elemen yang ada di dalam website. Hasil akhir pembuatan web pada gambar 7.



**Gambar 6. Implementasi Perangkat Keras**



**Gambar 7. Tampilan halaman login web**

## 2) Pengujian

Hasil penelitian dipaparkan mengenai data yang telah dikumpulkan dengan instrumen penelitian. Pembahasan mengulas hasil penelitian dan membandingkannya dengan sumber primer yang mutakhir. Sub bab pada hasil dan pembahasan dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

### a. Pengujian Voltase

**Tabel 2. Pengujian Voltase**

Alat	Voltase (Sensor)	Voltase	Selisih Error (%)
Bor Listrik	219.70	220	0.13%
Gerinda	213.69	216	1.11%
Serut	217.10	219	0.86%
Mesin Lis	211.90	214	0.98%
Mesin Las	210.70	212	0.61%
<b>Rata – rata error</b>			<b>0.73%</b>

Dari percobaan yang sudah dilakukan, pengujian voltase pada kelima data diperoleh persentase error pada sistem sebesar 0.73%.

**b. Pengujian Sensor PZEM-004Tv30**

**Tabel 3. Pengujian Sensor PZEM-004Tv30**

Alat	Voltase (V)	Arus (I)	Daya (W)	KWh	PF	F	Biaya
Bor Listrik	219.70	0,04	31.00	0.03	0.13	50.00	Rp4.06
Gerinda	213.69	1,41	298.30	0.04	0.99	50.00	Rp4.07
Serut	217.10	1,20	249.50	0.04	0.99	50.00	Rp4.07
Mesin Lis	211.90	0,23	44.80	0.04	0.94	50.00	Rp4.07
Mesin Las	210.70	0.75	145.20	0.04	0.91	50.00	Rp4.07

Tabel 3 merupakan hasil pengujian sistem dengan menggunakan 5 kali percobaan. Diperoleh parameter nilai *voltage*, *current*, *power*, *energy*, *frequency*, *pf*, dan biaya penggunaan. Hal ini menunjukkan sistem sudah berjalan dengan cukup baik.

**c. Pengujian Relay**

**Tabel 4. Pengujian Relay**

Kondisi Relay	Tombol Website	Delay
ON	OFF	4.86 detik
OFF	ON	8,89 detik

Pengujian relay dilakukan dengan menekan tombol pada website pada kondisi awal dengan listrik terhubung. Pada percobaan untuk mematikan tombol (OFF) kondisi relay ON memutus arus, *delay* dari sistem sebesar 4.86 detik. Pada kondisi tombol hidup (ON) relay OFF, diperoleh *delay* sebesar 8.89 detik.

**B. Integration and Unit Testing**

**Tabel 5. Pengujian web**

Menu	Fungsi	Keterrangan
Login	Pemberian hak akses untuk user	Berhasil
Klik “ID_Listrik”	Untuk menampilkan hasil monitoring data	Berhasil
Detail.php	Menampilkan grafik hasil monitoring data	Berhasil
Device database	Menyimpan nilai data monitoring sensor pada website	Berhasil
Tombol Switch	Sebagai tombol untuk status ON/OFF pada relay	Berhasil
Download csv	Mengunduh data hasil monitoring menjadi format csv	Berhasil

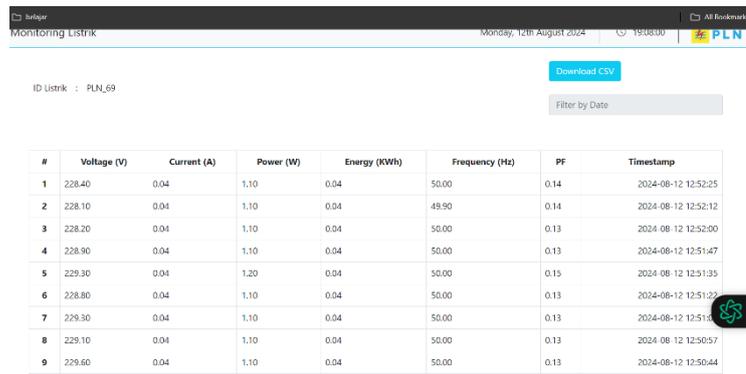
Tabel 5 merupakan hasil dari kesimpulan website yang terdiri dari halaman login, halaman dashboard dengan “ID\_Listrik”, dan grafik monitoring. Fitur lain devie database, tombol switch, dan download csv berhasil diimplementasikan.

**Tabel 6. Pengujian Hardware**

Pengujian	Keterangan	Delay
PZEM-004Tv30 membaca nilai sensor	Berhasil	1 detik
ESP8266 mengirim data ke LCD	Berhasil	3 detik
ESP8266 mengirim data ke web	Berhasil	1 detik
Kondisi relay ON	Listrik Mati	4,86 detik
Kondisi relay OFF	Listrik hidup	8,89 detik

Pada tabel 6 merupakan kesimpulan dari pengujian hardware sistem dengan melakukan beberapa inti pengujian dari pengujian PZEM004Tv30, pengujian ESP8266, dan pengujian relay. Sistem berhasil menjalankan pengiriman data ke LCD dan website.

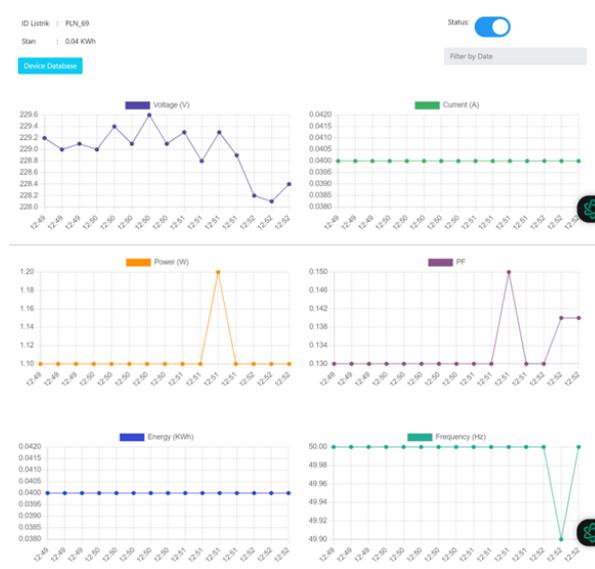
Hasil pengujian pada setiap nilai parameter. Delay untuk mengirimkan *realtime database* setiap 1 detik. Terdapat tabel menu timestamp untuk melihat waktu kapan data tersebut dikirimkan. Pada fitur database ini juga dibuat fitur “download csv” yang berfungsi untuk mengunduh database menjadi file dengan format .csv. Hasil pengiriman data ke web pada gambar 8.



#	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Energy (KWh)	Frequency (Hz)	PF	Timestamp
1	228.40	0.04	1.10	0.04	50.00	0.14	2024-08-12 12:52:25
2	228.10	0.04	1.10	0.04	49.90	0.14	2024-08-12 12:52:12
3	228.20	0.04	1.10	0.04	50.00	0.13	2024-08-12 12:52:00
4	228.90	0.04	1.10	0.04	50.00	0.13	2024-08-12 12:51:47
5	229.30	0.04	1.20	0.04	50.00	0.15	2024-08-12 12:51:35
6	228.80	0.04	1.10	0.04	50.00	0.13	2024-08-12 12:51:23
7	229.30	0.04	1.10	0.04	50.00	0.13	2024-08-12 12:51:11
8	229.10	0.04	1.10	0.04	50.00	0.13	2024-08-12 12:50:57
9	229.60	0.04	1.10	0.04	50.00	0.13	2024-08-12 12:50:44

**Gambar 8. Database hasil monitoring**

Dari data yang telah diujikan, sistem dapat menampilkan hasil pengujian berupa nilai dan data grafik. Tampilan grafik pada pengujian sistem, dapat dilihat pada gambar 9.



**Gambar 9. Grafik Pengujian**

### C. *Operation and Maintenance*

Dari pengujian yang dilakukan, sistem dapat membaca nilai sensor dengan baik. Dalam pengujianya sensor masih dalam tahapan prototipe. Batas dari pengujian sistem terbatas pada nilai maksimal tegangan 220 V. Pengiriman data pengujian ke sistem juga dipengaruhi oleh jaringan internet (Ekowati et al., 2023).

Pada sistem ini jaringan internet dapat dikatakan sebagai komponen utama. Pada sistem IoT keamanan data merupakan hal perlu menjadi perhatian (Pamungkas & Wibowo, 2020). Ancaman keamanan data yang sering dihadapi adalah *hacking* dan pencurian data (Afandi & Islamy, 2023; Pradana et al., 2024). Jika perangkat tidak terlindungi dengan baik, dapat membahayakan privasi dan keamanan pengguna (Farida et al., 2023; Lulu Sabillah & Hidayat, 2023; Rifa et al., 2024).

### 4. **Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sistem dapat berjalan dengan baik. NodeMCUESP8266 dapat menerima data dari sensor PZEM004Tv30 dan dapat mengirim data ke server web dan LCD. Sistem ini dapat membaca dengan baik. Dengan *error* sebesar 0.73% pada pengukuran voltase, *delay* pengiriman data setiap 1 detik ke web. Hasil monitoring data dapat terbaca pada website dengan nilai dan visualisasi grafik. Terdapat beberapa kelemahan dalam penelitian. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan meningkatkan penerapan 2-3 fasa pada sistem, penggunaan perangkat dan sensor yang lebih kompatibel berskala industri untuk penggunaan secara *full time*, dan menambahkan fitur pemberitahuan dan pengembangan media monitoring dalam bentuk *mobile*.

### **Daftar Pustaka**

- Achyani, Y. E., & Saumi, S. (2019). Penerapan Metode Waterfall pada Sistem Informasi Manajemen Buku Perpustakaan Berbasis Web. *Jurnal SAINTEKOM*, 9(1), 83. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v9i1.84>
- Afandi, B. M., & Islamy, C. C. (2023). Rancang Bangun Prototipe Manajemen Kelistrikan Rumah Kos Berbasis IoT. *Prosiding Senakama*, 3, 299–310.
- Amri, F., Fitriyanto, I., Haryanti, T., Fatwasauri, I., & Maknunah, J. (2023). Perancangan Instrumen Alat Ukur Wattmeter Digital Berbasis Arduino Nano dan Sensor PZEM-004T. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 9(1), 44. <https://doi.org/10.31884/jtt.v9i1.478>
- Amrin, A., Larasati, M. D., & Satriadi, I. (2020). Model Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi Pengolahan Nilai Pada SMP Kartika XI-3 Jakarta Timur. *Jurnal Teknik Komputer*, 6(1), 135–140. <https://doi.org/10.31294/jtk.v6i1.6884>
- Aryo, R. F., Madiun, K., & Pambudi, S. A. (2020). Monitoring System Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Internet of Things. *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, 5(2), 47–50.
- Badrul, M. (2021). Penerapan Metode Waterfall untuk Perancangan Sistem Informasi Inventory Pada Toko Keramik Bintang Terang. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 8(2), 57–52. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v8i2.3852>

- Ekowati, M. A. S., Nindyatama, Z. P., Wening, S., & Dananti, K. (2023). Pengembangan Sistem Kelas Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Proses Pembelajaran Tingkat SMP di Kota Surakarta. *JITU : Journal Informatic Technology And Communication*, 7(1), 20–33. <https://doi.org/10.36596/jitu.v7i1.1015>
- Farida, A. N., Ananda, S. R. P., Ahwadi, R. D., Faqih, M., & Susanto, R. (2023). Rancang Bangun Pengendalian Lampu Berdasarkan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno Dengan Kearifan Lokal. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB) 2023*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB) 2023.
- Firgianingsih, U., & Susanto, R. (2024). *Implementasi Sistem Smart Home Untuk Monitoring Dan Kontrol Peralatan Rumah Berbasis Internet of Things*. 09(01), 1–12.
- Handrianto, Y., & Sanjaya, B. (2020). Model Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Pemesanan Produk Dan Outlet Berbasis Web. *JII: Jurnal Inovasi Informatika Universitas Pradita*, 5(2), 153–161.
- Imania, S. N., Ghofur, Abd., & Lazim, F. (2024). Rancang Bangun Prototipe Buka Tutup Pintu Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Ultrasonik di Toko Faridh Collection di Desa Ketowan. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 1386–1395. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4299>
- Lulu Sabillah, & Hidayat, R. (2023). Sistem Monitoring Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kost Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things. *Jurnal Komputer dan Elektro Sains*, 1(2), 25–29. <https://doi.org/10.58291/komets.v1i2.104>
- Maulidi, A. K., Syifa, F. T., & Wibisono, G. (2023). Pemanfaatan Sensor Arus untuk Efektifitas Penggunaan Daya Listrik pada Ruang Kelas Menggunakan Internet of Things. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 5(1), 41–49. <https://doi.org/10.20895/jtece.v5i1.836>
- Pamungkas, G., & Wibowo, T. (2020). Perancangan IoT untuk Efisiensi Sumber Daya Listrik Menggunakan Arduino. *Conference on Business, Social Sciences and Innovation Technology*, 1, 452–458.
- Pradana, A. A., Yuliantoro, P., & Indriyanto, S. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Daya Listrik 1 Fasa pada Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things. *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.61124/sinta.v1i1.13>
- Rifa, Risky Sandiari, Joni Eka Candra, & Zainul Munir. (2024). Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk. *JURNAL QUANCOM: QUANTUM COMPUTER JURNAL*, 2(1), 30–34. <https://doi.org/10.62375/jqc.v2i1.329>
- Wahid, A. A. (2020). Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi. *Jurnal Ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen STMIK*, 1(2), 1–5.
- Yasa, K. A., Purbhawa, I. M., Yasa, I. M. S., Teresna, I. W., & Winardi, S. (2023). Prototype Pemantauan Konsumsi Energi Listrik pada Firebase Menggunakan PZEM-004T. *Jurnal Eksploria Informatika*, 12(2), 104–112.