

## Rancangan Sistem Monitoring Dan Pengaturan Energi Listrik Menggunakan Jaringan Internet Berbasis NODEMCU

M. Fiqri Haikal<sup>1\*</sup>, Hamdani<sup>2</sup>, Beni Satria<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Teknik Elektro, Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia  
email : <sup>1</sup>haikalfiqri0@gmail.com, <sup>2</sup>[hamdani.stmt@dosen.pancabudi.ac.id](mailto:hamdani.stmt@dosen.pancabudi.ac.id), <sup>3</sup>[bsatria6@gmail.com](mailto:bsatria6@gmail.com).

Corresponding Author: M. Fiqri Haikal

### ABSTRACT

As more and more people use electricity, we need a good way to monitor how much energy is being used in real-time. The goal of this study is to create and implement a system that can monitor how much power is being used in a room. The system will use a NodeMCU microcontroller and a YHDC SCT-013-000 current sensor, and the MQTT protocol will be used to send data. Current sensors measure the electric current in the power source. The NodeMCU then processes this information and sends it via WiFi to the server, where it is displayed on the monitoring application. This study uses hardware design, software design, and system testing methodologies to assess the performance and accuracy of the sensors used. When the device is turned off, the YHDC SCT-013-000 current sensor can read the electric current with a difference of 0.03 Amper. When the device is turned on, it can detect a current with a difference of 0.17 Amperes compared to a clamp multimeter. The system also connects to a WiFi network and provides data to the server using the MQTT protocol. This makes it possible to see how much electricity is being used in real-time through websites and apps. So, the built system can be used to monitor how much electricity is consumed in an easier, more efficient, and more useful way

**Keywords:** monitoring energi listrik, NodeMCU, sensor arus SCT-013-000, MQTT, Internet of Things.

### ABSTRAK

Seiring semakin banyak orang menggunakan listrik, kita perlu cara yang baik untuk memantau berapa banyak energi yang digunakan secara real-time. Tujuan dari studi ini adalah untuk membuat dan menerapkan sistem yang dapat memantau seberapa banyak daya yang digunakan di sebuah ruangan. Sistem ini akan menggunakan mikrokontroler NodeMCU dan sensor arus YHDC SCT-013-000, dan protokol MQTT akan digunakan untuk mengirim data. Sensor arus mengukur arus listrik di sumber daya. NodeMCU kemudian memproses informasi ini dan mengirimkannya melalui WiFi ke server, di mana informasi tersebut ditampilkan pada aplikasi pemantauan. Penelitian ini menggunakan metodologi desain perangkat keras, desain perangkat lunak, dan pengujian sistem untuk menilai kinerja dan akurasi sensor yang digunakan. Ketika perangkat dimatikan, sensor arus YHDC SCT-013-000 dapat membaca arus listrik dengan perbedaan 0,03 Amper. Ketika perangkat dinyalakan, ia dapat mendeteksi arus dengan perbedaan 0,17 Amper dibandingkan dengan multimeter penjepit. Sistem ini juga terhubung ke jaringan WiFi dan menyediakan data ke server menggunakan protokol MQTT. Ini memungkinkan untuk melihat berapa banyak listrik yang digunakan secara real-time melalui situs web dan aplikasi. Jadi, sistem yang dibangun dapat digunakan untuk memantau berapa banyak listrik yang dikonsumsi dengan cara yang lebih mudah, lebih efisien, dan lebih berguna.

**Kata Kunci:** monitoring energi listrik, NodeMCU, sensor arus SCT-013-000, MQTT, Internet of Things.

## 1. Pendahuluan

Ketika berbicara tentang pengelolaan sumber daya energi, efisiensi dalam konsumsi energi telah muncul sebagai salah satu faktor yang paling signifikan. Ini karena permintaan energi listrik tumbuh seiring dengan perkembangan populasi dan kemajuan teknologi. Penggunaan energi secara tidak efisien dapat menyebabkan peningkatan biaya operasional dan memperburuk dampak negatif terhadap lingkungan. Karena hal ini, diperlukan sistem manajemen energi yang mampu memantau dan mengendalikan konsumsi listrik dengan cara yang efektif dan berkelanjutan (Badan Energi Internasional, 2022).



Ada prospek yang cukup besar untuk meningkatkan efektivitas manajemen daya yang ditawarkan oleh pertumbuhan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya konsep Internet of Things (IoT). Berbagai perangkat elektronik dapat terhubung ke jaringan internet melalui Internet of Things (IoT), yang memungkinkan mereka untuk berkomunikasi satu sama lain, mengirim data, dan dikendalikan secara fisik dari jarak jauh. Menurut Atzori, Iera, dan Morabito (2017), dengan memanfaatkan teknologi ini, sistem pemantauan energi dapat dilakukan secara real-time. Ini memberikan pengguna kemampuan untuk memahami pola penggunaan listrik dan membuat keputusan tentang penggunaan energi yang lebih terinformasi.

Platform mikrokontroler berbasis ESP8266 yang dikenal sebagai NodeMCU, yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi, adalah salah satu perangkat yang sering digunakan dalam proses pengembangan sistem Internet of Things (IoT). NodeMCU menawarkan sejumlah manfaat, termasuk biaya yang relatif rendah, konsumsi daya yang rendah, dan bahasa pemrograman yang mudah digunakan yang berbasis pada lingkungan pengembangan terintegrasi Arduino (IDE). Menurut Banzi dan Shiloh (2015), fitur-fitur ini membuat NodeMCU menjadi pilihan yang sangat populer untuk berbagai proyek penelitian dan pengembangan termasuk sistem pemantauan berbasis internet.

NodeMCU dapat digabungkan dengan berbagai sensor listrik, termasuk sensor arus dan tegangan, untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi. Ini dimungkinkan dalam sistem pemantauan energi listrik. Setelah itu, informasi yang dikumpulkan dari sensor ditransmisikan melalui internet ke server atau platform berbasis web, di mana informasi tersebut diproses dan ditampilkan kepada pengguna masing-masing. Menurut Gubbi et al. (2013), pengguna sistem ini dapat mengendalikan perangkat listrik dari jarak jauh dan memantau jumlah listrik yang digunakan secara real-time melalui antarmuka berbasis web atau aplikasi.

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan dan menerapkan sistem untuk memantau dan mengendalikan penggunaan energi yang memanfaatkan NodeMCU dan terintegrasi dengan jaringan internet. Tujuan dari sistem ini adalah untuk menawarkan solusi yang efektif dalam memantau penggunaan energi pada berbagai skala, termasuk bangunan perumahan dan komersial, serta fasilitas industri. Dengan bantuan teknologi ini, pelanggan dapat memperoleh pemahaman yang lebih tepat tentang pola penggunaan listrik dan mengelola penggunaan energi mereka sesuai dengan kebutuhan mereka.

Selain itu, pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak merupakan komponen dari metodologi yang digunakan dalam penelitian ini. Ketika berbicara tentang perangkat keras, NodeMCU berfungsi sebagai unit kontrol utama yang terhubung dengan sensor untuk mengukur berbagai faktor listrik seperti tegangan, arus, dan daya. Setelah itu, mikrokontroler memproses data yang dikumpulkan oleh sensor, dan kemudian data tersebut dikirimkan ke server melalui internet. Pada langkah berikutnya, informasi disimpan dalam basis data dan ditampilkan kepada pelanggan melalui antarmuka berbasis web. Antarmuka ini memberi konsumen kemampuan untuk memantau dan menyesuaikan konsumsi listrik mereka. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga dapat dilengkapi dengan algoritma analisis data untuk mengidentifikasi pola penggunaan energi listrik berdasarkan kebiasaan pengguna. Analisis ini dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi dalam penghematan energi serta meningkatkan efisiensi penggunaan listrik secara keseluruhan. Dengan demikian, sistem monitoring berbasis IoT tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau, tetapi juga sebagai sistem pendukung keputusan dalam pengelolaan energi listrik (Khan & Yaqoob, 2016).

Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem manajemen energi berbasis teknologi informasi yang lebih efisien,



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

fleksibel, dan mudah diimplementasikan. Selain itu, penelitian ini juga berpotensi memberikan wawasan baru mengenai pemanfaatan teknologi IoT dalam bidang manajemen energi yang dapat diterapkan pada berbagai lingkungan dan skala penggunaan.

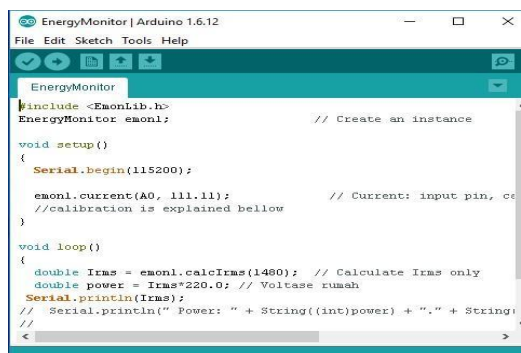
#### 1.4 Tujuan Penelitian

- 1) Merancang sistem monitoring energi listrik berbasis NodeMCU yang dapat mengukur arus dan penggunaan daya listrik menggunakan sensor arus.
- 2) Membangun sistem pemantauan penggunaan listrik secara real-time melalui jaringan internet, sehingga data penggunaan energi dapat dilihat oleh pengguna.
- 3) Menguji sistem pengaturan atau kontrol perangkat listrik jarak jauh berbasis web agar penggunaan energi listrik menjadi lebih efisien.

#### 2.1 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, serta mengunggah program ke mikrokontroler Arduino maupun mikrokontroler lain yang kompatibel, seperti NodeMCU berbasis ESP8266. Arduino IDE menyediakan lingkungan pengembangan terpadu (Integrated Development Environment) yang memudahkan pengguna dalam melakukan proses pemrograman perangkat mikrokontroler (Banzi & Shiloh, 2015).

Program yang ditulis menggunakan Arduino IDE disebut sketch, dan umumnya menggunakan bahasa pemrograman C atau C++ yang telah disederhanakan dengan berbagai library tambahan untuk mempermudah pengembangan sistem berbasis mikrokontroler. File program yang dibuat menggunakan Arduino IDE memiliki ekstensi. Gambar 1. menunjukkan tampilan dari Arduino IDE.



Gambar 1. Arduino IDE.

Arduino IDE juga menyediakan beberapa fitur penting yang membantu pengguna dalam proses pemrograman, salah satunya adalah fitur *Verify Sketches* yang berfungsi untuk memeriksa kesalahan (error) pada program sebelum program diunggah ke perangkat keras.

#### 2.2 Audit Energi

##### 2 Current Transformer Sensor YHDC SCT-013-000

Sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan suatu energi atau fenomena fisik tertentu seperti energi listrik, mekanik, kimia, maupun biologis, kemudian mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diproses oleh sistem elektronik (Fraden, 2019). Dalam penelitian ini, sensor yang digunakan untuk mengukur arus listrik adalah Current Transformer (CT) Sensor YHDC SCT-013-000. Sensor ini merupakan sensor arus AC non-invasif yang banyak digunakan dalam sistem monitoring energi listrik. Sensor ini diproduksi



oleh Beijing YaoHuadechang Electronic Co., Ltd dan dikenal sebagai Non-invasive AC Current Sensor (100A max) yang mampu mengukur arus hingga 100A (OpenEnergyMonitor, 2020).

Sensor SCT-013-000 bekerja dengan prinsip transformator arus, yaitu dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik untuk mendeteksi arus listrik tanpa perlu memutus jalur kabel listrik yang sedang digunakan. Sensor ini sangat berguna untuk memantau penggunaan energi listrik pada bangunan, rumah, ataupun ruangan tertentu.



Gambar 2. Current Transformer Sensor

### 2.3 Open Energy Monitor

OpenEnergyMonitor merupakan sebuah proyek *open-source* yang dikembangkan untuk memantau penggunaan energi listrik secara real-time. Proyek ini menyediakan berbagai informasi terkait rancangan perangkat keras, perangkat lunak, serta library pemrograman yang dapat digunakan untuk mengembangkan sistem monitoring energi listrik berbasis mikrokontroler (OpenEnergyMonitor, 2020).

OpenEnergyMonitor juga menyediakan platform komunitas yang memungkinkan para pengembang dan peneliti untuk berbagi pengetahuan serta pengalaman dalam mengembangkan teknologi pemantauan energi listrik. Dengan adanya platform ini, pengguna dapat memanfaatkan berbagai referensi desain serta perangkat lunak yang telah tersedia untuk mengembangkan sistem monitoring energi secara lebih mudah dan efisien.

### 2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer yang terintegrasi dalam sebuah chip yang terdiri dari prosesor, memori, serta perangkat *input dan output*. Mikrokontroler dirancang untuk menjalankan fungsi tertentu dalam sistem tertanam (*embedded system*) seperti pengendalian perangkat elektronik dan pemrosesan data dari sensor (Mazidi, 2011). Mikrokontroler bekerja dengan membaca data dari perangkat input seperti sensor, kemudian memproses data tersebut sesuai dengan program yang telah dimasukkan ke dalam memori mikrokontroler. Hasil pemrosesan tersebut selanjutnya digunakan untuk mengendalikan perangkat output seperti relay, motor, ataupun tampilan layar.

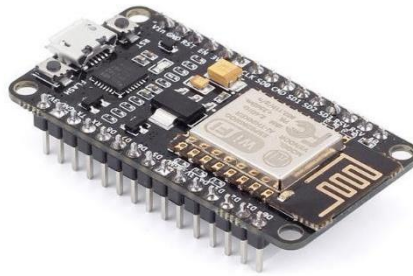
NodeMCU merupakan salah satu platform mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem *Internet of Things (IoT)*. Platform ini terdiri dari perangkat keras berupa mikrokontroler serta perangkat lunak yang bersifat *open source*, sehingga dapat diunduh dan digunakan secara gratis oleh para pengembang.

### 2.5 NodeMCU

NodeMCU merupakan platform mikrokontroler *open-source* yang dirancang untuk aplikasi *Internet of Things (IoT)*. Platform ini menggunakan chip *ESP8266 WiFi SoC* yang diproduksi oleh Espressif Systems dan telah dilengkapi dengan modul WiFi sehingga



memungkinkan perangkat untuk terhubung langsung dengan jaringan internet (Kolban, 2017). NodeMCU dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB dan diprogram menggunakan beberapa lingkungan pemrograman seperti Lua maupun Arduino IDE. Pada penelitian ini NodeMCU diprogram menggunakan bahasa C melalui Arduino IDE.



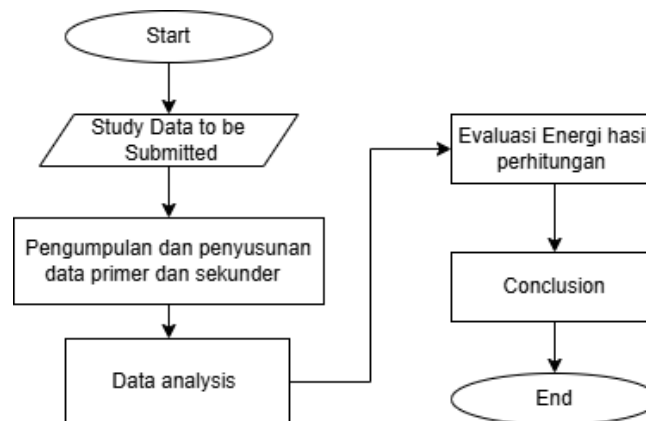
Gambar 3. menunjukkan tampilan fisik dari NodeMCU.

NodeMCU memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain seperti *Arduino Uno*, yaitu ukuran yang lebih kecil, biaya yang relatif murah, serta kemampuan konektivitas WiFi yang sudah terintegrasi tanpa memerlukan modul tambahan.

## 2. Bahan & Metode

### 3.3 Diagram Alir

Secara umum, tahapan penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar: 4. *flowchart*

#### Keterangan:

- 1) Mulai – Mengidentifikasi permasalahan dalam pemantauan dan pengaturan penggunaan energi listrik yang masih dilakukan secara manual.
- 2) Studi Literatur – Mempelajari teori mengenai Internet of Things (IoT), NodeMCU, sensor arus, monitoring energi listrik, serta sistem kontrol berbasis jaringan internet.
- 3) Perancangan Sistem – Merancang sistem monitoring dan pengaturan energi listrik menggunakan NodeMCU yang terhubung dengan sensor arus dan jaringan internet.
- 4) Pengumpulan Data – Mengambil data arus listrik dari sensor yang terpasang pada sistem serta mengirimkan data tersebut ke server atau aplikasi monitoring.

- 5) Pengolahan dan Analisis Data – Mengolah data penggunaan energi listrik yang diperoleh untuk mengetahui kondisi konsumsi energi secara real-time.
- 6) Implementasi Sistem – Menguji sistem monitoring dan pengaturan energi listrik berbasis NodeMCU untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan.
- 7) Kesimpulan dan Saran – Menyusun kesimpulan dari hasil perancangan dan pengujian sistem serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

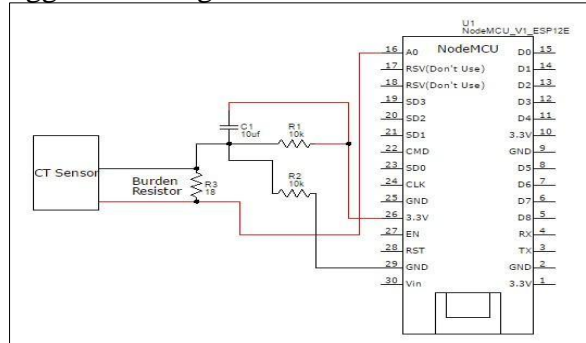
### 3. Hasil

#### 4.1 Perancangan Sistem

Desain sistem secara keseluruhan dijelaskan pada titik ini. Desain sistem mencakup metode desain dan implementasi sistem yang dimaksudkan. Bagian berikutnya menjelaskan desain perangkat keras dan perangkat lunak yang dirumuskan berdasarkan temuan analitis dari bab sebelumnya.

##### 1. Perancangan Rangkaian Elektronik

Perancangan rangkaian elektronik merupakan tahap pembuatan skema rangkaian yang digunakan dalam sistem pemantauan penggunaan energi listrik pada suatu ruangan. Rangkaian elektronik ini berfungsi sebagai media untuk mengambil data arus listrik yang mengalir pada kabel utama ruangan melalui sensor arus yang terhubung dengan mikrokontroler. Data yang diperoleh dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk selanjutnya digunakan dalam sistem monitoring penggunaan energi listrik.



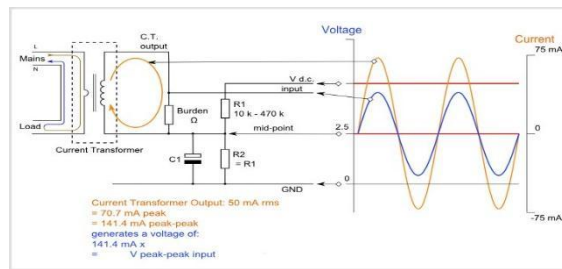
Gambar 5. Skematik perangkat keras

Skema di atas memerlukan banyak komponen elektronik, termasuk resistor dan kapasitor. Namun demikian, perhitungan lebih lanjut diperlukan untuk membangun koneksi, seperti yang dijelaskan dalam antarmuka antara NodeMCU dan sensor CT. Skema tersebut kemudian diubah menjadi berbagai peralatan penting.

##### 2. Antar Muka NodeMCU dan CT Sensor

Pada tahap ini dijelaskan proses penyambungan antara CT sensor dengan NodeMCU. Untuk menghubungkan CT sensor dengan NodeMCU, sinyal keluaran dari sensor perlu dikondisikan terlebih dahulu agar sesuai dengan karakteristik input analog pada NodeMCU. CT sensor menghasilkan sinyal berupa arus (current), sedangkan pin analog pada NodeMCU hanya dapat membaca tegangan (voltage). Oleh karena itu, diperlukan rangkaian tambahan

berupa beban resistor yang berfungsi untuk mengubah sinyal arus dari CT sensor menjadi sinyal tegangan sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler.



Gambar 6. Penyambungan CT Sensor dengan NodeMCU

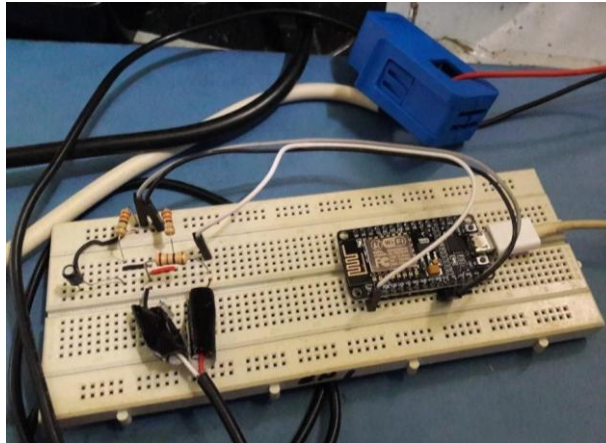
Sensor arus tipe YHDC SCT-013-000 menghasilkan sinyal keluaran berupa arus yang kemudian dikonversi menjadi tegangan menggunakan beban resistor (resistor beban). Nilai beban resistor harus dihitung dengan tepat agar tegangan keluaran sensor tetap berada dalam batas input analog mikrokontroler sehingga pembacaan arus dapat dilakukan dengan akurat.

CT sensor tipe YHDC SCT-013-000 menghasilkan sinyal keluaran berupa arus sehingga perlu dikonversi menjadi tegangan menggunakan beban resistor agar dapat dibaca oleh pin analog pada NodeMCU. Sensor ini memiliki rentang pengukuran arus 0–100 A. Nilai arus maksimum RMS sebesar 100 A dikonversi menjadi peak current sebesar 141,4 A. Dengan jumlah lilitan sensor sebanyak 2000 turns, diperoleh arus sekunder sebesar 0,0707 A. NodeMCU memiliki tegangan kerja 3,3 V, sehingga berdasarkan perhitungan diperoleh nilai beban resistor ideal sebesar 19  $\Omega$ . Karena nilai tersebut tidak umum di pasaran, maka digunakan resistor standar yang paling mendekati yaitu 18  $\Omega$ . Pada rangkaian ini digunakan dua resistor 10 k $\Omega$  sebagai voltage divider untuk menghasilkan tegangan referensi, serta kapasitor 10  $\mu$ F untuk menstabilkan sinyal. Pin A0 pada NodeMCU dihubungkan dengan CT sensor melalui beban resistor, sedangkan bagian ground dihubungkan ke ground NodeMCU.

Rangkaian ini digunakan untuk mengukur arus listrik pada rumah atau ruangan dengan tegangan standar 220 V. Agar hasil pengukuran lebih akurat, dilakukan proses kalibrasi sensor dan diperoleh nilai kalibrasi sebesar 111,11.

#### 4.1. Implementasi Perangkat Keras

Proyek ini melibatkan implementasi sistem pemantauan penggunaan listrik di sebuah ruangan menggunakan NodeMcu dan MQTT. Sistem ini dibuat menggunakan mikrokontroler untuk tujuan mendapatkan data arus. Pelaksanaan bentuk fisik dari sistem pemantauan penggunaan listrik dimulai dengan pemanfaatan sirkuit papan sirkuit cetak (PCB) sederhana yang dibangun dengan papan roti sesuai dengan diagram skematik; ini adalah tahap awal. Representasi visual dari penampilan fisik perangkat keras dapat ditemukan pada gambar 7, yang adalah sebagai berikut:



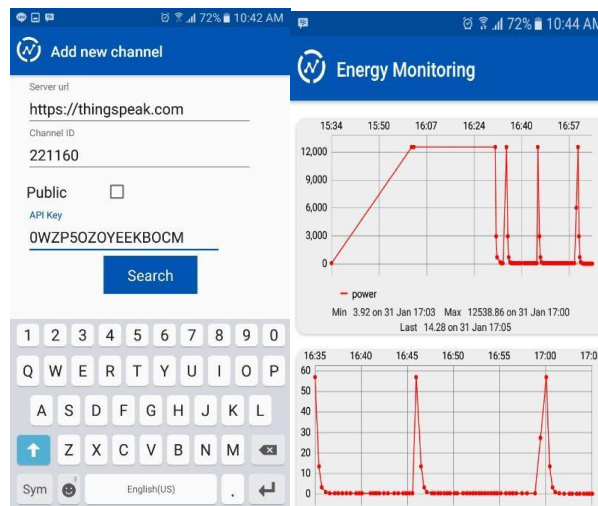
Gambar 7. Bentuk fisik alat

Langkah awal dalam tahap selanjutnya adalah menghubungkan rangkaian ke sumber daya setelah selesai. Pengujian komponen dapat dilakukan tanpa perlu menghubungkan komponen ke titik akses dengan terlebih dahulu mengunggah kode perhitungan arus. Ground harus dihubungkan ke kabel resistor dan kapasitor negatif, A0 harus dihubungkan ke kabel sensor positif dengan resistor beban, dan Vcc harus dihubungkan ke 3.3V dalam hal pinout yang harus dipenuhi. Kemudian, sambungkan sensor ke sumber energi yang ingin Anda ukur dengan menghubungkan kabel positif. Monitor serial akan menampilkan nilai arus dan watt jika program dijalankan dengan benar, menunjukkan bahwa komponen-komponen tersebut siap digunakan. Tahap selanjutnya melibatkan perakitan manual sistem dan pemasangan komponen fisik perangkat.

## 4.2. Implementasi Perangkat Lunak

### 1. Aplikasi Android Monitoring Penggunaan Listrik

Aplikasi Android digunakan untuk memantau penggunaan listrik secara real-time. Pada aplikasi tersebut, pengguna diminta untuk memasukkan *channel ID* dan *API key* yang telah diperoleh sebelumnya agar aplikasi dapat terhubung dengan sistem monitoring. Setelah proses koneksi berhasil, pengguna dapat melihat informasi penggunaan listrik yang ditampilkan dalam bentuk grafik visual pada aplikasi. Grafik yang ditampilkan memudahkan pengguna dalam memahami data konsumsi listrik dan memiliki tampilan yang sama dengan grafik yang terdapat pada website sistem monitoring.



Gambar 8. Aplikasi android monitoring penggunaan listrik

### 4.3 Pengujian Sistem

#### 1. Pengujian Perangkat Keras Sensor YHDC SCT-013-000

Dalam kerangka sistem pemantauan penggunaan listrik berbasis NodeMCU dan MQTT, tujuan pengujian sensor ini adalah untuk menentukan tingkat ketelitian yang dimiliki oleh sensor arus YHDC SCT-013-000. Sebuah alat pengukur standar, khususnya TENMARS TM-1017 clamp multimeter, digunakan untuk membandingkan temuan pengukuran sensor dengan hasil uji coba. Seperti yang dapat dilihat pada diagram berikut, laptop, pengering rambut dengan dua tingkat daya yang berbeda, dan setrika adalah barang-barang listrik yang digunakan dalam pengujian:

Tabel 6.1 Daftar Alat untuk Diuji

No	Nama Perangkat	Merk
1	Laptop	Asus X450JF
2	Hair Dryer Level 1	Miyako
3	Hair Dryer Level 2	Miyako
4	Setrika	Philips

Pengujian dilakukan dalam dua kondisi yaitu saat perangkat menyala (ON) dan tidak menyala (OFF). Hasil pengujian saat perangkat menyala ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 6.2 Pengujian Sensor Arus Saat Perangkat Menyala

No	Perangkat	Sensor Arus Node 1 (A)	Sensor Arus Node 2 (A)	Sensor Arus Node 3 (A)	Clamp Meter (A)
1	Laptop	0.38	0.35	0.37	0.30
2	Hair Dryer Level 1	1.15	1.19	1.31	1.20
3	Hair Dryer Level 2	2.12	2.12	2.27	2.10
4	Setrika	1.65	1.57	1.80	1.40

Sedangkan hasil pengujian saat perangkat dalam kondisi mati ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 6.3 Pengujian Sensor Arus Saat Perangkat Tidak Menyala

No	Perangkat	Sensor Arus Node 1 (A)	Sensor Arus Node 2 (A)	Sensor Arus Node 3 (A)	Clamp Meter (A)
1	Laptop	0.03	0.03	0.01	0
2	Hair Dryer	0.03	0.03	0.01	0
3	Setrika	0.03	0.03	0.01	0

Berdasarkan hasil pengujian, nilai arus yang dibaca oleh sensor pada masing-masing node memiliki nilai yang cukup mendekati hasil pengukuran menggunakan clamp multimeter. Perbedaan nilai yang terjadi disebabkan oleh toleransi sensor serta proses kalibrasi yang dilakukan pada sistem. Hal ini menunjukkan bahwa sensor YHDC SCT-013-000 dapat digunakan untuk melakukan pengukuran arus listrik pada sistem monitoring penggunaan listrik dengan tingkat akurasi yang cukup baik.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

## 2. Analisis Pengujian Sensor

- 1) Ditemukan selama percobaan bahwa sensor terus menghasilkan arus 0–0,03 Amper meskipun tidak ada perangkat elektronik yang terhubung ke sensor tersebut. Kemungkinan pembacaan ini adalah hasil dari gangguan pada sistem kabel, noise digital pada sensor arus YHDC SCT-013-000, atau noise dari sirkuit PCB.
- 2) Perhitungan arus dalam penelitian ini dilakukan dengan menentukan selisih antara nilai arus rata-rata sebelum pemasangan perangkat elektronik dan nilai arus setelah pemasangan perangkat elektronik. Ketika perangkat uji dalam kondisi mati, perbedaan maksimum nilai arus antara sensor dan alat ukur perbandingan adalah 0,03 Amperes. Ketika perangkat uji dalam kondisi menyala, perbedaannya adalah 0,17 Amper. Hasil tes menunjukkan bahwa sensor memiliki rentang arus yang lebih panjang dibandingkan dengan alat ukur perbandingan.
- 3) Ada sejumlah kemungkinan penyebab kebisingan digital yang dihasilkan oleh sistem. Beberapa penyebab ini termasuk penempatan sirkuit yang salah terkait dengan tanah, sirkuit elektronik yang tidak teratur, pengkabelan yang tidak tepat antara komponen, dan kerusakan pada sensor yang digunakan.

## 3. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk memastikan sistem dapat terhubung ke jaringan internet serta melakukan komunikasi data menggunakan protokol MQTT.

## 4. Pengujian Koneksi ke WiFi

Tahap implementasi sistem yang telah dirancang adalah dasar untuk uji koneksi WiFi. Perangkat pemantauan penggunaan listrik di kamar yang telah dipasang adalah objek dari ujian ini. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk memverifikasi bahwa sistem dapat membangun koneksi dengan jaringan WiFi sesuai dengan konfigurasi yang ditentukan. Untuk memulai uji coba, perangkat dinyalakan dengan sumber daya listrik. Konfigurasi jaringan dalam program akan dibaca oleh sistem setelah perangkat diaktifkan, dan kemudian akan mencoba terhubung ke jaringan WiFi yang sesuai. Status koneksi akan ditampilkan di monitor serial oleh NodeMCU jika koneksi berhasil, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Koneksi ke WiFi pada NodeMCU

Anda dapat melihat bahwa mikrokontroler NodeMCU telah terhubung dengan jaringan WiFi yang tersedia dalam gambar. Tautan ini memungkinkan sistem untuk berkomunikasi dengan server platform ThingSpeak atau broker MQTT, memungkinkan transmisi data pemantauan.

## 5. Analisis Pengujian Koneksi ke WiFi

- 1) Hasil tes menunjukkan bahwa sistem dapat terhubung langsung ke jaringan WiFi yang telah diatur dalam perangkat lunak NodeMCU.
- 2) Ada banyak jaringan WiFi yang tersedia, tetapi mesin hanya dapat terhubung ke jaringan yang diatur dalam perangkat lunak. Untuk secara otomatis terhubung ke jaringan lain, Anda memerlukan metode pemindaian jaringan atau koneksi adaptif. Dengan cara ini, Anda tidak perlu mengubah pengaturan sistem setiap kali menggunakan jaringan yang berbeda.

#### 4. Kesimpulan

Hasil desain, implementasi, dan pengujian menunjukkan bahwa sistem pemantauan penggunaan listrik di ruangan, yang menggunakan NodeMCU dan MQTT, telah dilaksanakan dengan efektif. Sistem ini dapat membaca nilai arus listrik menggunakan sensor arus YHDC SCT-013-000 dan mengkomunikasikan hasil pengukuran melalui WiFi ke server, memungkinkan pemantauan waktu nyata melalui situs web atau aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pembacaan pengukuran sensor menunjukkan perbedaan minimal dibandingkan dengan instrumen pengukur referensi, yaitu clamp multimeter, dengan deviasi maksimum tercatat sebesar 0,03 Amperes saat perangkat tidak aktif dan 0,17 Amperes saat perangkat beroperasi. Sistem ini mampu membangun koneksi jaringan dan memfasilitasi transmisi data secara efektif dengan menggunakan protokol MQTT. Akibatnya, sistem yang dirancang ini berfungsi sebagai pilihan yang efektif untuk memantau penggunaan listrik di ruangan dengan kemudahan dan efisiensi yang lebih baik.

#### REFERENSI

- Anisah, S., Tharo, Z., Hamdani, H., & Butar, A. K. B. (2023). Sebuah analisis tentang bagaimana membuat pembangkit listrik tenaga surya dan angin hibrida bekerja lebih baik. *Prosiding Universitas Dharmawangsa*, 3(1), 614-624.
- Hamdani, H., Sastra, A., & Firmansyah, D. (2023). Penelitian tentang Pengembangan Lift Barang Pintar Berkapasitas 50 Kg dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *INTECOMS: Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(1), 429-433.
- Hamdani, H., Tharo, Z., Anisah, S., & Lubis, S. A. (2020, September). Desain dan Pengembangan Inverter Gelombang Sinus Modifikasi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Permukiman. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)* (Vol. 3, No. 1, hlm. 156-162). Tharo, Z., Hamdani, H., & Andriana, M. (2019, Mei). Fasilitas pembangkit listrik tenaga surya dan angin hibrida sebagai opsi alternatif untuk mengatasi krisis energi fosil di Sumatra. Dalam *Prosiding Seminar Teknik Nasional UISU (SEMNASTEK)* (Vol. 2, No. 1, hlm. 141-144).
- Tharo, Z., Hamdani, H., Andriana, M., & Yusar, J. H. (2022). Pemasangan generator berbasis panel surya yang ramah lingkungan di Desa Tomuan Holbung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat oleh Dosen Perguruan Tinggi (Jurnal Deputi)*, 2(2), 98-101.
- Tharo, Z., Syahputra, M. R., Hamdani, H., & Sugino, B. (2020). Studi tentang Sistem Perlindungan Jaringan Tegangan Menengah Menggunakan Aplikasi Etap di Bandara Internasional Kualanamu. *JURNAL TEKNIK LISTRIK DAN KONTROL SISTEM*, 4(1), 33-42.
- Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Desain sistem keamanan untuk rumah pintar yang menggunakan sensor PIR dan mikrokontroler. *Revista Internacional de Sostenibilidad Global*, 1(1), 67-73.
- Yusup, M. (2022). Teknologi Radio Frequency Identification (RFID) digunakan untuk sistem pembukaan pintu otomatis di rumah pintar. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 367-373.
- Yusup, M., Siahaan, M. D. L., & Raihan, M. (2025). Desain & Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Limbah Berbasis Digital untuk Meningkatkan Efisiensi Layanan Sanitasi di Desa Pematang Serai. *Jurnal Sistem Informasi Teknologi Komputer (JUKTISI)*, 4(2), 1377-1386.



- Agostinelli, G., Batzner, D. L., & Burgelman, M. (2002). Sebuah model alternatif untuk ketergantungan V, G, dan T dari karakteristik IV sel surya CdTe. *Prosiding Konferensi Spesialis Fotovoltaik IEEE ke-29*, 6, 744–747.
- Buchroithner, A., Gerl, B., Felsberger, R., & Wegleiter, H. (2021). Desain dan operasi simulator matahari yang serbaguna, berbiaya rendah, dan aliran tinggi untuk pengujian otomatis sel dan modul CPV. *Energía Solar*, 228 (Agustus), 387–404. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.08.068>
- Deepak, Srivastava, S., dan Malvi, C. S. (2020). Memilih sumber cahaya untuk simulator surya: Sebuah tinjauan. *WEENTECH Proceedings in Energy*, Juli 28–46. <https://doi.org/10.32438/wpe.060257>
- Fauzi, F., Tajudin, M. F. N., Mohamed, M. F., Azmi, A., & Manaf, N. A. A. (2021). Mengevaluasi simulator panel surya berbiaya rendah yang dibangun sendiri. 1878(1) *Jurnal Fisika: Seri Konferensi*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1878/1/012038>
- Frolova, T. I., Churyumov, G. I., Vlasyuk, V. M., & Kostilyov, V. P. (2019). Simulator Solar Combinado untuk Pengujian Perangkat Fotovoltaik. *Actas - 2019 IEEE Konferensi Global Pertama tentang Energi, Daya, dan Komunikasi, GPECOM 2019*, 276–280. <https://doi.org/10.1109/GPECOM.2019.8778607>
- Li, Q., Wang, J., Qiu, Y., Xu, M., & Wei, X. (2021). Sistem pemetaan aliran tidak langsung yang dimodifikasi untuk simulator matahari aliran tinggi. *Energi*, 235, 121311. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121311>
- Liu, G., Ning, J., Gu, Z., & Wang, Z. (2021). Uji stabilitas pada pasokan daya ke lampu xenon dari simulator matahari. *Jurnal Fisika: Seri Konferensi*, 1820(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1820/1/012142>
- López-Fraguas, E., Sánchez-Pena, J. M., & Vergaz, R. (2019). Sebuah simulator matahari berbasis LED yang tidak mahal. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 68(12), 4913–4923. <https://doi.org/10.1109/TIM.2019.2899513>
- Moria, H., Mohamad, T. I., & Aldawi, F. (2016). Tersedia secara online di [www.jsaer.com](http://www.jsaer.com) Artikel investigasi tentang standarisasi distribusi radiasi dengan pengaturan optimal lampu halogen untuk simulator matahari. 3(6), 29–34.
- Quandt, A., & Warmbier, R. (2019). Simulasi sederhana sel surya. *Konferensi Internasional tentang Jaringan Optik Transparan*, Juli 2019, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICTON.2019.8840329>
- Rashid, M. H. (2007). Manual Elektronika Daya. Dalam *Manual Elektronika Daya*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-088479-7.X5018-4>
- Reichmuth, S. K., Siefer, G., Schachtner, M., Muhleis, M., Hohl-Ebinger, J., & Glunz, S. W. (2020). Ketidakpastian pengukuran dalam kalibrasi I-V sel surya multi-junction untuk berbagai simulator surya dan perangkat referensi. *Jurnal Fotovoltaik IEEE*, 10(4), 1076–1083. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2020.2989144>
- Saadaoui, S., Torchani, A., Azizi, T., dan Gharbi, R. (2014). Sumber hibrida halogen-LED sebagai simulator matahari yang terjangkau untuk mengevaluasi sel surya yang disensitisasi oleh pewarna. *STA 2014 - Konferensi Internasional ke-15 tentang Teknik Komputer dan Ilmu serta Teknik Kontrol Otomatis*, 884–887. <https://doi.org/10.1109/STA.2014.7086810>
- Severns, R., & Reduce, E. M. I. (2006). Desain penekan untuk sirkuit energi. International Rectifier Corporation, I. <http://www.electro-tech-online.com/custompdfs/2008/02/design.pdf>
- Soegiarto, D. & Siregar, S. (2014). Sistem pemantauan lampu jalan dengan panel surya dan baterai menggunakan sistem komunikasi nirkabel GSM. *Konferensi Internasional Teknologi Informasi dan Komunikasi ke-2, ICoICT 2014*, 272–275. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2014.6914078>
- Situmorang, J., & Pasasa, L. A. (2011). Menggunakan fitur sel surya sebagai cara untuk mempelajari fisika listrik dinamis. 2011 (Snips), 22–23.

- B. Søren Baekhøj Kjær (2005). Disertasi doktor Aalborg adalah tentang merancang dan mengendalikan inverter untuk aplikasi tenaga surya. Tanesab, J., Ali, M., Parera, G., Mauta, J., & Sinaga, R. (2019). Simulator matahari halogen yang dimodifikasi. <https://doi.org/10.4108/eai.18-10-2019.2289851> Tavakoli, M., Jahantigh, F., & Zarookian, H. (2021). Simulador matahari yang dapat disesuaikan dengan LED daya tinggi dengan spektrum yang diperluas di wilayah UV. *Energi Surya*, 220 (Februari), 1130–1136. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.05.081> Wang, S., Jiang, W., & Lin, Z. (2015). Simulator fotovoltaik praktis dengan strategi kontrol persimpangan berdasarkan pemrosesan siklus kerja langsung. *Revista de Electrónica de Potencia*, 15(4), 1018–1025. <https://doi.org/10.6113/JPE.2015.15.4.1018> Wang, W., & Laumert, B. (2014). Mensimulasikan 'Matahari' untuk Penelitian Solar: Tinjauan Pustaka tentang Teknologi Simulator Solar. 1–3 7.

\*\*\*\*\*



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.