

SISTEM MONITORING PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS

Agustian Noor¹, Oky Rahmanto²

¹ Program Studi Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Tanah Laut
Jln. Ahmad Yani No.Km.06 Tanah Laut Kalimantan Selatan 70815
¹agustian.noor@politala.ac.id, ²oky.rahmanto@politala.ac.id

Abstract

This research develops an Internet of Things (IoT) based energy usage monitoring system for household electronic devices using the waterfall model. The objective of this study is to design and build a prototype monitoring system using NodeMCU ESP8266, Relay, PZEM-004T sensor and LCD Monitor. The system utilizes IoT to collect real-time power usage data and provide users with information about high energy-consuming appliances. Additionally, the system allows users to control the usage of these appliances. The prototype monitoring system is limited to the use of NodeMCU module, operation within a local internet network, and relevance to a web-based analysis case study of household energy monitoring using IoT. The testing of the prototype follows the steps of the waterfall model. This research contributes to helping users understand their electricity usage patterns, providing flexibility and easy access to control electronic devices, and increasing user awareness of efficient energy usage.

Keywords : *Internet of Things (IoT), monitoring system, electricity, prototype, NodeMCU ESP8266.*

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring penggunaan energi berbasis Internet of Things (IoT) untuk peralatan elektronik rumah tangga dengan pendekatan model waterfall. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun prototipe sistem monitoring menggunakan NodeMCU ESP8266, Relay, dan sensor PZEM-004T. Sistem ini memanfaatkan IoT untuk mengumpulkan data penggunaan daya secara real-time dan memberikan informasi kepada pengguna mengenai peralatan yang mengkonsumsi energi besar. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pengguna mengontrol penggunaan peralatan tersebut. Prototipe sistem monitoring ini memiliki batasan yang mencakup penggunaan Modul NodeMCU, operasional dalam jangkauan jaringan lokal internet, dan relevansi dengan studi kasus sistem analisis monitoring energi listrik rumah menggunakan Internet of Things berbasis Web. Dalam pengujian prototipe, penelitian ini menggunakan langkah-langkah perancangan dan pengembangan model waterfall. Penelitian ini memiliki manfaat dalam membantu pengguna memahami pola penggunaan energi listrik mereka, memberikan fleksibilitas dan kemudahan akses untuk mengontrol perangkat elektronik, serta meningkatkan kesadaran pengguna tentang penggunaan energi yang efisien.

Kata Kunci : Internet of Things (IoT), sistem monitoring, energi listrik, prototipe, NodeMCU ESP8266.

1. PENDAHULUAN

Listrik telah menjadi suatu kebutuhan yang tidak dapat diabaikan dalam kehidupan manusia. Hampir semua perangkat memerlukan energi listrik sebagai sumber daya utama. Permintaan akan listrik terus meningkat seiring dengan inovasi produsen dalam menciptakan berbagai macam peralatan dengan fungsi yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan manusia[1]. Baik alat-alat elektronik di rumah, peralatan kantor,

industri, peralatan olahraga, maupun peralatan pribadi seperti smartphone, semuanya memerlukan listrik sebagai sumber daya utama.

Pada umumnya, pengguna listrik di rumah tidak dapat mengetahui dengan tepat penggunaan daya energi listrik dari setiap peralatan rumah yang digunakan. Akibatnya, tidak dapat diidentifikasi peralatan mana yang menggunakan energi listrik dalam jumlah besar [2]. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu sistem pemantauan konsumsi daya listrik untuk setiap peralatan

rumah tangga. Melalui sistem ini, pengguna dapat mengidentifikasi perangkat elektronik yang memerlukan daya tinggi, sehingga mereka bisa mengelola pemakaian peralatan tersebut secara lebih efisien [3]. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem monitoring penggunaan daya pada setiap peralatan elektronik rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT)[4].

Internet of Things (IoT), berdasarkan rekomendasi ITU-T Y.2060, merupakan sebuah inovasi yang menyelesaikan berbagai permasalahan melalui integrasi antara teknologi dan aspek sosial. Sementara itu, menurut Kevin Ashton sebagai pencetus istilah IoT, konsep ini mengacu pada penggunaan sensor yang terhubung ke internet dan berfungsi secara terbuka, memungkinkan pertukaran data secara bebas dan berkelanjutan. Hal ini memungkinkan komputer untuk mengenali lingkungan sekitarnya dan terintegrasi dalam aktivitas manusia sehari-hari.[5]. Penelitian ini memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) sebagai dukungan dalam merancang prototipe sistem pemantauan konsumsi energi listrik secara waktu nyata. IoT berperan dalam mengumpulkan data konsumsi daya dari berbagai perangkat listrik di rumah. Informasi tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi perangkat yang menggunakan daya tinggi serta membantu dalam pengendalian penggunaan peralatan tersebut[6].

Dari beberapa permasalahan yang telah dijelaskan, Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pemantauan konsumsi energi listrik pada rumah tangga melalui pembuatan prototipe alat monitoring berbasis Internet of Things secara real-time. Perangkat ini dirancang untuk membantu pengguna dalam mengelola penggunaan perangkat listrik secara lebih bijak, serta menyajikan informasi konsumsi energi kapan saja. Oleh karena itu, penulis memilih judul "Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis *Internet of Things*".[7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Skema Alur Penelitian

Diagram alir penelitian memberikan gambaran umum mengenai tahapan metode penelitian, yang dimulai dari identifikasi masalah, penentuan solusi, perancangan dan pembangunan sistem, implementasi, hingga hasil yang diperoleh dari sistem yang telah dikembangkan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengguna listrik di rumah sering mengalami kesulitan dalam memantau konsumsi daya listrik dari masing-masing peralatan yang digunakan. Akibatnya, sulit untuk mengetahui peralatan mana yang menyedot energi dalam jumlah besar. Berdasarkan permasalahan tersebut, solusi yang ditawarkan adalah membangun *Prototipe* Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna dalam memantau konsumsi daya listrik setiap peralatan rumah tangga, sehingga dapat memperkirakan durasi penggunaan berdasarkan lama waktu pemakaian. Pengembangan *prototipe* ini dimulai dengan perancangan diagram alir (*flowchart*), kemudian dilanjutkan dengan pemilihan perangkat lunak dan perangkat keras yang sesuai. Implementasi *Prototipe* Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis IoT ini diharapkan dapat berfungsi secara optimal dalam menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi. Hasil yang didapatkan dari dibangunnya *Prototipe* Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis *Internet Of Things* adalah dapat

memonitoring dan memantau penggunaan daya energi listrik dengan mudah dari setiap peralatan elektronik yang ada pada rumah.

2.2. Pengumpulan Data

Metode studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui penelaahan berbagai sumber seperti buku, jurnal, serta artikel dari internet yang berkaitan dengan *Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis Internet of Things*. Proses ini mencakup kegiatan membaca, menganalisis, menyimpulkan, dan mengutip informasi yang relevan dari literatur yang tersedia.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode studi pustaka dan dokumentasi. Studi pustaka merupakan aktivitas untuk memperoleh informasi yang relevan dengan tema atau permasalahan penelitian, yang dilakukan dengan mencari berbagai referensi pendukung seperti buku terbitan maupun sumber dari internet. Sementara itu, dokumentasi merupakan langkah dalam menghimpun, menganalisis, dan menyajikan data yang berkaitan dengan sistem, produk, atau proyek tertentu. Dokumen ini bisa berupa panduan, laporan, maupun arsip lain yang berfungsi untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta meminimalkan kesalahan dalam proses pengembangan penelitian.

2.3. Monitoring

Monitoring merupakan suatu aktivitas yang mencakup proses pengumpulan, analisis, pencatatan, pelaporan, serta pemanfaatan informasi manajerial terkait pelaksanaan kegiatan pembelajaran [8]. Fokus utama dari monitoring ini adalah mengamati aktivitas serta sejauh mana pencapaian dari rencana pembelajaran yang telah disusun berdasarkan tujuan yang ditetapkan. Proses ini juga melibatkan evaluasi terhadap pelaksanaan pembelajaran serta identifikasi langkah-langkah perbaikan untuk mengatasi kekurangan yang muncul selama proses pembelajaran berlangsung [9]. Tujuan utama dari kegiatan monitoring pelaksanaan pembelajaran adalah:

1. Menyampaikan informasi yang akurat dan tepat waktu mengenai pelaksanaan kegiatan pembelajaran yang dapat mendukung pengambilan keputusan manajerial yang efektif oleh pengawas satuan pendidikan.
2. Mendorong diskusi mengenai kemajuan pelaksanaan pembelajaran bersama para

guru, dan merencanakan berbagai tindakan yang diperlukan.

3. Memberikan kontribusi terhadap akuntabilitas. Pengawas perlu memastikan bahwa kegiatan pembelajaran yang berlangsung sesuai dengan rencana pembelajaran yang telah disusun, sesuai dengan kurikulum tingkat satuan pendidikan, dan selaras dengan tujuan yang ditetapkan pada tingkat satuan pendidikan.
4. Menyediakan Sumber informasi utama mengenai kemajuan dan prestasi bagi para pengambil keputusan.
5. Memberikan masukan untuk proses pengambilan keputusan. Apakah pembelajaran yang telah dilaksanakan sudah efektif, ataukah perlu dilakukan inovasi dan perbaikan dalam kegiatan pembelajaran [10].

2.4. Tegangan Listrik (Voltage)

Tegangan (*voltage*) dapat diartikan sebagai energi atau usaha yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan muatan listrik (sebesar satu coulomb) dari satu terminal atau kutub ke terminal lainnya. Dua terminal dikatakan memiliki beda potensial apabila terjadi perpindahan muatan sebesar satu coulomb dari salah satu terminal ke terminal yang lain [2]. Tegangan secara matematis didefinisikan sebagai perubahan energi yang dihasilkan persatuan perubahan muatan listrik, dengan satuan Volt. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut,

$$v = \frac{dw}{dq}$$

Matematis Voltage [11]

Pada dua terminal/kutub apabila salah satunya memiliki potensial yang lebih tinggi daripada yang lain, maka terjadi kemungkinan tegangan jatuh (*voltage drop*) atau tegangan naik (*voltage rise*). Tegangan jatuh terjadi ketika potensial dilihat dari terminal yang lebih tinggi ke yang lebih rendah, sementara tegangan naik terjadi ketika potensial dilihat dari terminal yang lebih rendah ke terminal yang lebih tinggi [12].

2.5. Arus Listrik (Current)

Arus listrik dapat didefinisikan sebagai laju perubahan muatan terhadap waktu, atau jumlah muatan yang mengalir dalam satuan waktu, dengan simbol i (yang berasal dari bahasa Perancis: *intensité*). Dengan kata lain, arus adalah muatan yang bergerak. Selama muatan tersebut bergerak, arus akan terdeteksi, namun jika muatan tersebut berhenti bergerak, arus pun akan hilang. Muatan akan bergerak jika ada energi eksternal yang mempengaruhinya. Muatan sendiri didefinisikan sebagai satuan terkecil dari atom atau bagian dari atom[13].

Dalam teori atom modern, dijelaskan bahwa atom terdiri dari partikel inti (proton yang bermuatan positif (+) dan neutron yang bersifat netral) yang dikelilingi oleh muatan elektron negatif (-). Secara umum, atom bersifat netral. Muatan terdiri dari dua jenis, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Untuk mengukur muatan listrik, digunakan satuan coulomb dalam sistem satuan internasional[14].

Simbol :

Q = muatan konstan

q = muatan tergantung satuan waktu

muatan 1 elektron = $-1,6021 \times 10^{-19}$
coulomb

1 coulomb = $-6,24 \times 10^{18}$ elektron

Arus secara matematis didefinisikan sebagai laju perubahan muatan terhadap perubahan waktu dengan satuan Ampere. Dalam bentuk matematis dapat ditulis sebagai berikut,

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Arus listrik[11]

2.6. Daya (Power)

Daya dapat diartikan sebagai jumlah energi yang digunakan per satuan waktu. Dalam sistem SI, satuan daya adalah joule per detik (J/s). Secara matematis, daya adalah laju perubahan kerja terhadap perubahan muatan listrik, dengan satuan Watt.[15]

Daya dapat dituliskan sebagai berikut,

$$P = \frac{dq}{dt} = \frac{dw}{dq} \times \frac{dq}{dt} = vi$$

Matematis Power[11]

2.7. Energi

Energi dapat didefinisikan sebagai sesuatu kerja pemindahan sesuatu dengan mengeluarkan gaya sebesar satu Newton dengan jarak tempuh atau sesuatu tersebut berpindah dengan selisih jarak satu meter[16]. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan, melainkan hanya dapat berpindah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Untuk menentukan apakah energi dikirim atau diserap, tidak hanya polaritas tegangan yang mempengaruhi, tetapi juga arah arus. Dari sudut pandang elemen atau komponen, penyerapan energi terjadi ketika arus positif mengalir dari terminal positif menuju terminal elemen atau komponen, yang berarti arus positif mengalir menuju terminal positif elemen atau komponen tersebut[17].

Energi didefinisikan sebagai penyerapan/pengiriman tegangan yang mengalir melalui perubahan muatan yang dilewatinya, dengan satuan Joule. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut,

$$\Delta w = v\Delta q$$

Matematis Energy[18]

2.8. Frekuensi (Frequency)

Frekuensi adalah suatu gejala fisik objektif yang dapat diukur dengan alat-alat akustik. Frekuensi mengukur jumlah siklus yang terjadi dalam suatu peristiwa dalam periode waktu tertentu [19]. Untuk menghitung frekuensi, seseorang menentukan interval waktu, menghitung jumlah kejadian peristiwa, dan membagi jumlah tersebut dengan panjang waktu yang telah ditentukan. Hasil perhitungan ini dinyatakan dalam satuan hertz (Hz), yang diambil dari nama fisikawan Jerman Heinrich Rudolf Hertz, yang pertama kali menemukan fenomena ini. Frekuensi yang dapat didengar oleh manusia berkisar antara 20 hingga 20.000 Hz, dan rentang frekuensi ini cenderung menurun pada batas atas seiring bertambahnya usia. Jangkauan frekuensi audio yang dapat didengar manusia juga akan berbeda tergantung pada usia individu[20].

Besarnya frekuensi ditentukan dengan rumus:

$$f = \frac{1}{T}$$

Matematis Frequency[18]

F = Frekuensi (Hz)
T = Waktu (detik)

2.9. Internet Of Things

Internet of Things adalah suatu konsep dimana objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun manusia ke perangkat komputer[6]. IoT sering dihubungkan dengan RFID sebagai salah satu cara untuk berkomunikasi. Namun, IoT juga mencakup berbagai teknologi sensor lainnya, seperti teknologi tanpa kabel dan kode QR yang sering kita lihat di sekitar kita.[21].

Kevin Ashton, sosok yang pertama kali mencetuskan istilah *Internet of Things*, memberikan penjelasan dalam sebuah e-book yang berjudul "Making Sense of IoT". Ia menyatakan bahwa "Internet of Things" merujuk pada sensor-sensor yang terhubung dengan internet, berfungsi seperti internet dengan menciptakan sambungan yang selalu terbuka, memungkinkan pertukaran data secara bebas, dan mendukung aplikasi-aplikasi yang tidak terduga[22]. Dengan cara ini, komputer dapat mengenali lingkungan di sekitarnya dan menjadi bagian dari kehidupan manusia. Untuk memahami konsep IoT, terdapat tujuh lapisan yang perlu diketahui [23].

2.10. Sensor

PZEM-004T merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur tegangan RMS, arus RMS, dan daya aktif, serta dapat dihubungkan dengan Arduino atau platform open-source lainnya. Ukuran fisik dari papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Alat ini dilengkapi dengan kumparan trafo arus berukuran 3 mm yang memfasilitasi pengukuran arus hingga maksimum 100A.[24].

Modul ini digunakan untuk mendapatkan pengukuran mengenai tegangan AC, arus, daya aktif, frekuensi, faktor daya, dan energi aktif. Modul ini tidak menyediakan tampilan dan informasi dapat diakses melalui interface TTL. Interface TTL pada modul ini bersifat pasif yang membutuhkan sumber daya eksternal sebesar 5V, yang berarti semua empat port (5V, RX, TX, GND) harus terhubung agar komunikasi dapat dilakukan. PZEM-004T-10A memiliki kapasitas pengukuran maksimum hingga 10A (dengan shunt bawaan), sedangkan PZEM-004T-100A menawarkan rentang pengukuran hingga 100A (dengan trafo eksternal)[25].



Gambar 2. Sensor PZEM-004T

2.11. Node MCU

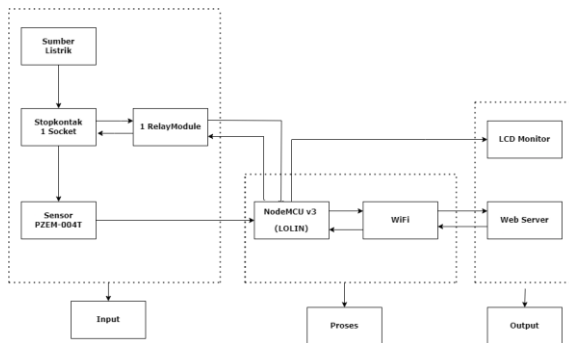
NodeMCU ESP8266 merupakan modul microcontroller yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wi-Fi antara microcontroller itu sendiri dengan jaringan Wi-Fi. NodeMCU berbasis bahasa pemrograman Lua namun dapat juga menggunakan Arduino IDE untuk memrogramkannya[26].

Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa NodeMCU adalah sebuah platform pengembangan perangkat lunak (firmware) yang interaktif dan didasarkan pada bahasa pemrograman LUA. NodeMCU juga dapat diprogram menggunakan bahasa C melalui Arduino IDE. Dirancang untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi, NodeMCU memungkinkan pengiriman informasi pada prototipe sistem monitoring daya listrik[27]. Data yang dikirimkan ini kemudian dapat diproses dan dianalisis lebih lanjut di server. Oleh karena itu, NodeMCU dapat digunakan untuk membangun solusi monitoring dan manajemen energi yang efisien dan dapat diakses secara jarak jauh[27].



Gambar 3. NodeMCU ESP8266 Lolin

2.12. Rancangan



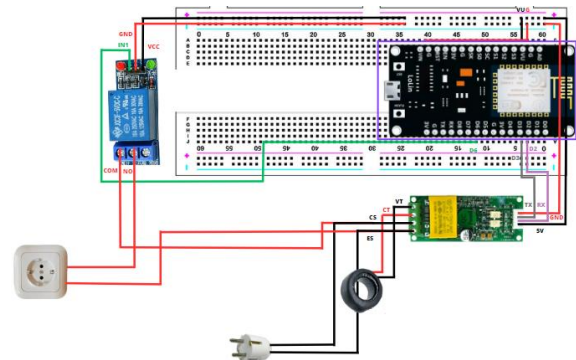
Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Sistem dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu sistem input yang terdiri dari sumber listrik, stopkontak 1 socket dan sensor PZEM-004T. Microcontroller yang digunakan berupa board NodeMCU v3 Lolin. Sistem output yang berupa Web Server dan LCD Monitor berfungsi sebagai menampilkan hasil yang dikelola oleh proses. Berikut adalah penjelasan diagram blok:

1. Sumber Listrik adalah sumber daya listrik yang ingin di monitoring.
2. Stopkontak 1 Socket sebagai tempat di mana menghubungkan perangkat elektronik di rumah terhubung.
3. Sensor PZEM-004T berfungsi sebagai pengukur penggunaan energi listrik di rumah yang terhubung dengan stopkontak.
4. Relay Module digunakan untuk mengontrol sumber listrik. Dalam hal ini dapat mengontrol sumber listrik.
5. NodeMCU berfungsi sebagai penghubung antara sensor, relay dan internet. NodeMCU akan mengambil data penggunaan listrik dari sensor dan mengirimkan melalui Wi-Fi.
6. Wi-Fi: Koneksi Wi-Fi digunakan oleh NodeMCU untuk terhubung ke jaringan internet.
7. Database: Database digunakan untuk menyimpan data penggunaan energi listrik yang dikirimkan oleh NodeMCU. Data ini nantinya akan digunakan untuk analisis dan tampilan informasi.
8. Web Server dan LCD Monitor: Antarmuka ini digunakan untuk mengakses dan menampilkan data penggunaan energi listrik. Pengguna dapat melihat informasi penggunaan energi secara real-time, melihat grafik historis, atau mengatur konsumsi energi listrik

2.13. Diagram Schematic

Berikut merupakan diagram schematic untuk secara keseluruhan, dimana perangkat yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266, Sensor PZEM-004T, Relay dan Breadboard.



Gambar 5. Diagram Schematic

Berikut adalah penjelasan detailnya:

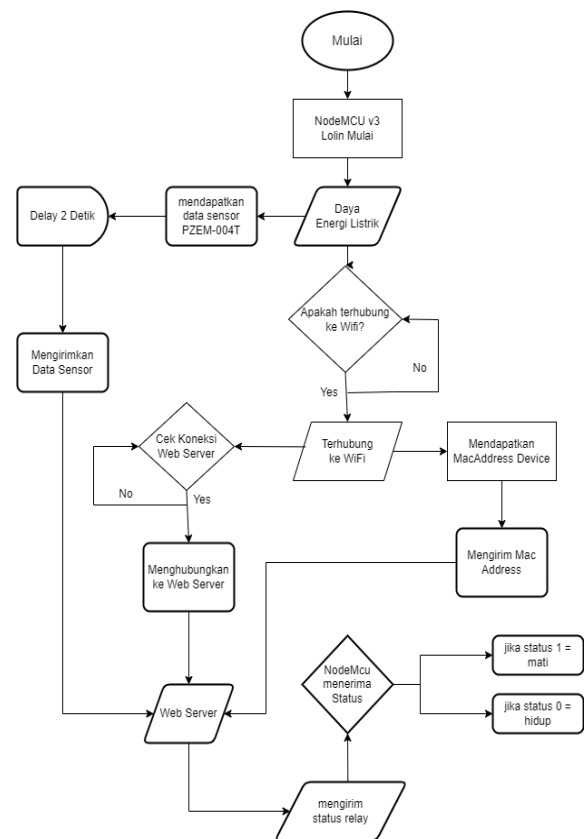
1. NodeMCU v3 (Lolin):
 - a. Kabel G pada NodeMCU dihubungkan ke slot - pada breadboard.
 - b. Kabel VU pada NodeMCU dihubungkan ke slot + pada breadboard. NodeMCU v3 (Lolin) adalah mikrokontroler berbasis ESP8266 yang digunakan sebagai otak sistem.
2. Relay SRD-05VDC-SL-C:
 - a. Slot GND pada relay dihubungkan ke slot - pada breadboard.
 - b. Slot VCC pada relay dihubungkan ke slot + pada breadboard.
 - c. Slot IN pada relay dihubungkan ke pin D6 pada NodeMCU.
 - d. Slot terminal COM pada relay dihubungkan ke terminal current. Relay SRD-05VDC-SL-C adalah relay elektromagnetik yang digunakan untuk mengendalikan aliran daya listrik pada perangkat eksternal.
3. Sensor PZEM-004T:
 - a. Pin 5V pada sensor dihubungkan ke slot + pada breadboard.
 - b. Pin GND pada sensor dihubungkan ke slot - pada breadboard.
 - c. Pin RX sensor disambungkan ke pin D2 pada NodeMCU.
 - d. Pin TX sensor dihubungkan ke pin D3 pada NodeMCU.
 - e. Terminal Voltage (VT) pada sensor dihubungkan ke kabel hitam pada transformator arus.

- f. Terminal Current pada sensor dihubungkan ke kabel merah pada transformator arus.
- g. Communication slot pada sensor terhubung ke relay.
- h. Energy slot pada sensor terhubung ke slot terminal 1 socket dan kepala power terminal 1 socket, serta masuk ke dalam transformator arus. Sensor PZEM-004T adalah sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan (*Voltage*) dan arus (*Current*) dalam sistem kelistrikan.

Dengan hubungan yang dijelaskan di atas, NodeMCU berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data dari sensor PZEM-004T melalui pin D2 dan D3. Data tersebut dapat digunakan untuk mengontrol relay SRD-05VDC-SL-C melalui pin D6, yang kemudian mengatur aliran daya listrik pada perangkat eksternal yang terhubung ke terminal current. Selain itu, sensor PZEM-004T juga dapat berkomunikasi dengan relay dan mengambil energi melalui terminal 1 socket dan kepala power terminal 1 socket, serta mengukur tegangan dan arus melalui transformator arus.

2.14. Flowchart

Dibawah ini merupakan alur flowchart dari siklus hidup sistem yang berjalan untuk Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis Internet Of Things.



Gambar 6. Flowchart

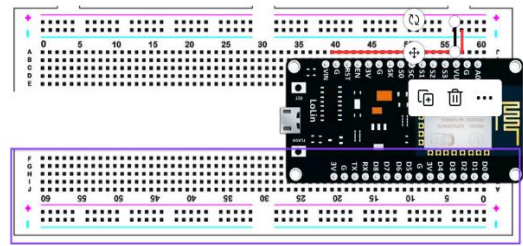
Berikut merupakan penjelasan langkah lebih lanjut mengenai flowchart diatas :

1. Mulai: Ini adalah langkah awal dari alur flowchart. NodeMCU v3 Lolín Mulai: Langkah ini menunjukkan inisialisasi NodeMCU v3 Lolín, yang merupakan sebuah platform hardware yang menggunakan modul ESP8266 untuk menghubungkan ke jaringan Wi-Fi dan mengendalikan relay.
2. Daya Energi Listrik: Langkah ini menunjukkan adanya sumber daya energi listrik yang tersedia. Ada dua tindakan lanjutan yang terjadi:
 - a. Data Sensor PZEM-004T: NodeMCU menangkap data dari sensor PZEM-004T. Setelah itu, ada proses delay selama 2 detik sebelum data sensor dikirimkan.
 - b. Mengirimkan Data Sensor ke Web Server: Data sensor yang telah dikumpulkan dikirimkan ke web server dan diterima olehnya.

3. Daya Energi Listrik Dilanjutkan: Langkah ini mengecek apakah daya energi listrik masih terhubung. Jika tidak, ada dua kemungkinan kondisi:
 - c. Kondisi "No": NodeMCU akan mencoba mengulang koneksi Wi-Fi.
 - d. Kondisi "Yes": NodeMCU akan melanjutkan ke tahap berikutnya.
4. Terhubung ke Wi-Fi: NodeMCU terhubung ke jaringan Wi-Fi.
5. Cek Koneksi Web Server: Langkah ini memeriksa koneksi antara NodeMCU dan web server. Ada dua kemungkinan kondisi:
 - e. Kondisi "Yes": NodeMCU terhubung ke web server.
 - f. Kondisi "No": NodeMCU akan mencoba mengulang koneksi ke web server.
6. Menghubungkan ke Web Server: NodeMCU berhasil terhubung ke web server.
7. Web Server: Langkah ini menunjukkan bahwa NodeMCU sedang berkomunikasi dengan web server.
8. Mendapatkan Mac Address: NodeMCU mendapatkan alamat MAC-nya sendiri.
9. Mengirim Mac Address ke Web Server: NodeMCU mengirimkan alamat MAC-nya ke web server.
10. Mengirim Status Relay: NodeMCU mengirimkan status relay ke web server. Status relay ini mungkin menunjukkan apakah relay sedang dalam keadaan "mati" atau "hidup".
11. NodeMCU Menerima Status: NodeMCU menerima status relay dari web server.
12. Jika Status 1 Maka Mati dan 0 Hidup: Jika status relay yang diterima adalah 1, maka relay akan dimatikan. Jika status relay adalah 0, maka relay akan dinyalakan.

Untuk pembuatan Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis Internet Of Things berikut ini tahapan pembuatan dan pemasangan nya:

1. Hubungkan NodeMCU v3 Lolin dengan breadboard sehingga dapat memiliki pin yang cukup untuk digunakan ke semua perangkat. Seperti



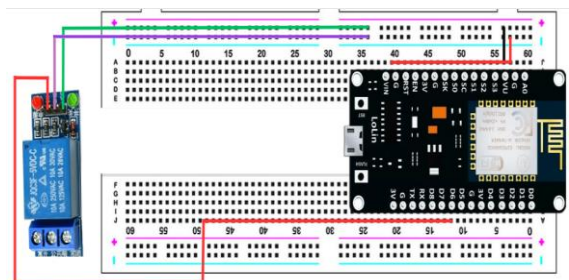
Gambar 7. Schema 1

Seperti schema 1 diatas pasangkan pin VV pada nodemcu ke breadboard (+) serta G (ground) ke breadboard (-).



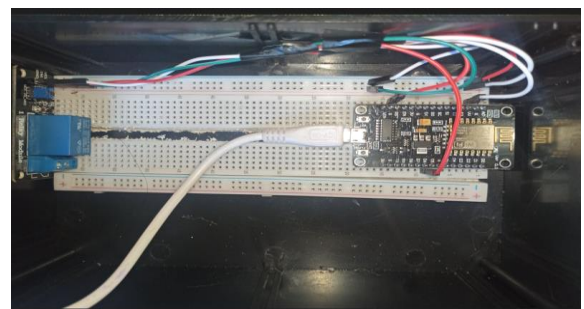
Gambar 8. Pemasangan NodeMCU dengan Breadboard

2. Kemudian hubungkan perangkat 1 Relay Modul ke NodeMCU.



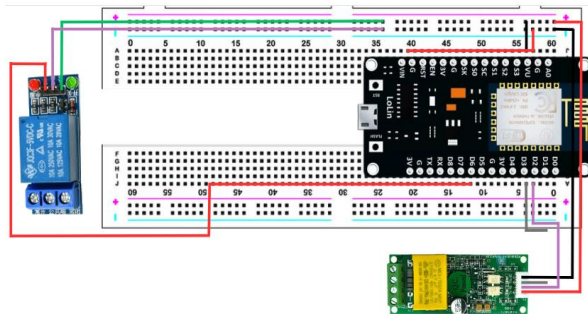
Gambar 9. Schema 2

Seperti schema 2 diatas Sambungkan pin VCC pada relay sejajar ke slot pin breadboard yang sejajar dengan (+) dan sambungkan pin GND dengan (-), sedangkan pin IN1 pada relay hubungkan ke pin D6.



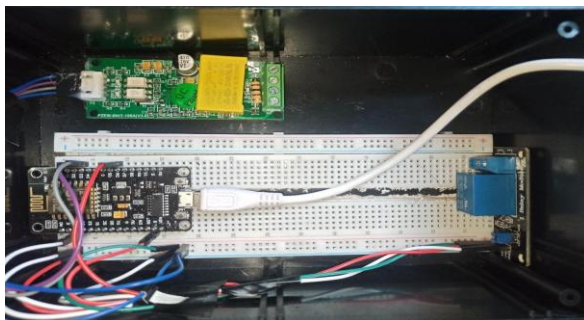
Gambar 10. Pemasangan Relay dengan NodeMCU

- Menghubungkan Sensor PZEM-004T dengan NodeMCU.



Gambar 11. Schema 3

Pada schema 3 diatas, hubungkan pin VCC PZEM-004T ke Breadboard yang terhubung dengan slot (+), GND ke breadboard slot (-), RX ke D3 dan TX ke D2.

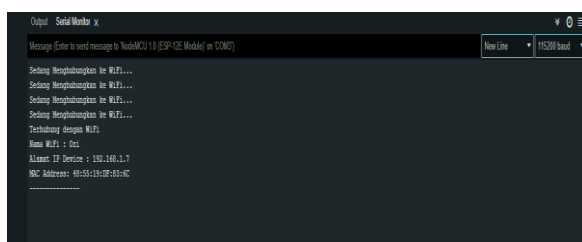


Gambar 12. Pemasangan PZEM-004T dengan NodeMCU

- Menghubungkan Sensor PZEM-004T dengan Transformator arus (current transformator) untuk mengukur arus listrik dengan mengubah arus yang besar menjadi arus yang lebih kecil dan proporsional.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah implementasi untuk Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik berbasis Internet Of Things. Menampilkan alat terhubung dengan koneksi internet.



Gambar 13. Terhubung Internet

Menampilkan respon bahwa alat mendapatkan HTTP Respon Code 200 untuk memastikan dapat terhubung oleh web server

HTTP Response code: 200

Gambar 14. Memastikan data dapat diterima oleh web server

Menampilkan response ketika Schedule dibuat

```
-----
Schedule ID: 2
Nama Schedule: tes
Time: 1688170234
Status: on
Schedule Condition: once
-----
```

Gambar 15. Menampilkan schedule ketika dibuat

```
-----
Timer ID: 2
Device Name: tes
Duration: 300
Status: on
-----
```

Gambar 16. menampilkan timer ketika dibuat.

TABEL I. PENGUJIAN SISTEM

No	Langkah Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh	Kesimpulan
1	Pengujian Koneksi Wi-Fi			
	Koneksi Wi-Fi	Wi-Fi Dapat Terhubung	Terhubung	Koneksi WiFi berfungsi dengan baik.
2	Pengujian Sensor dan Transformator Arus			
	Sensor PZEM-004T Terbaca	Sensor dapat Terbaca	Terbaca	Sensor PZEM-004T dapat membaca data dengan benar.
3	Pengujian Relay dan Terminal Socket			
	Koneksi Relay dan Terminal Socket	Relay dengan Socket Terhubung	Terhubung	Koneksi antara relay dan terminal socket berhasil.
	Pengontrolan Relay	Mengontrol Relay Sesuai	Berhasil	Relay dapat dikontrol dengan sukses.
4	Pengujian Koneksi ke Web Server			

	Koneksi ke Web Server	Web Server dapat Terhubung	Terhubung	Koneksi ke web server berhasil.
	Mengirim Data Sensor ke Web Server	Mengirim Data ke Web Server Berhasil	Berhasil	Data sensor berhasil dikirim ke web server.
5	Pengujian Tampilan Data			
	Tampilan Data Sensor	Menampilkan Data Sensor	Berhasil	Data sensor yang ditampilkan sesuai dengan benar.
	Tampilan Data Status Relay	Dapat menampilkan status Relay Dengan sesuai	Benar	Data relay yang ditampilkan sesuai dengan status relay yang sedang berjalan.
	Tampilan Data Schedule	Dapat menampilkan data schedule	Benar	Data schedule ditampilkan dengan benar.
	Tampilan Data Countdown	Dapat menampilkan data schedule	Benar	Data countdown ditampilkan dengan benar.
6	Pengujian Fungsionalitas Keseluruhan			
	Respons Sistem Sesuai Harapan	Sesuai	Sesuai	Sistem memberikan respons sesuai dengan harapan.
	Integrasi Komponen Sistem	Berhasil	Berhasil	Integrasi antara semua komponen sistem berjalan dengan baik.
7	Pengujian Performa	Memadai	Memadai	Sistem memiliki delay waktu yang berbeda antara 3-pada Internet yang digunakan.
8	Pengujian Keselamatan	Memadai	Memadai	Sistem memiliki perlindungan yang memadai.

TABEL II. PENGUJIAN DATA SENSOR PZEM-004T

No	Alat	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Energy (kWh)	Fq (Hz)	pf	Hasil
1	Kipas Angin Okaya	219.4	0.07	13.2	1.35	50	0.8	Menampilkan data

	ma 6inch							dengan sesuai
2	Charge Redmi Note 8	220.0	0.07	6.00	1.35	49.9	0.41	menampilkan data dengan sesuai
3	Setrika Miyako El-1019 SP	215.70	1.44	310.40	1.36	50	1.00	Menampilkan data dengan sesuai

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pembahasan dari Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis Internet Of Things yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan untuk melakukan monitoring penggunaan daya energi listrik rumah sistem sudah mampu melakukan dan mengontrol arus energi listrik rumah.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan pengontrolan yang dilakukan oleh relay dapat di response dan berjalan dengan nilai 1 akan menyambungkan arus listrik begitu dengan nilai 0 akan memutus arus aliran listrik.
3. Pengujian terhadap perangkat elektronik berjalan dengan baik dengan memiliki jeda berkisaran 3 hingga 10 detik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berbagai anugerah yang telah diberikan sehingga saya berhasil menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Saya sangat berterima kasih kepada orang tua saya yang saya cintai karena doa, dukungan moral, dan kasih sayang yang terus menerus mereka berikan selama saya belajar. Tanpa bantuan dan motivasi mereka, saya tidak akan bisa mencapai titik ini.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Tanah Laut, kampus yang sangat saya cintai, atas fasilitas dan lingkungan belajar yang mendukung. Bantuan dari seluruh staf pengajar dan pihak kampus sangat penting untuk kelancaran studi dan penelitian ini.

Terakhir, saya menyampaikan terima kasih kepada semua orang yang telah membantu dan

mendukung selama proses penelitian ini. Semoga setiap kebaikan yang telah diberikan akan mendapatkan balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa.

Daftar Pustaka:

- [1] M. A. Rahmanta and P. A. Wibowo, "Kajian Pemanfaatan Potensi Energi Baru Terbarukan Setempat Untuk Meningkatkan Bauran Energi Baru Terbarukan di Pulau Pusong, Nangroe Aceh Darussalam," *Energi & Kelistrikan*, vol. 13, no. 2, pp. 231–241, 2021, doi: 10.33322/energi.v13i2.1496.
- [2] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, "Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik," *J. Tekonologi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [3] I. I. Kamuihkar, I. M. Parsa, and C. P. Tamal, "Pengaruh Pemanfaatan Listrik Dan Bahayanya Bagi Keselamatan Manusia Terhadap Tingkat Pemahaman Masyarakat Desa Tribur Kecamatan Abad Selatan Kabupaten Alor," *J. Spektro*, vol. 5, no. 1, pp. 18–24, 2022.
- [4] D. S. Lambey, N. Amin, Y. S. Pirade, and R. Santoso, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Kantor Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Tojo Una-Una," *Foristek*, vol. 11, no. 2, pp. 108–114, 2021, doi: 10.54757/fs.v11i2.112.
- [5] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [6] A. P. O. Amame, R. W. Febriana, M. Artiyasa, and husain, *Pemanfaatan Dan Penerapan Internet of Things (Iot) Di Berbagai Bidang*. 2023. [Online]. Available: [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=8zWqEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Pemanfaatan+Dan+Penerapan+Internet+of+Things+\(Iot\)+Di+Berbagai+Bidang&ots=gYUiesA2UR&sig=2Xfj4hOaBFS-mCzF3bNuWr7E93U&redir_esc=y#v=onepage&q=Pemanfaatan+Dan+Penerapan+Internet+of](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=8zWqEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Pemanfaatan+Dan+Penerapan+Internet+of+Things+(Iot)+Di+Berbagai+Bidang&ots=gYUiesA2UR&sig=2Xfj4hOaBFS-mCzF3bNuWr7E93U&redir_esc=y#v=onepage&q=Pemanfaatan+Dan+Penerapan+Internet+of)
- [7] T. Lesmana and M. Silalahi, "RANCANGAN BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IOT Ari," *Comasie*, vol. 3, no. 3, pp. 21–30, 2020.
- [8] Anggiat, "Implementasi Internet of Things Dalam Aplikasi Monitoring Penggunaan Air Rumah Kost Dan Rumah Kontrakan," pp. 10–11, 2021, [Online]. Available: <https://repository.uir.ac.id/9122/1/163510038.pdf>
- [9] A. B. S. Umbu, "Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah YL-69 untuk Sistem Pengukuran Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 1, pp. 62–71, 2023.
- [10] G. T. Mardiani, "SISTEM MONITORING DATA ASET DAN INVENTARIS Universitas Komputer Indonesia Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)," *J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2013.
- [11] D. Anugrah, "Penerapan Hukum Kirchhoff dan Hukum Ohm pada Metode Analisis Rangkaian Listrik Menggunakan Simulasi Simulasi Software Electronics Workbench," *Jupiter (Jurnal Pendidik. Tek. Elektro)*, vol. 8, no. 1, p. 47, 2023, doi: 10.25273/jupiter.v8i1.16062.
- [12] S. M. Siagian and S. Chrisna HS, "Analisis Karakteristik Hasil Pengukuran Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Suatu Resistansi," *J. Vor.*, vol. 2, no. 1, pp. 48–52, 2021, doi: 10.54123/vorteks.v2i1.34.
- [13] S. V. A. Gede Wiratma Jaya1), "Rangkaian listrik merupakan suatu susunan komponen elektronika yang saling dihubungkan satu sama lain dengan metode tertentu dan paling sedikit memiliki satu lserdhana menggunakan resistor yang dialirkan arus listrik dari sumber tegangan DC. Sedang," *Kaji. Teor. Arus List. Dan Daya List. Pada Rangkaian Resist. Seri Dan Paralel Berdasarkan Jumlah Resist. Yang Digunakan*, vol. Volume 9, pp. 87–93, 2023.
- [14] M. L. Dan and M. Listrik, "Muatan listrik dan medan listrik," in *Muatan Listrik*, 2022, p. 163.
- [15] Rizawayani, S. A. Sari, and R. Safitri, "Pengembangan Media Poster Pada Materi Struktur Atom Di Sma Negeri 12 Banda Aceh," *J. Pendidik. Sains Indones.*, vol. 05, no. 01, pp. 127–133, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/jpsi>
- [16] D. Kurniawan, E. Sutoyo, and B. Hartono, "Analisa Energi Impak Pada Biji Melinjo Dengan Menggunakan Alat Press Primover Compressed Air System," *J. ALMIKANIK*, vol. 2, no. 3, pp. 106–112, 2020.
- [17] A. A. Solikah and B. Bramastia, "Systematic Literature Review: Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 1, pp. 27–

- 43, 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.21742.
- [18] D. Ariyanto, "Rancang Bangun Sistem Penghitung Komponen Elektronika Menggunakan Esp32-Cam," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 471–479, 2024, doi: 10.47709/digitech.v4i1.4306.
- [19] B. A. Nugroho, S. Sudjadi, and Y. Christyono, "Rancang Bangun Frekuensi Meter Listrik Berbasis Atmega328," *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 1069, 2019, doi: 10.14710/transient.7.4.1069-1074.
- [20] S. I. Rezkika *et al.*, "Radio Frequency Energy Harvesting pada Antena Mikrostrip Array Frekuensi 2100 MHz," vol. 14, no. 02, pp. 243–255, 2024.
- [21] A. Wahyudi, F. N. Fajri, and S. Syaiful, "Pemanfaatan Radio Frequency Identification (RFID) Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Perancangan Palang Pintu Otomatis di Universitas Nurul Jadid," *GUYUB J. Community Engagem.*, vol. 1, no. 2, pp. 117–130, 2020, doi: 10.33650/guyub.v1i2.1418.
- [22] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang," *INTEGER J. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 33–40, 2021, doi: 10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423.
- [23] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, p. 187, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [24] P. Pian, I. Sulistiyowati, and A. Wisaksono, "Perancangan Alat Perbaikan Faktor Listrik Rumah Tangga Dengan Monitoring Telegram," *JEEDCOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 71–77, 2023, doi: 10.33650/jeecom.v5i1.5841.
- [25] S. Anwar, T. Artono, and J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [26] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, and Erma Sova, "Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.334.
- [27] L. A. Yuliani, L. Nurpulaela, and U. Latifa, "Implementasi Node MCU Sebagai Serial Komunikasi dengan Arduino Uno pada Smart Shopping Trolley," *J. ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 48–55, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.282.