

Perancangan Dan Implementasi Sistem *Monitoring* Arus Listrik Berbasis *IoT* Dengan Algoritma *Moving Average* Dan *Thingspeak*

Dimas Abimanyu Prasetyo¹, Joni Warta², Wowon Priatna³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Juli 15, 2025

Revised Agustus 15, 2025

Accepted Agustus 31, 2025

Kata Kunci:

Internet of Things,
Listrik,
Rata-rata Bergerak, NodeMCU,
ThingSpeak

Keywords:

Internet of Things,
Electric,
Moving Average, *NodeMCU*,
ThingSpeak

ABSTRAK

Berdasarkan data PLN, gangguan kelistrikan di wilayah perumahan meningkat sebesar 12%, sementara pembelian energi oleh pembangkit listrik naik sebesar 6% dibandingkan tahun sebelumnya. Sebagian besar gangguan disebabkan oleh ketidakstabilan arus listrik serta penggunaan peralatan rumah tangga secara bersamaan tanpa manajemen beban memadai. Pada tahun 2024, tingkat susut energi tercatat 8,55%, terdiri atas susut transmisi 2,03% dan susut distribusi 6,65%, menunjukkan bahwa pengelolaan energi yang efisien masih menjadi tantangan. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem yang mampu mendeteksi dan memantau faktor daya secara *real-time*, mengukur dan mencatat nilai energi listrik secara akurat dan *real-time*, serta merancang *platform* berbasis *IoT* untuk *monitoring* arus listrik. Penelitian dilakukan di lingkungan rumah tangga nyata, dengan penyesuaian lokasi dan waktu untuk mendukung proses pengambilan data. Hasil menunjukkan sistem berhasil mengirimkan data arus, daya, dan energi dengan interval 15 detik. Sensor PZEM-004T menunjukkan akurasi tinggi. Metode *Simple Moving Average (SMA)* juga memberikan hasil akurat dalam menghitung total daya. Sistem *IoT* yang dirancang mampu memantau penurunan faktor daya secara *real-time* serta mencatat energi yang digunakan. Melalui *platform* ThingSpeak, sistem menyediakan informasi arus listrik yang berguna bagi pengguna rumah tangga untuk mengelola konsumsi energi secara efisien.

ABSTRACT

According to PLN data, power outages in residential areas increased by 12%, while energy purchases by power plants increased by 6% compared to the previous year. Most of the disruptions are caused by unstable electrical currents and the simultaneous use of household appliances without adequate load management. In 2024, the energy loss rate was recorded at 8.55%, consisting of transmission losses of 2.03% and distribution losses of 6.65%, indicating that efficient energy management remains a challenge. The objectives of this research are to design a system capable of detecting and monitoring power factors in real time, measuring and recording electrical energy values accurately and in real time, and designing an IoT-based platform for monitoring electrical current. The research was conducted in a real household environment, with location and time adjustments to support the data collection process. The results show that the system successfully transmits current, power, and energy data at 15-second intervals. The PZEM-004T sensor demonstrates high accuracy. The Simple Moving Average (SMA) method also provides accurate results in calculating total power. The designed IoT system can monitor power factor degradation in real time and record energy use. Through the ThingSpeak

platform, the system provides useful electrical current information for household users to efficiently manage energy consumption.

This is an open access article under the [CC BY](#) license



Corresponding Author:

Joni Warta
Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya,
Bekasi, Indonesia
Email: joniwarta@dsn.ubharajaya.ac.id

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan esensial dalam kehidupan manusia modern. Hampir seluruh aktivitas manusia bergantung pada perangkat yang menggunakan energi listrik sebagai sumber daya utama. Seiring dengan berkembangnya teknologi, permintaan terhadap listrik mengalami peningkatan signifikan setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh tingginya laju produksi peralatan elektronik oleh produsen, yang dirancang untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia, baik di sektor rumah tangga, perkantoran, industri, olahraga, hingga perangkat pribadi seperti telepon pintar [1].

Permasalahan kelistrikan secara umum di kawasan lingkungan, termasuk di Jalan Melur 5, Kelurahan Jakasampurna, Kecamatan Bekasi Barat, masih terjadi dengan frekuensi yang cukup tinggi. Ketidakstabilan arus menjadi hal yang umum dijumpai, disertai ketidakseimbangan antara konsumsi energi dan penggunaan aktual, serta kurangnya pengawasan yang efektif dan efisien terhadap penggunaan energi. Berdasarkan data PLN [2], gangguan kelistrikan di wilayah perumahan mengalami peningkatan sebesar 12%, sementara pembelian energi oleh pembangkit listrik juga naik sebesar 6% dibandingkan tahun sebelumnya. Sebagian besar gangguan tersebut disebabkan oleh ketidakstabilan arus listrik serta penggunaan peralatan rumah tangga secara bersamaan tanpa manajemen beban yang memadai. Pada tahun 2024, tingkat susut energi tercatat mencapai 8,55%, yang terdiri atas susut transmisi sebesar 2,03% dan susut distribusi sebesar 6,65%, menunjukkan bahwa pengelolaan energi secara efisien masih menjadi tantangan. Salah satu kebutuhan yang muncul dari kondisi ini adalah sistem monitoring arus listrik yang tidak hanya mampu menyajikan data secara real-time, tetapi juga dapat diakses dengan mudah oleh pengguna, khususnya rumah tangga. Penggunaan platform *Internet of Things (IoT)* seperti ThingSpeak menawarkan solusi untuk memenuhi kebutuhan ini melalui penyimpanan, pemantauan, dan visualisasi data secara berbasis cloud [3].

Penurunan kualitas faktor daya sistem daya adalah masalah yang perlu dijaga seminimal mungkin. Kerugian akan terjadi akibat penurunan kualitas faktor daya. Sebagai contoh, pengguna tenaga listrik akan mengalami kapasitas daya terpasang yang lebih tinggi dan efisiensi tenaga listrik yang lebih rendah sebagai akibat dari kehilangan tegangan sistem dan pemanfaatan kapasitas daya yang tidak optimal. Penyedia layanan tenaga listrik menderita karena harus meningkatkan kapasitas daya sistem [4].

Jumlah energi listrik yang digunakan harus diukur untuk menentukan berapa banyak yang digunakan. Prosedur pengukuran dan pencatatan masih dilakukan dengan tangan, sehingga data tidak dapat dikumpulkan kapan saja, dan hasilnya membutuhkan waktu yang lama karena harus mengunjungi lokasi pengukuran untuk melakukan pengukuran [5]. Berbagai penelitian tersebut melibatkan penggunaan sistem yang pada dasarnya berbasis teknologi *Internet of Things (IoT)*. Seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan jumlah perangkat yang terhubung ke internet, pemanfaatan perangkat ini telah menjadi standar dalam komunikasi antar komponen di berbagai bidang, seperti kesehatan, pengelolaan kota, maupun keamanan [6]. Istilah "*Internet of Things*" atau *IoT* menggambarkan

penggunaan sensor, konektivitas jaringan internet, dan teknologi informasi untuk memungkinkan koneksi perangkat non-komputer satu sama lain melalui internet. Gadget-gadget ini memiliki kemampuan untuk membuat, mengirim, menerima, mengumpulkan, dan berbagi data. Sistem Monitoring Arus Listrik dapat didukung oleh *Internet of Things (IoT)* [7][8]. Alat *Monitoring* penggunaan energi listrik diperlukan agar dapat mengawasi energi listrik. Dengan menunjukkan daya, tegangan, arus, dan biaya penggunaan di dalam ruangan, alat pemantau ini akan memudahkan pengguna untuk mengawasi seberapa besar energi listrik yang digunakan [9]. *IoT* merupakan bentuk komunikasi yang relatif baru dan banyak digunakan dalam berbagai konteks, termasuk lingkungan. Untuk memperoleh hasil yang diharapkan dari suatu sistem, diperlukan penerapan layanan dan aplikasi baru yang melibatkan komunikasi antara perangkat dengan data atau objek lain, baik melalui koneksi kabel maupun nirkabel dengan metode yang inovatif. Salah satu tujuan utama *IoT* adalah mempermudah siapa saja untuk melakukan pengendalian terhadap berbagai perangkat kapan pun dan di mana pun secara global [10].

Metode *Moving Average (MA)* merupakan salah satu teknik statistik yang banyak digunakan dalam bidang ekonomi dan analisis deret waktu untuk mereduksi fluktuasi jangka pendek serta mengidentifikasi arah tren, termasuk titik *support* dan *resistance* dalam grafik harga [11]. Salah satu bentuk paling sederhana dari metode ini adalah *Simple Moving Average (SMA)*, yaitu pendekatan yang menghitung nilai rata-rata dari sejumlah data terakhir dalam suatu periode tertentu guna menghaluskan variasi data dan menyoroti tren jangka pendek secara lebih sistematis [12][13]. Perhitungan *SMA* dilakukan dengan menjumlahkan nilai-nilai data sebelumnya, seperti harga sekuritas, kemudian membaginya dengan jumlah periode pengamatan [14][15]. *SMA* memiliki tingkat aplikabilitas yang tinggi dalam analisis data deret waktu karena mampu menyajikan pola tren secara lebih halus, menjadikannya alat bantu yang efektif untuk kebutuhan prediksi jangka pendek hingga menengah di berbagai bidang.

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan telah menjadi acuan dalam penelitian ini. Novarida dkk. pada tahun 2024[12] menerapkan metode *simple moving average (SMA)* untuk meramalkan penjualan multi-produk, dengan hasil yang menunjukkan bahwa metode tersebut mampu mereduksi fluktuasi data penjualan dan memberikan prediksi yang cukup akurat, terutama pada produk dengan tren yang stabil. Hadijah dkk. pada tahun 2024[12] juga menggunakan metode *SMA* untuk meramalkan harga saham dengan memanfaatkan data yang diperoleh melalui teknik *web scraping*, dan hasilnya menunjukkan tingkat akurasi yang baik serta kesalahan prediksi yang rendah. Widodo dkk. pada tahun 2015[14] mengkaji penerapan metode *simple moving average (SMA)* dan *exponential moving average (EMA)* untuk menentukan tren harga saham perusahaan, di mana hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kedua metode efektif dalam memetakan tren harga saham, meskipun *EMA* memberikan tingkat akurasi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan *SMA*.

2. METODE

2.1 Kerangka Penelitian

Untuk mendukung proses penyusunan penelitian ini, diperlukan suatu kerangka penelitian yang tersusun secara sistematis dan jelas pada setiap tahapannya. Kerangka tersebut berfungsi sebagai panduan langkah-langkah yang akan ditempuh dalam rangka menyelesaikan permasalahan yang menjadi fokus kajian. Adapun kerangka penelitian yang diterapkan dalam studi ini disusun sebagai berikut.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

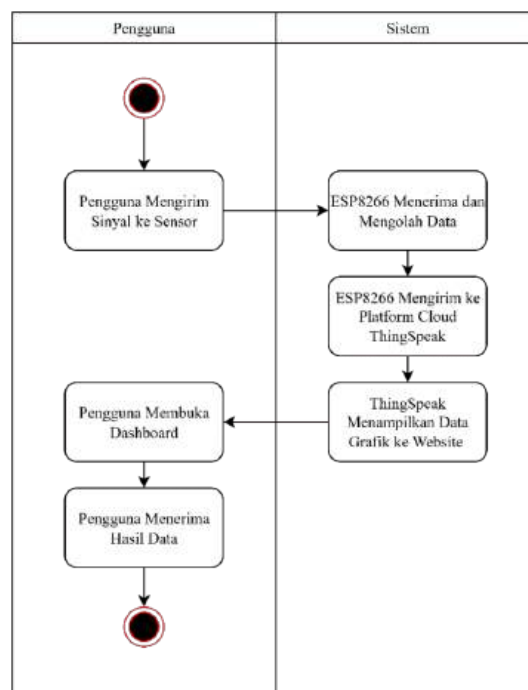
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yang bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis data secara sistematis dalam rangka memecahkan permasalahan terkait monitoring arus listrik. Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung proses perancangan dan

implementasi sistem *monitoring* arus listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan menggunakan algoritma *Moving Average* dan *platform* ThingSpeak.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini disusun sebagai langkah-langkah sistematis dalam penyusunan laporan penelitian, yang berfungsi sebagai kerangka utama agar arah penelitian tetap terjaga dan tujuan penelitian tercapai. Dengan penerapan teknik yang terstruktur ini, diharapkan dapat meminimalisasi terjadinya kesalahan dalam proses penyusunan laporan penelitian.

2.6 Analisa Sistem Usulan

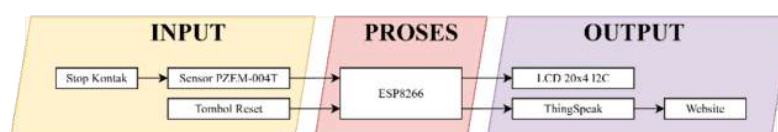
Pada tahap analisis sistem usulan, dirancang *platform monitoring* arus listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* yang melibatkan dua aktor utama, yaitu pengguna dan sistem. Dalam sistem ini, pengguna mengakses halaman *web* untuk memantau *dashboard monitoring* arus listrik. Data yang ditampilkan pada *dashboard* merupakan hasil pengukuran sensor yang telah diproses oleh mikrokontroler ESP8266, kemudian dikirim dan divisualisasikan melalui *platform* ThingSpeak.



Gambar 1. Diagram Sistem Usulan

2.7 Blok Diagram Monitoring Listrik

Blok diagram berfungsi untuk menyajikan gambaran secara menyeluruh mengenai alur kerja sistem monitoring arus listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dirancang. Diagram ini memvisualisasikan keterkaitan antara komponen-komponen utama yang berperan dalam sistem, mulai dari proses pengukuran oleh sensor arus hingga pengiriman data menuju *platform cloud* ThingSpeak. Melalui blok diagram ini, diharapkan alur sistem dapat lebih mudah dipahami sebelum tahap implementasi dilakukan.



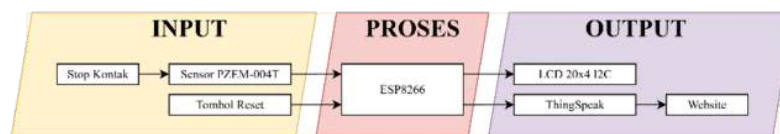
Gambar 2. Blok Diagram Monitoring Listrik

Pada blok diagram tersebut, sensor arus berperan dalam mengukur arus listrik yang mengalir melalui beban. Data hasil pengukuran kemudian diteruskan ke mikrokontroler ESP8266 yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data. Setelah diproses, data tersebut secara otomatis dikirimkan ke *platform cloud* ThingSpeak melalui koneksi internet. ThingSpeak berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan visualisasi data, sehingga pengguna dapat memantau hasil pengukuran secara *online* melalui *dashboard* yang tersedia pada *website*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.2 Blok Diagram

Blok diagram pada Gambar 4 menggambarkan rancangan sistem *monitoring* arus listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dikembangkan pada penelitian ini. Sistem ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *input*, proses, dan *output*, yang terintegrasi untuk memungkinkan pemantauan konsumsi listrik secara *real-time*.

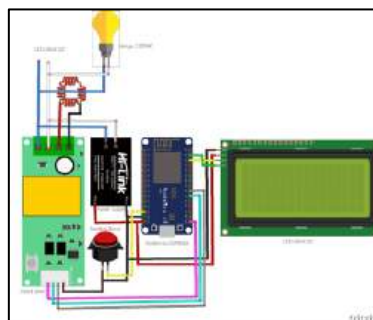


Gambar 3. Blok Diagram

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada bagian *input*, sistem menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan energi listrik dari sumber listrik rumah tangga. Terdapat pula tombol *reset* sebagai kontrol manual. Data hasil pengukuran dikirim ke mikrokontroler ESP8266 untuk diproses. Pada bagian *output*, data ditampilkan secara langsung melalui LCD 20x4 berbasis I2C dan dikirim ke *platform* ThingSpeak untuk penyimpanan dan visualisasi data secara daring, sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

3.3 Desain Perangkat Keras

Tahapan ini menjelaskan hubungan antar komponen elektronik yang saling terintegrasi untuk melakukan pembacaan, pemrosesan, dan pengiriman data parameter listrik secara *real-time*. Gambar 4.2 menampilkan keterhubungan antara sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU), LCD 20x4 I2C, serta berbagai modul pendukung lainnya yang secara bersama-sama membentuk sistem *monitoring* arus listrik yang efektif dan efisien.



Gambar 4. Desain Perangkat Keras *IoT Monitoring* Listrik

Gambar 4 menunjukkan diagram rangkaian sistem *monitoring* arus listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memanfaatkan sensor PZEM-004T sebagai alat ukur berbagai parameter listrik, meliputi tegangan, arus, daya, dan energi listrik. Sensor ini terhubung langsung dengan sumber beban listrik AC 220V, yang pada simulasi ini menggunakan beban berupa lampu. Sensor PZEM-004T berfungsi untuk mendeteksi nilai parameter listrik pada jalur beban, kemudian mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 melalui komunikasi serial berbasis UART. NodeMCU

berperan sebagai pusat kendali yang memproses data dari sensor, lalu mengirimkannya ke *platform cloud* ThingSpeak untuk keperluan pemantauan secara daring. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan LCD 20x4 I2C yang digunakan untuk menampilkan data hasil *monitoring* secara langsung di lokasi. Modul *power supply* AC-DC Hi-Link juga digunakan dalam sistem ini untuk mengonversi tegangan AC 220V menjadi DC 5V yang kemudian digunakan sebagai sumber daya bagi NodeMCU, LCD, dan sensor PZEM-004T. Sistem juga dilengkapi dengan tombol *reset* yang terhubung ke NodeMCU untuk melakukan *reset* secara manual apabila terjadi gangguan atau kesalahan pada perangkat. Dengan demikian, seluruh komponen dalam sistem ini saling terintegrasi membentuk sebuah perangkat *monitoring* arus listrik yang mampu bekerja secara *real-time*, akurat, dan efisien.

3.4 Rangkaian Perangkat Keras

Bagian ini menjelaskan mengenai bentuk fisik dan integrasi rangkaian perangkat keras pada sistem *monitoring* arus listrik yang telah dikembangkan. Rangkaian sistem ini terdiri atas beberapa komponen utama yang dirancang untuk bekerja secara terintegrasi dalam melakukan pengukuran, pemrosesan, serta pengiriman data arus listrik secara otomatis dan *real-time*. Sistem ini mengombinasikan sensor arus, mikrokontroler, modul komunikasi nirkabel, serta perangkat tampilan lokal untuk mendukung akuisisi dan visualisasi data. Integrasi seluruh komponen tersebut bertujuan menghasilkan perangkat yang mampu memantau konsumsi listrik secara efisien dan dapat diakses dari jarak jauh melalui koneksi internet.

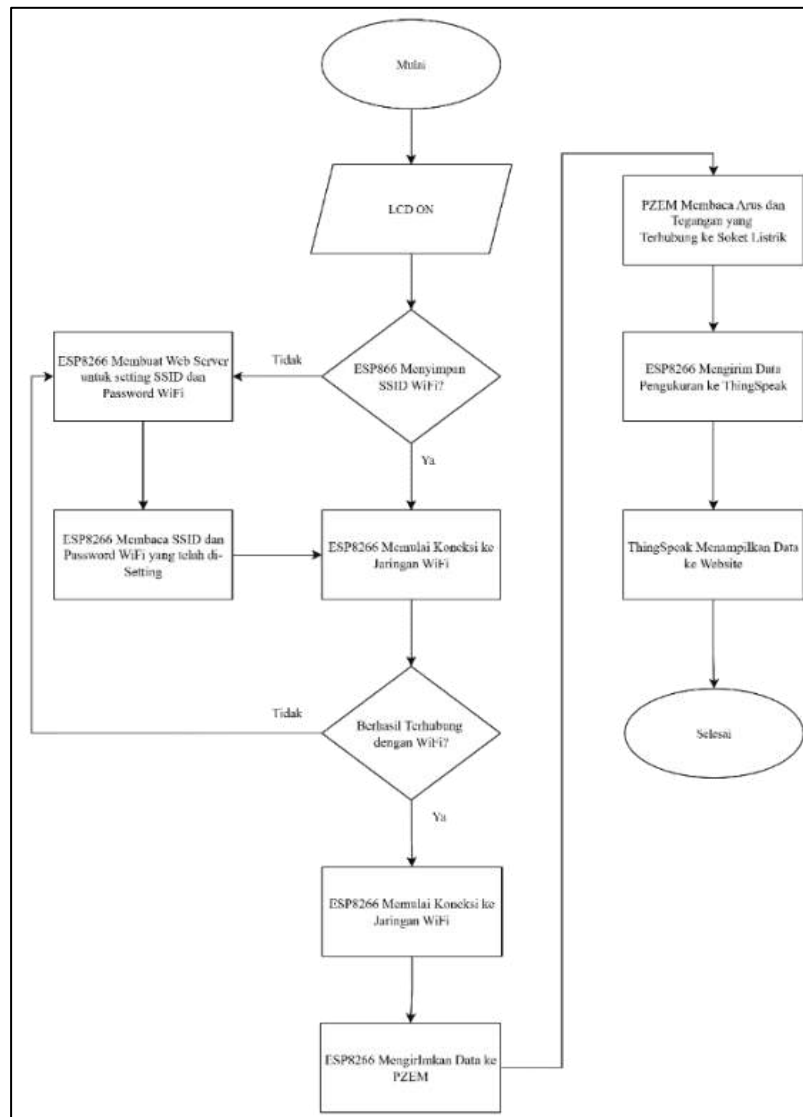


Gambar 5. Rangkaian Perangkat Keras

Gambar 5 menunjukkan bentuk fisik keseluruhan rangkaian alat yang telah dirakit di dalam *casing* pelindung. Pada rangkaian ini, sensor arus berperan sebagai komponen input utama, sedangkan mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pemrosesan data. Modul WiFi yang terintegrasi pada mikrokontroler memungkinkan pengiriman data secara langsung ke *platform IoT*. Selain itu, perangkat ini juga dilengkapi dengan LCD untuk menampilkan data arus secara lokal. Seluruh komponen disusun secara sistematis guna memudahkan proses pemeliharaan serta memastikan keamanan dan kestabilan operasional alat dalam jangka panjang. Rangkaian ini menjadi komponen inti dalam sistem *monitoring* arus listrik berbasis *IoT* yang mendukung pemantauan otomatis secara efisien dan berkelanjutan.

3.5 Flowchart Diagram

Flowchart Diagram pada Gambar 6 menunjukkan alur kerja sistem *monitoring* arus listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dikembangkan dalam penelitian ini. Diagram tersebut memaparkan proses utama yang dijalankan oleh perangkat, mulai dari inisialisasi komponen, pembacaan data sensor, pengiriman data ke *platform cloud* ThingSpeak, hingga penampilan data pada LCD dan *website*. Setiap tahapan dirancang agar sistem dapat beroperasi secara otomatis dan *real-time*.



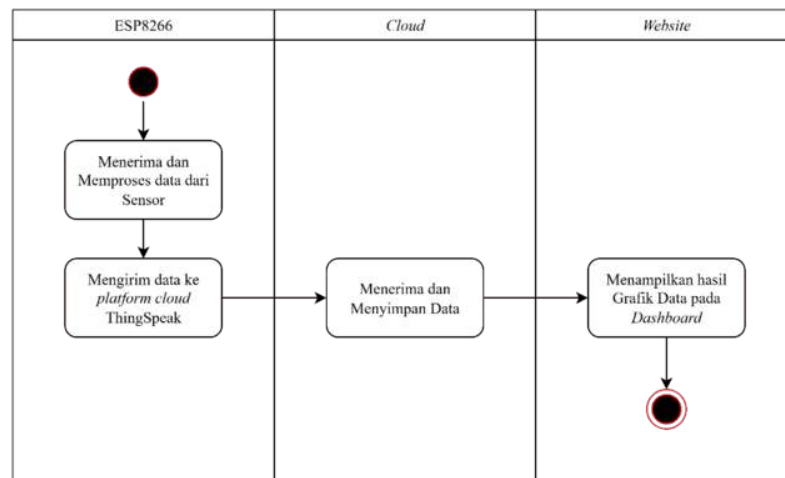
Gambar 6. Flowchart Diagram Sistem Monitoring Arus Listrik

Gambar 6 menunjukkan bahwa proses dimulai dari inisialisasi perangkat keras seperti NodeMCU, LCD, sensor PZEM-004T, dan koneksi WiFi. Setelah inisialisasi, sistem memeriksa status koneksi WiFi. Jika terhubung, sistem akan membaca data parameter listrik dari sensor, menampilkannya secara langsung pada LCD, dan mengirimkan data tersebut ke *platform* ThingSpeak. *Platform* ini kemudian menyajikan data secara *online* melalui tampilan berbasis web. Proses ini berjalan secara berulang untuk memastikan data yang ditampilkan selalu terbaru dan dapat diakses baik secara lokal maupun jarak jauh.

3.6 Activity Diagram

Pada tahap ini, ditampilkan *activity diagram* yang menggambarkan alur aktivitas sistem, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7. Diagram tersebut menjelaskan proses yang dimulai dari mikrokontroler ESP8266 yang berfungsi menerima dan memproses data dari sensor arus listrik. Setelah data diproses, informasi tersebut dikirimkan ke *platform cloud* ThingSpeak. Selanjutnya, ThingSpeak

akan menerima dan menyimpan data tersebut secara otomatis, kemudian menampilkan hasil pengolahan data dalam bentuk grafik melalui antarmuka *website*.



Gambar 7. Activity Diagram Monitoring Listrik

3.7 Koneksi Hardware dengan Cloud

Bagian ini menjelaskan implementasi koneksi antara perangkat keras sistem monitoring arus listrik dengan *platform cloud* ThingSpeak. Proses koneksi ini memungkinkan data hasil pengukuran sensor dikirimkan secara otomatis ke ThingSpeak melalui koneksi internet yang didukung oleh modul WiFi pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Integrasi dengan ThingSpeak memungkinkan data arus listrik dapat dipantau secara *real-time* melalui web, serta tersimpan di *cloud* untuk kebutuhan analisis lebih lanjut.

3.7.1. Koneksi Alat dengan WiFi dan API ThingSpeak

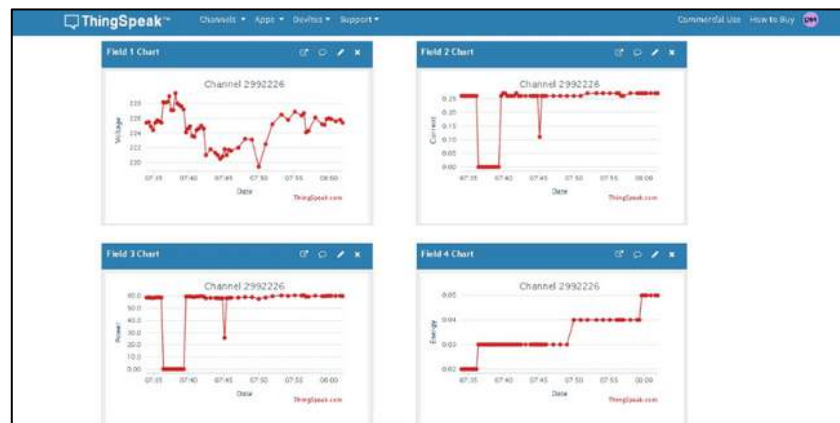
Kode program dibawah menunjukkan konfigurasi koneksi WiFi dan integrasi dengan *platform* ThingSpeak. Pada bagian tersebut, variabel *ssid* dan *password* berisi nama jaringan WiFi serta kata sandi yang digunakan untuk menghubungkan perangkat ke internet. Selanjutnya, variabel *apiKey* berisi *API Key* yang digunakan untuk mengautentikasi pengiriman data ke ThingSpeak, sedangkan variabel *server* berisi alamat *endpoint* ThingSpeak yang akan digunakan untuk proses pengiriman data. Konfigurasi ini merupakan bagian penting dalam sistem karena berfungsi untuk memastikan data dari sensor dapat dikirim secara otomatis dan *real-time* ke *platform cloud* ThingSpeak melalui koneksi WiFi.

3.7.2 Pengiriman data ke ThingSpeak

Kode program yang telah disusun berfungsi untuk mengimplementasikan proses pengiriman data hasil pengukuran arus listrik dari mikrokontroler Arduino ke *platform* ThingSpeak. Dalam proses tersebut, mikrokontroler membaca data dari sensor, lalu memproses dan mengirimkannya secara otomatis ke ThingSpeak. Data yang diterima kemudian disimpan dan ditampilkan dalam bentuk grafik, sehingga hasil pengukuran dapat dipantau secara daring secara *real-time*.

Tahapan untuk menampilkan grafik pada ThingSpeak diawali dengan membuka menu *Channels*, lalu memilih *My Channels* untuk mengakses channel yang telah memuat data pengukuran. Setelah channel tersebut dipilih, langkah berikutnya yaitu menambahkan visualisasi melalui fitur *Add Visualization*. Pada tahap ini, jenis grafik dapat ditentukan sesuai kebutuhan, di mana jenis *chart* digunakan untuk menampilkan data arus listrik yang telah dikirim secara otomatis ke *platform*. Gambar 10. xxxx

Gambar 8 memperlihatkan tampilan grafik pada ThingSpeak yang merepresentasikan data hasil pengukuran dari sistem *monitoring* arus listrik yang telah dikembangkan. Grafik tersebut menampilkan hasil akuisisi sensor yang dikirim secara otomatis melalui mikrokontroler dan kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik garis (*line chart*). Dengan adanya grafik ini, pengguna dapat dengan mudah melakukan analisis dan pemantauan data secara *real-time*, serta mengamati fluktuasi arus listrik dalam periode tertentu secara lebih informatif.



Gambar 8. Grafik pada ThingSpeak

3.8 Integrasi Data dari ThingSpeak ke Antarmuka Web

Bagian ini menunjukkan proses pengambilan data dari *platform IoT ThingSpeak* ke dalam sebuah *website* menggunakan bahasa pemrograman PHP. Dengan memanfaatkan API yang disediakan oleh ThingSpeak, *website* dapat menampilkan data sensor secara *real-time*.

```
<?php
define('TS_CHANNEL_ID', '2992226');
$url =
'https://api.thingspeak.com/channels/' . TS_CHANNEL_ID . '/feeds.json?results=1';
$data = json_decode(file_get_contents($url), true);

if ($data && isset($data['feeds'][0])) {
    $r = $data['feeds'][0];
    // koneksi DB
}
?>
```

Gambar 9. *IoT ThingSpeak*

Potongan kode PHP tersebut berfungsi untuk mengintegrasikan data hasil pemantauan dari *platform Internet of Things (IoT) ThingSpeak* ke dalam aplikasi web. Melalui mekanisme pemanggilan API, kode ini mengambil data terbaru dari kanal tertentu pada ThingSpeak dan memprosesnya untuk kemudian dapat ditampilkan atau digunakan lebih lanjut dalam aplikasi. Implementasi ini memungkinkan sistem web untuk mengakses data sensor secara otomatis *dan real-time* tanpa perlu input manual, sehingga mendukung kemudahan pemantauan dan pengolahan data berbasis *IoT*.

Proses penampilan data grafik dari platform ThingSpeak ke dalam website dilakukan melalui pemanggilan API yang diatur dalam file `fetch_thingspeak.php`. Data yang telah diambil tersebut kemudian ditampilkan kembali pada halaman `page_dashboard.php` menggunakan elemen `iframe` yang

disediakan oleh ThingSpeak. Melalui mekanisme ini, data hasil pemantauan listrik dapat ditampilkan secara langsung pada dashboard website monitoring, sehingga mempermudah visualisasi dan integrasi informasi dalam satu tampilan terpusat.



Gambar 10. Antarmuka Web Dashboard Monitoring Listrik

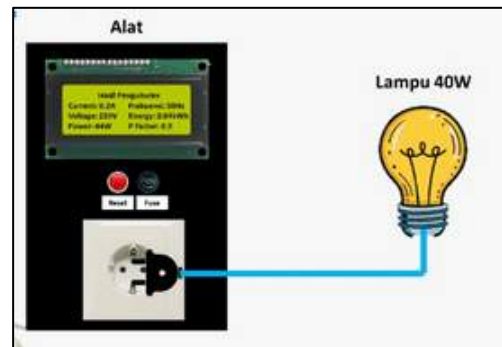
Gambar 10 menampilkan antarmuka Web *Dashboard Monitoring Listrik* yang berfungsi untuk menyajikan data konsumsi energi listrik secara *real-time*. Informasi pada *dashboard* ini diambil dari platform *Internet of Things (IoT)* ThingSpeak dan divisualisasikan dalam dua bentuk, yaitu *gauge meter* dan grafik linier. *Gauge meter* menampilkan nilai konsumsi energi terkini dalam satuan *kilowatt-hour (kWh)*, sedangkan grafik linier menampilkan riwayat penggunaan energi berdasarkan waktu. Desain tampilan ini dirancang untuk memudahkan pemantauan fluktuasi konsumsi energi secara visual dan informatif. Dengan pendekatan visual yang interaktif, dashboard ini mendukung pemantauan kondisi sistem secara berkala serta dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait efisiensi energi. Integrasi antara data *IoT* dan sistem visualisasi web ini menjadi contoh penerapan teknologi informasi dalam sistem pemantauan energi yang adaptif dan efisien.

3.9 Analisis Hasil Perhitungan *Moving Average*

Salah satu tujuan utama dari penelitian ini adalah menerapkan algoritma *Moving Average* untuk menghaluskan data arus listrik yang diterima dari sensor. Data sensor secara inheren dapat mengalami fluktuasi atau *noise* akibat berbagai faktor. Penerapan *Simple Moving Average (SMA)* membantu mengurangi fluktuasi jangka pendek ini dan memperjelas tren utama dari penggunaan arus listrik. Dengan data yang lebih halus, analisis menjadi lebih mudah dan representasi visual dalam bentuk grafik menjadi lebih stabil dan informatif.

3.10 Hasil Data Simulasi Arus Energi Listrik

Sebagai bagian dari proses pengujian fungsionalitas sistem yang dikembangkan, dilakukan simulasi pengambilan data arus listrik selama 20 hari berturut-turut. Simulasi ini bertujuan untuk merepresentasikan pola fluktuasi konsumsi energi listrik harian yang umumnya terjadi pada sektor rumah tangga.



Gambar 11. Penggunaan Lampu 40W sebagai Beban

Pada simulasi ini, digunakan lampu bohlam dengan spesifikasi daya sebesar 40Watt dan tegangan operasi 240V sebagai beban listrik. Pemilihan jenis beban ini didasarkan pada karakteristik lampu bohlam yang cenderung stabil dalam penggunaannya, mudah dikendalikan, serta mampu merepresentasikan konsumsi listrik sederhana di lingkungan rumah tangga. Dalam kondisi operasional normal, lampu bohlam ini menghasilkan arus listrik sekitar 0,25 hingga 0.31 Ampere. Penggunaan beban ini bertujuan untuk memperoleh data arus yang lebih representatif dan konsisten, sehingga memudahkan dalam proses analisis selanjutnya. Data hasil simulasi disajikan secara rinci pada Tabel dan menjadi acuan dalam proses perhitungan dan klasifikasi tingkat konsumsi energi listrik.

Sumber data hasil simulasi pada penelitian ini diperoleh melalui proses akuisisi dari *platform cloud* ThingSpeak. Proses pengumpulan data berlangsung selama 5 menit 6 detik, yang mencakup beberapa kali pengiriman data secara berkala dari perangkat *monitoring* ke *server cloud*. Interval pengiriman yang telah ditetapkan memungkinkan data dikumpulkan secara kontinu dalam rentang waktu tersebut, sehingga seluruh informasi yang terekam mencerminkan kondisi konsumsi arus listrik dalam periode pengamatan yang telah ditentukan. Data ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses analisis lebih lanjut terkait performa sistem *monitoring* yang dikembangkan.

Pengujian sistem monitoring arus listrik ini menggunakan bohlam dengan daya sebesar 40W sebagai beban listrik selama proses simulasi. Pemilihan bohlam dilakukan karena memiliki karakteristik yang stabil, mudah diperoleh, dan aman digunakan dalam pengujian. Proses pengujian dilaksanakan sebanyak 20 kali pencatatan data arus listrik secara berurutan dengan selang waktu tertentu untuk memperoleh gambaran performa sistem monitoring yang konsisten.

3.11 Implementasi Metode *Moving Average*

Untuk mempermudah proses analisis, nilai *Simple Moving Average (SMA)* pada data simulasi yang telah dikumpulkan akan dihitung dan selanjutnya diklasifikasikan ke dalam tiga kategori tingkat penggunaan arus, yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi.

Selanjutnya, nilai *SMA* yang diperoleh dari hasil perhitungan akan diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat penggunaan sesuai rentang yang tercantum pada Tabel 5. Sebagai ilustrasi, perhitungan *SMA* untuk 20 data simulasi dapat dilihat pada Persamaan (2.7):

$$\begin{aligned} SMA_t &= \frac{0.25 + 0.25 + 0.25 + \dots + 0.25}{20} \\ SMA_t &= \frac{5}{20} \\ SMA_t &= 0.25 \text{ (Sedang)} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Berdasarkan rentang nilai yang terukur pada alat, klasifikasi arus listrik ditetapkan menggunakan data *real-time* yang diperoleh dari hasil monitoring. Dalam hal ini, penerapan metode *Simple Moving Average (SMA)* pada sistem bertujuan untuk menstabilkan data hasil pengukuran dan mempermudah

identifikasi kategori konsumsi listrik. Pada pengujian yang dilakukan, seluruh hasil perhitungan *SMA* menunjukkan bahwa arus listrik berada pada kategori Sedang. Hal ini disebabkan oleh penggunaan beban listrik yang cenderung stabil selama simulasi.

Penggunaan metode *SMA* dalam sistem ini berfungsi untuk mengamati kecenderungan data, khususnya untuk mengetahui kapan arus listrik memasuki kategori tertentu. Kategori Rendah akan muncul apabila arus listrik yang terukur berada di bawah batas minimum kategori Sedang, biasanya terjadi saat beban listrik sangat kecil atau saat sistem dalam kondisi hampir tanpa beban. Sebaliknya, kategori Tinggi akan muncul ketika arus listrik melampaui batas maksimum kategori Sedang, umumnya disebabkan oleh adanya penambahan beban besar atau penggunaan peralatan listrik secara bersamaan.

3.12 Hasil Perhitungan Estimasi Biaya Listrik

Selain menganalisis pola fluktuasi arus listrik, penelitian ini juga melakukan perhitungan estimasi biaya listrik berdasarkan data arus yang diperoleh selama simulasi. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui besaran konsumsi energi serta estimasi biaya listrik yang diperlukan selama penggunaan lampu bohlam 40W sebagai beban. Berdasarkan hasil pengukuran arus listrik, diperoleh data arus sebesar 0,25A. Dengan asumsi tegangan listrik yang digunakan adalah 240V, maka daya listrik yang dikonsumsi dapat dihitung dengan Persamaan (2.4) berikut:

$$P = 240 \times 0.25 \quad (2.4)$$

Selanjutnya, perhitungan energi listrik dilakukan dengan memperhitungkan asumsi waktu pemakaian selama sehari:

$$W = P \times t$$
$$W = 62.4 \times 24 = 1497,6 \text{ Wh} = 1.4976 \text{ kWh}$$

Untuk mengetahui total energi listrik dari 20 data hasil simulasi, dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$W_{total} = W_{perhari} \times \text{Jumlah Data}$$
$$W_{total} = 1.4976 \times 20 = 29.952 \text{ kWh}$$

Dengan asumsi tarif listrik sebesar Rp 605,00 per kWh, total biaya listrik selama periode tersebut dihitung sebagai berikut:

$$\text{Biaya (Rp)} = W_{total} \times \text{Harga}$$
$$\text{Biaya (Rp)} = 29.952 \times 605 = \text{Rp}18.117,96$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dapat disimpulkan bahwa total biaya listrik dari 20 data hasil simulasi untuk konsumsi daya sebesar 0,26 Ampere dengan pemakaian harian selama 24 jam adalah sebesar Rp 18.117,96. Untuk memperjelas rincian perhitungan tersebut, berikut ditampilkan rekapitulasi lengkap dalam Tabel 1.

Tabel 1.Rekapitulasi Hasil Perhitungan Estimasi Biaya Listrik

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Arus	0,26	Ampere	Data hasil pengukuran sensor
Tegangan	240	Volt	Tegangan listrik simulasi
Daya	62,4	Watt	Hasil perhitungan daya
Waktu Pemakaian	24	Jam	Durasi simulasi pemakaian
Energi per Hari	14,976	kWh	Energi listrik harian
Total Energi 20 Hari	29.952	kWh	Energi total selama simulasi
Asumsi Tarif Listrik	Rp 605,00	/kWh	Tarif PLN

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Total Biaya Listrik	Rp 18.117,96	Rupiah	Total perhitungan biaya

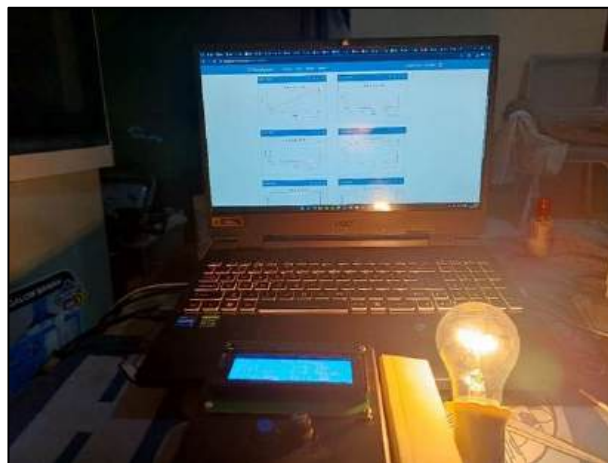
Hasil perhitungan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa meskipun arus yang digunakan relatif kecil, akumulasi biaya listrik tetap terjadi seiring dengan lamanya waktu pemakaian dan durasi periode penggunaan. Informasi ini menegaskan pentingnya pemantauan konsumsi listrik secara berkala untuk mencegah pemborosan dan meningkatkan efisiensi energi, terutama di lingkungan rumah tangga. Dengan adanya hasil perhitungan tersebut, sistem monitoring yang dirancang dalam penelitian ini terbukti mampu memberikan estimasi biaya listrik secara akurat dan transparan. Fitur ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengguna dalam mengelola konsumsi listrik secara lebih bijak serta membantu dalam pengambilan keputusan terkait penghematan energi.

3.13 Hasil Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen yang digunakan dalam sistem monitoring arus listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat berfungsi secara optimal. Proses pengujian mencakup sensor PZEM-004T, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan modul LCD 20x4 I2C. Setiap pengujian ditujukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi, keandalan, serta stabilitas kinerja masing-masing komponen dalam kondisi operasional yang mendekati situasi penggunaan nyata.

3.14. Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian sensor PZEM-004T difokuskan pada pengamatan kemampuan sensor dalam membaca parameter kelistrikan, yaitu tegangan, arus, daya, dan energi listrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi konsistensi serta stabilitas pembacaan sensor selama sistem *monitoring* beroperasi.



Gambar 12. Pengujian Sensor PZEM-004T

Proses pengujian dilakukan dengan menghubungkan sensor ke instalasi listrik rumah tangga dan memiliki beban listrik berupa lampu 40W. Beban ini dipilih karena dapat merepresentasikan kondisi penggunaan beban listrik sederhana yang umum digunakan di rumah tangga. Pembacaan data dilakukan secara berkala pada interval waktu tertentu untuk memastikan bahwa sensor mampu memberikan hasil pengukuran yang konsisten.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Konsistensi Pembacaan Sensor PZEM-004T

Waktu Pengamatan	Arus (A)	Daya (W)	Energi (kWh)	Frekuensi (Hz)
14:30:23	0.25	55.0	0.02	50.0

14:30:39	0.25	55.0	0.02	50.0
14:30:55	0.25	55.0	0.02	50.0
14:31:11	0.25	55.0	0.02	50.0

Berdasarkan hasil pengamatan, sensor PZEM-004T menunjukkan kestabilan dalam pembacaan data. Tidak terdapat perubahan selama pengujian, dan data yang dihasilkan cenderung stabil pada kondisi beban yang sama, yaitu lampu 40W. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa sensor mampu memberikan pembacaan yang konsisten pada beberapa kali pengamatan dengan kondisi beban listrik tetap. Dengan demikian, sensor PZEM-004T dapat diandalkan untuk diterapkan dalam sistem *monitoring* arus listrik berbasis *IoT* ini.

3.14 Hasil Pengujian NodeMCU ESP8266

Pengujian NodeMCU ESP8266 dilakukan untuk menguji kestabilan koneksi jaringan dan keandalan perangkat dalam mengirimkan data *monitoring* ke *platform cloud* ThingSpeak. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pusat pemrosesan data yang diperoleh dari sensor, sekaligus pengirim data secara otomatis melalui koneksi WiFi. Proses pengujian mencakup pemantauan aktivitas pengiriman data secara langsung dari NodeMCU ke ThingSpeak selama sistem dioperasikan.



Gambar 13. Dashboard ThingSpeak Hasil Pengujian ESP8266

Pengujian NodeMCU ESP8266 difokuskan pada kemampuan perangkat dalam membaca data dari sensor, memproses, serta mengirimkan data ke ThingSpeak melalui koneksi WiFi. Hasil pengujian menunjukkan NodeMCU mampu terhubung secara stabil ke jaringan WiFi dan mengirim data ke ThingSpeak secara rutin setiap 30 detik tanpa terjadi kehilangan data.

3.15 Hasil Pengujian LCD 20x4 I2C

Pengujian LCD 20x4 I2C dilakukan untuk memastikan keakuratan tampilan hasil pembacaan data sensor secara lokal. LCD digunakan untuk menampilkan parameter kelistrikan secara *real-time*, meliputi tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan *power factor*.



Gambar 14. Tampilan Data Monitoring pada LCD 20x4 I2C

Hasil pengujian menunjukkan bahwa LCD 20x4 I2C mampu menampilkan seluruh parameter dengan jelas, mudah dibaca, dan tanpa mengalami gangguan tampilan, seperti karakter acak atau layar kosong. Proses pembaruan data pada LCD berjalan secara normal dan sinkron dengan interval pembacaan sensor, sehingga informasi kelistrikan dapat disajikan secara *real-time* kepada pengguna.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan implementasi sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dirancang mampu mendeteksi dan mengukur beban listrik secara *real-time* dengan cukup akurat pada lingkungan Jalan Melur 5, RT. 003, RW. 010, Kelurahan Jakasampurna. Sistem ini juga telah berhasil mengukur dan mencatat jumlah nilai energi listrik yang digunakan setiap saat secara *real-time*. Melalui *platform* ThingSpeak dan integrasi dengan alat *monitoring*, Informasi monitoring arus listrik yang disajikan secara *real-time* melalui sistem ini diharapkan dapat memudahkan pengguna rumah tangga dalam mengoptimalkan konsumsi energi secara efisien.

Melalui penerapan metode *Simple Moving Average (SMA)*, data arus listrik yang diperoleh dari hasil simulasi dianalisis untuk mengidentifikasi tren penggunaan. Namun, hasil klasifikasi berdasarkan nilai *SMA* selama pengujian menunjukkan bahwa seluruh data berada pada kategori Sedang, sehingga belum ditemukan kondisi dalam kelas Rendah maupun Tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa konsumsi arus listrik selama proses simulasi berlangsung dalam batas yang relatif stabil, sehingga sistem yang dirancang telah mampu menyajikan data *monitoring* dengan baik dalam konteks kondisi beban konstan.

REFERENSI

- [1] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi, "Sistem monitoring beban listrik berbasis Arduino NodeMCU ESP8266," *J. Ampere*, vol. 4, no. 1, pp. 187–193, 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i1.2745.
- [2] PT PLN (Persero), "Statistik PLN 2024 Data Operasional (Unaudited)," 2025. [Online]. Available: <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2025/02/Statistik-PLN-2024-Unaudited-28.2.25.pdf>
- [3] M. G. Ioannides, A. Stamelos, S. A. Papazis, A. Papoutsidakis, V. Vikentios, and N. Apostolakis, "IoT monitoring system for applications with renewable energy generation and electric drives," *Renew. Energy Power Qual. J.*, vol. 19, no. 19, pp. 565–570, 2021, doi: 10.24084/repqj19.347.
- [4] A. Ma'ruf, R. Purnama, and K. E. Susilo, "Rancang bangun alat monitoring tegangan, arus, daya, dan faktor daya berbasis IoT," *J. SISKOM-KB*, vol. 5, no. 1, pp. 81–86, 2021, doi: 10.47970/siskom-kb.v5i1.219.
- [5] A. R. Tama and S. Winardi, "Monitoring arus listrik dan kontrol circuit breaker untuk arus lebih berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Teknol. Ilmu Komput. Prima*, vol. 5, no. 2, pp. 87–93, 2022, doi: 10.34012/jutikomp.v5i2.3152.
- [6] M. S. Tayeb, M. A. Benallal, M. S. Benabadji, and A. Houari, "IoT monitoring system for air quality assessment and collecting data," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 28, no. 3, pp. 1592–1600, 2022, doi: 10.11591/ijeecs.v28.i3.pp1592-1600.
- [7] A. Shodiq, S. Baqaruzi, and A. Muhtar, "Perancangan sistem monitoring dan kontrol daya berbasis Internet of Things," *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 18–26, 2021, doi: 10.33019/electron.v2i1.2368.
- [8] S. Zakaria, P. Mativenga, and E. A. R. E. Ariff, "An investigation of energy consumption in fused deposition modelling using ESP32 IoT monitoring system," *Procedia CIRP*, vol. 116, pp. 263–268, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.02.045.
- [9] S. M. Ibrahim, R. Riza, and B. Yulianti, "Rancang bangun monitoring pemakaian arus listrik PLN berbasis IoT," *J. Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 43–51, 2022.
- [10] S. Sambasivam and M. Fitwei, "Voltage control of wind system using adaptive fuzzy sliding method with IoT monitoring," *Int. J. Adv. Signal Image Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.29284/ijasis.9.1.2023.1-9.
- [11] S. Hadijah, K. Auliasari, and F. X. Ariwibisono, "Peramalan harga saham menggunakan metode

- simple moving average dan web scraping,” *JATI*, vol. 8, no. 2, pp. 1271–1278, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9090.
- [12] E. Novarida, Y. Purnamasari, and M. Nurtanzis, “Implementasi metode time series simple moving average untuk prediksi penjualan multi-produk,” *J. Inform. Sains Data*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2024.
- [13] I. Svetunkov and F. Petropoulos, “Old dog, new tricks: a modelling view of simple moving averages,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 56, no. 18, pp. 6034–6047, 2018, doi: 10.1080/00207543.2017.1380326.
- [14] D. Widodo and S. Hansun, “Implementasi simple moving average dan exponential moving average dalam menentukan tren harga saham perusahaan,” *Ultim.*, vol. 7, no. 2, pp. 113–124, 2016, doi: 10.31937/ti.v7i2.354.
- [15] M. H. P. Swari, M. Qusyairi, E. P. Mandyartha, and H. E. Wahanani, “Business intelligence system using simple moving average method (case study: Sales medical equipment at PT. Semangat Sejahtera Bersama),” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1899, no. 1, p. 012121, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1899/1/012121.