

PROPOSAL SKRIPSI

**IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* UNTUK SISTEM
MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK SECARA
REAL-TIME PADA LINGKUNGAN RUMAH TANGGA**

DISUSUN OLEH

AHMAD FAUZI BATUBARA

NPM. 2009020143



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* UNTUK SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK SECARA *REAL-TIME* PADA LINGKUNGAN RUMAH TANGGA

Nama

Mahasiswa : AHMAD FAUZI BATUBARA

NPM : 2009020143

Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui Komisi Pembimbing



(Martiano, S.Pd., S.Kom., M.Kom)

NIDN. 0128029302

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)

NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)

NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* UNTUK SISTEM MONITORING PENGUNAAN DAYA LISTRIK SECARA *REAL-TIME* PADA LINGKUNGAN RUMAH TANGGA

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, November 2024

Yang membuat pernyataan



AHMAD FAUZI BATUBARA
NPM. 2009020143

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Fauzi Batubara

NPM : 2009020135

Program Studi : Teknologi Informasi

Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif (Non-Exclusive Royalty free Right) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* UNTUK SISTEM
MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK SECARA
REAL-TIME PADA LINGKUNGAN RUMAH TANGGA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Oktober 2024

Yang membuat Pernyataan



AHMAD FAUZI BATUBARA

NPM. 2009020143

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Ahmad Fauzi Batubara
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 02 Februari 2001
Alamat Rumah : Griya Martubung 3
Telepon/Faks/HP : 081363159475
E-mail : Ahmad.fauzibb21@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SDN 060849
TAMAT: 2013
SMP : SMP NEGERI 16 MEDAN
TAMAT: 2016
SMA : SMA NEGERI 3 MEDAN
TAMAT: 2019

KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, berkat limpahan rahmat, dan hidayahnya, penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul **“IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* UNTUK SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK SECARA *REAL-TIME* PADA LINGKUNGAN RUMAH TANGGA”**. Skripsi ini adalah salah satu dari beberapa persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar sarjana pada program studi S1 Teknologi Informasi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, arahan dan dukungan dari berbagai pihak terkait. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom, Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Bapak Halim Maulana, ST., M.Kom., Selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
4. Bapak Lutfi Basit, S.Sos., M.I.Kom., Selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom, Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
6. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom, Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
7. Bapak Martiano, S.Pd., S.Kom., M.Kom, Selaku pembimbing skripsi saya
8. Ayahanda Syahrizal Batubara dan Ibunda Yusrah, selaku orang tua yang selalu memberikan doa dan kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis serta membiayai seluruh kebutuhan penulis agar bisa menyelesaikan studinya sampai mendapat gelar sarjana.
9. Adik adik saya yang telah memberi motivasi dan perhatiannya.
10. Seseorang yang bernama Zahirah Nadhira Sinaga selaku wanita terkasih yang selalu memberikan perhatian, memotivasi, dan memberikan waktu dan tenaga serta selalu menemani penulis hingga saat ini.
11. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak dalam pengerjaan skripsi ini yang penulis tidak bisa mengucapkan satu persatu diucapkan terimakasih.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring penggunaan daya listrik pada perangkat elektronik secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan modul ESP8266, sensor PZEM-004T, dan LCD Oled. Sistem ini dikembangkan untuk memantau konsumsi daya listrik secara *real-time* dengan fokus pada parameter-parameter penting seperti tegangan (V), arus (A), daya aktif (W), daya reaktif (VAR), daya semu (VA), faktor daya (PF), dan energi (kWh). Data yang dibaca oleh sensor PZEM-004T dikirimkan melalui modul ESP8266 ke LCD Oled dan platform Blynk, yang memungkinkan visualisasi data secara *real-time* serta memberikan notifikasi saat konsumsi daya melebihi batas yang telah ditentukan. Implementasi sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam memantau penggunaan daya listrik secara efisien, mengidentifikasi pola konsumsi listrik dari berbagai perangkat elektronik, serta mengoptimalkan pemakaian energi di lingkungan rumah tangga.

Kata Kunci: *Internet Of Things* (IoT), monitoring daya listrik, ESP8266, PZEM-004T, LCD Oled, Blynk

ABSTRACT

This study aims to design and implement a real-time monitoring system for electrical power usage on electronic devices based on the Internet of Things (IoT) by utilizing the ESP8266 module, PZEM-004T sensor, and LCD Oled. This system was developed to monitor electrical power consumption in real-time with a focus on important parameters such as voltage (V), current (A), active power (W), reactive power (VAR), apparent power (VA), power factor (PF), and energy (kWh). Data read by the PZEM-004T sensor is sent via the ESP8266 module to the LCD Oled and the Blynk platform, which allows real-time data visualization and provides notifications when power consumption exceeds a predetermined limit. The implementation of this system is expected to help users monitor electrical power usage efficiently, identify electricity consumption patterns from various electronic devices, and optimize energy use in the household environment.

Keywords: *Internet Of Things (IoT), electrical power monitoring, ESP8266, PZEM-004T, LCD Oled, Blynk*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Internet Of Things</i>	8
2.3 Sistem Monitoring Listrik	8
2.4 Metode RAD (<i>Rapid Application Development</i>)	9
2.5 Node MCU ESP8266	10
2.6 PZEM-004T	11
2.7 <i>Breadboard</i>	12
2.8 LCD Oled 0.96.....	13
2.9 <i>Software</i> Arduino IDE	14
2.10 Blynk.....	15
2.11 <i>Flowchart</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Data Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan.....	19
3.4 Tahapan Penelitian	20
3.4.1 Perancangan Alat	22
3.4.2 Perancangan <i>Software</i>	25
3.5 Desain Interface Blynk.....	27

3.6 Tahapan Pengujian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Pengujian <i>Hardware/Software</i>	36
4.2 Pengujian dan Pengambilan Data.....	37
4.2.1 Pengujian dan Pengambilan Data Pada Beban Resistif	37
4.2.2 Pengujian dan Pengambilan Data Pada Beban Induktif.....	40
4.2.3 Pengujian dan Pengambilan Data Pada Beban Kapasitif.....	44
4.3 Analisis Konsumsi Daya dan Biaya Penggunaan Perangkat Elektronik	47
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Spesifikasi Node MCU ESP8266	11
Tabel 2.3 Spesifikasi PZEM-004T.....	12
Tabel 2.4 Simbol data flowchart	16
Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
Tabel 3.3 Kriteria Pengujian Daya Listrik	29
Tabel 4.1. Pengujian <i>Hardware/Software</i>	37
Tabel 4.2 Data Pengujian Setrika.....	39
Tabel 4.3 Data Pengujian Kipas Angin.....	42
Tabel 4.4 Data Pengujian Lampu LED	45
Tabel 4.5 Hasil Pengujian	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Metode RAD	10
Gambar 2.2 Node MCU ESP8266	10
Gambar 2.3 Sensor PZEM-004T	12
Gambar 2.4 Breadboard	13
Gambar 2.5 LCD Oled	14
Gambar 2.6 Tampilan Arduino IDE.....	14
Gambar 2.7 Antar Muka Aplikasi Blynk	15
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem.....	22
Gambar 3.3 Rangkaian Alat dan Perkabelan	23
Gambar 3.4 Mockup Rancangan Alat	25
Gambar 3.5 Flowchart alur sistem	26
Gambar 3.6 Tampilan Login Aplikasi Blynk.....	27
Gambar 3.7 Pembuatan Template Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik	28
Gambar 3.8 Tampilan Sistem Monitoring di Smartphone	28
Gambar 4.1. Pengujian Setrika.....	38
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Setrika.....	40
Gambar 4.3 Pengujian Kipas Angin.....	41
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Kipas Angin.....	43

Gambar 4.5 Pengujian Lampu LED.....	44
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Lampu LED.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat peningkatan rasio elektrifikasi dan konsumsi listrik perkapita sepanjang tahun 2023. Rasio elektrifikasi meningkat menjadi 99,78 persen di tahun 2023, dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 99,67 persen. Dari sisi konsumsi listrik per kapita, sepanjang tahun 2023 mengalami peningkatan, yaitu 1.285 kWh per kapita. Capaian ini tidak terlepas dari realisasi rasio elektrifikasi tahun 2023 sebesar 99,78 persen dan rasio desa berlistrik mencapai 99,82 persen (R. Nurul Fitriana Putri, 2024).

Pada dasarnya penggunaan listrik dirumah tangga langsung terhubung pada Kwh Meter, dengan demikian ketika pemakaian listrik melebihi kapasitas daya yang sudah di tentukan maka akan mengalami kelebihan daya sehingga listrik akan padam. Sering terjadinya kelebihan daya pemakaian yang mengakibatkan listrik padam akan membuat perangkat elektronik di rumah rusak, contohnya seperti kulkas, televisi, dispenser, lampu dan Air Conditioner (AC) yang merupakan daya konsumsi pelanggan PLN paling besar, besar penggunaan daya listrik dipengaruhi oleh besar beban peralatan listrik dan lama penggunaan peralatan listrik tersebut. Bisa saja peralatan dengan beban daya kecil dengan penggunaan lama mengkonsumsi daya yang lebih besar dibanding dengan peralatan dengan beban daya besar tetapi penggunaannya sebentar (Prayitno & Palupiningsih, 2019).

Penggunaan listrik yang tidak terkontrol pada rumah tangga membuat tagihan listrik meningkat setiap bulannya, tidak adanya sistem monitoring

penggunaan daya listrik rumah tangga saat perangkat elektronik digunakan tanpa batas membuat kerugian materil, dan dengan teknologi saat ini sangat memungkinkan untuk membuat sebuah alat monitoring daya listrik untuk rumah tangga. Penghematan konsumsi daya listrik di rumah akan berdampak pada konsumsi daya secara nasional. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan monitoring konsumsi daya listrik di rumah akan berdampak terhadap penghematan konsumsi listrik hingga 30% (SANTOSO et al., 2018).

Monitoring daya listrik dapat dioptimalkan dengan memanfaatkan teknologi Mikrokontroller (Ruri Ashari Dalimunthe, 2018). Pemilik rumah dapat mengetahui pemakaian listrik melalui aplikasi Blynk dan dapat mengontrol pemakaian agar tidak terjadinya lonjakan biaya listrik setiap bulannya. Tujuan penelitian ini adalah melakukan monitoring daya listrik alat elektronik rumah tangga menggunakan arduino NodeMCU ESP8266 secara *real-time*. Alat bekerja dengan baik serta mampu membaca arus dan daya pada saat pengkondisian On, tingkat akurasi alat berkisar 96% - 98% (Pangestu et al., 2019).

Dapat disimpulkan penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengembangkan suatu perangkat yang dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari di rumah menggunakan Node MCU ESP8266 dan sensor PZEM 004t dalam melakukan monitoring daya listrik yang digunakan pada perangkat elektronik seperti kulkas, televisi, dispenser lampu dan Air Conditioner(AC), karena penggunaan daya listrik di rumah selama ini hanya dapat dilihat secara keseluruhan melalui kWh meter yang hanya di distribusikan oleh PLN. Penggunaan alat tersebut tidak memberikan informasi seberapa besar penggunaan daya secara *real-time* khususnya pada perangkat elektronik di rumah.

Oleh sebab itu peneliti mengambil judul “ Implementasi *Internet Of Things* Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Secara *real-time* Pada Lingkungan Rumah Tangga” menggunakan mikrokontroler Node MCU ESP8266 dan sensor PZEM 004t karena menawarkan solusi yang efisien dan ekonomis dalam mengembangkan sistem *Internet Of Things*, kombinasi Node MCU ESP8266 dan PZEM 004t memungkinkan sistem untuk memantau penggunaan daya listrik secara efektif dan memberikan data yang akurat kepada pengguna di lingkungan rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bagaimana merancang alat dan sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis *Internet Of Things*.
2. Bagaimana mengukur beban daya listrik yang digunakan perangkat elektronik pada rumah tangga.
3. Bagaimana mengimplementasikan sistem monitoring pada perangkat elektronik pada rumah tangga.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis IoT ini adalah sebagai berikut

1. Dalam penelitian ini, sensor yang dipergunakan adalah sensor PZEM 004T
2. Penelitian tentang monitoring daya listrik menggunakan NODE MCU ESP8266.

3. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan program mikrokontroler adalah Arduino IDE.
4. Platform yang digunakan dalam monitoring penggunaan daya listrik menggunakan Blynk.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini untuk merancang dan mengimplementasikan suatu perangkat yang dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari di rumah menggunakan *Internet of Things* (IoT) dalam melakukan monitoring daya listrik yang digunakan pada perangkat elektronik, sehingga dapat mengetahui nilai pemakaian arus listrik di rumah tangga.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Mempermudah pemantauan penggunaan daya listrik secara *real-time* melalui Smartphone.
2. Memberikan informasi tentang pemakaian daya listrik pada setiap perangkat elektronik.
3. Untuk merekomendasi agar manajemen penggunaan listrik pada rumah tangga untuk mengurangi biaya tagihan listrik setiap bulan.
4. Menyediakan referensi baru dalam pembuatan alat dan sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan bagian penting dari proses penyusunan skripsi karena memberikan landasan teori dan wawasan tentang subjek yang diteliti.

Bab ini akan membahas penelitian sebelumnya tentang penggunaan *Internet of Things* (IoT) untuk sistem monitoring penggunaan daya listrik. Penelitian terdahulu berkaitan dengan penulisan skripsi yang penulis buat dan disajikan pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Tahun	Kesimpulan
1.	Ridwan, et al.	Sistem Pemantauan Penggunaan Listrik Rumah Tangga Berbasis IOT	2023	Penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis <i>Internet of Things</i> yang menggunakan NodeMCU ESP-32 dan Firebase berhasil dipasang untuk melacak penggunaan energi listrik secara <i>real-time</i> . Dengan delay rata-rata 21,5 ms, pengujian menunjukkan hasil yang baik. Selain menampilkan data terkini dan histori alarm, antarmuka web menghemat banyak energi. Dari 64 orang yang menjawab, 92,3% memberikan ulasan positif tentang sistem ini. Fungsi, fitur, estetika, cara penggunaan, dan kelayakan

				<p>menggunakan adalah faktor-faktor yang memilih sistem untuk digunakan.</p> <p>Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi energi rumah tangga.</p>
2.	Anggher, et al.	Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266	2019	<p>Penelitian ini menemukan bahwa sistem pemantauan beban listrik berbasis Arduino NodeMCU ESP8266, yang dibangun dengan basis Arduino, memiliki akurasi tinggi 96% hingga 99% dalam melacak penggunaan daya listrik rumah tangga secara <i>real-time</i>. Alat ini juga dapat membaca besaran arus dan daya, mengkonfigurasi beban induktif dan resistif, dan memantau penggunaan daya dari setrika listrik dan lampu LED. Dengan demikian, alat ini dapat membantu pengguna memantau penggunaan daya rumah tangga</p>
3.	Ardiansyah, et al.	Pengendali Dan Pemantau Arus Tegangan Pada Terminal Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT	2023	<p>Studi ini menemukan bahwa Smart Electric Terminal yang berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) dapat dengan baik mengontrol dan memantau arus tegangan di terminal listrik rumah tangga. Alat ini menggunakan sensor arus dan tegangan NodeMCU,</p>

				<p>Arduino Nano, dan modul relay dan daya. Smart Electric Terminal diharapkan dapat membantu pengguna mengurangi risiko korsleting arus listrik, meningkatkan kesadaran pengguna akan penggunaan listrik yang efisien, dan memungkinkan monitoring jarak jauh melalui teknologi <i>Internet of Things</i>.</p>
4.	Miftakhul, et al.	<p>AKUISISI DATA KWH METER SISTEM IMPULSE PADA PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA DENGAN SENSOR CAHAYA BERBASIS INTERNET OF THING</p>	2023	<p>Penelitian ini menemukan bahwa sensor cahaya berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) dapat mengambil data kWh meter sistem impulse pada penggunaan energi listrik rumah tangga dan membuatnya lebih mudah untuk memantau konsumsi energi listrik melalui internet. Sistem ini menggunakan sensor cahaya (LDR) dan mikrokontroler ESP8266 untuk mengirimkan data ke aplikasi, dan temuan penelitian menunjukkan bahwa, meskipun sistem ini menggunakan sensor cahaya dan mikrokontroler ESP8266, kesesuaian data antara data IoT dan visual di kWh meter</p>

2.2 Internet Of Things

Internet Of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung, misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di runag kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer (Efendi, 2018).

Internet Of Things bekerja dengan cara memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, setiap perintah argument akan menghasilkan suatu interaksi yang terjadi antara mesin dengan mesin dan terhubung otomatis tidak ada campur tangan seseorang dan tidak dibatasi jarak. Yang menjadi penghubung antara interaksi kedua mesin adalah internet, sementara tugas manusia hanya sebagai pengatur dan mengawasi alat tersebut bekerja secara langsung (Heru Sandi & Fatma, 2023).

2.3 Sistem Monitoring Listrik

Sistem monitoring adalah mekanisme yang dimaksudkan untuk mengamati, mengukur, dan mencatat kinerja dan perilaku suatu sistem, proses, atau kegiatan dalam jangka waktu tertentu. Tujuan utama sistem monitoring adalah untuk memastikan bahwa semua berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, serta untuk menemukan dan mengatasi masalah yang mungkin muncul. Sistem ini dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti teknologi informasi, kesehatan, lingkungan, dan industri, untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional.

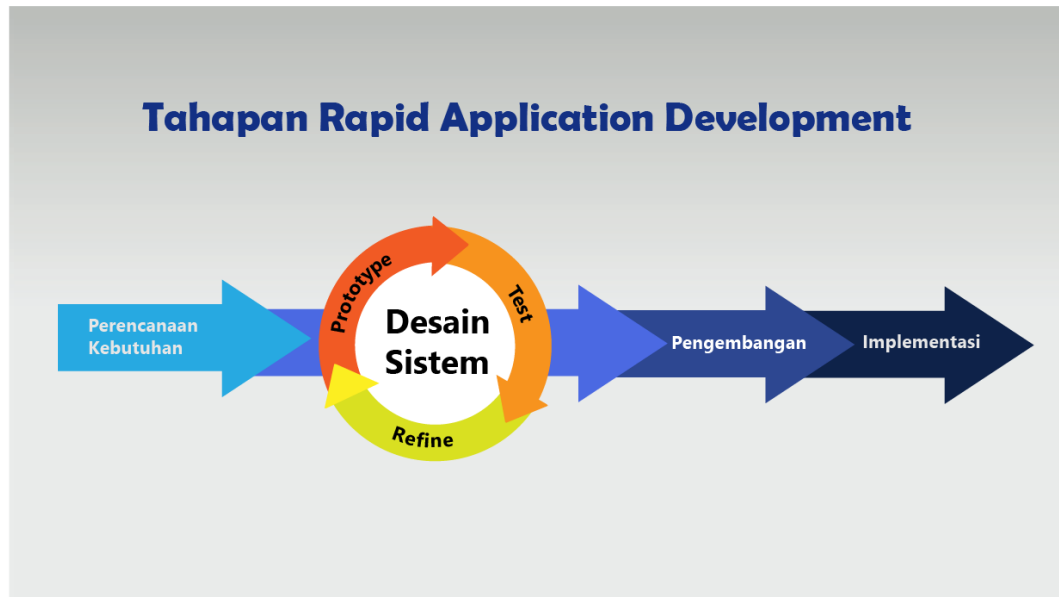
Misalnya, dalam teknologi informasi, sistem monitoring dapat digunakan untuk memantau konsumsi listrik yang digunakan pada perangkat elektronik secara *real-time*, sistem ini dapat membantu pengguna dalam mengelola dan mengoptimalkan penggunaan energi. Dengan sistem monitoring listrik pengguna dapat mengetahui besarnya konsumsi listrik dari berbagai perangkat, mendeteksi pola penggunaan listrik, serta mengidentifikasi potensi penghematan energi.

2.4 Metode RAD (*Rapid Application Development*)

RAD (*Rapid Application Development*) adalah metode yang menggunakan ide inkremental iteratif tetapi tetap menekankan tenggat waktu dan efektivitas biaya. Metode RAD (*Rapid Application Development*) sangat cepat dalam proses pengembangan. Ini dimungkinkan karena seluruh pemangku kepentingan pengembang dan pengguna berpartisipasi secara aktif dalam setiap proses hingga dihasilkan hasil yang diinginkan.

Metode RAD (*Rapid Application Development*) bertujuan untuk mempersingkat waktu dalam perencanaan, perancangan, dan penerapan suatu sistem bila dibandingkan dengan metode tradisional (Kurniawan, et al. 2024). Dalam metode RAD (*Rapid Application Development*) terdapat beberapa tahapan pengembangan sistem yaitu:

- a) Perencanaan Kebutuhan
- b) Desain Sistem
- c) Pengembangan
- d) Implementasi



Gambar 2.1 Tahapan Metode RAD

2.5 Node MCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah perangkat microcontroller open source. NodeMCU terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP-32 buatan *Espressif System* dan bahasa skrip Lua digunakan sebagai *firmware* (Furqon et al., 2019). Secara *default*, istilah NodeMCU mengacu pada firmware aktual yang digunakan dan bukan perangkat keras dari dev kit, dan NodeMCU juga dapat diartikan sebagai papan Arduino untuk ESP 8266 (Hendriawan et al., 2023)



Gambar 2.2 Node MCU ESP8266

NodeMCU memiliki 17 Pin GPIO yang dapat di integrasikan dengan komponen elektronika lainnya. Bekerja pada tegangan 3.3 v –5 v, dengan konsumsi daya 10uA~170mA. Kecepatan prosessor berkisar 80~160MHZ dan memiliki RAM sebesar 32KB+80KB serta *flash memory* hingga 16 MB membuat NodeMCU V1 lebih efisien dari versi sebelumnya (Manullang et al., 2021). Adapun spesifikasi dari Node MCU ESP8266 ditunjukkan pada **Tabel 2.2**

Tabel 2.2 Spesifikasi Node MCU ESP8266

Spesifikasi	Node MCU
Microkontroller	ESP8266
CPU	Xtensa dual core LX6- 160 MHz
ADC Range	0.3-3V
Flash Memory/Sram	4 Mb/64 Kb
Clock Speed	80 MHz
USB Connector	Micro USB
<i>Bluetooth</i>	Ada
Wifi	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1

2.6 PZEM-004T

Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi (Syhari & Bintoro, 2023).



Gambar 2.3 Sensor PZEM-004T

Dengan *Current Transformer* model *split core* maka memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaannya karena bisa langsung dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kabel listrik tersebut. Sensor dapat membaca beberapa parameter dalam listrik diantaranya *voltage*, *current*, *active power*, *frequency*, *power factor*, and *active energy*, dan *active power* yang bisa diatur untuk mengeluarkan informasi alarm. Setelah sensor membaca parameter-parameter tersebut, maka sensor mengirimkan datanya ke mikrokontroler untuk dilanjutkan ke tahap proses pengolahan data untuk dikirimkan ke *Firestore Real-time Database* (Ridwan et al., 2023).

Tabel 2.3 Spesifikasi PZEM-004T

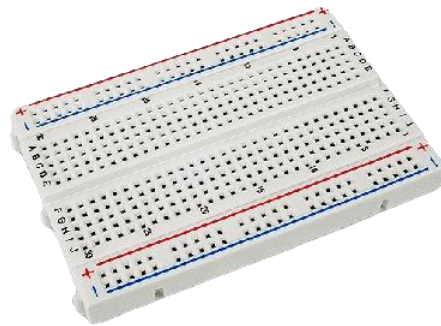
Spesifikasi	Pzem-004t
Working Voltage	80-260V/AC
Rated Power	100A/22000W
Working Frequency	45-65Hz
Measurement Accuracy	1.0

2.7 Breadboard

Breadboard adalah *board* yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik sementara dengan tujuan uji coba atau *prototype* tanpa harus menyolder.

Dengan memanfaatkan *breadboard*, komponen-komponen elektronik yang dipakai tidak akan rusak dan dapat digunakan kembali untuk membuat rangkaian yang lain (Setiawan et al., 2024).

Breadboard atau yang sering disebut *Project Board* merupakan papan proyek yang difungsikan sebuah sirkuit elektronika sebagai dasar konstruksi dan *prototype* suatu rangkaian elektronika. *Project Board* banyak digunakan dalam merangkai komponen karena penggunaannya yang menancapkan ke papan proyek tanpa harus melakukan penyolderan.



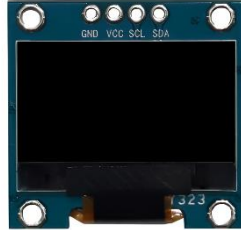
Gambar 2.4 Bread Board

Project board memiliki lima klip pengunci pada setiap setengah barisnya, ini berlaku pada semua jenis dan ukuran *project board*. Pada *project board* juga terdapat angka dan huruf, ini berfungsi untuk memudahkan penelitian dalam merangkai perangkat *prototype* yang dibuat.

2.8 LCD Oled 0.96

LCD OLED adalah salah satu media yang dapat digunakan sebagai *display* output untuk modul Arduino atau controller lainnya. Memiliki kelebihan yakni kontras pixel yang sangat tajam serta tidak membutuhkan cahaya *backlight* sehingga hemat dalam konsumsi daya. Kekurangan dari OLED adalah

menggunakan *single colour* ukurannya yang relatif lebih kecil dari LCD Grafik atau dari LCD.(Riyanto & Wasid, 2023)



Gambar 2.5 LCD Oled 0.96

2.9 Software Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) atau secara bahasa merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan banyak perubahan untuk memudahkan pengguna baru dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya.



Gambar 2.6 Tampilan Arduino IDE

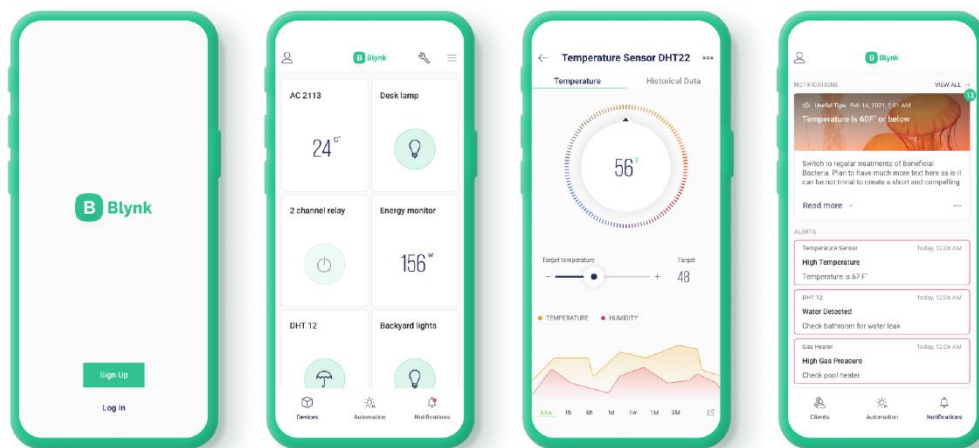
Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi

input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino (Setiawan et al., 2024).

2.10 Blynk

Blynk adalah *platform* untuk Android dan IOS yang dipergunakan untuk mengendalikan sebuah modul seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, Wemos dan modul sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini mempunyai banyak fitur dan mudah digunakan juga untuk orang awam contoh nya seperti fitur drag and drop.

Blynk tidak terkait dengan module atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet. Hal inilah yang disebut dengan *Internet Of Things (IoT)* (Artiyasa et al., 2021)



Gambar 2.7 Antar Muka Aplikasi Blynk

Adapun fitur-fitur yang ada pada aplikasi Blynk yaitu sebagai berikut:


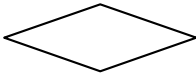
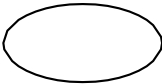
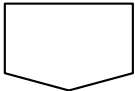
1. API & UI serupa untuk semua perangkat keras & perangkat yang didukung
2. Dapat terhubung ke cloud menggunakan:


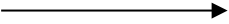
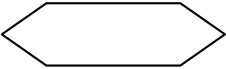


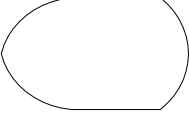



- a) *Wi-Fi*
 - b) *Bluetooth*
 - c) BLE Ethernet USB (serial)
 - d) GSM, dan lain-lain
3. Manipulasi pin langsung tanpa penulisan kode
 4. Riwayat pemantauan data melalui *widget graph history*
 5. Komunikasi *device to device* menggunakan *bridge widget*

2.11 Flowchart

Flowchart adalah teknik untuk menulis algoritma menggunakan notasi grafis. *Flowchart* adalah gambar atau bagan yang menunjukkan urutan atau langkah-langkah suatu program, serta hubungan antar proses dan pernyataannya. Simbol digunakan untuk menggambarkan gambar ini. Oleh karena itu, setiap simbol menunjukkan proses tertentu, sementara garis penghubung menunjukkan jarak antara proses. Akan lebih mudah untuk mengecek aspek analisis masalah yang terlupakan dengan menggunakan diagram flow.

Tabel 2.4. Simbol data *flowchart*

Simbol	Keterangan
	Awal dari subprogram
	Perbandingan, pernyataan, dan pemilihan data yang memberikan opsi untuk langkah berikutnya.
	Koneksi antara bagian-bagian flowchart yang terletak pada satu halaman.
	Penghubung antara bagian-bagian flowchart yang terletak pada halaman yang berbeda.

	Awal / akhir dari program
	Alur program
	Proses awal inisialisasi / penentuan harga awal
	Proses perhitungan / pengolahan data
	Proses input/ output data
	Mengindikasikan peralatan keluaran yang digunakan seperti layar, plotter, printer, dan lain sebagainya.
	Pengolahan yang tidak dikerjakan oleh komputer.
	Mengindikasikan bahwa input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output hasilnya dicetak ke kertas.
	Menggambarkan bahwa input berasal dari disk.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Untuk penelitian ini, metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode *Library Research*. Data dikumpulkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, skripsi, tesis dan literatur lainnya sebagai referensi pembahasan. Selain itu, sumber data juga diperoleh dari informasi di internet dan hasil penelitian sebelumnya.

Dalam melakukan penelitian diperlukan metode dalam pengambilan data agar terlaksana dengan baik. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa metode pengumpulan data yang digunakan:

1. Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung di lokasi yang relevan dengan penelitian, seperti mengamati pola penggunaan listrik.
2. Studi literatur adalah metode pengumpulan data dengan membaca buku, jurnal, dan sumber referensi lain yang membahas topik yang relevan dengan penelitian, seperti mikrokontroler dan sensor-sensor yang digunakan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlangsung dari Agustus hingga Desember 2024. Perancangan serta pembuatan alat dilakukan di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Jurusan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian alat direncanakan dilakukan di rumah penulis. Adapun rencana peneliti dalam melakukan penelitian ini akan di jelaskan di tabel **3.1**

Tabel 3.1. Rencana Jadwal Penelitian

Waktu Kegiatan	Agustus 2024				September 2024				Oktober 2024				November 2024				Desember 2024			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Proposal	■	■																		
BAB I			■	■																
BAB II					■	■														
BAB III							■	■												
Seminar Proposal									■	■										
Perangkat Lunak											■	■								
BAB IV													■	■						
BAB V															■	■				
Sidang																	■			

3.3 Alat dan Bahan

Penelitian ini memerlukan sejumlah bahan dan perangkat untuk menciptakan sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis IoT. Bahan dan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 3.2**

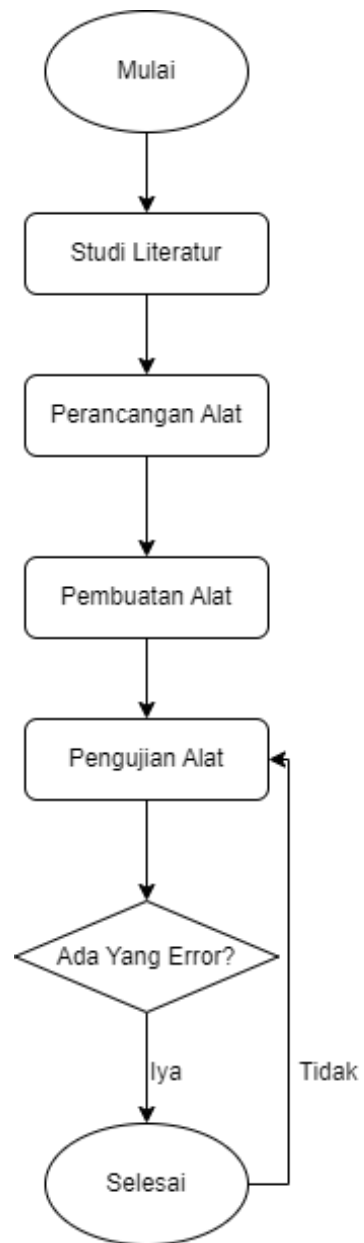
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Alat/Bahan	Fungsi
1.	Laptop/Pc	Program dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE dan <i>display</i> dibuat melalui platform Blynk.
2.	Peralatan lainnya	Alat bantu yang diperlukan termasuk obeng, pisau, kabel USB, tang potong, gunting, dan peralatan lainnya.
3.	Node MCU ESP8266	Untuk menghubungkan perangkat ke jaringan internet melalui <i>Wi-Fi</i> .
4.	Sensor PZEM-004T	Untuk mengukur parameter daya listrik

5.	<i>Breadboard</i>	Untuk membuat rangkaian sementara
6.	Jumper dan kabel	Untuk menghubungkan rangkaian
7.	Adaptor	memberikan tegangan DC pada ESP8266
8.	LCD Oled	Untuk menampilkan data nilai keluaran pada layar
9.	Perangkat elektronik	Sebagai objek yang akan di ukur daya tegangan
10.	Arduino IDE	Untuk membuat dan mengupload program ke Node MCU ESP8266
11.	Blynk	Untuk mengendalikan dan memantau perangkat IoT
12.	<i>Sketchup</i>	Untuk buat gambar rangkaian.
13.	<i>Microsoft Word 2021</i>	Untuk menulis laporan penelitian.
14.	<i>Microsof Excel 2021</i>	Untuk menulis dan mengolah data penelitian.
15.	<i>Draw io</i>	Untuk membuat diagram alir

3.4 Tahapan Penelitian

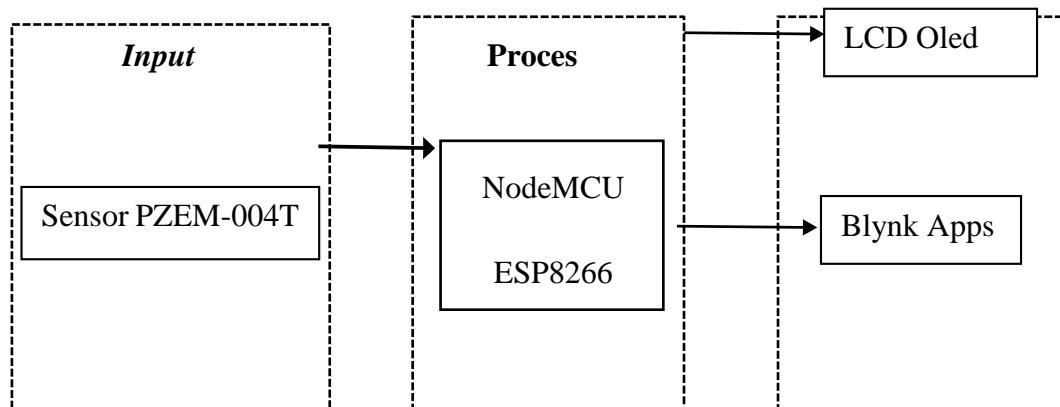
Dalam proses pengembangan alat sistem pemantauan daya listrik berbasis IoT pada lingkungan rumah tangga, langkah-langkahnya dibagi menjadi empat tahapan utama. Pertama, mencari referensi terkait penggunaan NODEMCU ESP8266 dalam perancangan alat. Kedua, merancang sistem secara keseluruhan. Selanjutnya, merancang skema dan merakit rangkaian perangkat keras. Terakhir, mengembangkan program perangkat lunak yang sesuai. Tujuan dari tahap-tahap ini adalah untuk menciptakan alat pemantau daya listrik pada alat elektronik menggunakan NODEMCU ESP8266 dan PZEM-004T berbasis IoT. Diagram alur penelitian sistem pemantauan daya listrik menunjukkan proses ini secara rinci yang dapat dilihat pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Alur Penelitian

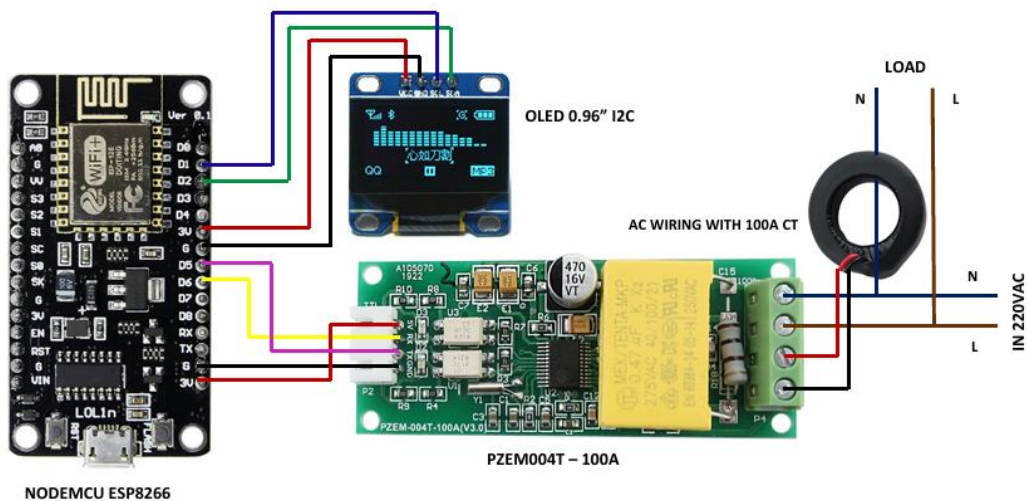
3.4.1 Perancangan Alat

Dalam perancangan sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis *Internet Of Things* ini digunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk mengelola dan menstransfer data. Sensor PZEM-004T digunakan untuk mengukur parameter daya listrik yang terpakai. LCD Oled digunakan sebagai penampil data, sedangkan Blynk digunakan untuk menampilkan dan memantau data secara *real-time*. Berikut diagram blok perancangan sistem monitoring daya listrik untuk menunjukkan komponen tersebut.



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem

Berdasarkan **Gambar 3.2**, *input* berupa sensor PZEM-004T yang akan mendeteksi berapa besar daya listrik yang dihasilkan sebuah perangkat elektronik dan kemudian akan diteruskan ke bagian proses yaitu NodeMCU ESP8266 pada proses ini data akan dikelola dan akan dikirimkan ke bagian *output* yaitu LCD Oled, Blynk Apps. Adapun rangkaian alat dan *mockup* dari sistem monitoring arus listrik adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Rangkaian Alat dan Perkabelan

Rangkaian sistem monitoring arus daya listrik yang terlihat pada gambar menggunakan beberapa komponen yang terhubung ke mikrokontroler NodeMCU. Berikut adalah penjelasan tentang fungsi masing-masing komponen yang terdapat dalam rangkaian:

1. NodeMCU: Ini adalah mikrokontroler ESP8266 yang mendukung WiFi. NodeMCU berfungsi sebagai pusat pengendalian yang mengumpulkan data dari sensor, memprosesnya, dan kemudian memiliki kemampuan untuk menampilkan atau mengirimkan data melalui jaringan.
2. Sensor PZEM-004T: adalah sensor multifungsi yang sering digunakan dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau penggunaan daya listrik secara *real-time*. Parameter listrik berikut dapat diukur oleh sensor PZEM-004T untuk sistem *Alternating Current* (AC) atau arus bolak balik:

a) Tegangan (Voltage)

Tegangan diukur dalam *Volt* (V), sensor PZEM-004T dapat

mengukur tegangan listrik *Alternating Current*(AC) pada rentang 80V-260V.

b) Arus (*Current*)

Arus diukur dalam *Ampere* (A), sensor ini dapat mengukur arus listrik hingga 100A dengan penggunaan *Current Transformer* (CT) *clamp* yang sesuai.

c) Daya Aktif (*Active Power*)

Daya aktif diukur dalam *Watt* (W), adalah daya yang sesungguhnya digunakan oleh sebuah perangkat. PZEM-004T dapat mengukur daya aktif berdasarkan kombinasi tegangan dan arus yang diukur.

d) Energi (*Energy*)

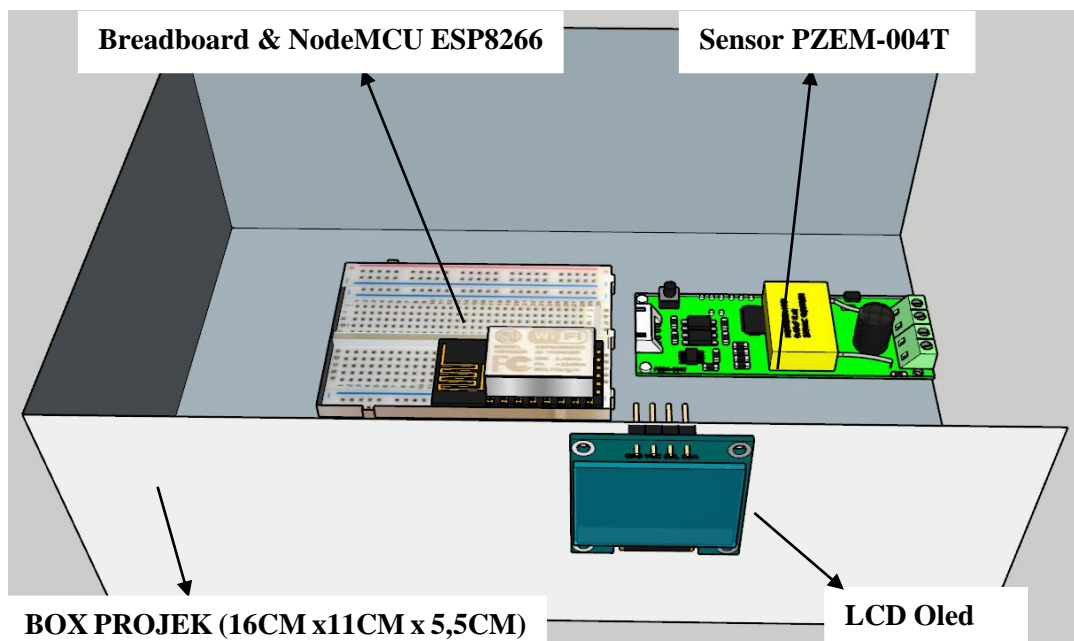
Energi diukur dalam KiloWatt-Jam (kWh), sensor PZEM-004T dapat menghitung total energi yang telah terpakai dalam satuan KiloWatt-Jam (kWh).

e) Frekuensi (*Frequency*)

Frekuensi diukur dalam Hertz (Hz), sensor PZEM-004T dapat mengukur frekuensi listrik pada rentang 45Hz-65Hz.

3. LCD Oled 0.96 : LCD ini digunakan untuk menampilkan data yang telah dibaca oleh sensor PZEM-004T, seperti *Watt, Volt, dan Ampere*.
4. Steker : digunakan untuk menyambungkan perangkat elektronik yang akan di monitoring ke sumber daya listrik.

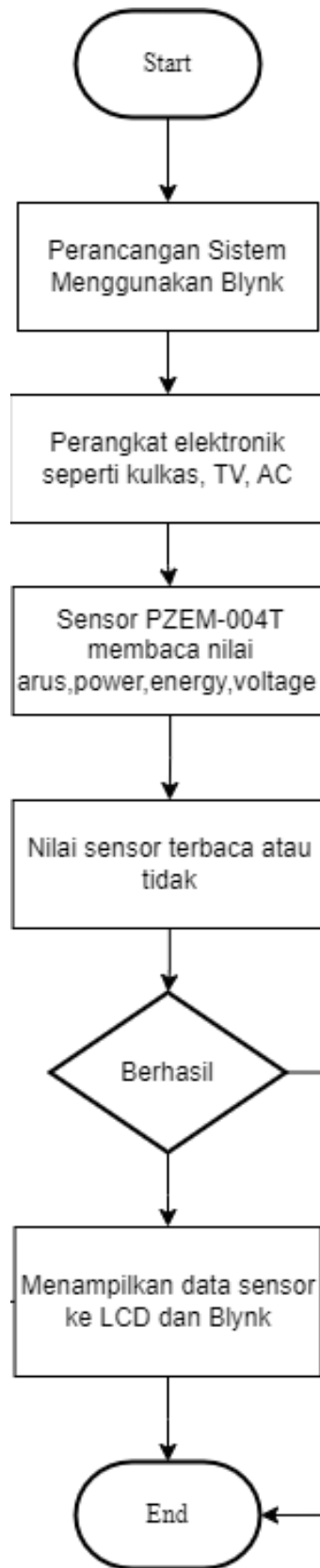
Selanjutnya desain *mockup* untuk rancangan tampilan fisik alat monitoring arus daya listrik ditunjukkan pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4 Mockup Rancangan Alat

3.4.2 Perancangan *Software*

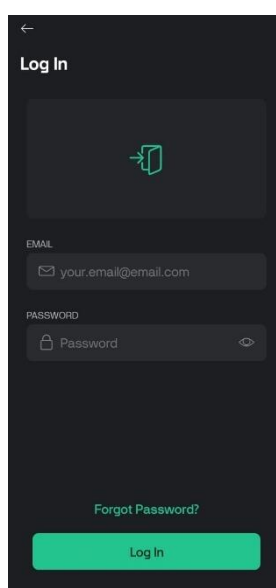
Dalam merancang sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis *Internet Of Things (IoT)*, penulis memilih untuk menggunakan platform Blynk sebagai solusi untuk memfasilitasi pemantauan jarak jauh dengan hasil yang *real-time*. Dengan menggunakan Blynk, alat sistem monitoring dapat saling terhubung dan Blynk akan menampilkan data yang di dapat secara *real-time*. Proses pemantauan ini terjadi dengan cara sensor PZEM-004T akan mengukur besar nilai daya pada perangkat elektronik, kemudian data yang di dapat akan tampil pada Blynk dan LCD Oled. Seluruh penjelasan tersebut ditampilkan dalam bentuk *flowchart* pada **Gambar 3.5** berikut.



Gambar 3.5 Flowchart alur sistem

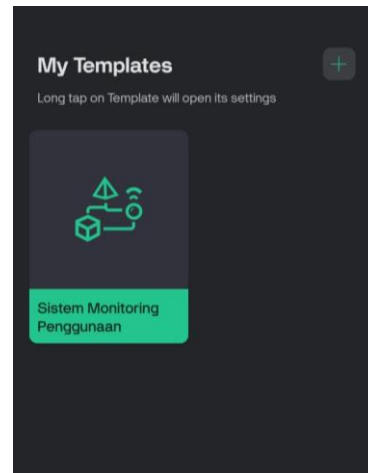
3.5 Desain Interface Blynk

Pada sub bab ini akan membahas desain *interface* yang akan digunakan dalam aplikasi Blynk untuk sistem monitoring penggunaan daya listrik. Blynk adalah sebuah *platform Internet Of Things(IoT)* yang memungkinkan para pengguna untuk membuat aplikasi untuk memonitoring dan mengontrol perangkat melalui perangkat seluler secara langsung dari manapun. Adapun tampilan awal login aplikasi Blynk ditunjukkan pada **Gambar 3.6** berikut.



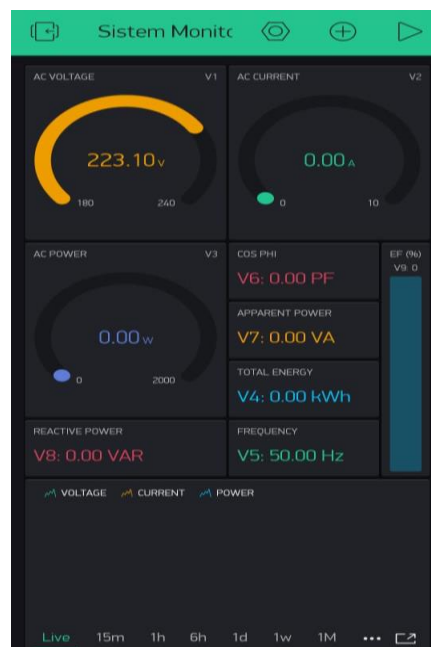
Gambar 3.6 Tampilan Login Aplikasi Blynk

Dimulai dengan login ke akun Blynk yang sudah dibuat sebelumnya, kemudian Langkah selanjutnya adalah membuat template sistem monitoring penggunaan daya listrik.



Gambar 3.7 Pembuatan *Template* Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik

Jika *template* sudah berhasil dibuat maka selanjutnya *design* aplikasi pada perangkat mobile juga di sesuaikan. Contoh *design* sistem monitoring penggunaan daya listrik yang sudah dibuat pada *template* tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3.8**



Gambar 3.8 Tampilan Sistem Monitoring di Smartphone

3.6 Tahapan Pengujian

Pada tahap pengujian sistem monitoring penggunaan daya listrik dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat yang dirancang secara keseluruhan. Pengujian melibatkan perangkat lunak dan perangkat keras. Pengujian perangkat keras mengevaluasi kemampuan setiap komponen untuk melakukan fungsinya, dan pengujian perangkat lunak mengevaluasi kinerja alat dengan pemrograman yang digunakan.

Alat Elektronik	Data Pengukuran							Efisiensi Daya	Jenis Beban	Biaya/hari
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	Energi (kWh)			
Kipas Angin										
Setrika										
Lampu										

Tabel 3.3 Kriteria Pengujian Daya Listrik

Pada tabel 3.3 terlihat alat elektronik apa saja yang akan di lakukan pengujian untuk mencari parameter-parameter daya listrik berupa tegangan (V), arus (A), daya aktif (W), daya reaktif (VAR), daya semu (VA), faktor daya (PF), energi (kWh), efisiensi daya dan jenis beban dari alat elektronik tersebut, setelah data parameter di dapat kemudian akan dihitung biaya/hari dari alat elektronik yang di uji. Adapun rumus untuk mencari parameter tersebut adalah sebagai berikut:

1. Arus (A)

Arus listrik (*Ampere*) dapat di hitung jika mengetahui daya (P) dan tegangan (V) dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{P}{V}$$

Penjelasan:

- **I:** Arus listrik (dalam *Ampere*, A)
- **P:** Daya (dalam *Watt*, W)
- **V:** Tegangan (dalam *Volt*, V)

Contoh Penggunaan:

Jika sebuah perangkat elektronik menggunakan daya sebesar 400 *Watt* dan tegangan yang di terapkan adalah 100 *Volt*, maka arus yang mengalir adalah:

$$I = \frac{400 \text{ W}}{100 \text{ V}} = 4 \text{ A}$$

2. Tegangan (V)

Tegangan (V) dapat di hitung jika mengetahui daya (P) dan arus (I) dengan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{P}{I}$$

Penjelasan:

- **V:** Tegangan (dalam *Volt*, V)
- **P:** Daya (dalam *Watt*, W)
- **I:** Arus listrik (dalam *Ampere*, A)

Contoh Penggunaan:

Jika sebuah perangkat elektronik mengkonsumsi daya sebesar 200 *Watt* dan arus yang mengalir adalah 2 *Ampere*, maka tegangan adalah:

$$V = \frac{200W}{2 A} = 100 V$$

3. Daya Aktif (*Watt*)

Daya (*Watt*) dapat dihitung bergantung pada dua parameter utama yakni tegangan (*V*) dan arus listrik (*I*), berikut adalah rumus yang digunakan:

$$P = V \times I$$

Penjelasan:

- **P:** Daya (dalam *Watt*, *W*)
- **V:** Tegangan (dalam *Volt*, *V*)
- **I:** Arus listrik (dalam *Ampere*, *A*)

Contoh Penggunaan:

Jika sebuah perangkat memiliki tegangan 120 *V* dan arus 4 *Ampere*, maka daya listrik yang digunakan adalah:

$$P = 120 V \times 4 A = 480 Watt$$

4. Daya Reaktif (*VAR*)

Daya reaktif adalah daya yang disimpan dan dilepaskan secara berkala oleh komponen reaktif seperti induktor dan kapasitor. Daya ini tidak melakukan kerja nyata, tetapi tetap mempengaruhi efisiensi sistem. Berikut rumus yang digunakan:

$$Q = V \times I \times \sin\theta$$

Penjelasan:

- **Q:** Daya Reaktif (*VAR*)

- **V**: Tegangan (dalam *volt*, V)
- **I**: Arus (dalam *ampere*, A)
- **θ**: Sudut fase antara tegangan dan arus

Contoh Penggunaan:

Misalkan dalam aliran listrik AC diketahui memiliki tegangan 220 V, arus 5 Ampere dan sudut fase 45° , maka daya reaktif nya sebagai berikut:

$$Q = 220 \times 5 \times \sin(45^\circ) = 1100 \times 0.707 = 778.57 \text{ VAR}$$

5. Daya Semu (VA)

Daya semu adalah total daya yang disuplai ke rangkaian, terdiri dari daya aktif (*real power*) dan daya reaktif. Berikut rumus yang digunakan:

$$S = V \times I$$

Penjelasan:

- **S**: Daya Semu (VA)
- **V**: Tegangan (dalam *volt*, V)
- **I**: Arus (dalam *ampere*, A)

Contoh Penggunaan:

Misalkan dalam aliran listrik AC diketahui memiliki tegangan 220 V dan arus 5 Ampere, maka daya semu nya sebagai berikut:

$$S = 200 \times 5 = 1100 \text{ VA}$$

6. Faktor Daya (PF)

Faktor daya adalah rasio antara daya aktif (P) dengan daya semu (S). Faktor daya menunjukkan seberapa efisien daya digunakan dalam suatu sistem.

Nilai ini berada di antara 0 hingga 1. Berikut rumus yang digunakan:

$$PF = \frac{P}{S}$$

Penjelasan:

- **PF:** Faktor Daya
- **P:** Daya Aktif (dalam *watt*, W)
- **S:** Daya Semu (dalam VA)

Contoh Penggunaan:

Jika diketahui sebuah perangkat elektronik memiliki daya aktif 700 W dan daya semu 1100 VA, maka faktor daya nya sebagai berikut:

$$PF = \frac{700}{1100} = 0.636$$

7. Energi (kWh)

Untuk menghitung pemakaian energi oleh sebuah perangkat elektronik dalam kilowatt-jam (kWh) rumus nya adalah sebagai berikut:

$$kWh = \frac{P \times t}{1000}$$

Penjelasan:

- **kWh:** Energi listrik yang dikonsumsi dalam kilowatt-jam
- **P:** Daya (dalam *Watt*, W)
- **t:** Waktu penggunaan (dalam jam, h)
- **1000:** Faktor konversi dari watt-jam ke kilowatt-jam (1kW=1000W)

Contoh Perhitungan:

Misalkan sebuah perangkat elektronik yang memiliki daya 1000 watt dan perangkat tersebut digunakan selama 7 jam. Maka, energi listrik yang dikonsumsi oleh perangkat tersebut adalah:

$$kWh = \frac{1000 \times 7}{1000} = \frac{7000}{1000} = 7kWh$$

Jadi, perangkat elektronik tersebut mengkonsumsi 7 kWh energi listrik.

Jika ingin menghitung biaya yang digunakan sebuah perangkat elektronik maka harus diketahui terlebih dahulu tarif harga listrik, tarif harga listrik dibagi oleh beberapa golongan. Berikut rincian tarif harga listrik untuk 13 golongan pelanggan non-subsidi yang berlaku Juli-September 2024 mengutip situs resmi PLN:

1. Golongan R-1/TR daya 900 VA, Rp 1.352 per kWh.
2. Golongan R-1/ TR daya 1.300 VA, Rp 1.444,70 per kWh.
3. Golongan R-1/ TR daya 2.200 VA, Rp 1.444,70 per kWh.
4. Golongan R-2/ TR daya 3.500-5.500 VA, Rp 1.699,53 per kWh.
5. Golongan R-3/ TR daya 6.600 VA ke atas, Rp 1.699,53 per kWh.
6. Golongan B-2/ TR daya 6.600 VA-200 kVA, Rp 1.444,70 per kWh.
7. Golongan B-3/ Tegangan Menengah (TM) daya di atas 200 kVA, Rp 1.114,74 per kWh.
8. Golongan I-3/ TM daya di atas 200 kVA, Rp 1.114,74 per kWh.
9. Golongan I-4/ Tegangan Tinggi (TT) daya 30.000 kVA ke atas, Rp 996,74 per kWh.
10. Golongan P-1/ TR daya 6.600 VA-200 kVA, Rp 1.699,53 per kWh.
11. Golongan P-2/ TM daya di atas 200 kVA, Rp 1.522,88 per kWh.

12. Golongan P-3/ TR untuk penerangan jalan umum, Rp 1.699,53 per kWh.
13. Golongan L/ TR, TM, TT, Rp 1.644,52 per kWh. (PLN, 2024).

Dari golongan-golongan tersebut di ambil contoh pada golongan R-1 TR daya 900 VA dengan tarif Rp 1.352 per kWh dan perangkat elektronik yang digunakan memiliki daya 1000 watt dan digunakan selama 24 jam, maka hitungannya adalah sebagai berikut:

$$kWh = \frac{1000 \times 24}{1000} = \frac{24000}{1000} = 24kWh$$

untuk menghitung biaya listrik yang digunakan dapat menggunakan rumus berikut

$$Biaya (Rp) = Energi(kWh) \times Tarif \text{ per } kWh(Rp)$$

$$Biaya (Rp) = 24 kWh \times Rp 1.352 = Rp 32.448$$

Jadi total biaya listrik untuk perangkat elektronik dengan daya 1000 watt dan digunakan selama 24 jam adalah Rp 32.448.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil, analisis, dan pengujian alat yang telah dirancang dan dibuat dibahas dalam bab ini. Tujuan dari bab ini adalah untuk mengetahui apakah alat tersebut dapat berfungsi sesuai harapan atau tidak. Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja alat secara keseluruhan dan untuk menentukan sejauh mana alat tersebut dapat memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan. Selain itu, hasil pengujian sensor yang digunakan dalam sistem akan dibahas dalam bab ini. Pengujian ini diharapkan dapat mengidentifikasi fitur dan kekurangan dari perangkat yang telah dikembangkan, serta bagian mana yang perlu ditingkatkan.

Dalam melakukan pengujian alat akan membaca parameter dari sebuah perangkat elektronik, kemudian dari data yang di dapat akan dihitung berapa biaya pemakaian dari perangkat elektronik tersebut dalam rentang waktu 24 jam. Pengujian ini bertujuan untuk memberikan informasi yang akurat seberapa besar energi yang digunakan dari sebuah perangkat elektronik. Hasil dari pengujian ini akan menjadi acuan apakah alat yang dibuat telah mencapai hasil yang di inginkan atau masih butuh perbaikan kedepannya.

4.1 Hasil Pengujian *Hardware/Software*

Pengujian *hardware* dilakukan untuk memastikan bahwa komponen yang digunakan pada sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Adapun komponen utama yang diuji meliputi PZEM-004T v3.0 sebagai sensor pengukur daya listrik, modul ESP8266 sebagai penghubung ke jaringan internet, serta perangkat LCD Oled sebagai alat penampil data secara lokal. Pengujian ini

bertujuan untuk mengetahui keakuratan dan stabilitas pembacaan data, serta memastikan bahwa komponen-komponen tersebut dapat bekerja secara sinergis dalam mengirimkan informasi daya listrik ke platform Blynk. Berdasarkan hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

Tabel 4.1. Pengujian *Hardware/Software*

No	Nama Perangkat	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	NodeMCU ESP8266	Dapat terkoneksi ke internet dan mengirim/menerima data	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Gagal
2	PZEM-004T	Dapat membaca parameter listrik	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Gagal
3	LCD Oled	Dapat menampilkan data yang sama dengan Blynk	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Gagal
4	Blynk	Dapat menampilkan data yang sama dengan LCD Oled	[<input checked="" type="checkbox"/>] Berhasil [<input type="checkbox"/>] Gagal

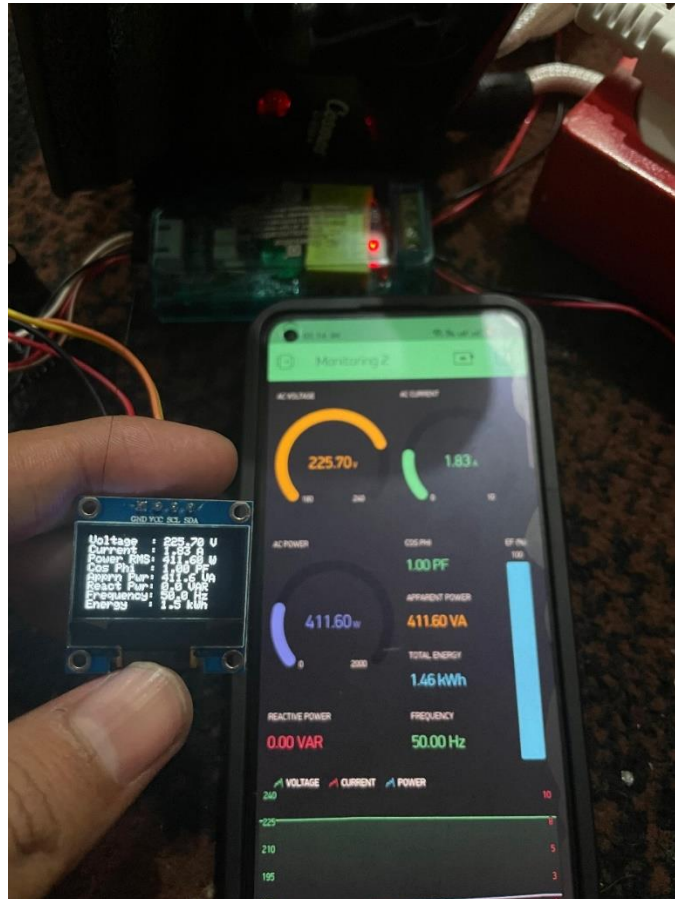
4.2 Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dan pengambilan data dilakukan untuk memverifikasi kinerja dari perangkat keras serta akurasi data yang dihasilkan sistem monitoring secara *real-time*. Pada tahap ini, sistem di uji menggunakan beberapa perangkat elektronik dengan 3 jenis beban berbeda yakni beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif untuk melihat respon sistem terhadap perubahan beban serta bagaimana data dapat disampaikan melalui aplikasi monitoring Blynk.

4.2.1 Pengujian dan Pengambilan Data Pada Beban Resistif

Pada pengujian beban resistif, perangkat elektronik yang digunakan adalah setrika dengan daya 400 *Watt*, elemen pemanas pada setrika merupakan elemen

resistif yang menghasilkan panas saat di aliri aliran listrik. Pengujian dilakukan selama 30 menit untuk melihat nilai perubahan parameter setiap menit nya, dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Pengujian Setrika

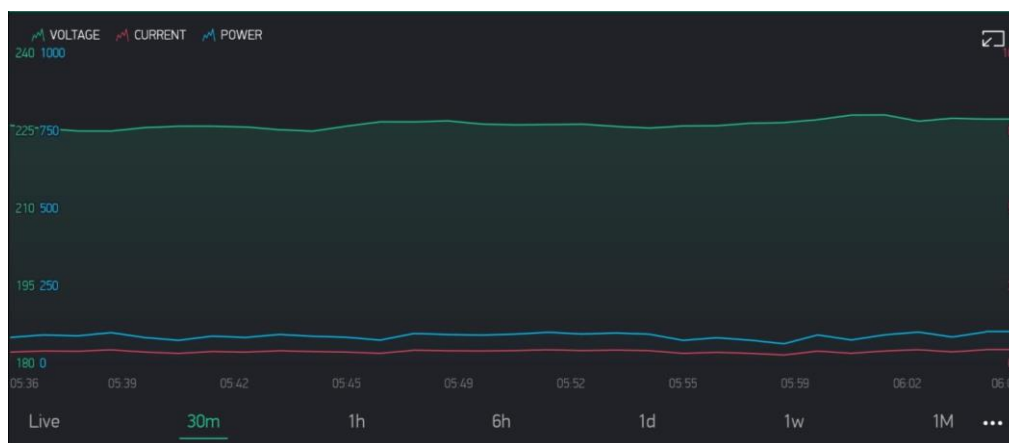
Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat alat sistem monitoring di uji dengan menggunakan setrika dan dapat berjalan dengan baik sehingga dapat membaca parameter yang ada pada setrika, berikut hasil lengkap nya dapat di lihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Pengujian Setrika

Waktu (Menit)	Data Pengukuran						Efisiensi Daya
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	
0	223	1.82	406.8	0.00	406.8	1.00	100%
5	223	1.82	405.1	0.00	405.1	1.00	100%
10	224	1.82	406.8	0.00	406.8	1.00	100%
15	224	1.83	409.8	0.00	409.8	1.00	100%
20	224	1.82	408.2	0.00	408.2	1.00	100%
25	224	1.82	408.5	0.00	408.5	1.00	100%
30	224	1.82	411.2	0.00	411.2	1.00	100%

Dari hasil pengukuran di atas, dapat dilihat bahwa konsumsi daya aktif oleh setrika berkisar antara 405.1 hingga 411.2 watt (W). Tegangan (V) dan arus (A) cenderung stabil selama melakukan pengujian, dengan faktor daya (PF) yang konstan sebesar 1.00. Hal ini menunjukkan bahwa setrika bersifat resesif murni, karena tidak terdapat daya reaktif (VAR). Selain itu daya semu (VA) sama dengan daya aktif (W), yang artinya bahwa seluruh energi listrik yang dikonsumsi diubah menjadi energi panas tanpa ada energi yang terbuang sebagai daya reaktif (VAR).

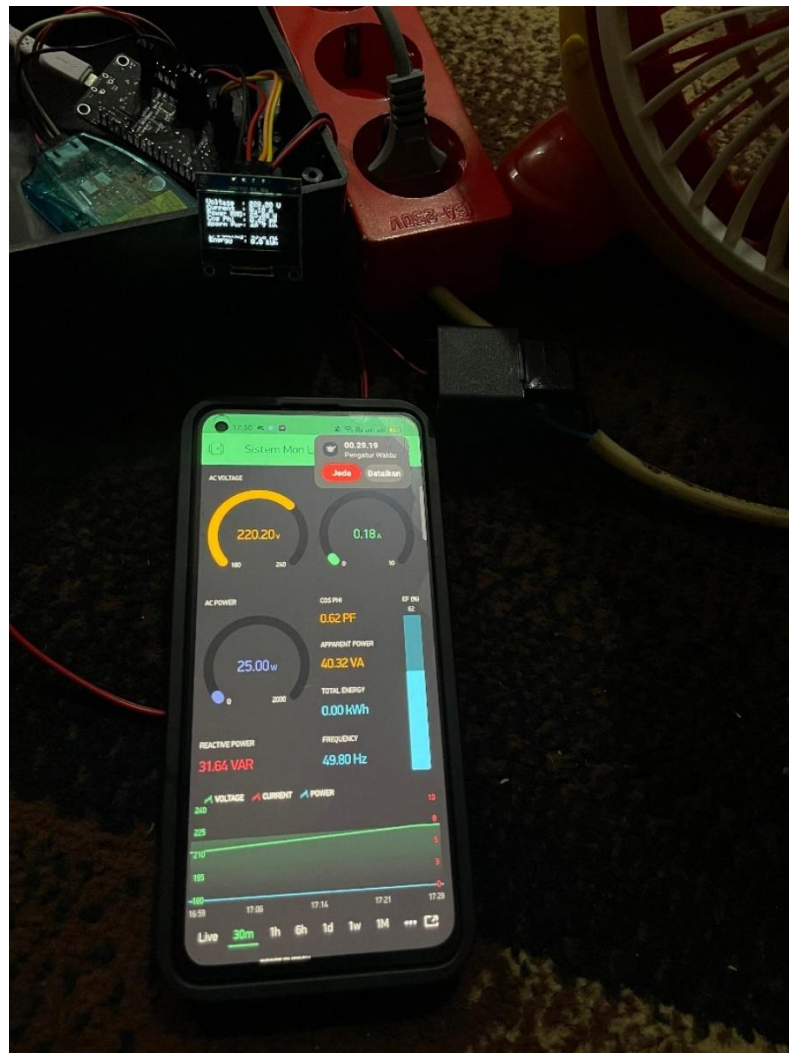
Untuk menunjukkan pola penggunaan energi setrika selama pengujian, grafik konsumsi daya aktif (Watt) terhadap waktu dapat digunakan untuk menunjukkan hasil pengukuran tersebut. Grafik ini akan membantu memahami stabilitas konsumsi daya dan mengetahui apakah terjadi lonjakan daya ketika setrika dimulai atau saat suhu mencapai titik maksimum. Selain itu grafik tegangan (Volt) dan arus (Ampere) sebagai pendukung analisis. Grafik ini menunjukkan tren konsumsi daya, yang membuat lebih mudah untuk menilai kinerja setrika sebagai beban resistif dalam sistem kelistrikan rumah tangga.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Setrika

4.2.2 Pengujian dan Pengambilan Data Pada Beban Induktif

Pada pengujian beban induktif, perangkat elektronik yang digunakan adalah kipas angin dengan daya 28 Watt dan dioperasikan dengan kecepatan penuh. Kipas angin dipilih karena dalam operasinya, arus yang mengalir akan tertunda terhadap tegangan (pergeseran fasa) akibat adanya medan magnet yang terbentuk pada motor. Pengujian dilakukan selama 30 menit untuk melihat perubahan parameter setiap menitnya, dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.3 Pengujian Kipas Angin

Pada gambar 4.2 dapat dilihat alat sistem monitoring dilakukan pengujian menggunakan kipas angin sebagai beban induktif dan dapat membaca parameter dengan baik, hasil lengkap dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Pengujian Kipas Angin

Waktu (Menit)	Data Pengukuran						Efisiensi Daya
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	
0	220	0.18	25.00	31.64	40.32	0.62	62%
5	221	0.18	25.30	31.31	40.32	0.63	63%
10	222	0.18	25.40	31.31	40.32	0.63	63%
15	221	0.18	25.20	30.25	39.38	0.64	64%
20	223	0.18	25.60	31.56	40.63	0.63	63%
25	221	0.18	25.10	30.94	39.84	0.63	63%
30	220	0.18	24.90	29.90	38.91	0.64	64%

Dari pengukuran tabel di atas, dapat dilihat bahwa kipas angin sebagai beban induktif menunjukkan karakteristik konsumsi daya yang khas. Selama pengujian yang dilakukan dalam waktu 30 menit, tegangan (V) yang di ukur cenderung stabil dengan sedikit fluktuasi antara 220 hingga 223 Volt. Arus listrik (A) yang mengalir melalui kipas angin juga mendapat nilai konstan di 0.18 Ampere, yang menunjukkan bahwa kipas angin beroperasi secara normal tanpa adanya lonjakan arus yang signifikan.

Konsumsi daya aktif (Watt) oleh kipas angin relatif stabil, berada di rentang 24.90 hingga 25.60 Watt, dengan daya semu (VA) yang lebih besar, yakni berkisar

antara 38.91 hingga 40.63 VA. Daya reaktif (VAR) yang terukur cukup tinggi, menunjukkan adanya perbedaan fasa antara tegangan dan arus, yang merupakan ciri khas dari beban induktif seperti kipas angin. Meskipun daya reaktif ini tidak melakukan pekerjaan apa pun, ia tetap berdampak pada daya total yang ditarik dari jaringan.

Kipas angin ini memiliki faktor daya (PF) antara 0.62 dan 0.64. Karena motor kipas angin membutuhkan banyak daya reaktif untuk menggerakkan motornya, efisiensi kipas angin lebih rendah daripada beban resistif. Akibatnya, sebagian besar energi listrik yang diserap diubah menjadi daya mekanik, tetapi sebagian lagi dibuang sebagai daya reaktif. 62%–64% adalah tingkat efisiensi daya secara keseluruhan, yang menunjukkan proporsi energi yang digunakan secara efektif.



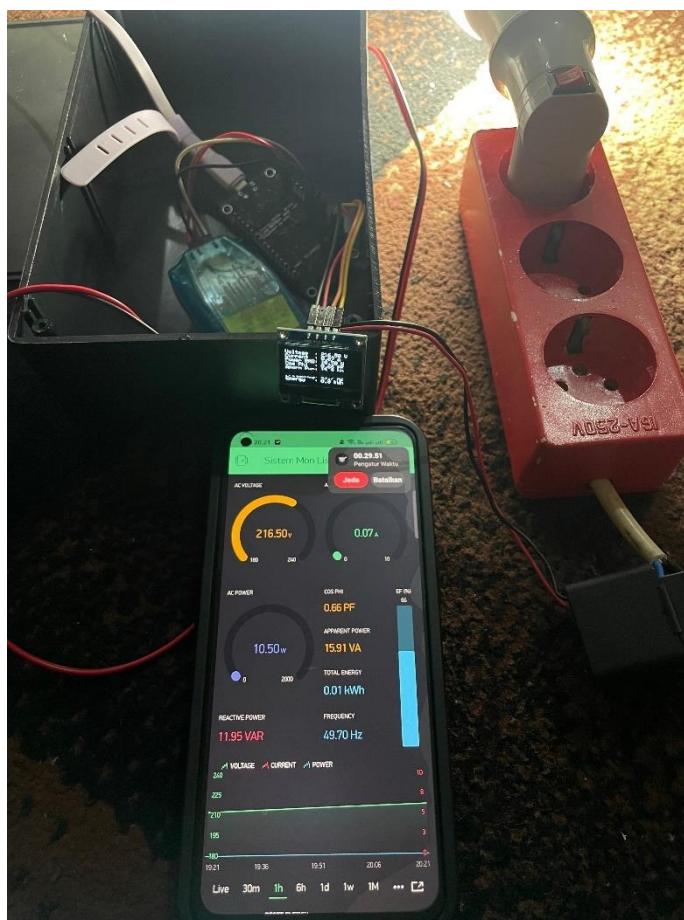
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Kipas Angin

Dari data yang diperoleh, dapat di analisis lebih lanjut bagaimana perilaku konsumsi daya kipas angin dalam kurun waktu 30 menit. Grafik yang menampilkan hubungan antara waktu pengujian dengan tegangan, arus dan daya aktif akan memberikan gambaran visual yang lebih jelas mengenai fluktuasi dan stabilitas dari

parameter tersebut. Dengan menampilkan grafik di atas, dapat diidentifikasi pola penggunaan daya kipas angin lebih efisien, serta menentukan apakah terjadi perubahan yang signifikan pada salah satu parameter yang mempengaruhi efisiensi perangkat.

4.2.3 Pengujian dan Pengambilan Data Pada Beban Kapasitif

Pada pengujian dengan beban kapasitif perangkat elektronik yang digunakan adalah lampu LED 11 watt, lampu LED dipilih karena memiliki karakteristik kapasitif yang umum ditemukan pada perangkat elektronik dengan komponen semi konduktor. Pengujian dilakukan selama 30 menit untuk melihat perubahan parameter yang terjadi setiap menit, dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengujian Lampu LED

Pada gambar 4.5 dapat dilihat alat sistem monitoring dilakukan pengujian menggunakan lampu LED sebagai beban kapasitif dan dapat membaca parameter dengan baik, hasil lengkap dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Pengujian Lampu LED

Waktu (Menit)	Data Pengukuran						Efisiensi Daya
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	
0	216	0.07	10.50	11.95	15.91	0.66	66%
5	216	0.07	10.30	11.72	15.61	0.66	66%
10	216	0.07	10.20	11.93	15.69	0.65	65%
15	215	0.07	10.20	11.61	15.45	0.66	66%
20	215	0.07	10.10	11.81	15.54	0.65	65%
25	214	0.07	10.10	11.81	15.54	0.65	65%
30	216	0.07	10.10	11.50	15.30	0.66	66%

Dari hasil pengukuran di atas, terlihat bahwa konsumsi daya aktif oleh lampu LED 11 watt berkisar antara 10.10 hingga 10.50 watt (W) selama periode 30 menit. Tegangan (V) yang diukur relatif stabil pada kisaran 214 hingga 216 volt (V), sementara arus listrik yang mengalir juga tetap konstan sebesar 0.07 ampere (A). Hal ini menunjukkan bahwa lampu LED mengkonsumsi daya yang rendah dan tidak mengalami fluktuasi yang signifikan dalam penggunaannya.

Daya reaktif (VAR) yang dihasilkan oleh lampu LED berada pada rentang 11.50 hingga 11.95 VAR, yang menunjukkan bahwa terdapat komponen kapasitif dalam arus listrik yang digunakan oleh lampu ini. Daya reaktif adalah daya yang tidak digunakan untuk melakukan kerja nyata tetapi tetap dibutuhkan untuk membangun medan magnet pada komponen kapasitif seperti kapasitor di rangkaian lampu LED. Selain itu, daya semu (VA) yang terukur berada di kisaran 15.30 hingga 15.91 VA. Daya semu ini mencakup daya aktif dan daya reaktif, yang menunjukkan total daya yang disuplai dari sumber listrik.

Faktor daya (PF) yang terukur pada lampu LED menunjukkan nilai antara 0.65 hingga 0.66, yang berarti sekitar 65% hingga 66% daya yang dikonsumsi merupakan daya nyata yang digunakan untuk menyalakan lampu, sedangkan sisanya adalah daya reaktif. Hal ini umum terjadi pada beban kapasitif seperti lampu LED, yang menggunakan kapasitor sebagai bagian dari rangkaian elektroniknya.

Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu LED memiliki komponen kapasitif yang cukup dominan. Penggunaan daya listrik yang rendah dan stabil ini menjadikan lampu LED sebagai pilihan efisien untuk pencahayaan rumah tangga. Untuk melihat pola konsumsi daya yang lebih jelas, dapat ditampilkan grafik yang menggambarkan perubahan tegangan, daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya selama periode waktu pengujian tersebut.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Lampu LED

Sebagai langkah selanjutnya, untuk memvisualisasikan dan lebih memahami performa lampu LED sebagai beban kapasitif, grafik dari data pengukuran yang telah ditampilkan pada gambar 4.6. Grafik ini akan mencakup representasi dari variabel-variabel penting, seperti tegangan, arus, dan daya aktif selama periode pengujian. Dengan menampilkan grafik ini, diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai karakteristik penggunaan daya lampu LED dan membantu dalam menganalisis efisiensi sistem secara keseluruhan. Grafik ini akan menjadi alat yang berguna untuk membandingkan data dan mendapatkan wawasan lebih lanjut mengenai perilaku lampu LED dalam konteks penggunaan daya listrik.

4.3 Analisis Konsumsi Daya dan Biaya Penggunaan Perangkat Elektronik

Pada bagian ini, akan dilakukan analisis terhadap rata-rata konsumsi daya dari tiga perangkat elektronik yang telah diuji, yaitu setrika, kipas angin, dan lampu LED. Data pengukuran yang telah diperoleh dari setiap perangkat akan digabungkan untuk menghitung total energi yang digunakan dalam satuan kilowatt jam (kWh). Selain itu, biaya penggunaan energi listrik dari masing-masing perangkat akan dihitung berdasarkan tarif yang berlaku, sehingga memberikan

gambaran yang lebih jelas mengenai pengaruh penggunaan perangkat elektronik terhadap tagihan listrik rumah tangga, dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian

Alat Elektronik	Data Pengukuran							Efisiensi Daya	Jenis Beban	Biaya/hari
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	Energi/ Jam (kWh)			
Setrika	224	1.82	408.0	0.00	408.0	1.00	0.4	100%	Resistif	Rp.577,9
Kipas Angin	222	0.18	25.00	31.00	40.00	0.63	0.02	63%	Induktif	Rp.28,9
Lampu	216	0.07	10.00	11.00	15.00	0.66	0.01	66%	Kapasitif	Rp.14,5

Dari hasil pengujian daya dari ketiga alat elektronik yaitu, setrika, kipas angin, dan lampu memiliki karakteristik yang berbeda sesuai dengan jenis bebannya. Setrika memiliki daya aktif sebesar 408,0 W dengan faktor daya (PF) yang sempurna, yaitu 1,00, menandakan bahwa semua energi listrik yang digunakan diubah menjadi energi panas tanpa adanya kehilangan daya reaktif. Dalam pengujian ini, setrika menghasilkan energi 0,4 kWh per jam, yang berkontribusi pada biaya penggunaan sekitar Rp. 577,9 per hari. Di sisi lain, kipas angin menunjukkan daya aktif sebesar 25,0 W dengan faktor daya 0,63, yang menunjukkan bahwa hanya sebagian dari energi yang dikonsumsi digunakan untuk menghasilkan daya aktif, sementara sisanya terbuang sebagai daya reaktif. Kipas angin menghabiskan energi sebesar 0,02 kWh per jam, dengan biaya penggunaan yang lebih rendah, yaitu Rp. 28,9 per hari. Lampu LED, dengan daya aktif 10,0 W

dan faktor daya 0,66, meskipun memiliki daya yang rendah, tetap menunjukkan efisiensi yang baik dengan biaya penggunaan hanya Rp. 14,5 per hari.

Dari hasil pengujian ini, biaya/hari setiap perangkat memakai acuan Golongan R-1/ TR daya 1.300 VA, Rp 1.444,70 per kWh dan dapat disimpulkan bahwa ketiga perangkat elektronik memiliki karakteristik daya dan biaya penggunaan yang berbeda sesuai dengan jenis bebannya. Setrika, sebagai beban resistif, menunjukkan penggunaan daya yang tinggi dan biaya yang signifikan, sementara kipas angin dan lampu LED lebih efisien dalam penggunaan energi, yang menekankan pentingnya mempertimbangkan jenis perangkat yang digunakan untuk efisiensi dan penghematan biaya dalam pengelolaan konsumsi energi listrik.

4.4 Pengujian Pada kWh Meter Listrik

Pengujian juga dilakukan langsung dengan kWh meter untuk mengukur secara keseluruhan penggunaan daya listrik pada rumah tangga yang melibatkan perangkat elektronik dengan beban ringan seperti lampu LED hingga beban berat seperti AC (*Air Conditioner*), pengujian dilakukan selama beberapa hari untuk mengetahui total energi (kWh) yang digunakan selama 1 hari kemudian dari total energi (kWh) yang di dapat akan dihitung rata-rata daya (W) yang digunakan, penghitungan rata rata daya (W) menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata daya (W)

$$P_{avg} = \frac{E}{t}$$

Di mana:

- P_{avg} = daya rata-rata (Watt)
- E = energi yang digunakan (kWh)

- t = waktu (jam)

Setelah mengetahui total energi(kWh) yang terpakai selama 1 hari setelah itu akan dihitung juga biaya pemakaian per hari, hasil lengkap dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Pada kWh Meter

Hari	Data Pengukuran		Biaya
	Total energi (kWh)	Daya Aktif (Watt)	
1	23.51	979.58	Rp.33.948
2	20.59	857.92	Rp.29.731
3	21.64	901.67	Rp.31.248
4	24.22	1009.17	Rp.34.973
5	25.15	1047.92	Rp.36.316
...			
15	25.76	1073.33	Rp.37.197

Dari hasil data di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan listrik bervariasi setiap harinya, dengan total konsumsi energi berkisar antara 20.59 kWh hingga 25.76 kWh dan daya aktif rata-rata yang digunakan perhari berada di antara 857.92 Watt hingga 1073.33 Watt, hal ini menunjukkan bahwa perangkat-perangkat elektronik di rumah bekerja dengan konsumsi daya yang relatif stabil dalam periode waktu 24 jam. Variasi konsumsi energi ini kemungkinan disebabkan

oleh perubahan pola penggunaan perangkat berdaya besar seperti AC, mesin cuci atau mesin pompa air. Biaya listrik harian berkorelasi langsung dengan total energi yang digunakan, dengan biaya terendah Rp.29.731 pada hari ke 2 dengan konsumsi energi sebesar 20.59 kWh, dan tertinggi Rp.37.197 pada hari ke 15 dengan konsumsi energi sebesar 25.76 kWh. Ini menunjukkan peningkatan konsumsi listrik berbanding lurus dengan peningkatan biaya yang dikeluarkan.

Dari sini dapat disimpulkan bahwa konsumsi listrik rumah tangga cenderung tidak stabil dan berfluktuasi sesuai aktivitas sehari-hari, terutama saat penggunaan perangkat kebutuhan daya tinggi meningkat. Penghematan energi dapat dilakukan guna untuk mengurangi biaya listrik dengan cara mengurangi penggunaan perangkat elektronik berdaya besar atau mengoptimalkan waktu penggunaannya, hal ini berpotensi dapat mengurangi biaya listrik. Penggunaan perangkat perangkat berdaya tinggi yang berlebihan tanpa pengendalian dapat meningkatkan biaya listrik secara signifikan. Implementasi sistem monitoring listrik secara real-time, seperti yang telah dilakukan, sangat membantu untuk memantau dan menganalisis pola konsumsi listrik. Dengan informasi yang lebih rinci, pemilik rumah dapat mengambil tindakan yang lebih tepat untuk menghemat energi dan mengurangi biaya tanpa mengorbankan kenyamanan, sehingga efisiensi energi rumah tangga dapat tercapai.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pengujian, diketahui bahwa alat yang dirancang berjalan sesuai harapan. Ketika sensor PZEM-004T membaca parameter pada perangkat elektronik, ESP8266 akan memproses data tersebut kemudian LCD Oled akan menampilkan data tersebut. Selain itu, sistem juga memungkinkan untuk melakukan pemantauan dari jarak jauh melalui smartphone menggunakan platform Blynk. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan di layar smartphone, dan jika penggunaan daya listrik melebihi batas yang telah ditentukan Blynk akan mengirim notifikasi berupa email peringatan bahwa penggunaan daya listrik melebihi batas
2. Berdasarkan pengujian, sensor PZEM-004T dapat membaca parameter-parameter dengan cukup akurat. Hal ini dibuktikan ketika alat diberi daya listrik dan terhubung ke jaringan Wifi, sensor akan langsung membaca parameter listrik dan data akan langsung tampil di LCD Oled dan Blynk. Jika beban ditambah dari batas maksimal pemakaian yakni 400 VA, Blynk akan langsung mengirimkan email peringatan ke smartphone bahwa pemakaian listrik melebihi batas yang sudah ditentukan.

3. Berdasarkan pengujian dan pengambilan data dari 3 jenis beban listrik yang berbeda yakni beban resistif di uji dengan setrika, beban induktif di uji dengan kipas angin, dan beban kapasitif di uji dengan lampu LED, sistem yang telah dikembangkan berhasil mengukur parameter listrik yang ada pada ketiga perangkat elektronik tersebut. Pada setrika dengan beban resistif memiliki tegangan 224 V, arus 1.82 A, daya aktif 408.0 W, daya reaktif 0.00 VAR, daya semu 408.0 VA, faktor daya 1.00 PF, energi 0.4 kWh dengan efisiensi daya 100% dan biaya jika digunakan 1 hari sebesar Rp. 577,9. Pada kipas angin dengan beban induktif memiliki tegangan 222 V, arus 0.18 A, daya aktif 25.00 W, daya reaktif 31.00 VAR, daya semu 40.00 VA, faktor daya 0.63 PF, energi 0.02 kWh dengan efisiensi daya 63% dan biaya jika digunakan 1 hari sebesar Rp. 28,9. Pada lampu LED dengan beban kapasitif memiliki tegangan 216 V, arus 0.07 A, daya aktif 10.00 W, daya reaktif 11.00 VAR, daya semu 15.00 VA, faktor daya 0.66 PF, energi 0.01 kWh dengan efisiensi daya 66% dan biaya jika digunakan 1 hari sebesar Rp. 14,5.
4. Berdasarkan pengujian dengan kWh meteran listrik, disimpulkan bahwa konsumsi listrik rumah tangga bervariasi setiap hari, dengan total energi berkisar antara 20.59 kWh dengan biaya Rp.29.731 hingga 25.76 kWh dengan biaya Rp.37.197, serta daya aktif rata-rata antara 857.92 Watt hingga 1073.33 Watt. Perubahan pola penggunaan perangkat berdaya besar, seperti AC dan mesin cuci, berkontribusi pada fluktuasi konsumsi energi dan biaya listrik, yang berkorelasi langsung dengan total energi yang digunakan. Untuk mengurangi biaya listrik, pemilik rumah dapat menghemat energi dengan mengurangi penggunaan perangkat berdaya

tinggi atau mengoptimalkan waktu penggunaannya. Implementasi sistem monitoring listrik secara real-time terbukti efektif dalam memantau dan menganalisis pola konsumsi listrik, memungkinkan tindakan yang lebih tepat dalam mengelola penggunaan energi, sehingga efisiensi energi rumah tangga dapat dicapai tanpa mengorbankan kenyamanan.

5.2 Saran

Adapun saran saran yang dapat dipertimbangkan pada penelitian ini untuk meningkatkan kemampuan alat dan pengembangan lebih lanjut:

1. Penerapan fitur otomatisasi seperti pemadaman otomatis pada perangkat yang melebihi batas konsumsi tertentu dapat menjadi langkah pengembangan yang berguna.
2. Penggunaan sistem energi hijau sebagai pengembangan lebih lanjut, alat monitoring ini dapat disinergikan dengan sumber energi alternatif seperti panel surya. Dengan begitu, alat dapat memantau penggunaan energi dari dua sumber berbeda (PLN dan panel surya), yang berguna untuk mengukur efisiensi energi hijau serta meminimalkan biaya listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifta Junfithrana. (2021). APLIKASI SMART HOME NODE MCU IOT UNTUK BLYNK. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v7i1.59>
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *JURNAL ILMIAH ILMU KOMPUTER*, 4(1), 19–26. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48>
- Furqon, A., Prasetijo, A. B., & Widiyanto, E. D. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 18(02), 93–104. <https://doi.org/10.31358/techne.v18i02.202>
- Hendriawan, H., Subandi, S., Chandra, J. C., & Ferdiansyah, F. (2023). PROTOTYPE SISTEM ALAT PENYIRAMAN TANAMAN CABAI OTOMATIS BERBASIS WEB MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NODEMCU ESP8266. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2(1), 500–507. <https://senafiti.budiluhur.ac.id/index.php/senafiti/article/view/613>
- Heru Sandi, G., & Fatma, Y. (2023). PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.5892>
- Manullang, A. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). *Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot. JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 4 (2), 163–170.

- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). SISTEM MONITORING BEBAN LISTRIK BERBASIS ARDUINO NODEMCU ESP8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>
- Prayitno, B., & Palupiningsih, P. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis *Internet Of Things*. *PETIR*, 12(1), 72–80. <https://doi.org/10.33322/petir.v12i1.333>
- R. Nurul Fitriana Putri. (2024, January 15). *Sepanjang Tahun 2023, Konsumsi Listrik Alami Peningkatan, Capai 1.285 kWh per Kapita*. JawaPos.Com.
- Ridwan, R., Mulia, S. B., & Rosid, A. I. (2023). Sistem Pemantauan Penggunaan Listrik Rumah Tangga Dengan Website Berbasis IoT. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 4(2).
- Riyanto, J., & Wasid, A. (2023). PERANCANGAN ALAT BANTU PARKIR MOBIL BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR JARAK VL53L0X MENGGUNAKAN VLC. *Jurnal Informatika Dan Komputasi: Media Bahasan, Analisa Dan Aplikasi*, 17(1), 1–5.
- Ruri Ashari Dalimunthe. (2018). PEMANTAU ARUS LISTRIK BERBASIS ALARM DENGAN SENSOR ARUS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO. *Seminar Nasional Royal*, 333–338.
- SANTOSO, H. B., PRAJOGO, S., & MURSID, S. P. (2018). Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things* (IoT). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(3), 357. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i3.357>

Setiawan, S. A., Hidayat, M., & Sutarti. (2024). PROTOTYPE LAMPU PENERANGAN JALAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR LDR BERBASIS ARDUINO UNO. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 11(1), 119–127.
<https://doi.org/10.30656/prosisko.v11i1.8257>

Syhari, A., & Bintoro, A. (2023). Monitoring dan Controlling Daya Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor PZEM-004T. *Jurnal Energi Elektrik*, 12(1), 43.
<https://doi.org/10.29103/jee.v12i1.9836>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keputusan Dosen Pembimbing



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

https://fiki.umsu.ac.id fiki@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING
PROPOSAL/SKRIPSI MAHASISWA
NOMOR : 180/IL3-AU/UMSU-09/F/2024

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan Persetujuan permohonan judul penelitian Proposal / Skripsi dari Ketua / Sekretaris.

Program Studi : Teknologi Informasi
Pada tanggal : 1 Februari 2024

Dengan ini menetapkan Dosen Pembimbing Proposal / Skripsi Mahasiswa.

Nama : Ahmad Fauzi Batubara
NPM : 2009020143
Semester : VII (Tujuh)
Program studi : Teknologi Informasi
Judul Proposal / Skripsi : Implementasi Internet Of Things Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Secara Real Time Pada Lingkungan Rumah Tangga

Dosen Pembimbing : Martiano, S.pd, S.Kom, M.Kom

Dengan demikian di izinkan menulis Proposal / Skripsi dengan ketentuan

1. Penulisan berpedoman pada buku panduan penulisan Proposal / Skripsi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU
2. Pelaksanaan Sidang Skripsi harus berjarak 3 bulan setelah dikeluarkannya Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
3. **Proyek Proposal / Skripsi dinyatakan " BATAL "** bila tidak selesai sebelum Masa Kadaluaarsa tanggal : **1 Februari 2025**
4. Revisi judul.....

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Ditetapkan di : Medan
 Pada Tanggal : 20 Rajab 1445 H
 1 Februari 2024 M





Dekan
Martiano-Khoarizmi, S.Kom., M.Kom
 NIDN : 0127099201

C.c. File




Lampiran 2 Surat Undangan Seminar Proposal

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Nomor : 754/II.3-AU/UMSU-09/F/2024

UNDANGAN SEMINAR PROPOSAL
 Fakultas : Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
 Program Studi : Teknologi Informasi
 Hari/Tanggal : Jumat, 13 September 2024
 Waktu /Tempat : 08.30/G
 Pemimpin Seminar : **Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom**




No	NPM	NAMA MAHASISWA	Dosen Pembimbing	Dosen Pembahas	JUDUL PROPOSAL
1	2009020107	Mhd RajaSyah Partede	Mahardika Abdi Prawira, S.Kom., M.Kom	Dr. Firahtmi Rizki, M.Kom	Perbandingan Algoritma Dijkstra Dan Algoritma Bidirectional Dijkstra Dalam Pencarian Rute Terpendek
2	2009020114	Azhar Radhiya Targan	Dr. Firahtmi Rizki, M.Kom	Martiano, S.Pd., S.Kom., M.Kom	Analisis Pola Pembelian Konsumen Menggunakan Metode Association Rule Mining pada Data Transaksi Di UD Dunia Vape
3	2009020143	Ahmad Fauzi Batubara	Martiano, S.Pd., S.Kom., M.Kom	Dr. Firahtmi Rizki, M.Kom	Implementasi Internet Of Things Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Secara Real Time Pada Lingkungan Rumah Tangga



*NB: - Laki-laki berbussana hitam putih dan memakai dasi
 Perempuan berbussana muslimah hitam putih*

Medan, 08 Rabi'ul Awwal 1446 H
 11 September 2024 M

Dekan
Dr. Al-Khoirizmi, M.Kom
 NIDN. 127099201

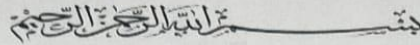
  

Lampiran 3 Berita Acara Seminar Proposal



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fiki.umsu.ac.id> fiki@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL
 TAHUN AJARAN 2023/20224**

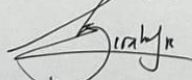
Hari/Tanggal... Jum'at / 13 sept 2024

Nama Mahasiswa : ~~.....~~ ~~.....~~ ~~.....~~ Ahmad Fauzi Batubara
 NPM : ~~.....~~ ~~.....~~ ~~.....~~ 2009020143
 Program Studi : Teknologi Informan
 Nama Dosen Penanggung : Dr. Firaumi Rizky M. Kar
 Judul Proposal :

Materi/Point yang Diperbaiki :

1. Disarankan perbaikan Redaksi pada Manfaat Penelitian point 3.
2. Ada cara Peminder penggura yg dikirim dan sistem jika daya listrik yg digunakan sudah mendekati over load.

Dosen Penanggap


 (Dr. Firaumi Rizky.....)

Mahasiswa

(.....)

