

**PERANCANGAN SISTEM PENGAWASAN DAN  
PENGENDALIAN PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH  
TANGGA BERBASIS IOT**



Disusun Oleh:

N a m a : Leo Agus Saputra

NIM : 20523048

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANAFAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN SISTEM PENGAWASAN DAN  
PENGENDALIAN PERALATAN ELEKTRONIK  
RUMAHTANGGA BERBASIS IOT**

**TUGAS AKHIR**



الجامعة الإسلامية  
Yogyakarta, 8 Juli 2024  
Pembimbing

( Kurniawan Dwi Irianto, S.T, M.Sc. )

## HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN SISTEM PENGAWASAN DAN  
PENGENDALIAN PERALATAN ELEKTRONIK  
RUMAHTANGGA BERBASIS IOT**

**TUGAS AKHIR**

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana

di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam

Indonesia Yogyakarta, 1 Nopember 2017

Tim Penguji

Kuniawan Irianto, S.T, M.Sc

*Anggota 1*

Arrie Kurniawardhani, S.Si., M.Kom

*Anggota 2*

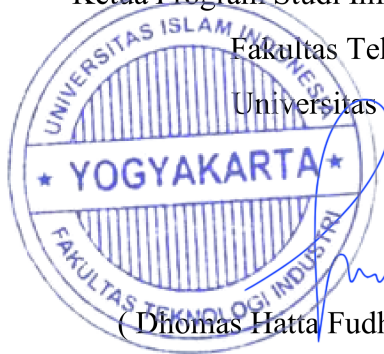
Sheila Nurul Huda, S.Kom., M.Cs.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T, M, Eng, Ph.D.)

**HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	Leo Agus Saputra
NIM	20523048

Tugas akhir dengan judul:

**PERANCANGAN SISTEM PENGAWASAN DAN  
PENGENDALIAN PERALATAN ELEKTRONIK  
RUMAH TANGGA BERBASIS IOT**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 8 Juli 2024



( Leo agus Saputra )

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini merupakan persembahan untuk kedua orang tua saya. Berkat dukungan, perhatian, serta doa dari mereka, saya bisa sampai di titik ini dan dapat menyelesaikan tanggungjawab ini. Setiap langkah dalam perjalanan ini penuh dengan kenangan dan semangat yang mereka tanamkan dalam diri saya. Terima kasih atas segala pelajaran tentang hidup yang penuh makna, dan semangat untuk bertanggung jawab yang telah mereka ajarkan.

**HALAMAN MOTO**

*“Pada akhirnya, apa yang kita sesali bukanlah kegagalan, melainkan hal-hal yang tidak pernah kita coba”.*

- Napoleon Hill

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Pertama, izinkan saya menyampaikan rasa terima kasih yang besar kepada Allah SWT, Yang Maha Pengasih dan Penyayang, karena telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya berhasil menyelesaikan tugas akhir dengan judul " PERANCANGAN SISTEM PENGAWASAN DAN PENGENDALIAN PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH TANGGA BERBASIS IOT"

Adapun tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana di Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, saya merasa sangat bersyukur telah mendapatkan bimbingan, bantuan, dan arahan dari berbagai pihak.

Terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya dalam setiap langkah
2. Keluarga tercinta Ayah (Khoirul Saleh) Ibu (Suprihain) dan Adik (Farrel Ananda), yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, dan doa dalam setiap perjuangan saya.
3. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc., sebagai Ketua Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia, atas bimbingan dan dukungannya.
4. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D., sebagai Ketua Program Studi Informatika Universitas Islam Indonesia, atas arahan dan dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang memberikan ilmu, arahan, serta waktu untuk membimbing penulis.
6. Bapak Rahadian Kurniawan, S.Kom, M. Kom. Selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan, masukan serta bantuan selama masa perkuliahan.
7. Teman-teman seperjuangan skripsi, yang selalu ada dalam suka dan duka, memberikan dukungan, semangat, dan bantuan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, dan persahabatan yang telah terjalin, khususnya kepada Nur Mita Utami, Moh. Ananda Putra, Fauzan Triananta, Fahrizal, Ojan, Adib dan yang lain yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

8. Teman-teman seperjuangan dari Lampung, yang telah memberikan dukungan dan semangat selama masa perkuliahan, saya sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya. Secara khusus kepada Rayhan, Faridz, Iqbal, Paksi, dan Bailanuci atas segalabantuan dan kebersamaannya.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan taufik dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amin.

*Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 8 Juli  
2024



( Leo Agus Saputra )

## SARI

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga dengan memanfaatkan Internet of Things (IoT). Dari perancangan hingga pengujian, hasilnya menunjukkan bahwa penerapan IoT memungkinkan pengguna untuk memonitor dan mengendalikan peralatan elektronik secara efektif dari jarak jauh. Informasi mengenai penggunaan energi dan kondisi peralatan dapat diakses secara real-time, memungkinkan pengelolaan konsumsi energi yang lebih efisien. Sistem ini juga mampu mendeteksi masalah peralatan dengan cepat, mengurangi risiko kerusakan dan memungkinkan perbaikan tepat waktu. Secara keseluruhan, penerapan IoT dalam pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga memberikan manfaat signifikan dalam hal efisiensi operasional dan pemeliharaan peralatan.

Kata kunci: *Internet of Things (IoT)*, Efisiensi Energi, Monitoring real-time.

## GLOSARIUM

Antarmuka	Sebuah penghubung atau titik kontak yang menghubungkan pengguna dan perangkat elektronik di mana terdapat interaksi dan pertukaran informasi di dalamnya.
Arduino IDE	Suatu platform physical computing yang bersifat open source dan aplikasi lintas browser yang mudah digunakan untuk pemula karena ditulis dalam bahasa C++ yang disederhanakan.
<i>Black Box Testing</i>	Metode pengujian perangkat lunak yang memeriksa fungsionalitas tanpa memperhatikan struktur internal atau logika dari kode program.
<i>Blynk</i>	Platform IoT yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi perangkat pintar berbasis smartphone
<i>Cloud</i>	Sistem informasi yang merupakan pengembangan teknologi komputer berbasis Internet di mana dapat menyimpan data, jaringan dan perangkat lunak.
Dashboard	Halaman utama dalam suatu sistem yang dapat menyajikan data secara real-time
ESP8266	Modul WiFi yang digunakan untuk koneksi internet pada sistem IoT.
<i>Internet of Things</i>	Sistem yang terhubung ke internet yang mampu berkomunikasi dengan objek di sekitarnya tanpa interaksi manusia.
<i>Metode Waterfall</i>	Metode pengembangan perangkat lunak yang mengikuti proses tahapan berurutan, dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan pemeliharaan.
Microcontroller	Komputer kecil berbentuk chip IC (Integrated Circuit).
PZEM-004T	Sensor untuk pengukuran parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, energi aktif, dan faktor daya.
Real-time	kondisi pengoperasian sistem yang dibatasi oleh rentang dan tenggat waktu..
Relay 4-Chanel	Komponen elektronik yang digunakan untuk mengontrol daya atau sinyal pada empat saluran secara terpisah.

Rumah Pintar      Tempat tinggal yang dilengkapi dengan teknologi informasi dan komputasi data yang dapat merespon kebutuhan penghuni rumah.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
HALAMAN MOTO .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SARI.....	ix
GLOSARIUM .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
2.1 <i>Internet of Things</i> .....	5
2.2 Rumah Pintar .....	6
2.3 NodeMCU 8266 .....	7
2.4 Kabel Jumper.....	7
2.5 Power Supply .....	8
2.6 Outlet / Terminal Listrik.....	9
2.7 PZEM-004T.....	9
2.8 Modul Relay .....	10
2.9 Blynk .....	11
2.10 Arduino IDE .....	11
2.11 Kajian Pustaka .....	12
BAB III METODOLOGI .....	14
3.1 Metode Pengembangan Sistem .....	14
3.2 Analisa Kebutuhan .....	15
3.2.1 Kebutuhan Hardware .....	15
3.2.2 Kebutuhan Software .....	15
3.2.3 Kebutuhan Proses Sistem .....	15
3.3 Alur Proses Sistem .....	16
3.4 Flowchart Smart Power Outlet.....	17
3.5 Wiring Diagram.....	18
3.6 Pembuatan Antarmuka di Blynk .....	19
3.7 Penulisan Kode Program .....	21
3.8 Metode Pengujian <i>Black Box Testing</i> .....	22
3.9 Pemeliharaan .....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24

4.1	Tampilan Antarmuka.....	24
4.2	Kode Program.....	27
4.3	Pengujian .....	33
4.3.1	Button <i>On/Off</i> .....	33
4.3.2	Beban Resistif.....	34
4.3.3	Beban Induktif .....	36
4.3.4	Beban Kapasitif .....	38
4.3.5	Beban Ketiga .....	41
4.3.6	Contoh Beban Yang Tidak Efisien .....	42
4.4	Pembahasan .....	43
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	46
	DAFTAR PUSTAKA.....	48

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka .....	18
Tabel 3. 1 Hubungan Komponen Dengan Pin ESP8266 .....	25
Tabel 3. 2 Hubungan Semua Pin Yang Terhubung .....	25
Tabel 4. 1 Hasil Uji Coba Button On/Off .....	41
Tabel 4. 2 Data Beban Resistif .....	42
Tabel 4. 3 Data Beban Induktif .....	44
Tabel 4. 4 Data Beban Kapasitif .....	46
Tabel 4. 5 Data Ketiga Beban .....	47
Tabel 4. 6 Data Uji Coba Bohlam Lampu 20 Watt .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 NodeMCU 8266 .....	7
Gambar 2. 2 Kabel Jumper .....	7
Gambar 2. 3 Power Supply .....	8
Gambar 2. 4 Terminal Listrik .....	8
Gambar 2. 5 PZEM-004T .....	9
Gambar 2. 6 Modul Rel .....	14
Gambar 2. 7 Tampilan Template di Blynk .....	16
Gambar 2. 8 Mendeklarasikan Nilai Nilai Yang Akan Di Pakai .....	16
Gambar 2. 9 Membuat Tampilan Antar Muka Web .....	17
Gambar 2. 10 Pembuatan Aplikasi Blynk di Smartphon .....	17
Gambar 3. 1 Metode Waterfall .....	20
Gambar 3. 2 Alur Proses Sistem .....	22
Gambar 3. 3 Flowchart Smart Power Outlet.....	24
Gambar 3. 4 Wiring Diagram .....	24
Gambar 3. 5 Komponen Blynk, (a) Button ,(b) Gauge ,(c) Label, (d) Graph .....	26
Gambar 4. 1 Tampilan Antarmuka Website / Desktop.....	29
Gambar 4. 2 Tampilan Antarmuka Mobile.....	30
Gambar 4. 2 Tampilan Antarmuka Mobile.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 3 Hasil Uji Tombol On/Off Pada Tampilan Dashboard .....	41
Gambar 4. 4 Uji Coba Button On/Off Pada Alat .....	41
Gambar 4. 5 Hasil Uji Beban Resistif.....	42
Gambar 4. 6 Uji Coba Beban Resistif.....	42
Gambar 4. 7 Hasil Uji Beban Induktif .....	44
Gambar 4. 8 Uji Coba Beban Induktif .....	44
Gambar 4. 9 Hasil Uji Beban Kapasitif .....	45
Gambar 4. 10 Uji Coba Beban Kapasitas .....	46
Gambar 4. 11 Hasil Uji Coba Ketiga .....	47
Gambar 4. 12 Uji Coba Ketiga Beban.....	47
Gambar 4. 12 Uji Coba Ketiga Beban .....	47
Gambar 4. 12 Uji Coba Ketiga Beban .....	47
Gambar 4. 13 Hasil Uji Coba Bohlam Lampu 20 Watt.....	48

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Penggunaan alat-alat elektronik rumah tangga telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari. Pemakaian listrik Masyarakat Indonesia meningkat setiap tahunnya karena merupakan kebutuhan primer yang setiap hari digunakan (Irianto, 2023). Alat-alat elektronik yang digunakan memerlukan energi listrik yang disediakan oleh PLN dalam penggunaannya (Huda et al., 2021). Perangkat seperti lampu, kipas angin, televisi, dan berbagai peralatan elektronik lainnya memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi penghuni rumah. Teknologi yang semakin canggih membuat peralatan ini juga menjadi lebih efisien dan hemat energi (Budiman & Ramdhani, 2021). Namun, pengelolaan dan pengawasan penggunaan alat-alat elektronik tersebut sering kali masih dilakukan secara manual yang dapat mengakibatkan penggunaan energi yang tidak efisien. Pemborosan energi listrik dapat disebabkan oleh kelalaian untuk mematikan peralatan elektronik (Alip Pratama et al., 2021).

Pengawasan terhadap penggunaan alat-alat elektronik sangat penting untuk mengoptimalkan konsumsi energi listrik. Pengontrolan listrik dilakukan untuk menghemat penggunaan serta memberikan keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat (Irsan Pasaribu et al., 2021). Dalam konteks rumah tangga, konsumsi energi yang efisien tidak hanya mengurangi biaya listrik, tetapi juga berkontribusi pada upaya global untuk mengurangi emisi karbon dan dampak lingkungan (Patabang et al., n.d.). Pemakaian daya listrik yang berlebih dapat menyebabkan arus putus. Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk sistem yang dapat memantau dan mengendalikan penggunaan energi secara real-time, sehingga dapat membantu pemilik rumah untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan energi (Ismail et al., 2020).

Alat elektronik yang digunakan tidak hanya memberikan manfaat bagi penggunanya. Permasalahan-permasalahan yang timbul dapat terjadi karena kurangnya pengawasan. Masalah yang sering terjadi adalah pemborosan yang menyebabkan kenaikan biaya listrik (Ilhami & Sokibi, 2019). Kurangnya pemantauan konsumsi energi secara real-time dan dari jarak jauh juga menjadi permasalahan. Selain itu, sistem yang ada sering kali kurang user-

friendly dan tidak terintegrasi dengan baik, sehingga menyulitkan pengguna dalam mengelola peralatan mereka secara efisien.

Permasalahan yang ada membutuhkan solusi agar tidak menyebabkan dampak buruk. Penelitian ini mengusulkan penerapan Internet of Things (IoT) untuk memantau dan mengendalikan peralatan elektronik rumah tangga (Hidayat & Gunawan, 2024). Berbagai studi sebelumnya telah menunjukkan potensi IoT dalam mengoptimalkan konsumsi energi, namun penelitian ini menekankan penggunaan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, bahasa pemrograman Arduino, dan aplikasi mobile Blynk berbasis Android untuk menciptakan sistem yang lebih terintegrasi dan mudah digunakan. Untuk menghadapi tantangan ini, diperlukan pengembangan sistem yang dapat menyederhanakan penggunaan perangkat elektronik. Berdasarkan kesulitan dalam mengendalikan peralatan elektronik secara manual, penulis tertarik untuk meneliti dan mengembangkan prototipe berjudul "Penggunaan IoT Dalam Pengawasan dan Pengendalian Peralatan Elektronik Rumah Tangga".

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dalam penelitian ini, rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem yang dapat memantau penggunaan energi listrik secara real-time serta dapat memutus arus listrik dengan bantuan Relay.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, terdapat batasan-batasan masalah diantaranya:

- a. Penelitian ini memfokuskan pada implementasi Internet of Things (IoT) untuk pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga yang umum digunakan, seperti lampu, kipas angin, dan perangkat elektronik lainnya.
- b. Penelitian ini membatasi penggunaan teknologi tertentu, terutama mikrokontroler NodeMCU ESP8266, bahasa pemrograman Arduino, dan aplikasi mobile Blynk berbasis Android untuk mengimplementasikan sistem IoT.
- c. Sensor alat ukur tegangan beban AC hanya mampu memberikan nilai pengukuran akumulatif dari seluruh beban yang terhubung di outlet terminal.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada dalam penelitian ini, penulis menyimpulkan bahwa tujuan dari penelitian ini adalah Penulis akan mengembangkan sistem berbasis IoT untuk meningkatkan kesadaran pengguna tentang penghematan energi. Solusi ini melibatkan pemantauan dan pengendalian perangkat elektronik rumah tangga secara efisien, dengan fokus pada mengurangi pemborosan energi. Pengguna dapat dengan mudah memantau dan mengelola konsumsi energi melalui aplikasi seluler, sambil menikmati pengendalian otomatis perangkat elektronik untuk menciptakan lingkungan rumah tangga yang efisien dan ramah lingkungan

## 1.5 Manfaat Penelitian

- a. Bagi penulis
  1. Mendapatkan pengalaman dan pengetahuan mendalam tentang penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam kehidupan sehari-hari.
  2. Berkontribusi pada peningkatan teknologi rumah pintar dan mendukung perkembangan kebijakan publik terkait energi dan keamanan rumah tangga.
- b. Bagi pengguna
  1. Kemudahan dalam mengontrol peralatan rumah, terutama perangkat elektronik dari jarak jauh, membuat penggunaan peralatan rumah menjadi lebih praktis dan efisien.
  2. Meningkatkan kenyamanan pengguna dalam mengelola rumah tangga dan menghemat energi listrik.

## 1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan laporan penelitian ini mencakup lima bab, meliputi:

- a. BAB 1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

- b. BAB II Landasan Teori

Pada landasan teori ini akan mengulas mengenai tinjauan literatur dari penelitian sebelumnya, Internet of Things, konsep Rumah Pintar, dan perangkat serta komponen yang akan diterapkan dalam penelitian ini.

c. BAB III Perancangan

Pada bagian ini, akan dibahas secara menyeluruh mengenai gambaran sistem, persyaratan proses sistem dan langkah-langkah dalam perancangan sistem.

d. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini akan mengulas mengenai output yang dihasilkan oleh penggunaan IoT dalam pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga.

e. BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan membahas ringkasan temuan dari penelitian mengenai pemanfaatan IoT dalam pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga, serta saran dan rekomendasi untuk meningkatkan pengembangan sistem guna meningkatkan kinerjanya di masa yang akan datang.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 *Internet of Things***

*Internet of Things* (IoT) adalah sistem yang terhubung ke internet yang mampu berkomunikasi dengan objek di sekitarnya. Banyak ahli memprediksi bahwa IoT akan menjadi "*the next big thing*" dalam teknologi karena kemampuannya untuk mengembangkan potensi yang luas (Arisyo, 2021). Integrasi ilmu elektro dengan komputer telah menciptakan berbagai sistem kontrol yang beragam, termasuk pengendalian menggunakan gerakan tubuh, suara, perangkat ponsel, internet, dan remote control, serta teknologi lainnya. Banyak teknologi manual yang telah diubah menjadi otomatis dengan tujuan mempermudah manusia dalam menjalankan tugas-tugas mereka (Doni & Rahman, 2020).

Peran utama IoT adalah menghubungkan dunia fisik dengan dunia informasi, termasuk dalam pengolahan data yang diperoleh dari perangkat elektronik melalui antarmuka antara pengguna dan perangkat tersebut. Sensor-sensor ini mengumpulkan data fisik mentah dari situasi real-time dan mengubahnya ke dalam format mesin yang dapat dimengerti, yang dapat memungkinkan suatu pertukaran data dengan berbagai format dengan lebih mudah (Rahmadhani et al., 2022). IoT adalah sebuah konsep dimana perangkat elektronik nantinya akan memiliki kemampuan untuk saling berkomunikasi dengan sendirinya, saling menerima dan mengirimkan data melalui koneksi jaringan.

Internet of Things (IoT) itu sendiri mewakili langkah signifikan menuju transformasi dalam era modern dan mencapai pencapaian penting dalam bidang kecerdasan buatan (Wanasinghe et al., 2020). Contoh sederhana penerapan IoT dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada televisi. Mengganti saluran channel tanpa menyentuh televisi, hanya dengan menggunakan remote, adalah ilustrasi praktis dari konsep IoT, di mana hampir semua perangkat listrik di sekitar kita dapat dikendalikan dari jarak jauh. Teknologi IoT memiliki dampak besar terhadap kehidupan kita, tercermin dari cara kita berinteraksi dengan lingkungan sehari-hari (Laghari et al., 2022). Baik dari perangkat rumah tangga listrik, seperti kulkas dan AC, hingga perangkat yang dapat dikendalikan jarak jauh, seperti TV. Semua ini dapat dikelola dengan menggunakan smartphone, termasuk smartwatch.

Perangkat yang terkoneksi akan mengumpulkan informasi dan saling berbagi mengenai cara mereka berfungsi dan melaksanakan tugas yang diberikan (Sahni et al., 2020). Proses ini dimungkinkan melalui penggunaan sensor yang terpasang pada ponsel cerdas kita dan berbagai perangkat listrik, serta perangkat berbasis sinyal lainnya yang akan terhubung ke dalam jaringan IoT.

Tahap awal dalam merancang sistem IoT adalah memastikan kesesuaian komponen yang dipilih dengan aplikasi yang diinginkan. Seperti sensor, protokol komunikasi jaringan, pengolahan data hingga tempat penyimpanan data tersebut.

## **2.2 Rumah Pintar**

Rumah pintar dapat didefinisikan sebagai tempat tinggal yang dilengkapi dengan teknologi informasi dan komputasi data yang dapat merespon kebutuhan penghuni rumah. Ini dicapai melalui efisiensi, otomatisasi perangkat, kenyamanan, keamanan dan penghematan yang dikelola melalui pengelolaan teknologi di dalam rumah dan konektivitas dengan dunia luar. Sistem ini memungkinkan untuk mengontrol perangkat elektronik, telekomunikasi, interkom, pencahayaan, keamanan, dan peralatan lainnya di rumah (Wijayanti, 2022).

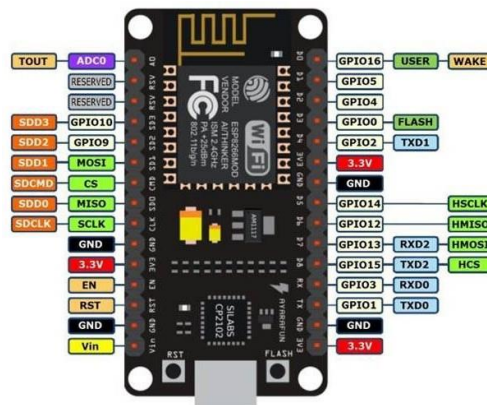
Kemajuan dalam kendali dan pemantauan perangkat di rumah pintar terus berkembang, termasuk sistem informasi berbasis internet atau yang dikenal sebagai Internet of Things (IoT). Berbagai penelitian mengeksplorasi berbagai skenario dalam topik ini, mendorong perkembangan konsep IoT menjadi tingkat yang lebih lanjut, dikenal sebagai Internet of Everything (IoE) (Adiono et al., 2020). Sistem ini umumnya terdiri dari perangkat pemantauan, perangkat kontrol, dan beberapa perangkat yang dapat diakses melalui komputer (Bahri et al., 2023). Perangkat yang diperlukan juga mudah didapatkan, seperti router, switch, atau access point yang tersedia di pasaran dengan berbagai harga dan merek yang beragam. Oleh karena itu, teknologi Internet of Things (IoT) telah menjawab kebutuhan ini dengan sistem kontrol rumah pintar.

## **2.3 NodeMCU 8266**

NodeMCU merupakan sebuah papan elektronik yang menggunakan chip ESP8266, memiliki kemampuan sebagai mikrokontroler dan dapat terhubung ke internet melalui koneksi WiFi. Papan ini memiliki beberapa pin input/output (I/O), yang dapat memungkinkan mengembangkan aplikasi pemantauan dan pengendalian pada proyek Internet of Thing IoT)

(Satria, 2022). Hal tersebut memungkinkan karena perangkat ini dilengkapi dengan prosesor, memori, dan akses ke pin GPIO.

NodeMCU ESP8266 dapat diprogram menggunakan compiler Arduino atau IDE Arduino. Dari segi fisik, NodeMCU ESP8266 memiliki port USB (mini USB), dengan begitu mempermudah untuk proses pemrogramannya. Modul NodeMCU ESP8266 merupakan turunan dari platform IoT (Internet of Things) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Dari segi fungsionalitas, modul ini hampir serupa dengan platform modul Arduino, namun dengan spesialisasi khusus untuk terhubung dengan internet (Sulistyorini et al., 2022).



Gambar 2. 1 NodeMCU 8266

## 2.4 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang biasa digunakan untuk menghubungkan Arduino Uno dengan board atau sensor yang akan digunakan. Kabel jumper berfungsi untuk menghantarkan listrik atau sinyal, dengan logam konduktor di dalamnya. Ada tiga jenis kabel jumper berdasarkan ujungnya, yaitu: Male-Male, Male-Female, dan Female-Female (Amri et al., 2023).



Gambar 2. 2 Kabel Jumper

## 2.5 Power Supply

Power Supply DC berperan sebagai penyedia tegangan searah untuk berbagai perangkat elektronik, menjalankan peran penting dalam operasional suatu sistem elektronik. Tidak ada perangkat elektronik yang dapat beroperasi tanpa power supply (Andi et al., 2023). Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh power supply disesuaikan dengan kebutuhan perangkat elektronik, seperti 5 Volt DC, 10 Volt DC, 12 Volt DC, 48 Volt DC, dan bahkan ada yang memerlukan supply tegangan DC hingga ratusan Volt. Untuk menghasilkan tegangan DC, diperlukan sistem regulator DC yang bertugas menghasilkan tegangan keluaran yang stabil setelah tegangan sumber AC dari PLN diubah dan dikonversi menjadi tegangan DC (searah).



Gambar 2. 3 Power Supply

## 2.6 Outlet / Terminal Listrik

Terminal listrik pada rangkaian ini menggunakan 4 terminal listrik individual dalam satu lubang. Terminal tersebut berfungsi sebagai output dari modul relay. Namun, penulis menggunakan 1 buah outlet listrik 4 lubang yang telah dimodifikasi dengan memotong lempengan tembaga sehingga dari 4 lubang tersebut menjadi individual.



Gambar 2. 4 Terminal Listrik

## 2.7 PZEM-004T

Modul PZEM-004T adalah sebuah sensor multifungsi yang dapat melakukan pengukuran daya, tegangan, arus, dan energi pada aliran listrik. Modul ini dilengkapi dengan sensor arus (CT) dan sudah terintegrasi dalam satu paket. Penggunaan modul ini direkomendasikan di dalam ruangan atau dalam lingkungan indoor, dan beban yang diukur harus berada dalam batas daya yang telah ditetapkan (Harahap et al., 2020). Hal ini penting untuk menghindari kerusakan pada sensor yang terdapat dalam modul tersebut.

Sensor ini menghasilkan output melalui komunikasi serial. Jika ingin mengintegrasikan dengan Arduino, kita menggunakan komunikasi serial. Penggunaan sensor ini sangat mudah karena hasil keluarannya dapat langsung dibaca, termasuk arus, tegangan, daya, daya aktif, dan energi. Namun, sayangnya, sensor ini tidak dapat mengukur arus AC dengan ketelitian dalam mili Ampere (Dharmawan et al., 2022).



Gambar 2. 5 PZEM-004T

## 2.8 Parameter Hasil Ukur Aliran Listrik

### 2.8.1 AC Power

Peralatan elektronik membutuhkan suplai daya bersih yang stabil agar dapat berfungsi dengan baik. Kemajuan terbaru dalam teknologi telah membuat pdaya arus bolak-balik (ac) menjadi lebih penting, seperti mikrokomputer diintegrasikan ke dalam berbagai macam produk elektronik. AC power merupakan jumlah besaran energi yang disuplai dalam waktu tertentu. Energi ini diukur dalam satuan Watt yang merupakan hasil dari perubahan energi dalam waktu yang singkat. AC power mengacu pada laju energi listrik yang mengalir dalam suatu titik tertentu dalam suatu sirkuit tertutup. (Whitaker, 2020) menyatakan bahwa penyaluran daya listrik membutuhkan elemen utama dari sistem tenaga listrik AC. Elemen-

elemen tersebut berupa kapasitor, transformator daya, generator daya, sirkuit transmisi, serta sistem kontrol peralihan berupa perangkat proteksi, pengatur tegangan, dan perangkat isolasi gangguan. Berikut merupakan rumus perhitungan AC Power:

**Daya aktif:  $P = V \times I \times \cos(\theta)$**

$P =$  Daya aktif (W)

$V =$  Tegangan RMS atau Root Mean Square (V)

$I =$  Arus RMS (A)

$\cos(\theta) =$  Power factor yang merupakan perbandingan antara daya aktif dan daya semu.

**Daya reaktif:  $Q = V \times I \times \sin(\theta)$**

$Q =$  Daya reaktif (dalam volt-ampere reaktif, VAR)

$\sin(\theta) =$  Sin dari sudut fase antara tegangan dan arus.

**Daya semu:  $S = V \times I$**

$S =$  Daya semu (VA)

Hubungan dari ketiga daya tersebut menunjukkan bahwa daya semu merupakan hasil dari komponen daya aktif dan daya reaktif dalam sebuah rangkaian AC. Oleh karena itu, rumus akhir dari AC power yaitu  $S^2 = P^2 + Q^2$ .

### 2.8.2 AC Voltage

Tegangan AC merupakan tekanan untuk mendorong elektron bergerak pada suatu rangkaian, namun tekanan ini tidak konstan atau naik turun sesuai dengan frekuensi gelombang AC. Frekuensi gelombang biasanya sekitar 50-60 Hz. Perbedaan potensial listrik pada tegangan AC dapat berubah-ubah secara periodik antara dua titik dalam suatu rangkaian. Perubahan yang terjadi secara terus-menerus menyebabkan arus listrik juga berubah arah, sehingga arus bergerak maju-mundur dalam rangkaian. Hal tersebut perlu diperhatikan karena saat distribusi listrik memungkinkan listrik ditransmisikan dengan efisiensi tinggi untuk mengurangi kehilangan energi selama perjalanan dari pembangkit listrik ke konsumen. (Attia, 2015) menyatakan bahwa tegangan AC merupakan hal penting karena berhubungan langsung antara peralatan elektronik yang terhubung dengan level tegangan suplai. Berikut merupakan beberapa rumus untuk menentukan tegangan AC.

$$\text{Tegangan RMS : } V_{\text{RMS}} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

$V_{\text{RMS}}$  = Tegangan RMS (V)

$V_p$  = Tegangan puncak (peak voltage) (V)

$$\text{Tegangan puncak} = V_p = V_{\text{RMS}} \times \sqrt{2}$$

$V_p$  = Tegangan puncak (peak voltage) (V)

$V_{\text{RMS}}$  = Tegangan RMS (V)

$$\text{Tegangan Puncak ke Puncak} = V_{p-p} = 2 \times V_p$$

$V_{p-p}$  = Tegangan Puncak ke Puncak (V)

$V_p$  = Tegangan puncak (peak voltage) (V)

$$\text{Tegangan Instan} = V(t) = V_p \times \sin(\omega t + \phi)$$

$V(t)$  = Tegangan instan pada waktu  $t$  (V)

$V_p$  = Tegangan puncak (peak voltage) (V)

$\omega$  = Frekuensi sudut (dalam radian per detik, rad/s)

$t$  = Waktu (dalam detik, s)

$\phi$  = Fase awal (dalam radian)

### 2.8.3 AC Current

AC current arus bolak-balik adalah aliran elektron yang dihasilkan oleh tegangan AC (AC voltage). Tegangan AC membuat perbedaan potensial listrik yang berubah-ubah secara periodik antara dua titik dalam suatu rangkaian. Perubahan tersebut menyebabkan elektron di dalam konduktor bergerak maju-mundur dan mengikuti arah perubahan tegangan. Tegangan AC yang mencapai nilai maksimum dalam satu arah membuat arus listrik juga mengalir maksimal ke arah yang sesuai. Sebaliknya, ketika tegangan berbalik arah, maka arus juga akan berbalik arah. (Fikri et al., 2022) menyatakan bahwa penggunaan arus listrik AC yang memiliki akselerasi dan frekuensi yang tinggi akan membantu perusahaan karena seolah-olah tidak menunjukkan adanya lag. Rumus perhitungan arus bolak-balik (AC current) bergantung pada jenis rangkaian (resistif, induktif, kapasitif, atau kombinasi). Berikut merupakan beberapa rumus yang digunakan:

$$\text{Arus dalam Rangkaian Resistif Murni : } I = \frac{V}{R}$$

$I$  = Arus AC (Ampere)

V = Tegangan RMS AC (V)

R = Resistansi (ohm atau  $\Omega$ )

**Arus dalam Rangkaian Induktif Murni :  $I = \frac{V}{X_L}$**

$X_L$  = Reaktansi induktif (ohm atau  $\Omega$ ), yang dihitung dengan:  $X_L = 2\pi fL$

$f$  = Frekuensi AC (hertz atau Hz)

$L$  = Induktansi (henry atau H)

#### 2.8.4 Power Factor

Power faktor (power factor) merupakan rasio antara daya aktif (real power) yang digunakan oleh beban dengan daya tampak (apparent power) yang disuplai ke rangkaian. Real power adalah besaran yang menggambarkan energi yang sebenarnya digunakan oleh beban untuk melakukan kerja produktif, sedangkan apparent power adalah besaran yang menggambarkan energi total yang disuplai ke beban, termasuk energi yang tidak digunakan secara produktif. (Bukit et al., 2022) menyatakan bahwa perbandingan antara besarnya daya aktif (kW) dengan besarnya daya nyata (kVA) pada suatu sistem digunakan untuk menghitung power factor. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung power factor:

**Power Faktor (pf) =  $\cos(\theta)$**

$$\cos(\theta) = \frac{\text{Daya aktif (kW)}}{\text{Daya nyata (kVA)}}$$

$\theta$  = sudut fase antara tegangan dan arus

#### 2.8.5 Reactive Power

Reactive power (Q) adalah bagian dari daya listrik kompleks yang tidak digunakan secara langsung untuk melakukan kerja produktif. Komponen daya listrik dalam rangkaian AC diperlukan untuk menjaga medan magnet dan medan listrik dalam komponen seperti induktor dan kapasitor. Komponen induktor seperti kumparan dan komponen kapasitor seperti kondensator menyimpan dan mengembalikan energi secara periodik yang menyebabkan perbedaan fase antara tegangan dan arus. Hal ini menyebabkan reactive power tidak melakukan kerja produktif tetapi penting untuk operasi sistem listrik AC. (Syukri, 2022) menyatakan bahwa ketidakstabilan tegangan pada sistem dapat terjadi karena permintaan reactive power tidak dapat terpenuhi dengan baik. Berikut merupakan rumus untuk menghitung reactive power:

**Reactive power :  $Q = V \times I \times \sin(\theta)$**

$Q$  = Daya reaktif (VAR)

$V$  = Tegangan RMS (V)

$I$  = Arus RMS (A)

$\sin(\theta)$  = Sin dari sudut fase  $\theta$  antara tegangan dan arus.

### 2.8.6 Apparent Power

Apparent Power atau daya semu adalah total daya listrik dalam sistem arus bolak-balik yang disuplai ke suatu rangkaian listrik AC, termasuk baik real power maupun reactive power. Daya semu penting dalam perancangan dan pengelolaan sistem kelistrikan karena mencerminkan kebutuhan keseluruhan daya dalam suatu sistem. Ketika tegangan dan arus tidak sefase, maka daya semu akan lebih besar daripada daya aktif. Hal ini terjadi dalam rangkaian yang mengandung komponen induktif atau kapasitif, di mana energi disimpan sementara dan kemudian dilepaskan kembali ke dalam sistem. (Agustianingsih et al., 2021) menyatakan bahwa nilai daya semu dapat ditentukan dari daya yang dihasilkan dari perkalian rata-rata nilai efektif tegangan listrik sumber dan arus listrik yang mengalir ke beban. Berikut merupakan rumus untuk menghitung daya semu:

**Daya semu :  $S = V \times I$**

$S$  = Daya semu (VA)

$V$  = Tegangan RMS (V)

$I$  = Arus RMS (A)

### 2.8.7 Total Energy

Total energi listrik adalah merupakan keseluruhan energi yang dihasilkan oleh perangkat listrik selama periode waktu tertentu. Energi listrik biasanya diukur dalam satuan joule (J) atau kilowatt-jam (kWh) untuk penggunaan sehari-hari, seperti pada tagihan listrik. Pengelolaan dan pemantauan energi listrik penting dilakukan untuk efisiensi energi dan pengurangan biaya operasional, serta untuk memahami dampak konsumsi energi pada lingkungan. (Syam et al., 2022) menyatakan bahwa aktivitas sehari-hari dapat terganggu karena kurangnya energi listrik. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung total energi listrik:

**Total energi listrik :  $E = P \times t$**

$E$  = Total energi listrik (joule atau J dan kilowatt-jam atau kWh)

$P$  = Daya listrik (watt atau W)

$t$  = Waktu penggunaan (detik atau s dan jam atau h)

### 2.8.8 Frequency

Frekuensi listrik merupakan jumlah siklus gelombang arus bolak-balik (AC) yang terjadi dalam detik. Frekuensi tersebut mengacu pada berapa kali arus beralih antara positif dan negatif dalam satu detik yang dinyatakan dalam satuan hertz (Hz). Kestabilan frekuensi listrik dan konsistennya perlu dijaga pada peralatan listrik. Perubahan frekuensi di luar batas tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan atau bahkan kegagalan sistem kelistrikan. Pengukuran frekuensi listrik dilakukan dengan alat berupa multimeter digital. Alat ini dapat menampilkan frekuensi listrik dengan akurasi yang tinggi serta membantu dalam pengukuran dan pengawasan kelistrikan. (Suherman *et al.*, 2023) menyatakan bahwa frekuensi berbanding lurus dengan tegangan listrik, namun berbanding terbalik dengan arus listrik. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung frekuensi listrik:

$$\text{Frekuensi listrik: } f = \frac{1}{T}$$

f = Frekuensi (Hz)

T= Periode waktu satu siklus gelombang (detik atau s)

### 2.9 Modul Relay

Relay merupakan suatu komponen elektronika yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet dan mekanikal, yang merupakan seperangkat kontak saklar. Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar, sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik dengan tegangan lebih tinggi (Shafitri & Mashuri, 2022). Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan modul relay 4 channel yang dapat mengendalikan empat relay low triggered (aktif dengan perintah digital LOW), yang terkoneksi melalui pin IN1, IN2, IN3, IN4, 5V, dan GND (Jupriyadi, 2018).



Gambar 2. 6 Modul Relay

## 2.10 Blynk

Blynk adalah sebuah platform aplikasi yang tersedia secara gratis untuk perangkat iOS dan Android. Platform ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat-perangkat seperti Arduino, Raspberry Pi, dan sejenisnya melalui koneksi internet. Blynk dirancang khusus untuk aplikasi Internet of Things (IoT) dengan tujuan memungkinkan pengguna mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, serta melakukan berbagai tindakan canggih lainnya. Blynk terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Blynk App, Blynk Server, dan Blynk Library (Sulistiyorini et al., 2022).

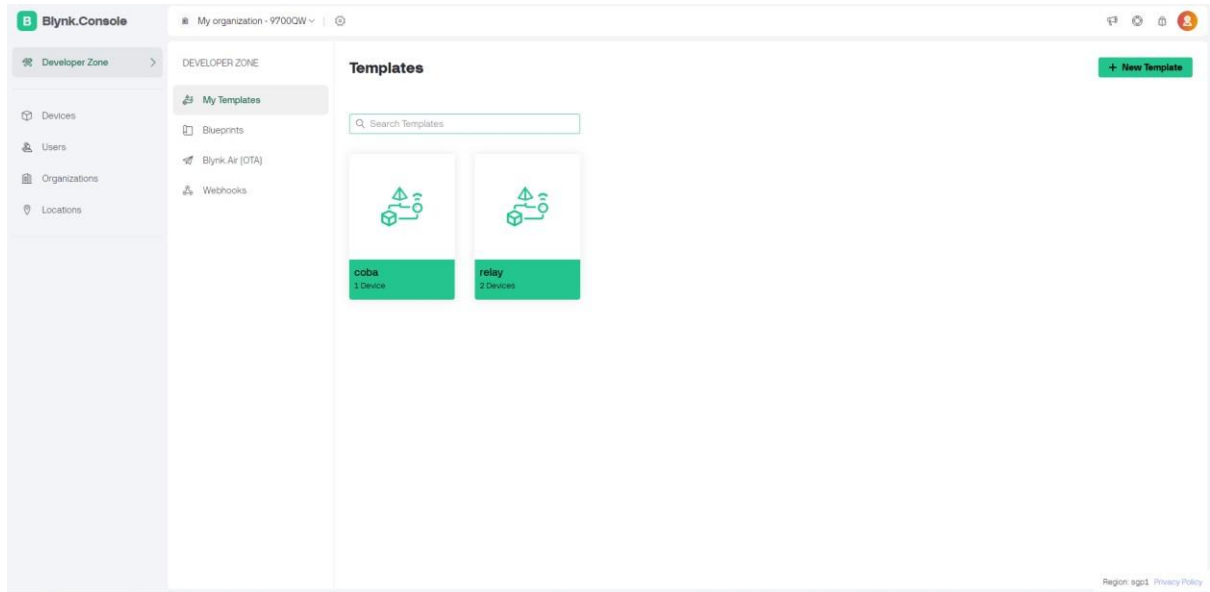
## 2.11 Arduino IDE

Arduino dijelaskan sebagai suatu platform physical computing yang bersifat open source. Lebih dari sekadar alat pengembangan, Arduino merupakan kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman, dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih (Sokibi & Nugraha, 2020). IDE berperan penting dalam penulisan program, kompilasi menjadi kode biner, dan pengunggahan ke dalam memori mikrokontroler. Ada berbagai proyek dan perangkat yang telah dikembangkan dengan menggunakan Arduino, serta banyak modul pendukung seperti sensor, tampilan, dan penggerak yang telah diciptakan oleh pihak lain untuk dapat dihubungkan dengan Arduino.

Arduino IDE dirancang untuk pemula, bahkan bagi mereka yang tidak memiliki pengetahuan dasar dalam bahasa pemrograman, karena menggunakan bahasa C++ yang telah disederhanakan melalui pustaka (Dadi Riskiono, 2019). Arduino menggunakan perangkat lunak Processing untuk menulis program ke dalam papan Arduino. Processing sendiri merupakan gabungan antara bahasa C++ dan Java (Fitri et al., 2021).

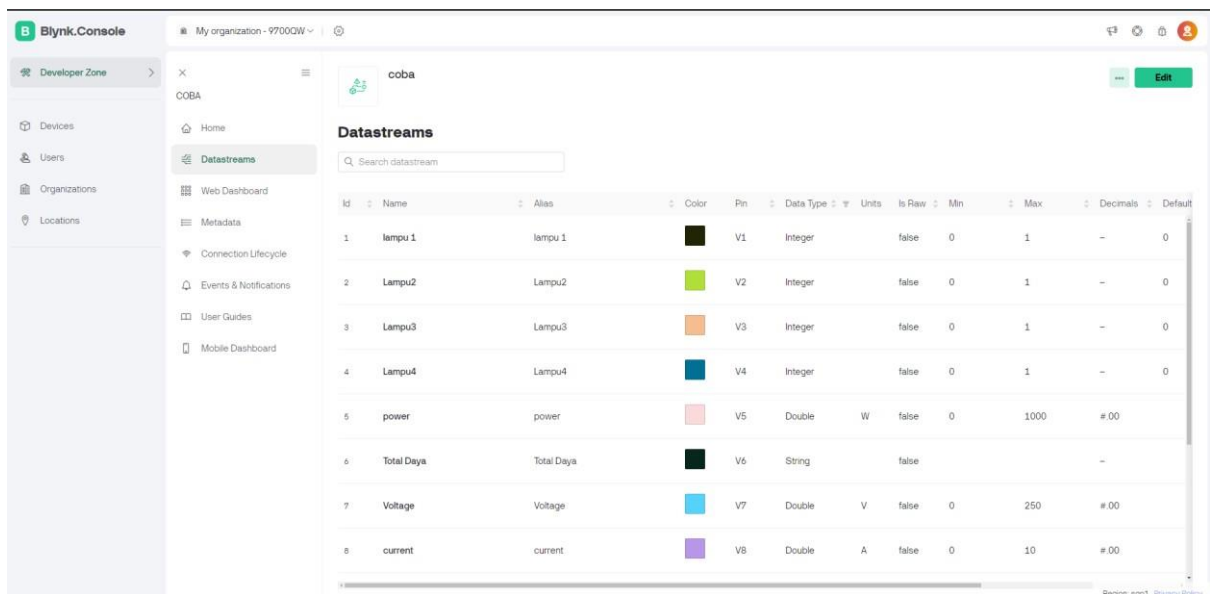
## 2.12 Pembuatan Antarmuka di Blynk

Pada tahap awal untuk membuat antarmuka di Blynk, langkah pertama adalah membuat akun di *Blynk Cloud* menggunakan alamat email yang aktif. Setelah itu, Anda akan diarahkan ke menu Developer Zone, di mana perlu mengklik "*New Template*" untuk membuat template baru.



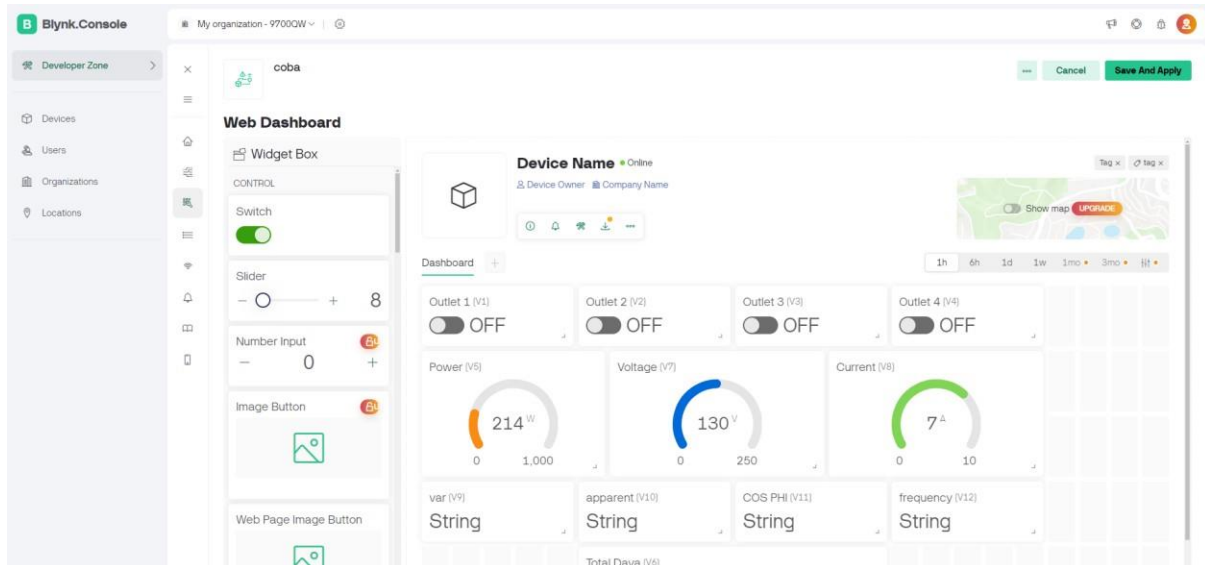
Gambar 2. 7 Tampilan Template di Blynk

Setelah membuat template, klik template tersebut untuk membuat data stream. Data stream ini bertujuan untuk mendeklarasikan pin, nama, inisialisasi, tipe data, dan nilai dari setiap pin yang nantinya akan terhubung ke Arduino IDE dan ESP8266.



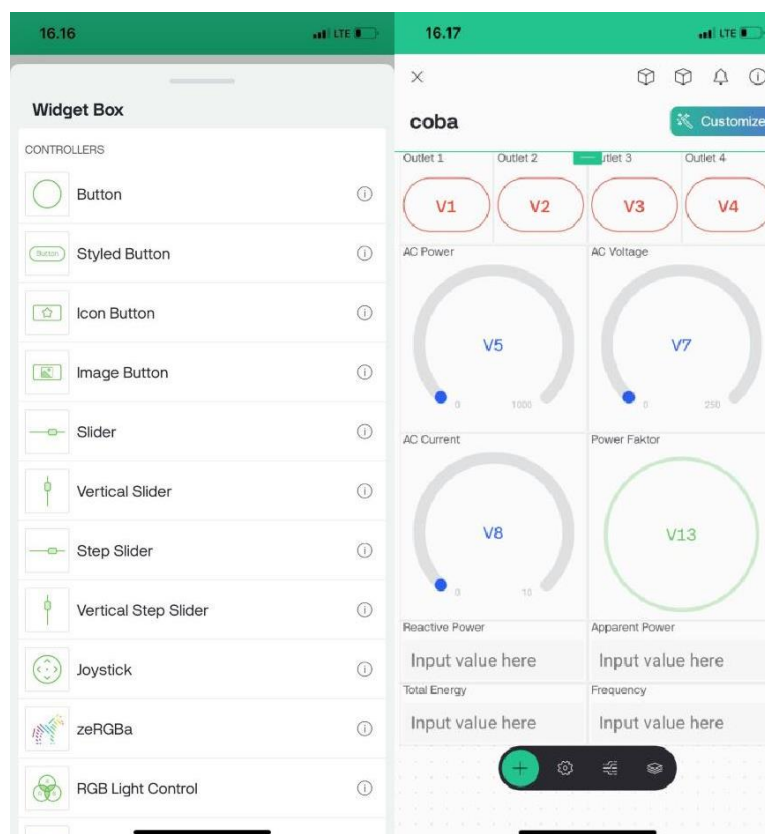
Gambar 2. 8 Mendeklarasikan Nilai Nilai Yang Akan Di Pakai

Setelah mendeklarasikan nilai-nilai di atas, langkah selanjutnya adalah membuat tampilan antarmuka dashboard pada web. Dashboard ini berfungsi untuk memantau kinerja alat yang sudah dibuat. Dengan melakukan *drag and drop widget box* yang tersedia di Blynk sehingga menjadi tampilan antarmuka yang mudah dipahami.



Gambar 2. 9 Membuat Tampilan Antar Muka Web

Setelah selesai membuat tampilan antarmuka di *Blynk Cloud*, langkah berikutnya adalah membuat tampilan antarmuka di smartphone. Caranya adalah dengan mendownload aplikasi Blynk di smartphone yang akan digunakan. Kemudian, login dengan akun yang sama yang digunakan saat membuat *Blynk Cloud*. Tujuannya adalah agar data stream yang sudah dibuat akan terhubung ke smartphone, sehingga dapat langsung *drag and drop widget box* yang ada di aplikasi Blynk di smartphone.



Gambar 2. 10 Pembuatan Aplikasi Blynk di Smartphon

## 2.13 Kajian Pustaka

Pada bagian tinjauan pustaka ini, disajikan kajian literatur yang berkaitan dengan bidang penelitian yang sedang penulis teliti.

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka

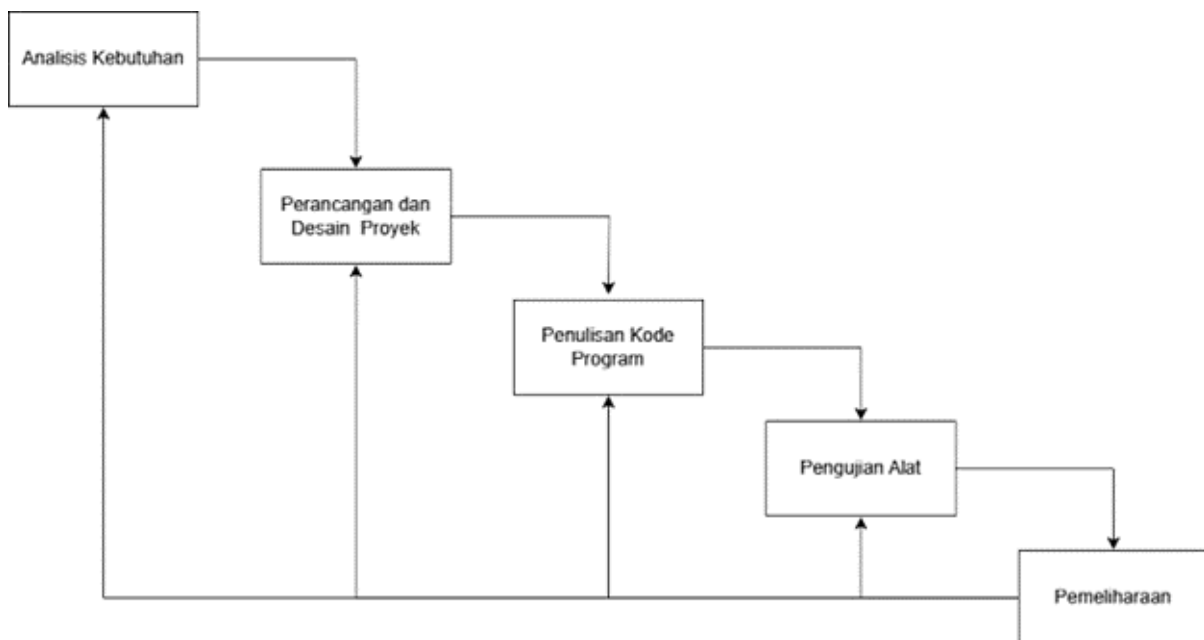
No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Sistem Rumah Cerdas Berbasis IoT dengan Mikrokontroler NodeMCU dan Aplikasi Telegram.	(Pangestu et al., 2020)	Merencanakan dan menerapkan prototipe sistem Internet of Things (IoT) untuk memantau suhu dan mengontrol perangkat listrik di lingkup rumah tangga, dengan menggunakan aplikasi Telegram.	Penelitian ini menerapkan metode Internet of Things (IoT) untuk menghubungkan perangkat pintar ke internet melalui berbagai cara seperti Ethernet, Wi-Fi, dan Bluetooth. Perangkat dapat dikelompokkan dalam kluster, seperti jaringan sensor, yang terhubung ke base station.	Sistem pintar untuk mengendalikan listrik dari jauh. Menggunakan NodeMCU ESP8266 terhubung ke Wi-Fi dan server Telegram. Dari koneksi Wi-Fi hingga notifikasi, sistem ini berinteraksi dengan pemilik melalui kode API di mikrokontroler ESP8266.
2.	Dashboard Pengawasan Besaran Listrik Waktu Nyata	(Despa et al., 2019)	Memantau konsumsi listrik menggunakan Internet of Things (IoT) untuk mengumpulkan data tegangan, arus, daya, faktor daya, dan energi. Data ini dikirim ke server basis data dan dipresentasikan dalam grafik oleh Dashboard.	Waterfall	Dashboard Pemantauan Listrik Real-time berhasil dibangun untuk menyediakan informasi pemakaian listrik terkini dan lengkap. Data tegangan, arus, faktor daya, daya, dan frekuensi dikirim melalui IoT, dengan dukungan penyediaan data format JSON untuk pengembangan ke depan.

3.	Pengontrolan Alat Elektronik Menggunakan Modul NodeMCU Esp8266 Dengan Aplikasi Blynk Berbasis IoT	(Budiman & Ramdhani, 2021)	Menciptakan solusi pengendalian perangkat elektronik menggunakan koneksi internet pada era modern. Dengan memanfaatkan Modul ESP8266 NodeMCU sebagai perangkat keras dan menggunakan Arduino IDE serta aplikasi Blynk sebagai perangkat lunak.	Waterfall	Hasil dari penelitian tersebut mampu mengontrol 4 alat elektronik sekaligus melalui bantuan relay 4 chanel yang terhubung ke aplikasi Blynk.
----	---	----------------------------	--	-----------	--

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Metode Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan metode waterfall dalam pengembangan penggunaan IoT dalam pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga. Pendekatan ini mengadopsi metode yang terstruktur dan berurutan. Metodenya dinamakan waterfall karena setiap fase yang dilaksanakan harus menunggu penyelesaian langkah sebelumnya sebelum melanjutkan secara bertahap (Wahid, 2020). Langkah- langkah yang harus dilalui dalam pendekatan ini dapat ditemukan pada ilustrasi di Gambar 3. 1 Metode Waterfall



Gambar 3. 1 Metode Waterfall

- a. Analisa Kebutuhan : Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk menentukan kebutuhan dalam pengembangan penggunaan IoT untuk pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga, termasuk alat, sensor, dan modul yang akan digunakan.
- b. Perancangan dan Desain Proyek : Pada tahap ini, pengembangan sistem dimulai dengan merancang alur proses, arsitektur sistem, dan desain antarmuka pengguna.
- c. Penulisan Kode Program : Pada tahap ini, penulisan kode program dilakukan berdasarkan rancangan yang telah disusun. Tahapan ini menghasilkan tampilan data untuk memonitoring dan pembacaan sensor listrik yang berhasil dikirim ke Blynk Cloud dan ditampilkan di smartphone serta website

- d. Pengujian Alat : Sistem yang dikembangkan diuji untuk memastikan apakah sudah memenuhi harapan.
- e. Pemeliharaan Sistem : Pada tahap ini adalah kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem tetap berfungsi dengan baik setelah implementasi awal.

### **3.2. Analisa Kebutuhan**

Pada tahap ini, analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan sistem ini. Analisis kebutuhan tersebut didasarkan pada penelitian sebelumnya, khususnya terkait dengan kebutuhan perangkat keras yang diambil dari penelitian berjudul “Pengontrolan Alat Elektronik Menggunakan Modul NodeMCU Esp8266 Dengan Aplikasi Blynk Berbasis IoT.”

#### **3.2.1. Kebutuhan Hardware**

- a. Modul NodeMCU ESP8266
- b. Modul PZEM-004T
- c. Power Supply
- d. Module Relay 4 Chanel
- e. Kabel Jumper
- f. Outlet / Terminal Listrik
- g. Komputer / Laptop

#### **3.2.2. Kebutuhan Software**

- a. Arduino IDE
- b. Blynk Cloud

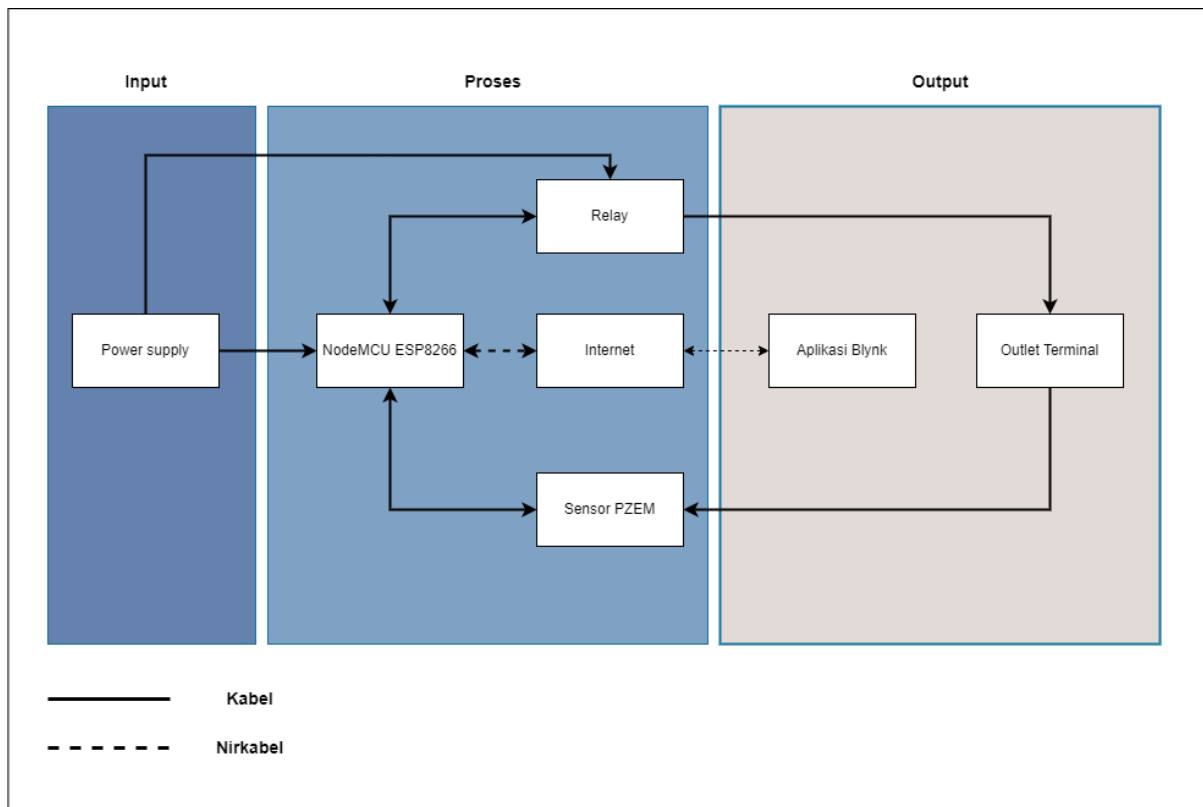
#### **3.2.3. Kebutuhan Proses Sistem**

- a. Sistem mampu menampilkan desain yang telah dibuat pada platform Blynk Cloud ke dalam perangkat smartphone.
- b. Sistem beroperasi dengan efektif, dan semua fungsi Button on/off berjalan dengan baik.
- c. Sistem mampu menampilkan data yang telah dibuat pada platform Blynk Cloud di website.
- d. Sistem dapat menampilkan pembacaan arus yang telah terdeteksi setelah diberikan

beban AC, meliputi: daya (Power), tegangan (Voltage), arus (Current), daya tampak (Apparent Power), daya reaktif (Reactive Power), power factor (COS PHI), frekuensi (Frequency), dan total energi

### 3.3. Alur Proses Sistem

Sistem penggunaan IoT untuk pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga akan menampilkan sebuah antarmuka di smartphone dan website yang memungkinkan pengguna mengontrol masing-masing stop kontak serta melihat pembacaan nilai arus AC yang digunakan. Proses sistem ini akan direpresentasikan dalam Gambar 3. 2.



Gambar 3. 2 Alur Proses Sistem

#### 3.3.1. Cara kerja Sistem

##### a. Input:

1. **Power Supply:** Power Supply berfungsi sebagai sumber daya utama bagi NodeMCU ESP8266 dan komponen lainnya dalam sistem. Ini adalah titik awal dari sistem yang memastikan semua komponen memiliki daya yang cukup untuk beroperasi.

##### b. Proses:

1. **NodeMCU ESP8266:** Ini adalah komponen inti yang bertanggung jawab untuk mengatur seluruh sistem. NodeMCU mengontrol Relay, yang mengatur aliran listrik

ke Outlet Terminal, dan juga menerima data dari Sensor PZEM.

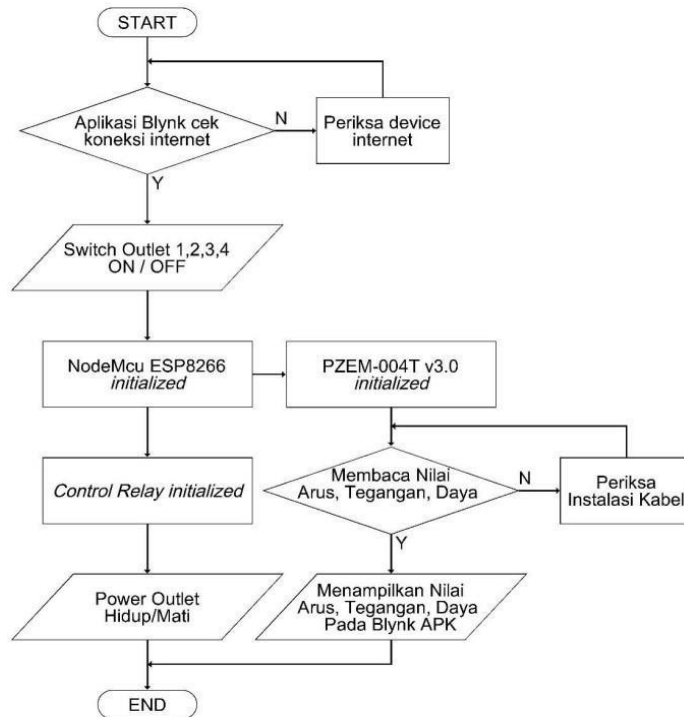
2. **Sensor PZEM:** Sensor ini berperan dalam mengukur parameter listrik seperti AC Power, AC Voltage, AC Current, Power Faktor, Reactive Power, Apparent Power, Total Energy, dan Frequeuncypada Outlet Terminal. Data yang dikumpulkan kemudian dikirimkan ke NodeMCU.
3. **Internet:** NodeMCU mengirimkan data yang dikumpulkan dari Sensor PZEM ke aplikasi Blynk melalui koneksi internet. Ini memungkinkan pengguna untuk memonitor dan mengontrol sistem dari jarak jauh.

**c. Output:**

1. **Aplikasi Blynk:** Aplikasi Blynk yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai antarmuka bagi pengguna. Melalui Blynk, pengguna dapat melihat data secara real-time yang dikirimkan oleh NodeMCU, serta dapat mengontrol relay untuk menyalakan atau mematikan arus listrik. Penulis mengembangkan sistem ini melalui Blynk Cloud, yang menghasilkan dua versi aplikasi Blynk, yaitu versi mobile dan versi website. Meskipun kedua versi ini memiliki fungsi yang sama, yaitu untuk memantau data dan memati hidupkan aliran listrik, versi mobile dirancang khusus untuk mempermudah pengguna dalam mengakses sistem melalui smartphone. Pada Blynk juga terdapat inputan yang dapat diberikan pengguna berupa perintah ON dan OFF untuk relay, sementara output yang diterima pengguna adalah hasil ukur dari sensor PZEM.
2. **Outlet Terminal:** Outlet Terminal menerima instruksi dari Relay berdasarkan perintah yang dikirim melalui aplikasi Blynk. Berdasarkan instruksi ini, perangkat yang terhubung ke Outlet Terminal dapat dinyalakan atau dimati.

### **3.4. Flowchart Smart Power Outlet**

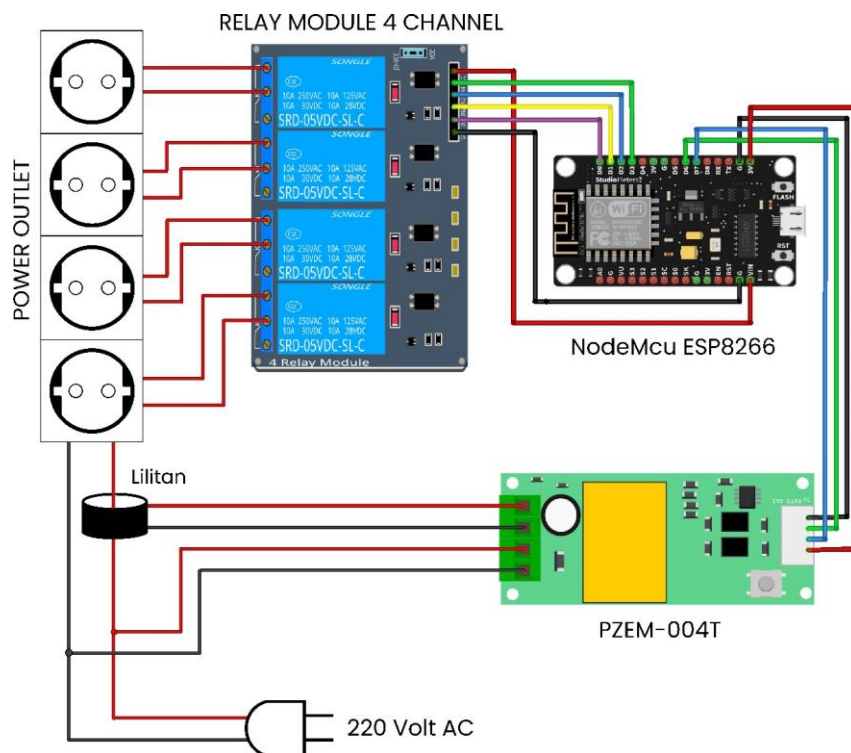
Penjelasan mengenai cara kerja “Penggunaan IoT Dalam Pengawasan dan Pengendalian Peralatan Elektronik Rumah Tangga“ dengan menggunakan NodeMcu ESP8266 disajikan melalui flowchart yang tergambar pada Gambar 3. 3.



Gambar 3. 3 Flowchart Smart Power Outlet

### 3.5. Wiring Diagram

Gambar wiring diagram “Penggunaan IoT Dalam Pengawasan dan Pengendalian Peralatan Elektronik Rumah Tangga” ditampilkan dalam Gambar 3. 4 sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Wiring Diagram

Tabel 3. 1 Hubungan Komponen Dengan Pin ESP8266

Komponen	Pin
Modul Relay 4 chanel	V IN, GND, D1, D2, D3, D4
Sensor PZEM-004T	3V3, GND, D6, D7

Tabel 3. 2 Hubungan Semua Pin Yang Terhubung

NodeMcu	Module PZEM-004T	Module Relay 4 Chanel	Power Supply
V IN	-	VCC	5V
GND	GND	GND	GND
PIN D1	-	IN 1	-
PIN D2	-	IN 2	-
PIN D3	-	IN 3	-
PIN D4	-	IN 4	-
PIN D6	TX	-	-
PIN D7	RX	-	-
3V3	5V	-	-

### 3.6. Penulisan Kode Program

Penulisan kode program untuk sistem pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga berbasis IoT ini melibatkan beberapa langkah utama.

#### 1. Inisialisasi Perangkat Keras

Menginisialisasi dan menginstal library modul NodeMCU ESP8266, relay 4-channel, dan modul PZEM-004T serta Mengatur pin input dan output yang diperlukan untuk mengendalikan relay dan membaca data dari sensor.

#### 2. Koneksi ke Jaringan Wi-Fi

Mengonfigurasi NodeMCU ESP8266 untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi yang telah ditentukan serta memastikan koneksi yang stabil untuk berkomunikasi dengan Server Blynk melalui internet.

#### 3. Integrasi dengan Server Blynk

Mengatur komunikasi antara NodeMCU ESP8266 dan Server Blynk menggunakan library Blynk dan membuat token autentikasi untuk mengamankan koneksi antara perangkat keras dan aplikasi Blynk.

#### 4. Membaca Data dari Modul PZEM-004T

Menulis kode untuk membaca tegangan dan arus dari modul PZEM-004T serta mengonversi data yang diterima menjadi format yang dapat dikirim ke aplikasi Blynk.

5. Mengendalikan Relay 4-Channel:

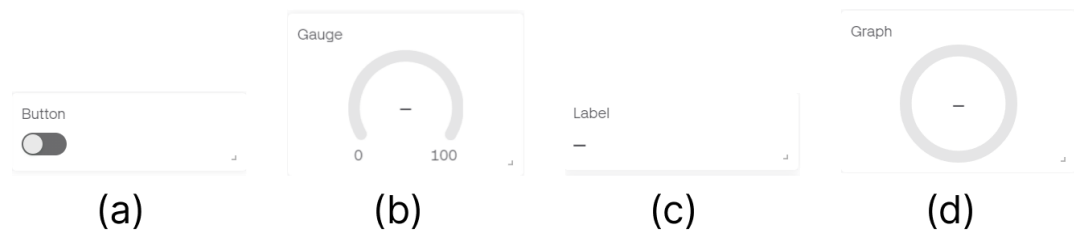
Mengatur logika "HIGH" atau "LOW" pada pin relay untuk mengontrol daya pada outlet listrik yang terhubung.

6. Mengirim Data ke Aplikasi Blynk:

Mengirim data tegangan dan arus yang dibaca oleh modul PZEM-004T ke aplikasi Blynk secara berkala dan memastikan data yang dikirim selalu up-to-date untuk memberikan informasi real-time kepada pengguna.

### 3.7. Desain Antarmuka Aplikasi di Blynk

#### 3.7.1. Komponen dan Fitur yang Digunakan



Gambar 3. 5 Komponen Blynk, (a) Button ,(b) Gauge ,(c) Label, (d) Graph

Terdapat empat komponen Blynk yang digunakan pada penelitian ini yaitu Button, Gauge, Label, dan Graph, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Berikut penjelasan kegunaan masing-masing komponen:

- a. Button: Dalam aplikasi Blynk yang digunakan, penulis menggunakan empat Button. Masing-masing berfungsi untuk mengontrol relay yang terhubung ke empat outlet yang berbeda. Penggunaan Button ini bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi pengguna, setiap Button dapat ditekan langsung melalui antarmuka aplikasi, baik pada versi mobile maupun website. Dengan adanya Button, pengguna dapat menyalakan atau mematikan aliran listrik di setiap outlet sesuai kebutuhan, sehingga memudahkan pengelolaan energi secara efisien.
- b. Gauge: Penulis menggunakan tiga gauge untuk menampilkan data power, voltage, dan current dari hasil pengukuran sensor PZEM. Penggunaan gauge ini bertujuan untuk memberikan visualisasi yang jelas dan mudah dipahami mengenai kondisi parameter listrik yang sedang dipantau. Nilai maksimal pada masing-masing gauge telah ditetapkan saat membangun sistem, sehingga gauge dapat memberikan indikasi visual yang akurat tentang apakah parameter tersebut berada dalam batas yang aman. Ketika nilai yang diukur mendekati batas maksimum, warna pada gauge akan berubah menjadi merah, memberi

tahu pengguna bahwa ada potensi bahaya atau anomali. Selain itu, gauge dipilih karena Blynk sudah menyediakan parameter satuan untuk hasil pengukuran power, voltage, dan current, sehingga data yang ditampilkan menjadi lebih akurat.

- c. Label: Penulis menggunakan empat label untuk menampilkan informasi tambahan dari hasil perhitungan data sensor, seperti total reactive power, total apparent power, total energy, dan total frequency. Karena Blynk hanya menyediakan satuan dasar untuk hasil pengukuran sensor, maka dari itu penulis perlu melakukan perhitungan tambahan untuk menampilkan informasi yang lebih rinci. Label dipilih karena dapat menampilkan hasil perhitungan dalam format teks, yang memungkinkan penulis untuk memberikan informasi yang detail dan lebih lengkap. Sementara gauge di Blynk hanya menampilkan data dalam format satuan dasar, yaitu AC Power, AC Current, dan AC Voltage. Label lebih cocok untuk menampilkan informasi tambahan dan hasil perhitungan khusus, sehingga pengguna dapat memahami dan menganalisis data listrik dengan lebih baik.
- d. Graph: Dalam aplikasi Blynk, penulis menggunakan graph untuk menampilkan hasil perhitungan power factor, yang diukur dalam satuan PF dengan rentang 0-1 dan kemudian dikonversi menjadi persentase untuk dapat ditampilkan pada graph. Graph dipilih karena dapat memberikan visualisasi yang lebih jelas mengenai nilai efisiensi perangkat yang digunakan. Selain itu graph memiliki indikator warna yang dimana indikator warna tersebut dapat membantu pengguna untuk melihat apakah alat yang digunakan efisien atau tidak. Perubahan warna tersebut tergantung dari nilai keluaran hasil dari power faktor hijau berarti sangat efisien, kuning cukup efisien dan merah sangat buruk.

### 3.7.2. Warna dan Tema

Warna yang digunakan dalam antarmuka mengikuti tema yang kontras namun tetap nyaman di mata, seperti menggunakan warna hijau untuk indikator positif (perangkat menyala) dan merah untuk kondisi yang membutuhkan perhatian (tegangan terlalu tinggi).

### 3.8. Metode Pengujian Black Box Testing

*Black Box testing* adalah suatu metode pengujian perangkat lunak yang dilakukan tanpa mengetahui struktur internal atau kode program. Tujuan utama black box testing adalah untuk memastikan bahwa perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik dari sudut pandang pengguna, tanpa memerlukan pengetahuan teknis tentang kode program. Pengujian dapat dilakukan langsung setelah *software* dikembangkan, sehingga efektif untuk menguji aplikasi. Pengujian menggunakan *Black Box* penting dilakukan karena pengujian yang tidak efektif dapat membuat masalah saat *software* digunakan (Trengginaz et al., 2020).

Pengujian menggunakan metode Black Box berfokus pada pengujian fungsionalitas tanpa memperhatikan struktur internal kode program dengan tujuan untuk memastikan setiap komponen dan fitur berfungsi sesuai spesifikasi. Pengujian mencakup koneksi Wi-Fi untuk memastikan NodeMCU ESP8266 dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi dan Server Blynk dengan stabil, pembacaan sensor dengan modul PZEM-004T untuk mengukur tegangan dan arus listrik serta memastikan akurasi data yang dibaca, kontrol relay untuk mengaktifkan dan mematikan relay 4-channel sesuai perintah dari aplikasi Blynk, dan komunikasi antara NodeMCU ESP8266 serta aplikasi Blynk untuk memastikan data real-time dapat ditampilkan dan perintah kontrol dapat dikirim tanpa hambatan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga berbasis IoT berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna.

### **3.9. Pemeliharaan**

Pemeliharaan sistem pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga berbasis IoT mencakup pemeriksaan rutin dan pembaruan perangkat keras serta perangkat lunak. Komponen seperti NodeMCU ESP8266, relay, dan modul PZEM-004T perlu diperiksa secara berkala untuk memastikan fungsionalitas optimal, dengan penggantian segera jika ada yang aus atau rusak.

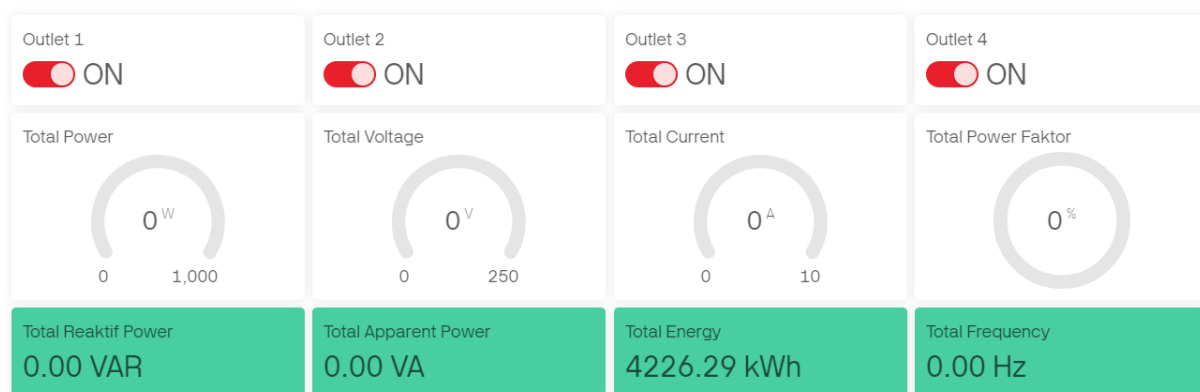
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Tampilan Antarmuka

Terdapat dua macam tampilan Antarmuka pada pengembangan Penggunaan IoT Dalam Pengawasan dan Pengendalian Peralatan Elektronik Rumah Tangga.

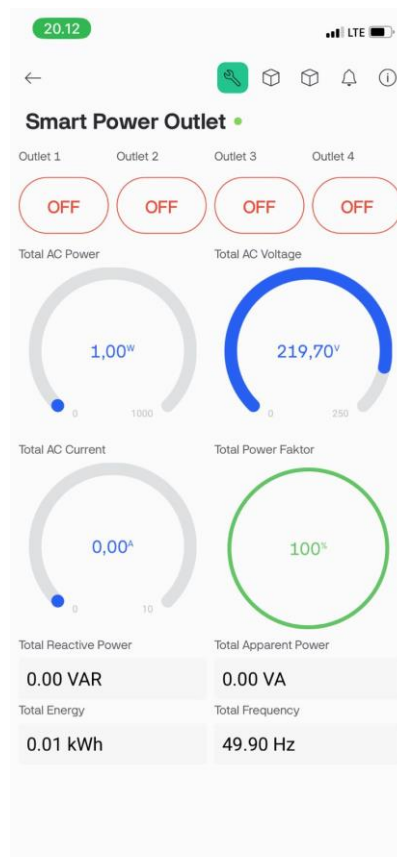
##### 4.1.1. Tampilan Antarmuka Website / Desktop



Gambar 4. 1 Tampilan Antarmuka Website / Desktop

Versi desktop dari aplikasi Blynk ini dibuat untuk memberikan pengguna akses yang lebih mendetail dan kontrol yang lebih rinci atas sistem. Fungsi utamanya adalah untuk memungkinkan pengguna melakukan streaming data secara real-time dari inisialisasi kode program, sehingga mereka dapat melihat informasi dengan detail. Tujuannya untuk memfasilitasi analisis data yang mendalam terkait pemantauan yang lebih kompleks. Dengan tampilan yang lebih besar dan kemampuan untuk menampilkan lebih banyak informasi secara bersamaan dan melakukan konfigurasi lebih lanjut.

### 4.1.2. Tampilan Antarmuka Mobile



Gambar 4. 2 Tampilan Antarmuka Mobile

Versi mobile dari aplikasi Blynk ini dirancang untuk memudahkan pengguna untuk mengakses dan mengontrol sistem dengan cara yang lebih praktis melalui perangkat smartphone. Tujuannya untuk menyederhanakan interaksi pengguna dengan sistem, membuatnya lebih mudah untuk memantau dan mengelola arus listrik. Dengan antarmuka yang disesuaikan untuk layar kecil dan kontrol yang mudah digunakan, versi mobile memungkinkan pengguna untuk melihat data real-time, mengontrol relay.

### 4.1.3. Penjelasan Fitur

Dalam sistem pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga berbasis IoT, terdapat beberapa fitur penting yang harus diketahui oleh pengguna, diantaranya adalah Button ON/OFF, akumulasi dari hasil ukur keempat outlet yang disajikan dalam bentuk gauge, label dan graph untuk memantau parameter listrik. Berikut adalah penjelasan fungsi dari masing-masing fitur:

- Button ON/OFF: Berfungsi untuk mengontrol empat relay yang masing-masing terhubung ke outlet. Setiap Button memungkinkan pengguna untuk menghidupkan atau

mematikan aliran listrik pada outlet tertentu. Fungsinya adalah untuk memudahkan pengguna dalam mengelola perangkat elektronik. Dengan adanya Button ini, pengguna dapat mematikan outlet yang tidak diperlukan untuk mengurangi konsumsi energi yang berlebihan.

- b. Gauge AC Power: Mengukur daya nyata yang dikonsumsi oleh aliran listrik dan menampilkannya dalam satuan Watt. Fungsi gauge ini adalah untuk menunjukkan energi yang benar-benar digunakan oleh perangkat.
  1. Rentang aman : Dalam mengukur daya nyata menggunakan Gauge AC Power, penting untuk memperhatikan batasan kemampuan pembacaan sensor. Sensor PZEM hanya dapat mengukur dengan akurat hingga 1000 W. Hasil ukur pembacaan sensor PZEM yang melebihi batas ini tidak hanya berisiko menghasilkan pembacaan yang tidak akurat, tetapi juga bisa menyebabkan overloading, yang berpotensi merusak perangkat sistem yang dibangun atau memicu pemutus aliran listrik.
  2. Notifikasi: Gauge AC Power akan berubah menjadi warna merah jika daya yang ditampilkan mendekati batas maksimum yaitu 850 Watt. Sedangkan pada rentang kurang dari 850 Watt Gauge AC Power akan menampilkan warna biru.
- c. Gauge AC Voltage: Menampilkan tegangan listrik yang diteruskan ke peralatan elektronik rumah tangga. Fungsi gauge ini adalah untuk memastikan bahwa tegangan peralatan elektronik tetap berada dalam batas yang aman dan stabil, sehingga peralatan tidak mengalami kerusakan dan kinerjanya tetap optimal.
  1. Rentang Aman: Tegangan yang aman adalah antara 210-240 V untuk tegangan rumah tangga standar. Tegangan di luar rentang ini dapat menyebabkan kerusakan pada perangkat (Hariyanto et al., 2021).
  2. Notifikasi: Jika tegangan turun di bawah 210 V atau naik di atas 240 V, sistem akan menampilkan warna merah sebagai peringatan. Sedangkan pada rentang 210 V – 240 V Gauge AC Voltage akan menampilkan warna biru.
- d. Gauge AC Current: Gauge ini mengukur dan menampilkan arus listrik yang mengalir dalam sistem. Fungsinya adalah untuk membantu mengidentifikasi masalah kelistrikan, seperti arus yang terlalu tinggi atau rendah, yang dapat mempengaruhi kinerja perangkat atau keselamatan sistem kelistrikan
  1. Rentang Aman: Rentang aman untuk arus AC tergantung pada jenis perangkat elektronik yang digunakan. Setiap perangkat memiliki kebutuhan arus yang berbeda, sehingga batas aman arus dapat bervariasi sesuai spesifikasi masing-masing perangkat. Namun, secara umum, dalam instalasi rumah tangga dan sebagian besar

peralatan elektronik, arus AC tidak melebihi 10 ampere (Nugroho & Adzin Murdiantoro, 2023).

2. Notifikasi: Tampilan gauge ac power akan berubah menjadi warna merah ketika data yang tertampil mendekati batas maksimum yaitu 8 Ampere. Sedangkan pada rentang kurang dari 8 Ampere Gauge AC Current akan menampilkan warna biru.
- e. Graph Power Factor: Graph ini berfungsi untuk mengukur power factor dari suatu rangkaian listrik. Power factor adalah indikator penting yang menunjukkan seberapa efisien energi listrik digunakan oleh beban dalam sistem. Power factor dinyatakan dalam bentuk persentase, dan semakin mendekati 100%, semakin efisien energi listrik digunakan. Misalnya, jika power factor suatu perangkat adalah 100%, berarti seluruh energi listrik yang disuplai ke perangkat tersebut digunakan secara efektif untuk menjalankan fungsinya. Sebaliknya, power factor yang rendah menunjukkan bahwa sebagian energi yang disuplai tidak digunakan secara efektif dan malah hilang dalam bentuk panas atau energi yang tidak produktif. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan konsumsi energi dan biaya operasional yang lebih tinggi. Oleh karena itu, grafik ini sangat berguna untuk membantu pengguna memantau efisiensi energi dari perangkat yang mereka gunakan.
1. Rentang aman : 80% hingga 100%. Rentang ini menunjukkan bahwa perangkat beroperasi dengan efisiensi tinggi.
  2. Jika Nilai di Luar Rentang Ini: Power factor yang berada di luar rentang aman, terutama jika sangat rendah, dapat mengindikasikan masalah yang terdapat pada alat elektronik yang digunakan atau alat elektronik yang digunakan sudah tidak layak pakai.
  3. Notifikasi power factor: Sistem akan menunjukkan indikator perubahan berwarna Hijau (71% - 100%) menunjukkan bahwa perangkat menggunakan energi dengan sangat efisien. Kuning (50% - 70%) menunjukkan efisiensi yang sedang perlu perhatian lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi. Merah (Kurang dari 50%): Menunjukkan penggunaan energi yang tidak efisien, perlu tindakan segera untuk memperbaiki atau mengganti perangkat.
- f. Label Frequency: Label ini digunakan untuk mengukur dan menampilkan informasi tambahan mengenai frekuensi listrik dalam sistem. Frekuensi listrik, yang diukur dalam Hertz (Hz), adalah indikator penting dalam memantau kestabilan jaringan listrik dan menganalisis kualitas daya. Frekuensi yang stabil menunjukkan bahwa sistem kelistrikan berfungsi dengan baik, sedangkan perubahan frekuensi yang tidak stabil dapat menjadi tanda adanya masalah dalam distribusi daya yang bisa mempengaruhi kinerja perangkat elektronik.

1. Rentang Aman: Frekuensi listrik yang aman umumnya berada dalam kisaran 49-51 Hz (Suhatin et al., 2020). Jika frekuensi berada di luar rentang ini, hal tersebut dapat menandakan masalah dengan stabilitas jaringan listrik, yang dapat mengakibatkan gangguan pada perangkat elektronik. Perangkat yang bergantung pada frekuensi stabil mungkin tidak berfungsi dengan baik atau bahkan mengalami kerusakan jika frekuensi terlalu tinggi atau terlalu rendah.
  2. Notifikasi: Tidak ada perubahan visual pada label ini karena label ini hanya menampilkan informasi tambahan. Meskipun demikian, data frekuensi yang ditampilkan dapat membantu pengguna dalam melihat detail tambahan mengenai kondisi listrik.
- g. Gauge Reactive Power: Gauge ini digunakan untuk menampilkan jumlah Reactive Power yang dikonsumsi oleh beban AC. Reactive Power adalah komponen daya yang tidak secara langsung berkontribusi pada kerja perangkat, namun tetap mempengaruhi sistem kelistrikan. Meskipun Reactive Power tidak menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan, pengelolaannya tetap penting karena dapat mempengaruhi efisiensi keseluruhan sistem listrik.
1. Rentang aman : Sebaiknya nilai daya reaktif serendah mungkin. Semakin nilai daya reaktif mendekati 0, semakin efisien sistem kelistrikan. Nilai daya reaktif yang tinggi menunjukkan bahwa sistem menggunakan lebih banyak daya daripada yang sebenarnya diperlukan untuk menjalankan perangkat. Hal ini dapat mengakibatkan pemborosan energi dan peningkatan biaya listrik, karena beberapa utilitas mengenakan biaya tambahan untuk daya reaktif yang berlebihan.
  2. Notifikasi: Tidak ada perubahan visual pada gauge ini karena gauge ini hanya menampilkan informasi tambahan. Namun, data daya reaktif yang ditampilkan dapat membantu pengguna dalam melihat detail tambahan mengenai kondisi sistem kelistrikan
- h. Gauge Apparent Power: Gauge ini digunakan untuk mengukur daya semu dalam suatu sistem listrik. Daya semu adalah kombinasi dari daya nyata dan daya reaktif. Satuan daya semu adalah Volt-Ampere (VA), yang mencerminkan total beban listrik yang diambil oleh perangkat, baik untuk melakukan kerja produktif maupun untuk mendukung komponen reaktif. Daya semu memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang konsumsi listrik suatu sistem karena mencakup keseluruhan daya yang disuplai ke perangkat, bukan hanya daya yang digunakan secara efektif. Oleh karena itu, pengukuran daya semu sangat penting untuk memahami beban total pada jaringan

listrik dan untuk merancang sistem distribusi daya yang aman dan efisien.

1. Rentang Aman: Rentang aman untuk daya semu sangat bergantung pada jenis dan spesifikasi perangkat yang digunakan. Setiap perangkat memiliki kebutuhan daya semu yang berbeda berdasarkan desain dan fungsinya. Efisiensi sistem akan semakin baik jika Apparent Power mendekati AC Power, karena ini menunjukkan bahwa lebih banyak energi dimanfaatkan secara efektif untuk tugas utama, dan lebih sedikit yang daya yang tidak terpakai atau disebut Reactive Power. Jika Apparent Power terlalu tinggi, hal ini dapat menyebabkan panas berlebih pada kabel, dan berpotensi merusak peralatan listrik. Dengan memantau Apparent Power melalui Gauge Apparent Power, pengguna dapat mengelola beban listrik dengan lebih baik, memastikan bahwa sistem beroperasi dengan efisien dan aman, serta mengurangi risiko kegagalan sistem atau kerusakan perangkat.
  2. Notifikasi: Tidak ada perubahan visual pada gauge ini, karena gauge ini hanya menampilkan informasi tambahan. Namun, informasi daya semu yang ditampilkan dapat membantu pengguna melihat detail tambahan mengenai kondisi sistem listrik.
- i. Total Energy: Ini adalah pengukuran kumulatif dari seluruh energi listrik yang dikonsumsi oleh perangkat selama periode tertentu, yang dinyatakan dalam kilowatt-jam (kWh). Pengukuran ini penting untuk melacak dan mengelola konsumsi energi secara keseluruhan, terutama dalam konteks penggunaan energi rumah tangga. Dengan mengetahui total energi yang digunakan, pengguna dapat memahami pola konsumsi mereka dan mengambil langkah-langkah untuk mengurangi penggunaan yang tidak perlu, sehingga dapat menurunkan biaya listrik.
1. Rentang Aman: Rentang aman untuk total energi yang dikonsumsi bergantung pada konsumsi rata-rata bulanan yang diharapkan atau dianggarkan. Setiap rumah tangga memiliki patokan konsumsi energi yang berbeda, tergantung pada jumlah dan jenis perangkat yang digunakan, jumlah penghuni, serta aktivitas sehari-hari. Jika nilai total energi yang dikonsumsi semakin tinggi, maka biaya yang dikeluarkan untuk listrik juga akan semakin besar. Sebaliknya, jika total energi yang dikonsumsi semakin rendah, maka biaya listrik yang harus dibayar akan semakin kecil, sehingga penggunaan energi yang efisien dapat membantu menghemat biaya dan menjaga agar pengeluaran tetap sesuai anggaran.
  2. Notifikasi: Tidak ada perubahan visual pada label ini karena label ini hanya menampilkan informasi tambahan. Meskipun begitu, informasi tentang total energi yang dikonsumsi dapat membantu pengguna dalam melihat data yang lebih detail.

## 4.2 Kode Program

Berikut adalah kode program untuk proyek “Penggunaan IoT Dalam Pengawasan dan Pengendalian Peralatan Elektronik Rumah Tangga”. Program ini ditulis dalam bahasa C menggunakan Arduino IDE dan mengabungkan berbagai pustaka untuk menghubungkan NodeMcu dengan Blynk serta untuk membaca data dari sensor PZEM-004T v3.0.

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6Hk6Pyhqz"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Smart Power Outlet"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "4re7853gcdJ-QJLXqqSNhmvyZYokARK7"

#include <PZEM004Tv30.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#define BLYNK_PRINT Serial

char auth[] = "4re7853gcdJ-QJLXqqSNhmvyZYokARK7";
char ssid[] = "leo";
char pass[] = "12345678";

int Lampu1 = 255;
int Lampu2 = 255;
```

```
int Lampu3 = 255;
int Lampu4 = 255;

double POWER = 0;
double ENERGY = 0;
double TOTAL_ENERGY = 0;
double VOLTAGE = 0;
double CURRENT = 0;
double REACTIVE_POWER = 0;
double POWER_FACTOR = 0;
double APPARENT_POWER = 0;
double FREQUENCY = 0;

double PF_PERCENTAGE = 0;
double PF_STRING = 0;

PZEM004Tv30 pzem(D6, D7);

const double POWER_THRESHOLD = 1.0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Starting PZEM004Tv30 simple test");

  pinMode(D1, OUTPUT);
  pinMode(D2, OUTPUT);
  pinMode(D3, OUTPUT);
  pinMode(D4, OUTPUT);

  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);
  Serial.println("Setup done");
}

void updateButton() {
  Blynk.virtualWrite(V1, Lampu1);
  Blynk.virtualWrite(V2, Lampu2);
```

```

    Blynk.virtualWrite(V3, Lampu3);
    Blynk.virtualWrite(V4, Lampu4);
}

void updateValues() {
    double displayPower = (POWER < POWER_THRESHOLD) ? 0.0 : POWER;
    Blynk.virtualWrite(V5, displayPower);

    Blynk.virtualWrite(V6, String(TOTAL_ENERGY) + " kWh");
    Blynk.virtualWrite(V7, VOLTAGE);
    Blynk.virtualWrite(V8, CURRENT);

    Blynk.virtualWrite(V9, String(REACTIVE_POWER) + " VAR");
    Blynk.virtualWrite(V10, String(APPARENT_POWER) + " VA");
    Blynk.virtualWrite(V11, String(PF_STRING) + " PF");
    Blynk.virtualWrite(V13, PF_PERCENTAGE);
    Blynk.virtualWrite(V12, String(FREQUENCY) + " Hz");

    Serial.print("Voltage: "); Serial.println(VOLTAGE);
    Serial.print("Current: "); Serial.println(CURRENT);
    Serial.print("Power: "); Serial.println(POWER);
    Serial.print("Total Energy: "); Serial.println(TOTAL_ENERGY);
    Serial.print("Reactive Power: ");
Serial.println(REACTIVE_POWER);
    Serial.print("Apparent Power: ");
Serial.println(APPARENT_POWER);
    Serial.print("Power Factor: "); Serial.println(POWER_FACTOR);
    Serial.print("Frequency: "); Serial.println(FREQUENCY);
    Serial.print("Power Factor Percentage: ");
Serial.println(PF_PERCENTAGE);
    Serial.print("Power Factor String: ");
Serial.println(PF_STRING); //
}

BLYNK_WRITE(V1) {
    Lampu1 = param.asInt();
}

```

```
digitalWrite(D1, Lampu1 ? HIGH : LOW);
updateButton();
}

BLYNK_WRITE(V2) {
  Lampu2 = param.asInt();
  digitalWrite(D2, Lampu2 ? HIGH : LOW);
  updateButton();
}

BLYNK_WRITE(V3) {
  Lampu3 = param.asInt();
  digitalWrite(D3, Lampu3 ? HIGH : LOW);
  updateButton();
}

BLYNK_WRITE(V4) {
  Lampu4 = param.asInt();
  digitalWrite(D4, Lampu4 ? HIGH : LOW);
  updateButton();
}

void loop() {
  Blynk.run();

  if (Lampu1 != 255 || Lampu2 != 255 || Lampu3 != 255 || Lampu4 !=
255) {
    double power = pzem.power();
    POWER = (isnan(power) || power < 0.0) ? 0.0 : power;
    Serial.print("Power: "); Serial.println(POWER);

    double energy = pzem.energy();
    ENERGY = (isnan(energy) || energy < 0.0) ? 0.0 : energy;
    TOTAL_ENERGY += ENERGY / 1000;
    Serial.print("Energy: "); Serial.println(TOTAL_ENERGY);
```

```

double voltage = pzem.voltage();
VOLTAGE = (isnan(voltage) || voltage < 0.0) ? 0.0 :
voltage;Serial.print("Voltage: ");
Serial.println(VOLTAGE);

double current = pzem.current();
CURRENT = (isnan(current) || current < 0.0) ? 0.0 :
current;Serial.print("Current: ");
Serial.println(CURRENT);

double pf = pzem.pf();
POWER_FACTOR = (isnan(pf) || pf < 0.0) ? 0.0 : pf;
PF_PERCENTAGE = POWER_FACTOR * 100; // Convert PF to
percentage
PF_STRING = POWER_FACTOR; // Convert PF to string
Serial.print("Power Factor: ");
Serial.println(POWER_FACTOR);Serial.print("Power Factor
Percentage: ");
Serial.println(PF_PERCENTAGE);
Serial.print("Power Factor String: ");
Serial.println(PF_STRING);

double frequency = pzem.frequency();
FREQUENCY = (isnan(frequency) || frequency < 0.0) ?
0.0 :frequency;
Serial.print("Frequency: "); Serial.println(FREQUENCY);

APPARENT_POWER = VOLTAGE * CURRENT;
REACTIVE_POWER = sqrt((APPARENT_POWER *
APPARENT_POWER) - (POWER * POWER));
REACTIVE_POWER = (isnan(REACTIVE_POWER) || REACTIVE_POWER <
0.0) ? 0.0 : REACTIVE_POWER;
Serial.print("Apparent Power:
");
Serial.println(APPARENT_POWER);
Serial.print("Reactive Power: ");

```

```
Serial.println(REACTIVE_POWER);

    updateValues();
} else {

    VOLTAGE = 0.0;
    CURRENT = 0.0;
    POWER = 0.0;
    ENERGY = 0.0;
    REACTIVE_POWER = 0.0;
    APPARENT_POWER = 0.0;
    POWER_FACTOR = 0.0;
    FREQUENCY = 0.0;
    PF_PERCENTAGE = 0;
    PF_STRING = 0.0;

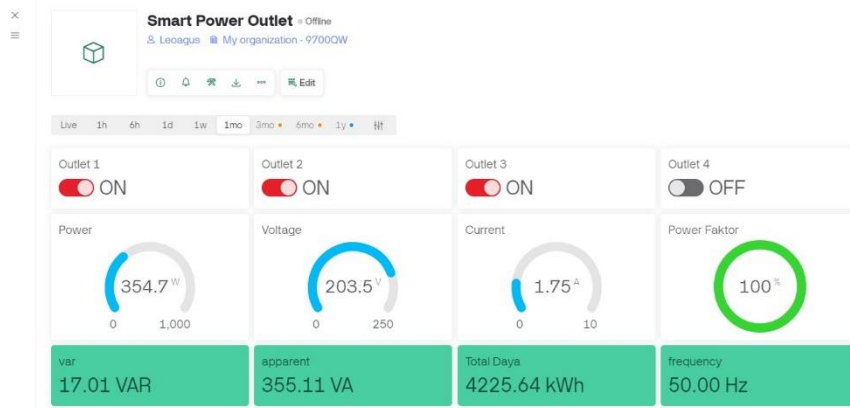
    updateValues();
}
}
```

### 4.3 Pengujian

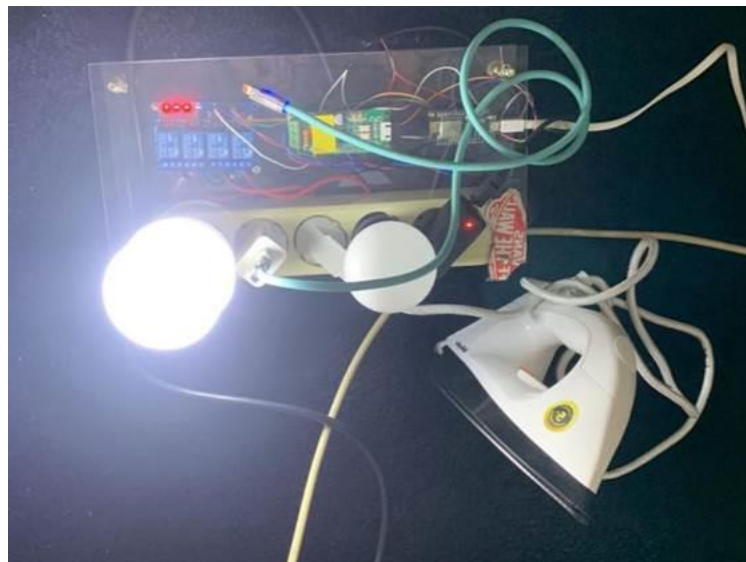
Pada tahap ini, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan harapan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Blackbox testing.

#### 4.3.1. Button *On/Off*

Pengujian Button On/Off pada alat ini dilakukan untuk memastikan fungsi dasar kontrol manual berjalan dengan baik. Button On/Off berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan peralatan elektronik yang terhubung ke sistem. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa Button tersebut responsif dan dapat mengirimkan perintah yang benar ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sehingga peralatan dapat dihidupkan atau dimatikan sesuai dengan perintah pengguna.



Gambar 4. 3 Hasil Uji Tombol On/Off Pada Tampilan Dashboard



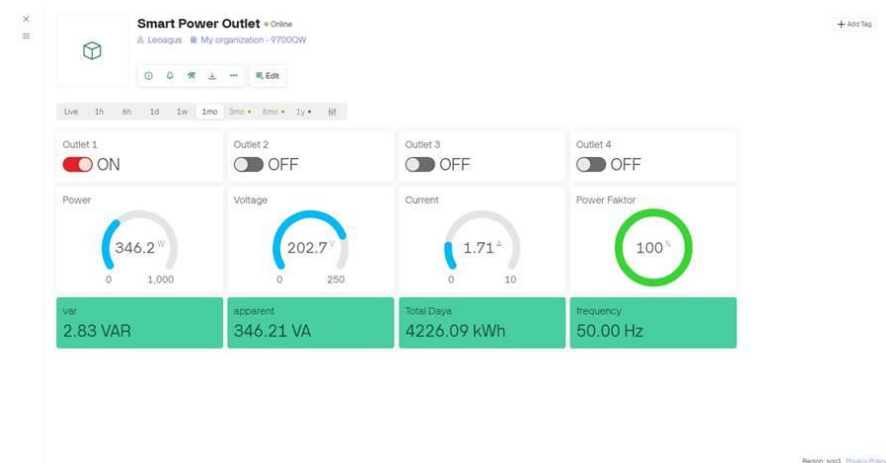
Gambar 4. 4 Uji Coba Button On/Off Pada Alat

Tabel 4. 1 Hasil Uji Coba Button On/Off

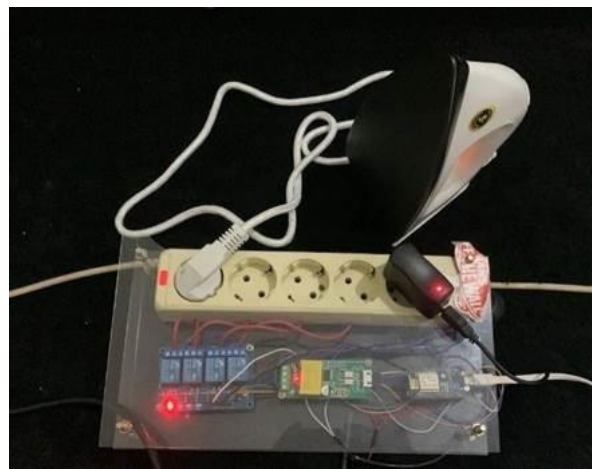
NO	Parameter	Status	Fungsi Relay
1.	Outlet Terminal 1	Nyala	Berhasil
2.	Outlet Terminal 2	Nyala	Berhasil
3.	Outlet Terminal 3	Nyal	Berhasil
4.	Outlet Terminal 4	Mati	Berhasil

### 4.3.2. Beban Resistif

Beban resistif adalah jenis beban yang hanya memiliki resistansi tanpa adanya komponen induktansi atau kapasitansi. Pada contoh peneliti menggunakan setrika dengan tegangan 350 Watt. Pada pengujian dengan setrika berdaya 250 watt sebagai beban resistif ini bertujuan untuk menilai kinerja sistem monitoring dan pengendalian listrik berbasis NodeMcu ESP8266 dan sensor PZEM-004T v3.0.



Gambar 4. 5 Hasil Uji Beban Resistif



Gambar 4. 6 Uji Coba Beban Resistif

Tabel 4. 2 Data Beban Resistif

NO	Parameter	Outlet1	Outlet 2	Outlet 3	Outlet 4
1.	Status	OFF	OFF	ON	OFF
2.	Power	-	-	346.2 W	-
3.	Voltage	-	-	202.7 V	-
4.	Current	-	-	1.71 A	-

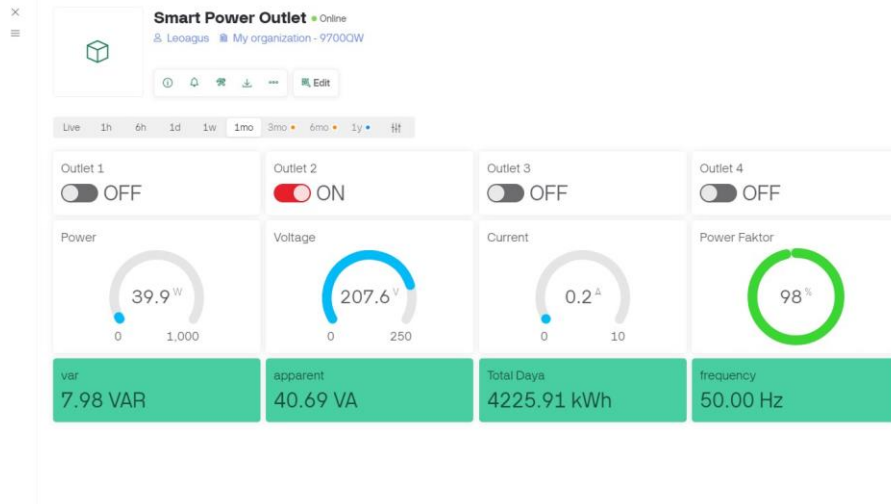
5.	Daya Reaktif	-	-	0.00 VAR	-
6.	Apparent Power	-	-	346.21 VA	-
7.	Power Faktor	-	-	100 %	-
8.	Frekuensi	-	-	50.00 HZ	-
9.	Total Energi	-	-	4266.09 KWh	-

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem menunjukkan kinerja yang sangat efisien dalam memantau dan mengendalikan beban listrik. Daya aktif yang terukur sebesar 346.2 watt, tegangan 202.7 V, dan arus 1.71 A, dengan power factor sempurna 1.00 PF, mengindikasikan operasi yang optimal. Ketiadaan daya reaktif (0.00 VAR) dan daya semu sebesar 346.21 VA menegaskan efisiensi sistem dalam mengelola daya. Selain itu, frekuensi stabil pada 50.00 Hz menunjukkan keandalannya dalam pengelolaan beban listrik secara efektif.

Berdasarkan hasil uji beban resistif menggunakan setrika, beban hanya menghasilkan resistansi dan tidak menyebabkan perubahan fasa antara arus dan tegangan. Karena tidak ada perubahan fasa, daya yang diukur adalah daya nyata (real power). Pengukuran daya pada beban resistif cenderung paling akurat dan sederhana, karena hubungan langsung antara arus dan tegangan. Artinya, semua daya yang dikonsumsi oleh beban resistif adalah daya aktif (dinyatakan dalam watt), yang diubah menjadi panas. Tidak ada daya reaktif yang disimpan atau dilepaskan kembali ke sumber daya, seperti yang terjadi pada beban induktif atau kapasitif. Dari hasil pengujian, perangkat elektronik ini sangat efisien karena menunjukkan angka power faktor sebesar 100%.

#### 4.3.3. Beban Induktif

Pada pengujian ini, digunakan kipas angin berdaya 45 watt sebagai beban induktif. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring dan pengendalian listrik yang menggunakan NodeMcu ESP8266 dan sensor PZEM-004T v3.0 saat menghadapi beban induktif. Beban induktif diuji dengan menggunakan perangkat seperti motor atau transformator.



Gambar 4. 7 Hasil Uji Beban Induktif



Gambar 4. 8 Uji Coba Beban Induktif

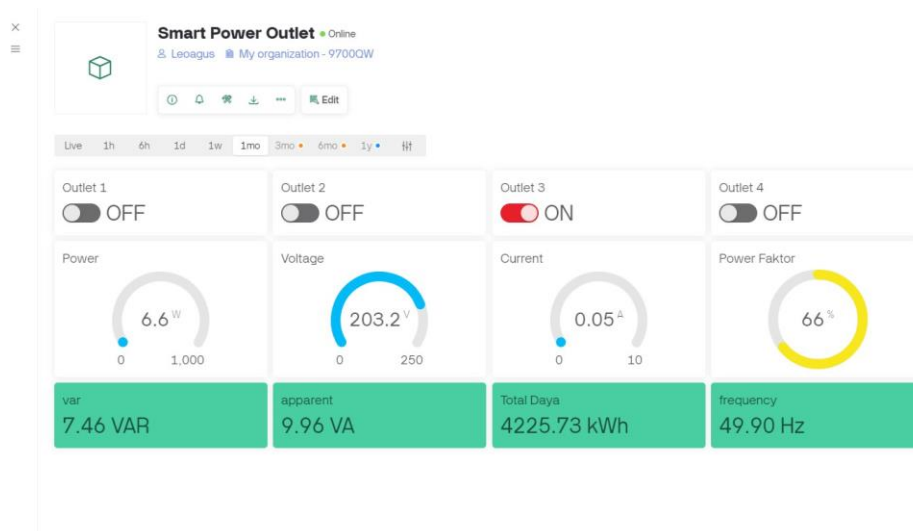
Tabel 4. 3 Data Beban Induktif

NO	Parameter	Outlet 1	Outlet 2	Outlet 3	Outlet 4
1.	Status	OFF	OFF	ON	OFF
2.	Power	-	-	39.9 W	-
3.	Voltage	-	-	207.6 V	-
4.	Current	-	-	0.2 A	-
5.	Daya Reaktif	-	-	7.98 VAR	-
6.	Apparent Power	-	-	40.69 VA	-
7.	Power Faktor	-	-	98 %	-
8.	Frekuensi	-	-	50.00 HZ	-
9.	Total Energi	-	-	4225.91 KWh	-

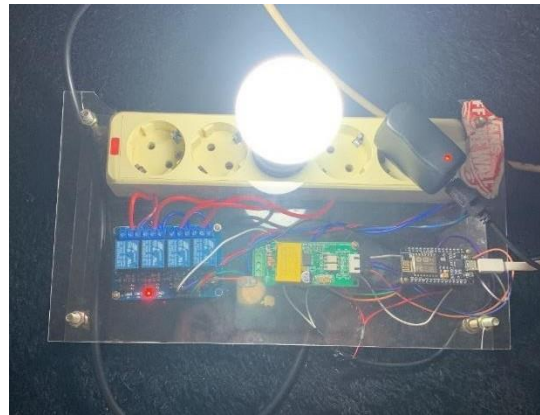
Adanya komponen daya reaktif (reactive power) yang muncul karena pergeseran fasa antara arus dan tegangan. Pengukuran daya pada beban induktif menghasilkan daya semu (apparent power), yang merupakan kombinasi dari daya nyata dan daya reaktif. Ini mempengaruhi akurasi pengukuran dan memerlukan kompensasi untuk mendapatkan hasil yang tepat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring dan pengendalian listrik berhasil memantau kinerja kipas angin 45 watt. Data yang dicatat adalah: daya 39.9 W, tegangan 207.6 V, arus 0.2 A, power factor 98 %, daya reaktif 7.98 VAR, daya semu 40.69 VA, frekuensi listrik 50.00 Hz, dan total konsumsi energi 4225.91 kWh. Semua parameter berada dalam rentang yang sesuai dengan spesifikasi, memastikan efisiensi operasional yang baik. Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa alat elektronik tersebut sangat efisien dengan power factor sebesar 98%.

#### 4.3.4. Beban Kapasitif

Pengujian ini memanfaatkan lampu bohlam dengan daya 5 watt sebagai beban kapasitif. Tujuan pengujian adalah untuk memverifikasi kinerja sistem monitoring dan pengendalian listrik yang berbasis NodeMCU ESP8266 dan sensor PZEM-004T v3.0 dalam kondisi beban kapasitif.



Gambar 4. 9 Hasil Uji Beban Kapasitif



Gambar 4. 10 Uji Coba Beban Kapasitas

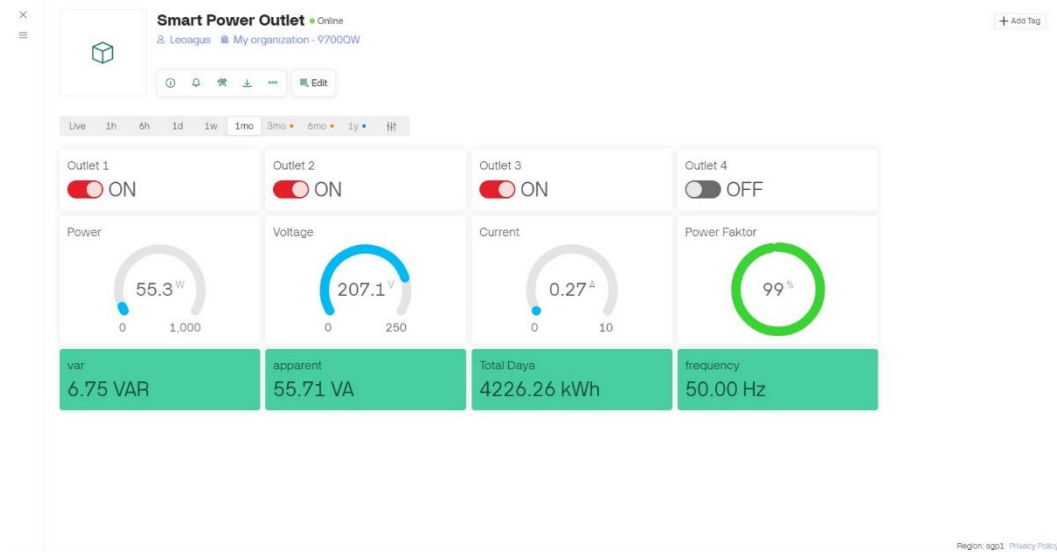
Tabel 4. 4 Data Beban Kapasitif

NO	Parameter	Outlet 1	Outlet 2	Outlet 3	Outlet 4
1.	Status	OFF	OFF	ON	OFF
2.	Power	-	-	6.6 W	-
3.	Voltage	-	-	203.2 V	-
4.	Current	-	-	0.05 A	-
5.	Daya Reaktif	-	-	7.46 VAR	-
6.	Apparent Power	-	-	9.96 VA	-
7.	Power Faktor	-	-	66 %	-
8.	Frekuensi	-	-	50.00 HZ	-
9.	Total Energi	-	-	4225.73 KWh	-

Seperti pada beban induktif, beban kapasitif juga menghasilkan daya reaktif tetapi dengan fasa yang berbeda. Arus mendahului tegangan, menghasilkan daya semu yang memerlukan analisis khusus untuk memastikan pengukuran yang akurat. Ini juga mempengaruhi efisiensi keseluruhan sistem. Hasil pengujian lampu bohlam 5 watt menunjukkan keberhasilan dengan daya terukur 6.6 W, mendekati nominal 5 W. Tegangan 203.2 V dan arus 0.05 A sesuai dengan hukum Ohm. Power factor 66 % dan frekuensi 50.00 Hz berada dalam rentang yang dapat diterima. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa lampu berfungsi dengan baik sesuai spesifikasi yang diharapkan. Perbedaan-perbedaan ini perlu diperhitungkan dalam pengukuran dan analisis dayalistrik untuk mendapatkan hasil yang akurat dan sesuai dengan kondisi nyata. Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa alat elektronik tersebut cukup efisien dengan power factor sebesar 66 %.

### 4.3.5. Beban Ketiga

Pengujian ini dilakukan dengan tiga jenis beban yang berbeda, yaitu beban kapasitif menggunakan lampu bohlam 6 watt, beban induktif menggunakan kipas angin 50 watt, dan beban resistif menggunakan setrika 250 watt. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring dan pengendalian listrik berbasis NodeMcu ESP8266 dan sensor PZEM-004T v3.0 dalam berbagai kondisi beban.



Gambar 4. 11 Hasil Uji Coba Ketiga

Gambar 4. 12 Uji Coba Ketiga Beban Gambar 4. 13 Hasil Uji Coba Ketiga



Gambar 4. 14 Uji Coba Ketiga Beban

Gambar 4. 15 Uji Coba Ketiga Beban

Tabel 4. 5 Data Ketiga Beban

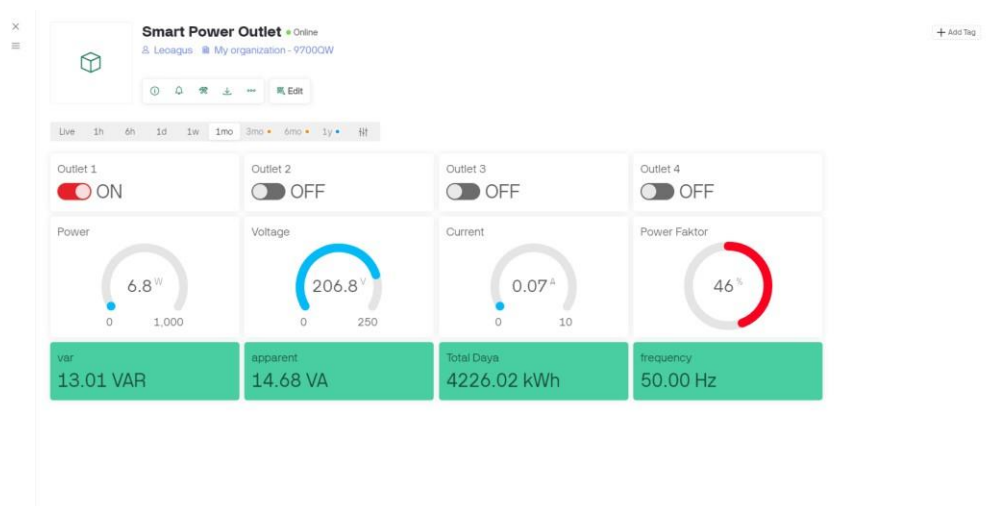
NO	Parameter	Outlet 1	Outlet 2	Outlet 3	Outlet 4
----	-----------	----------	----------	----------	----------

1.	Status	OFF	OFF	ON	OFF
2.	Power	-	-	415.7 W	-
3.	Voltage	-	-	227.8 V	-
4.	Current	-	-	1.83 A	-
5.	Daya Reaktif	-	-	20.20 VAR	-
6.	Apparent Power	-	-	416.19 VA	-
7.	Power Faktor	-	-	99 %	-
8.	Frekuensi	-	-	50.00 HZ	-
9.	Total Energi	-	-	0.01 KWh	-

Dari hasil pengujian yang melibatkan dua bohlam lampu (5 watt dan 6 watt), setrika (350 watt), dan kipas angin (45 watt) menunjukkan total konsumsi daya aktif sebesar 415.7 watt, yang sesuai dengan spesifikasi masing-masing alat. Tegangan operasi sebesar 227.8 volt dan arus total 1.83 ampere menunjukkan kondisi pengoperasian yang normal dan aman. Daya reaktif yang minimal (20.20 Var) menunjukkan bahwa sebagian besar energi digunakan untuk kerja nyata, dengan power factor yang sempurna (99%), menandakan efisiensi penggunaan energi yang optimal. Frekuensi operasi stabil pada 50 Hz, sesuai standar. Secara keseluruhan, kombinasi alat-alat ini bekerja sangat efisien dan stabil dalam jaringan listrik rumah.

#### 4.3.6. Contoh Beban Yang Tidak Efisien

Pada pengujian ini peneliti menguji lampu bohlam berlabel 20 watt kemudian data yang tertampil seperti dibawah :



Gambar 4. 16 Hasil Uji Coba Bohlam Lampu 20 Watt

Tabel 4. 6 Data Uji Coba Bohlam Lampu 20 Watt

NO	Parameter	Outlet 1	Outlet 2	Outlet 3	Outlet 4
1.	Status	OFF	OFF	OFF	OFF
2.	Power	6.8 W	-	-	-
3.	Voltage	206.8 V	-	-	-
4.	Current	0.07 A	-	-	-
5.	Daya Reaktif	13.01VAR	-	-	-
6.	Apparent Power	14.68 VA	-	-	-
7.	Power Faktor	46 %	-	-	-
8.	Frekuensi	50.00 HZ	-	-	-
9.	Total Energi	4226.02 KWh	-	-	-

Dari hasil pengukuran ini, terlihat bahwa bohlam dengan label 20 watt hanya mengonsumsi 6.8 watt daya nyata. Selain itu, power factor yang terukur adalah 46%, yang menunjukkan efisiensi penggunaan energi yang sangat rendah. power factor di bawah 50% menandakan bahwa sebagian besar daya yang dikonsumsi adalah daya reaktif yang tidak melakukan kerja nyata, yang menyebabkan inefisiensi dan pemborosan energi.

Dengan demikian, alat elektronik ini sudah tidak layak pakai karena efisiensi penggunaannya sangat rendah. Pengukuran yang menunjukkan konsumsi daya jauh di bawah spesifikasi label (20 watt) mengindikasikan bahwa bohlam tersebut tidak berfungsi dengan baik atau sudah rusak.

#### 4.4 Pembahasan

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa alat yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian black box yang dilakukan terhadap alat IoT untuk pengendalian dan pengawasan peralatan elektronik rumah tangga menunjukkan hasil yang memuaskan di berbagai aspek.

Pertama, pengujian akurasi pengukuran daya memastikan bahwa alat ini dapat mengukur konsumsi energi dengan tepat, mengonfirmasi kemampuannya untuk memantau penggunaan listrik secara akurat. Dengan berbagai skenario penggunaan yang diuji, alat ini berhasil memberikan pengukuran yang sesuai dengan data sebenarnya, menunjukkan bahwa alat ini dapat diandalkan untuk memonitor konsumsi energi peralatan elektronik rumah tangga.

Selanjutnya, integrasi alat dengan aplikasi Blynk juga berhasil diuji dan menunjukkan kinerja yang sangat baik. Data terkait penggunaan energi dan kondisi peralatan yang dikirimkan oleh alat diterima dengan waktu tunda minimal, memungkinkan pengguna untuk mengawasi dan mengendalikan peralatan rumah tangga secara responsif dan efektif. Button on-off pada alat ini juga berfungsi optimal, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengaktifkan dan

menonaktifkan peralatan elektronik dari jarak jauh, memberikan fleksibilitas dalam penggunaan sehari-hari.

Kemudian, alat ini juga dapat mendeteksi dengan baik apakah alat elektronik yang digunakan masih layak pakai atau tidak dengan bantuan fitur power factor yang tersedia. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk melihat seberapa efisien perangkat elektronik menggunakan energi listrik. Power factor yang mendekati 100% menunjukkan bahwa perangkat menggunakan energi secara efisien, sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan adanya daya reaktif yang tidak digunakan secara optimal.

Dari ketiga pengujian di atas, alat ini menunjukkan bahwa ia dapat mendeteksi efisiensi perangkat dengan akurat, memberikan informasi penting bagi pengguna untuk menentukan apakah perangkat mereka masih layak digunakan atau perlu diganti demi efisiensi energi yang lebih baik. Dari hasil-hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rancangan alat IoT yang dilakukan penulis pada penelitian ini berhasil melewati tahap pengujian dengan baik. Alat ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga, serta memberikan manfaat yang signifikan dalam hal pengelolaan energi dan pemeliharaan peralatan.

#### A. Kelebihan

- 1) **Monitoring Akurat.** Alat ini mampu memberikan pengukuran yang akurat terhadap konsumsi energi dan kondisi peralatan elektronik rumah tangga. Pengguna dapat memantau secara detail penggunaan energi dan performa peralatan dengan tepat, sehingga memungkinkan untuk pengelolaan yang lebih efisien.
- 2) **Kontrol Jarak Jauh.** Integrasi dengan aplikasi Blynk memungkinkan pengguna untuk mengendalikan peralatan dari jarak jauh melalui perangkat seluler. Pengguna dapat memantau dan mengontrol konsumsi energi serta kondisi peralatan kapan pun dan di mana pun, meningkatkan kemudahan dan fleksibilitas dalam penggunaannya.
- 3) **Responsif dan Efisien.** Data yang dikirimkan oleh alat memiliki waktu tunda yang minimal, sehingga pengguna dapat merespons dengan cepat terhadap perubahan kondisi atau kebutuhan energi. Ini juga membantu dalam menjaga operasional peralatan dengan lebih efisien dan efektif.

## B. Kekurangan

- 1) Ketergantungan pada Koneksi Internet: Sistem ini bergantung pada koneksi internet yang stabil untuk berfungsi dengan baik. Gangguan atau putusnya koneksi internet dapat menghambat penggunaan dan fungsi monitoring jarak jauh yang efektif.
- 2) Keakuratan Pembacaan yang Kadang Tidak Konsisten. Meskipun umumnya akurat, terdapat kejadian di mana pembacaan sensor tidak selalu sesuai dengan kondisi sebenarnya. Hal ini dapat mengakibatkan informasi yang kurang tepat dalam pengelolaan konsumsi energi atau pemantauan kondisi peralatan.
- 3) Pengumpulan Data Harian yang Tidak Lengkap. Saat ini, sistem belum dapat menyediakan rekaman data harian secara komprehensif hingga rekapan pemakaian bulanan. Hal ini dapat membatasi kemampuan pengguna untuk melihat dan menganalisis tren penggunaan energi secara detail setiap harinya serta membuat evaluasi yang lebih menyeluruh terhadap penggunaan energi selama periode bulanan.
- 4) Kendala Pengukuran Akumulatif. Saat keempat lubang outlet digunakan secara bersamaan, sensor alat ukur tegangan AC hanya mampu memberikan nilai pengukuran akumulatif dari seluruh beban yang terhubung. Hal ini menyebabkan sulitnya untuk mengetahui kondisi individu dari setiap lubang outlet. Dengan kata lain, pengukuran yang diperoleh merupakan total dari semua outlet, sehingga tidak dapat memberikan informasi terpisah untuk masing-masing lubang.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melalui proses perancangan dan pengujian, hasil menunjukkan bahwa sistem pengendalian dan pengawasan alat elektronik rumah tangga berbasis IoT yang telah dikembangkan berfungsi dengan baik. Implementasi IoT dalam sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat elektronik dari jarak jauh dengan efisien dan akurat.

Sistem yang dirancang menyediakan akses real-time terhadap informasi penggunaan dan kondisi peralatan, memungkinkan pengelolaan konsumsi energi yang lebih efisien. Dengan fitur-fitur seperti Gauge Apparent Power dan Total Energy, pengguna dapat mengawasikonsumsi daya dan energi secara lebih detail, serta mengambil langkah-langkah untuk mengurangi pemborosan energi.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan IoT dalam pengendalian dan pengawasan peralatan elektronik rumah tangga memberikan banyak manfaat, termasuk peningkatan efisiensi operasional, penghematan energi, dan pemeliharaan yang lebih proaktif. Sistem yang telah dikembangkan dan diuji menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas hidup pengguna dengan menyediakan solusi yang lebih cerdas, efisien, dan terhubung untuk mengelola peralatan elektronik rumah tangga.

#### **5.2 Saran**

Dari berbagai tahapan yang telah dilalui dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang dapat dijadikan dasar untuk penelitian lanjutan. Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis mencatat beberapa poin penting yang bisa menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya, di antaranya:

1. Notifikasi Konsumsi Energi Berlebih. Sistem sebaiknya dilengkapi dengan fitur notifikasi yang memberi peringatan kepada pengguna ketika konsumsi energi listrik melebihi batas yang telah ditentukan. Hal ini akan membantu pengguna mengidentifikasi dan mengatasi penggunaan energi yang tidak efisien, serta mengambil langkah-langkah untuk mengurangi biaya listrik
2. Pelaporan Data Pemakaian Harian. Implementasi fitur pelaporan yang memberikan data pemakaian energi harian dapat membantu pengguna memantau dan mengelola konsumsi energi dengan lebih efektif. Laporan ini dapat diakses melalui aplikasi dan memberikan gambaran yang jelas mengenai pola penggunaan energi setiap harinya.

3. Ketergantungan pada Koneksi Internet. Selanjutnya dapat mempertimbangkan untuk mengembangkan sistem yang lebih mandiri atau memiliki mekanisme cadangan saat terjadi gangguan koneksi. Penggunaan teknologi penyimpanan lokal sementara atau integrasi dengan teknologi jaringan yang lebih andal dapat membantu memastikan bahwa monitoring jarak jauh tetap berfungsi secara efektif bahkan dalam kondisi koneksi yang tidak stabil.
4. Keakuratan Pembacaan yang Kadang Tidak Konsisten. Peneliti selanjutnya dapat melakukan studi lebih lanjut terkait kalibrasi sensor atau penggunaan sensor yang lebih akurat dan dapat diandalkan. Implementasi algoritma pemrosesan data yang lebih canggih dan metode pengujian yang lebih ketat juga dapat membantu mengidentifikasi dan mengatasi penyimpangan atau kesalahan pembacaan sensor dengan lebih efektif.
5. Untuk mengatasi kendala pengukuran akumulatif yang dihadapi, disarankan agar peneliti selanjutnya mempertimbangkan penggunaan sensor atau sistem yang dapat memantau dan mengukur setiap lubang outlet secara terpisah. Dengan demikian, setiap outlet dapat diukur secara individual, memberikan informasi yang lebih detail mengenai kondisi dan konsumsi energi masing-masing. Penelitian lebih lanjut bisa mengeksplorasi teknologi sensor yang mendukung pemantauan terpisah atau metode lain untuk memisahkan data pengukuran dari setiap outlet, sehingga memudahkan analisis dan manajemen beban secara lebih akurat.

Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan performa dan fungsionalitas sistem pengawasan dan pengendalian peralatan elektronik rumah tangga berbasis IoT, serta memberikan manfaat yang lebih besar bagi pengguna dalam manajemen energi dan pemeliharaan peralatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiono, T., Putra, R. V. W., Fathany, M. Y., & Adijarto, W. (2020). Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien. *Jurnal INKOM*, 9(2), 65. <https://doi.org/10.14203/j.inkom.429>
- Agustianingsih, W. N., F. Kurniawan, dan P. Setiawan. (2021). Analisis ketepatan pengukur daya dan faktor daya listrik berbasis Arduino Uno R3 328P. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*. 3(1): 15-28.
- Alip Pratama, M., Fajar Sidhiq, A., Rahmanto, Y., & Surahman, A. (2021). Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, 2(1).
- Amri, T. A., Sutanto, V. A., & Gultom, B. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Area Parkir Berbasis Arduino Uno untuk Mengetahui Ketersediaan Area Parkir. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains* (Vol. 1, Issue 1).
- Andi, H. J., Yanie, A., & Siregar, L. A. (2023). RANCANG BANGUN PENGUPAS KULIT KACANG MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8 DAN PANEL SURYA 20 WP. *JMRI Journal of Multidisciplinary Research and Innovation*, 1(3), 1–11. <https://doi.org/10.61240/jmri.v1i3.27>
- Arisyo, A. R. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS IoT DENGAN MENGGUNAKAN MODUL NodeMCU dan APLIKASI ANDROID Blynk.
- Attia, H. (2015). Three Steps AC Voltage Regulator Based on One Step-down Transformer. *International Journal of Applied Engineering Research*. 10(19): 39898-39902.
- Bahri, S., Pratama Figna, H., Dhika Priyatna, R., & Fatimah, A. E. (2023). Rancang Bangun Smart Home System Pada Rumah Yang Terintegrasi Smartphone. *INDOTECH Indonesian Journal of Education And Computer Science*, 1(1).
- Budiman, A., & Ramdhani, Y. (2021). PENGONTROLAN ALAT ELEKTRONIK MENGGUNAKAN MODUL NODEMCU ESP8266 DENGAN APLIKASI BLYNK BERBASIS IOT (Vol. 2, Issue 1).
- Bukit, F. R. A., K. A. Syahputra, dan S. Suherman. (2022). Perancangan HMI (human

- machine interface) sebagai pengontrol dan pendeteksi dini kerusakan kapasitor bank berbasis PLC. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 3(2):101-109.
- Dadi Riskiono, S. (2019). ANALISIS DAN DESAIN JALUR TRANSMISI JARINGAN ALTERNATIF MENGGUNAKAN VIRTUAL PRIVATE NETWORK (VPN). In *JurnalTEKNOINFO* (Vol. 13, Issue 2).
- Despa, D., Amaro, N., Muhammad, A. M., Nama, F. G., & Martin, Y. (2019). DASHBOARD PENGAWASAN BESARAN LISTRIK WAKTU NYATA. *Unsika*, 4(1).
- Dharmawan, A. D., Subiyanto, L., & Nugraha, A. T. (2022). Implementasi Sistem Monitoring pada Panel Listrik. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12, 2830–3512. <https://doi.org/10.47709/elektriase.v12i2.1685>
- Doni, R., & Rahman, M. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266. In *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)* (Vol. 4, Issue 2).
- Fikri, M. A., B. A. Inapty, dan B. R. D. Astuti. Direct Current (DC) vs Alternating Current (AC) financial transaction flow in holding and non-holding companies. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*. 10(2): 352-360.
- Fitri, A., Nizam, K., Maulud, A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021). *Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sedimentin Kelantan River Basin*.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Adam, M. (2020). Prototype Measuring Device for Electric Loadin Households Using the Pzem-004T Sensor. *BirEx*, 2(3), 347–361. <https://doi.org/10.33258/birex.v2i3.1074>
- Hariyanto, P., Sepdian, S., Idris, M., & Isnen, M. (2021). Perancangan Alat Proteksi Tegangan Listrik Berlebih dan Menurun pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah. *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap*, 2(2), 23-29.).
- Hidayat, A., & Gunawan, H. (2024). Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Rumah berbasis Internet of Things Menggunakan Telegram. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 13(2). <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v13i2.6222>
- Huda, S., Bekti, I. T., & Dwi Hartono, E. (2021). Prototipe Monitoring Daya Listrik dan Pengendalian Perangkat Elektronik Skala Industri Berbasis IoT di CV.

- Wellracom Nusantara Surabaya. *Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*.
- Ilhami, F., & Sokibi, P. (2019). *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PROTOTYPE KONTROL PERALATAN ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN NODEMCU* (Vol. 9, Issue 2 Nov).
- Irianto, K. D. (2023). A Design of Prepaid Smart Energy Meter Monitoring System for Household Uses Based on Internet of Things. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 5(2), 69–74.  
<https://doi.org/10.35882/jeemi.v5i2.282>
- Irsan Pasaribu, F., Gani Lubis, A., Safril, M., Santri Kusuma, B., & Fadlan, M. (2021). *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) Disain Smart Electricity Penghematan pada Peralatan Listrik Menggunakan Sensor Ultrasonic*. 2(2), 40–50.
- Ismail, Ninik, M., & Akhamd, Z. (2020). Penyuluhan Keselamatan Instalasi dan Peralatan Listrik Rumah Tangga di Desa Galengdowo Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang+103. *Journal Community Service Consortium*.
- Jupriyadi. (2018). *IMPLEMENTASI SELEKSI FITUR MENGGUNAKAN ALGORITMA FVBRM UNTUK KLASIFIKASI SERANGAN PADA INTRUSION DETECTION SYSTEM (IDS)* (Vol. 17).
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2022). A Review and State of Art of Internet of Things (IoT). In *Archives of Computational Methods in Engineering* (Vol. 29, Issue 3, pp. 1395–1413). Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09622-6>
- Nugroho, A., Murdiantoro, R. A., & Murdiantoro, N. A. (2023). Design And Development Of A Leakage Current And Power Monitoring System With Nodemcu Esp 8266 For Household Electricity. *Journal of Electronic and Electrical Power Applications*, 3(1), 159-165.
- Pangestu, A., Ziky Iftikhor, A., Bakri, M., & Alfarizi, M. (2020). SISTEM RUMAH CERDAS BERBASIS IOT DENGAN MIKROKONTROLER NODEMCU DAN APLIKASI TELEGRAM. In *JTIKOM* (Vol. 1, Issue 1).
- Patabang, S., Leda, J. M., Sampebatu, L., Ramadhan, S., More, S., Atma, U., & Makassar, J. (n.d.). PENYULUHAN PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PADA RUMAH TANGGA. *Batara Wisnu Journal: Indonesian Journal of Community Services*, 3(2), 2023. <https://doi.org/10.53363/bw.v3i2.196>

- Rahmadhani, V., Arum, W., Bhayangkara, U., & Raya, J. (2022). *LITERATURE REVIEW INTERNET OF THING (IOT): SENSOR, KONEKTIFITAS DAN QR CODE*. 3(2).  
<https://doi.org/10.38035/jmpis.v3i2>
- Sahni, Y., Cao, J., Zhang, S., & Yang, L. (2020). Edge Mesh: A New Paradigm to Enable Distributed Intelligence in Internet of Things. *IEEE Access*, 5, 16441–16458. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2739804>
- Sarri, C. (2023). Analisis Perbaikan Faktor Daya Untuk Efisiensi Pembebanan Pada RSUD IA Moeis Samarinda. *Mutiara: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(1), 126-139.
- Satria, B. (2022). IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(3), 136–144.  
<https://doi.org/10.56211/sudo.v1i3.95>
- Shafitri, A., & Mashuri, A. (2022). PERANCANGAN PENGENDALI LAMPU KANTOR BERBASIS INTERNET OF THING. *PROSISKO*, 9(1).
- Sokibi, P., & Nugraha, R. A. (2020). *PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM PERINGATAN INDIKASI KEBAKARAN DI DAPUR RUMAH TANGGA BERBASIS ARDUINO UNO*  
(Vol. 10, Issue 1). <http://www.liputan6.com>
- Suherman, D. P. W. S., Putra, D. E., & Wiradhana, S. (2023). ANALISA KAPASITAS DAYA LISTRIK TERHADAP PERUBAHAN FREKUENSI PADA MOTOR INDUKSI PENGGERAK CONVEYOR BALING LINE PULP DRYER MACHINE PT. OKI PULP AND PAPER Edy. *J. Tek. Elektro, Univ. Palembang*, 13(2), 1-9.
- Sulistyorini, T., Sofi, N., & Sova, E. (2022). PEMANFAATAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS ANDROID (BLYNK) SEBAGAI ALAT ALAT MEMATIKAN DAN MENGHIDUPKAN LAMPU. *JUIT*, 1(3).
- Syam, N. S., V. Y. P. Ardhana, E. A. Sampetoding, M. S. Nazhim, A. M. Risqullah, M. G. Sakawati, dan M. D. Mulyodiputo. (2022). Model support vector machine untuk prediksi pada penggunaan energi listrik di rumah hemat energi. *Jurnal Informatika*. 1(2): 56-59.
- Syukri, M. (2022). Analisis pemilihan nilai kapasitor pada generator induksi tereksitasi sendiri tiga fasa untuk beban resistif. *Jurnal Geuthèë: Penelitian Multidisiplin*. 5(1): 72-78.

- Trengginaz, R. B., Yusup, A., Sunyoto, D. S., Jihad, M. R., & Yulianti, Y. (2020). Pengujian Aplikasi Pemesanan Tiket Kereta berbasis Website Menggunakan Metode Black Box dengan Teknik Equivalence Partitioning. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 3(3), 144. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v3i3.5349>
- Wahid, A. A. (2020). *Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi*. <https://www.researchgate.net/publication/346397070>
- Wanasinghe, T. R., Gosine, R. G., James, L. A., Mann, G. K. I., De Silva, O., & Warrian, P. J. (2020). The Internet of Things in the Oil and Gas Industry: A Systematic Review. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(9), 8654–8673. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2995617>
- Wijayanti, M. (2022). PROTOTYPE SMART HOME DENGAN NODEMCU ESP8266 BERBASISaa IOT. *JUIT*, 1(2), 102–107
- Whitaker, J. C. (2020). *AC Power Systems Handbook*. CRC Press: Boca Raton.