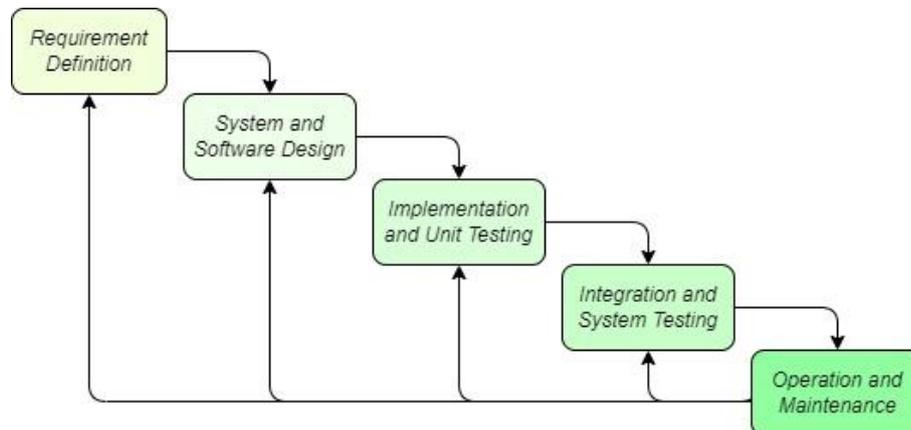


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan penelitian *waterfall*. Penelitian R&D digunakan untuk merancang dan membangun *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik berbasis *Internet of Things*. Penelitian R&D merupakan metode yang digunakan untuk membuat suatu produk tertentu dan melakukan pengujian keefektifan produk tersebut (Hikmawati, 2020). Adapun Pendekatan penelitian yang digunakan yaitu menggunakan metode *waterfall* untuk penelitian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik berbasis *Internet of Things*. Pendekatan *waterfall* bersifat linear dimulai dari tahap pengembangan sistem perencanaan sampai dengan tahap pemeliharaan, pendekatan *waterfall* harus dilakukan sesuai dengan urutan dan tidak bisa diselesaikan apabila tahap sebelumnya belum selesai (Ningsih & Nurfauziah, 2023). Berikut tahapan penelitian dengan pendekatan *waterfall* yang akan dilakukan pada penelitian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik dapat dilihat pada Gambar 3.1.

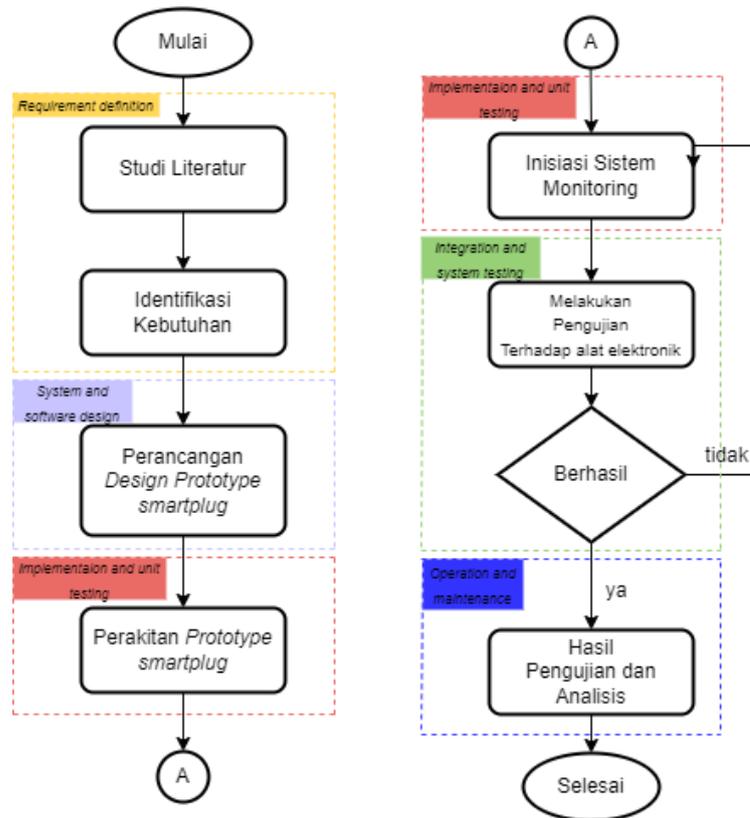


**Gambar 3.1** Metode *Waterfall*

1. *Requirement definition*, tahap pertama dari metode penelitian *waterfall* yaitu dengan melakukan studi literatur dan mengidentifikasi kebutuhan terhadap penelitian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik.
2. *System and software design*, tahap ini melakukan perancangan desain mulai dari merancang desain *prototype* dan pemilihan komponen baik *software* maupun *hardware* yang digunakan pada penelitian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik.
3. *Implementaion and unit testing*, tahap ini merupakan perancangan *prototype* dari *design system* yang sudah dibuat sebelumnya. Perancangan *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik berbasis *Internet of Things* meliputi perancangan *prototype*, kalibrasi dan inisiasi, integrasi IoT, dan pemrograman.
4. *Integration and system testing*, tahap ini dilakukannya pengujian sistem yang telah dirancang pada tahap *implementation*. Pengujian dilakukan untuk menguji keberhasilan *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik yang dibuat sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan.
5. *Operation and maintenance*, tahap ini merupakan tahap terakhir setelah tahap pengujian, tahap *maintenance* yaitu fokus dalam pemeliharaan alat yang sudah dirancang untuk pengujian sistem monitoring daya listrik alat elektronik.

### **3.2 Alur penelitian**

Pada penelitian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik terdapat alur penelitian yang menjadikan rancangan tahapan selama penelitian yang disajikan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** *Flowchart* Penelitian

Gambar 3.2 merupakan alur dari penelitian yang dimulai dengan studi literatur dengan cara mencari referensi melalui jurnal, *text book* dan literatur lainnya yang berhubungan dengan *smart plug* dan monitoring daya listrik untuk mempelajari teori-teori penunjang yang mendukung pemahaman dalam membuat desain, penggunaan komponen serta alat yang akan dibuat. Langkah kedua melakukan identifikasi kebutuhan yaitu menentukan komponen yang akan digunakan dalam perancangan desain *smart plug* sebagai monitoring daya listrik. Langkah ketiga adalah merancang *prototype smart plug*, sehingga akan mempermudah langkah selanjutnya yaitu perakitan *prototype smart plug* sebagai monitoring daya listrik. Setelah melakukan perakitan, dilakukan kalibrasi dan inisiasi dari alat *prototype* agar sensor dapat melakukan pengukuran dan akan terlihat apakah sistem monitoring sudah berjalan dengan baik. Selanjutnya melakukan pengujian dengan memasang beban berupa perangkat elektronik pada *smart plug* untuk pengukuran arus, tegangan dan daya. Setelah melakukan

Muntaha Hasanah, 2024

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART PLUG SEBAGAI MONITORING DAYA LISTRIK ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

pengujian, selanjutnya melakukan pencatatan hasil pengujian dan melakukan analisis dari pengujian yang telah dilakukan.

### 3.3 Deskripsi Umum Penelitian

Deskripsi umum mengenai penelitian *smart plug* meliputi proses pembuatan atau perancangan alat berbasis *Internet of Things* (IoT). Perancangan alat *smart plug* berbasis IoT menggunakan modul NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, PZEM-004T sebagai sensor arus dan tegangan, LCD 20x4 untuk menampilkan nilai parameter fisik. Parameter fisik yang akan diuji yaitu tegangan dan arus dari perangkat elektronik, Di mana nantinya akan terlihat daya yang digunakan dan dapat memperhitungkan biaya yang dikeluarkan. Diperlukan pula *software* untuk mengintegrasikan alat menjadi sebuah teknologi IoT yaitu menggunakan Arduino IDE yang digunakan untuk melakukan pemrograman alat dalam integrasi IoT, Blynk digunakan untuk menampilkan hasil pengujian dari *smart plug* secara *real time* dan untuk mengontrol relai. Penggunaan *software* Fritzing untuk *design* skema gambaran perancangan awal alat *smart plug*, draw.io berfungsi untuk perancangan *flowchart* alur sistem, diagram blok dan lainnya yang diperlukan selama proses penelitian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik.

### 3.4 Perancangan Sistem

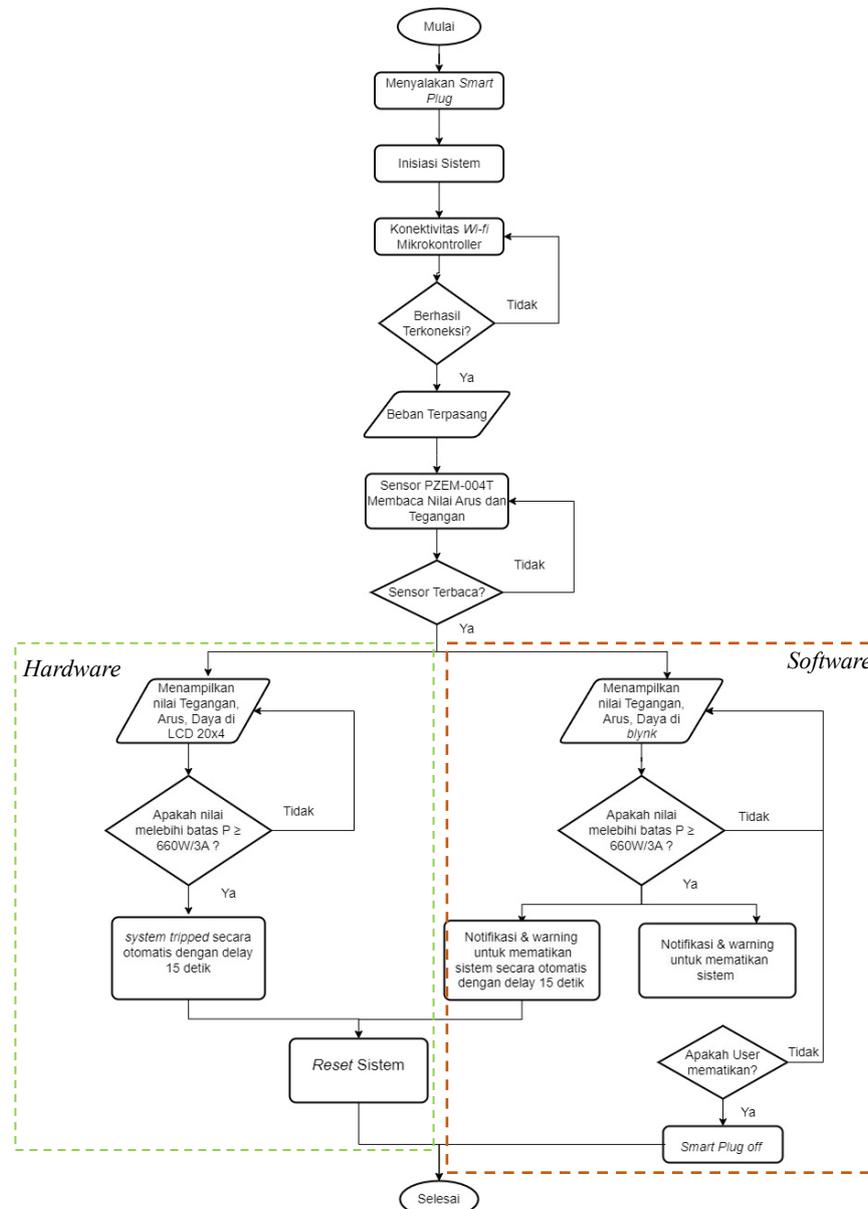
Perancangan sistem terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* dilakukan dengan memilih komponen utama yang sesuai dengan kebutuhan sistem yaitu sensor, mikrokontroler dan modul komunikasinya. Setelah perakitan *hardware* dilakukan pengujian yang kemudian mengintegrasikan *hardware* dengan *software*. Pada *software* digunakan untuk melakukan monitoring, mengontrol serta mengelola data yang didapatkan dari *hardware* seperti pengambilan data dari sensor, dan input kondisi *on* dan *off* sistem dari relai. Integrasi *hardware* dan *software* dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler pada *hardware* melalui pemrograman pada komputer atau perangkat lain dengan menggunakan protokol komunikasi yang tepat seperti I2C, SPI dan yang lainnya. Kemudian *software* memproses data yang diterima dari *hardware* dan menampilkan parameter seperti pada *hardware* dan memberikan keputusan untuk menyalakan

Muntaha Hasanah, 2024

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART PLUG SEBAGAI MONITORING DAYA LISTRIK ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

dan mematikan sistem. Perancangan Sistem pada penelitian dilakukan dengan alur sistem yang bekerja seperti pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Alur Sistem *Smart Plug*

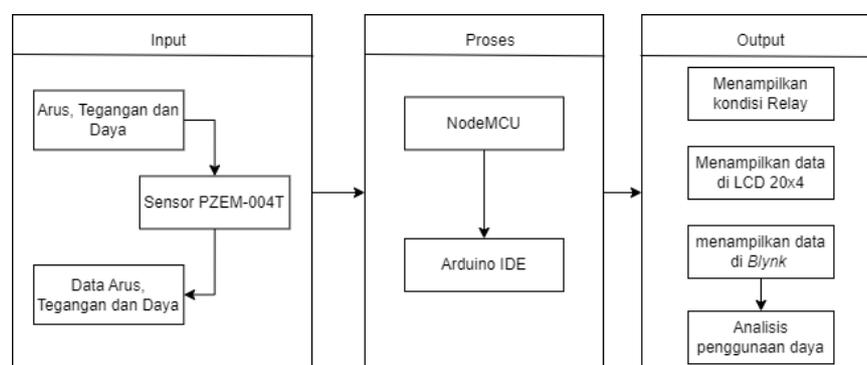
Gambar 3.3 merupakan proses kerja *smart plug* sebagai monitoring daya listrik perangkat elektronik yang akan dirancang. Sistem bekerja dimulai dengan menyalakan *smart plug* yang di dalamnya terdapat sensor PZEM-004T dan NodeMCU. Kemudian dilakukan proses inisiasi sistem, yaitu proses penyesuaian nilai dari sensor PZEM-004T yang digunakan. Pada proses konektivitas *Wi-Fi* berfungsi untuk menghubungkan *prototype smart plug* dengan jaringan internet Muntaha Hasanah, 2024

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART PLUG SEBAGAI MONITORING DAYA LISTRIK ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

agar dapat terkoneksi melalui Blynk. Selanjutnya dilakukan pemasangan beban berupa perangkat elektronik untuk melakukan pengujian, selanjutnya proses pembacaan tegangan, arus dan daya dilakukan oleh sensor PZEM-004T yang kemudian akan dikumpulkan ke mikrokontroler NodeMCU. Nilai dari parameter fisik akan tampil pada LCD dan dikirimkan ke Blynk sebagai tahap akhir pengujian. Parameter yang akan ditampilkan pada LCD dan Blynk yaitu nilai arus, tegangan dan daya. Pada sistem dari *smart plug* yang dibuat akan diberikan *limit* daya yang akan diatur melalui pemrograman pada mikrokontroler NodeMCU sebagai batas dari alat *smart plug*. Jika penggunaan daya sudah mencapai batas yang telah ditentukan ( $I \geq 3,1A$ ) maka *user* akan mendapatkan notifikasi pada *smartphone* dari Blynk untuk mematikan *smart plug*, apabila *user* tidak mematikan *smart plug* melalui aplikasi Blynk maka *smart plug* akan otomatis mati dengan selang waktu 15 detik.

Adapun diagram blok sistem dari proses perancangan *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik seperti Gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem pada Gambar 3.4 terbagi menjadi 3 kategori yaitu *input*, proses dan *output*. Proses *input* merupakan proses awal pengujian dengan memasukkan beban berupa perangkat elektronik yang terhubung dengan soket (*smart plug*) yang selanjutnya akan terbaca oleh sensor. Kemudian pada tahap proses, data yang dihasilkan dari pembacaan sensor akan diproses melalui mikrokontroler NodeMCU terkait pembacaan nilai arus, tegangan dan daya pada tahap *input*, NodeMCU akan bekerja setelah proses dilakukan pemrograman pada *software* Arduino IDE untuk proses pembacaan data berbasis *Internet of Things* Muntaha Hasanah, 2024

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART PLUG SEBAGAI MONITORING DAYA LISTRIK ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

(IoT). Selanjutnya pada tahap *output* menampilkan hasil dari proses pembacaan pada mikrokontroler NodeMCU, hasil akhir akan ditampilkan di LCD dan ditampilkan pada Blynk dengan menampilkan data secara *real time* yang kemudian akan di analisis.

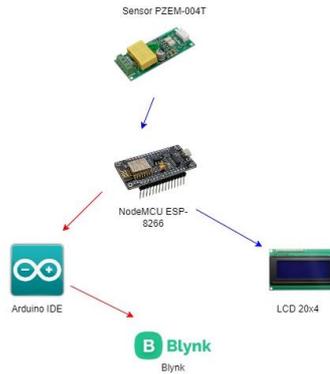
### 3.5 Implementasi Sistem

Terdapat beberapa perangkat yang dibutuhkan pada implementasi sistem yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang diperlukan dan perangkat lunak yang mendukung kebutuhan untuk proses penelitian perancangan *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik dapat dilihat seperti pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Perangkat keras dan perangkat lunak

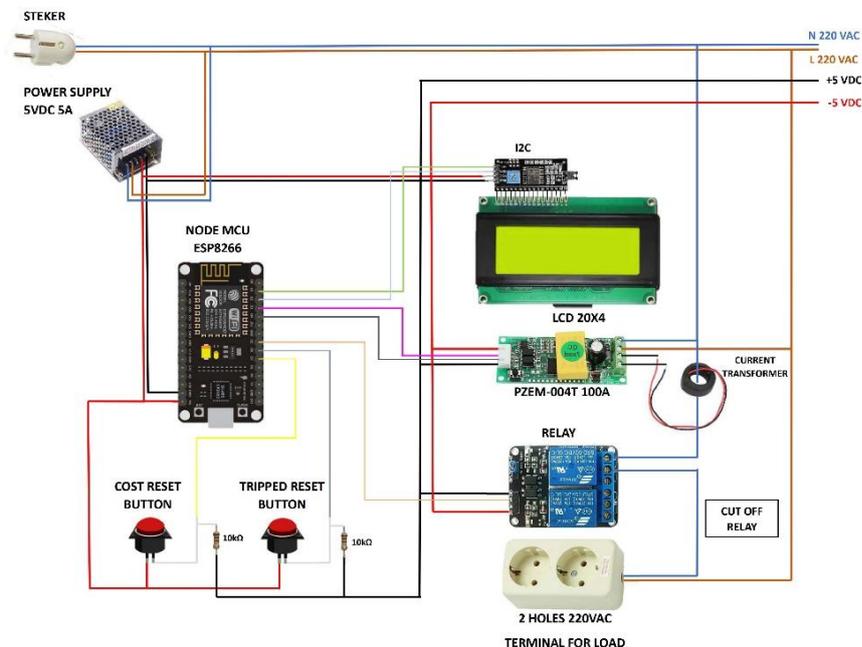
Perangkat Keras	Perangkat Lunak
HP Laptop 14s-dk1xxx AMD Ryzen 3 3250U with Radeon Graphics 2.60 GHz (4 CPUs) 8,00 GB	Blynk
Module Wi-Fi NodeMCU	Arduino IDE
Sensor PZEM-004T	Draw.io
NodeMCU	Fritzing
LCD 20x4	
Kabel 1.5 mm	
Multimeter	
Relai	
Power Supply	

*Software* dan *hardware* pada Tabel 3.1 digunakan saat tahap perancangan penelitian, proses pengujian serta tahap analisis data dari penelitian *smart plug* sebagai sistem monitoring daya listrik.



**Gambar 3.5** Skema Desain Sistem

Gambar 3.5 merupakan tampilan skema desain sistem yang akan dibuat. Tanda panah berwarna biru menandakan *hardware* dan tanda panah warna merah *software*. Terdapat beberapa alat yang dibutuhkan yaitu sensor arus dan tegangan yakni sensor PZEM-004T sebagai input yang akan diproses oleh ESP8266. Selanjutnya setelah diproses, ESP8266 akan memberikan output yang akan ditampilkan pada LCD dan pada Blynk. Selain itu mikrokontroler akan mengirimkan data dan mengatur batas yang nantinya ditampilkan pada *platform* Blynk. Gambar 3.6 Merupakan ilustrasi dari desain perancangan prototipe monitoring daya listrik dan Tabel 3.2 yang merupakan interkoneksi tiap *pin* nya.



**Gambar 3.6** Desain Perancangan

Muntaha Hasanah, 2024

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART PLUG SEBAGAI MONITORING DAYA LISTRIK ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.2 Interkoneksi *Pin*

<i>Pin</i> ESP8266	<i>Module</i>	Deskripsi
D1	LCD 20x4	Sebagai pin komunikasi untuk menampilkan <i>output</i>
D2		
D3	Sensor PZEM-004T	Sebagai pin komunikasi serta <i>input</i> sensor tegangan dan arus PZEM-004T
D4		
D5	Relay	Sebagai input relay
D6	Tombol <i>Reset</i>	Sebagai pin komunikasi untuk melakukan reset sistem ketika sistem telah melebihi limit
D7		Sebagai pin komunikasi untuk reset biaya pada sistem

### 3.6 Pengujian Smart Plug sebagai Monitoring Daya Listrik

Pengujian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik alat elektronik dilakukan untuk menguji tingkat keberhasilan sistem yang dirancang dengan melakukan pengujian fungsionalitas. Adapun tahapan pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

#### 3.6.1 Pengujian Sistem

Pengujian *smart plug* sebagai monitoring daya listrik perangkat elektronik menggunakan pengujian *black box* untuk menguji sistem yang telah dirancang seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Pengujian Sistem

Fitur	Fungsi	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Status
Koneksi	Sistem <i>smart plug</i> terhubung dengan internet	Berhasil terhubung ke internet		
Kontrol relai	Menyalakan dan mematikan <i>Smart plug</i>	Berhasil menyalakan dan		

Muntaha Hasanah, 2024

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART PLUG SEBAGAI MONITORING DAYA LISTRIK ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

Fitur	Fungsi	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Status
	dengan menggunakan Blynk	mematikan melalui aplikasi Blynk		
Pembacaan parameter sensor	Sensor PZEM-004T membaca nilai arus, tegangan	Berhasil membaca nilai arus, tegangan		
Tampilan parameter Blynk	Blynk menampilkan nilai dari parameter-parameter yang dibaca oleh sensor	Berhasil menampilkan nilai parameter pengukuran listrik		
Tampilan parameter LCD	LCD menampilkan nilai dari parameter-parameter yang dibaca oleh sensor	Berhasil menampilkan nilai parameter pengukuran listrik		
Sistem pemutus otomatis	<i>Smart plug</i> dapat mati secara otomatis setelah melebihi batas daya yang telah diatur	<i>Smart plug</i> berhasil mati secara otomatis jika sudah melebihi batas daya yang telah diatur		
Sistem pemutus manual	<i>Smart plug</i> dapat dimatikan secara manual melalui Blynk	<i>Smart plug</i> berhasil mati secara manual dengan mematakannya melalui aplikasi Blynk		

Fitur	Fungsi	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Status
<i>Warning status</i>	Blynk dan LCD menampilkan status <i>warning</i> dari penggunaan arus yang telah terbaca oleh sensor pada <i>smart plug</i> dengan ketentuan	Normal < 1.00 A	Blynk berhasil menampilkan indikator <i>warning</i> berdasarkan batas yang telah ditetapkan	
		<i>Warn 1</i> > 1.10 A dan ≤ 2.00 A		
		<i>Warn 2</i> > 2.10 A dan ≤ 3.00A		
		<i>Warn 3</i> > 3.10 A		
Notifikasi Blynk	Blynk dapat menampilkan notifikasi ketika beban telah menunjukkan <i>warn 3</i>	Blynk berhasil menampilkan notifikasi ketika penggunaan menunjukkan <i>warn 3</i>		

### 3.6.2 Pengujian Fungsionalitas Sensor PZEM-004T

Pengujian fungsionalitas sensor yaitu pengujian untuk mengetahui kinerja sensor dalam membaca nilai tegangan, arus, daya, dan frekuensi yang dapat

Muntaha Hasanah, 2024

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART PLUG SEBAGAI MONITORING DAYA LISTRIK ALAT ELEKTRONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan 10 kali pada 4 perangkat elektronik yaitu setrika, *hairdryer*, *charger handphone* dan *charger laptop* dengan membandingkan pembacaan nilai dari sensor PZEM-004T dengan alat ukur konvensional yaitu multimeter yang kemudian dilakukan perhitungan *error* untuk mengetahui nilai akurasi pembacaan sensor. Kategori penilaian akurasi dari tingkat perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4** Kategori Penilaian akurasi Sensor PZEM-004T

Parameter	Akurasi Sensor	Kategori		
		Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
Tegangan	±0,5%	±0,0% - ±0,5%	>±0,5% - ±1,0%	>±1,0%
Arus	±0,5%	±0,0% - ±0,5%	>±0,5% - ±1,0%	>±1,0%
Daya Aktif	±1%	±0,0% - ±1%	>±1,0% - ±2,0%	>±2,0%
Frekuensi	±0,5%	±0,0% - ±0,5%	>±0,5% - ±1,0%	>±1,0%

Terlihat pada Tabel 3.4, pembacaan sensor dapat dikatakan valid ketika nilainya berada pada rentang ±0,0% sampai ±0,5% untuk parameter arus, tegangan dan frekuensi, rentang ±0,0% sampai ±1% untuk parameter daya. Adapun rumus untuk melihat tingkat akurasi dengan menggunakan perhitungan persentase *error* seperti pada persamaan (3.1) dan rata-rata nilai *error* pada persamaan (3.2).

$$\% \text{ Nilai Error} = \left( \frac{V_{out \text{ Multimeter}} - V_{out \text{ Sensor}}}{V_{out \text{ Multimeter}}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Rata - rata Error} = \frac{\sum \% \text{ Nilai Error}}{n} \quad (3.2)$$

### 3.6.3 Pengujian tampilan monitoring

Pengujian monitoring yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui besar daya keseluruhan dari perangkat elektronik yang digunakan dan dapat mengetahui biaya yang dikeluarkan dari masing-masing perangkat elektronik tersebut. Pengujian dilakukan selama 1 jam tiap perangkat elektronik yang kemudian di monitoring melalui Blynk. Perangkat elektronik yang diuji dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5** Perangkat Pengujian Monitoring

Perangkat	
<i>Rice cooker</i>	Mesin cuci
Kipas angin	<i>Charger</i> HP
TV	<i>Charger</i> laptop
Setrika	Lampu tegak
Dispenser	<i>Hairdryer</i>

Perangkat elektronik yang ditampilkan pada Tabel 3.5 merupakan perangkat yang digunakan di rumah dengan dua kategori. Perangkat yang digunakan secara terus menerus seperti *rice cooker*, *dispenser*, TV, dan mesin cuci serta perangkat yang digunakan beberapa kali seperti *hairdryer*, setrika, *charger handphone*, *charger laptop* dan lampu tegak.