

# **SISTEM KENDALI MONITORING PENYAMBUNGAN SEMENTARA PLN PERBASIS MIKROKONTROLER ESP32**

**Chasrullah<sup>1\*</sup>, A. Abd Jabbar<sup>2</sup>, Asrul<sup>3</sup>**

<sup>1\*, 2, 3</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

\*Email : [chasrullah@gmail.com](mailto:chasrullah@gmail.com)

## **Abstrak:**

Perusahaan Listrik Negara menyiapkan alat pembatas arus listrik *Miniature Circuit Breaker* (MCB) yang memiliki arus nominal berbeda-beda setiap dayanya. Penormalan layanan penyambungan sementara terkadang oleh petugas terlambat kelokasi yang berpotensi susut energi listrik. Penelitian ini bertujuan membuat pembatas dan pemutus arus listrik digital sebagai pengganti *Miniature Circuit Breaker* (MCB), sistem kendali pengaturan batas arus listrik, waktu penormalan, dan monitoring pemakaian tenaga listrik penyambungan sementara berbasis Mikrokontroler ESP32. Penelitian dengan metode kuantitatif berdasarkan research and development menggunakan sensor arus, modul relay berbasis *Mikrokontroler* ESP32. Hasil pembuatan alat memperlihatkan bahwa alat tersebut dapat digunakan untuk mengendalikan batas arus listrik, batas waktu dan pemakaian energi listrik dalam periode penyambungan sementara.

**Kata Kunci:** PLN; Sistem Kendali; *Mikrokontroler*; Relay.

## **1. PENDAHULUAN**

Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan Badan Usaha Milik Negara yang diamanatkan untuk mengurus, mengatur dan memenuhi kebutuhan listrik bagi rakyat Indonesia. Berdasarkan Peraturan Direksi PT. PLN (Persero) Nomor: 0133.P/DIR/2019 tentang Pedoman Tata Usaha Konsumen dilingkungan PT PLN (Persero) Perusahaan Listrik Negara menyediakan layanan penyambungan sementara dengan maksud untuk memenuhi permintaan pasar yang semakin berkembang, antara lain adanya kebutuhan energi sesaat tanpa harus terdaftar sebagai konsumen (PT. PLN Nomor: 0133.P/DIR/2019).

Sistem kendali umumnya terdiri dari perangkat masukan, perangkat proses pengendalian dan perangkat keluaran dari sistem ke lingkungan, yaitu output (Muhammad Noor, Sunarto and Santosa, 2022). Sistem kontrol dapat diartikan suatu sistem yang dapat diberikan perintah untuk membentuk suatu sistem yang dapat memberikan respon atau keluaran sistem yang diharapkan (Hanif, 2022).

ESP32 merupakan *Mikrokontroler System on Chip* (SoC) terpadu dengan dilengkapi *WiFi* 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke *WI-FI* secara langsung. (Nizam, Haris Yuana and Zunita Wulansari, 2022). Pada *mikrokontroler* ESP32 sudah terdapat modul *WiFi*, sehingga pengguna nya bisa mengontrol *mikrokontroler* dari jarak jauh

menggunakan jaringan Internet (Lesmana and Silalahi, 2020). Pada Mode Access Point ESP32 bertindak sebagai station atau penerima sinyal *Wifi* yang dipancarkan oleh perangkat lain (Router, Access Point, dll.). Kelebihan utama *mikrokontroler* ini ialah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter *WiFi* internal untuk mengakses jaringan Internet (Waghyana, 2019).

Sensor PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi mengukur tegangan, arus, daya, faktor daya dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi (Nursamsi Adiwiranto and Budi Waluyo, 2021). Alat ini dirancang untuk penggunaan di dalam ruangan, dan beban terpasang tidak boleh melebihi daya yang ditentukan (Herdika and Fitriani, 2022). Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya (Hartadi *et al.*, 2020). Relay memakai prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi (Damayanti and Purwani, 2023).

*Miniature Circuit Breaker* (MCB) bekerja dengan mendeteksi arus yang melewatinya, sehingga apabila arus yang melewati MCB melebihi arus nominal yang tertera maka MCB akan trip. Oleh karena itu MCB yang dipasang oleh PLN disesuaikan dengan kapasitas daya dari permintaan pelanggan (Ummah *et al.*, 2022).

Berdasarkan literatur diatas penelitian ini berfokus merancang sebuah alat yang dapat berfungsi sebagai pembatas dan pemutus arus listrik digital sebagai pengganti *Miniature Circuit Breaker* (MCB), yang dapat mengendalikan pengaturan batas arus nominal dan batas waktu penyambungan sementara serta memonitoring pemakaian energi listrik berbasis *mikrokontroler* ESP32.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode *research and development* yang dilakukan di Kabupaten Sidenreng Rappang, Provinsi Sulawesi Selatan. Waktu pelaksanaan penelitian selama dua bulan pada tahun 2024. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu *hardware* dan *software*.

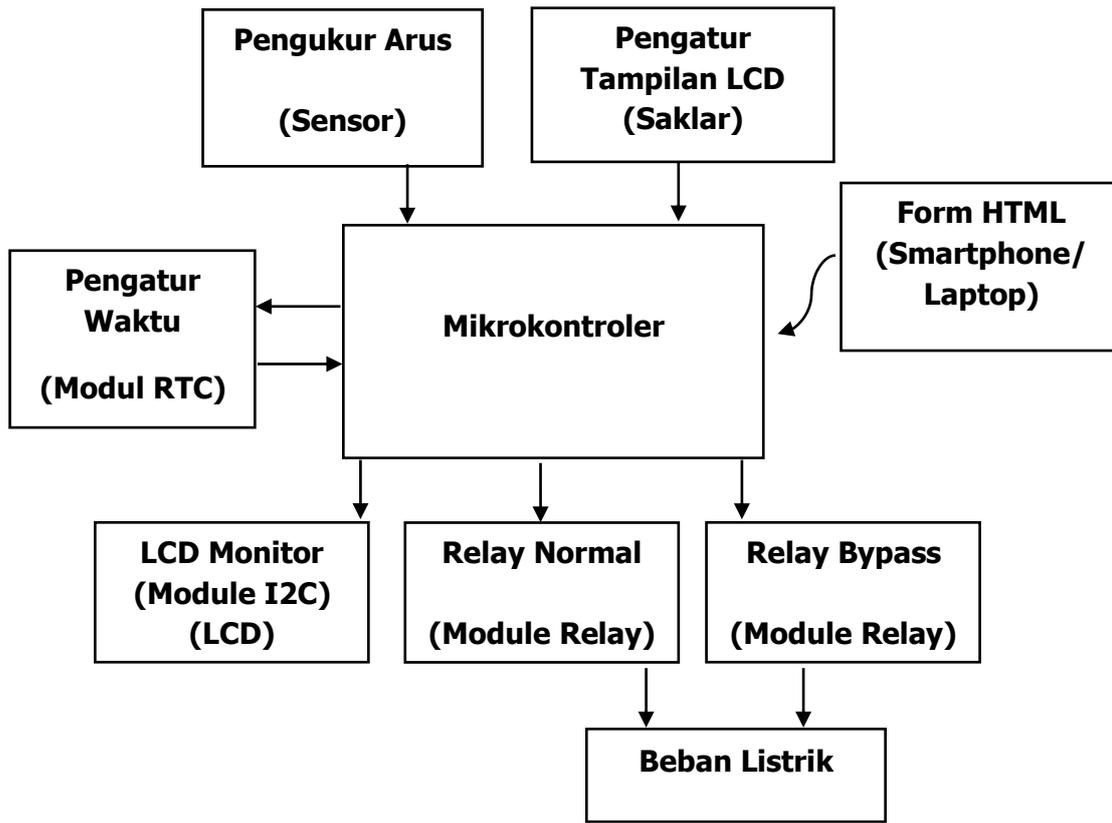
### **1. Perangkat Keras (hardware)**

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari beberapa komponen dan modul elektronika, yaitu *Mikrokontroler* ESP32, Sensor Arus, Modul Relay, Modul I2C, Saklar, *Real Time Clock*, modul relay, *Power Supply* dan *Liquid Crystal Display*.

### **2. Perangkat Lunak (software)**

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah aplikasi arduino IDE yang berfungsi untuk memprogram *Mikrokontroler* ESP32.

## Perancangan Sistem



**Gambar 1.** Blok Diagram

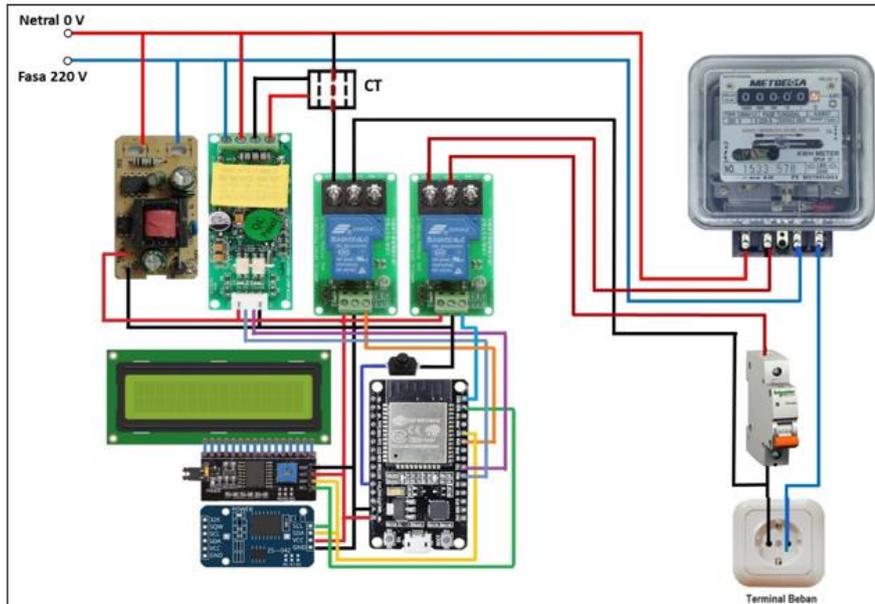
Pada Gambar 1. diatas menjelaskan cara kerja sistem kendali dan *monitoring* berbasis *mikrokontroler* ESP32. Sensor PZEM 004T berfungsi sebagai *input* yang membaca arus yang mengalir dan memberi informasi ke *Mikrokontroler* ESP32. Saklar berfungsi untuk merubah informasi pada LCD yaitu tampilan batas penyambungan dan tampilan Waktu, pemakaian arus dan energi listrik. *Form Input* HTML melalui webserver mode access point (AP) berfungsi sebagai *input* untuk memberikan perintah pengaturan batas arus nominal dan waktu penormalan Penyambungan sementara pada *Mikrokontroler* ESP32. Selanjutnya akan diteruskan ke Modul relay untuk *On* atau *Off*. Adapun data hasil pembacaan arus, pemakaian energi listrik dan batas waktu penyambungan akan ditampilkan melaui *Liquid Crystal Display* (LCD).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada proses perancangan hardware, digunakan komponen-komponen perangkat keras yang terhubung satu sama lain. Perangkat keras yang digunakan yaitu ESP32 yang berfungsi sebagai *mikrokontroler*, PZEM 004T yang berfungsi sebagai sensor arus, Modul relay yang berfungsi sebagai pemutus arus, Modul I2C dan LCD yang berfungsi sebagai LCD monitor, RTC yang berfungsi sebagai pengatur waktu, *Power Supply*

yang berfungsi mengubah tegangan AC menjadi DC dan saklar yang berfungsi sebagai pengatur tampilan LCD.



**Gambar 2.** Wiring Diagram

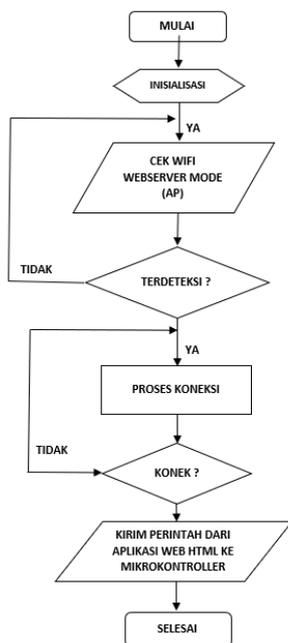
Pada gambar 2. diatas Sistem kendali dan *monitoring* ini bermula dari *mikrokontroler* ESP32 sebagai *mikrokontroler*, yang memiliki tegangan *input* sebesar 5 V DC, oleh karena itu dalam perangkat ini dilengkapi dengan modul *power supply*  $\pm$  5V DC yang dikoneksikan dengan pin VIN dan GND pada *mikrokontroler* ESP32. Kemudian untuk sensor Arus PZM004T pin RX dikoneksikan dengan pin RX2 pada *mikrokontroler* ESP32, pin TX dikoneksikan dengan pin TX2 pada *mikrokontroler* ESP32 adapun pin 5V dan GND dihubungkan dengan *power supply*. Kemudian untuk Module relay 5 V yang pertama pin COM dikoneksikan dengan tegangan AC 220 V yang berfungsi sebagai *Input*, kemudian pin NO yang berfungsi sebagai *output* dihubungkan ke *output* MCB pada Alat Pengukur dan Pembatas (APP) PLN yang terhubung ke instalasi listrik milik Pelanggan. Adapun pin IN1 pada Module relay terhubung pada pin D19 pada *mikrokontroler* ESP32, dan untuk pin VCC dan GND module relay terhubung pada *power supply*. Untuk Module relay 5 V yang kedua pin COM dihubungkan dengan terminal 3 (tiga) atau phasa *output* dari *kilo Watt hour* (kWh) meter dan pin NO dihubungkan ke input *Miniature Circuit Breaker* (MCB) pada Alat Pengukur dan Pembatas (APP) PLN. Adapun pin IN1 dihubungkan dengan pin D23 pada *mikrokontroler* ESP32, dan untuk pin VCC dan GND module relay terhubung pada *power supply*. Untuk Module I2C pin SDA dihubungkan ke pin SDA module RTC DS3231 dan pin D21 pada *mikrokontroler* ESP32. Adapun pin SCL module I2C terhubung ke pin SCL module RTC DS3231 dan pin D22 pada *mikrokontroler* ESP32, dan untuk pin VCC dan GND module relay dan RTC terhubung pada *power supply*. Pada gambar 3. dibawah memperlihatkan prototype alat system kendali dan *monitoring* penyambungan sementara.



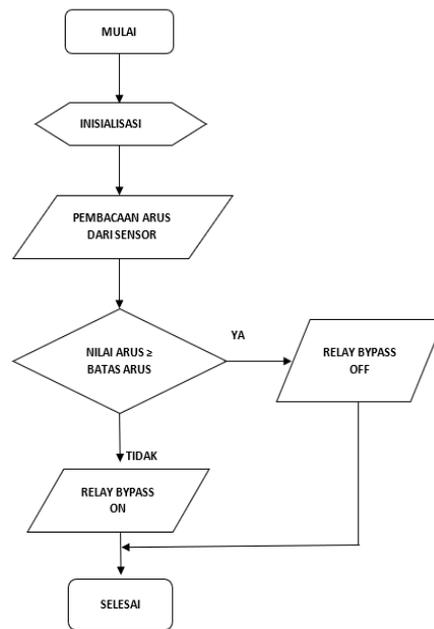
**Gambar 3.** *Prototype* alat sistem kendali dan *monitoring*

### 3.2 Perancangan perangkat Lunak (*Software*)

Alat ini menggunakan Arduino IDE sebagai Bahasa pemrograman. Program akan dimasukkan ke *mikrokontroler* berupa perintah untuk mengolah data masukan untuk diaplikasikan.



**Gambar 4.** *Flowchart* komunikasi Webserver

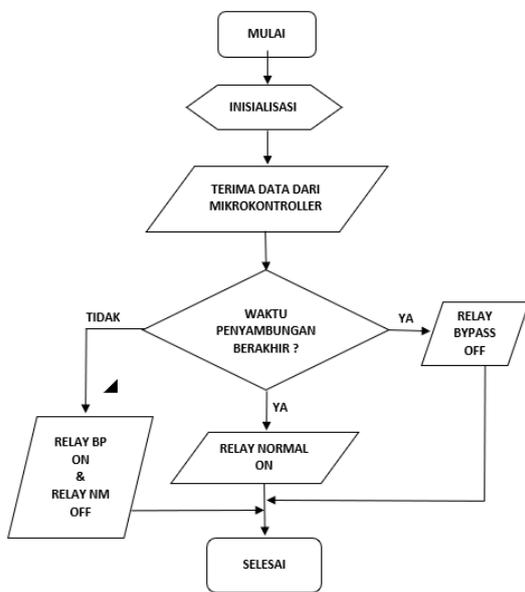


**Gambar 5.** *Flowchart* Batas Arus PS

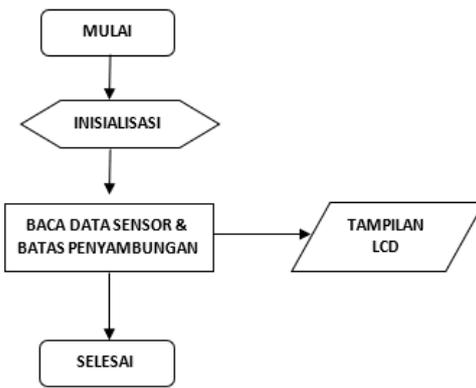
Gambar 4. merupakan alur pemrograman dari form HTML ke *Mikrokontroler* ESP32 melalui komunikasi *Webserver mode Access Point*. Langkah pertama adalah memulai sistem, dilanjutkan dengan inisialisasi setiap komponen yang telah digunakan, selanjutnya proses pendeteksian *wifi Webserver Mode Acces Point*. Apabila wifi telah ditemukan kemudian lanjut pada proses koneksi ke jaringan dengan memasukkan password yang telah ditentukan. Apabila telah terkoneksi pada jaringan yang telah ditentukan maka lanjut pada tahap berikutnya, namun apabila belum terkoneksi ke jaringan maka akan kembali ke langkah pertama.

Setelah terkoneksi dengan jaringan *Webserver Mode Acces Point* maka dilanjutkan dengan membuka *browser* untuk memasukkan alamat Web HTML yang telah ditentukan. Setelah masuk ke halaman tersebut akan tampil form HTML untuk penginputan data batasan penyambungan berupa Hari , Jam, Menit, detik, dan batas arus penyambungan dan dilakukan submit. Setelah tekan submit atau mulai maka perintah akan dikirimkan dan diproses oleh *Mikrokontroler*.

Gambar 5. merupakan alur pemrograman batas Arus Penyambungan Sementara. Langkah pertama adalah memulai sistem, dilanjutkan dengan inialisasi setiap komponen yang telah digunakan. Hasil pembacaan nilai arus oleh sensor PZEM 004T akan diproses oleh *mikrokontroler*. Apabila nilai arus dibawah dari batas arus yang telah ditentukan maka relay bypass akan *ON*. Dan sebaliknya apabila nilai arus yang terbaca melebihi dari batas arus yang telah diatur maka *mikrokontroler* akan memerintahkan mdule relay bypass untuk *OFF* dan akan *ON* Kembali setelah durasi waktu duapuluh detik, dan apabila setelah proses *ON* Kembali dan sensor arus masih membaca arus lebih dari batas arus yang telah ditentukan maka module relay *bypass* akan *OFF* Kembali dan *ON* Kembali setelah durasi waktu duapuluh detik.



**Gambar 6.** Flowchart Batas waktu PS



**Gambar 7.** Flowchart Monitoring PS

Gambar 6. merupakan alur Pemrograman Batas Waktu Penyambungan Sementara. Langkah pertama adalah memulai sistem, dilanjutkan dengan inialisasi setiap komponen yang telah digunakan. Adapun batas waktu penyambungan sementara sebelumnya sudah dilakukan pengaturan batas penyambungan melalui module RTC. Apabila waktu penyambungan belum berakhir maka sistem Penyambungan Sementara akan berfungsi sebagaimana mestinya dimana Relay *Bypass* akan *ON* dan relay normal akan *OFF*. Dan sebaliknya apabila waktu penyambungan telah berakhir maka relay *Bypass* akan *OFF* dan relay normal akan *ON*. Dengan relay normal posisi *ON* dan Relay

Bypass posisi *OFF* maka *kilo Watt hour* (kWh) meter di rumah pelanggan akan mengukur Kembali seperti semula.

Gambar 7. merupakan alur Pemrograman fungsi *monitoring* Penyambungan Sementara. Langkah pertama adalah memulai sistem, dilanjutkan dengan inisialisasi setiap komponen yang telah digunakan. Pada LCD terdapat beberapa parameter yang ditampilkan antara lain Hari, jam, menit, detik, pembacaan arus, Informasi relay *OFF* dan *ON*. Tampilan pertama berupa tampilan Hari, Jam, menit, detik , arus terbaca dan pemakaian energi. Sedangkan tampilan kedua berupa batas waktu penyambungan yang menunjukkan Hari, Jam, menit, detik, dan Batas arus penyambungan. Adapun saat nilai arus melebihi batas yang telah ditentukan maka relay akan *OFF* selama duapuluh detik dan akan menampilkan nilai arus lebih tersebut.

#### 4. PENGUJIAN SISTEM

##### 4.1 Pengujian pengiriman perintah dari Form input HTML ke Mikrokontroler ESP32 melalui Web Server Mode Access Point (AP).

Pada gambar 8. merupakan tampilan penginputan batas arus dan batas waktu penyambungan pada *smartphone* dan LCD. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan perintah batas penyambungan yang diinputkan pada *form* HTML dengan tampilan LCD pada alat yang berupa data hari penormalan, waktu penormalan dan batasan arus penyambungan. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah penginputan data pada form HTML sesuai dengan data yang diterima pada *mikrokontroler* melalui *Webserver Acces Point*.



**Gambar 8.** Tampilan Batas Waktu Penyambungan

**Tabel 1.** Pengujian pengiriman perintah dari *Web HTML* ke *Mikrokontroler ESP32*

No.	Penginputan pada web HTML		Tampilan pada layar LCD		Ket.
	Hari/Jam	Batas Arus (A)	Hari/Jam	Batas Arus (A)	
1	Minggu/08:00:01	6	Minggu/08:00:01	6	Sesuai
2	Minggu/08:00:01	10	Minggu/08:00:01	10	Sesuai
3	Minggu/08:00:01	16	Minggu/08:00:01	16	Sesuai
4	Minggu/08:00:01	20	Minggu/08:00:01	16	Sesuai
5	Minggu/08:00:01	25	Minggu/08:00:01	25	Sesuai
6	Rabu/18:30.01	3	Rabu/18:30.01	3	Sesuai
7	Kamis/15:20:01	20	Kamis/15:20:01	20	Sesuai
8	Kamis/10:35:01	20	Kamis/10:35:01	20	Sesuai
9	Jumat/16:00:01	16	Jumat/16:00:01	16	Sesuai
10	Selasa/14:00:01	20	Selasa/14:00:01	20	Sesuai

Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan menginputkan data yang berbeda disetiap pengujiannya. Dari ke sepuluh hasil pengujian tersebut didapatkan data yang sesuai antara data yang diinputkan melalui *Form HTML* dengan data yang ditampilkan pada LCD.

#### 4.2 Pengujian Batas Waktu Penyambungan

Pengujian waktu penormalan penyambungan dilakukan dengan membandingkan setting batas waktu penyambungan dengan realisasi waktu penormalan penyambungan pada alat yang juga ditampilkan melalui LCD. Adapun data batas penyambungan berupa hari, jam, menit, detik, dan batas arus penyambungan. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah data batas penyambungan yang telah diinputkan pada *form HTML* sesuai dengan realisasi waktu penormalan pada alat. Pada gambar 8. Dibawah ini merupakan tampilan batas waktu penyambungan pada smartphone dan LCD



**Gambar 8.** Tampilan batas waktu penyambungan *Form HTML* dengan LCD

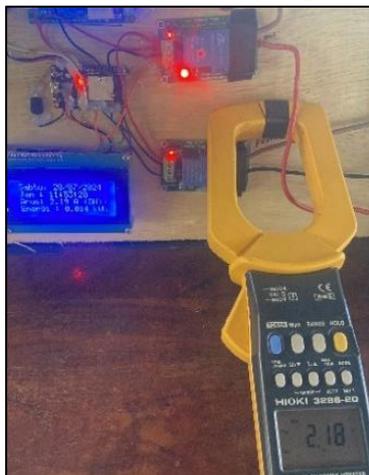
**Tabel 2.** Pengujian pengiriman perintah dari *web* HTML ke *mikrokontroller* ESP32

No.	Pengaturan waktu penormalan pada form HTML		Realisasi waktu penormalan alat			Ket.
	Hari	Jam	Hari	Jam	kWh	
1	Sabtu	09:51:01	Sabtu	09:51:0	0,001	Sesuai
2	Sabtu	10:05:01	Sabtu	10:05:0	0,001	Sesuai
3	Sabtu	10:09:01	Sabtu	10:09:0	0,001	Sesuai
4	Sabtu	10:13:01	Sabtu	10:13:0	0,001	Sesuai
5	Sabtu	10:17:01	Sabtu	10:17:0	0,002	Sesuai
6	Sabtu	10:22:01	Sabtu	10:22:0	0,003	Sesuai
7	Sabtu	10:27:01	Sabtu	10:27:0	0,001	Sesuai
8	Sabtu	10:30:01	Sabtu	10:30:0	0,001	Sesuai
9	Selasa	13:32:01	Selasa	13:32:0	0,002	Sesuai
10	Rabu	13:35:52	Rabu	13:35:5	1,525	Sesuai

Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan menginputkan data yang berbeda disetiap pengujiannya . Dari sepuluh hasil pengujian tersebut didapatkan data yang sesuai antara data batas waktu penyambungan yang diinputkan melalui *form* HTML dengan realisasi waktu penormalan pada alat.

### 4.3 Pengujian Pembacaan Sensor PZEM004T Pada Pembacaan Arus

Pegujian pembacaan Arus dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran antara pembacaan arus sensor PZEM 004T dengan alat ukur Ampere Meter yang memiliki tingkat akurasi dasar Arus  $\pm 1.3\%$  rdg.  $\pm 3$  dgt. (at 45 – 66 Hz, True RMS). Tahap ini dilakukan agar kita dapat mengetahui apakah sensor arus yang digunakan dapat berfungsi dengan baik. Pada Gambar 9. dibawah merupakan pembacaan arus melalui ampere meter dan pengukuran arus pzem 004T yang ditampilkan pada LCD.



**Gambar 9.** Tampilan Pembacaan Arus pada LCD dan Ampere Meter

**Tabel 3.** Pengujian arus pada Sensor PZEM004T

No.	Beban	Sensor Arus (A)	Ampere Meter (A)	Selisih (A)	Error (%)
1	Kipas Angin	0.18	0.18	0	0
2	Bor Listrik	1.42	1.41	0.01	0.7
3	<i>Blower</i>	2.19	2.18	0.01	0.4
4	<i>Hot M Glue Gun</i>	0.12	0.12	0	0
5	Setrika	1.58	1.56	0.02	1.2
6	Blender	0.89	0.88	0.01	1.1
7	<i>Charger HP</i>	0.14	0.14	0	0
8	Bor Listrik	0.95	0.93	2.1	2.1
9	Kipas Angin	0.44	0.43	0.01	2.3
10	<i>Blower</i>	1.96	1.93	0.03	1.5
Rata-rata persentase kesalahan					0.93

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sepuluh kali pembacaan arus dengan nilai peralatan listrik dan nilai arus yang berbeda. Dari pengujian diatas didapatkan hasil error minimum yakni 0%, error maksimum sebesar 2,3 % dan rata – rata error 0,93%. Dari kemampuan mengukur arus, sensor tersebut layak untuk di gunakan guna melakukan penelitian yang lebih lanjut.

**4.4 Pengujian Batas Arus**

Pengujian batas arus dilakukan dengan menginputkan batas arus pada *form* HTML dengan batas arus 1 A, 1,6 A, 2 A, 2,5 A dan 3 A pada masing-masing pengujian. Peralatan Listrik yang digunakan sebagai beban listrik untuk pengujian yaitu antara lain bor listrik, setrika, *elektrik blower*, dan kipas angin. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui alat tersebut dapat membatasi arus listrik sesuai dengan nilai batas arus yang telah diinputkan pada *form* HTML. Pada Gambar 10. dibawah merupakan pengujian batas arus untuk mengetahui alat dapat bekerja dengan baik.



**Gambar 10.** Pemberian beban listrik pada alat

Dari limapuluh kali pengujian batas arus didapatkan hasil bahwa apabila arus yang mengalir lebih kecil dari *setting* batas arus maka alat tersebut akan berfungsi normal (*ON*) untuk menghantarkan aliran listrik ke beban dan sebaliknya apabila arus yang mengalir lebih besar dari *setting* batas arus maka alat tersebut akan berfungsi sebagai pemutus (*OFF*) dan akan *On* Kembali dalam waktu duapuluh detik. Dibawah ini merupakan hasil pengujian batas arus dengan cara memberikan beban dibawah batas arus dan beban yang melebihi batas arus.

**Tabel 4.** Pengujian arus pada sensor PZEM004T

No.	Pembacaan arus ditampilan LCD		Keterangan
	Arus (A)	Status ( <i>ON/OFF</i> )	
1	2,92	<i>ON</i>	Normal
2	2,67	<i>ON</i>	Normal
3	2,68	<i>ON</i>	Normal
4	2,72	<i>ON</i>	Normal
5	2,87	<i>ON</i>	Normal
6	3,41	<i>OFF</i>	Melebihi batas
7	3,94	<i>OFF</i>	Melebihi batas
8	3,08	<i>OFF</i>	Melebihi batas
9	3,02	<i>OFF</i>	Melebihi batas
10	3,31	<i>OFF</i>	Melebihi batas

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan alat Sistem Kendali dan *Monitoring* Penyambungan Sementara PLN Berbasis *Mikrokontroler* ESP32 yang telah dirancang dapat menggantikan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) untuk membatasi dan memutus arus listrik berbasis *mikrokontroler* ESP32. Dengan alat tersebut pengaturan batas arus nominal dan waktu penyambungan sementara dapat dikendalikan dengan berbasis *Mikrokontroler* ESP32, dan dengan alat tersebut pemakaian energi listrik pada periode penyambungan sementara dapat diketahui dengan berbasis *Mikrokontroler* ESP32.

## DAFTAR PUSTAKA

Damayanti, A. and Purwani, F. (2023) 'Otomatisasi Lampu Taman Dengan Pengaturan Pengaturan Waktu Berbasis Arduino Dan Real Time Clock', *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, 3(1), pp. 32–51. Available at: <https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jumika/article/view/737/642>.

Hanif, A. (2022) 'Rancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Instalasi Listrik Berbasis Internet of Things', *Raniry Repository* [Preprint]. Available at: [https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/26503/1/Abdul Hanif%2C 180211102%2C PTE%2C FTK%2C 082282692238.pdf](https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/26503/1/Abdul%20Hanif%20180211102%20PTE%20FTK%20082282692238.pdf).

Hartadi, A.P. *et al.* (2020) 'Perancangan Sistem Kendali Penerangan Dan Peralatan Listrik Melalui Media Nirkabel HC-05 Berbasis Android', pp. 1–8. Available at: <https://repo.unsrat.ac.id/2825/1/skripsiayu.pdf>.

Herdika, D. and Fitriani, E. (2022) 'Monitoring Daya Listrik dan Kendali Beban pada Rumah Tinggal Menggunakan ESP8266 Berbasis IoT Electric Power Monitoring System and Load Control in Residential Houses Using IoT-Based ESP8266', *Jurnal Ampere*, 7(2), pp. 84–93. Available at: <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ampere/article/view/9214>.

Lesmana, T. and Silalahi, M. (2020) 'RANCANGAN BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IOT Ari', *Comasie*, 3(3), pp. 21–30. Available at: <http://repository.upbatam.ac.id/1424/>.

Muhammad Noor, F., Sunarto and Santosa, Y. (2022) 'Rancang Bangun Sistem Pengendali Beban Listrik Skala Rumah Tinggal Berbasis Mikrokotroler ATmega 328P', *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 13(01), pp. 468–473. Available at: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/4230>.

Nizam, M.N., Haris Yuana and Zunita Wulansari (2022) 'Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), pp. 767–772. Available at: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>.

Nursamsi Adiwiranto, M. and Budi Waluyo, C. (2021) 'Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things', *ELECTRON: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(2), pp. 13–22. Available at: <https://doi.org/10.33019/electron.v2i2.2>.

Ummah, K.V.N.R. *et al.* (2022) 'Alat Uji MCB 1 Fasa Instalasi Milik Pelanggan (IML)', *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), pp. 141–147. Available at: <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i2.19352>.

Wagyana, A. (2019) 'Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)', *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 8(2), p. 238. Available at: <https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>.