

**RANCANG BANGUN SISTEM *INTERNET OF THINGS* (IoT)  
UNTUK RESET MCB 450 *WATT* DAN KENDALI BEBAN  
MENGUNAKAN MOTOR SERVO MG996R**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**YAKUB STEVEN NAIBAHO**

**NPM : 21.812.0026**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)12/5/26

**RANCANG BANGUN SISTEM *INTERNET OF THINGS* (IoT)  
UNTUK RESET MCB 450 *WATT* DAN KENDALI BEBAN  
MENGUNAKAN MOTOR SERVO MG996R**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh :  
**YAKUB STEVEN NAIBAHO**  
NPM : 21.812.0026

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)12/5/26

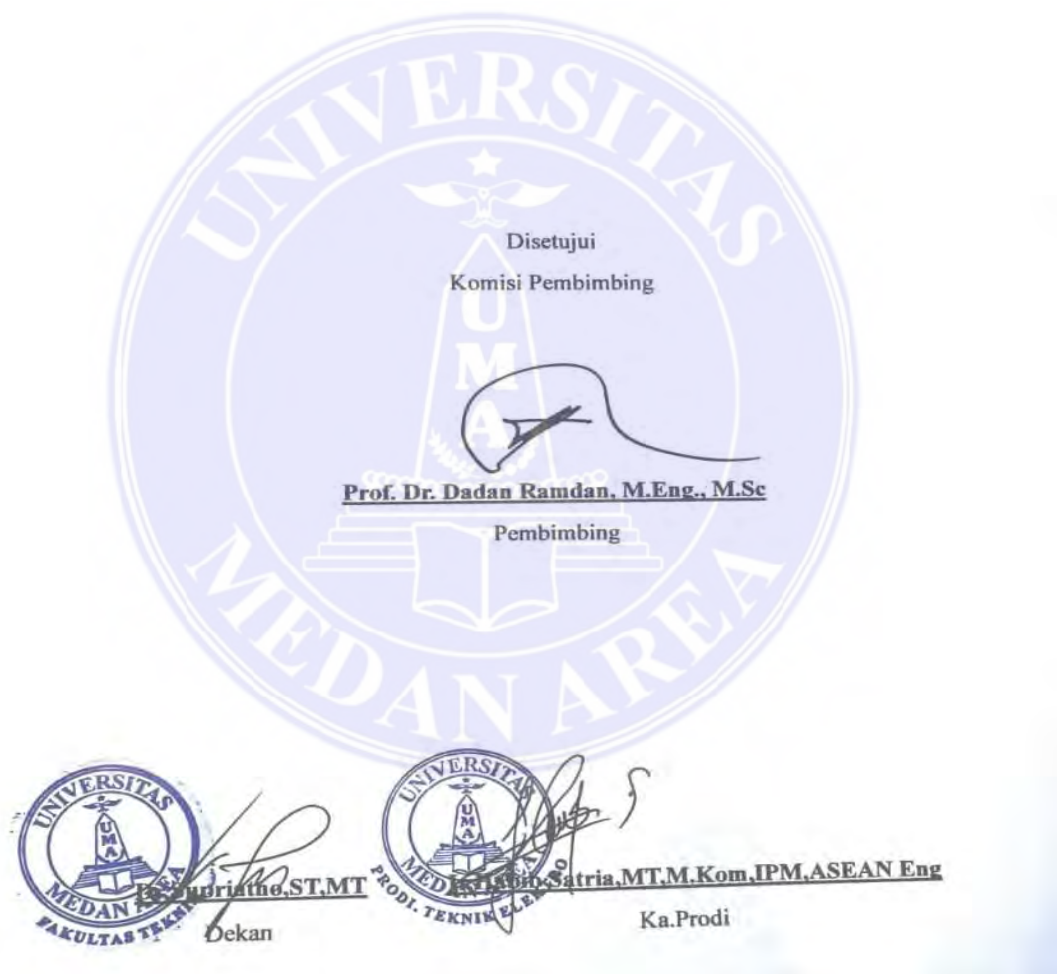
## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem *Internet Of Things* (Iot) untuk Reset MCB 450 *Watt* dan Kendali Beban Menggunakan Motor Servo MG996R.

Nama : Yakub Steven Naibaho

NPM : 218120026

Fakultas : Teknik Elektro



Tanggal Lulus : 01 September 2025

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yakub Steven Naibaho

NPM : 218120026

Program Studi : Teknik Elektro

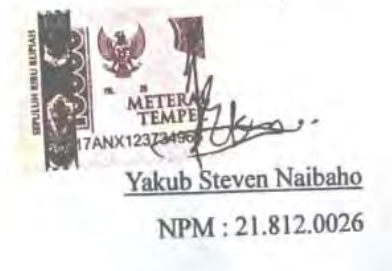
Judul Penelitian : “Rancang Bangun Sistem *Internet Of Things (Iot)* untuk Reset MCB 450 Watt dan Kendali Beban Menggunakan Motor Servo MG996R”

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya asli yang bersumber dari ide saya sendiri dan bukan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran sendiri, kecuali yang saya nyatakan sebagai kutipan. Selain itu, tidak ada sebagian dari tugas akhir yang telah saya atau orang lain gunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar akademik.

Jika pernyataan di atas terbukti atau dapat dibuktikan sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Fakultas Teknik Universitas Medan Area atau berdasarkan peraturan dan perundangan yang berlaku.

Medan, *Oktober* 2025

Penulis,



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yakub Steven Naibaho  
NPM : 218120026  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Rancang Bangun Sistem *Internet Of Things* (Iot) untuk Reset MCB 450 Watt dan Kendali Beban Menggunakan Motor Servo MG996R”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pada Tanggal : 31 Oktober 2025

Yang menyatakan

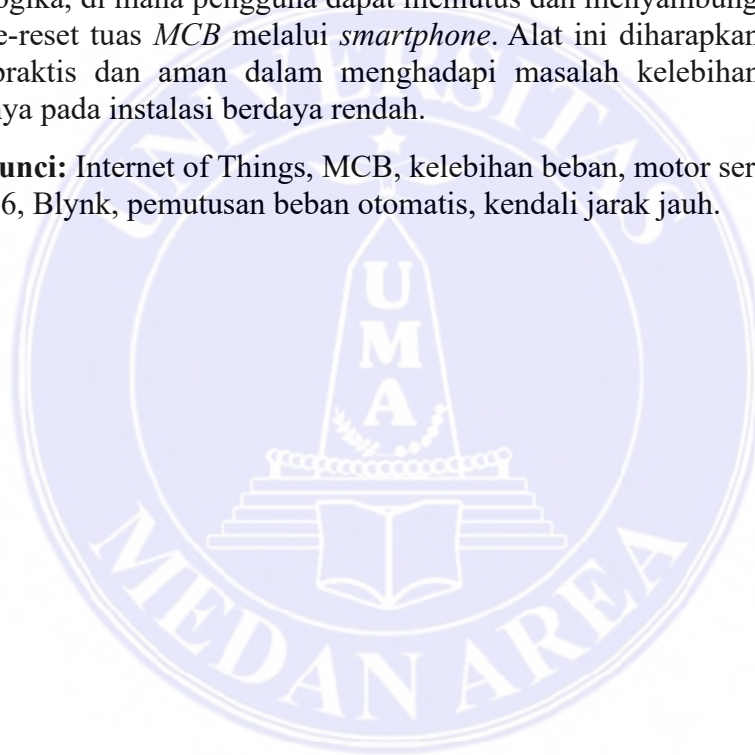


(Yakub Steven Naibaho)

## ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi pada instalasi listrik berdaya 450 watt adalah pemutusan arus secara otomatis (*trip*) oleh *Miniature Circuit Breaker (MCB)* akibat kelebihan beban. Kondisi ini mengharuskan pengguna untuk menyalakan kembali *MCB* secara manual, yang dapat merepotkan jika lokasi *MCB* sulit dijangkau. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah alat berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu mengendalikan tuas *MCB* secara jarak jauh menggunakan motor servo *MG996R*. Selain itu, alat ini juga dilengkapi fitur pemutusan beban secara bertahap melalui penggerak motor servo pada saklar, agar beban dapat dikurangi terlebih dahulu sebelum *MCB* dinyalakan kembali. Sistem ini dikendalikan menggunakan mikrokontroler *ESP8266* dan aplikasi *IoT (Blynk)* sebagai antarmuka pengguna. Pengujian menunjukkan bahwa alat dapat bekerja sesuai logika, di mana pengguna dapat memutus dan menyambung kembali beban serta me-reset tuas *MCB* melalui *smartphone*. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan aman dalam menghadapi masalah kelebihan beban listrik, khususnya pada instalasi berdaya rendah.

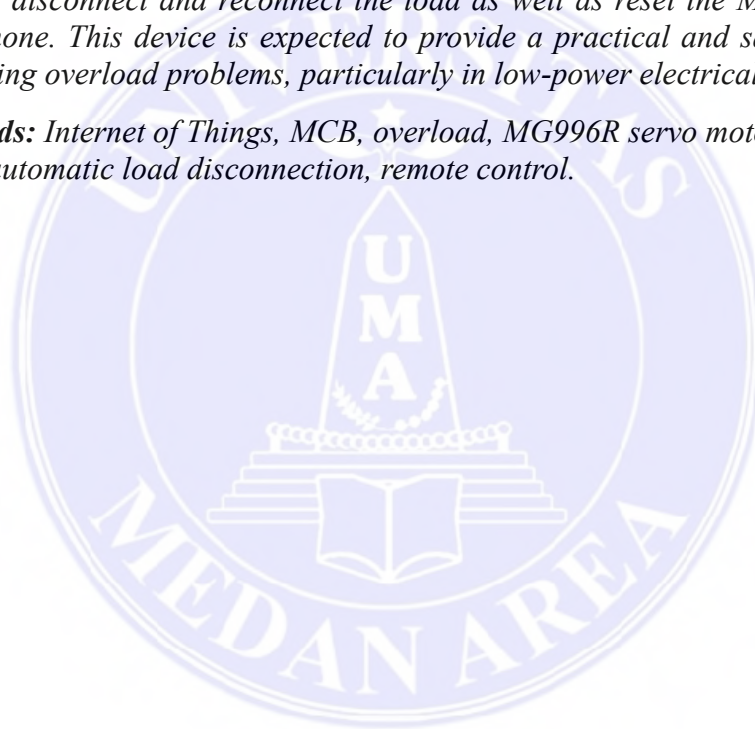
**Kata Kunci:** Internet of Things, MCB, kelebihan beban, motor servo *MG996R*, *ESP8266*, *Blynk*, pemutusan beban otomatis, kendali jarak jauh.



## **ABSTRACT** **(English Leanguage)**

*A common issue in 450-watt electrical installations is the automatic trip of the Miniature Circuit Breaker (MCB) due to overload conditions. This situation requires users to manually reset the MCB, which can be inconvenient, especially if the MCB is located in a hard-to-reach place. Therefore, this research designs an Internet of Things (IoT)-based device capable of remotely controlling the MCB lever using a MG996R servo motor. Additionally, the device is equipped with a feature to gradually disconnect the load through the servo-driven switch, allowing the load to be reduced before the MCB is reactivated. The system is controlled by an ESP8266 microcontroller and uses the Blynk IoT application as the user interface. Testing results demonstrate that the device operates as intended, enabling users to disconnect and reconnect the load as well as reset the MCB lever via a smartphone. This device is expected to provide a practical and safe solution for addressing overload problems, particularly in low-power electrical installations.*

**Keywords:** *Internet of Things, MCB, overload, MG996R servo motor, ESP8266, Blynk, automatic load disconnection, remote control.*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis di lahirkan di Medan, Sumatera Utara pada tanggal 22 Juli 2004 dari ayah Horas Immanuel Naibaho dan ibu Elfrida Hotnauli Pakpahan. Penulis merupakan anak ke-2 dari 2 bersaudara .

Tahun 2021 Penulis lulus dari SMA SWASTA LENTERA HARAPAN MEDAN dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik program studi Teknik Elektro di Universitas Medan Area.

Penulis juga bersosialisasi baik dan pernah menjabat sebagai ketua divisi kewirausahaan Badan Pengurus Harian (BPH) Himpunan Mahasiswa Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area (HME-FT UMA) Periode 2024/2025.

Pada tanggal 12 Agustus sampai 9 September tahun 2024 penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. PLN ULP MEDAN SELATAN

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Internet of Things (IoT)* untuk Reset *MCB 450 Watt* dan Kendali Beban Menggunakan Motor Servo *MG996R*” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

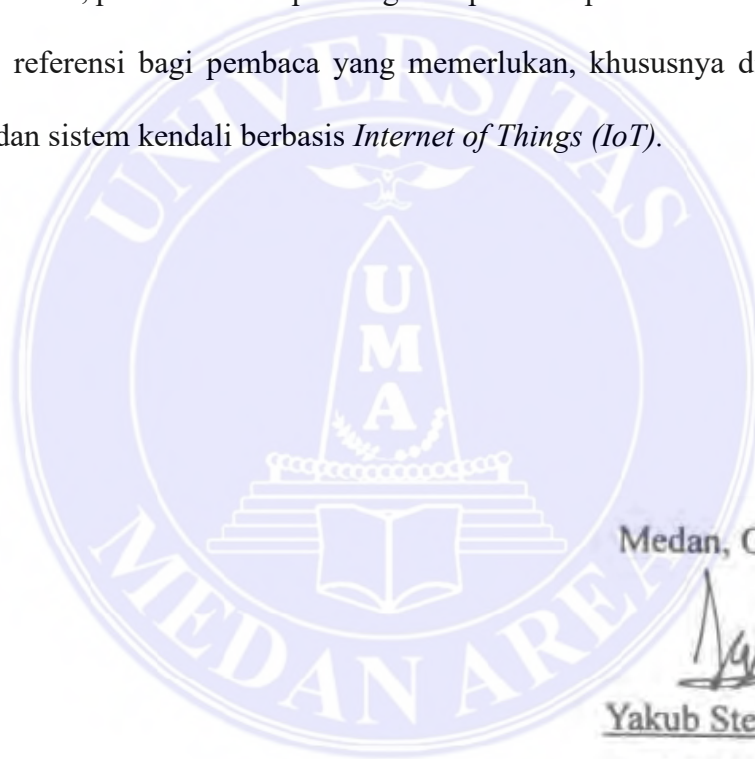
Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa studi.
3. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat tanpa henti.
4. Teman-teman seperjuangan dan semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis

mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pembaca yang memerlukan, khususnya di bidang teknik elektro dan sistem kendali berbasis *Internet of Things (IoT)*.



Medan, Oktober 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yakub Steven Naibaho'.

Yakub Steven Naibaho

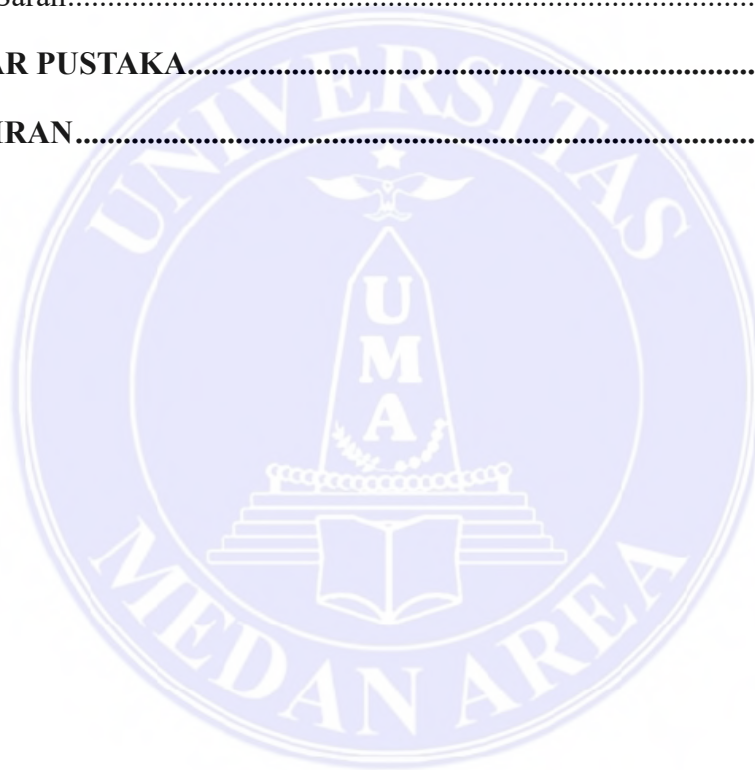
NPM: 21.812.0026

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT (English Leanguage) .....</i></b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Internet of Things (IoT) .....	7
2.1.1 <i>Smart Home</i> (Rumah Pintar).....	7
2.1.2 <i>Healthcare IoT</i> (Kesehatan Pintar) .....	8
2.1.3 <i>Smart Agriculture</i> (Pertanian Pintar).....	8
2.1.4 Industrial IoT (IIoT).....	9
2.1.5 <i>Smart City</i> (Kota Pintar).....	9

2.2	Mikrokontroler ESP8266 .....	9
2.2.1	Arduino IDE.....	10
2.2.2	Blynk.....	11
2.3	Motor Servo <i>MG996R</i> .....	12
2.4	Adaptor 5V 3A .....	13
2.5	Relay 5V 1-Ch.....	14
2.6	Baterai Lithium 18650 .....	15
2.7	Charging Module TP4056.....	17
2.8	Module Step Up MT3608 .....	19
2.9	Buzzer .....	20
2.10	MCB (Miniature Circuit Breaker).....	21
2.11	Studi Terkait .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>26</b>
3.1	Desain Alat dan Sistem .....	26
3.2	Alat dan Bahan yang Digunakan.....	27
3.3	Diagram Balok Sistem .....	29
3.4	Diagram Wiring.....	30
3.4.1	Diagram Simulasi Wiring AC .....	31
3.4.2	Diagram Wiring DC .....	32
3.5	Pemrograman (Coding) dan Platform IoT Blynk.....	35
3.6	Langkah-langkah Pembuatan Alat .....	37
3.7	Teknik Pengujian Alat .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>41</b>
4.1	Hasil Keseluruhan Desain Rangkaian dan Pemrograman.....	41
4.1.1	Hasil Rangkaian AC .....	42
4.1.2	Hasil Rangkaian DC.....	45

4.1.3 Hasil Pemrograman dan Kontrol.....	47
4.2 Tabel Pengujian.....	48
4.3 Flowchart Sistem.....	50
4.3.1 Flowchart Sistem Rangkaian .....	51
4.3.2 Flowchart Sistem Program.....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>60</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> <i>Internet of Things</i> .....	7
<b>Gambar 2. 2</b> <i>Mikrokontroler ESP8266</i> .....	10
<b>Gambar 2. 3</b> <i>Motor Servo MG996R</i> .....	13
<b>Gambar 2. 4</b> <i>Adaptor 3A 5V</i> .....	14
<b>Gambar 2. 5</b> <i>Relay 5V-1Ch</i> .....	15
<b>Gambar 2. 6</b> <i>Baterai Lithium Type 1860</i> .....	16
<b>Gambar 2. 7</b> <i>Charging Module TP4056</i> .....	18
<b>Gambar 2. 8</b> <i>Modul Step-Up MT3608</i> .....	20
<b>Gambar 2. 9</b> <i>Buzzer</i> .....	21
<b>Gambar 2. 10</b> <i>Miniature Circuit Braker (MCB)</i> .....	22
<b>Gambar 3. 1</b> <i>Diagram Balok Sistem</i> .....	29
<b>Gambar 3. 2</b> <i>Diagram Simulasi Wiring AC</i> .....	31
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Diagram Wiring Sistem</i> .....	32
<b>Gambar 4. 1</b> <i>Hasil Keseluruhan Desain Rangkaian</i> .....	41
<b>Gambar 4. 2</b> <i>Hasil Tampak Depan Desain Rangkain Simulasi AC</i> .....	42
<b>Gambar 4. 3</b> <i>Tampak Belakang Rangkaian Simulasi AC</i> .....	44
<b>Gambar 4. 4</b> <i>Hasil Tampak Depan Desain Rangkain Sistem</i> .....	45
<b>Gambar 4. 5</b> <i>Hasil Tampak Belakang Wiring Rangkaian Sistem</i> .....	46
<b>Gambar 4. 6</b> <i>Hasil Pemrograman pada Aplikasi Blynk</i> .....	47
<b>Gambar 4. 7</b> <i>Flowchart Sistem Rangkaian</i> .....	51
<b>Gambar 4. 8</b> <i>Flowchart Sistem Program</i> .....	54

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> Alat dan Bahan yang Digunakan Beserta Fungsinya.....	28
<b>Tabel 3. 2</b> Langkah-langkah Pembuatan Alat.....	38
<b>Tabel 4. 1</b> Tabel Pengujian.....	49



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Instalasi listrik rumah tangga dengan daya 450 *watt* merupakan jenis daya paling rendah dalam sistem distribusi tenaga listrik yang disediakan oleh PLN untuk pelanggan rumah tangga kategori sosial ekonomi menengah ke bawah. Daya listrik 450 *watt* hanya mampu mendukung penggunaan peralatan listrik dalam jumlah dan kapasitas terbatas. Umumnya, pelanggan hanya dapat menyalakan beberapa peralatan dasar seperti lampu, televisi, dan kipas angin secara bersamaan. Pembatasan ini dilakukan melalui penggunaan *Miniature Circuit Breaker (MCB)* dengan arus maksimal sekitar 2 ampere. Jika total beban yang digunakan melebihi daya yang diizinkan, maka *MCB* akan otomatis memutus aliran listrik (*trip*) sebagai bentuk pengamanan terhadap sistem instalasi (Yulianto, 2018).

Permasalahan yang sering dihadapi oleh pengguna daya rendah seperti ini adalah frekuensi *MCB* yang sering *trip*, khususnya saat terjadi lonjakan beban karena terlalu banyak peralatan dinyalakan bersamaan. Pemutusan aliran listrik secara tiba-tiba tentu menjadi kendala, apalagi jika terjadi pada malam hari, saat kondisi gelap, atau apabila posisi panel *MCB* sulit dijangkau, misalnya berada di luar rumah atau di tempat tinggi. Dalam kondisi tersebut, pengguna harus secara manual menaikkan kembali tuas *MCB*, yang tentunya tidak praktis dan menimbulkan ketergantungan pada kehadiran fisik.

Kemajuan teknologi di bidang *Internet of Things (IoT)* membuka peluang untuk merancang sistem kendali jarak jauh yang dapat mempermudah proses reset *MCB* dan mengatur beban listrik dengan lebih cerdas. *IoT* memungkinkan perangkat elektronik dikendalikan melalui jaringan internet sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan dan pengendalian secara *real-time* dari lokasi yang jauh (Fitriyani et al., 2020). Dengan memanfaatkan *mikrokontroler* ESP8266 yang mendukung koneksi *Wi-Fi*, sistem ini dapat mengontrol motor servo MG996R yang bertugas menggerakkan tuas *MCB* secara mekanis dari jarak jauh. Hal ini akan mempermudah pengguna dalam mengatasi kondisi *trip* tanpa harus berinteraksi langsung dengan *MCB*.

Selain itu, untuk menghindari pemutusan berulang akibat beban berlebih, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur kendali beban otomatis. Beberapa perangkat listrik dapat dihubungkan ke saklar servo yang dikontrol oleh sistem, sehingga beban dapat dikurangi secara bertahap sebelum *MCB* dinyalakan ulang. Konsep ini mendukung prinsip *smart energy management* dalam skala kecil, yang bertujuan menyesuaikan konsumsi daya sesuai kapasitas maksimal yang tersedia (Handayani & Firmansyah, 2021).

Penerapan sistem ini tidak hanya menyederhanakan proses pemulihan daya *pasca-trip*, namun juga meningkatkan aspek keselamatan dan kenyamanan pengguna, terutama pada kondisi darurat. Selain itu, konsep otomatisasi seperti ini sejalan dengan perkembangan sistem *smart home*, yang kini semakin banyak diadopsi untuk meningkatkan efisiensi dan kontrol energi secara cerdas (Wahyudi et al., 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dirancang dan dibangun sebuah sistem berbasis *Internet of Things* untuk reset *MCB* secara otomatis serta mengendalikan beban listrik menggunakan motor servo MG996R yang dikontrol oleh ESP8266. Sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi efektif terhadap permasalahan pemutusan listrik akibat kelebihan beban, serta memberikan kemudahan pengendalian bagi pengguna di lingkungan rumah tangga.

## 1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang sistem *IoT* untuk mengendalikan *MCB* 450 watt menggunakan motor servo?
- b. Bagaimana cara mengurangi beban terlebih dahulu sebelum mengaktifkan ulang *MCB*?
- c. Bagaimana cara menghubungkan perangkat dengan aplikasi *Blynk* untuk kontrol jarak jauh?
- d. Bagaimana cara mengontrol servo menggunakan *Mikrokontroler NodeMcu* ESP8266.

## 1.3 Batasan Masalah

- a. Sistem hanya mengendalikan *MCB* dan saklar beban simulasi (tidak mengukur arus *real-time*).
- b. Beban disimulasikan dengan lampu dan saklar manual yang dikontrol oleh servo.
- c. Sistem dikendalikan menggunakan aplikasi *Blynk* berbasis *WiFi*.
- d. Servo hanya dikontrol menggunakan *Mikrokontroler NodeMcu* ESP8266.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

- a. Merancang dan membangun sistem *IoT* untuk reset *MCB* 450 watt secara otomatis.
- b. Merancang sistem kendali beban listrik berbasis servo agar *MCB* dapat aktif kembali setelah *overload*.
- c. Menerapkan sistem kontrol berbasis aplikasi *Blynk* untuk monitoring dan pengendalian.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

- a. Mempermudah pengguna daya listrik 450 watt dalam melakukan reset *MCB* secara otomatis tanpa harus menjangkau langsung ke meteran listrik.
- b. Memberikan solusi pengurangan beban listrik secara otomatis untuk mencegah *overload* yang mengakibatkan *trip* berulang.
- c. Menjadi referensi penerapan teknologi *IoT* dalam mempermudah pengguna daya listrik 450 watt dalam melakukan kontrol reset *MCB* dan kontrol pengurangan beban listrik secara otomatis hanya menggunakan smartphone.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, terdapat beberapa sistematika penulisan yang diuraikan berdasarkan beberapa pembagian dalam bab-bab yang akan dibahas, yaitu sebagai berikut :

##### BAB I - PENDAHULUAN

Bab ini berisi:

- a. Latar Belakang, menjelaskan alasan pentingnya penelitian dan permasalahan yang diangkat.
- b. Rumusan Masalah: Merumuskan pertanyaan atau fokus masalah yang ingin diselesaikan.
- c. Ruang Lingkup Penelitian: Menjelaskan batasan sistem dan fokus penelitian.
- d. Tujuan Penelitian: Menyebutkan tujuan utama dari penelitian yang dilakukan.
- e. Manfaat Penelitian: Menjelaskan kontribusi praktis dan teoritis dari penelitian.
- f. Sistematika Penulisan: Menjelaskan struktur isi skripsi dari BAB I hingga BAB V.

## BAB II - TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori dan literatur yang relevan, antara lain:

- a. Teori tentang sistem IoT (Internet of Things).
- b. Cara kerja dan prinsip.
- c. MCB Motor servo MG996R.
- d. Mikrokontroler dan sensor yang digunakan.
- e. Studi pustaka dari penelitian terdahulu yang relevan.

## BAB III - METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode dan tahapan dalam proses penelitian, meliputi:

- a. Desain alat dan system.
- b. Alat dan bahan yang digunakan.
- c. Diagram blok system.
- d. Flowchart kerja system.
- e. Skema rangkaian elektronik.

- f. Pemrograman dan platform IoT yang digunakan (misalnya Blynk).
- g. Teknik pengujian alat.

#### BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan:

- a. Hasil perancangan dan realisasi alat.
- b. Proses pengujian sistem IoT dan control.
- c. MCB Pengujian kendali beban menggunakan motor servo MG996R.
- d. Analisis kinerja system.
- e. Evaluasi hasil dan pembahasan perbandingan dengan literatur/penelitian lain.

#### BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

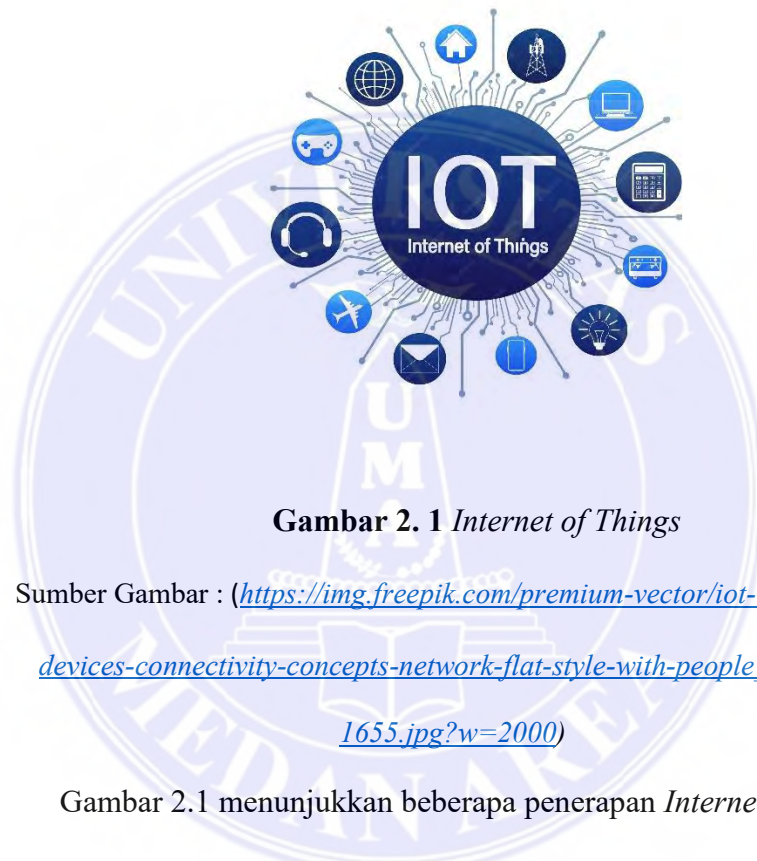
Bab ini mencakup:

- a. Kesimpulan: Menyimpulkan hasil penelitian secara ringkas berdasarkan tujuan dan hasil yang diperoleh.
- b. Saran: Memberikan saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut atau penelitian ke depan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Internet of Things (IoT)

*IoT* adalah konsep penghubungan berbagai perangkat fisik ke internet agar dapat saling berkomunikasi dan dikontrol dari jarak jauh (Gubbi et al., 2015).



**Gambar 2.1** *Internet of Things*

Sumber Gambar : ([https://img.freepik.com/premium-vector/iot-internet-things-devices-connectivity-concepts-network-flat-style-with-people\\_194782-1655.jpg?w=2000](https://img.freepik.com/premium-vector/iot-internet-things-devices-connectivity-concepts-network-flat-style-with-people_194782-1655.jpg?w=2000))

Gambar 2.1 menunjukkan beberapa penerapan *Internet of Things*

Pada pengaplikasian utama misalnya pada Rumah Pintar, Kesehatan Pintar, Pertanian Pintar, Industrial, Kota Pintar. Berikut penjelasannya :

#### 2.1.1 *Smart Home* (Rumah Pintar)

Aplikasi *IoT* di rumah pintar memungkinkan pemantauan dan kendali perangkat elektronik melalui internet seperti lampu, *AC*, kunci pintu, dan kamera secara otomatis dan *remote*. Menurut Al-Mutawa & Eassa (2020), arsitektur sistem

*smart home* sebaiknya dilengkapi mekanisme keamanan seperti autentikasi multifaktor (misalnya: pengenalan wajah) untuk mencegah akses tidak sah. Tanzil et al, juga mencatat bahwa implementasi *smart home* berbasis *IoT* menggunakan sensor dan aktuator yang dikendalikan oleh aplikasi *mobile* memberikan kemudahan interaksi (Gaikwad et al., 2015; Kim et al., 2015).

### 2.1.2 *Healthcare IoT* (Kesehatan Pintar)

*IoT* digunakan untuk pemantauan pasien jarak jauh (remote patient monitoring), wearable sensor, hingga manajemen terapi secara otomatis. Tinjauan sistematis oleh artikel JNCA (2021) menunjukkan bahwa *IoT* dalam kesehatan (*IoMT/HIoT*) memiliki lima fokus utama: sensor, komunikasi, aplikasi, keamanan, dan manajemen sumber daya; mendukung telemonitoring dan pengobatan jarak jauh hingga pandemi seperti *COVID-19*. Manfaatnya termasuk mengurangi kunjungan fisik, deteksi dini komplikasi (misalnya pada pasien diabetes atau gagal jantung), serta pemantauan lansia dan penderita *COPD*.

### 2.1.3 *Smart Agriculture* (Pertanian Pintar)

*IoT* diterapkan untuk pemantauan lahan, irigasi otomatis, prediksi penyakit tanaman, hingga manajemen rantai pasok agrikultur. Farooq et al. (2020) dalam jurnal *Electronics* menyoroti bagaimana *IoT* memungkinkan *real-time monitoring* kelembaban tanah, cuaca, dan pengelolaan data besar untuk pertanian presisi. Aplikasi utamanya: pengawasan kondisi lahan, irigasi otomatis, dan pengurangan limbah melalui optimalisasi penggunaan sumber daya (Sinha et al., 2019). Penelitian di Jurnal UMY (2019) juga menunjukkan *IoT* dikombinasikan *AI* untuk

mendeteksi penyakit pada tanaman apel, sebagai upaya otomatisasi pertanian presisi.

#### 2.1.4 Industrial IoT (IIoT)

*IoT* sangat luas di sektor industri: predictive maintenance, monitoring mesin, manajemen energi, dan otomatisasi lini produksi. Jurcut et al. (2020) menekankan bahwa keamanan menjadi isu utama di IIoT karena banyak metode dan protokol yang rentan terhadap serangan siber. *IIoT* memanfaatkan sensor dan aktuator untuk mengumpulkan data, menganalisis performa mesin, dan mencegah kerusakan sebelum terjadi *downtime*.

#### 2.1.5 Smart City (Kota Pintar)

*IoT* membantu optimalisasi penggunaan infrastruktur kota: pengelolaan sampah, tata lampu jalan, kualitas udara, dan sistem lalu lintas. Artikel WIRED (2020) menyatakan bahwa *IoT* di kota pintar memungkinkan otomatisasi termasuk sensor kualitas udara dan solusi urban cerdas meskipun perlu dijaga *privasi* dan keamanan data.

### 2.2 Mikrokontroler ESP8266

ESP8266 adalah modul *WiFi* dengan *mikrokontroler* yang mendukung komunikasi *TCP/IP*, serta dapat diprogram melalui *Arduino IDE*. Modul ini banyak digunakan dalam pengembangan proyek *IoT* karena harga yang murah dan kemudahan integrasi (Tiwari, 2017). Pada Gambar 2.2 di bawah merupakan Gambar dari *Mikrokontroler ESP8266*



**Gambar 2. 2** Mikrokontroler ESP8266

Sumber Gambar :

<https://a.allegroimg.com/s1024/0c86ef/f9b092204b07a39fa50c1585d915>

Berikut adalah penjelasan mengenai *Arduino IDE* sebagai Platform Pengembangan *IoT*, serta penjelasan mengenai Aplikasi *Blynk* dalam sistem *IoT*

### 2.2.1 Arduino IDE

*Arduino IDE* adalah lingkungan pemrograman yang dirancang untuk memudahkan pengguna menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke board *Arduino* maupun kompatibelnya (seperti *ESP8266*) menggunakan bahasa berbasis *C/C++*. Manoj Kavedia & Bhambure (2020) menyatakan bahwa keunggulan utama *Arduino IDE* adalah *open-source*, murah, dan mudah diakses, sehingga sangat cocok untuk prototyping sistem *embedded* dan *IoT*. James, Seth & Mukhopadhyay (2022) juga membahas detail tentang penggunaan *Arduino IDE* dalam desain sistem *IoT* termasuk manajemen *board*, *library*, dan integrasi dengan sensor serta *aktuator* dalam aplikasi nyata

### 2.2.2 Blynk

*Blynk* adalah sebuah *platform IoT (Internet of Things)* berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau perangkat *mikrokontroler* seperti *Arduino*, *ESP8266*, dan *ESP32* secara *real-time* melalui aplikasi seluler. *Platform* ini menyediakan antarmuka pemrograman yang mudah digunakan, termasuk *drag-and-drop widget* untuk membuat *dashboard* kendali perangkat secara visual melalui *smartphone*.

Menurut Prasetyo dan Hidayat (2019), *Blynk* memiliki tiga komponen utama, yaitu:

- a. *Blynk App*, aplikasi seluler untuk *Android/iOS* yang digunakan untuk membuat antarmuka pengguna (*user interface*) seperti tombol, slider, grafik, dan notifikasi.
- b. *Blynk Server*, server yang menjadi penghubung antara aplikasi dan perangkat mikrokontroler.
- c. *Blynk Library*, pustaka kode (*library*) yang ditanamkan pada perangkat mikrokontroler agar dapat berkomunikasi dengan server *Blynk* melalui protokol tertentu, seperti *WiFi* atau *GSM*.

*Blynk* mendukung koneksi melalui internet dengan protokol *TCP/IP*, sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem kendali jarak jauh. Dalam pengembangan proyek *IoT* berbasis *mikrokontroler* seperti *ESP8266*, *Blynk* sering dimanfaatkan untuk mengaktifkan atau mematikan peralatan, memantau status sensor, hingga mengatur parameter secara *real-time* dari mana saja dan kapan saja (Wahyuni & Nugroho, 2020).

Keunggulan *Blynk* terletak pada kemudahannya dalam pengembangan antarmuka tanpa perlu menguasai pemrograman aplikasi *Android* secara mendalam. Selain itu, platform ini juga menyediakan *Blynk Cloud* secara gratis untuk kebutuhan pengembangan dan edukasi. Versi terbaru, yaitu *Blynk 2.0*, menghadirkan fitur-fitur tambahan seperti perangkat *multi-user*, data streaming lebih stabil, dan tampilan dashboard yang lebih fleksibel (Rachmadi et al., 2022).

Dalam proyek penelitian ini, *Blynk* digunakan sebagai media kendali jarak jauh untuk reset *MCB* dan pengaturan beban listrik melalui *ESP8266* yang terhubung ke internet. Pengguna dapat menyalakan atau mematikan beban serta mereset *MCB* hanya dengan menekan tombol di aplikasi *Blynk* pada *smartphone*. Pendekatan ini sangat membantu terutama dalam kondisi darurat, serta dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna.

### 2.3 Motor Servo *MG996R*

*MG996R* adalah motor servo yang mampu bergerak dengan sudut 0–180° dan memiliki torsi yang cukup besar untuk menggerakkan tuas *MCB*. Motor ini menggunakan tiga kabel: *VCC* (merah), *GND* (coklat), dan sinyal *PWM* (kuning/oranye).

Servo ini dihubungkan ke *NodeMCU* via *PWM*, menyediakan gerak presisi untuk menggerakkan tuas reset *MCB* dan menekan tuas saklar beban sebagai pengontrol *ON/OFF*. Karena arus yang besar, servo ini ditenagai langsung dari adaptor 5 V atau output *MT3608*, tidak melalui pin 3.3 V *NodeMCU*. Pada Gambar 2.3 di bawah ini merupakan gambar motor servo *MG996R*.





**Gambar 2. 4** *Adaptor 3A 5V*

Sumber Gambar: ([http://digiwarestore.com/10103-thickbox\\_default/adaptor-5v-3a-micro-usb-raspberry-pi-644143.jpg](http://digiwarestore.com/10103-thickbox_default/adaptor-5v-3a-micro-usb-raspberry-pi-644143.jpg))

Pada Gambar 2.4 di atas merupakan Gambar *Adaptor 3A 5V*. *Adaptor* ini berfungsi sebagai sumber utama daya *DC 5 V* dengan arus hingga *3 A*. Di dalam sistem IoT, *adaptor* ini menyediakan suplai tegangan stabil untuk *NodeMCU*, *servo MG996R*, *relay*, *buzzer*, dan *konverter DC-DC*. *Adaptor* jenis ini umumnya memiliki proteksi terhadap arus berlebih, lonjakan tegangan, dan *short-circuit*, menjaga komponen aman selama operasi. Arus ini cukup untuk mensupport servo *MG996R* yang membutuhkan arus *stall* hingga  $\sim 2 A$ , *plus margin* cadangan.

## 2.5 Relay 5V 1-Ch

*Relay 5 V* satu kanal adalah sakelar elektromekanis yang digerakkan oleh koil *5 V* dan digunakan untuk mengalihkan arus beban besar (*AC/DC*) dengan kontrol logika dari *mikrokontroler*. Modul ini biasanya sudah dilengkapi *transistor driver*, *LED indikator*, dan *dioda flyback*, sehingga bisa langsung dikendalikan dengan

*output digital mikrokontroler* (Elprocus, 2020; Components101, 2020). Pada Gambar 2.5 di bawah, merupakan Gambar *Relay 5V-1Ch*



**Gambar 2.5** *Relay 5V-1Ch*

Sumber Gambar:

[http://narincomicro.com/media/cache/product\\_large/uploads/images/4a374641b5f34e2fefff736308f737d1.jpeg](http://narincomicro.com/media/cache/product_large/uploads/images/4a374641b5f34e2fefff736308f737d1.jpeg)

## 2.6 Baterai Lithium 18650

*Baterai lithium-ion (Li-ion) tipe 18650* merupakan salah satu jenis baterai isi ulang berbentuk silinder dengan dimensi diameter sekitar 18 mm dan panjang 65 mm. Baterai ini banyak diaplikasikan dalam perangkat elektronik portabel, kendaraan listrik, serta sistem penyimpanan energi karena memiliki kepadatan energi yang tinggi, umur pakai yang panjang, dan efisiensi pengisian ulang yang baik (Waldmann et al., 2016; Spingler et al., 2021). Pada Gambar 2.6 di bawah, merupakan Gambar dari Baterai Lithium Type 1860.



**Gambar 2. 6** Baterai Lithium Type 1860

Sumber Gambar: ([https://http2.mlstatic.com/D\\_NO\\_NP\\_943075-MLB46954748097\\_082021-F.jpg](https://http2.mlstatic.com/D_NO_NP_943075-MLB46954748097_082021-F.jpg))

Secara kimia, baterai 18650 menggunakan elektrolit cair dan material elektroda berbasis lithium, di mana material yang umum digunakan pada katoda adalah *lithium nickel cobalt aluminum oxide (NCA)* atau *lithium nickel manganese cobalt oxide (NMC)*, sedangkan anoda biasanya berbahan grafit. Dalam proses kerja baterai, *ion lithium* bergerak dari *anoda* ke *katoda* saat pengosongan dan kembali ke anoda saat pengisian, memungkinkan terjadinya aliran arus listrik (Manthiram, 2017).

Keunggulan dari *baterai 18650* terletak pada densitas energinya yang tinggi, yaitu sekitar 200–250 *Wh/kg*, serta tegangan nominal sekitar 3.6–3.7 *volt* per sel. Selain itu, baterai ini memiliki umur siklus yang cukup baik, bahkan dapat mencapai lebih dari 1000 siklus dalam kondisi optimal (Petzl et al., 2015). Faktor-faktor seperti temperatur, arus pengisian, dan kedalaman pengosongan sangat memengaruhi performa dan umur baterai.

Meskipun memiliki banyak keunggulan, baterai 18650 juga memiliki beberapa keterbatasan, terutama terkait keamanan. Risiko *overheating (thermal runaway)* dapat terjadi akibat korsleting internal, pengisian berlebih, atau kerusakan fisik pada sel baterai. Oleh karena itu, sistem proteksi seperti *Battery Management System (BMS)* sangat penting untuk mengontrol parameter operasi dan mencegah kerusakan permanen (Abaza et al., 2018).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi material dan desain baterai telah meningkatkan performa dan keamanan baterai 18650. Penggunaan material katoda generasi baru seperti *NMC811* atau *NCA* telah terbukti meningkatkan kepadatan energi serta memperpanjang siklus hidup sel (Park et al., 2020). Selain itu, pendekatan manajemen termal dan pemantauan berbasis sensor cerdas turut berkontribusi pada peningkatan keandalan sistem penyimpanan energi berbasis baterai *lithium-ion*.

## 2.7 Charging Module TP4056

*Charging module TP4056* merupakan modul pengisi daya berbasis *IC TP4056* yang secara khusus dirancang untuk mengisi baterai *lithium-ion* bertegangan nominal 3.7V. Modul ini sangat populer dalam berbagai proyek elektronik skala kecil karena ukurannya yang ringkas, efisiensi tinggi, serta integrasi fitur keselamatan seperti perlindungan *overcharge*, *over-discharge*, dan arus pendek (Patel & Desai, 2019). Pada Gambar 2.7 di bawah ini merupakan Gambar *Charging Module TP4056*.



**Gambar 2. 7** Charging Module TP4056

Sumber Gambar: (<https://technicalhut.in/wp-content/uploads/2021/12/TP4056-1.jpg>).

Modul TP4056 bekerja dengan prinsip pengisian arus konstan dan tegangan konstan (*Constant Current/Constant Voltage – CC/CV*). Saat pengisian dimulai, modul mengalirkan arus tetap hingga tegangan baterai mendekati 4.2V, kemudian secara bertahap mengurangi arus hingga arus pengisian mencapai ambang batas penghentian (~10% dari arus awal). Proses ini membantu memperpanjang umur baterai dan mencegah pengisian berlebih (Rai et al., 2020).

IC TP4056 mendukung arus pengisian maksimum hingga 1A dan biasanya dipasangkan dengan IC perlindungan seperti DW01 dan MOSFET ganda (8205A) untuk menambah fitur keamanan. Fitur ini sangat penting karena baterai *lithium-ion* rentan terhadap kerusakan jika diisi atau dikosongkan di luar batas operasionalnya (Singh & Sharma, 2021).

Modul *TP4056* banyak digunakan dalam perangkat *DIY* seperti *power bank*, sistem tenaga surya mini, serta alat ukur portabel. Efisiensinya yang tinggi serta integrasi komponen proteksi menjadikannya solusi ekonomis dan handal dalam aplikasi pengisian baterai tunggal (Sutopo et al., 2022). Selain itu, pengisian berbasis *micro-USB* atau *USB Type-C* juga mendukung kemudahan penggunaan dalam perangkat portabel modern.

Meskipun demikian, keterbatasan modul ini adalah tidak cocok digunakan untuk pengisian *multi-sel* secara seri tanpa tambahan pengatur tegangan atau sistem manajemen baterai. Untuk itu, modul ini lebih direkomendasikan pada proyek-proyek skala kecil dengan baterai tunggal berkapasitas menengah (Choudhary et al., 2021).

## 2.8 Module Step Up MT3608

Modul *step up MT3608* adalah sebuah konverter tegangan *DC to DC* tipe *boost converter*, yang digunakan untuk meningkatkan tegangan input menjadi lebih tinggi pada *output*. Modul ini menggunakan IC *MT3608* yang bekerja secara efisien dan dapat menaikkan tegangan dari sekitar 2V hingga maksimal sekitar 28V, dengan tegangan *input* minimum sekitar 2V dan arus *input* maksimal sekitar 2A.

Modul ini sangat berguna dalam aplikasi di mana sumber daya memiliki tegangan rendah, seperti *baterai Li-ion 3.7V*, namun diperlukan tegangan lebih tinggi untuk menjalankan perangkat tertentu. Tegangan *output* dari modul ini dapat diatur menggunakan *potensiometer* yang terpasang pada papan modul (Wibowo, 2020). Pada Gambar 2.8 di bawah merupakan Gambar *Modul step-up MT3608*.



**Gambar 2. 8** Modul Step-Up MT3608

Sumber Gambar: (<https://components101.com/sites/default/files/components/MT3608-Step-Up-Power-Module.jpg>).

Modul ini digunakan untuk menaikkan tegangan dari baterai ( $\sim 3.7\text{ V}$ ) menjadi  $5\text{ V}$  yang stabil bagi *NodeMCU*, servo, dan *buzzer*. Namun perlu diperhatikan bahwa *output arus*  $> 2\text{ A}$  atau kondisi beban tidak stabil dapat menyebabkan kerusakan modul, sehingga sering ditambahkan *sekring* (Instructables, 2020).

## 2.9 Buzzer

*Buzzer 5V* adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menghasilkan suara atau bunyi sebagai bentuk output dari suatu sistem elektronik. *Buzzer* ini bekerja pada tegangan  $5\text{ volt DC}$ , yang umumnya cocok untuk digunakan pada rangkaian berbasis mikrokontroler seperti *Arduino* atau *Raspberry Pi*. *Buzzer* terdiri dari *piezoelektrik* atau elemen *elektromagnetik* yang menghasilkan getaran saat dialiri listrik, sehingga menghasilkan suara.

*Buzzer 5V* biasanya digunakan untuk memberikan peringatan atau notifikasi, seperti *alarm*, penanda akhir proses, atau sinyal kesalahan dalam suatu sistem

otomatis. Terdapat dua jenis utama *buzzer*: *active buzzer* (menghasilkan suara secara otomatis saat diberi tegangan), dan *passive buzzer* (memerlukan sinyal frekuensi untuk menghasilkan suara) (Hidayat, 2019). Pada Gambar 2.9 di bawah, merupakan gambar *Buzzer*.



**Gambar 2. 9 Buzzer**

Sumber Gambar:

<https://laelectronica.com.gt/image/cache/catalog/Productos/Otros/buzzer-1200x1200.jpg>

*Buzzer* 5 V digunakan sebagai indikator suara dalam sistem. Dapat diaktifkan oleh *NodeMCU* melalui *transistor driver*, karena *output GPIO* hanya 3.3 V. Fungsi *buzzer* meliputi: Notifikasi saat *MCB* berhasil di-*reset*, *alarm* jika terjadi kegagalan seperti arus berlebih atau modul *relay* tidak merespon, memberikan umpan balik pengguna saat interaksi *IoT* terjadi.

## 2.10 MCB (Miniature Circuit Breaker)

*Miniature Circuit Breaker (MCB)* adalah perangkat proteksi listrik yang berfungsi untuk memutus aliran listrik secara otomatis ketika terjadi kondisi arus lebih (*overcurrent*) atau hubungan singkat (*short circuit*). *MCB* banyak digunakan

sebagai pengganti sekering konvensional karena kemampuannya untuk di-*reset* dan digunakan kembali tanpa harus diganti, sehingga memudahkan proses pemeliharaan instalasi listrik (Santoso, 2016). Pada Gambar 2.7 di bawah merupakan Gambar dari *Miniature Circuit Breaker (MCB)*.



**Gambar 2.10** *Miniature Circuit Braker (MCB)*

Sumber Gambar:

(<https://cf.shopee.co.id/file/d41ba86c66d93c0c3715d0d906245e82>); (<https://share.google/XRHiuq0goCOAoA54S>)

*MCB* bekerja dengan dua mekanisme utama, yaitu mekanisme termal dan mekanisme elektromagnetik. Mekanisme termal menggunakan *elemen bimetal* yang akan melengkung akibat panas berlebih dari arus lebih, sementara mekanisme elektromagnetik menggunakan gaya magnet yang langsung memicu pemutusan sirkuit ketika terjadi lonjakan arus secara tiba-tiba (Widodo, 2020).

Dalam penelitian ini, *MCB* yang digunakan memiliki kapasitas beban 450 *Watt*, yang setara dengan arus nominal sekitar 2 *Ampere* pada tegangan 220 *Volt*. Kapasitas ini dipilih untuk mengamankan instalasi listrik dari beban berlebih dan mencegah kerusakan pada perangkat listrik.

Salah satu kendala penggunaan *MCB* konvensional adalah proses *reset* yang harus dilakukan secara manual ketika *MCB trip*. Hal ini menjadi kurang efisien dan tidak praktis, terutama jika *MCB* terpasang pada lokasi yang sulit dijangkau. Oleh karena itu, penelitian ini merancang sebuah sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan proses *reset MCB* dilakukan secara otomatis menggunakan motor servo *MG996R*.

Motor servo ini berfungsi sebagai aktuator yang menggerakkan tuas *MCB* dari posisi *OFF (trip)* kembali ke posisi *ON* setelah kondisi beban normal kembali dan tidak terjadi gangguan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berperan sebagai proteksi, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan kemudahan dalam pengelolaan instalasi listrik melalui kendali jarak jauh.

Implementasi *MCB* dalam penelitian ini juga mendukung fungsi kendali beban listrik, di mana *MCB* berintegrasi dengan sistem *IoT* untuk mengendalikan status beban listrik secara *real-time*. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan solusi proteksi dan pengelolaan beban listrik yang lebih cerdas dan responsif, sesuai dengan perkembangan teknologi otomasi dan *smart home* (Yulianto, 2021).

## 2.11 Studi Terkait

Penelitian mengenai sistem kendali beban berbasis *Internet of Things (IoT)* dan proteksi instalasi listrik telah banyak dilakukan. Beberapa di antaranya menunjukkan pendekatan yang mirip dengan penelitian ini, baik dari sisi konsep proteksi, otomasi, maupun pemanfaatan *aktuator* dan *mikrokontroler* dalam sistem listrik.

Penelitian oleh Pratama (2020) merancang sistem proteksi beban listrik menggunakan *Arduino Uno* dan sensor arus *ACS712* untuk memutuskan aliran listrik ketika arus melebihi batas tertentu. Namun, sistem tersebut hanya mematikan aliran listrik menggunakan *relay* tanpa mekanisme untuk mengaktifkan kembali secara otomatis, dan tidak menyertakan komponen mekanis untuk melakukan *reset* terhadap *MCB* fisik.

Sementara itu, Wibowo dan Suryanto (2021) mengembangkan sistem monitoring arus listrik berbasis *IoT* menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan *platform Blynk*. Sistem ini memungkinkan pengguna memantau arus dan tegangan secara *real-time* melalui *smartphone*. Namun, penelitian ini tidak fokus pada kendali beban atau reset proteksi fisik seperti *MCB*, melainkan hanya pemantauan data listrik.

Penelitian oleh Rahmawati et al. (2022) mencoba menggabungkan sensor arus dan *relay* sebagai sistem pengendalian beban berbasis *IoT*. Sistem ini dapat menghidupkan dan mematikan beban secara otomatis berdasarkan nilai arus tertentu. Meski demikian, metode yang digunakan masih berbasis pemutusan sirkuit elektronik dan belum menyentuh aspek mekanis dalam sistem proteksi seperti *reset MCB* secara fisik.

Berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini merancang sistem yang tidak hanya melakukan *monitoring* dan kendali beban listrik berbasis *IoT*, tetapi juga melakukan reset fisik terhadap *MCB 450 Watt* dengan menggunakan motor servo *MG996R* sebagai aktuator. Motor servo ini berfungsi untuk menggerakkan tuas *MCB* secara mekanis sehingga dapat dikembalikan ke

posisi *ON* secara otomatis setelah *trip*, yang tidak ditemukan pada studi-studi sebelumnya.

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada integrasi antara sistem proteksi listrik konvensional (*MCB*), teknologi otomasi berbasis *mikrokontroler*, dan kendali *IoT* secara *real-time*, serta penggunaan *aktuator* mekanis (*servo*) untuk merespons gangguan listrik yang bersifat fisik. Sistem ini juga menawarkan potensi pengembangan lebih lanjut dalam penerapan pada instalasi listrik rumah tangga maupun industri kecil.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Alat dan Sistem**

Perancangan alat ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem Internet of Things (IoT) yang dapat melakukan reset otomatis terhadap Miniature Circuit Breaker (MCB) dan mengendalikan beban listrik secara nirkabel menggunakan motor servo MG996R. Sistem ini dikendalikan melalui smartphone menggunakan aplikasi Blynk, yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama.

Alat ini dirancang untuk mensimulasikan situasi ketika beban listrik menyebabkan MCB trip, dan bagaimana sistem dapat melakukan reset secara otomatis. Namun, pada implementasi praktis dalam proyek ini, tidak digunakan beban aktual sebesar 450 Watt. Sebagai gantinya, digunakan simulasi beban berupa tiga buah lampu 5 Watt dan satu stop kontak tambahan. Beban kecil ini digunakan untuk memvisualisasikan dan mendemonstrasikan prinsip kerja sistem tanpa membahayakan instalasi atau komponen. Seluruh komponen sistem disusun dan ditempatkan pada media papan triplek sebagai alat peraga (media demonstrasi), dengan susunan: MCB (Miniature Circuit Breaker); Tiga saklar; Tiga buah lampu; LED 5 Watt; stop kontak listrik sebagai beban tambahan.

Motor servo MG996R berfungsi sebagai aktuator mekanik. Servo pertama digunakan untuk mendorong tuas MCB ke posisi ON saat trip terjadi. Tiga servo lainnya digunakan untuk menekan saklar secara mekanis, sehingga dapat

menghidupkan atau mematikan beban lampu secara otomatis sesuai perintah dari aplikasi Blynk.

Dari sisi catu daya, sistem menggunakan sumber daya kombinasi antara adaptor 5V dan baterai Li-ion 18650, yang diatur menggunakan relay 5V 1Ch untuk mengalihkan catu daya dari adaptor ke baterai, ketika kapasitas baterai habis TP4056 digunakan untuk pengisian, serta step-up converter untuk menaikkan tegangan menjadi 5V, agar mencukupi kebutuhan NodeMCU dan motor servo.

Dengan pendekatan simulasi ini, perancangan tetap dapat menggambarkan fungsi dan logika kerja sistem IoT, termasuk proses deteksi beban, pengendalian aktuator, dan pemantauan jarak jauh melalui perangkat mobile, tanpa harus menggunakan daya tinggi atau beban berbahaya secara langsung.

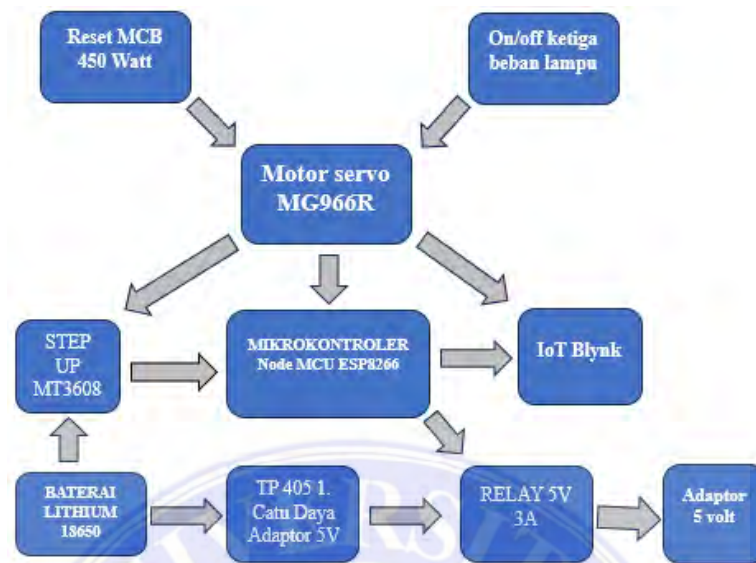
### **3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan**

Alat dan bahan yang digunakan beserta fungsinya, pada simulasi reset MCB 450 watt dan pengontrol on/off pada beban secara otomatis, yang dikendalikan melalui smartphone menggunakan aplikasi Blynk yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama. Dijelaskan pada Tabel 3.1 berikut:

**Tabel 3. 1** *Alat dan Bahan yang Digunakan Beserta Fungsinya*

<b>NO</b>	<b>Alat/Bahan</b>	<b>Fungsi</b>
1	NodeMCU ESP8266	Sebagai pusat kontrol dan penghubung ke internet
2	Motor Servo MG996R (4x)	Menggerakkan MCB dan saklar lampu
3	MCB 2A	Simulasi sistem proteksi listrik
4	Saklar (3x)	Mengontrol lampu secara manual (digerakkan servo)
5	Lampu LED 5 Watt (3x)	Beban simulasi utama
6	Modul TP4056 (2x)	Mengisi baterai 18650 dan proteksi charging
7	Baterai 18650 (2x)	Catu daya cadangan sistem
8	Step-Up Converter MT 3608	Menaikkan tegangan baterai ke 5V+
9	Adaptor 5V 3A	Catu daya utama sistem
10	Buzzer 5V	Alarm
11	Relay 5V 1Ch	Mengaihkan catu daya dari adaptor ke baterai
12	Kabel jumper, papan pcb, baut,solder dan timah, lem tembak,holder baterai paralel, holder servo mg966r	Perakitan dan pemasangan komponen

### 3.3 Diagram Balok Sistem



**Gambar 3.1** Diagram Balok Sistem

Diagram blok sistem pada Gambar 3.1 di atas, menggambarkan sistem berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang dirancang untuk mengontrol perangkat-perangkat mekanik dan elektronik melalui perintah lokal maupun jarak jauh menggunakan platform IoT Blynk. Sistem ini mengandalkan sebuah motor servo MG996R sebagai aktuator utama untuk melakukan dua fungsi utama, yaitu menekan tombol reset pada MCB dan menghidupkan/mematikan tiga buah beban lampu, yang dikendalikan secara mekanik melalui gerakan servo.

Sumber daya utama dalam sistem berasal dari adaptor 5 volt, yang juga digunakan untuk mengisi daya baterai lithium 18650 melalui modul charger TP4056. Baterai berfungsi sebagai sumber daya cadangan saat adaptor tidak tersedia. Output dari baterai yang sebesar 3,7V kemudian dinaikkan menjadi 5V

menggunakan step-up converter MT3608, agar tegangan sesuai dengan kebutuhan NodeMCU dan komponen lainnya.

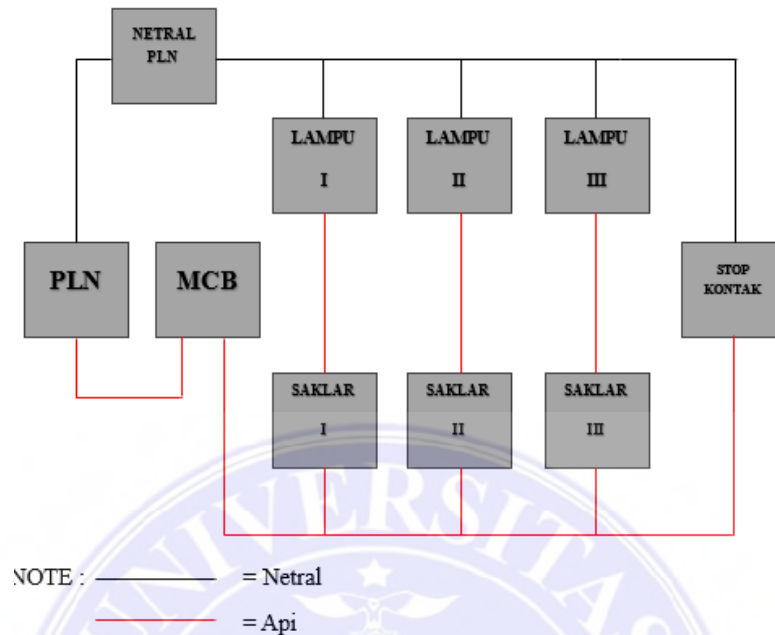
Dalam sistem ini, relay 5V 3A memiliki peran penting sebagai pengalih otomatis sumber daya. Relay akan memilih apakah daya untuk sistem berasal dari adaptor atau dari baterai. Saat adaptor 5V terhubung, relay akan aktif dan sistem secara otomatis mengambil daya dari adaptor. Namun, ketika adaptor dilepas atau listrik padam, relay akan nonaktif dan secara otomatis mengalihkan suplai daya ke jalur baterai melalui step-up converter. Dengan demikian, sistem tetap dapat berjalan tanpa gangguan, karena perpindahan sumber daya dilakukan secara otomatis oleh relay.

Mikrokontroler NodeMCU berperan sebagai otak sistem, yang menerima input dari aplikasi IoT Blynk melalui koneksi internet. NodeMCU kemudian mengatur kerja motor servo berdasarkan perintah yang diterima. Ketika pengguna mengirimkan perintah dari aplikasi, servo akan digerakkan untuk menekan tombol reset MCB atau mengoperasikan saklar lampu. Seluruh proses ini berjalan secara otomatis dengan suplai daya yang dapat berpindah antara adaptor dan baterai sesuai kondisi kelistrikan.

### 3.4 Diagram Wiring

Diagram wiring merupakan representasi skematis dari hubungan antar komponen pada sistem, baik pada sisi tegangan arus searah (DC) maupun arus bolak-balik (AC). Pada subbab ini, wiring dibagi menjadi dua bagian, yaitu wiring sistem AC dan wiring sistem DC (IoT dan kontrol servo) :

### 3.4.1 Diagram Simulasi Wiring AC



**Gambar 3. 2** Diagram Simulasi Wiring AC

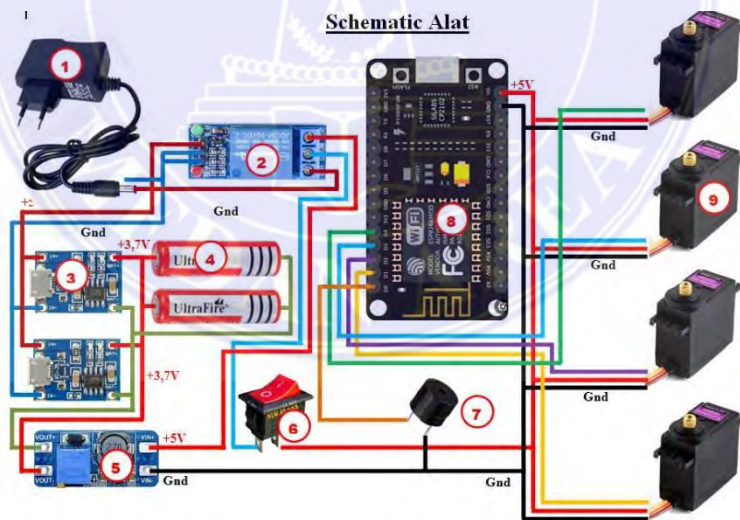
Pada Gambar 3.2 Diagram simulasi wiring AC di atas menunjukkan jalur distribusi listrik dari sumber PLN menuju beban berupa tiga buah lampu dan satu stop kontak, yang masing-masing dikendalikan oleh saklar. Berikut alur kerjanya:

1. Tegangan AC dari PLN masuk ke sistem melalui dua jalur, yaitu fase (api) dan netral.
2. Jalur fase (api) dialirkan terlebih dahulu ke MCB sebagai pengamanan arus lebih.
3. Setelah melewati MCB, fase didistribusikan ke tiga buah saklar, yaitu Saklar I, II, dan III.
4. Masing-masing saklar mengendalikan satu buah lampu (Lampu I, II, dan III).
5. Arus hanya mengalir ke lampu jika saklar dalam posisi ON, dan akan membentuk rangkaian tertutup dengan jalur netral PLN.

6. stop kontak listrik tambahan juga terhubung langsung ke jalur fase (dari MCB) dan netral, berfungsi sebagai beban tambahan untuk simulasi overload.
7. MCB akan trip (OFF) jika terjadi arus lebih akibat penambahan beban berlebihan.
8. Sistem ini menggunakan servo motor untuk menekan saklar dan mereset tuas MCB secara otomatis sebagai bagian dari simulasi berbasis IoT.

### 3.4.2 Diagram Wiring DC

Diagram wiring DC sistem pada Gambar 3.3 di bawah ini, menunjukkan jalur arus searah (DC) dari sumber daya ke seluruh komponen elektronik seperti NodeMCU, motor servo MG996R, buzzerr 5V, baterai 18650, modul charging TP4056, step-up converter MT3608, serta adaptor 5V 3A. Diagram ini menjadi inti dari sistem IoT yang mengontrol aktuator secara otomatis.



**Gambar 3. 3** Diagram Wiring Sistem

Dari Gambar 3.3 di atas merupakan Diagram sistem wiring DC. Berikut ini adalah penjelasan dari jalur kabelnya:

a. Catu Daya

1. Adaptor 5V 3A (1) terhubung ke:

a. Input modul charger TP4056 (3) melalui jalur + dan GND

b. Input modul relay (2) sebagai supply 5V dan GND

b. Modul Charger (TP4056) (3)

1. IN+ dan IN-: Dihubungkan ke adaptor 5V

2. OUT+: Terhubung ke kutub positif baterai 18650 (4)

3. OUT-: Terhubung ke kutub negatif baterai

c. Baterai 18650 (4)

1. Disusun seri atau paralel (tergantung desain, biasanya paralel)

2. Output +3.7V dari baterai masuk ke input step-up converter (5)

d. Step-Up Converter MT3608 (5)

1. VIN+: Dari baterai (3.7V)

2. VOUT+: Disetel output ke +5V

3. VOUT+ dan GND: Dihubungkan ke:

a. NodeMCU (8) pada pin Vin atau 5V dan GND

b. Servo motor (9) pada jalur +5V dan GND

c. Buzzer (7) dan Relay (2)

e. Saklar (6)

Dipasang pada jalur positif antara output dari step-up MT3608 dan input ke sistem (untuk menyalakan/mematikan seluruh sistem)

f. NodeMCU ESP8266 (8)

1. Dapat pasokan +5V dan GND dari step-up converter

2. Pin digital dari NodeMCU terhubung ke:
  - a. Servo 1 (9): misal D1 (GPIO5)
  - b. Servo 2: misal D2 (GPIO4)
  - c. Servo 3: misal D5 (GPIO14)
  - d. Servo 4: misal D6 (GPIO12)
  - e. Relay (2): misal D3 (GPIO0)
  - f. Buzzer (7): misal D7 (GPIO13)
- g. Relay 1 Channel (2)
  1. VCC: ke +5V dari step-up
  2. GND: ke GND
  3. IN: ke pin digital NodeMCU (misal D3/GPIO0)
- h. Buzzer (7)
  1. +: ke pin digital NodeMCU (misal D7/GPIO13)
  2. -: ke GND
- i. Servo Motor MG996R (9) (x4)

Setiap servo memiliki 3 pin:

  1. Merah (VCC): ke +5V dari step-up
  2. Coklat/Hitam (GND): ke GND
  3. Orange/Putih (Signal): ke pin digital dari NodeMCU Contoh alokasi pin:
    - a. Servo 1 → D1 (GPIO5)
    - b. Servo 2 → D2 (GPIO4)
    - c. Servo 3 → D5 (GPIO14)
    - d. Servo 4 → D6 (GPIO12)

Catatan Penting: Jalur +5V dan GND dari step-up converter menjadi jalur utama suplai daya ke semua komponen aktif (servo, buzzer, relay, dan NodeMCU). Pastikan semua GND antar komponen terhubung (common ground) untuk menghindari gangguan komunikasi atau error sinyal.

### 3.5 Pemrograman (Coding) dan Platform IoT Blynk

Pada sistem ini, platform Internet of Things (IoT) yang digunakan adalah Blynk versi 2.0 (Blynk IoT). Platform ini berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk mengontrol motor servo melalui jaringan internet. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 bertugas sebagai penghubung antara perangkat keras (hardware) dan platform cloud Blynk melalui koneksi Wi-Fi.

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pemrograman dan pengaturan sistem IoT ini:

a. Persiapan Platform dan Tools

1. Unduh dan instal Arduino IDE versi terbaru di komputer.
2. Instal driver CH340G jika NodeMCU tidak terdeteksi.
3. Hubungkan NodeMCU ESP8266 ke komputer melalui kabel USB.
4. Instal board ESP8266 di Arduino IDE melalui Board Manager dengan menambahkan

[URL:http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json)

b. Instalasi Library Tambahan

1. Buka Library Manager di Arduino IDE.
2. Install library berikut:
  - a. Blynk (versi terbaru, mendukung Blynk IoT)

- b. ESP8266WiFi
- c. Servo.h
- c. Membuat Proyek di Blynk IoT (Versi 2.0)
  1. Unduh aplikasi Blynk IoT di smartphone melalui Google Play Store atau App Store.
  2. Buka aplikasi, login dengan akun Blynk. Buat proyek baru, lalu pilih:
    - a. Device: ESP8266
    - b. Connection Type: WiFi
    - c. Template Name: Sesuai kebutuhan (misal: "MCB\_Controller")
  3. Setelah template dibuat, Blynk akan mengirimkan Auth Token ke email yang digunakan.
- d. Konfigurasi Template dan Datastream
  1. Masuk ke web dashboard Blynk di: <https://blynk.cloud>
  2. Buka Template → Datastreams, lalu buat datastream untuk tiap tombol:
    - a. V0 → Servo Reset MCB
    - b. V1 → Saklar 1
    - c. V2 → Saklar 2
    - d. V3 → Saklar 3
    - e. Tipe: Virtual Pin
    - f. Data Type: Integer

e. Desain Antarmuka di Aplikasi Blynk

Tambahkan 4 tombol virtual ke halaman dashboard. Masing-masing tombol dihubungkan ke pin virtual V1, V2, V3, dan V4. Atur mode tombol ke Switch agar dapat mempertahankan posisi ON/OFF.

f. Penulisan Program di Arduino IDE

Buka Arduino IDE, lalu tuliskan atau tempelkan kode program seperti yang diterakan pada lampiran pada akhir halaman skripsi ini

g. Upload Program ke NodeMCU

1. Pilih Board: NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)
2. Pilih port COM yang sesuai
3. Klik tombol Upload
4. Tunggu hingga proses kompilasi dan upload selesai

h. Uji Coba dan Kontrol Melalui Smartphone

1. Setelah program berhasil di-upload, NodeMCU akan otomatis terhubung ke Wi-Fi.
2. Buka aplikasi Blynk IoT dan nyalakan tombol virtual.
3. Setiap tombol yang ditekan akan mengirimkan perintah ke NodeMCU dan menggerakkan servo sesuai fungsinya.

### 3.6 Langkah-langkah Pembuatan Alat

Pada Tabel 3.2 di bawah adalah tahapan pembuatan sistem IoT untuk reset MCB dan kendali beban menggunakan motor servo MG996R:

**Tabel 3. 2 Langkah-langkah Pembuatan Alat**

NO	Langkah-langkah Pembuatan Alat
1.	Menyiapkan seluruh komponen elektronik dan mekanik yang dibutuhkan, seperti NodeMCU ESP8266, servo MG996R, MCB, saklar, lampu, baterai 18650, TP4056, step-up converter MT 3608, relay 5v 1Ch, buzzer dan adaptor.
2.	Merakit rangkaian listrik AC sesuai dengan diagram wiring AC yang telah dibuat, mencakup pemasangan MCB, saklar, lampu, dan stop kontak listrik.
3.	Merakit rangkaian elektronik DC berdasarkan diagram wiring DC, meliputi koneksi TP4056, baterai, relay, buzzer, step-up converter, NodeMCU, dan motor servo.
4.	Membuat kerangka alat atau media simulasi (misalnya dari papan triplek) untuk meletakkan komponen secara rapi dan aman.
5.	Memasang semua motor servo pada posisi mekanis yang sesuai: satu untuk tuas MCB, tiga untuk saklar lampu.
6.	Menuliskan dan mengunggah program ke NodeMCU melalui Arduino IDE menggunakan koneksi USB.
7.	Mengatur proyek dan tampilan tombol di aplikasi Blynk IoT serta menghubungkan datastream sesuai kebutuhan.
8.	Melakukan uji coba koneksi dan fungsi untuk memastikan semua perangkat bekerja sesuai yang diharapkan.
9.	Melakukan penyesuaian mekanik dan pengaturan ulang posisi servo jika diperlukan agar gerakan lebih presisi.

### 3.7 Teknik Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh sistem yang dirancang berfungsi sesuai dengan tujuan dan spesifikasi teknis yang telah ditentukan. Pengujian dibagi ke dalam beberapa tahap sebagai berikut:

a. Uji Koneksi IoT Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa mikrokontroler NodeMCU dapat terhubung dengan jaringan Wi-Fi serta berkomunikasi dengan aplikasi Blynk melalui internet. Langkah-langkahnya meliputi:

1. Menghubungkan NodeMCU ESP8266 ke jaringan Wi-Fi menggunakan kredensial yang telah diprogram.
2. Menguji koneksi antara NodeMCU dengan aplikasi Blynk melalui cloud server.
3. Menekan tombol virtual pada aplikasi Blynk untuk melihat apakah perintah ON/OFF dapat diterima dan dijalankan oleh perangkat secara real-time.

b. Uji Gerakan Servo Uji ini dilakukan untuk mengevaluasi respons dan kekuatan motor servo dalam melakukan tugas mekanis sesuai perintah digital:

1. Servo pada MCB diuji dengan cara mensimulasikan kondisi trip, lalu mengamati apakah servo mampu mendorong tuas MCB kembali ke posisi ON.
2. Servo pada tiga saklar diuji untuk menekan dan melepas tuas saklar secara bergantian berdasarkan input dari aplikasi Blynk.

c. Uji Beban Listrik Pengujian ini bertujuan untuk mensimulasikan kondisi beban berlebih serta mengamati perilaku sistem:

1. Menyalakan secara bertahap tiga buah lampu 5 watt sebagai beban utama.
2. Mengamati apakah sistem dapat mendeteksi kondisi tersebut dan menjalankan fungsi reset MCB secara otomatis melalui motor servo.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

- a. Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem rancang bangun IoT untuk reset MCB dan kendali beban menggunakan motor servo MG996R berhasil bekerja dengan baik. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan aplikasi Blynk versi 2.0 sebagai platform IoT. Melalui aplikasi tersebut, pengguna dapat menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis serta mereset MCB apabila terjadi trip, tanpa perlu menanganinya secara manual.
- b. Rangkaian telah disusun dalam dua sistem utama, yaitu rangkaian AC yang berfungsi mengalirkan arus ke beban (lampu dan stop kontak) dan rangkaian DC yang mengatur sistem kontrol seperti NodeMCU, motor servo, serta suplai daya cadangan menggunakan baterai 18650. Sistem mampu mempertahankan operasional meskipun dalam kondisi MCB trip, karena tetap mendapatkan suplai daya dari baterai dan menambahkan caharging modul TP4056 sebagai pengisian baterai serta step-up converter sebagai penaik tegangan dari baterai. Relay 5V 1Ch juga berperan penting sebagai switching power suplay antara adaptor dan baterai agar servo dapat bekerja secara real-time,. Pengujian menunjukkan bahwa perintah dari aplikasi dapat diterima dengan baik oleh mikrokontroler dan diteruskan ke motor servo untuk menggerakkan saklar atau tuas MCB sesuai kebutuhan.

- c. Secara keseluruhan, sistem dapat melakukan kontrol beban dan reset MCB secara jarak jauh dengan dukungan koneksi internet dan suplai daya yang stabil. Fungsi-fungsi dasar dari alat bekerja sesuai dengan perencanaan, termasuk sistem proteksi menggunakan fuse 1A dan 5A sebagai pengaman dari arus lebih atau korsleting.

## 5.2 Saran

- a. Meskipun sistem telah berhasil dibangun dan diuji dengan baik, masih terdapat beberapa hal yang dapat ditingkatkan untuk pengembangan lebih lanjut. Salah satunya adalah penambahan sensor arus atau sensor status MCB untuk memberikan deteksi yang lebih akurat terhadap kondisi trip, tanpa perlu bergantung pada logika program atau pengamatan visual. Selain itu, penggunaan motor servo dengan spesifikasi lebih tinggi dan rangkaian mekanik yang lebih presisi dapat meningkatkan keakuratan dan daya tahan sistem, terutama dalam menghadapi beban kerja yang berulang.
- b. Aspek keamanan juga sebaiknya ditingkatkan, khususnya dalam penataan kabel dan penggunaan enclosure atau wadah pelindung yang sesuai standar instalasi listrik. Di sisi perangkat lunak, aplikasi Blynk dapat dikembangkan dengan fitur notifikasi atau pengingat otomatis yang akan memberi tahu pengguna ketika MCB mengalami trip atau saat sistem membutuhkan perhatian khusus. Dengan pengembangan yang lebih lanjut, alat ini memiliki potensi untuk diterapkan dalam sistem instalasi listrik rumah tangga maupun industri berskala kecil sebagai solusi kontrol dan perlindungan beban listrik berbasis IoT.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abaza, A., Ferrari, S., & Wong, H. K. (2018). Thermal abuse performance of high-power 18650 Li-ion cells. *Journal of Energy Storage*, 18, 278–285.
- Choudhary, A., Verma, R., & Kumar, A. (2021). Design and Analysis of Low-Cost Charging Systems for Lithium-Ion Batteries. *Journal of Power and Energy Engineering*, 9(5), 45–53.
- Components101. (2021, May 27). MT3608 Power Module Overview
- Elprocus. (2020). 5 V Relay Module: Working & Applications
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2015). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions.
- Hidayat, T. (2019). *Elektronika Digital: Teori dan Praktik*. Bandung: Media Ilmu.
- Manthiram, A. (2017). An Outlook on Lithium Ion Battery Technology. *ACS Central Science*, 3(10), 1063–1069.
- Park, H., Kim, J., & Yoon, Y. (2020). Recent advances in cathode materials for lithium-ion batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, 8(6), 2889–2904.
- Patel, K., & Desai, J. (2019). Development of Battery Management System Using TP4056 for IoT Applications. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 3(6), 12–16.
- Petzl, M., Kasper, M., & Danzer, M. A. (2015). Advanced method for lifetime prediction of lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*, 267, 608–613.
- Prasetyo, A. & Hidayat, A. (2019). Pemanfaatan Aplikasi Blynk pada Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh Berbasis ESP8266. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 7(2), 45–52.

- Prasetyo, Y. (2020). Pemanfaatan IoT dalam Kendali Beban Listrik.
- Pratama, A. (2020). Rancang Bangun Sistem Proteksi Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712 dan Arduino Uno. *Jurnal Elektro Terapan*, 8(1), 25–32.
- Rachmadi, D., Setiawan, R., & Ramadhan, A. (2022). Evaluasi Penggunaan Blynk 2.0 dalam Pengembangan Sistem IoT Berbasis Cloud. *Jurnal Sistem Informasi dan Elektronika*, 10(3), 89–96.
- Rahman, A. (2020). *Dasar-dasar Elektronika dan Rangkaian*. Jakarta: Teknologi Media.
- Rahmawati, D., Nugroho, R., & Lestari, P. (2022). Pengendalian Beban Listrik Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor Arus dan Relay. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(3), 33–39.
- Rai, A., Mishra, R., & Tiwari, P. (2020). Lithium Battery Charging Control using TP4056 and Protection Circuit. *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, 8(2), 78–82.
- Santoso, B. (2016). *Instalasi Listrik untuk Bangunan Gedung*. Yogyakarta: Andi.
- Singh, V., & Sharma, A. (2021). Design Considerations for TP4056-Based Charging Modules for Portable Systems. *Microelectronics and Power Systems Journal*, 10(3), 101–107.
- Spingler, F. B., Naumann, M., & Jossen, A. (2021). Capacity Recovery Effect in Commercial LiFePO<sub>4</sub>/Graphite 18650 Cells. *ACS Energy Letters*, 6(9), 3236–3242.
- Sutopo, H., Wibowo, R. A., & Nugroho, A. T. (2022). Implementasi Modul TP4056 sebagai Pengisi Daya Baterai Li-ion untuk Perangkat Portabel. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(1), 33–39.

- Tiwari, P. (2017). Internet of Things using ESP8266. *International Journal of Engineering*.
- Wahyudi, D. (2016). *Proteksi Instalasi Listrik Rumah Tangga*.
- Wahyuni, D., & Nugroho, R.A. (2020). Implementasi Internet of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU dan Blynk untuk Kontrol Perangkat Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 8(1), 23–29.
- Waldmann, T., Wilka, M., Kasper, M., Fleischhammer, M., & Wohlfahrt-Mehrens, M. (2016). Temperature dependent ageing mechanisms in lithium-ion batteries – A Post-Mortem study. *Journal of Power Sources*, 262, 129–135.
- Wibowo, H., & Suryanto, T. (2021). Sistem Monitoring Arus Listrik Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Blynk. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 12(2), 45–51.
- Wibowo, R. (2020). *Teknik Rangkaian Catu Daya dan Konversi Tegangan*. Surabaya: Teknokrat Press.
- Widodo, D. (2020). *Sistem Proteksi Kelistrikan*. Jakarta: PT Teknologi Listrik Indonesia.
- Yulianto, A. (2018). *Penggunaan MCB dalam Rumah Tangga Berdaya Rendah*.
- Yulianto, M. (2021). *Panduan Lengkap Instalasi Listrik Rumah Tinggal*. Jakarta: Pustaka Teknik.

## LAMPIRAN

Kode pogram pada *Arduino IDE* :

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#include <Servo.h>

#define BLYNK_AUTH_TOKEN

"T413Vky1AMwC6y7_hRd18JENIU$LL3m1" // Token dashboard blynk

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;

char ssid[] = "Latern"; // Nama wifi yang digunakan

char pass[] = "latern123"; // Password wifi

Servo myservo_1, myservo_2, myservo_3, myservo_4;

int buzzer = D0;

int saklar_1;

int saklar_2;

int saklar_3;

int saklar_4;

int a = 135;

int b = 135;

int c = 140;

int d = 15;

int e = 0;

int f = 0;
```

```
int g = 0;

int h = 0;

int looping_time = 15;

int cacah = 10;

void setup() {

Serial.begin(9600);

myservo_1.attach(D1,500, 2400);

myservo_2.attach(D2,500, 2400);

myservo_3.attach(D3,500, 2400);

myservo_4.attach(D4,500, 2400);

myservo_1.write(a);

myservo_2.write(b);

myservo_3.write(c);

myservo_4.write(d);

pinMode(buzzer,OUTPUT);

delay(500);

for(int i=0; i<=3; i++){

    digitalWrite(buzzer,HIGH);

    delay(50);

    digitalWrite(buzzer,LOW);

    delay(50);

}
```

```
delay(2000);

Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);

delay(1000);

Blynk.virtualWrite(V0,0);

Blynk.virtualWrite(V1,0);

Blynk.virtualWrite(V2,0);

Blynk.virtualWrite(V3,0);

}

BLYNK_WRITE(V0){

saklar_1 = param.asInt();

}

BLYNK_WRITE(V1){

saklar_2 = param.asInt();

}

BLYNK_WRITE(V2){

saklar_3 = param.asInt();

}

BLYNK_WRITE(V3){

saklar_4 = param.asInt();

}

void loop() {

Blynk.run();

//===== SERVO 1 =====
```

```
if(saklar_1==LOW){  
    a = a + cacah;  
    delay(looping_time);  
    if(a>=135){  
        a=135;  
    }  
    if(a==22){  
        indicat();  
    }  
}  
if(saklar_1==HIGH){  
    a = a - cacah;  
    delay(looping_time);  
    if(a<=12){  
        a=12;  
    }  
    if(a==125){  
        indicat();  
    }  
}  
myservo_1.write(a);  
  
//===== SERVO 2 =====  
  
if(saklar_2==LOW){
```

```
b = b + cacah;

delay(looping_time);

if(b>=135){

b=135;

}

if(b==22){

indicat();

}

}

if(saklar_2==HIGH){

b = b - cacah;

delay(looping_time);

if(b<=12){

b=12;

}

if(b==125){

indicat();

}

}

myservo_2.write(b);

//===== SERVO 3 =====

if(saklar_3==LOW){

c = c + cacah;
```

```
delay(looping_time);

if(c>=140){

c=140;

}

if(c==25){

indicat();

}

}

if(saklar_3==HIGH){

c = c - cacah;

delay(looping_time);

if(c<=15){

c=15;

}

if(c==130){

indicat();

}

}

myservo_3.write(c);

//===== SERVO 4 =====

if(saklar_4==HIGH){

indicat();

for(int d=15; d<=135; d = d + cacah){
```

```
myservo_4.write(d);  
  
delay(looping_time);  
  
}  
  
delay(500);  
  
for(int d=135; d>=15; d = d - cacah){  
  
myservo_4.write(d);  
  
delay(looping_time);  
  
}  
  
saklar_4=LOW;  
  
Blynk.virtualWrite(V3,0);  
  
delay(1000);  
  
}  
  
}  
  
void indicat () {  
  
digitalWrite(buzzer,HIGH);  
  
delay(50);  
  
digitalWrite(buzzer,LOW);  
  
delay(50);  
  
digitalWrite(buzzer,HIGH);  
  
delay(50);  
  
digitalWrite(buzzer,LOW);  
  
delay(50);  
  
}
```