



**TUGAS AKHIR – LI1956404**

**MODUL** **PEMBELAJARAN**  
***PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER***  
**(PLC) BERBASIS ESP32**

**Oleh:**

**Elvira Mulyani**

**NRP. 33112301026**

**Dosen Pembimbing:**

**Muhammad Furqon, M. T. Pembimbing I**

**Aries Alfian Prasetyo, S.Pd., M.Kom. Pembimbing II**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK  
INDUSTRI JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERIMADURA SAMPANG  
2026**



**TUGAS AKHIR – LI1956404**

**MODUL** **PEMBELAJARAN**  
***PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER***  
**(PLC) BERBASIS SP32**

**Oleh:**

**Elvira Mulyani**

**NRP. 33112301026**

**Dosen Pembimbing:**

**Muhammad Furqon, M.T. Pembimbing I**

**Aries Alfian Prasetyo, S.Pd., M.Kom. Pembimbing II**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK**  
**INDUSTRI JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO**  
**POLITEKNIK NEGERIMADURA SAMPANG**  
**2026**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Politeknik Negeri Madura, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi:

Nama : Elvira Mulyani  
NRP : 33112301026  
Program Studi : D3 Teknik Listrik Industri  
Jurusan : Teknologi Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dengan judul “Modul Pembelajaran *Programmable Logic Controller* (PLC) Berbasis Esp32”:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi

pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.

- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang di atas, maka Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Sampang, 1 Juli 2026



**Elvira Mulyani**

**NRP. 33112301034**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**MODUL PEMBELAJARAN *PROGRAMMABLE***  
***LOGIC CONTROLLER (PLC)* BERBASIS ESP32**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.)

Pada  
Jurusan Teknologi Elektro  
Politeknik Negeri Madura

Oleh:  
ELVIRA MULYANI  
NRP. 33112301026

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal, 28 Juli 2026  
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Muhammad Furqon, M.T. .... (Pembimbing I)
2. Aries Alfian Prasetyo, S.Pd., M.Kom. .... (Pembimbing II)
3. Ibrahim Saiful Millah, S. T., M.Sc. .... (Penguji I)
4. Bayu Praharsena, S.ST., M.T. .... (Penguji II)
5. Dimas Panji Eka Jala Putra, S.Kom., M.Kom. .... (Penguji III)
6. Letkol Laut (E) Bagus Irawan, S.T., M.MT. .... (Penguji IV)

Sampang  
28 Juli 2026

# LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Modul Pembelajaran *Programmable Logic Controller*  
(PLC) Berbasis Esp32  
Penulis : Elvira Mulyani  
NRP : 33112301026  
Program Studi : DIII Teknik Listrik Industri  
Jurusan : Teknologi Elektro

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.  
Ditandatangani di Gedung A, Politeknik Negeri Madura.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Aries Alfian Prasetyo, S.Pd., M.Kom.  
NIP. 199103302020121004

Dosen Pembimbing I



Muhammad Furqon, M.T.  
NIP. 199408102024061001

Koordinator Program Studi  
Teknik Listrik Industri



Bayu Praharsena, S.ST., M.T.  
NIP. 199405312019031009

Ketua Jurusan  
Teknologi Elektro



Mohammad Nur, S.Si., M.T.  
NIP. 198605082019031007



**ABSTRAK**



---

## **MODUL PEMBELAJARAN *PROGRAMMABLE* *LOGIC CONTROLLER* (PLC) BERBASIS ESP32**

Nama : Elvira Mulyani  
NRP : 33112301026  
Dosen Pembimbing I : Muhammad Furqon, M.T.  
Dosen Pembimbing II : Aries Alfian Prasetyo, S.Pd., M.Kom.

### **ABSTRAK**

*Programmable Logic Controller* ( PLC ) merupakan perangkat utama dalam system otomasi industry yang banyak digunakan sebagai pengendali proses produksi. Oleh karena itu, pemahaman mengenai PLC menjadi kompetensi penting bagi mahasiswa dibidang teknik, khususnya teknik listrik dan otomasi. Namun, keterbatasan fasilitas pembelajaran serta harga perangkat PLC konvensional yang relative mahal sering menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan modul pembelajaran PLC berbasis mikrokontroller ESP32 sebagai media pembelajarn alternative yang lebih ekonomis dan mudah digunakan. Modul dirancang dengan esp32 sebagai penegendali utama yang deprogram menggunakan software OpenPLC dengan Bahasa

penrograman ladder diagram. Metode penelitian meliputi studi literatur perancnagn perangkat lunak, perakitan modul serta pengujian sistem. Pengujian dilakukan pada beberapa aplikasi dasar PLC, yaitu penegndalian lampu menggunakan pushbutton, control motor DC stat – stop, sistem lampu bergantian, dan simulasi lampu lalu lintas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul pembelajaran PLC berbasis esp32 dapat berfungsi sesuai dengan perancangan dan mampu menjalankan logika control dasar PLC dengan baik. Dengan demikian modul ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran pendukung untuk membantu mahasiswa memahami konsep dasar PLC secara praktis.

**Kata Kunci: PLC, ESP32, Modul Pembelajaran, OpenPLC, Otomasi industry.**



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

***ABSTRACT***



---

**PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)**  
**LEARNIG MODULE BASED ON ESP32**

Nama : Elvira Mulyani  
NRP : 33112301026  
Dosen Pembimbing I : Muhammad Furqon, M.T.  
Dosen Pembimbing II : Aries Alfian Prasetyo, S.Pd., M.Kom.

**ABSTRACT**

*Programmable Logic Controllers (PLCs) are the primary devices in industrial automation systems and are widely used to control production processes. Therefore, understanding PLCs is an essential competency for engineering students, particularly in electrical and automation engineering. However, limited learning facilities and the relatively high cost of conventional PLC devices often hinder practical implementation. This research aims to design and implement an ESP32 microcontroller-based PLC learning module as a more economical and user-friendly learning medium. The module is designed using the ESP32 as the main controller and programmed with OpenPLC software employing the ladder diagram programming*

*language. The research methods included literature review, hardware and software design, module assembly, and system testing. Testing was conducted on several basic PLC applications, including push-button lighting control, DC motor start-stop control, alternating light systems, and traffic light simulation. The test results indicate that the ESP32-based PLC learning module functions as designed and effectively executes basic PLC control logic. Therefore, this module can be used as a supporting learning medium to help students understand basic PLC concepts through practical implementation.*

***Keywords: PLC, ESP32, learning module, OpenPLC, industrial automation.***



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

**KATA PENGANTAR**



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Listrik Industri Jurusan Teknologi Elektro di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis menyusun laporan Tugas Akhir berjudul “Modul Pembelajaran *Programmable Logic Controller* (PLC) Berbasis Esp32”.

Laporan Tugas Akhir ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Laily Ulfiyah, S.T., MT., Direktur Politeknik Negeri Madura .
2. Bapak M. Musta'in, S.T., MT., Wakil Direktur Bidang Akademik.
3. Bapak Mohammad Nur, S.Si., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknologi Elektro

4. Bapak Ibrahim Saiful Millah, S.T., M.Sc. Selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Elektro
5. Bapak Bayu Praharsena, S.ST., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Industri
6. Bapak Muhammad Furqon, M. T. Selaku Pembimbing I
7. Bapak Aries Alfian Prasetyo, S. Pd., M.Kom. Selaku Pembimbing II
8. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Madura
9. Ayah yakni Alm. Ayah subaidi meskipun tidak bias menyaksikan penulis untuk tugas akhir ini tapi selama masa hidupnya saya tidak merasa kekurangan sedikitpun kasih seorang ayah rasa cinta dan kasih sayang ayah yang diberikan besar sehingga penulis selalu mengucapkan terima kasih sudah memberikan saya dukungan dan motivasi hidup semasa hidupnya.
10. Ummik saya yang bernama Rodiya yang telah memberikan kasih sayang serta doa yang terbaik buat penulis agar penulis selalu sukses dan bisa

menjalankan tugas akhir ini sampai selesai. Penulis tidak pernah kekurangan dalam hal apapun, penulis menyampaikan terima kasih sebesar besarnya untuk mama saya yang selalu ada dalam langkah dan proses dalam menjalankan tugas akhir ini, terimakasih banyak atas kasih sayang cinta dukungan yang sudah diberikan oleh mama saya, mungkin kalau tidak ada beliau mungkin saya tidak akan berada diposisi sekarang yang kuliah tanpa memikirkan biaya sedikitpun.

11. Saudara saya yaitu lina, fitri, bela yang selalu memberikan dukungan serta semangat terhadap pennis untuk menjalankan tugas akhir ini sampai selesai.
12. Teman – Teman seperjuangan dari teknik listrik industry Angkatan 12, khususnya kelas TLI 2023 B yang selalu memberikan arahan dan masukan.
13. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri, Elvira Mulyani telah berusaha kuat, bertahan, dan terus berproses dalam menjalani seluruh rangkaian perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Terima kasih karena telah mampu

melewati berbagai tantangan, tekanan, serta proses Panjang yang tidak selalu mudah selama menempuh Pendidikan sarjana. Penulis anagat bangga terhadap diri sendiri karena tetap berusaha, belajar dan tidak menyerah dalam menyelesaikan setiap tahapan yang telah dimulai. Selain itu, terima kasih karena telah memiliki keberanian untuk terus mencoba, berkembang, dan menyelesaikan tanggung jawab akademik hingga akhir. Semoga seluruh proses yang telah dilalui dapat menjadi pengalaman berharga dan motivasi untuk menghadapi langkah selanjutnya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 22 Januari 2026

**Elvira Mulyani**

**NRP. 33112301026**



## DAFTAR ISI



## DAFTAR ISI

|                                                                        |              |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>                               | <b>i</b>     |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>                                          | <b>iii</b>   |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR.....</b>                      | <b>iv</b>    |
| <b>ABSTRAK.....</b>                                                    | <b>v</b>     |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                                   | <b>vii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                            | <b>x</b>     |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                 | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                                               | <b>xiii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                             | <b>xiii</b>  |
| <b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG .....</b>                              | <b>xvii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                           | <b>xviii</b> |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>                                          | <b>1</b>     |
| 1.1 Latar Belakang .....                                               | 1            |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                              | 4            |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                               | 5            |
| 1.4 Tujuan.....                                                        | 5            |
| 1.5 Manfaat.....                                                       | 6            |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                    | <b>7</b>     |
| 2.1 TINJAUAN PUSTAKA.....                                              | 7            |
| 2.2 Landasan Teori.....                                                | 13           |
| 2.2.1 Perencanaan Pengujian Modul Pembelajaran<br>Berbasis Esp32 ..... | 14           |

|                                            |                                                                                 |           |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2                                      | Programmable Logic Controller (PLC) .....                                       | 16        |
| 2.2.3                                      | Esp32 .....                                                                     | 18        |
| 2.2.4                                      | Relay 3V DC .....                                                               | 20        |
| 2.2.5                                      | Lampu Indikator ( <i>pilot lamp</i> ) .....                                     | 21        |
| 2.2.6                                      | Buzzer.....                                                                     | 22        |
| 2.2.7                                      | Push Button .....                                                               | 22        |
| 2.2.8                                      | Power Supply .....                                                              | 25        |
| <b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b> |                                                                                 | <b>27</b> |
| 3.1                                        | Tahapan Penelitian .....                                                        | 27        |
| 3.2                                        | Diagram Alir Penelitian.....                                                    | 28        |
| 3.2.1                                      | <i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat .....                                        | 31        |
| 3.2.2                                      | Blok Diagram Sistem .....                                                       | 33        |
| 3.2.3                                      | <i>Wairing</i> Diagram Sistem .....                                             | 34        |
| 3.2.4                                      | Desain Rancangan Hardware.....                                                  | 47        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   |                                                                                 | <b>48</b> |
| 4.1                                        | Kerja tombol <i>pushbutton</i> menggunakan satu lampu.....                      | 48        |
| 4.2                                        | Kerja tombol start dan tombol stop terhadap pengendalian motor DC.....          | 50        |
| 4.3                                        | Kerja tombol menggunakan satu pushbutton terhadap control lampu bergantian..... | 51        |
| 4.4                                        | Kerja tombol terhadap lampu bergantian berbasis timer 5 detik.....              | 53        |
| 4.5                                        | <i>Traffic Light</i> perempatan dengan lintasan rel kereta api                  | 56        |
| 4.6                                        | Pembahasan .....                                                                | 61        |
| 4.6.1                                      | Keunggulan Modul praktek PLC berbasis esp32                                     | 61        |
| 4.6.2                                      | Tantangan dan solusi .....                                                      | 62        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>     |                                                                                 | <b>65</b> |



|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 5.1 Kesimpulan.....          | 65        |
| 5.2 Saran.....               | 66        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>68</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>        | <b>70</b> |
| <b>BIODATA PENULIS .....</b> | <b>72</b> |



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



**DAFTAR TABEL**



POLTERA



## DAFTAR TABEL

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Perencanaan Pengujian Modul Pembelejaran Berbasis Esp32.....                    | 14 |
| Tabel 4.1 Kerja tombol pushbutton menggunakan satu lampU .....                             | 49 |
| Tabel 4.2 Kerja Tombol start dan tombol stop terhadap pengendalian lampu.....              | 50 |
| Tabel 4.3 Kerja tombol menggunakan satu pushbutton terhadap control lampu bergantian ..... | 52 |
| Tabel 4.4 Kerja tombol terhadap lampu bergantian berbasis timer 5 detik.....               | 54 |
| Tabel 4.5 Traffic Light perempatan dengan lintasan rel kereta api .....                    | 57 |



## DAFTAR GAMBAR



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 programmable logic controller.....                                     | 18 |
| Gambar 2.2 ESP32 .....                                                            | 20 |
| Gambar 2.3 Relay 3v DC .....                                                      | 20 |
| Gambar 2.4 Lampu indicator (pilot lamp) .....                                     | 22 |
| Gambar 2.5 Buzzer.....                                                            | 22 |
| Gambar 2.6 prinsip kerja pushbutton.....                                          | 23 |
| Gambar 2.7 pushbutton.....                                                        | 24 |
| Gambar 2.8 power supply.....                                                      | 25 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....                                          | 28 |
| Gambar 3.2 flowchart sistem kerja alat .....                                      | 33 |
| Gambar 3.3 Blok digram sistem .....                                               | 34 |
| Gambar 3.4 Diagram sistem PCB.....                                                | 35 |
| Gambar 3.5 Kerja tombol terhadap pengendalian lampu .....                         | 37 |
| Gambar 3.6 Kerja tombol dan stop pengendalian motor DC.....                       | 39 |
| Gambar 3.7 Kerja tombol terhadap control lampu .....                              | 41 |
| Gambar 3.8 kerja tombol bergantia berbasis timer.....                             | 43 |
| Gambar 3.9 Trafic light perempatan lintasan rel kereta api.....                   | 45 |
| Gambar 3.10 Desain rancang hardware .....                                         | 47 |
| Gambar 4.1 Kerja tombol pushbutton menggunakan satu lampu.....                    | 49 |
| Gambar 4.2 Kerja tombol start dan tombol stop terhadap penegndalian motor Dc..... | 51 |
| Gambar 4 3 Traffic Light perempatan dengan lintasan rel kereta api .....          | 56 |



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTER



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTER



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTER

## DAFTAR SINGKATAN & LAMBANG



## **DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG**

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| PLC | : <i>Programmable Logic Controller</i> |
| ESP | : <i>Espressif System</i>              |
| I/O | : <i>Input/Output</i>                  |
| LED | : <i>Light Emetting Diode</i>          |
| PCB | : <i>Printed Circuit Board</i>         |



## DAFTAR LAMPIRAN



## **DAFTAR LAMPIRAN**

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Lampiran 2.1 Program Ladder Openplc ..... | 70 |
| Lampiran 2.2 Dokumentasi .....            | 71 |



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

## **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**



---

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomatisasi dalam dunia industri sumber daya manusia yang mampu memahami dan mengoperasikan sistem kontrol modern. Salah satu perangkat yang paling banyak digunakan dalam proses otomatisasi adalah *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC ini berperan penting sebagai pengendali berbagai peralatan industri, mulai dari mesin produksi, sistem transportasi, hingga proses pengemasan. pemahaman tentang PLC menjadi bagian wajib dalam pembelajaran mahasiswa teknik, Terutama di bidang kelistrikan dan otomasi. Sistem kontrol otomatis seperti (PLC) memainkan peran penting dalam mencapai tujuan ini. PLC merupakan sistem pengendali yang sangat digunakan untuk mengatur proses produksi di industri. Kemampuan PLC dalam otomatisasi proses produksi serta kemudahan dalam pemrograman menjadikannya perangkat pengendali yang populer dalam industri berskala besar.

Oleh karena itu pemahaman dan keterampilan praktis dalam pemrograman dan penggunaan PLC menjadi semakin penting bagi para mahasiswa perguruan tinggi di bidang

teknik sebagai pembelajaran untuk pengenalan mengenai PLC. PLC atau yang biasa disingkat dengan PLC, merupakan suatu sistem pengendali yang akan banyak dimanfaatkan untuk mengatur proses produksi disebuah kendalian sistem PLC dalam mendukung otomatisasi proses produksi serta kemudahan dalam melakukan pemrograman perangkat pengendali PLC, menjadikan PLC sebagai perangkat pengendalian yang umum digunakan pada industri berskala besar. Hal ini kemudian dijadikan suatu alasan dari beberapa program studi keteknikan khususnya dibidang elektro sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa.

Namun melihat pentingnya PLC ini, mahasiswa dibidang kelistrikan dan otomasi harus memiliki pemahaman yang baik tentang cara kerja PLC. Mahasiswa perlu belajar mengetahui pembelajaran bagaimana membaca rangkaian logika, mengatur input dan output serta membuat program kontrol dasar. Namun kenyataannya tidak semua kampus memiliki fasilitas PLC karena mahalnya perangkat PLC serta komponen-komponen pendukung seringkali menjadi hambatan dalam proses pengajaran dan pembelajaran PLC. Seperti yang diketahui bahwa PLC yang bermerek OMRON, *Mitsubishi*, *Schneider*, dan *Siemens* biasa digunakan untuk

media pembelajaran di perguruan tinggi yang memiliki harga mahal berkisar Rp. 1.500.000 s.d Rp. 5.000.000 tergantung dari tipe PLC yang digunakan. Dengan harga media pembelajaran yang mahal maka kampus perguruan tinggi membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mempersiapkan media pembelajaran yang memadai. Sehingga proses pembelajaran yang terjadi kurang efektif dan efisien dilakukan karena kekurangan media pembelajaran (PLC).

Untuk mengatasi hal ini, diperlukan solusi yang lebih terjangkau namun tetap mampu mempresentasikan sistem PLC secara efektif. Salah satu pendekatan adalah dengan merancang modul pembelajaran mini PLC menggunakan mikrokontroler ESP32. Pendekatan ini bertujuan untuk menciptakan media pembelajaran yang sesuai untuk praktek pembelajaran di lingkungan perkuliahan. Dengan adanya suatu modul praktek mini PLC berbasis ESP32 dengan tujuan untuk menciptakan media pembelajaran yang layak digunakan dalam praktek pembelajaran pada mahasiswa. yang mana pada penelitian ini *software* yang digunakan untuk memprogram ESP32 (yang dijadikan sebagai PLC) menggunakan *software* OpenPLC, sehingga memungkinkan proses pembelajaran PLC dengan lebih mudah. Keberadaan

modul ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan keterampilan praktis dan pemahaman mendalam mengenai aplikasi PLC dalam otomasi industri. Selain itu, pentingnya adanya *software* yang mudah dipahami dan dipelajari dalam pemrograman ladder diagram.

Dengan demikian, proses pembelajaran dapat menjadi lebih efisien dan lebih mudah dimengerti oleh para mahasiswa/mahasiswi. Semoga dengan adanya modul pembelajaran ini, keterampilan dan pemahaman Mahasiswa/Mahasiswi terhadap PLC dapat terus berkembang untuk mendukung kebutuhan industri masa depan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Untuk memudahkan penyusunan proposal Tugas Akhir maka penulis membuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang modul pembelajaran PLC berbasis mikrokontroller menggunakan Esp32?
2. Bagaimana cara melakukan pengujian sistem dengan menggunakan pemrograman *software* OpenPLC?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah ditentukan agar Tugas Akhir ini dapat lebih terarah dan selaras sehingga tujuan yang diinginkan dapat tercapai. Berikut merupakan beberapa batasan masalah diantaranya:

1. Hanya digunakan dalam media pembelajaran mahasiswa khususnya dibidang keteknikan dan kelistrikan.
2. Penerapan uji coba PLC berbasis mikrokontroller esp32 difokuskan pada dasar PLC, rangkaian lampu, lalu lintas, dan control motor sederhana.

### 1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dari Tugas Akhir, maka tujuan dari pembuatan prototipe ini yaitu:

1. Meciptakan modul pembelajaran PLC berbasis mikrokontroller esp32 dengan haraga terjangkau dan dapat digunakan untuk pembelajaran mahasiswa
2. Membantu mahasiswa agar dapat mudah memahami pemrograman dasar – dasar PLC dengan mengguanakn *software* OpenPLC

## **1.5 Manfaat**

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari pembuatan Alat Tugas Akhir ini yaitu:

### **1. Manfaat untuk mahasiswa**

Dapat digunakan sebagai media pembelajaran tentang cara bagaimana belajar PLC menggunakan mikrokontroller

### **2. Manfaat untuk perguruan tinggi**

Menjadi media pembelajaran alternative ketika fasilitas PLC asli terbatas dan harganya terjangkau.



## **BAB II**

## **TINJAUAN PUSTAKA**



---

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Pada Penelitian yang dilakukan oleh Huda, M. N., Zuhrie, M. S., Kholis, N., dan Rusimamto, P. W. (2025) yang berjudul “Rancang Bangun Kit Mikrokontroler ESP32 Berbasis IoT sebagai Media Pembelajaran pada Elemen Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler di SMKN 7 Surabaya”. Pada pembahasan jurnal ini yaitu mendukung proses praktikum pemrograman mikrokontroler di lingkungan SMK. Kit ini memuat berbagai komponen seperti ESP32 DevKit V1, sensor DHT11, HC-SR04, push button, serta aktuator berupa *buzzer*, LED, motor servo, motor DC, relay, dan LCD I2C. Kit tersebut divalidasi menggunakan metode R&D dan menunjukkan tingkat validitas sebesar 89,44% serta kepraktisan sebesar 82,33%, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif dan aplikatif bagi peserta didik. Persamaan dengan penelitian ini yaitu sama – sama merancang modul untuk digunakan dalam media pembelajaran agar dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam bidang otomasi. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu

sama – sama menggunakan mikrokontroller ESP32 sebagai alat utamanya tapi dengan berbasis IoT sebagai media penguatan kompetensi programnya sedangkan pada penelitian ini tidak menggunakan IoT tapi hanya focus pada untuk pembuatan PLC menggunakan ESP32 . [1]

Pada penelitian yang dilakukan oleh Paris Ali Topan, Indra Darmawan yang berjudul “Desain perangkat praktikum *Programmable Logic Controller* (PLC) Berbasis Arduino Nano” (2020) Pada Penelitian ini berisi tentang mencoba untuk mendesain suatu perangkat simulator PLC yang terjangkau dengan hanya memanfaatkan Arduino Nano sebagai microprocessor dan Outseal PLC sebagai editor untuk pemrograman PLC berbasis Ladder Diagram, perangkat simulator ini berhasil dibuat pada sebuah Printed Circuit Board professional. Persamaan dengan penelitian ini adalah tujuan pembuatan penelitian ini yaitu membuat modul praktek yang murah dan terjangkau serta dapat digunakan dalam pembelajaran praktek. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu Software yang digunakan menggunakan PLC Outsale editor sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan OpenPLC dan mikrokontroller yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Arduino

Nano sebagai simulator PLC sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan ESP32. [2]

Pada penelitian yang dilakukan Moch Zakariyah Abdillah, M. Z., Baskoro, F., Zuhrie, M.S., dan Kholis, N. (2024) yang berjudul “Pengembangan Trainer Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbais IoT 7 Bluetooth di SMKN 2 Surabaya” penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berupa trainer mikrokontroler ESP32 yang digunakan sebagai media pendukung praktikum pada mata Pelajaran programan dan aplikasi mikrokontroler ditingkat SMK, trainer yang dikembangkan dilengkapi dengan berbagai komponen input dan output seperti sensor LDR, DHT11, RTC, RIFC, pushbutton, serta aktuator berupa LED, buzzer, motor servo, relay. Selain itu trainer ini terintegrasi dengan teknologi IoT dan Bluetooth melalui aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE dan menunjukkan hasil validitas sebesar 93%, kepraktisan sebesar 91,1%, serta hasil belajar siswa yang melampaui nilai KKM, sehingga trainer dinyatakan layak, praktis, dan efektif digunakan sebagai

media pembelajaran. Perbedaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian ini terletak pada pendekatan sistem yang dikembangkan. Penelitian Abdillah dkk. menitikberatkan pada penerapan Internet of Things (IoT) dan Bluetooth sebagai media komunikasi dan kontrol sistem, sehingga peserta didik diperkenalkan pada konsep konektivitas dan sistem berbasis jaringan. Sementara itu, penelitian ini tidak berfokus pada IoT, melainkan lebih diarahkan pada perancangan dan implementasi PLC berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran sistem kontrol industri, sehingga lebih menekankan pada logika kontrol dan prinsip kerja PLC. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu sama-sama mengembangkan media pembelajaran berbasis mikrokontroler ESP32 yang ditujukan untuk menunjang kegiatan praktikum dan meningkatkan pemahaman peserta didik dalam bidang pemrograman, otomasi, dan sistem kontrol. Keduanya juga berfokus pada penggunaan trainer atau modul sebagai sarana pembelajaran yang bersifat aplikatif dan mendukung kompetensi peserta didik sesuai kebutuhan dunia industry.

[3]

Pada penelitian yang dilakukan oleh Qory Hidayati

dkk. (2017) dengan judul “Desain Model dan Simulasi PLC-Mikrokontroler sebagai Modul Pembelajaran Berbasis PLC”, jurnal ini membahas perancangan PLC trainer berbasis mikrokontroler Arduino Uno sebagai media pembelajaran PLC yang bertujuan menekan biaya penggunaan PLC industri. Trainer dirancang dengan modul input–output seperti saklar, LED, motor DC, buzzer, seven segment, serta simulasi lampu lalu lintas, dan diprogram menggunakan ladder diagram melalui *software* LDmicro. Penelitian ini menyimpulkan bahwa mikrokontroler dapat digunakan sebagai pengganti PLC konvensional untuk pembelajaran dasar. Persamaannya dengan tugas akhir Modul Pembelajaran PLC Berbasis ESP32 adalah sama-sama mengembangkan modul pembelajaran PLC berbasis mikrokontroler, menggunakan konsep input–output dan logika ladder, serta ditujukan untuk keperluan edukasi. Perbedaannya terletak pada platform dan pengembangan teknologi, di mana jurnal menggunakan Arduino Uno dengan fungsi PLC dasar tanpa konektivitas jaringan, sedangkan tugas akhir menggunakan ESP32 yang memiliki Wi-Fi/Bluetooth sehingga lebih mendukung PLC berbasis IoT dan kebutuhan otomasi industri modern. [4]

Pada Jurnal yang berjudul “Rancang Bangun Alat Training Kit Berbasis Mikrokontroler dan IoT Menggunakan Aplikasi Blynk” karya Rachelia Anjani dkk. membahas tentang perancangan dan implementasi training kit mikrokontroler berbasis IoT yang menggunakan Arduino Uno dan ESP32 sebagai pengendali utama. Training kit ini dirancang sebagai media pembelajaran praktikum untuk memahami konsep input–output, sensor, aktuator, serta monitoring dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Sistem ini memanfaatkan berbagai sensor seperti ultrasonik, RFID, DHT11, DS18B20, serta relay untuk simulasi kontrol peralatan listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik, baik dari sisi fungsi hardware maupun kualitas jaringan sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis IoT Manuskrip (1). Persamaan jurnal tersebut dengan tugas akhir Modul Pembelajaran PLC Berbasis ESP32 terletak pada tujuan yang sama, yaitu mengembangkan modul atau trainer pembelajaran berbasis mikrokontroler sebagai alternatif media pembelajaran sistem kendali. Keduanya sama-sama menggunakan ESP32, menerapkan konsep input dan output, serta ditujukan untuk

meningkatkan pemahaman praktikum mahasiswa/siswa dalam bidang otomasi dan sistem kendali modern. Selain itu, keduanya juga mendukung pendekatan pembelajaran berbasis teknologi terkini yang relevan dengan kebutuhan industri. Perbedaannya terletak pada fokus sistem dan pendekatan pembelajaran. Jurnal ini lebih menekankan pada pembelajaran mikrokontroler dan IoT dengan pemrograman berbasis bahasa C dan aplikasi Blynk, tanpa menerapkan konsep PLC dan ladder diagram secara spesifik. Sementara itu, tugas akhir Modul Pembelajaran PLC Berbasis ESP32 berfokus pada implementasi konsep PLC, seperti logika kontrol industri, ladder diagram, dan simulasi sistem PLC, dengan ESP32 sebagai pengganti PLC konvensional. Dengan demikian, tugas akhir memiliki kontribusi yang lebih spesifik pada pembelajaran PLC, sedangkan jurnal lebih umum pada training kit mikrokontroler berbasis IoT.

[5]

## **2.2 Landasan Teori**

Pada bagian ini berisi tentang dasar teori yang akan digunakan sebagai dasar dan acuan untuk mendukung kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini :

## 2.2.1 Perencanaan Pengujian Modul Pembelajaran Berbasis Esp32

Pada tahap ini, untuk mengetahui puncak keberhasilan dan implementasi modul pembelajarn PLC berbasis esp32 yaitu dengan menggunakan beberapa pengujian sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Perencanaan Pengujian Modul Pembelejaraan Berbasis Esp32

| No | Nama Pengujian                                                    | Tujuan Pengujian                                                                                 | Prinsip Kerja                                                                                                                                     | Indikator Keberhasilan                                                              | Hasil yang diharapkan                                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Kerja tombol pushbutton terhadap pengendalian lampu               | Menguji kinerja tombol dalam mengendalikan lampu ON/OFF                                          | Tombol ditekan pertama kali – lampu hidup - ketika tombol ditekan kedua kalinya maka lampu akan mati                                              | Lampu menyala saat ditekan pertama lampu mati saat ditekan kedua kalinya            | Satu tombol dapat berfungsi sebagai saklar ON/OFF secara stabil dan sesuai perintah.                                    |
| 2. | Kerja tombol start dan tombol stop terhadap pengendalian motor DC | Menguji kinerja tombol start dan tombol stop dalam mengendalikan kondisi hidup dan mati motor DC | Tombol start ditekan sistem memproses sinyal input – motor DC menyala, tombol stop ditekan sistem memproses sinyal input untuk mematikan motor DC | Motor DC hidup saat tombol start ditekan dan motor DC mati saat tombol stop ditekan | Dua tombol dapat berfungsi dengan baik sebagai kontrol start dan stop motor DC secara stabil dan sesuai dengan perintah |
| 3. | Kerja tombol terhadap kontrol lampu                               | Mengetahui kinerja satu tombol dalam mengendalikan                                               | Tombol ditekan – sistem aktif lampu merah hidup lampu                                                                                             | Lampu hidup secara bergantian sesuai dengan urutan merah-                           | Satu tombol dapat berfungsi sebagai pengendali                                                                          |

|    |                                                                         |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | bergantian                                                              | kan<br>penyalan<br>tiga lampu<br>secara<br>bergantian                                                                                                                                        | lain mati,<br>setelah waktu<br>tertentu lampu<br>merah mati<br>dan berganti<br>ke lampu<br>hijau yang<br>hidup,<br>kemudian<br>lampu orange<br>hidup lampu<br>hijau mati,<br>secara<br>berurutan,<br>ketika tombol<br>yang sama<br>ditekan<br>kembali maka<br>sistem atau<br>semua lampu<br>akan mati. | hijau-orange<br>dn seluruh<br>lampu mati<br>saat tombol<br>ditekan<br>kembali.                                                                                            | lampu<br>bergantian<br>dan pemutus<br>seluruh<br>lampu<br>secara stabil<br>dan sesuai<br>perintah                                                           |
| 4. | Kerja<br>tombol<br>terhadap<br>lampu<br>bergantian<br>berbasis<br>timer | Pengujian<br>kinerja<br>sistem<br>dalam<br>mengendali<br>kan hidup<br>dan matinya<br>lampu<br>secara<br>bergantian<br>menggunakan<br>pengaturan<br>waktu 3<br>detik<br>dengan satu<br>tombol | Tombol<br>ditekan<br>selama 3 detik<br>– sistem aktif<br>– lampu<br>menyala<br>secara<br>bergantian<br>masing-<br>masing<br>menggunakan<br>waktu 3 detik<br>– tombol yang<br>sama ditekan<br>selama 3 detik<br>– sistem<br>nonaktif<br>seluruh lampu<br>mati                                           | Lampu<br>menyala<br>secara<br>bergantian<br>sesuai urutan<br>dengan durasi<br>3 detik dan<br>seluruh lampu<br>mati saat<br>tombol<br>ditekan<br>kembali<br>selama 3 detik | Satu tombol<br>mampu<br>mengendali<br>kan hidup<br>atau mati<br>lampu<br>bergantian<br>berbasis<br>timer secara<br>stabil dan<br>sesuai<br>perancangan<br>. |
| 5. | <i>Traffic<br/>Light</i><br>perempatan<br>dengan                        | Mengetahui<br>kinerja<br>sistem<br>dalam                                                                                                                                                     | Lampu lalu<br>lintas menyala<br>bergantian<br>sesuai urutan                                                                                                                                                                                                                                            | Setiap arah<br>jalan<br>mendapatkan<br>giliran lampu                                                                                                                      | Sistem<br>mampu<br>mengatur<br>arus lalu                                                                                                                    |

|  |                     |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                     |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | lintasan kereta api | mengatur lampu lalu lintas secara bergantian pada kondisi normal, dan fungsi buzzer sebagai tanda peringatan tambahan dan setelah itu sistem kembali ke mode normal setelah kereta api melintas | yang telah ditentukan arah selatan dan timur merah, arah utara hijau, arah barat kuning kemudian berganti ke arah lainnya berdasarkan waktu yang ditelaah diatur, ketika kereta api akan melintas seluruh lampu akan otomatis menjadi merah buzzer akan aktif sebagai penanda bahwa kereta api akan melintas, setelah kereta api melintas buzzer mati dan lampu lalu lintas kembali ke siklus normal. | hijau, merah, kuning sesuai durasi yang ditentukan, dan pada saat kereta api akan melintas lampu otomatis menjadi merah dan sebagai penanda selama buzzer aktif, lampu kembali hidup secara bergantian sesuai urutan awal. | lintas secara teratur dan berurutan, dan kendaraan akan sepenuhnya berhenti melintas pada saat kereta api melintas sebagai penandanya yaitu buzzer, dan sistem akan beroperasi normal ketika kereta api sudah lewat |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2.2.2 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC adalah singkatan dari "*Programmable Logic Controller*" atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai "Kontroler Logika Terprogram". PLC adalah suatu perangkat elektronik yang digunakan untuk mengendalikan proses

otomatis dalam berbagai aplikasi industri. Fungsi utama PLC adalah menerima input dari sensor atau perangkat masukan, memproses informasi tersebut sesuai dengan program yang telah diprogram oleh pengguna, dan kemudian menghasilkan output untuk mengendalikan perangkat keluaran seperti motor, valve, atau lampu. Pada penelitian ini bertujuan membuat produk *Programmable Logic Controller* (PLC) dengan menggunakan mikrokontroller yang bertujuan untuk dapat mudah mendapatkan PLC yang murah dan terjangkau. Dimana pada penelitian ini membuat mini PLC atau PLC sederhana yang dibuat menggunakan ESP32 untuk menjadi solusi terhadap media pembelajaran untuk mahasiswa yang dimana menjadi penghalang dan penghambat karena mahalnya PLC, oleh karena itu tujuan penelitian ini membuat mini PLC atau bisa disebut PLC sederhana untuk menyalurkan media pembelajaran yang murah dan mudah yang dapat digunakan untuk pembelajaran khususnya dibidang bahasa pemrograman ladder.



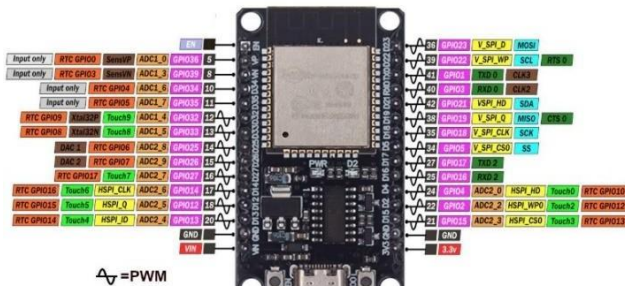
*Gambar 2.1 programmable logic controller*

### 2.2.3 Esp32

*Espressif System* (ESP32) memperkenalkan teknologi baru sebagai penerus ESP8266 adalah ESP32 dengan biaya rendah, daya system yang rendah pada chip mikrokontroler dengan terintegrasi Wi-Fi, kemampuan mode Bluetooth ganda dan lebih fleksibel dikarenakan hemat daya. ESP32 cocok digunakan untuk pengaplikasian Internet Of Things ternyata sebagai pilihan yang dapat diandalkan di lingkungan industri karena rentang suhu operasi yang luas. ESP32 dapat bertindak secara mandiri yang lengkap dan bisa juga bertindak sebagai perangkat pendukung.

ESP32 yang digunakan sebagai PLC (*Programmable Logic Controller*) menggabungkan kemampuan mikrokontroler ESP32 dengan konsep dasar dari PLC tradisional. Ada beberapa dasar teori yang relevan untuk penggunaan ESP32 sebagai PLC karena input ESP32 dapat

menghubungkan berbagai sensor sebagai input, seperti sensor suhu, sensor kelembaban, sensor gerak (PIR), dan sensor lainnya. Input ini diterima melalui pin GPIO ESP32 atau melalui antarmuka seperti I2C, SPI, atau UART. Dan output ESP32 juga dapat mengontrol aktuator seperti relay, motor DC, solenoid, dan perangkat lainnya sebagai respons terhadap kondisi input. Hal ini dilakukan dengan mengendalikan pin GPIO atau menggunakan modul eksternal seperti modul relay. Tujuan awal menggunakan mikrokontroler ESP32 yaitu karena dapat digunakan dengan bahasa pemrograman ladder yang juga sering digunakan PLC pada umumnya. Dengan memanfaatkan kemampuan ini, ESP32 sebagai PLC memberikan solusi yang fleksibel dan terintegrasi untuk aplikasi kontrol otomatis dan sistem sebagai mikrokontroler dan pentingnya untuk merancang perangkat lunak dengan mempertimbangkan kebutuhan aplikasi spesifik serta memastikan integrasi yang tepat dengan perangkat keras dan lingkungan operasional yang diinginkan.



Gambar 2.2 ESP32

Sumber: es.co.th <https://share.google/D5AmFiRKWVFEnxLad>

## 2.2.4 Relay 3V DC



Gambar 2.3 Relay 3v DC

Relay 3V DC adalah komponen elektromekanis yang berfungsi sebagai sakelar (switch) yang dikendalikan oleh tegangan sebesar 3 volt DC. Relay memungkinkan sinyal bertegangan rendah dari mikrokontroler, seperti ESP32 atau Arduino, untuk mengendalikan beban yang membutuhkan

tegangan atau arus yang lebih besar tanpa terhubung secara langsung.

Pada saat kumparan (coil) relay diberi tegangan 3V DC, medan magnet akan terbentuk sehingga kontak relay berubah posisi. Perubahan posisi kontak tersebut akan menghubungkan atau memutus aliran listrik menuju beban, seperti lampu, motor, kipas, atau perangkat listrik lainnya, relay 3V DC berfungsi sebagai aktuator keluaran (output). Relay menerima sinyal dari ESP32 kemudian menghubungkan atau memutus aliran listrik ke beban, seperti lampu indikator, buzzer, atau perangkat lain yang digunakan dalam proses pengujian. Dengan adanya relay, ESP32 dapat mengendalikan beban yang memiliki kebutuhan arus lebih besar secara aman tanpa membebani pin output mikrokontroler.

### **2.2.5 Lampu Indikator (*pilot lamp*)**

*Pilot lamp* adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika pilot lamp ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada rangkaian modul tersebut. Prinsip kerja pilot lamp yaitu Pilot lamp bekerja ketika ada tegangan masuk (Phase - Netral) dengan menyalanya sebuah lampu atau led pada pilot lamp. Terdapat diameter lubang

yang bisa disesuaikan pada pilot lamp seperti 16mm, 22 mm, 25 mm, 30 mm, 30,5 mm.



*Gambar 2.4 Lampu indicator (pilot lamp)*

<https://www.industryshop.id/product/pilot-lamp-dv-22mm-ad22b-22smd/>

### **2.2.6 Buzzer**



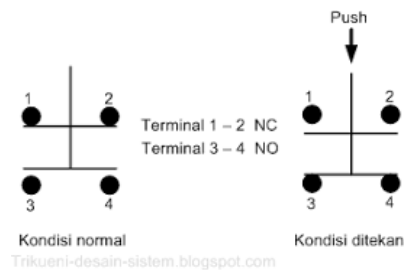
*Gambar 2.5 Buzzer*

[https://www.indiamart.com/proddetail/buzzer-with-indicator-6571791912.html?srltid=AfmBOopv4jvXc9zEuHOTHtvDAKe\\_0hPv6id9bLrLBROa4DZveVVgB](https://www.indiamart.com/proddetail/buzzer-with-indicator-6571791912.html?srltid=AfmBOopv4jvXc9zEuHOTHtvDAKe_0hPv6id9bLrLBROa4DZveVVgB) T0  
y

### **2.2.7 Push Button**

*Push Button* adalah saklar tekan yang berfungsi

sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber ke beban listrik. Sistem saklar tekan push button biasanya terdiri dari beberapa komponen, termasuk saklar tekan untuk memulai (*start*), menghentikan (*stop/reset*), dan keadaan darurat (*emergency*). *Push button* dilengkapi dengan dua jenis kontak, yaitu NC (*normally close*) dan NO (*normally open*), yang memungkinkan pengendalian sirkuit listrik. Karena cara kerjanya yang langsung dan tidak terkunci, serta kemudahannya dioperasikan oleh operator, push button switch menjadi perangkat utama yang sering digunakan untuk memulai dan mengakhiri operasi mesin di industri. Tidak peduli seberapa canggih sebuah mesin, sistem kerjanya hampir selalu melibatkan penggunaan saklar seperti push button atau perangkat sejenis yang mengatur kondisi On dan Off. Prinsip kerja push button ini dapat dipahami lebih jelas melalui ilustrasi atau gambar yang menyertainya.



*Gambar 2.6 prinsip kerja pushbutton*

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*):

- NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem *circuit* (*Push Button ON*), NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem *circuit* (*Push Button Off*).



*Gambar 2.7 pushbutton*

### 2.2.8 Power Supply

*Power supply* adalah perangkat yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik ke komponen – komponen pada PLC, power supply ini sangat penting dalam mengubah input tegangan AC ( arus bolak balik ) menjadi tegangan DC ( Searah )



*Gambar 2.8 power supply*

<https://share.google/O2kobvdVX6NqzrOz>



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**



---

## BAB III

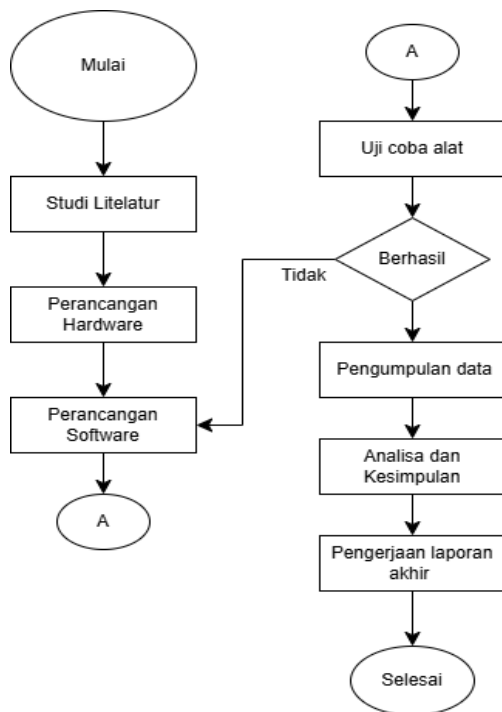
### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dikerjakan pada tugas akhir ini yaitu dengan membuat Modul Pembelajaran PLC berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran pada Mahasiswa. Oleh karena itu diperlukan komponen-komponen seperti ESP32, *pilot lamp*, *push button*, *buzzer*, motor DC dan lain-lain yang dapat digunakan dalam satu modul praktek yang dibuat. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan antara lain sebagai berikut:

1. Mencari referensi dari studi literatur
2. Menentukan jenis komponen yang dibutuhkan seperti mikrokontroler yang digunakan, dan komponen seperti *pilot lamp*, *pushbutton*, dan lain – lain untuk menyesuaikan ukuran lubang diameter pada modul yang dipasangkan.
3. Perencanaan dan perakitan seluruh rangkaian *hardware*
4. Perencanaan pembuatan dan pengujian *software*
5. Melakukan pengujian pada sistem untuk mengetahui berhasil atau tidak.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

#### 1. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Dalam tahap ini penelitian pertama yaitu melakukan identifikasi masalah apa yang akan dilakukan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini seperti masalah yang akan diuji coba atau lainnya.

#### 2. Studi Literatur

Dari tahap ini peneliti melakukan literatur Dimana dalam tahap ini yaitu mencari dan *meriview* beberapa

refrensi yang dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan modul pembelajaran berbasis esp32 ini, seperti komponen apa saja yang bisa digunakan untuk dijadikan PLC, Arduino atau esp32, serta prinsip kerja dari ESP32 menjadi PLC, Tujuan dari tahap ini adalah memahami dasar teori atau mekanisme dan bagaimana membuat PLC sendiri dengan menggunakan ESP32.

### 3. Perancangan *Hardware*

Kemudian tahap selanjutnya yaitu menyiapkan bahan dan alat seperti desain hardware, ESSP32, PCB, relay, push button, pilot lamp, buzzer dan sebagainya. Lalu ditahap ini melakukan perakitan hardware yaitu perakitan komponen dan menentukan posisi letak komponen yang akan di pasangakan serta mengukur diameter masing-masing komponen agar mengetahui peletakan dan lubang pada akrilik yang akan di cutting.

### 4. Perancangan *Software*

Pada tahap ini perancangan *software* yaitu mendownload aplikasi software OpenPLC dan membuat program dengan menggunakan Bahasa ladder diagram yang nantinya akan digunakan untuk

menguji alat. Jika pengujian software dan program sesuai dengan keinginan maka dapat melakukan Langkah selanjutnya yaitu tahap pengujian pada sistem.

5. Uji coba alat

Selanjutnya pada tahap ini yaitu melakukan pengujian pada sistem secara keseluruhan dimana pada pengujian ini sudah benar untuk melakukan pengujian menjadi modul praktek, apabila pengujian pada sistem sudah selesai dengan tujuannya maka dapat dilakukan tahap selanjutnya yaitu analisis dan kesimpulan.

6. Pengumpulan Data

Setelah seluruh tahapan pengujian alat selesai dilaksanakan dan modul pembelajaran dinyatakan berfungsi sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan, proses selanjutnya adalah pengambilan data. Tahap pengambilan data dilakukan dengan melaksanakan serangkaian uji coba pada alat berdasarkan pengujian yang telah dirancang sebelumnya. Setiap uji coba dilakukan secara sistematis untuk memperoleh data yang akurat dan relevan terkait kinerja modul.

Data yang diperoleh dari hasil uji coba tersebut kemudian dicatat dan dikumpulkan sebagai bahan evaluasi. Selanjutnya, seluruh data hasil pengujian diolah dan disusun secara terstruktur untuk dianalisis, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penarikan kesimpulan mengenai kinerja dan kelayakan modul pembelajaran yang telah dirancang.

#### 7. Analisa dan kesimpulan

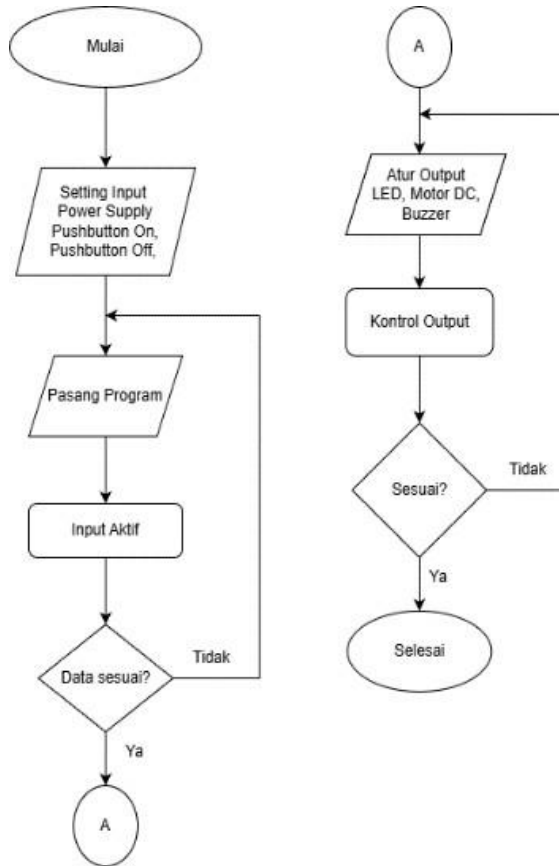
Setelah data hasil pengujian modul pembelajaran diperoleh, tahap selanjutnya adalah analisa data. Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan dianalisis secara sistematis untuk mengetahui kinerja dan kesesuaian modul dengan perancangan yang telah ditetapkan. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam penarikan kesimpulan mengenai keberhasilan pelaksanaan tugas akhir ini.

### 3.2.1 *Flowchart Sistem Kerja Alat*

Pada Gambar 3.2.2 ditampilkan flowchart sistem kerja alat yang memberikan gambaran umum mengenai tahapan-tahapan dalam perancangan modul pembelajaran PLC berbasis ESP32. Proses diawali dengan melakukan setting input, di mana seluruh perangkat input disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Setelah setting input selesai dan

dinyatakan sesuai, tahap berikutnya adalah memasukkan atau pasang program untuk mengaktifkan proses input. Dan Ketika input tersebut aktif sesuai dengan perintah Selanjutnya dilakukan pemeriksaan terhadap data input yang dihasilkan untuk memastikan kesesuaiannya dengan perancangan. Apabila data yang diperoleh belum sesuai, maka dilakukan penyesuaian dengan mengubah atau memasang ulang program diinginkan.

Setelah proses input berjalan dengan baik, tahapan berikutnya dilanjutkan dengan pengaturan output sesuai dengan fungsi yang akan dikendalikan. *Output* yang telah diatur kemudian diuji melalui proses kontrol untuk memastikan bahwa keluaran sistem bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan. Jika hasil kontrol output belum sesuai, maka dilakukan pengaturan ulang pada bagian atur *output* hingga sistem dapat berfungsi dengan benar. Apabila seluruh proses input dan output telah berjalan sesuai dengan perancangan dan perintah yang ditetapkan, maka modul pembelajaran dinyatakan berhasil dan siap digunakan sebagai media pembelajaran.

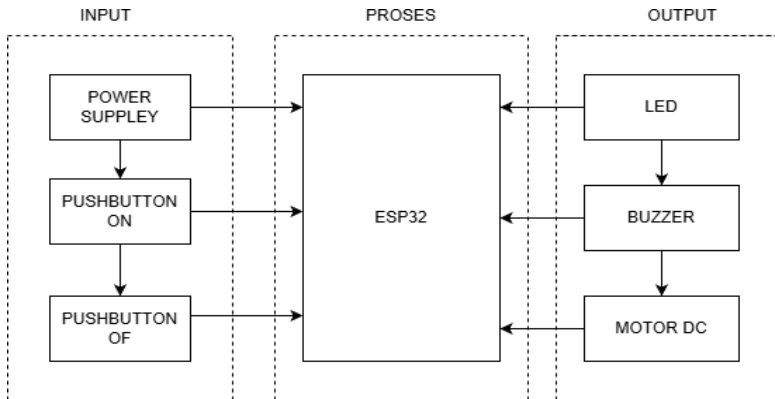


Gambar 3.2 flowchart sistem kerja alat

### 3.2.2 Blok Diagram Sistem

Dengan blok diagram sistem yang ada pada Gambar 3.2.2 dapat diketahui bahwa ESP32 bertindak sebagai otak utama untuk mengelola data dan sebagai otak utama untuk digantikannya PLC. Setelah itu mengontrol seluruh output dan input berdasarkan logika yang sudah terprogram, yaitu

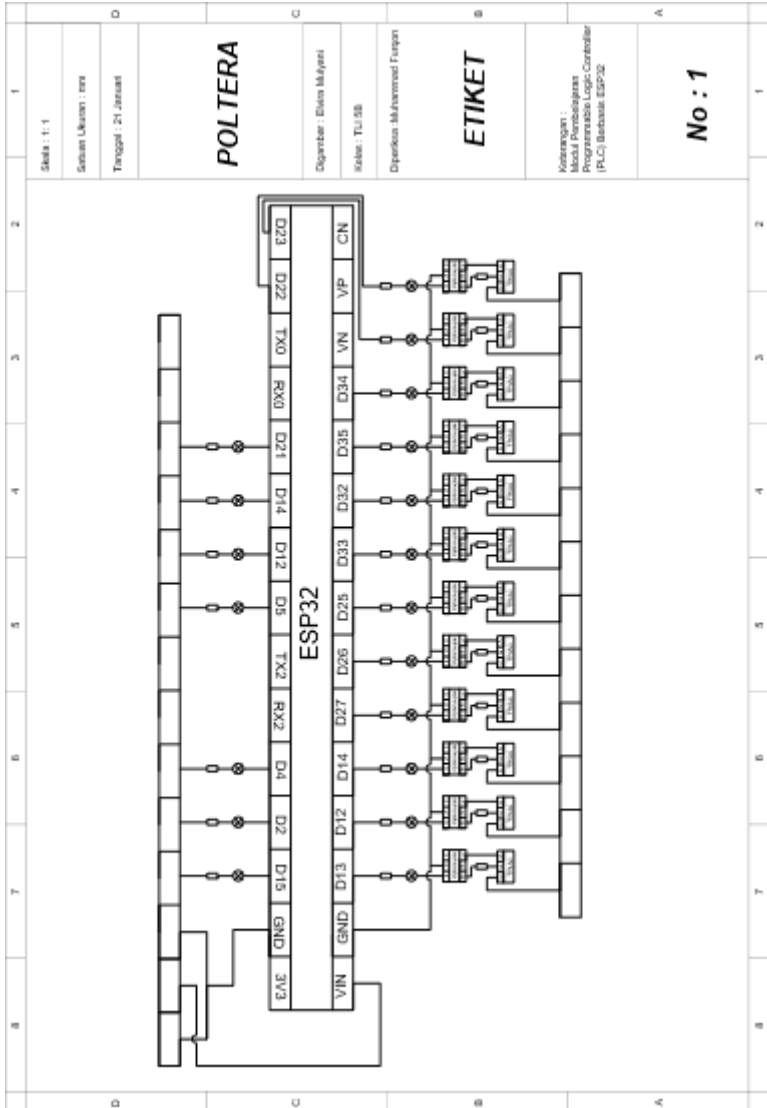
dengan menyalakan / mematikan seluruh input atau outpurnya, Ketika input disetting seperti ( power supply, *pushbutton on*, *pushbutton of* ) sesuai maka input tersebut mengirimkan data melalui esp32 untuk menghidupkan outpurnya ( LED, *Buzzer*, Motor DC, Relay).



Gambar 3.3 Blok diagram sistem

### 3.2.3 Wairing Diagram Sistem

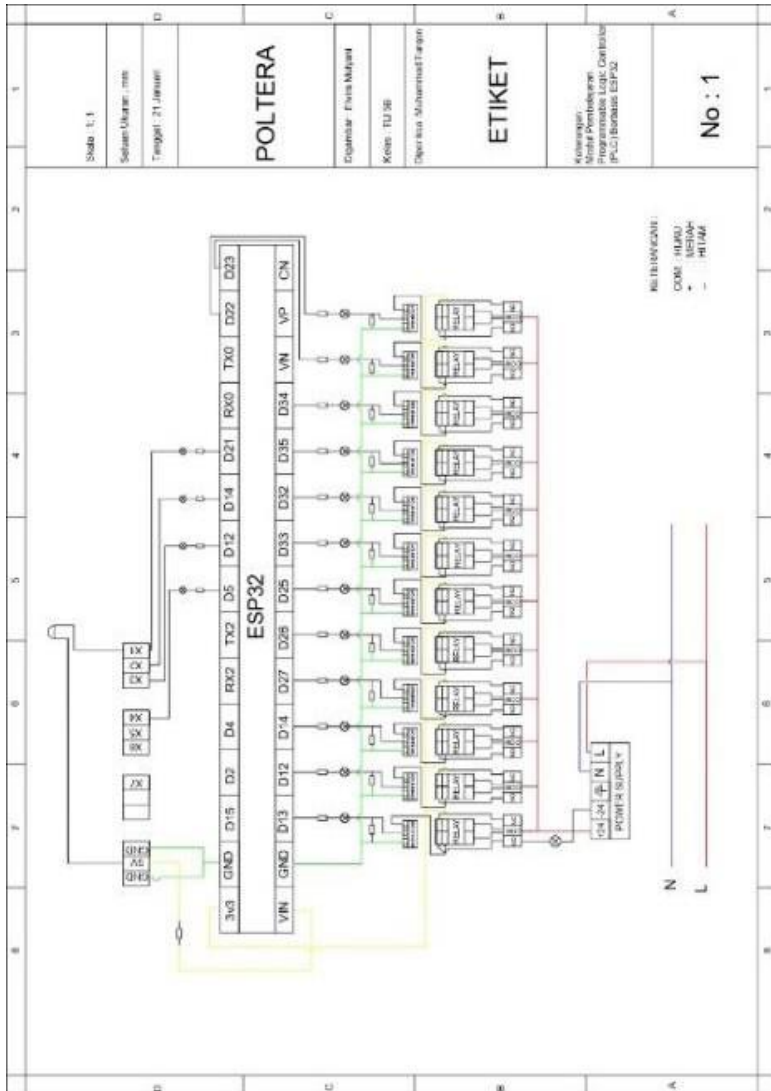
## 1. Diagram Sistem PCB



*Gambar 3. 4 Diagram sistem PCB*

Pada gambar 3.4 Daigarm sistem PCB. Cara kerja sistem dimulai ketika tombol input ditekan, kemudian sinyal dari tombol akan dibaca dan diproses oleh ESP32 sesuai dengan program ladder yang telah dibuat menggunakan OpenPLC. Setelah logika pada program terpenuhi, ESP32 akan mengeluarkan sinyal HIGH pada pin output. Sinyal HIGH tersebut diteruskan ke transistor yang berfungsi sebagai rangkaian penggerak (driver) relay. Ketika transistor menerima sinyal HIGH dari ESP32, transistor akan aktif sehingga arus dapat mengalir ke kumparan (coil) relay. Akibatnya, kontak relay NO (*Normally Open*) berubah menjadi terhubung atau aktif. Relay yang telah aktif kemudian akan mengalirkan tegangan ke beban yang digunakan, seperti lampu, motor DC, atau *buzzer*, sehingga beban dapat bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan. Sebaliknya, ketika tombol tidak ditekan atau logika program tidak terpenuhi, ESP32 akan mengeluarkan sinyal LOW sehingga transistor dan relay menjadi tidak aktif. Kontak relay kembali ke kondisi semula dan aliran listrik menuju beban terputus, sehingga seluruh output akan mati.

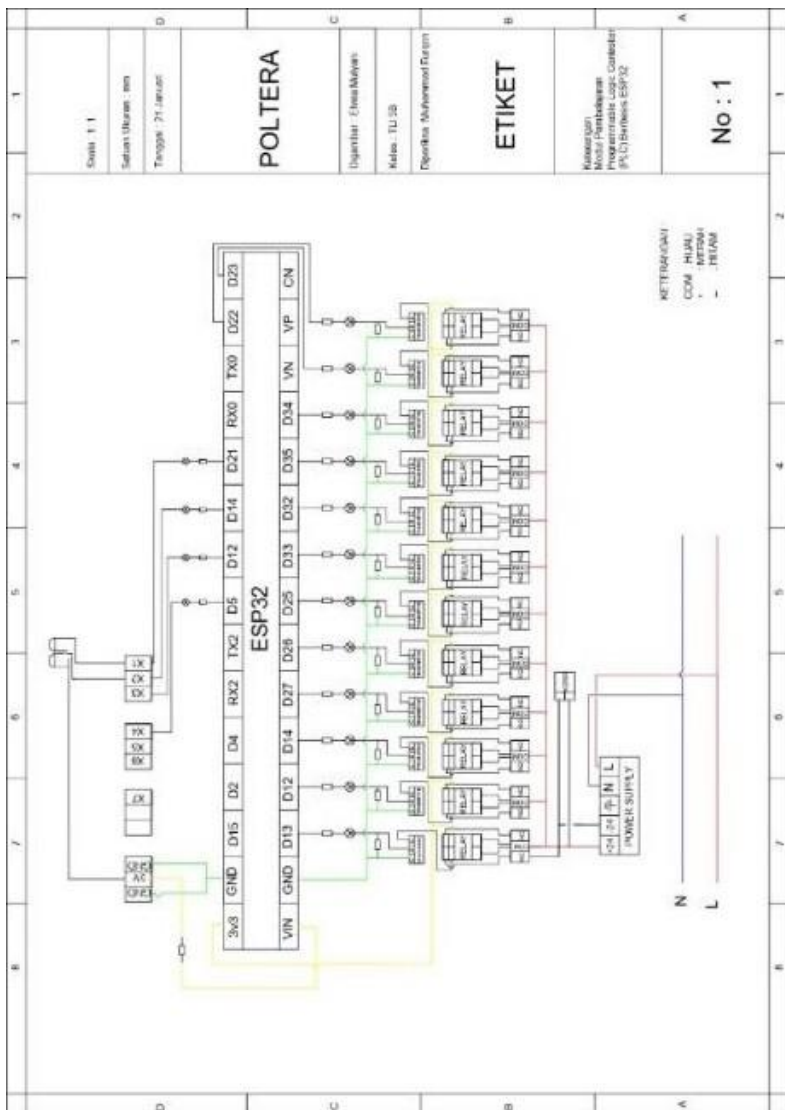
2. Diagram sistem pengujian kerja tombol terhadap pengendalian lampu



*Gambar 3.5 Kerja tombol terhadap pengendalian lampu*

Pada Gambar 3.5 ditunjukkan pengujian kerja tombol terhadap pengendalian lampu. Cara kerja sistem dimulai ketika tombol push button ditekan, kemudian sinyal input akan dibaca dan diproses oleh ESP32 sesuai dengan program ladder yang telah dibuat menggunakan OpenPLC. Setelah logika program terpenuhi, ESP32 akan mengaktifkan pin output sehingga relay bekerja dan menghubungkan tegangan ke lampu. Akibatnya, lampu akan menyala sebagai tanda bahwa perintah telah berhasil dijalankan. Pada pengujian ini, satu tombol digunakan untuk mengendalikan kondisi hidup dan mati lampu. Saat tombol ditekan untuk pertama kali, lampu akan menyala, sedangkan ketika tombol yang sama ditekan kembali untuk kedua kalinya, ESP32 akan memproses perubahan logika sehingga output menjadi tidak aktif dan relay memutus aliran listrik ke lampu. Dengan demikian, lampu akan mati. Pengujian ini menunjukkan bahwa fungsi input dan output pada modul pembelajaran PLC berbasis ESP32 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan logika PLC yang telah diprogram.

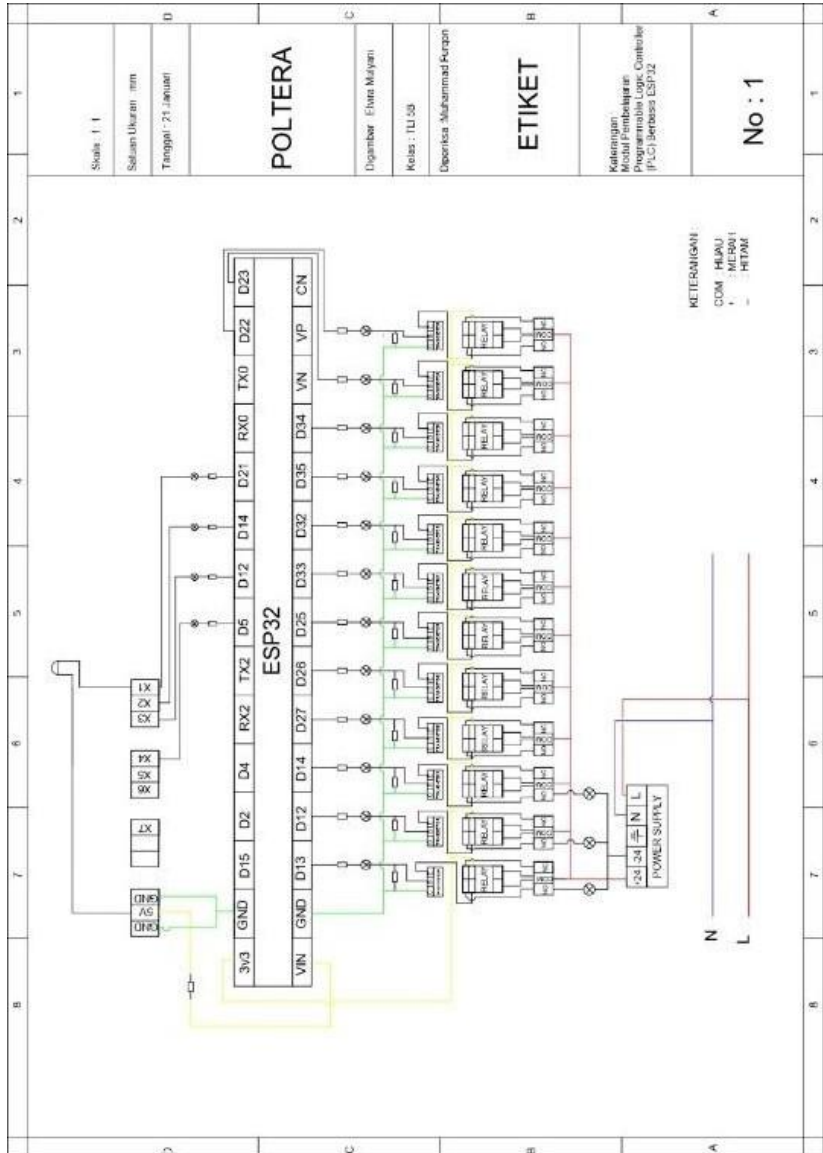
3. Diagram sistem kerja tombol start dan stop terhadap pengendalian motor DC



*Gambar 3.6 Kerja tombol dan stop pengendalian motor DC*

Pada Gambar 3.6 ditunjukkan sistem kerja tombol start dan tombol stop terhadap pengendalian motor DC. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi input dan output pada modul pembelajaran PLC berbasis ESP32 dapat bekerja dengan baik dalam mengendalikan motor DC. Cara kerja sistem dimulai ketika tombol start ditekan, kemudian sinyal input akan dibaca dan diproses oleh ESP32 sesuai dengan program ladder yang telah dibuat menggunakan OpenPLC. Setelah logika program terpenuhi, ESP32 akan mengeluarkan sinyal HIGH pada pin output yang selanjutnya mengaktifkan transistor dan relay. Relay yang telah aktif akan menghubungkan sumber tegangan ke motor DC sehingga motor mulai berputar. Sebaliknya, ketika tombol stop ditekan, ESP32 akan memproses sinyal input untuk menonaktifkan output. Relay kembali ke kondisi normal sehingga aliran listrik menuju motor DC terputus dan motor berhenti berputar. Pengujian ini menunjukkan bahwa fungsi start dan stop pada modul dapat bekerja sesuai dengan logika PLC, sehingga motor DC dapat dikendalikan dengan baik melalui tombol input yang telah diprogram.

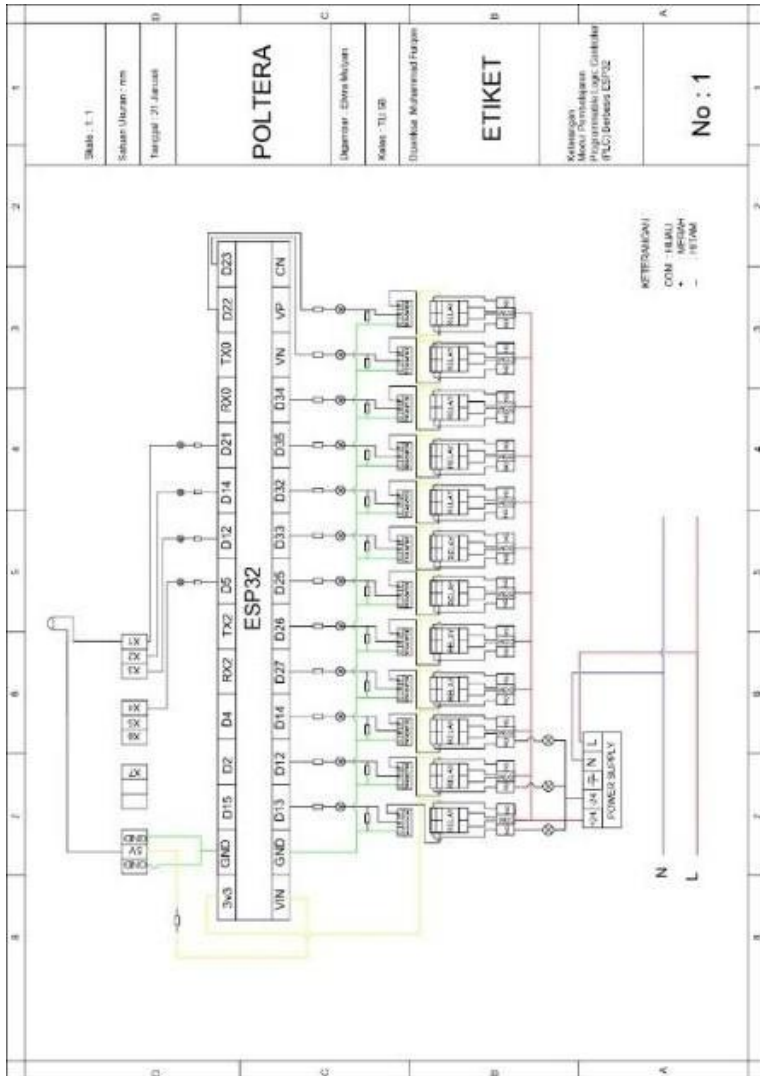
4. Diagram sitem kerja tombol terhadap control lampu



Gambar 3.7 Kerja tombol terhadap control lampu

Pada Gambar 3.7 ditunjukkan pengujian sistem kerja tombol terhadap kontrol lampu bergantian. Cara kerja sistem dimulai ketika tombol push button ditekan, kemudian sinyal input diproses oleh ESP32 sesuai dengan program ladder yang telah dibuat menggunakan OpenPLC. Setelah logika program terpenuhi, ESP32 akan mengaktifkan output sehingga lampu merah menyala terlebih dahulu, sedangkan lampu hijau dan lampu kuning tetap mati. Setelah waktu yang telah ditentukan, lampu merah akan mati dan berganti ke lampu hijau, kemudian dilanjutkan dengan lampu kuning sesuai urutan program. Untuk menghentikan proses tersebut, tombol push button ditekan kembali sehingga ESP32 menonaktifkan seluruh output dan semua lampu padam. Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan penyalan lampu secara bergantian sesuai urutan dan logika PLC yang telah diprogram.

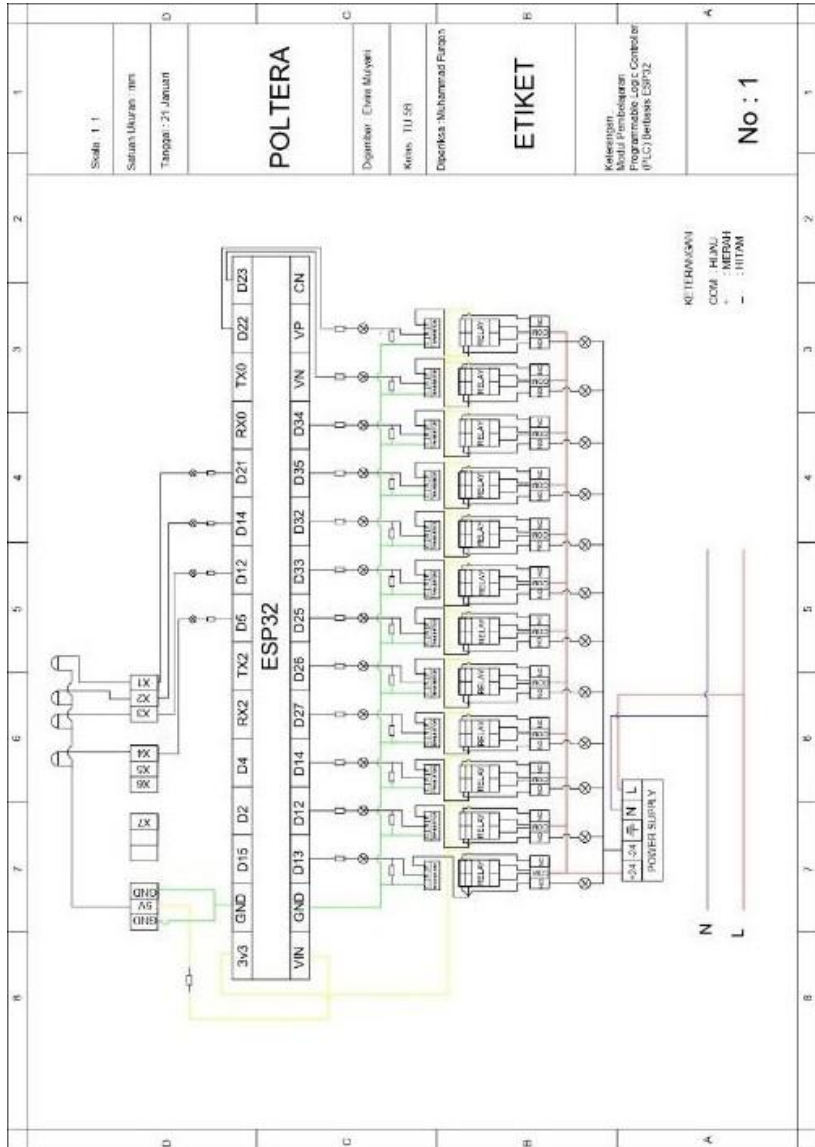
5. Diagram sistem kerja tombol terhadap lampu bergantian berbentuk timer



*Gambar 3.8 kerja tombol bergantia berbasis timer*

Pada Gambar 3.8 ditunjukkan pengujian sistem kerja tombol terhadap lampu bergantian berbasis timer. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi timer pada program ladder dapat bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Cara kerja sistem dimulai ketika tombol push button ditekan dan ditahan selama 3 detik, kemudian sinyal input diproses oleh ESP32 sesuai dengan program yang telah dibuat menggunakan OpenPLC. Setelah logika program terpenuhi, ESP32 akan mengaktifkan output sehingga lampu menyala secara bergantian. Setiap lampu akan menyala selama 3 detik sebelum berpindah ke lampu berikutnya sesuai urutan yang telah diprogram. Untuk menghentikan proses tersebut, tombol push button ditekan kembali selama 3 detik sehingga ESP32 menonaktifkan seluruh output dan semua lampu akan mati. Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem timer pada modul pembelajaran PLC berbasis ESP32 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan logika program yang telah dirancang.

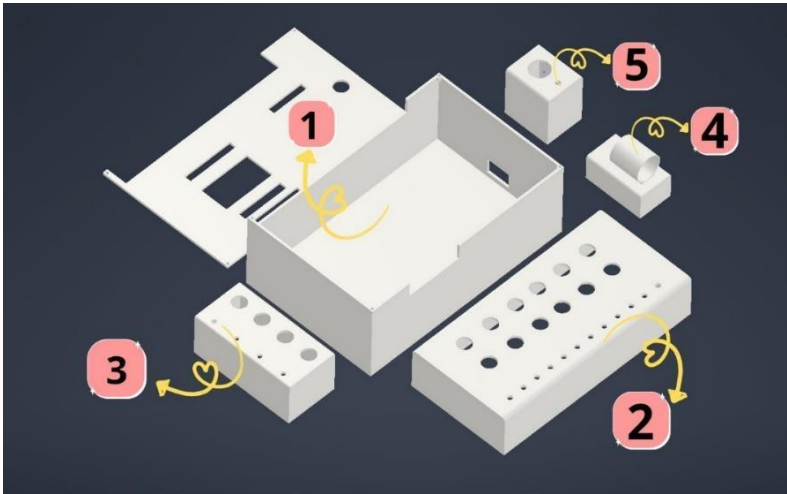
6. Diagram Traffic Light perempatan lintasan kereta api



*Gambar 3.9 Traffic light perempatan lintasan rel kereta api*

Pada Gambar 3.9 ditunjukkan pengujian sistem *traffic light* pada perempatan dengan lintasan kereta api. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem mampu mengendalikan lampu lalu lintas secara otomatis serta memberikan prioritas ketika kereta api melintas. Cara kerja sistem dimulai dengan lampu lalu lintas yang menyala secara bergantian sesuai urutan yang telah diprogram, di mana arah selatan dan timur berada pada kondisi lampu merah, arah utara lampu hijau, dan arah barat lampu kuning. Setelah waktu yang telah ditentukan selesai, lampu akan berganti ke arah berikutnya secara otomatis sesuai siklus program. Ketika sensor atau input kereta api aktif, ESP32 akan memproses sinyal tersebut dan mengubah kondisi seluruh lampu lalu lintas menjadi merah sebagai tanda seluruh kendaraan harus berhenti. Pada saat yang sama, *buzzer* akan aktif sebagai peringatan bahwa kereta api akan melintas. Setelah kereta api selesai melintas, *buzzer* akan mati dan sistem secara otomatis mengembalikan lampu lalu lintas ke siklus normal sesuai urutan yang telah diprogram. Pengujian ini menunjukkan bahwa modul pembelajaran PLC berbasis ESP32 mampu mengendalikan sistem *traffic light* dan memberikan prioritas pada lintasan kereta api sesuai dengan logika PLC yang telah dirancang.

### 3.2.4 Desain Rancangan Hardware



*Gambar 3.10 Desain rancang hardware*

1. **ESP32** yaitu sebagai otak utama dalam tugas akhir ini fungsinya yaitu untuk pengganti PLC.
2. **Pushbutton** yaitu sebagai input untuk mematikan atau menghidupkan outputnya.
3. **Pilotlamp** yaitu sebagai output ini membuktikan ketika input ditekan maka pilotlamp ini akan hidup.
4. **Motor DC** yaitu sebagai output untuk membuktikan bahwa esp32 sudah bisa berjalan sesuai PLC.
5. **Emergency** yaitu sebagai output untuk membuktikan pengujian no 5 dengan cara lintasan rel kereta api sudah sesuai.



## **BAB IV**

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**



---

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV akan dijelaskan tentang hasil dan pembahasan data dari pengujian. Pada pengujian dari alat ini terdapat beberapa macam – macam jenis pengujian, yaitu:

1. Kerja tombol *pushbutton* terhadap pengendalian menggunakan satu lampu
2. Kerja tombol start dan tombol stop terhadap pengendalian motor DC
3. Kerja tombol menggunakan satu *pushbutton* ditekan selama 3 detik terhadap control lampu bergantian
4. Kerja tombol terhadap lampu bergantian berbasis timer 5 detik

5. *Traffic Light* perempatan dengan lintasan rel kereta api

Hasil pengujian dilakukan secara bertahap agar memudahkan data yang akan diambil pada alat tersebut, berikut tahapan – tahapan yang akan diuji antara lain sebagai berikut :

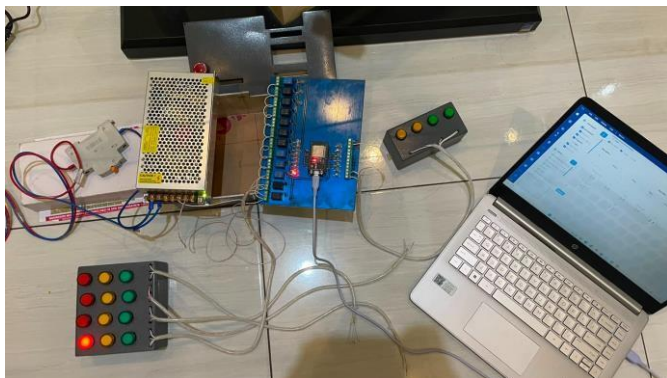
#### **4.1 Kerja tombol *pushbutton* menggunakan satu lampu**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah input dan output sudah bisa berjalan sesuai yang diperintahkan. Pengujian ini menggunakan satu *pushbutton*

untuk memastikan bahwa digital input dapat beroperasi dengan benar. Selain itu digital output dihubungkan ke indicator lampu untuk memverifikasi apakah lampu menyala saat pushbutton ditekan. Cara kerjanya pengujian ini yaitu dengan cara pushbutton 1 ditekan maka lampu 1 akan hidup dan untuk mematikan lampu tersebut yaitu dengan cara pushbutton 1 ditekan kembali.

*Tabel 4.1 Kerja tombol pushbutton menggunakan satu lampu*

| No | Kondisi             | Pin digital input | Pin digital output | Indikator   |
|----|---------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| 1. | Tombol PB 1 ditekan | D15               | D13                | Lampu Nyala |
| 2. | Tombol PB 1 ditekan |                   |                    | Lampu Mati  |



*Gambar 4.1 Kerja tombol pushbutton menggunakan satu lampu*

#### **4.2 Kerja tombol start dan tombol stop terhadap pengendalian motor DC**

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa tombol start dan tombol stop dapat mengendalikan motor DC dengan baik sesuai perintah yang diberikan. Pada pengujian ini, tombol start berfungsi sebagai input untuk menjalankan motor, sedangkan tombol stop digunakan untuk menghentikan kerja motor DC. Motor DC digunakan sebagai output untuk melihat apakah sistem kontrol bekerja dengan benar. Proses pengujian dilakukan dengan menekan tombol start sehingga motor DC mulai berputar. Setelah motor berjalan, tombol stop ditekan untuk menghentikan putaran motor. Dari hasil penssgujian ini bahwa esp32 bisa berjalan sesuai PLC dengan menggunakan NoKondisi Pin digital input Pin digital output Indikator.

*Tabel 4.2 Kerja Tombol start dan tombol stop terhadap pengendalian lampu*

| <b>No</b> | <b>Kondisi</b>      | <b>Pin digital input</b> | <b>Pin digital output</b> | <b>Indikator</b> |
|-----------|---------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|
| 1.        | Tombol PB 1 ditekan | D15                      | D13                       | Motor Berputar   |
| 2.        | Tombol PB 2 ditekan | D2                       |                           | Motor Mati       |



*Gambar 4.2 Kerja tombol start dan tombol stop terhadap penegndalian motor Dc*

#### **4.3 Kerja tombol menggunakan satu pushbutton terhadap control lampu bergantian**

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa satu tombol push button dapat mengendalikan tiga buah lampu dengan baik secara bergantian sesuai perintah yang diberikan. Pada pengujian ini, tombol push button berfungsi sebagai input tunggal untuk mengatur siklus hidup dan mati ketiga lampu, sedangkan lampu-lampu tersebut digunakan sebagai output untuk melihat apakah sistem kontrol bekerja dengan benar. Proses pengujian dilakukan dengan menekan tombol push button secara bertahap, di mana ketika pushbutton ditekan untuk pertama kalinya maka lampu akan hidup secara bergantian selama 3 detik. Dari hasil pengujian

ini, dapat disimpulkan bahwa ESP32 bisa berjalan sesuai dengan logika PLC.

*Tabel 4.3 Kerja tombol menggunakan satu pushbutton terhadap control lampu bergantian*

| No | Relay | Kondisi Relay | Indikator                  | Dokumentasi                                                                        |
|----|-------|---------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | R1    | Aktif         | Lampu Merah Hidup 3 detik  |   |
|    |       | Mati          | Lampu Mati                 |                                                                                    |
| 2. | R2    | Aktif         | Lampu Kuning Hidup 3 detik |  |
|    |       | Mati          | Lampu Mati                 |                                                                                    |
| 3. | R3    | Aktif         | Lampu Hijau Hidup 3 detik  |                                                                                    |

|  |  |      |            |                                                                                   |
|--|--|------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Mati | Lampu Mati |  |
|--|--|------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

#### **4.4 Kerja tombol terhadap lampu bergantian berbasis timer 5 detik**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dalam mengendalikan tiga buah lampu menggunakan dua tombol push button sebagai masukan (input). Pada pengujian ini, push button pertama digunakan untuk memulai proses penyalan lampu secara bergantian, sedangkan push button kedua digunakan untuk menghentikan proses tersebut. Ketika push button pertama ditekan, ketiga lampu akan menyala secara bergantian dengan waktu tunda (delay) selama 5 detik pada setiap lampu. Urutan penyalan akan terus berulang hingga push button kedua ditekan, sehingga seluruh lampu berhenti bekerja. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan urutan penyalan dan penghentian lampu sesuai dengan logika yang telah diprogram pada PLC berbasis ESP32. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ESP32 berhasil

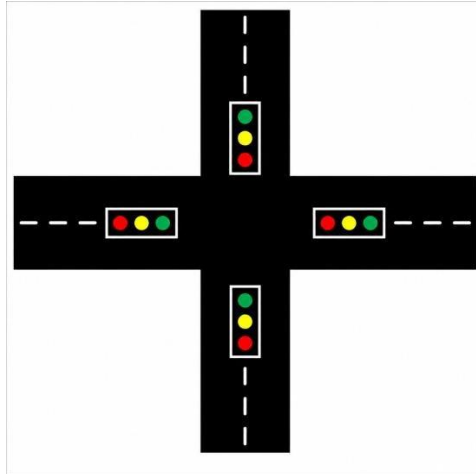
mengimplementasikan fungsi kontrol PLC dengan baik sesuai skenario pengujian.

*Tabel 4.4 Kerja tombol terhadap lampu bergantian berbasis timer 5 detik*

| No | Indikator   | Nilai Pewaktu      |                        | Dokumentasi                                                                       |
|----|-------------|--------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    |             | Waktu pada program | Selisih pada stopwatch |                                                                                   |
| 1. | Lampu Merah | 5 detik            | 00.08                  |  |

|    |              |         |       |                                                                                    |
|----|--------------|---------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Lampu Kuning | 5 detik | 00.63 |   |
| 3. | Lampu Hijau  | 5 detik | 00.14 |  |

#### 4.5 *Traffic Light* perempatan dengan lintasan rel kereta api



Gambar 4 3 *Traffic Light* perempatan dengan lintasan rel kereta api

Pada simulasi *Traffic Light* Sebelum pengujian dilakukan, rangkaian kontrol sistem lalu lintas berbasis OpenPLC diprogram untuk mengatur kondisi lampu lalu lintas pada Tiga arah: utara, timur, dan barat selatan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa *Traffic Light* dapat mengatur lampu lalu lintas secara otomatis sesuai dengan urutan waktu yang telah ditentukan. Setiap jalur akan diberikan kondisi lampu yang berbeda, yaitu “ON” (menyala) untuk hijau atau kuning, dan “OFF” (mati) untuk merah—dalam rentang waktu yang bervariasi. Pada *Traffic Light*

simpang empat ini, huruf “M” mewakili lampu merah (mati), “K” mewakili lampu kuning (bersiap), dan “H” mewakili lampu hijau (jalan). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa Traffic Light bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat.

*Tabel 4.5 Traffic Light perempatan dengan lintasan rel kereta api*

| No | Jalur Timur |    |    | Jalur Barat |    |    | Jalur Selatan |     |    | Jalur Utara |   |    |
|----|-------------|----|----|-------------|----|----|---------------|-----|----|-------------|---|----|
|    | M           | K  | H  | M           | K  | H  | M             | K   | H  | M           | K | H  |
| 1. | -           | -  | ON | ON          | -  |    | ON            | -   | -  | ON          | - | -  |
| 2. | -           | ON | -  | ON          | -  |    | ON            | -   | -  | ON          | - | -  |
| 3. | ON          | -  | -  | -           | -  | ON | ON            | -   | -  | ON          | - | -  |
| 4. | ON          | -  | -  | -           | ON | -  | ON            | -   | -  | ON          | - | -  |
| 5. | ON          | -  | -  | ON          | -  | -  | -             | -   | ON | ON          | - | -  |
| 6. | ON          | -  | -  | ON          | -  | -  | -             | ON  |    | ON          | - | -  |
| 7. | -           | -  | -  | -           | -  | -  | -             | V=- | -  | -           | - | ON |
| 8. | ON          | -  | -  | ON          | -  | -  | ON            | -   | -  | -           | - | -  |

Setelah pengujian dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa setiap jalur lampu lalu lintas berfungsi sesuai dengan urutan yang telah di program. Pada jalur timur, lampu hijau menyala (ON) selama waktu yang ditentukan, yaitu 10 detik dan melanjutkan lampu kuning menyala 5 detik, bergantian dengan jalur lainnya sesuai dengan urutan yang telah disusun.

Hal yang sama terjadi pada jalur barat, selatan, dan utara, yang menunjukkan bahwa lampu lalu lintas di masing-masing arah beroperasi sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Perubahan dari “ON” ke “OFF” terjadi tepat waktu. Pada tahap pengujian ini dibuat urutan lampu Traffic Light persimpangan empat arah ini dengan urutan sebagai berikut:

1. Proses awal simpang 1

Pada proses awal dengan menghidupkan atau menjalankan program ladder yang sudah dibuat yaitu dengan menekan tombol push button start maka otomatis lampu merah pada simpang 2, 3 dan 4 mati dan lampu hijau pada simpang 1 menyala selama 10 detik. Pada proses ini pengendara di simpang 1 dalam kondisi jalan.

2. Proses bergantinya jalur simpang 1 ke simpang 2

Selanjutnya pada proses ini pada detik 5, lampu merah pada simpang 2, 3 dan 4 tetap hidup diikuti bergantinya lampu hijau pada simpang 1 akan berganti menyala ke lampu kuning simpang 1 pada selang waktu 10 detik. Pada proses ini pengendara di simpang 1 dalam kondisi persiapan berhenti sedangkan pengendara pada simpang 2 dalam kondisi persiapan jalan sedang menunggu

lampu hijau menyala.

3. Proses aktif lampu hijau simpang 2

Proses selanjutnya yaitu pada detik 5 sampai detik lampu hijau simpang 2 menyala dan lampu kuning sebelumnya pada simpang 1 mati. Disisi lain lampu pada simpang 3 dan simpang merah begitupun simpang 1 juga merah atau mati. Pada proses ini penegendara pada simpang 2 dalam kondisis berjalan atau nyala selama 10 detik.

4. Proses perpindahan jalur simpang 2 ke simpang 3

Pada proses ini detik 5, Lampu merah pada simpang 1 , simpang 3 dan simpang 4 tetaop menyala atau mati, diikuti bergantinya lampu hijau pada simpang 2 ke lampu kuning pada simpang 2 dengan selang waktu 5 detik. Pada proses kali ini pengendara disimpang 2 dalam kondisi persiapan berhenti sedangkan pengendara pada simpang 3 dalam kondisi persiapan jalan menunggu bergantinya lampu hijau menyala.

5. Proses aktif lampu hijau simpang 3

Pada proses ini lampu hijau pada simpang 3 menyala dan lampu pada simpang 2 mati dan pada lampu merah simpang 1 dan 4 menyala. Pada proses ini pengendara disimpang 3 dalam kondisi berjalan selama 5

detik.

6. Proses pemindahan jalur simpang 3 ke simpang 4

Pada proses ini lampu merah pada simpang 1 dan 2 menyala, diikuti beragntinya dari simpang 3 ke lampu kuning dengan selang waktu 5 detik kondisi pada proses kali ini pengendara disimpang 3 persiapan berhenti sedangkan pada simpang 4 dalam kondisi persiapan jalan menunggu lampu hijau menyala.

7. Proses aktif lampu simpang 4

Pada proses ini lampu hijau pada simpang 4 menyala dan lampu pada simpang 3 mati dan pad lampu simpang 1 dan 2 merah. Pada proses ini penegndaara disimpang 4 dalam kondisi berjalan selama 5 detik.

8. Proses perpindahan dari simpang 4 ke lintasan rel kereta api

Proses perpindahan ini yaitu dari simpang 4 ketika sudah jalan selama 10 detik, maka simpang 4 akan berpindah ke lampu kuning dengan menggunakan waktu selama 5 detik, dan proses perpindahan ke jalur lintasan kereta api yaitu ketika pushbutton 2 ditekan maka seluruh lampu lalu lintas menajdi merah dan mati dan *buzzer* akan hidup untuk

menandakan bahwasannya kereta api akan lewat, dan ketika rel kereta api sudah lewat dengan menngunkan waktu selama 10 detik maka untuk mematikan buzzer tersebut yaitu dengan cara menekan kembali tombol pushbutton untuk mematikan *buzzer* tersebut.

## 4.6 Pembahasan

### 4.6.1 Keunggulan Modul praktek PLC berbasis esp32

Modul praktek berbasis mikrokontroller yang dikembangkan memiliki beberapa keunggulan:

1. **Fleksibilitas:** Modul ini mendukung penggunaan ESP32 sebagai platform utama, memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor dan aktuator jika diperlukan dalam praktikum.
2. **Kompatibel:** Dengan *software open-source* OpenPLC, modul ini dapat digunakan dengan berbagai jenis pemrograman PLC seperti Ladder Logic, Structured Text, dan Function Block Diagram.
3. **Mudah digunakan:** Desain yang sederhana dan ramah pengguna memungkinkan siswa, termasuk yang masih pemula, untuk mudah memahami dan menggunakan

sistem PLC berbasis ESP32.

4. Efisiensi pembelajaran: Dengan adanya miniPLC berbasis ESP32 dan *software* OpenPLC, siswa dapat dengan mudah menghubungkan konsep teori dengan aplikasi praktis di lapangan, memperdalam pemahaman mereka tentang sistem kendali otomatis.

#### **4.6.2 Tantangan dan solusi**

Selama pengembangan modul praktek plc berbasis esp32 ini ada beberapa tantangan yang dihadapi seperti:

1. Rangkaian *schematic* ada beberapa kesalahan yang dimana kurangnya yaitu dari segi penempatan komponen pada pcb dan ada beberapa rangkaian yang tidak tersambung sehingga perlu di jumper dan perlu penambahan komponen.
2. Desain mekanik menggunakan bahan filament dan menggunakan aplikasi *solidwork* untuk modul penempatan komponen memerlukan penyesuaian diameter ulir setiap komponen. Beberapa tantangan dan kesalahan terjadi karena ukuran diameter yang tidak sesuai dengan spesifikasi barang yang tercantum pada deskripsi pembelian. Solusinya adalah dengan

mengukur ulang diameter komponen menggunakan jangka sorong, karena spesifikasi pada online shop terkadang berbeda, sehingga desain akrilik untuk modul yang akan dipotong tidak mengalami kesalahan.

3. Pengambilan data pada pengujian keberhasilan alat terdapat kendala dalam pengerjaan dikarenakan tidak mengetahui physical addressing dalam *software* pada awal pengerjaan. Pada kondisi tersebut menyebabkan pengujian keberhasilan alat yang sudah ditetapkan di awal sidang proposal harus merubah dikarenakan tidak cukup nya pin untuk digital output pada PLC berbasis ESP32, yang seharusnya tidak perlu menambahkan modul relay harus ditambah dan dijadikan pin untuk *traffic light* persimpangan 4 arah. Solusinya adalah dengan mempelajari lebih dalam *software* yang digunakan untuk mengetahui physical addressingnya, dikarenakan OpenPLC bisa menggunakan berbagai mikrokontroller oleh karena itu physical addressing pada setiap mikrokontroller berbeda-beda. Dengan tersebut apabila ingin menentukan pengujian keberhasilan alat dan pengambilan data pada alat, kita harus mengecek physical addressing nya dan menghitung input output

pada rangakaian apakah cukup dan bisa pada phsical  
adressing OpenPLC.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**



---

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian Modul Pembelajaran *Programmable Logic Controller* (PLC) Berbasis ESP32 menggunakan *software* OpenPLC, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan modul pembelajaran PLC berbasis mikrokontroler ESP32 berhasil direalisasikan dengan memanfaatkan ESP32 sebagai pengendali utama yang diprogram menggunakan OpenPLC dengan bahasa pemrograman *Ladder Diagram*. Modul yang dirancang terdiri dari rangkaian input, output, relay, dan perangkat pendukung lainnya sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk memahami dasar-dasar sistem kendali PLC dengan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan PLC industri.
2. Pengujian sistem menggunakan *software* OpenPLC berhasil dilakukan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Seluruh skenario pengujian, yaitu

pengendalian lampu ON/OFF menggunakan push button, pengendalian motor DC dengan tombol start dan stop, kontrol lampu bergantian, lampu bergantian berbasis timer, serta simulasi *traffic light* pada perempatan dengan lintasan kereta api, dapat berjalan sesuai logika *Ladder Diagram* yang diprogram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul pembelajaran PLC berbasis ESP32 bekerja dengan baik dan layak digunakan sebagai media praktikum pembelajaran PLC.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Modul pembelajaran dapat dikembangkan dengan menambahkan lebih banyak variasi input dan output, seperti sensor suhu, sensor *proximity*, sensor ultrasonik, maupun aktuator lainnya agar materi praktikum menjadi lebih lengkap.
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menerapkan komunikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga proses monitoring dan pengendalian dapat

dilakukan melalui jaringan internet.

3. Pengujian pada skala yang lebih luas. Penelitian selanjutnya dapat melakukan uji kelayakan kepada dosen dan mahasiswa untuk mengetahui tingkat efektivitas modul sebagai media pembelajaran.
4. Pengembangan menjadi PLC mini yang lebih menyerupai PLC industri. Penambahan terminal input-output, modul ekspansi, dan komunikasi modbus dapat menjadikan sistem lebih mendekati PLC yang digunakan di dunia industri.

Terakhir, diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan media pembelajaran PLC berbasis mikrokontroler. Dengan biaya yang lebih ekonomis serta kemampuan yang cukup baik dalam menjalankan logika kontrol, ESP32 memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai alternatif PLC pada proses pembelajaran di perguruan tinggi maupun sekolah kejuruan, sehingga dapat membantu meningkatkan kompetensi mahasiswa di bidang sistem kontrol dan otomasi industri.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] P. Pada, E. Pemrograman, D. A. N. Aplikasi, M. Di, and M. N. Huda, “RANCANG BANGUN KIT MIKROKONTROLER ESP32 BERBASIS IOT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA ELEMEN PEMROGRAMAN DAN APLIKASI MIKROKONTROLER DI SMKN 7 SURABAYA Muhammad Nurul Huda,” *Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 03, pp. 191–195, 2023.
- [2] P. A. Topan and I. Darmawan, “Desain perangkat praktikum Programmable Logic Controller ( PLC ) Berbasis Arduino Nano,” vol. 10, no. 2, pp. 155–161, 2023.
- [3] M. Zakariyah, F. Baskoro, M. Syariffudien, and N. Kholis, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mikrokontroler Esp32 Berbasis Internet of Things & Bluetooth di SMKN 2 Surabaya,” pp. 110–123.
- [4] Q. Hidayati, F. Z. Rachman, N. Yanti, and N. Jamal, “Desain Model dan Simulasi PLC-Mikrokontroler sebagai Modul Pembelajaran Berbasis PLC,” vol. 2, no. 2, pp. 73–82, 2017.
- [5] R. Anjani and D. Adibah, “Rancang Bangun Alat

Training Kit Berbasis Mikrokontroler dan IoT  
Menggunakan Aplikasi Blynk Sensor Ultrasonik HC-  
SR04 Sensor DS18B20,” no. 3.

## LAMPIRAN

### *Lampiran 2.1 Program Ladder Openplc*



*Lampiran 2.2 Dokumentasi*



## BIODATA PENULIS



**Elvira Mulyani** Lahir di Sampang, 26 September 2005. Penulis merupakan anak terakhir dari 4 bersaudara dari orang tua yang bernama Alm. Subaidi dan ummi Rodiya. Riwayat Pendidikan penulis adalah lulusan SDN Daleman 1 pada tahun 2016, SMPN 1 Robatal tahun 2019, dan lulusan SMAN 1 Sampang pada tahun 2023. Penulis memutuskan untuk melanjutkan Pendidikan perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura tepatnya di jurusan Teknologi Elektro Prodi Teknik Listrik Industri pada tahun 2023. Selama menempuh Pendidikan penulis mengikuti beberapa kegiatan yaitu di Himpunan. Penulis pernah menjabat sebagai anggota dan kepala departemen kewirausahaan pada Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Elektro pada periode 2024/2025. Dalam menempuh Pendidikan ini penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“MODUL PEMBELAJARAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) BERBASIS ESP32”**.