

Design and Implementation of a Simple Quiz Bell System Using Omron PLC and SCADA CX-Supervisor

Taufik Muchtar¹, Atikah Tri Budi Utami², dan *Lutfi³

^{1,2,3}. Politeknik ATI Makassar

taufik@atim.ac.id¹, atikah.tribudi@atim.ac.id², lutfi@atim.ac.id³

Abstract

This research develops and implements a simple quiz bell system using the OMRON CP1L-L20DR-A PLC and SCADA CX-Supervisor. The main focus of this study is the application of basic Ladder Logic principles such as gate logic, latching, interlock, and MCR in the design of an automatic control system. The research methodology employed is deductive quantitative with an experimental approach, involving several stages, from literature review, system requirements analysis, to partial and integrated system testing. The tests were conducted to ensure optimal performance of the three main system components: hardware, ladder diagram, and HMI SCADA. The results show that the system functions as designed, with accurate input-output control and effective user interaction through the HMI. This research provides a deeper understanding of PLC and SCADA programming and has the potential to pave the way for the development of more complex automation applications in the future.

Keyword: OMRON PLC; HMI SCADA CX-Supervisor; Ladder Logic; Simple Quiz Bell

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan dan mengimplementasikan sistem bel kuis sederhana dengan menggunakan PLC OMRON CP1L-L20DR-A dan SCADA CX-Supervisor. Fokus utama dari penelitian ini adalah penerapan dasar-dasar Ladder Logic seperti gate logic, latching, interlock, dan MCR dalam desain sistem kontrol otomatis. Metode penelitian yang digunakan adalah deduktif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, yang melibatkan beberapa tahap, mulai dari studi literatur, analisis kebutuhan sistem, hingga pengujian sistem secara parsial dan terintegrasi. Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja yang optimal pada tiga komponen utama sistem: perangkat keras, ladder diagram, dan HMI SCADA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan desain yang telah ditentukan, dengan pengendalian input-output yang tepat dan interaksi pengguna yang efektif melalui HMI. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang pemrograman PLC dan SCADA serta berpotensi membuka jalan untuk pengembangan aplikasi otomatisasi yang lebih kompleks di masa depan.

Kata kunci: PLC OMRON; HMI SCADA CX-Supervisor; Ladder Logic; Bel Kuis Sederhana;

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi otomatisasi industri telah menghasilkan perubahan besar dalam cara pengendalian proses produksi dan operasional mesin. Programmable Logic Controller (PLC) menjadi salah satu komponen kunci dalam sistem otomatisasi yang digunakan untuk mengendalikan mesin atau proses secara otomatis berdasarkan pemrograman yang dilakukan pengguna. Sistem kontrol yang fleksibel dan efisien dapat dirancang dengan memanfaatkan PLC, yang menggunakan Ladder Logic sebagai bahasa pemrograman standarnya. Pemahaman mendalam tentang dasar-dasar Ladder Logic dianggap sangat penting, terutama dalam implementasi konsep-konsep dasar seperti gate logic, latching, interlock, double coil error, dan master control relay (MCR). [1] [2]

Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari kerja sama antara dosen dan mahasiswa dalam rangka pembelajaran praktikum PLC di program studi Teknik Otomasi, Politeknik ATI Makassar. Laboratorium Kontrol dan Otomasi menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini, yang berfungsi sebagai fasilitas utama untuk pengajaran dan penelitian di bidang otomatisasi sistem

permesinan. Fokus utama penelitian ini adalah pemahaman penerapan Basic Ladder Logic dalam pengoperasian bel kuis sederhana menggunakan PLC OMRON CP1L-L20DR-A. PLC ini dipilih karena kehandalan dan kemudahan penggunaannya dalam lingkungan pendidikan dan industri. Pemahaman mengenai penerapan gate logic, latching/self holding, interlock, double coil error, dan MCR diharapkan dapat diperoleh melalui penelitian ini, karena konsep-konsep tersebut sangat penting dalam perancangan sistem kontrol yang aman dan efisien serta menghindari kesalahan yang dapat merusak sistem atau menyebabkan kegagalan operasional. [3] [4] [5]

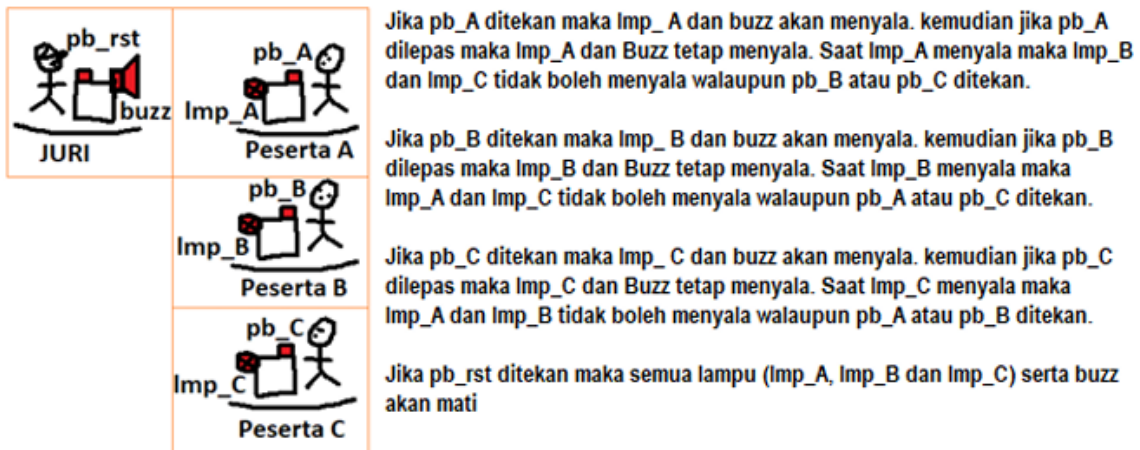
Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan pembuatan Ladder Diagram dengan menggunakan perangkat lunak CX-Programmer. Perangkat lunak ini digunakan untuk merancang dan memprogram PLC OMRON dengan cara yang mudah dipahami, bahkan oleh pemula. Pengguna dapat mendesain rangkaian logika kontrol untuk mengoperasikan bel kuis dengan PLC melalui pembuatan ladder diagram ini. Proses ini akan memberikan pemahaman mengenai cara kerja dan pengendalian sistem otomatis, serta meningkatkan kemampuan dalam menyelesaikan masalah pemrograman PLC. [6] [7] [8]

CX-Supervisor juga akan dikenalkan dalam penelitian ini, yaitu perangkat lunak SCADA yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time melalui Human-Machine Interface (HMI). Pengguna dapat memantau status dan kondisi sistem bel kuis melalui tampilan antarmuka yang sederhana namun efektif, mempermudah interaksi dan pengelolaan kondisi sistem serta pengambilan keputusan yang tepat. Penggunaan perangkat lunak ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang bagaimana PLC dan SCADA bekerja bersama dalam membentuk sistem otomatisasi yang efisien.

Diharapkan melalui penelitian ini, pemahaman tentang dasar-dasar pemrograman PLC dan SCADA dapat diperoleh secara komprehensif. Penelitian ini juga bertujuan untuk menunjukkan penerapan teori-teori dasar dalam Ladder Logic dalam sistem otomatisasi nyata, meskipun pada aplikasi sederhana seperti bel kuis. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman teknis dalam pengoperasian PLC dan SCADA, tetapi juga membuka kemungkinan pengembangan aplikasi yang lebih kompleks di masa depan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi deduktif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, yang dilaksanakan melalui beberapa tahap, dimulai dari studi literatur mengenai konsep dasar PLC dan Ladder Logic, analisis kebutuhan sistem, serta pengujian baik secara parsial maupun terintegrasi. Proses pengembangan mengikuti tahapan metodologi DEDTE, yaitu Define, Explore, Design, Test, dan Evaluate, untuk memastikan bahwa pengembangan dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Pengujian dilakukan dengan menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, seperti modul PLC OMRON CP1L-L20DR-A, software CX-Programmer, dan CX-Supervisor. Seluruh sistem diuji untuk memastikan bahwa input dan output dapat dikendalikan dengan baik sesuai dengan program yang telah dibuat, serta untuk mengevaluasi keandalan dan efisiensi sistem. Data yang diperoleh akan dianalisis secara kuantitatif untuk menilai kinerja sistem, dan hasilnya dibandingkan dengan teori yang telah dikaji. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kontrol dan Otomasi Politeknik ATI Makassar, dan bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai penerapan PLC dalam sistem otomatisasi serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan aplikasi otomatisasi di masa depan.



Gambar 1. Studi kasus bel kuis sederhana sebagai definisi masalah sistem.

Pada tahap "Define", telah dipilih studi kasus bel kuis sederhana dengan skenario tugas yang diilustrasikan oleh gambar 1. Gambar tersebut menggambarkan sebuah sistem yang melibatkan tiga peserta (A, B, dan C), seorang juri, serta beberapa tombol dan lampu. Tombol pb_A, pb_B, dan pb_C ketika ditekan akan mengaktifkan lampu Imp_A, Imp_B, dan Imp_C masing-masing, disertai bunyi buzzer. Kondisi lampu akan dipertahankan setelah tombol dilepas, dan lampu lainnya tidak dapat diaktifkan selama satu lampu menyala. Tombol pb_rst berfungsi untuk mematikan semua lampu dan buzzer secara bersamaan. Sistem ini dirancang sedemikian rupa sehingga setiap peserta hanya dapat mengaktifkan lampunya masing-masing dan tidak dapat mengganggu peserta lain. Semua tindakan dalam sistem ini dipicu oleh penekanan tombol dan menghasilkan perubahan status pada lampu dan buzzer, yang semuanya dapat dimatikan secara bersamaan dengan menekan tombol pb_rst.

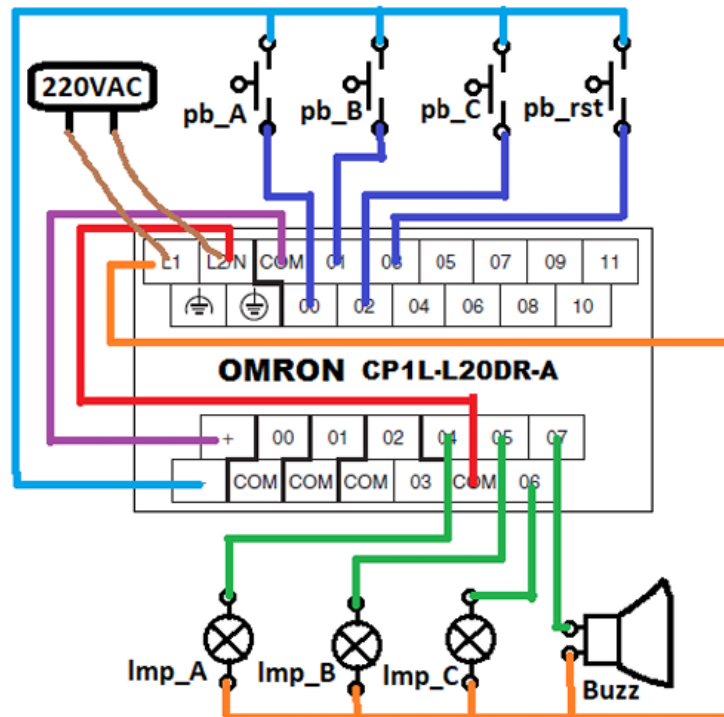
3. Hasil dan diskusi

Pada tahap Explorer, analisis kebutuhan I/O dilakukan dengan menggunakan empat input digital berupa empat tombol push button normally open 24VDC, serta empat output digital yang terdiri dari tiga indikator Pilot Lamp 220VAC dan sebuah indikator Buzzer Horn 220VAC. Delapan tag I/O yang mewakili setiap perangkat tersebut diberikan pengalamatan sesuai dengan yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 1. Tabel daftar I/O bel kuis sederhana sebagai hasil analisis kebutuhan sistem

No.	Tag Name	I/O Type	Address	Comment
01.	pb_A	DI	0.00	Push button Normally Open untuk peserta A
02.	pb_B	DI	0.01	Push button Normally Open untuk peserta B
03.	pb_C	DI	0.02	Push button Normally Open untuk peserta C
04.	pb_rst	DI	0.03	Push button Normally Open untuk mereset semua output
05.	Imp_A	DO	100.04	Indicator Pilot Lamp 220VAC untuk peserta A
06.	Imp_B	DO	100.05	Indicator Pilot Lamp 220VAC untuk peserta B
07.	Imp_C	DO	100.06	Indicator Pilot Lamp 220VAC untuk peserta C
08.	buzz	DO	100.07	Buzzer Horn 220VAC di Meja Juri dekat pb_rst

Berdasarkan I/O List yang ditampilkan pada tabel 1 di atas, wiring diagram kemudian dapat dibuat sebagai berikut

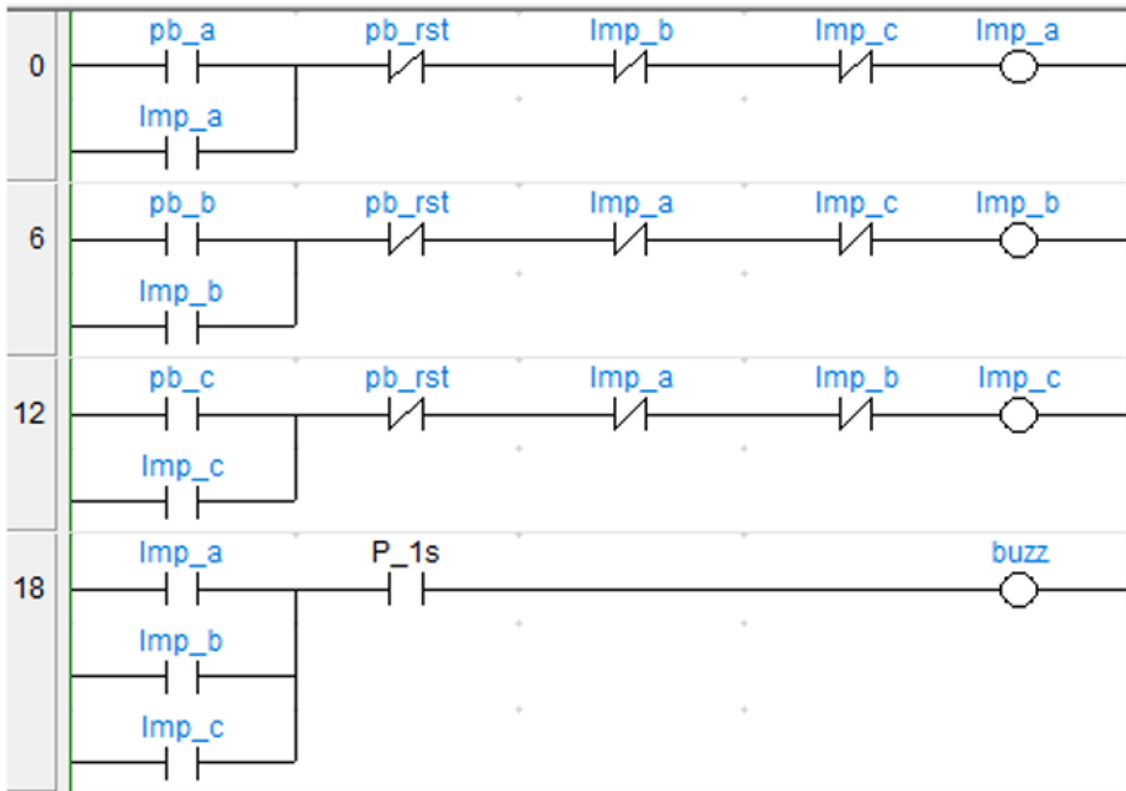


Gambar 2. Tampilan wiring diagram untuk bel kuis sederhana

Pada tahap Design, masalah dalam skenario studi kasus ditransformasikan menjadi model matematika dalam bentuk aljabar boolean seperti pada gambar 3. Model matematika tersebut kemudian dikonversi menjadi ladder diagram menggunakan CX-Programmer seperti pada gambar 4.

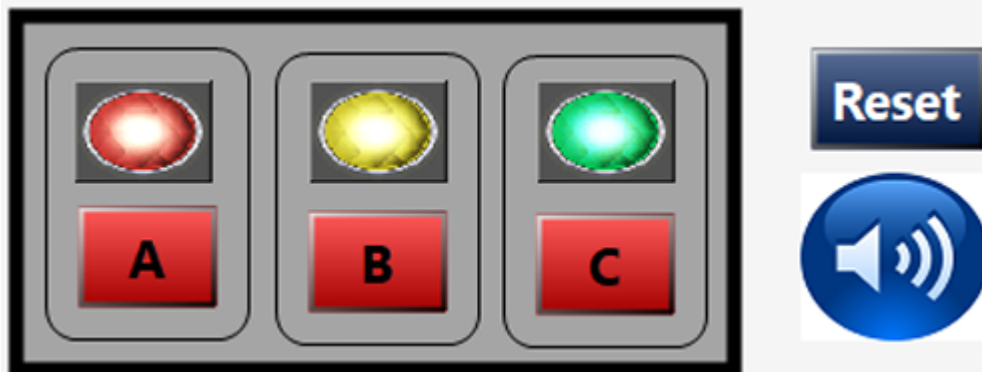
$$\begin{aligned}
 Imp_A &= (pb_A + Imp_A) \cdot \overline{pb_rst} \cdot \overline{Imp_B} \cdot \overline{Imp_C} \\
 Imp_B &= (pb_B + Imp_B) \cdot \overline{pb_rst} \cdot \overline{Imp_A} \cdot \overline{Imp_C} \\
 Imp_C &= (pb_C + Imp_C) \cdot \overline{pb_rst} \cdot \overline{Imp_A} \cdot \overline{Imp_B} \\
 buzz &= Imp_A + Imp_B + Imp_C
 \end{aligned}$$

Gambar 3. Model matematika dari bel kuis sederhana dalam bentuk aljabar boolean



Gambar 4. Ladder diagram untuk kasus bel kuis sederhana

Selain wiring diagram dan ladder diagram, HMI SCADA juga dibuat menggunakan CX-Supervisor, yang berfungsi sebagai mimic board atau dashboard untuk bel kuis sederhana. Tampilan HMI ditunjukkan pada gambar 5, sementara tabel properti dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 5. Tampilan HMI SCADA menggunakan CX Supervisor

Tabel 2. Tabel properti objek HMI SCADA untuk kasus bel kuis sederhana

No.	Object	Source	Address	Action	Comment
1	A	Toggle Button (style: Colour button)	pb_A	(Wizard)	<input checked="" type="checkbox"/> Toggle While Pressed
2	B	Toggle Button (style: Colour button)	pb_B	(Wizard)	<input checked="" type="checkbox"/> Toggle While Pressed
3	C	Toggle Button (style: Colour button)	pb_C	(Wizard)	<input checked="" type="checkbox"/> Toggle While Pressed
4	Reset	Toggle Button (style: Colour button)	pb_rst	(Wizard)	<input checked="" type="checkbox"/> Toggle While Pressed
5	Lampu A	<u>Graphics Library Editor - NS Lamps (Circle) - Lamp</u>	Point Substitution : Imp_A		Lamp colour: Red
6	Lampu B	<u>Graphics Library Editor - NS Lamps (Circle) - Lamp</u>	Point Substitution : Imp_B		Lamp colour: Red
7	Lampu C	<u>Graphics Library Editor - NS Lamps (Circle) - Lamp</u>	Point Substitution : Imp_B		Lamp colour: Red
8	Buzzer Horn	<u>Graphics Library Editor - Buttons (Blue) - SOUNDUP</u>	Buzz	Visibility	(Efek blink dari ladder)
9	Decoration	Round Rectangle Frame	-	-	Tiga buah round rectangle frame dan sebuah rectangle shape didesain untuk dekorasi dari peserta
10	Decoration	Round Rectangle Frame	-	-	
11	Decoration	Round Rectangle Frame	-	-	
12	Decoration	Rectangle Shape	-	-	

Pada tahap Test, Pengujian dilakukan pada tiga tahapan utama sistem, yaitu pengujian rangkaian, simulasi ladder diagram, dan pengujian HMI SCADA. Pada pengujian rangkaian, koneksi antara perangkat keras seperti tombol, indikator, dan PLC diperiksa untuk memastikan fungsinya berjalan dengan baik, dengan menggunakan multimeter untuk memverifikasi koneksi listrik dan menguji respons output saat tombol ditekan. Pengujian ladder diagram dilakukan untuk memastikan bahwa program yang diunduh ke PLC bekerja sesuai dengan logika yang diinginkan, dengan memeriksa apakah input yang diberikan menghasilkan output yang benar. Pengujian HMI SCADA dilakukan untuk memastikan tampilan antarmuka berfungsi dengan baik, memberikan informasi yang akurat tentang status sistem, serta menguji interaksi pengguna dengan sistem. Terakhir, pengujian terintegrasi dilakukan untuk memastikan bahwa semua bagian sistem bekerja secara terpadu, memverifikasi bahwa PLC, ladder diagram, I/O, dan HMI dapat saling berfungsi dengan baik dan sistem dapat berjalan stabil sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 3. Tabel Pengujian Sistem bel kuis sederhana

Tahapan yang Diuji	Tujuan Pengujian	Langkah Pengujian
Rangkaian (I/O)	Memastikan perangkat keras terhubung dengan benar	Memeriksa koneksi menggunakan multimeter dan menguji respon input-output saat tombol ditekan.
Ladder Diagram	Memastikan program PLC berjalan sesuai dengan logika	Memeriksa apakah input menghasilkan output yang sesuai dengan program yang diunduh ke PLC.
HMI SCADA	Memastikan tampilan HMI berfungsi dengan baik	Memastikan status sistem muncul dengan benar di HMI dan menguji interaksi pengguna melalui HMI.
Pengujian Terintegrasi	Memastikan sistem bekerja secara keseluruhan	Menguji sistem secara menyeluruh, memverifikasi integrasi antara PLC, ladder, I/O, dan HMI.

4. Kesimpulan

Pada tahap "Evaluate", diskusi antara dosen dan mahasiswa dilaksanakan untuk menarik kesimpulan serta memberikan saran perbaikan, khususnya terkait pengembangan modul pembelajaran untuk mata kuliah praktik PLC. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan

sistem bel kuis sederhana menggunakan PLC OMRON CP1L-L20DR-A dan SCADA CX-Supervisor. Sistem ini memanfaatkan konsep dasar Ladder Logic, seperti gate logic, latching, interlock, dan MCR. Pengujian dilakukan melalui beberapa tahap, termasuk pengujian rangkaian, simulasi ladder diagram, dan pengujian HMI SCADA, untuk memastikan kinerja sistem yang optimal serta integrasi antar komponen yang baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan desain, dengan pengendalian input-output yang tepat dan interaksi pengguna yang efektif melalui HMI. Penelitian ini memberikan pemahaman teknis mengenai pemrograman PLC dan SCADA, serta membuka peluang untuk pengembangan aplikasi otomatisasi yang lebih kompleks di masa depan..

Referensi

- [1] I. Setiawan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta, 2010.
- [2] W. Bolton, *Programmable Logic Controllers*, Edition 6, Elsevier Ltd, 2015.
- [3] Lutfi, "Modul Praktikum Berbasis Kompetensi Mengoperasikan Programmable Logic Controller (PLC) C.282900.005.01," Politeknik ATI Makassar, Makassar, 2022.
- [4] T. Muchtar and Lutfi, "Modul Praktikum Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1L-L20DR-A + CP1W-MAD11," Politeknik ATI Makassar, Makassar, 2023.
- [5] T. Muchtar, "Penuntun Praktikum / Praktek Programmable Logic Controller Rev. 5," Politeknik ATI Makassar, Makassar, 2016.
- [6] OMRON Corporation Industrial Automation Company, 22 Spetember 2023. [Online]. Available: https://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/cp1l_p081-e1_10_12_csm1004101.pdf?id=1916.
- [7] OMRON Corporation Industrial Automation Company, "FA Integrated Tool Package CX-One CX-Programmer Ver.9," 2023. [Online]. Available: https://www.omron-ap.com/data_pdf/cat/cx-programmer_ds_e_11_10_csm2060.pdf?id=1605.
- [8] OMRON Corporation Industrial Automation Company, "FA Integrated Tool Package CX-One Ver.4," 2023. [Online]. Available: https://www.omron-ap.com/data_pdf/cat/cx-one_ds_e_10_6_csm2059.pdf?id=1605.