

DESIGN OF AWSTRAL (AUTOMATIC WARNING SYSTEM AT TRAFFIC LIGHT) IN PALOPO CITY USING PROTOTYPE METHOD

Nirsal*¹, Ardiansyah Saputra²

^{1,2}Informatics Engineering, Computer Engineering Faculty, Universitas Cokromainoto Palopo, Indonesia
Email: nirsal@uncp.ac.id, ardiansyahaskahainun354@email.com

(Article received: June 26, 2024; Revision: July 27, 2024; published: August 06, 2024)

Abstract

The growth of the population, which affects traffic congestion issues, has shown that effective traffic management is crucial, especially at intersections with high vehicle volumes. Currently, traffic control methods using hand signals from traffic officers are considered less effective, with controllers often experiencing disruptions with traffic lights. To address this issue, it is necessary to design a prototype of an Automatic Warning System at Traffic Lights (AWSTRAL). This system will be designed to provide automatic warnings to drivers when there is a disruption in the traffic light or an unsafe traffic situation. This research uses a prototyping approach to design AWSTRAL, which consists of several main components, including traffic sensors, data processing systems, and warning displays. The result of this research is a prototype that, when a disruption in the traffic light or an unsafe traffic situation is detected, AWSTRAL will automatically activate warning displays located around the intersection. The warning displays will inform drivers of unsafe conditions and provide instructions on actions to be taken, such as stopping or proceeding with caution. The use of AWSTRAL will help reduce the risk of traffic accidents and improve road safety. Additionally, by providing automatic warnings, AWSTRAL will help optimize traffic flow and reduce congestion at intersections.

Keywords: *Automatic Warning System at Traffic Light (AWSTRAL), hand gestures of traffic police officers, traffic jams, traffic control.*

PERANCANGAN AWSTRAL (AUTOMATIC WARNING SYSTEM AT TRAFFIC LIGHT) DI KOTA PALOPO MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPE

Abstrak

Perkembangan penduduk yang berpengaruh pada masalah kemacetan lalu lintas telah menunjukkan bahwa pengaturan lalu lintas yang efektif sangat penting, terutama di persimpangan dengan volume kendaraan yang tinggi. Saat ini, metode pengaturan lalu lintas menggunakan gerakan tangan petugas Polantas dianggap kurang efektif, dengan pengendali yang digunakan sering mengalami gangguan pada traffic light. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dirancang prototipe sebuah Automatic Warning System at Traffic Light (AWSTRAL). Sistem ini akan dirancang untuk memberikan peringatan otomatis kepada pengendara ketika ada gangguan pada traffic light atau saat situasi lalu lintas yang tidak aman. Penelitian ini menggunakan pendekatan dengan memanfaatkan metode prototipe untuk mendesain AWSTRAL yang terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk sensor lalu lintas, sistem pengolahan data, dan display peringatan. Hasil dari penelitian ini adalah prototipe saat terdeteksi gangguan pada traffic light atau situasi lalu lintas yang tidak aman, AWSTRAL akan secara otomatis mengaktifkan display peringatan yang terletak di sekitar persimpangan. Display peringatan akan memberi tahu pengendara tentang situasi yang tidak aman dan memberikan instruksi tentang tindakan yang harus diambil, seperti berhenti atau berhati-hati melintas. Penggunaan AWSTRAL akan membantu mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Selain itu, dengan memberikan peringatan secara otomatis, AWSTRAL akan membantu mengoptimalkan aliran lalu lintas dan mengurangi kemacetan di persimpangan.

Kata kunci: *Automatic Warning System at Traffic Light (AWSTRAL), gangguan pada traffic light, gerakan tangan petugas Polantas, kemacetan lalu lintas, pengaturan lalu lintas.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman mengacu pada perubahan dan kemajuan yang terjadi pada berbagai aspek

kehidupan manusia, perkembangan ini mencakup berbagai bidang salah satunya adalah bidang teknologi, aspek perkembangan dalam bidang

teknologi memberikan banyak layanan terhadap masyarakat yang menggunakan ICT (Information and Communication Technology) [1]. Hingga saat ini, teknologi bidang elektronika ikut mengalami kemajuan cukup pesat. Mula terkenalnya bidang elektronika hanya berbasis pengontrol yang menggunakan sistem manual (analog) yang begitu rumit [2]. Namun, saat ini ada teknologi yang menggunakan sistem digital (otomatis) yang lebih praktis dan mudah digunakan.

Salah satu contoh pengontrol otomatis yang cerdas dan praktis adalah PLC (Programmable Logic Controller) [3]. Sistem operasi PLC ini memiliki kecerdasan yang sempurna dengan kemampuan memanipulasi program dan menyimpan program yang telah dibuat. Oleh karena itu, PLC dianggap sebagai pengontrol otomatis yang baik saat ini. Analisis lampu lalu lintas menjadi kasus nyata yang menggunakan PLC sebagai alat sistem kendali dengan nilai sangat praktis dan cerdas dalam pengoperasiannya [4]. Praktisnya tidak memerlukan bantuan tambahan seperti converter sinyal Analog Digital Converters atau ADC.

PLC mulai diperkenalkan di Indonesia pada pertengahan tahun 90an, tepatnya pada tahun 1997. Sebelumnya sudah ada kontroler lain seperti Intel 6800 hingga Intel 8086, MC 6800, dan lain-lain yang sudah digunakan sejak pertengahan tahun 70an, meskipun penggunaannya masih terbatas. masih terbatas [5]. Programmable Logic Controller (PLC) merupakan suatu piranti yang dibuat sebagai pengganti kumpulan relai-relai mekanik yang digunakan dalam sistem control [6]. Sistem komunikasi pada PLC menggunakan sinyal biner sehingga mempunyai keuntungan bahwa sinyal ini dapat digunakan dalam kontrol program dan dapat diproses secara digital dan disimpan dalam memori elektronik. Sinyal ini kemudian digunakan sebagai sinyal kontrol yang menggerakkan motor atau silinder sebagai aktuator. Sebuah PLC dapat dibangun dengan menggunakan sebuah mikrokontroler sebagai otak dari PLC [7].

Sebagai perangkat pendukung, tentunya dibutuhkan RAM, modul input, dan modul output. Dengan beberapa komponen ini, PLC dapat dibangun dan dapat dioperasikan. Namun demikian untuk membuat sistem kontrol dapat bekerja lebih efisien maka masih dibutuhkan perangkat pemrograman PLC [8]. Pada dasarnya di dalam PLC terdapat beberapa peralatan yang berfungsi sebagai relai, coil, latching coil, timer, counter, perubahan analog ke digital, perubahan digital ke analog, dan lain sebagainya [9], yang dapat digunakan untuk mengendalikan peralatan dengan bantuan program yang kita rancang. Akan tetapi, sebagai alat peraga (trainer) untuk pembelajaran PLC, seperti yang diketahui bahwa secara umum harga sebuah PLC jauh lebih mahal dibandingkan dengan harga sebuah mikrokontroler [10].

Saat ini pengaturan lampu lalu lintas yang digunakan masih menggunakan sistem standalone. Dimana lama waktu nyala lampu hijau dan merah di atur secara konstan atau waktu tetap. Sehingga sistem ini tidak sesuai dengan kondisi yang terjadi pada lalu lintas yang volume kendaraan bervariasi setiap waktu. Sistem traffic light ini tidak bersifat adaptif [11]. Traffic light bersifat adaptif adalah waktu lamanya kendaraan menunggu dapat berubah sesuai dengan tingkat kepadatan pada masing-masing jalur [12].

Penelitian mengenai pengontrolan lampu lalu lintas menggunakan PLC telah dilakukan dengan menggunakan sistem sensor yang dipasang pada badan jalan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Sistem ini memiliki beberapa kondisi, di antaranya kondisi normal yang memiliki fase di mana lampu merah dan hijau pada setiap fase memiliki perbedaan waktu. Pada kondisi otomatis, sistem bekerja dalam 4 kondisi yaitu: kondisi kosong, kondisi padat, kondisi prioritas, dan kondisi darurat [13].

Selanjutnya, sistem pengontrolan traffic light secara otomatis [14]. Sistem traffic light otomatis ini berbasis mikrokontroler AT89C51 sebagai pengontrol sistem utamanya. Sistem ini bekerja dengan menggunakan sensor yang dipasang disisi persimpangan jalan. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi banyaknya kendaraan yang mengantri pada persimpangan traffic light. Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor yang mendeteksi kemacetan yang diakibatkan kecelakaan.

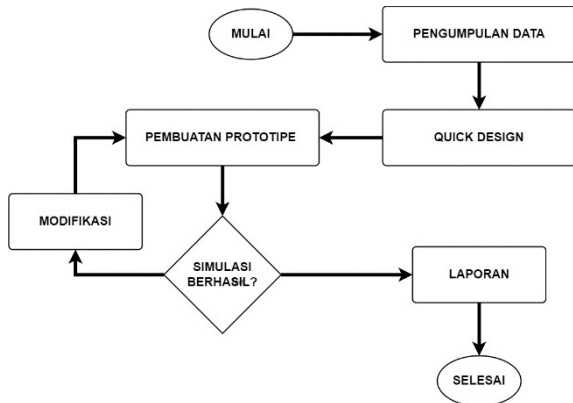
Sistem tersebut memiliki kelemahan, yaitu sinyal kontrol yang dikeluarkan oleh mikrokontroler sangat lemah untuk dapat menghidupkan lampu traffic light yang sebenarnya. Oleh karena itu, penulis merancang suatu sistem kontrol traffic light adaptif berbasis PLC. Output dari PLC dapat langsung dihubungkan ke lampu traffic light yang sebenarnya.

2. METODE PENELITIAN

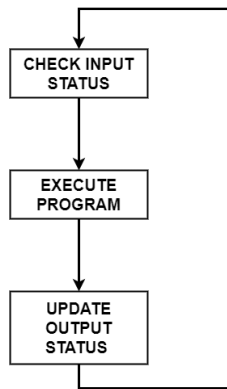
Penelitian ini menggunakan pendekatan dengan memanfaatkan metode prototipe untuk mendesain AWSTRAL (*Automatic Warning System at Traffic Light*). Metode prototipe memungkinkan iterasi cepat dan umpan balik langsung dari pengguna hingga menghasilkan sistem yang dibutuhkan dengan nyata di lapangan [15]. Adapun proses desain *Automatic Warning System at Traffic Light* dilakukan tertera pada Gambar 1 sebagai berikut;

Perancangan pada penelitian ini memanfaatkan PLC sebagai pengendali utamanya. Perangkat ini dilengkapi dengan memori yang berfungsi menyimpan program yang telah dibuat, serta dilengkapi dengan tombol-tombol yang digunakan untuk menekan perintah sesuai dengan fungsinya. Terdapat tiga tahapan penting dalam operasi PLC, yaitu memeriksa sistem, meng-update nilai, dan penggunaan *counter internal timer*. Tahapan-tahapan tersebut tertera pada Gambar 2. Untuk step 1 yaitu Cek Input Status dimana PLC akan melihat pada tiap

inputan apakah data tersebut dalam keadaan aktif atau tidak.



Gambar 1 Alur Penelitian



Gambar 2 Sistem Operasi PLC

Step 2 Execute Program aktif atau tidaknya berdasarkan keadaan data pertama. Hasilnya akan disimpan untuk digunakan pada step berikutnya. Step 3 Upload Output Status Akhirnya PLC meng-Update status dari output. Output yang di-Update berdasarkan input yang aktif selama step yang pertama dan hasil program dari program step_2. Setelah step_3 PLC akan kembali ke step_1 dan akan mengulang tiap step secara berulang.

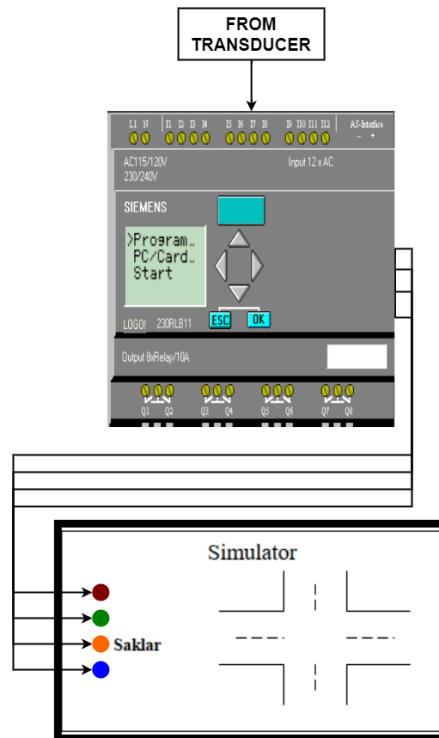
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan kebutuhan yang dilakukan dengan observasi langsung di Kota Palopo. Observasi ini dilakukan di delapan lokasi lampu lalu lintas yang tersebar di berbagai titik strategis kota. Hasil dari observasi menginformasikan bahwa ada setidaknya delapan titik lampu lalu lintas yang ada di Kota Palopo yaitu Simpang Tiga Binturu, Simpang Empat Kantor Walikota Palopo, Simpang Empat Taman Baca, Simpang Empat Andi Djemma, Simpang Empat Palopo Pos, Simpang Empat Pongsimping, Simpang Empat Ratulangi, dan Simpang Tiga Hypermart.

Dibeberapa lokasi seperti Simpang Empat Taman Baca dan Simpang Tiga Binturu terdapat kepadatan lalu lintas yang tinggi di beberapa jam sibuk yang mengakibatkan kemacetan arus lalulintsa. Di Simpang Empat Palopo Pos dan Simpang Empat

Andi Djemma memiliki lampu lalu lintas dengan delay pergantian lampu sangat tidak konsisten mengakibatkan kepadatan yang tidak menentu.

Selanjutnya, berdasarkan hasil observasi yang di dapatkan di lapangan, dilakukan *Quick Design* atau Perancangan Cepat untuk mendesain prototipe dari sistem peringatan otomatis pada lampu lalu lintas di Kota Palopo. Berikut Skema *Traffic Light* dari hasil *Quick Design* tertera pada Gambar 3



Gambar 3 Skema Lalulintas dengan PLC

Rincian skema pada Gambar 3 sebagai berikut.

1. PC (Personal Computer),
2. Software logosoft,
3. PLC Tipe 230 RCL dengan 10 I/O
4. Simulator *Traffic Light*

Dalam menguji ataupun evaluasi sistem diatas, perlu disesuaikan masukan dan keluaran diberikan kode pengenalan yang sesuai dengan fungsi masing – masing. Hal ini dibutuhkan untuk memudahkan sistem pembacaan saat program akan dijalankan. Pemberian kode terhadap peralatan keluaran juga harus disesuaikan dengan jenis PLC yang digunakan. Setiap jenis PLC mungkin memiliki format atau konvensi tertentu untuk memberikan kode pada masukan dan keluaran.

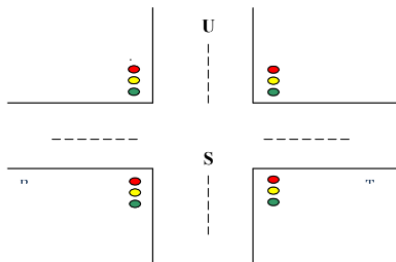
Tabel 1 Daftar Hasil Pengujian Skema dengan PLC

Nama Perangkat Lunak	Hasil	Keterangan
I1 sebagai saklar ON	Dapat mengaktifkan lampu lalu lintas	Bekerja Benar
I2 sebagai saklar OFF	Dapat mematikan lampu lalu lintas	Bekerja Benar
Q1....16 sebagai Keseluruhan Output	Dapat bekerja sesuai dengan Diskripsi kerja system	Bekerja Benar

Dari keterangan pada Tabel 1 diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

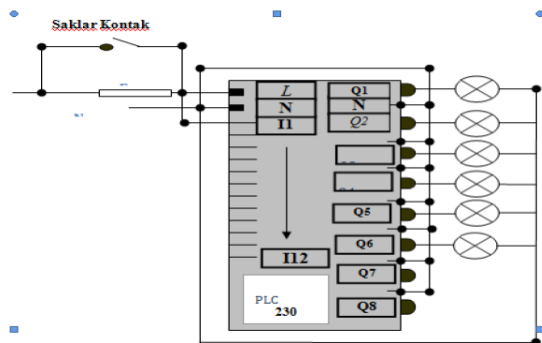
- Apabila I1, ditekan pada posisi ON, maka Q sebagai lampu hijau utara (H-U) dan lampu hijau selatan (H-S) akan menyala.
- Apabila I1, ditekan pada posisi ON, maka Q1 (hijau) menyala sementara Q6 (merah) juga akan ikut menyala.
- Saat Q1 menyala, maka waktu on delay selama waktu hitung yang telah ditentukan akan bekerja menghitung sampai waktu berakhir sesuai dengan ketentuan, maka Q2 (kuning) menyala, dan Q6 (merah) tetap menyala sesuai dengan waktu yang telah ditentukan oleh program.
- Saat Q3 (merah) menyala, maka Q4 (hijau) akan menyala.
- Saat Q6 (merah) menyala, maka Q4 (hijau) akan menyala, bersamaan dengan nyalanya Q3 (merah).

Selain evaluasi dalam *software*-nya, penelitian ini juga menguji dengan *hardware*-nya. Perlu diperhatikan bahwa kondisi PLC harus lengkap dengan program yang telah dibuat sesuai dengan penyesuaian program yang dilakukan pada perangkat lunak.



Gambar 4 Analisis Lampu Lalulintas di Simpang Empat Jalur Dua

Dalam pengujian dan analisa ini yang perlu diperhatikan adalah jangan dilakukan pengkabelan pada saat kabel listrik dihubungkan dengan sumber listrik, tujuannya adalah untuk mencegah terjadinya kecelakaan pada saat pengoperasian atau pemasangan PLC.



Gambar 5 Skema Modul Dasar PLC pada Lampu Lalulintas

Keterangan :

L : Volt

N : Netral

I1..I12 : Masukan

Q1..Q8: Keluaran yang berupa output led

_____ : Saklar penghubung PLC

Dari Gambar 4 dan Gambar 5 tersebut, kita dapat menyimpulkan sistem kerja secara hardware sebagai berikut:

- Ketika tombol I1 ditekan ke posisi ON, lampu hijau di barat (H-B) dan timur (H-T) akan menyala, sementara lampu merah di utara (M-U) dan selatan (M-S) akan tetap menyala.
- Ketika lampu hijau di barat (H-B) dan timur (H-T) menyala, setelah waktu On Delay selesai (yang disetel selama 5 detik), lampu kuning di barat (K-B) dan timur (K-T) akan menyala. Lampu merah di selatan (M-S) akan tetap menyala hingga batas waktu yang ditetapkan (7 detik).
- Saat lampu merah di utara (M-U) dan selatan (M-S) menyala, setelah waktu On Delay selesai (selama 7 detik), lampu hijau di utara (H-U) dan selatan (H-S) akan menyala. Lampu merah di barat (M-B) dan timur (M-T) akan tetap menyala secara bergantian. Proses ini akan terus berlanjut.
- Untuk menghentikan sistem secara keseluruhan, cukup dengan menekan saklar I1. Selain itu, perubahan waktu On Delay dapat dilakukan kapan saja sesuai kebutuhan atau peristiwa yang dianggap penting dengan mengatur timer sesuai dengan waktu yang diinginkan.

4. DISKUSI

PLC, atau Programmable Logic Controller, adalah alat pengendali yang cerdas dan otomatis dalam menjalankan operasi. PLC memiliki keunggulan baik dari segi hardware maupun software.

Keunggulan secara hardware meliputi:

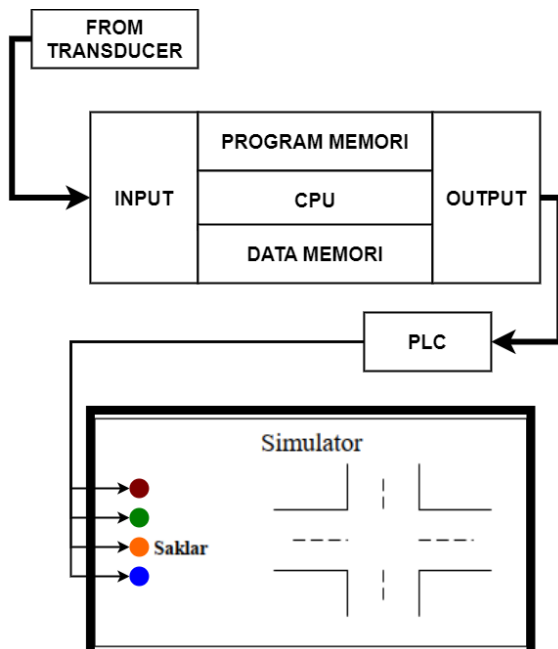
- Dapat diprogram tanpa memerlukan alat bantu seperti komputer.
- Tampilan program dapat dilihat melalui display monitor yang terdapat pada PLC.
- Mudah dalam pelacakan jika terjadi gangguan
- Bentuknya fleksibel, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan

Semua kontrol dalam sistem ini diproses menggunakan software Logo Soft. Keunggulan menggunakan software Logosoft antara lain;

- Sistem programnya dapat diaplikasikan dalam lingkup MS-Windows.
- Pengecekan kesalahan program lebih mudah dilakukan.
- Hasil eksekusi program dapat dilihat secara langsung.

Dalam sistem pengoperasian PLC, diperlukan suatu alat penghubung yang disebut *connector*. *Connector* ini bisa berupa kabel *connector* atau *interface*. *Connector interface* mengacu pada sistem operasi yang menggunakan PC (Personal Computer). Dalam hal ini, kabel digunakan untuk menghubungkan PC dengan CPU (Central

Processing Unit). Fungsi CPU mencakup pemrosesan input-output, pengawasan, pengaturan operasi sesuai instruksi, dan penyimpanan dalam memori. Informasi yang diproses oleh CPU kemudian disebarkan ke berbagai unit lainnya. Skema dasarnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Sistem Operasi Kontrol

Komputer terhubung dengan bagian luar melalui unit Input/Output dimana PLC terpasang untuk penggunaan dalam sistem control. Sistem PLC menggunakan perangkat-perangkat elektronik yang pengoperasiannya sangat mudah untuk dikendalikan karena perangkat ini terdapat memori dimana berfungsi menyimpan program yang telah dibuat, dan menggunakan tombol-tombol untuk menekan perintah yang disesuaikan dengan fungsinya.

Penelitian yang dilakukan oleh [12] membuat sistem *traffic light* otomatis berbasis mikrokontroler AT89C51 sebagai kontrol sistem utama. Sistem bekerja dengan menggunakan sensor yang dipasang disisi persimpangan jalan. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi banyaknya kendaraan dan antrian. Dengan sistem seperti diatas, sinyal yang akan dikeluarkan oleh mikrokontroler sangat lemah untuk bisa menghidupkan lampu traffic light yang sebenarnya. Dibandingkan dengan penelitian ini yang telah memanfaatkan PLC dengan terhubung langsung ke lampu lalu lintas yang sebetulnya maka lebih efektif dimanfaatkan dalam kehidupan sehari – harinya. Diluar dari pada lemahnya sinyal yang akan diterima, memanfaatkan sensor yang dipasang disisi persimpangan jalan beresiko dapat diotak-atik oleh pengguna jalan yang tidak bertanggung jawab.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa perancangan AWSTRAL (Automatic

Warning System at Traffic Light) di Kota Palopo menggunakan metode prototipe telah berhasil memenuhi kebutuhan yang teridentifikasi di lapangan. PLC dapat digunakan untuk mengendalikan lampu Traffic Light dalam bentuk simulator untuk pengembangan selanjutnya jika diterapkan dalam kondisi yang sebenarnya. Hal ini memberikan kemudahan dalam pengujian dan pengembangan sistem kontrol lalu lintas. Kemampuan sistem *On Delay* yang dimiliki oleh PLC memungkinkan pengaturan waktu delay sesuai kebutuhan. Hal ini memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam menyesuaikan sistem kontrol dengan kondisi dan kebutuhan spesifik.

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan kombinasi rules dan menggunakan beberapa jenis PLC untuk membandingkan performa dari setiap sistem yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nirsal and S. Aminah, "DESAIN USER INTERFACE BERBASIS WEBSITE ABSENSI FINGERPRINT MAHASISWA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN USER CENTERED DESIGN (UCD)," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 8, no. 1, 2024, doi: 10.26798/jiko.v8i1.1044.
- [2] S. Sudarmaji, "SISTEM KERJA PENGENDALI OTOMATIS LAMPU TRAFFIC LIGHT PADA PERSIMPANGAN 4 (EMPAT) JALAN RAYA MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, 2013, doi: 10.24127/trb.v2i1.34.
- [3] M. Roihan, "M Mendeteksi Kerusakan Beban Motor Listrik AC Tiga Fasa Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)," *J. Informatics Commun. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–17, 2019, doi: 10.52661/j_ict.v1i1.20.
- [4] S. Sabaar and S. S., "Rancang Bangun Kontrol Lampu Lalu Lintas Simpang Tiga Berbasis Arduino," *J. Informatics Electron. Eng.*, vol. 2, no. 1, 2022.
- [5] A. E. Putra and M. U. Juwana, "Sistem Kontrol Proses dan PLC," *PLC Konsep*, vol. 2, no. 1, 2004.
- [6] Q. Hidayati, F. Z. Rachman, N. Yanti, N. Jamal, and S. Suhaedi, "Desain Model dan Simulasi PLC-Mikrokontroler sebagai Modul Pembelajaran Berbasis PLC," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 2, no. 2, 2017, doi: 10.31544/jtera.v2.i2.2017.73-82.
- [7] A. Dwijo, S. Sekolah, T. T. Nuklir-Batan, S. Pengajar, and J. Fisika, "Simulasi Sistem Kontrol Berbasis Plc: Pembelajaran Berbasis Kasus Pada Matakuliah Programmable Logic

- Controller Artono Dwijo Sutomo,” *Sdm Teknol. Nukl.*, vol. 1, no. 1, 2007.
- [8] T. H. TM., “Rancang Bangun Programmable Logic Controller Berbasis Mikrokontroler,” *Semin. Nas. Pendidik. Tek. Elektro*, pp. 101–112, 2004.
- [9] N. Nursalim, A. S. Sampeallo, and F. J. Sengaji, “Desain dan Simulasi Sistem kontrol elevator 3 Lantai Menggunakan GMWIN,” *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 7, no. 1, pp. 41–52, 2024, doi: 10.31602/eeict.v7i1.14604.
- [10] M. M. Picf, “Rancang Bangun Programmable Logic Controller LOGIC CONTROLLER (P L C),” pp. 1–7, 2019.
- [11] R. Riandini and D. Kuncoro, “Estimasi Panjang Antrean Kendaraan pada Persimpangan Jalan Raya dengan Sensor Kamera Menggunakan Metode Queue Length Estimation,” *J. Comput. Eng. Network, Intell. Multimed.*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.59378/jcenim.v1i1.4.
- [12] E. Nurhidayat, A. Indra Septiana, A. Nursyah Putra, A. Syaripudin, and D. Irawan Saputra, “Desain Sistem Kontrol Traffic Light Adaptif pada Empat Persimpangan Berbasis PLC Omron CP1E,” *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 10, no. 1, 2018, doi: 10.5614/joki.2018.10.1.1.
- [13] F. Al Afif, M. F. Rachmadi, M. A. Ma’sum, A. Wibowo, and W. Jatmiko, “Implementasi Prototipe Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Terdistribusi dengan Optimasi Pengenalan dan Penjejukan Kendaraan Berbasis Pemrosesan Video,” *Konf. Nas. Sist. dan Inform.*, pp. 249–255, 2011.
- [14] Zulfikar, Tarmizi, and A. Adria, “Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 9, no. 3, 2011.
- [15] A. Yudin, M. A. Habib, H. Hamdani, and W. S. Alfira WS, “Prototype Elevator 5 Lantai Berbasis PLC,” *J. Teknol. Elekterika*, vol. 20, no. 2, p. 113, 2023, doi: 10.31963/elekterika.v20i2.4632.