

Pengembangan Sistem Otomatis Mesin Instalasi Pembuangan Air Limbah menggunakan PLC

Development of Automatic System for Wastewater Disposal Installation Machine using PLC

Fadlika Ardiansyah¹, Raihan Nurhakim² Muhammad Adli Rizulloh³

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Otomasi Industri dan Robotika

Universitas Pendidikan Indonesia

fadlikaardiansyah@upi.edu¹, raihannurhakim@upi.edu², muhammad.adli.riz@upi.edu³

Abstrak – Ladder Diagram atau Ladder Logic adalah bahasa pemrograman utama dalam Programmable Logic Controller (PLC) yang banyak digunakan dalam otomasi industri. PLC, sebagai komputer khusus berbasis mikroprosesor, menawarkan kemudahan penggunaan bagi operator dengan latar belakang non-teknis, terutama melalui pemrograman dengan Ladder Diagram, yang merupakan adaptasi dari teknologi relay konvensional. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem otomatis untuk mesin Instalasi Pembuangan Air Limbah (IPAL), dengan tujuan untuk menyederhanakan operasi mesin yang awalnya memerlukan beberapa langkah manual menjadi satu langkah mudah. Metode penelitian mencakup studi pustaka untuk mempelajari sistem yang ada, pemrograman menggunakan bahasa Ladder dengan aplikasi CX-Programmer, troubleshooting untuk memastikan fungsi program yang optimal, dan proses upload program ke mesin display perusahaan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa desain pintu panel mesin IPAL menjadi lebih sederhana dan fungsional, dengan adanya fungsi kontrol manual dan otomatis yang meningkatkan efektivitas dan kemudahan penggunaan mesin. Pengembangan ini menyederhanakan antarmuka pengguna dan meningkatkan efisiensi operasional mesin IPAL.

Kata Kunci: PLC, Otomatis, Manual, Industri

Abstract – Ladder Diagram or Ladder Logic is the primary programming language used in Programmable Logic Controllers (PLCs) and is widely employed in industrial automation. PLCs, as specialized microprocessor-based computers, provide ease of use for operators with non-technical backgrounds, especially through programming with Ladder Diagrams, which are adaptations of conventional relay technology. This study focuses on the development of an automatic system for Wastewater Treatment Plant (IPAL) machines, aiming to simplify the machine operation that initially required several manual steps into a single easy step. The research methods include literature review to study existing systems, programming using Ladder language with the CX-Programmer application, troubleshooting to ensure optimal program functionality, and uploading the program to the company's display machine. The results of the study show that the design of the IPAL machine panel has become simpler and more functional, with the inclusion of manual and automatic control functions that enhance the machine's effectiveness and ease of use. This development streamlines the user interface and improves the operational efficiency of the IPAL machine.

Keywords: PLC, Automatic, Manual, Industry

1. Pendahuluan

Persyaratan untuk otomatisasi saat ini telah berubah untuk fokus pada peningkatan pencatatan autentikasi, pembuatan laporan, visualisasi, dan analisis yang lebih efisien guna menekan biaya produk. Kemajuan dalam sistem otomasi ini membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak khusus untuk kontrol dan pemantauan. Dalam pasar saat ini, beberapa vendor



terkemuka meliputi Siemens, Mitsubishi, Allen Bradley, dan Schneider. Untuk memfasilitasi transfer informasi antar perangkat dan antar proses, pemantauan energi kini menjadi lebih mudah dan fleksibel berkat penggunaan berbagai komunikasi jaringan dan protocol [1].

Ladder Diagram atau Ladder Logic adalah bahasa dan logika pemrograman yang paling banyak digunakan dalam PLC (Programmable Logic Controller). Dalam dunia sistem otomasi, bahasa pemrograman ini menjadi salah satu yang wajib dipelajari oleh tiap teknisi, khususnya yang bertugas di bagian IT, teknisi dan maintenance. Mirip dengan bahasa pemrograman lainnya, Ladder Diagram juga terdiri dari input dan output. Input-nya berupa kode binary, sedangkan output-nya berupa eksekusi yang diinstruksikan dalam rangkaian kode [2].

Programmable Logic Controller (PLC) adalah perangkat yang sangat user friendly berbasis microprocessor, merupakan komputer khusus yang memuat berbagai jenis dan kompleksitas fungsi kontrol. PLC dapat diprogram, dikendalikan, dan dioperasikan oleh seseorang yang tidak terlalu pandai dalam mengoperasikan Personal Computer (PC). PLC menggunakan bahasa pemrograman khusus yaitu ladder diagram (diagram tangga) untuk memprogram pada sistem PLC. Ladder diagram merupakan turunan dari teknologi relay konvensional, sehingga memudahkan operator dalam menggunakan PLC [3].

Programmable Logic Controller (PLC) adalah unit yang dirancang khusus untuk mengelola sistem kontrol otomatis pada mesin industri atau aplikasi lainnya. Di dalam CPU PLC, konsepnya bisa diibaratkan sebagai sekumpulan ribuan relay, namun ini bukan berarti terdapat banyak relay fisik dalam ukuran kecil. Sebaliknya, PLC mengandung rangkaian elektronik digital yang berfungsi seperti kontak NO (Normally Open) dan NC (Normally Closed) pada relay [4].

Proses pengotomatisasian adalah proses untuk membantu mempermudah operator dalam menggunakan mesin. Yang awalnya manual dan harus menekan beberapa tombol untuk menjalankan mesin menjadi hanya menekan 1 tombol [5].

Kata "otomasi" berasal dari istilah Yunani yang mengacu pada dedikasi diri. Otomasi berfungsi untuk meningkatkan produktivitas dengan memperbarui dan meningkatkan efisiensi kerja. Proses ini melibatkan penggunaan mesin untuk menjalankan urutan operasi yang telah ditetapkan, baik dengan campur tangan manusia maupun tanpa campur tangan dalam proses manufaktur [6].

Otomasi industri telah menjadi tren global dalam bidang manufaktur, dengan proses pengemasan dan penyortiran sebagai salah satu aplikasi yang paling umum. Banyak perusahaan kini beralih untuk mengotomatisasi operasi mereka. Kemajuan sistem kontrol dalam industri telah mendorong otomasi produksi, yang bertujuan tidak hanya untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya tenaga kerja, tetapi juga untuk memungkinkan sistem berjalan secara otomatis dan terkomputerisasi. Kemajuan suatu industri sangat bergantung pada penerapan teknologi inovatif. Setiap industri berusaha untuk meningkatkan kecepatan produksi mereka, dengan produksi massal menjadi tujuan utama untuk bersaing di pasar yang kompetitif. Dengan otomasi penuh pada seluruh lini produksi, produksi massal menjadi lebih mudah dicapai [7].

Dalam beberapa tahun terakhir, sistem otomasi di industri manufaktur telah menjadi lebih canggih dengan adanya Human Machine Interface (HMI). HMI, atau sering disebut iHMI (interactive human-machine interface), adalah perangkat sistem elektronik dua arah yang menghubungkan manusia dan mesin. Perangkat ini memungkinkan transfer instruksi dari manusia ke mesin secara efektif serta pengumpulan umpan balik dari mesin. HMI dapat didefinisikan sebagai interaksi antara sistem PLC dan operator, yang ditampilkan melalui layar dengan ikon dinamis, angka, dan teks. Dengan bantuan panel HMI, operator dapat memantau dan mengontrol produksi hingga tingkat tertentu. Fitur penting dari HMI meliputi grafis beresolusi tinggi untuk representasi realistis mesin atau proses, alarm, grafik tren, simulasi, pesan, animasi peralatan

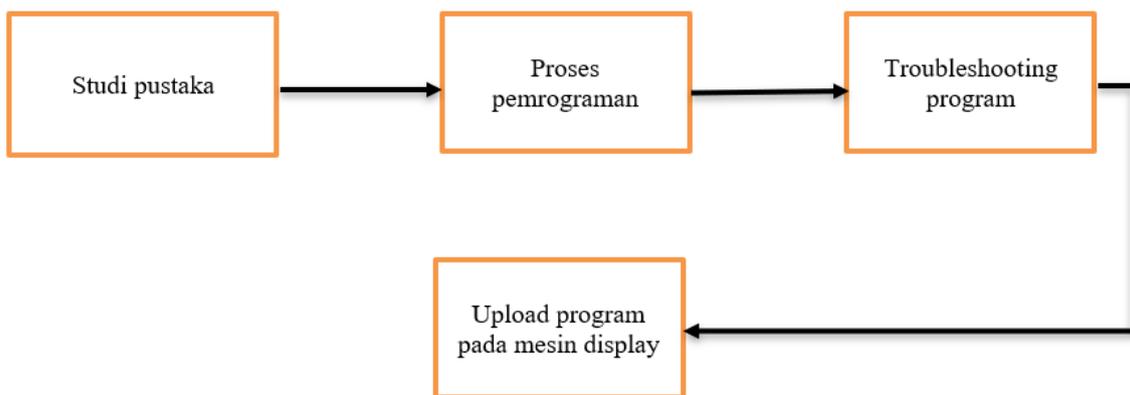
sesuai standar operator, pengurangan biaya perangkat keras, dan berbagai opsi komunikasi seperti port serial (SP), ethernet, data highway plus (DHP), dan dynamic data exchange (DDE) [8].

Prinsip kerja PLC secara umum terdapat 3 bagian yaitu, input, proses dan output. Input PLC dapat berupa sensor dan juga push button. Setelah menerima masukan, PLC memproses data tersebut sesuai dengan program yang telah diprogram sebelumnya. Program ini terdiri dari serangkaian instruksi logika yang ditulis dalam bahasa pemrograman khusus untuk PLC. Instruksi logika ini dapat mencakup operasi matematika, perbandingan, logika Boolean, dan fungsi-fungsi lainnya. Setelah diproses PLC menghasilkan keluaran. Keluara ini dapat berupa sinyal yang dikirimkan ke perangkat actuator seperti, motor, silinder dan lain-lain [9].

Human Machine Interface (HMI) adalah antarmuka yang memfasilitasi operator dalam melakukan perubahan pada peralatan di lapangan. Data yang ditampilkan pada HMI dapat berasal dari tautan objek dan server kontrol proses (OPC) yang tertanam, serta pertukaran data dinamis (DDE), sehingga HMI dapat berfungsi sebagai klien OPC atau klien DDE. Dalam penggunaannya, perangkat HMI dibagi menjadi dua kategori: workstation operator dan workstation engineering [10].

2. Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data adalah cara atau teknik yang digunakan untuk mengumpulkan informasi atau data dari berbagai sumber. Pemilihan metode pengumpulan data sangat penting karena akan mempengaruhi validitas dan reliabilitas hasil penelitian.



Gambar 1 Metode pengumpulan data

Berdasarkan gambar 1.1 metode pengumpulan data dilakukan berdasarkan observasi lapangan dan dokumentasi, diawali dengan studi Pustaka mengenai “Pengembangan Sistem Otomatis Mesin Instalasi Pembuangan Air Limbah”.

2.1. Studi Pustaka

Dalam Pengembangan Sistem Otomatis Mesin IPAL, tahap pertamana dilakukan studi pustaka untuk mengetahui program yang relevan dari artikel jurnal yang telah ada, dan dalam pengembangannya bertujuan untuk memudahkan pengguna atau operator yang nanti akan mengoperasikan mesin ini.

Tabel 1 Perbandingan sistem yang ada saat ini

	Sistem sebelumnya	Sistem yang dikembangkan
Judul Penelitian	Program manual mesin IPAL	Pengembangan Sistem Otomatis Mesin IPAL

	Sistem sebelumnya	Sistem yang dikembangkan
Mesin dapat dioperasikan dengan 1x tekan tombol	Tidak	Ya
Design HMI lebih sederhana	Tidak	Ya
Mesin lebih mudah digunakan	Tidak	Ya

Berdasarkan Tabel 1. hasil dari studi pustaka didapatkan bahwa alat yang dikembangkan memiliki sistem manual.

Namun pada penelitian yang telah dilakukan memiliki beberapa kekurangan yakni tidak tersedianya sistem otomatis dari mesin IPAL, sehingga pengoperasian mesin akan memakan waktu.

2.2. Proses Pemrograman

Proses pemrograman ini dilakukan untuk membuat sistem otomatis pada mesin IPAL. Dimana pemrograman ini menggunakan bahasa ladder dan menggunakan aplikasi cx-programmer. PLC yang digunakan adalah PLC CP1L.

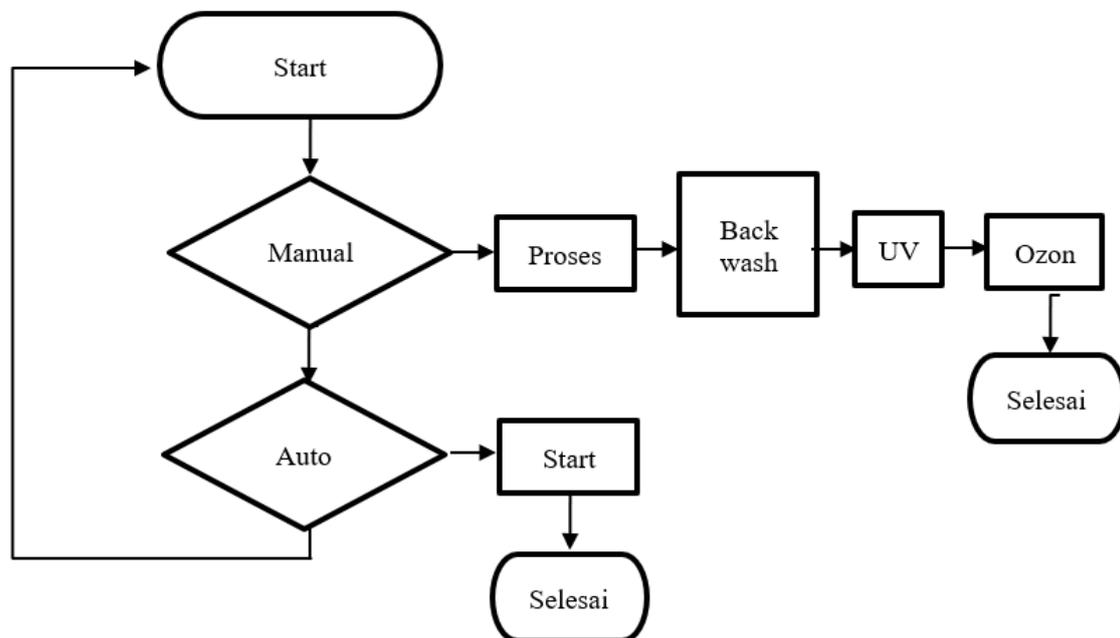
2.3. Troubleshooting Program

Dengan adanya proses trobleshooting program ini diharapkan tidak ada program yang error ataupun tidak berfungsi. Jadi program dipastikan berjalan dengan lancar.

2.4. Upload program pada mesin display

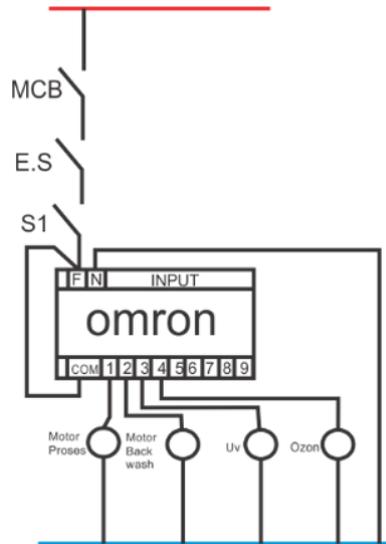
Proses upload program otomatis ini dilakukan pada mesin yang dipakai untuk display perusahaan. Dimana mesin ini digunakan untuk customer yang akan membeli mesin ini.

2.5. Flowchart fungsi mesin IPAL



Gambar 2. Flowchart fungsi mesin IPAL

Mesin IPAL ini mempunyai 2 mode yaitu manual dan otomatis. Ketika dijalankan secara manual maka keempat bagian dari proses, back wash, uv dan ozon akan terpisah dan dapat dijalankan masing-masing. Ketika fungsi otomatis dijalankan maka hanya ada tombol start dan mesin akan berjalan otomatis hingga selesai prosesnya.



Gambar 3. Rangkaian kontrol mesin IPAL

3. Hasil dan Pembahasan

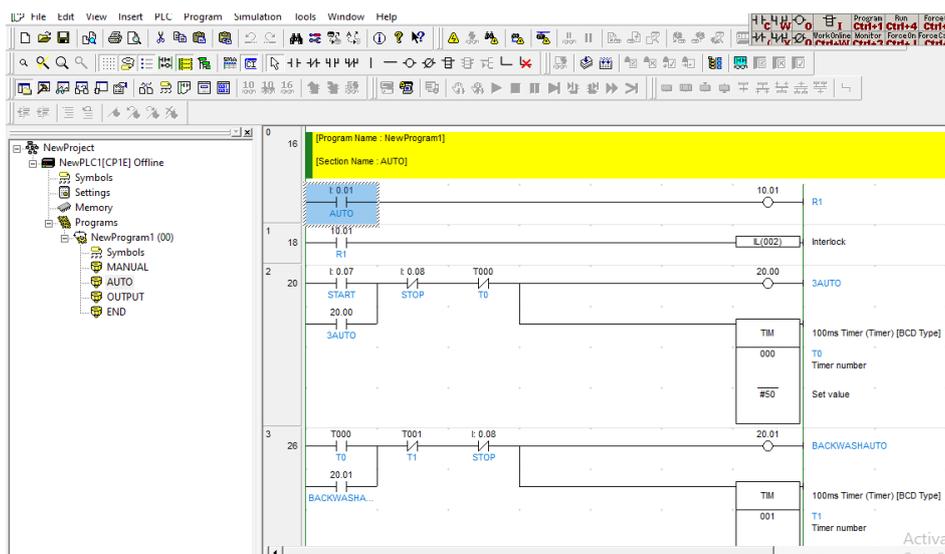
Pada gambar 4 terlihat desain pintu panel manual yang hanya ada indicator lampu, selektor dan voltmeter serta ampere meter. Dimana 1 selektor mewakili 1 fungsi yaitu backwash, inlet, Uv, ozon. Pada gambar 5 terlihat desain pintu panel otomatis dimana sudah menggunakan hmi untuk mengontrol mesin. Pada hmi juga terdapat fungsi manual dan otomatis. Dengan pengembangan ini desain pintu panel mesin IPAL jauh lebih sederhana dan fungsional serta efektivitas mesin yang bertambah.



Gambar 4. Kontrol mesin IPAL manual



Gambar 5. Hasil dari Pengembangan Sistem Otonatis Mesin IPAL



Gambar 6. Hasil dari progrsm Pengembangan Sistem Otonatis Mesin IPAL

4. Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pengembangan sistem otomatis mesin IPAL ini dapat menyederhanakan desain pada pintu panel, memudahkan operator saat menggunakan mesin, meningkatkan efektivitas mesin. Karena ketika mesin dijalankan manual akan memakan waktu kurang lebih 20 menit sampai 30 menit dan harus berurutan saat mengaktifkan selektor, dengan pengembangan ini operator mesin dapat menggunakan mesin dengan sekali tekan dan otomatis akan berhenti ketika selesai beroperasi. Jadi operator tidak perlu menunggu mesin hingga selesai beroperasi.

Referensi

- [1] M. S. S, "Industrial Automation Using Plc, Hmi and its Protocols Based on Real Time Data for Analysis," *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 10, pp. 1353–1363, 2020, doi: 10.34218/IJARET.11.10.2020.129.
- [2] R. Afrino and A. Triwiyatno, "Perancangan Sistem Otomatisasi Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cpm1a Pada Prototype Alat Pengolah Susu Murni Menjadi Susu Pasteurisasi Aneka Rasa," *Dep. Tek. Elektro, Univ. Diponegoro*, vol. 6, pp. 1–8, 2017.
- [3] R. Lutfiyani and H. S. Kolibu, "Perancangan Program Logika Kontrol Pada Proses Design Program Logic Control In Process Of Bread PLC Dan Komputer Sebagai Pengontrol Waktu Dapat Dimonitoring Berbentuk Bahasa Program Ladder Diagram Dan Output Pada Motor Listrik Yang Terhubung Dengan Proses," *Fmipa Unsrat*, vol. 3, no. 5, pp. 3–6, 2004.
- [4] G. Alim, "Rancang Bangun Sistem Otomasi Aplikasi Mesin Pencampur Berbasis PLC OMRON CP1E 20 I/O," *J. Orang Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 63–67, 2016.
- [5] M. D. D. Rezaputra and M. R. A. Cahyono, "Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Press Roll Berbasis PLC Mitsubishi Type-Q Pada Building Tire Machine," *Indones. J. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 92–101, 2021, doi: 10.26740/inajet.v3n2.p92-101.
- [6] M. G. Hudedmani, R. M. Umayal, S. K. Kabberalli, and R. Hittalamani, "Programmable Logic Controller (PLC) in Automation," *Adv. J. Grad. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–45, 2017, doi: 10.21467/ajgr.2.1.37-45.

- [7] A. Al Fahim, M. Mizanur Rahman, M. W. Hridoy, and K. R. Uddin, "Development of a PLC Based Automation Cell for Industry," *J. Integr. Adv. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–100, 2023, doi: 10.51662/jiae.v3i2.94.
- [8] G. Wibisono and K. Priyanto, "Kontrol Dan Monitor Sistem Otomasi Automatic Water Treatment System Berbasis Plc Menggunakan Hmi Weintek Mt8071ip," *J. Tek.*, vol. 6, no. 4, p. 8, 2020.
- [9] D. Pongoh, L. Wenno, J. Lumentut, V. Kambey, and A. Aring, "Pengenalan Plc Sebagai Pusat Kontrol Dalam Sistem Otomasi Industri," *Cent. Publ.*, vol. 1, pp. 253–260, 2023, [Online]. Available: <http://centralpublisher.co.id>
- [10] F. A. K. Yudha and B. Riyanta, "Perancangan dan Simulasi Trainer Human Machine Interface (HMI) untuk media pembelajaran berbasis CX Designer PLC," *JMPM (Jurnal Mater. dan Proses Manufaktur)*, vol. 4, no. 2, pp. 136–145, 2020, doi: 10.18196/jmpm.v4i2.10607.