

IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL PLC PADA TRAINER PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI SMK NEGERI 5 BITUNG

Jhosua Stivmark Lumentut¹, Valentino Rolly Kambey², Mirachle Vannes Rey³,
Sonny Kasenda⁴, Johan Pongoh⁵

^{1,2,3,4,5} Politeknik Negeri Manado

¹lumentutjhosua@gmail.com, ²rollykambey21@gmail.com,

³mirachlerey@gmail.com, ⁴sonnykasenda@gmail.com,

⁵johanpongoh1105@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan air limbah merupakan salah satu proses penting dalam menjaga kelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat. Dalam pendidikan vokasi, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), diperlukan media pembelajaran yang mampu memberikan pemahaman praktis dan aplikatif mengenai proses pengolahan air limbah yang terintegrasi dengan teknologi otomasi industri. Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam sistem kendali yang umum diterapkan di industri adalah Programmable Logic Controller (PLC). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem kendali berbasis PLC Omron pada trainer pengolahan air limbah sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 5 Bitung. Metode yang digunakan meliputi tahap perancangan sistem kendali, penyusunan logika kendali, pemrograman PLC Omron menggunakan ladder diagram, serta perencanaan pengujian fungsi sistem pada trainer pengolahan air limbah. Sistem kendali dirancang untuk mengolah sinyal masukan dari sensor dan menghasilkan sinyal keluaran yang mengendalikan aktuator, seperti pompa dan indikator, sesuai dengan urutan proses pengolahan air limbah yang telah ditentukan, dengan mengacu pada prinsip kerja sistem kendali yang umum digunakan di industri agar sesuai digunakan sebagai

media pembelajaran. Trainer pengolahan air limbah berbasis PLC Omron yang dirancang diharapkan dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran praktikum yang mendukung pemahaman siswa SMK terhadap prinsip kerja sistem kendali berbasis PLC, alur proses pengolahan air limbah, serta keterkaitan antara sensor, pengendali, dan aktuator secara terstruktur, sehingga pembelajaran otomasi industri di SMK dapat berlangsung secara lebih efektif dan aplikatif.

Kata Kunci: PLC Omron, pengolahan air limbah, media pembelajaran.

ABSTRACT

Wastewater treatment is one of the important processes in maintaining environmental sustainability and public health. In vocational education, especially in Vocational High Schools, learning media are needed that are able to provide a practical and applicable understanding of the wastewater treatment process integrated with industrial automation technology. One of the technologies widely used in control systems commonly applied in industry is the Programmable Logic Controller (PLC). Therefore, this research focuses on the design and implementation of an Omron PLC-based control system in a wastewater treatment trainer as a learning medium at SMK Negeri 5 Bitung. The methods used include the control system design stage, the preparation of control logic, programming the Omron PLC using ladder diagrams, and planning system function testing on the wastewater treatment trainer. The control system is designed to process input signals from sensors and produce output signals that control actuators, such as pumps and indicators, according to the predetermined sequence of wastewater treatment processes, with reference to the working principles of control systems commonly used in industry to make it suitable for use as a learning medium. The Omron PLC-

based wastewater treatment trainer that was designed is expected to be used as a practical learning tool that supports vocational school students' understanding of the working principles of PLC-based control systems, wastewater treatment process flows, and the relationship between sensors, controllers, and actuators in a structured manner, so that industrial automation learning in vocational schools can take place more effectively and applicably.

Key Word: *Omron PLC, control system, learning media.*

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi otomasi industri mendorong penggunaan sistem kendali otomatis dalam berbagai proses, termasuk pengolahan air limbah. Sistem ini memerlukan pengendalian yang terstruktur agar setiap tahapan proses dapat berjalan sesuai urutan kerja yang dirancang. Salah satu perangkat yang umum digunakan dalam sistem kendali otomatis adalah *Programmable Logic Controller* (PLC), yang mampu mengendalikan proses berbasis logika secara andal dan fleksibel. Salah satu produsen PLC yang banyak digunakan pada kebutuhan

pembelajaran dan industri adalah Omron.

Dalam pendidikan vokasi, khususnya di SMK, diperlukan media pembelajaran yang bersifat praktis agar siswa dapat memahami konsep sistem kendali secara langsung. Media pembelajaran berbentuk trainer memungkinkan proses praktikum dilakukan dengan mengamati hubungan antara sensor, pengendali, dan aktuator dalam satu sistem terintegrasi. Trainer berbasis PLC dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap dasar otomasi dan logika kendali.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, Tugas Akhir ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem kendali berbasis PLC pada trainer pengolahan air limbah sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 5 Bitung. Trainer dirancang dalam skala pembelajaran agar dapat digunakan sebagai sarana praktikum yang terstruktur dan relevan dengan materi otomasi industri.

1. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang trainer pengolahan air limbah skala pembelajaran berbasis sistem kendali PLC (*Programmable Logic Controller*) Omron?
2. Bagaimana menyusun dan menerapkan logika kendali PLC pada trainer pengolahan air limbah agar sesuai dengan alur proses yang direncanakan untuk kebutuhan pembelajaran?

3. Bagaimana mengimplementasikan dan menguji fungsi sistem kendali berbasis PLC pada trainer sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 5 Bitung?

2. Tujuan

1. Merancang trainer pengolahan air limbah skala pembelajaran berbasis sistem kendali PLC (*Programmable Logic Controller*) Omron.
2. Menyusun dan mengimplementasikan program logika kendali PLC menggunakan ladder diagram sesuai alur proses pada trainer pengolahan air limbah.
3. Mengimplementasikan serta melakukan pengujian fungsi sistem kendali pada trainer sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 5 Bitung.

3. Manfaat

1. Meningkatkan pemahaman siswa terhadap prinsip kerja sistem kendali dan alur proses pengolahan air limbah melalui media pembelajaran berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) Omron.
2. Mendukung kegiatan praktikum pembelajaran otomasi melalui penggunaan trainer sistem kendali yang bersifat interaktif dan aplikatif.
3. Menjadi sarana pembelajaran untuk memahami ketertarikan antara sensor, pengendali, dan aktuator dalam sistem kendali PLC.
4. Menjadi referensi dalam pengembangan media pembelajaran dan trainer sistem kendali berbasis PLC pada kegiatan praktikum di SMK Negeri 5 Bitung

4. Batasan Masalah

Dalam perancangan sistem ini, penulis memberikan pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Perancangan alat ini menggunakan metode prototipe.
2. Perancangan dan pembuatan trainer pengolahan air limbah dilakukan dalam skala pembelajaran, bukan skala industri.
3. Sistem kendali menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) Omron dengan pemrograman berbasis ladder diagram.
4. Sistem mengendalikan sensor, pompa, dan indikator yang tersedia pada trainer.
5. Pengujian dibatasi pada fungsi kerja dan urutan logika kendali sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 5 Bitung.

5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan tugas akhir ini, bertujuan untuk memberikan gambaran secara garis besar isi setiap bab pada laporan tugas akhir ini ialah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat dan batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang bahan teori-teori untuk bagian penunjang dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi cara kerja alat, metode dan langkah yang akan digunakan dalam perancangan alat yang akan dibuat.

B. Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian Kualitatif (engineering design), yaitu penelitian yang berfokus pada perancangan dan pengembangan pada Trainer Sistem Pengolahan Air Limbah Sebagai Media Pembelajaran.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis sebagai berikut:

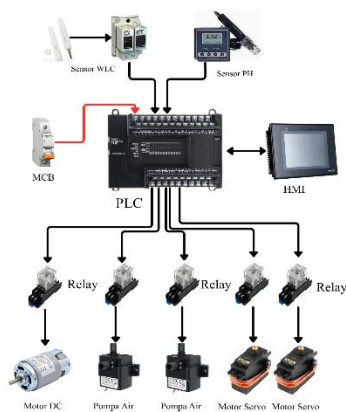
1. Identifikasi Kebutuhan Sistem
Mengkaji kebutuhan pembelajaran serta parameter pada sistem pengolahan air limbah.
2. Perancangan Sistem
Merancang alur kerja sistem trainer dan menentukan integrasi antara komponen.
3. Evaluasi dan Penyempurnaan
Melakukan perbaikan tampilan dan fungsi sistem berdasarkan hasil pengujian.

Rancangan Konseptual Penelitian

Data dalam penelitian ini diperoleh melalui:

1. Observasi, yaitu mengamati kebutuhan pembelajaran dan penggunaan media praktik di sekolah.
2. Studi Literatur, yaitu mengkaji referensi terkait sistem kontrol, dan pengolahan air limbah.
3. Pengujian Sistem, yaitu pengambilan data dari hasil uji coba fungsi alat.

Wiring Diagram



Gambar 1 Wiring Diagram

3.6 Alat Dan Bahan

NO.	Bahan	Alat
1.	PLC Omron	Obeng Bunga
2.	HMI NB-Designer	Obeng Plat
3.	Pompa	Tang Kombinasi
4.	Selang	Tang Potong
5.	Kabel	Tang Lancip
6.	Sensor PH	Tespen
7.	Sensor WLC	Bor
8.	Relay	Gurinda
9.	Lampu Indikator	Las Besi
10.	Tangki	Pemotong
11.	Relay	
12.	Motor DC	
13.	Motor Servo	
14.	MCB	
15.	Filter Air	

C. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

1. Hasil Perancangan Sistem

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah trainer sistem pengolahan air limbah berbasis PLC Omron yang dirancang sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 5 Bitung. Trainer ini dibuat dalam skala pembelajaran dengan tujuan memberikan pemahaman kepada siswa mengenai prinsip kerja sistem otomasi industri, khususnya pada proses pengolahan air limbah.

Trainer terdiri dari panel kontrol, PLC Omron, HMI, tangki penampung, pompa air, sensor level air, sensor pH, relay, indikator

lampu, serta komponen pendukung lainnya. Seluruh komponen dirangkai menjadi satu sistem terintegrasi sehingga dapat mensimulasikan proses pengolahan air limbah secara sederhana.

2. Cara Kerja Sistem

1. Tombol START ditekan untuk mengaktifkan sistem.
2. Sensor level mendeteksi kondisi air pada tangki awal.
3. Jika level air rendah, pompa pengisian akan aktif.
4. Jika level air mencapai batas maksimum, pompa berhenti otomatis.
5. Sensor pH membaca kondisi air dan menampilkan nilai pada HMI.
6. Jika terjadi kondisi abnormal, indikator alarm aktif.
7. Tombol STOP digunakan untuk menghentikan sistem.

3. Hasil Implementasi Program PLC

Program PLC dibuat menggunakan software **CX-Programmer** dengan bahasa **ladder diagram**. Bahasa ini dipilih karena mudah dipahami dan umum

digunakan dalam pembelajaran sistem kontrol.

Program terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

1. Program START dan STOP sistem
2. Program kontrol pompa otomatis
3. Program pembacaan sensor level air
4. Program pembacaan sensor pH
5. Program alarm indikator
6. Program interlock pengaman sistem

Setelah program selesai dibuat, program diunggah ke PLC Omron dan dilakukan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan seluruh instruksi ladder diagram dapat berjalan dengan baik sesuai urutan logika yang

4. Hasil Implementasi HMI

HMI dirancang menggunakan software **NB-Designer**. Tampilan HMI dibuat sederhana agar mudah dipahami siswa dan guru saat praktik.

Menu utama HMI terdiri dari:

1. Tampilan level air tangki
2. Nilai pH air limbah
3. Status pompa ON/OFF
4. Tombol START / STOP
5. Indikator alarm
6. Halaman monitoring proses

HMI berfungsi sebagai media komunikasi antara operator dengan sistem. Dengan adanya tampilan visual, siswa dapat melihat kondisi sistem secara real-time tanpa harus memeriksa komponen secara langsung.

5. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan terhadap seluruh bagian sistem untuk mengetahui kinerja alat.

Tabel Hasil Pengujian

No	Bagian Sistem	Hasil
1	Tombol START/STOP	Berfungsi Baik
2	Sensor Level Air	Normal
3	Sensor pH	Berfungsi
4	PLC Omron	Normal

5 Pompa Air Aktif
Sesuai
Program

6 Lampu
Indikator Normal

7 HMI Monitoring
Baik

6. Pembahasan

Trainer yang dirancang berhasil menjadi media pembelajaran berbasis praktik. Sistem memungkinkan siswa mempelajari:

1. Dasar kerja PLC
2. Pemrograman ladder diagram
3. Fungsi sensor dan aktuator
4. Monitoring sistem menggunakan HMI
5. Sistem kontrol otomatis pada industri

Kelebihan trainer ini adalah sederhana, mudah digunakan, aman untuk pembelajaran, dan menyerupai sistem industri nyata.

Namun, masih terdapat beberapa keterbatasan seperti ukuran trainer yang kecil dan jumlah sensor yang masih terbatas. Meski demikian, alat ini sudah cukup efektif digunakan sebagai media

pembelajaran dasar otomasi industri.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Trainer sistem pengolahan air limbah berbasis PLC Omron berhasil dirancang dan dibuat dengan baik.
2. PLC mampu mengendalikan sistem sesuai program ladder diagram yang dibuat.
3. Sensor level air dan sensor pH dapat digunakan sebagai input sistem kontrol.
4. HMI berhasil diterapkan sebagai media monitoring dan kontrol secara real-time.
5. Pompa dan indikator bekerja sesuai perintah PLC.
6. Trainer dapat digunakan sebagai media pembelajaran praktikum di SMK Negeri 5 Bitung.
7. Sistem mampu meningkatkan pemahaman

siswa mengenai otomasi industri dan pengolahan air limbah.

8. Alat yang dibuat layak digunakan untuk pengembangan pembelajaran selanjutnya.

Saran

Agar sistem dapat dikembangkan lebih baik di masa mendatang, maka disarankan:

1. Menambahkan sensor suhu, debit air, dan kualitas air lainnya.
2. Menambahkan fitur penyimpanan data otomatis.
3. Mengembangkan sistem berbasis Internet of Things (IoT).
4. Membuat trainer dalam ukuran lebih besar agar menyerupai industri nyata.
5. Menambahkan mode manual dan otomatis.
6. Menambahkan sistem proteksi kelistrikan lebih lengkap.
7. Mengembangkan tampilan HMI menjadi lebih modern dan interaktif.

8. Menggunakan trainer ini sebagai media praktikum rutin di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton, W. (2015). *Programmable logic controllers* (6th ed.). Newnes.
- Dunn, W. C. (2015). *Fundamentals of industrial instrumentation and process control*. McGraw-Hill Education.
- Omron Corporation. (2018). *CJ-series programmable controllers operation manual*. Kyoto: Omron Corporation.
- Omron Corporation. (2019). *CX-Programmer operation manual*. Kyoto: Omron Corporation.
- Pratama, R., & Setiawan, I. (2020). Implementasi PLC dan HMI dalam sistem otomasi industri skala pendidikan. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*,
- Widianto, E., & Prasetyo, A. (2019). Pengembangan trainer PLC sebagai media pembelajaran sistem kendali di SMK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 8(2), 115–122.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Dunn, W. C. (2011). *Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control*. McGraw-Hill.
- Saputra, D., & Rahman, A. (2019). Rancang bangun trainer sistem kontrol untuk meningkatkan kompetensi siswa SMK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*,