

Trainer Sistem Monitoring dan Kontrol Intermedit

Guntur Suhardi¹, Rudi Ruhidin¹, Sri Maryono¹, Oky Supriadi¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspatek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹rmi.guntur@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 15 Agustus 2024
revisi : 15 Oktober 2024
diterima : 13 November
2024
dipublish : 30 November
2024

ABSTRAK

Trainer merupakan alat peraga yang digunakan sebagai media pembelajaran maupun sarana praktikum untuk melatih keterampilan siswa dan mahasiswa dalam memahami prinsip kerja suatu sistem. Penelitian ini mengembangkan Trainer Sistem Monitoring dan Kontrol Intermediate berbasis Programmable Logic Controller (PLC) menggunakan tipe OMRON CP1E-N30. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengontrol proses pengisian air pada tandon (toren) secara otomatis. Perangkat keras PLC terdiri dari empat komponen utama, yaitu prosesor, memori, catu daya, dan modul Digital Input/Output, yang bekerja secara terintegrasi. Prosesor berfungsi menjalankan perintah berdasarkan input dari sensor dan push button, serta mengaktifkan perangkat output seperti pompa dan indikator lampu melalui diagram tangga (ladder diagram) yang telah diprogram menggunakan perangkat lunak CX-Programmer. Sistem ini dilengkapi dengan sensor ketinggian air untuk mendeteksi volume dalam toren, pompa untuk mengisi air, inverter sebagai pengendali kecepatan motor pompa (jika digunakan), push button sebagai input manual dari pengguna, dan lampu indikator sebagai penanda status operasi. Hasil dari pengembangan trainer ini diharapkan mampu memberikan pemahaman praktis kepada pengguna dalam hal monitoring dan pengendalian sistem berbasis PLC, serta memperkuat kompetensi dalam bidang otomasi industri.

Kata kunci : Trainer; Pompa; Inverter; PLC

ABSTRACT

A trainer is an instructional tool used as a learning medium and practical aid to enhance students' and university students' skills in understanding the working principles of a system. This study develops an Intermediate Monitoring and Control System Trainer based on a Programmable Logic Controller (PLC) using the OMRON CP1E-N30 model. The system is designed to automatically monitor and control the water filling process in a storage tank (toren). The PLC hardware consists of four main components: a processor, memory, a power supply, and digital input/output modules, all of which operate in an integrated manner. The processor executes control commands based on input signals from sensors and push buttons, then activates output devices such

as pumps and indicator lights through a ladder diagram programmed using CX-Programmer software. The system includes a water level sensor to detect the volume inside the tank, a pump to fill the tank, an inverter to control the pump motor speed (if used), push buttons for manual control input, and indicator lamps to show the operational status. This trainer is expected to provide practical insights for users in monitoring and controlling systems based on PLC technology, and to strengthen competencies in the field of industrial automation

Keywords : Trainer; Pump; Inverter; PLC

PENDAHULUAN

Dalam proses pengisian air pada gedung bertingkat, metode manual kerap kali memerlukan waktu yang lama dan kurang efisien, terutama dalam hal pengawasan dan pengendalian distribusi air. Seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan di bidang otomasi industri, sistem kendali berbasis relay mekanik mulai ditinggalkan dan digantikan oleh teknologi smart relay atau Programmable Logic Controller (PLC) (Hartawan & Galina, 2022). Perubahan ini menuntut adanya peningkatan kompetensi dan keterampilan dalam bidang sistem kontrol dan otomasi, khususnya di lingkungan pendidikan vokasi dan teknik. Oleh karena itu, institusi pendidikan di bidang keteknikan perlu melakukan pembaruan sarana pembelajaran praktikum melalui pengembangan trainer yang mengadopsi teknologi terkini (Sunardi et al., 2020).

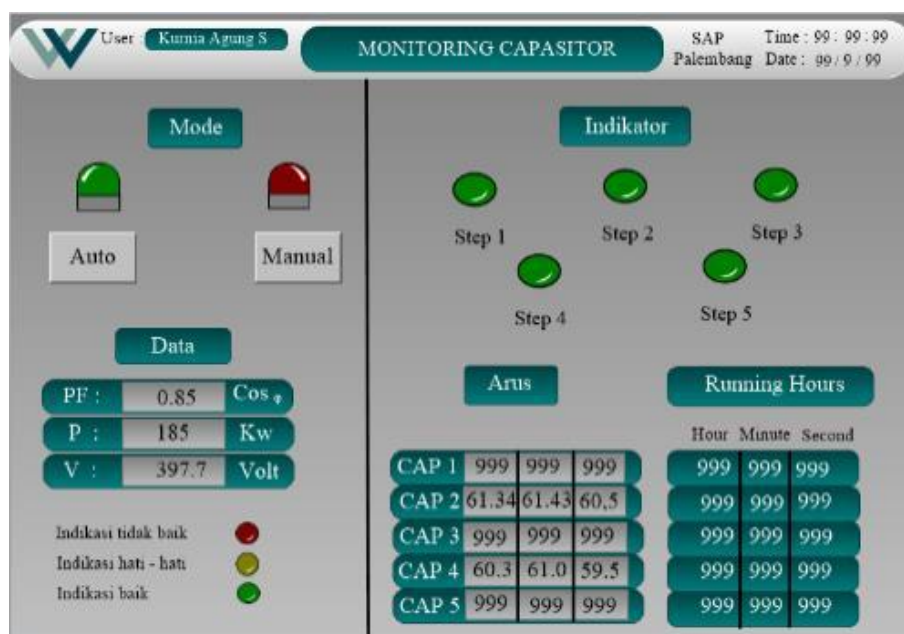
Trainer berbasis PLC menjadi salah satu solusi pembelajaran yang efektif karena mampu mensimulasikan sistem kontrol yang banyak digunakan di dunia industri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah trainer sistem monitoring dan kontrol intermediate berbasis PLC OMRON CP1E yang telah dilengkapi dengan fitur Internet of Things (IoT), sehingga memungkinkan sistem untuk dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh. Hal ini bertujuan tidak hanya untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pembelajaran, tetapi juga untuk menyiapkan peserta didik agar memiliki kompetensi yang relevan dengan kebutuhan industri 4.0 (Pemrograman & Atmi, 2021)(Triyanto, Firasanto, et al., 2022).

Sebagai acuan, penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Andrik Kurniawan dan rekan-rekannya pada tahun 2019 mengembangkan trainer berbasis PLC dan sistem pneumatik sebagai media pembelajaran bagi siswa SMK jurusan elektro. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation), dan hasilnya menunjukkan bahwa trainer yang dikembangkan sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Penelitian ini menjadi inspirasi dalam merancang trainer yang tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu praktik dasar PLC, tetapi juga terintegrasi dengan sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT, sehingga lebih aplikatif dan sesuai dengan perkembangan teknologi di dunia industri saat ini (Wahid, 2023).

TEORI

Seiring dengan berkembangnya teknologi industri, kebutuhan akan sistem monitoring dan kontrol otomatis menjadi semakin penting, terutama dalam sistem-sistem yang berkaitan dengan distribusi, pengisian, dan pengendalian proses berbasis sensor dan aktuator. Untuk menjawab tantangan tersebut, lembaga pendidikan teknik perlu menyediakan media pembelajaran berupa trainer yang dapat merepresentasikan kondisi nyata di lapangan. Salah satu trainer yang dikembangkan adalah Trainer Sistem Monitoring dan Kontrol Intermediate, yang dirancang untuk membantu peserta didik memahami cara kerja sistem kontrol otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC) serta penerapan sensor, aktuator, dan perangkat komunikasi industri. Trainer ini dirancang dengan pendekatan modular, yang memungkinkan integrasi antara berbagai komponen seperti HMI, PLC, inverter, sensor, push button, lampu indikator, dan komponen pengendali lainnya. Dalam penggunaannya, peserta didik dapat melakukan simulasi kontrol pompa, deteksi level air, pengaturan waktu, hingga komunikasi data jarak jauh. Trainer ini juga dilengkapi dengan antarmuka pemrograman dan komponen tambahan seperti terminal AC/DC dan port komunikasi serial, yang memberikan fleksibilitas dalam eksperimen dan pengembangan sistem berbasis industri 4.0.

HMI (*Human Machine Interface*) adalah antarmuka grafis yang memungkinkan pengguna berinteraksi langsung dengan sistem kontrol secara visual. Dalam trainer ini, HMI digunakan untuk menampilkan status sistem, mengatur parameter, dan memberikan perintah secara real-time. Keberadaan HMI mempermudah proses monitoring dan pengendalian sistem tanpa harus mengakses langsung perangkat keras atau PLC. Gambar 1 berikut menunjukkan tampilan penggunaan HMI untuk monitor kapasitor bank (Agung Syahputra & A Bukit, 2022).



Gambar 1. Tampilan HMI

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan unit pengendali utama dalam sistem otomasi yang berfungsi memproses sinyal input dan menghasilkan output berdasarkan logika program. Dalam trainer ini, PLC OMRON CP1E digunakan untuk mengendalikan keseluruhan operasi monitoring dan kontrol, termasuk pengaturan pompa, sensor, dan aktuator lainnya. PLC terhubung ke berbagai modul input-output dan bekerja berdasarkan ladder diagram yang diprogram melalui perangkat lunak seperti CX-Programmer. Gambar 2 berikut merupakan tampilan PLC (Yudha & Riyanta, 2020).



Gambar 2. PLC CJ1m

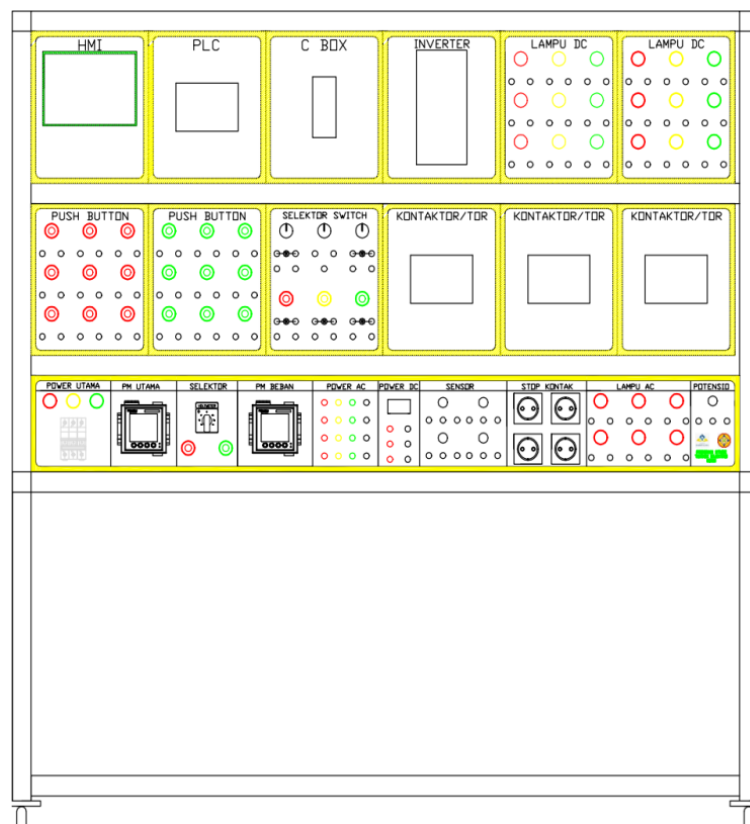
Control Box (C-BOX) berfungsi sebagai tempat terpusat bagi pengaturan rangkaian listrik dan perlindungan sistem seperti fuse atau MCB (*Miniature Circuit Breaker*). C-BOX menyediakan jalur distribusi daya ke komponen lain dan menjamin keamanan sistem dari gangguan arus lebih atau hubungan pendek (Muliadi et al., 2022)(Triyanto, Gunawan, et al., 2022).

Inverter (VFD-*Variable Frequency Drive*) digunakan untuk mengatur kecepatan motor listrik AC dengan mengubah frekuensi dan tegangan input yang masuk ke motor. Dalam trainer ini, inverter berperan penting untuk mengendalikan kecepatan pompa saat proses pengisian air, sehingga dapat disesuaikan secara dinamis berdasarkan kebutuhan sistem (Nahin et al., 2022).

Kontaktor dan Timer (TDR – *Time Delay Relay*) berfungsi sebagai sakelar elektromagnetik untuk menghubungkan atau memutuskan aliran daya ke beban seperti pompa. Sedangkan timer digunakan untuk mengatur waktu tunda dalam aktivasi suatu perangkat. Kombinasi kontaktor dan timer ini sangat penting dalam sistem kontrol sekuensial, seperti pengisian air bertingkat atau siklus otomatis (Rahmatullah et al., 2021).

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini terdiri dari tiga tahapan utama. Pertama, metode pustaka, yaitu dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai referensi dari buku-buku ilmiah, jurnal, serta sumber-sumber literatur lainnya yang berkaitan dengan topik sistem monitoring dan kontrol berbasis PLC. Metode ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori yang kuat dalam perancangan dan pengembangan alat. Kedua, metode analisis, yang dilakukan dengan cara menganalisis rancangan sistem yang telah dibangun, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunaknya, untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan logika yang dirancang. Ketiga, metode eksperimen, yaitu dengan melakukan proses perakitan alat secara langsung, dilanjutkan dengan pengujian fungsionalitas sistem serta analisis hasil pengujian untuk mengevaluasi kinerja dan efektivitas alat yang telah dibuat. Gambar 3 berikut merupakan tampilan desain trainer dalam penelitian.

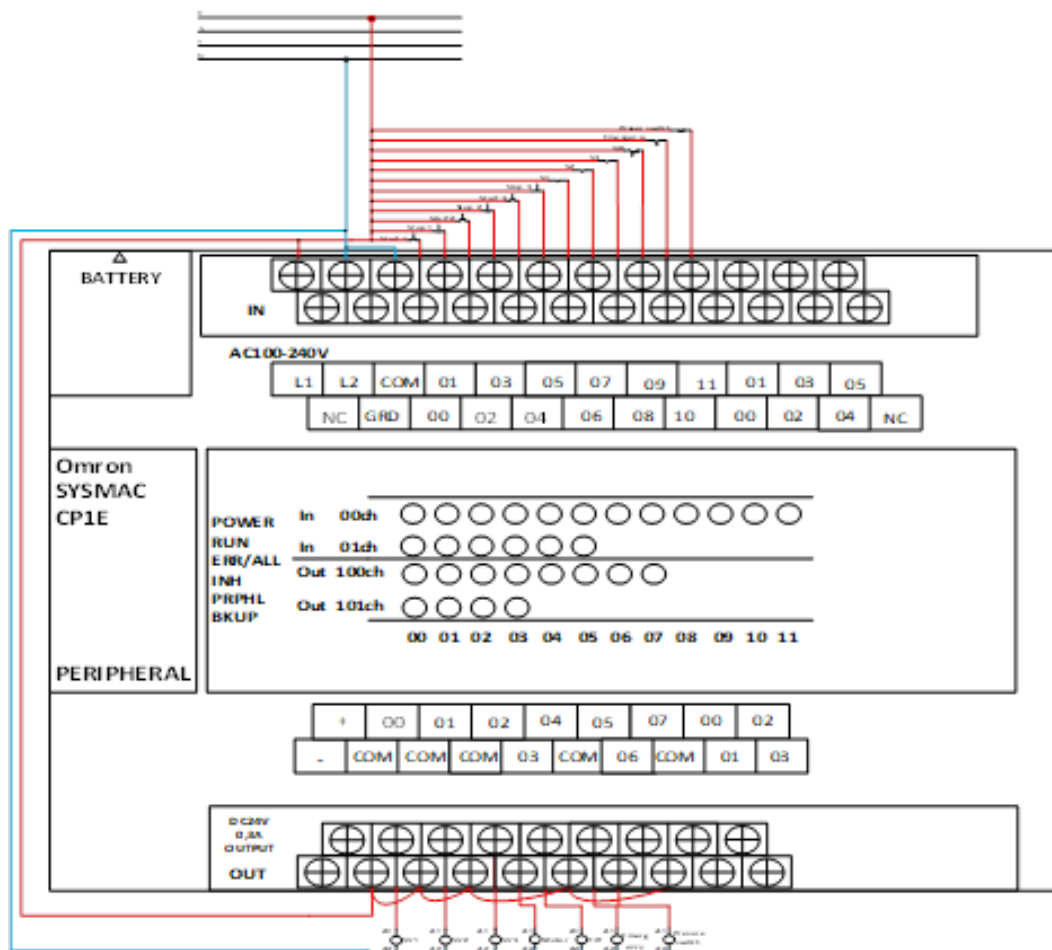


Gambar 3. Tampilan desain trainer PLC

Alamat digital input dan digital output pada sistem monitoring dan kontrol intermedit sensor 1 sampai 3 untuk mendeteksi volume air dalam toren. Selenoid valve 1 sampai 3 untuk mendeteksi dari sensor untuk menjalankan pompa agar dapat menyala. Pressure switch untuk mematikan pompa ketika mendeteksi nilai tekanan yang sudah di setting pada pompa. Trip sebagai pengaman kedua dari pressure switch agar memutus arus lebih ketika

pressure switch terjadi kerusakan. Emergency sebagai pemutus arus semua peralatan ketika ingin ada perbaikan atau terjadi kerusakan.

Diagram Kontrol PLC atau rangkaian wiring kontrol PLC L1 sebagai sumer tegangan 220 V AC dan 24 V DC. Digital input dan Digital output untuk kontrol sistem. Gambar 4 merupakan tampilan dari wiring penggunaan PLC.



Gambar 4. Tampilan wiring PLC CP1E

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan menguji program PLC yang sudah dibuat dan mengkoneksikan sistem kontrol PLC dengan motor 3 fasa sinkron dan motor 3 fasa asinkron. Pengaturan frekuensi yang dilakukan pada Variable Frequency Drive (VFD) yaitu dengan menggunakan kecepatan tinggi (frekuensi 50 Hz). Pengukuran dilakukan dengan sebanyak 3 kali dalam selang waktu 15 menit. Hasil pengujian pada motor sinkron 3 fasa dengan kondisi kecepatan rendah (frekuensi 50 Hz) dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil data kecepatan pada proses pengujian penelitian

No	Waktu (menit)	RPM		Selisih (%)
		Inverter	Aktual	
1	5	450	448.1	0.42
2	10	451	451.2	-0.04
3	15	452	448.2	0.84
4	20	450	445.9	0.91
5	25	450	446.5	0.78
6	30	450	446.5	0.78
7	35	451	446.7	0.95
8	40	450	446.4	0.80
9	45	450	446.3	0.82

Perhitungan Ampere Frekuensi 50 Hz

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$$

= 187 → karena dari $750 / 4 = 187$ motornya menggunakan 4 pole

$$I = P / \sqrt{3} \times V \times \cos\phi$$

$$= 187 / 1,73 \times 327,6 \times 0.8$$

$$= 0.41 \text{ Ampere}$$

Perhitungan Tegangan Frekuensi 50 Hz

$$V = I \times R$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = 327,6 / 0.41 \rightarrow 799,02 \text{ Ohm}$$

$$V = 0,41 \times 799,02 \rightarrow 327,59$$

Perhitungan RPM Frekuensi 50 Hz

$$\eta = F \times \frac{120}{p}$$

$$n = 50 \times 120 / 4 \rightarrow 1500 \text{ RPM}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa trainer PLC berbasis PLC Omron CP1E berhasil dikembangkan dan dapat digunakan sebagai media praktik pembelajaran sistem kendali otomatis di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Pamulang. Trainer ini efektif digunakan untuk

praktik monitoring dan kontrol intermediate, khususnya dalam simulasi pengisian tandon air secara otomatis. Selain itu, PLC Omron CP1E-A30 yang digunakan telah dilengkapi dengan port komunikasi serial RS232C, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut dalam sistem terintegrasi dengan HMI untuk pemantauan jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Syahputra, K., & A Bukit, F. R. (2022). Perancangan Hmi (Human Machine Interface) Sebagai Pengontrol Dan Pendeteksi Dini Kerusakan Kapasitor Bank Berbasis Plc. *Journal of Energy and Electrical Engineering (Jeee)*, 101(2), 1–9.
- Hartawan, F. Y., & Galina, M. (2022). Implementasi Programmable Logic Control (Plc) Omron Cp1E Pada Sistem Kendali Motor Induksi Star-Delta Untuk Kebutuhan Industri. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.31884/jtt.v8i2.409>
- Muliadi, M., Syukri, S., & Asyadi, T. M. (2022). Pengaruh Tingkat Kelembaban Terhadap Kinerja Pemisah (PMS) 150 kV Pada Gardu Induk. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 92–98. <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i1.12201>
- Nahin, N. I., Nafis, M., Prokash Biswas, S., Kamal Hosain, M., Das, P., & Haq, S. (2022). Investigating the input power quality of multi-pulse AC-DC power converter fed induction motor drives. *Heliyon*, 8(12), e11733. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11733>
- Pemrograman, L., & Atmi, P. (2021). *RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU ENERGI LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS DI LABORATORIUM PEMROGRAMAN POLITEKNIK ATMI SURAKARTA*. 3(5).
- Rahmatullah, M. A., Pujiانتara, M., & Riawan, D. C. (2021). Studi Koordinasi Proteksi Internal Steam Turbine Generator 2x11 MW pada PT. Linde Gresik. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.65785>
- Sunardi, A., Triyanto, A., Dinata, S., Ardianto, N., Tahang, S., Ramdhani, F., & Ikhsan, D. (2020). Sanitizer Otomatis Mencegah Covid-19 Dan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat – Aphelion*, 01(01), 85–95.
- Triyanto, A., Firasanto, G., Mualim, E., Agus, D., & Utomo, L. (2022). *Implementasi dan Sosialisasi Prototipe Panel Surya 30 WP sebagai Pembelajaran di Lab SMK Khazanah Kebajikan Pondok Cabe Pamulang , Tangerang Selatan*. 2(6), 1849–1856.
- Triyanto, A., Gunawan, W., Kusnadi, H., & Sunardi, A. (2022). *Praktikum Transformator* (A. Triyanto (ed.); Issue 1). UNPAM PRESS.
- Wahid, H. A. (2023). *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Aglonema Berbasis IoT Menggunakan Blynk dan NodeMCU 32*. 3.
- Yudha, F. A. K., & Riyanta, B. (2020). Perancangan dan Simulasi Trainer Human Machine Interface (HMI) untuk media pembelajaran berbasis CX Designer PLC. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 4(2), 136–145.