

Kaji Eksperimental Alat Instrumentasi dan Kendali pada Suhu Air untuk On/Off dengan Programmable Logic Controller (PLC)

Vallen Geraldly Pinangkaan¹, Tammy T.V. Pangow², Jedithjah N.T. Papia³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ vallenpinangkaan77@gmail.com

No. Hp: ¹081257318285

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem kendali suhu air berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Omron CPH yang dilengkapi sensor Thermostat Digital XH-W3001 dan aktuator berupa pemanas listrik serta valve solenoid. Sistem ini dirancang untuk mengatur proses pemanasan air secara otomatis dan efisien pada skala laboratorium maupun industri kecil. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental, dimulai dari perancangan perangkat keras (stand meja trainer, pipa instalasi, sistem kontrol) hingga pemrograman ladder diagram menggunakan perangkat lunak CX-Programmer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu air mendekati setpoint 40°C dengan deviasi kecil. Sistem bekerja dalam dua mode: otomatis dan semi-otomatis, dan dapat mengaktifkan pemanas serta membuka valve drain sesuai logika suhu dan level air. Dibandingkan sistem konvensional tanpa PLC, sistem ini lebih fleksibel dan modular. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berbasis PLC dapat diandalkan sebagai media pembelajaran maupun prototipe otomasi kendali suhu air.

Kata Kunci – Kendali Suhu, PLC Omron CPH, Thermostat XH-W3001, Heater, Valve Solenoid, Sistem Otomatis

Experimental Study of Water Temperature Instrumentation and Control Devices for On/Off with Programmable Logic Controller (PLC)

Abstract

This study aims to design and test a water temperature control system based on the Omron CPH Programmable Logic Controller (PLC) equipped with an XH-W3001 Digital Thermostat sensor and actuators in the form of an electric heater and solenoid valve. This system is designed to regulate the water heating process automatically and efficiently on a laboratory scale and small industries. The research method is carried out experimentally, starting from hardware design (trainer table stand, installation pipes, control system) to ladder diagram programming using CX-Programmer software. The test results show that the system is able to maintain the water temperature close to the setpoint of 40°C with small deviations. The system works in two modes: automatic and semi-automatic, and can activate the heater and open the drain valve according to the logic of temperature and

water level. Compared to conventional systems without PLC, this system is more flexible and modular. This study shows that the PLC-based system can be relied upon as a learning medium and a prototype for water temperature control automation.

Keywords – Temperature Control, PLC Omron CPIH, Thermostat XH-W3001, Heater, Solenoid Valve, Automatic System

PENDAHULUAN

Kontrol suhu merupakan elemen vital dalam industri, khususnya pada proses pengolahan makanan, kimia, dan farmasi. Ketepatan dan kestabilan suhu menjadi faktor utama dalam menjamin mutu dan efisiensi proses. Salah satu solusi kendali suhu yang umum digunakan adalah PLC (Programmable Logic Controller), perangkat otomatisasi industri yang memiliki fleksibilitas tinggi dalam pengendalian proses secara real-time.

Seiring perkembangan otomasi industri di Indonesia, pemanfaatan PLC dalam skala laboratorium dan prototipe semakin relevan. Penelitian ini mengembangkan alat trainer kendali suhu air dengan pendekatan eksperimental, memanfaatkan PLC Omron CPIH sebagai otak pengendali, Thermostat XH-W3001 sebagai sensor utama, dan heater serta solenoid valve sebagai aktuator.

Penelitian Terdahulu

Penelitian berjudul "Sistem Kendali PI Menggunakan PLC CPIH pada Aplikasi Miniplant Pemanas Air" dilakukan oleh (Santoso dan Nugroho pada tahun 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan menguji sistem pengendalian suhu air pada miniplant pemanas menggunakan PLC Omron CPIH yang diintegrasikan dengan algoritma Proportional-Integral (PI), guna mencapai stabilitas suhu yang optimal dalam skala laboratorium. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan sensor suhu dan heater sebagai komponen utama. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menjaga suhu air pada setpoint yang ditentukan dengan deviasi kurang dari 1°C, serta waktu stabilisasi yang relatif cepat dibandingkan metode manual. Penelitian ini membuktikan bahwa PLC dapat diandalkan untuk aplikasi pengendalian suhu sederhana, meskipun terdapat keterbatasan pada respon terhadap perubahan beban mendadak.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado dari Maret hingga Juli 2025.

Metode Eksperimental

Tahapan yang dilakukan:

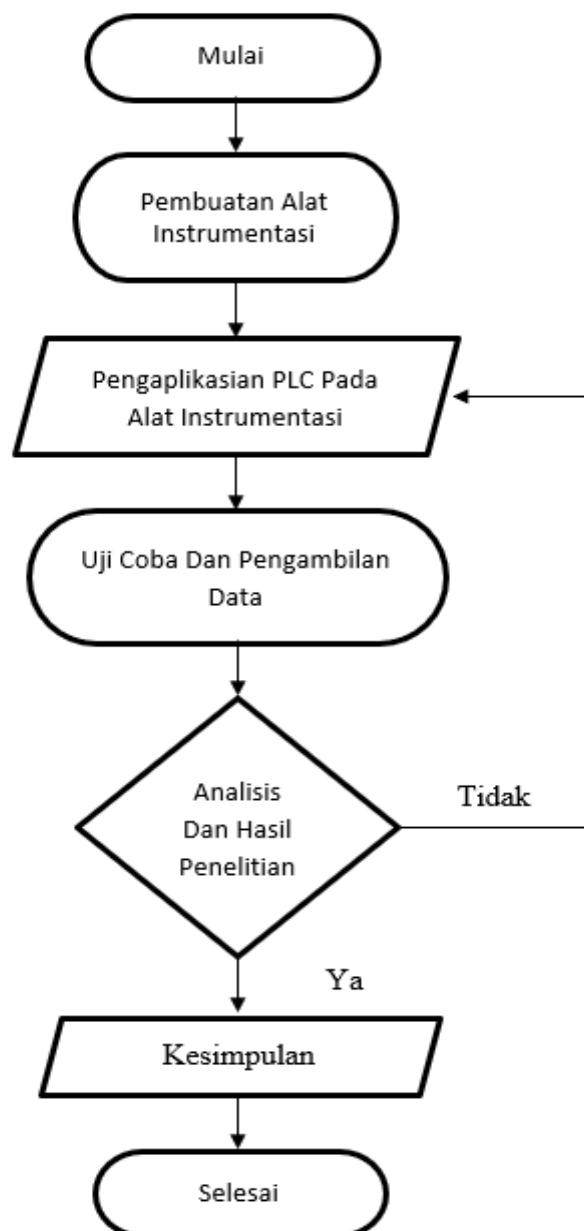
1. Perancangan dan perakitan alat kendali suhu (*hardware*).
2. Pemrograman logika kontrol menggunakan CX-Programmer.

3. Pengujian performa sistem (kecepatan naik suhu, akurasi setpoint, respon valve).
4. Pengambilan dan analisis data kuantitatif.

Komponen Sistem

1. **Sensor:** Thermostat Digital XH-W3001 (NTC 10k thermistor)
2. **Kontroler:** PLC Omron CP1H
3. **Aktuator:** Water heater 1000W, Valve Solenoid
4. **Pendukung:** Pompa air, MCB, Relay, Terminal, Power Supply 24VDC

Diagram Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil

Pengujian Sistem

Tanpa PLC:

1. Waktu naik suhu dari 30°C ke 40°C: 71 detik
2. Kontrol langsung dari thermostat ke heater
3. Respon cepat tetapi tidak fleksibel

**Tabel 4. 1 Hasil Pengujian sensor suhu Themostart Digital XH-W3001
Tanpa PLC**

No.	Waktu (Detik)	Suhu (Celcius)
1	0	30
2.	15	31
3	23	32
4	32	33
5	37	34
6	41	35
7	46	36
8	53	37
9	58	38
10	65	39
11	71	40

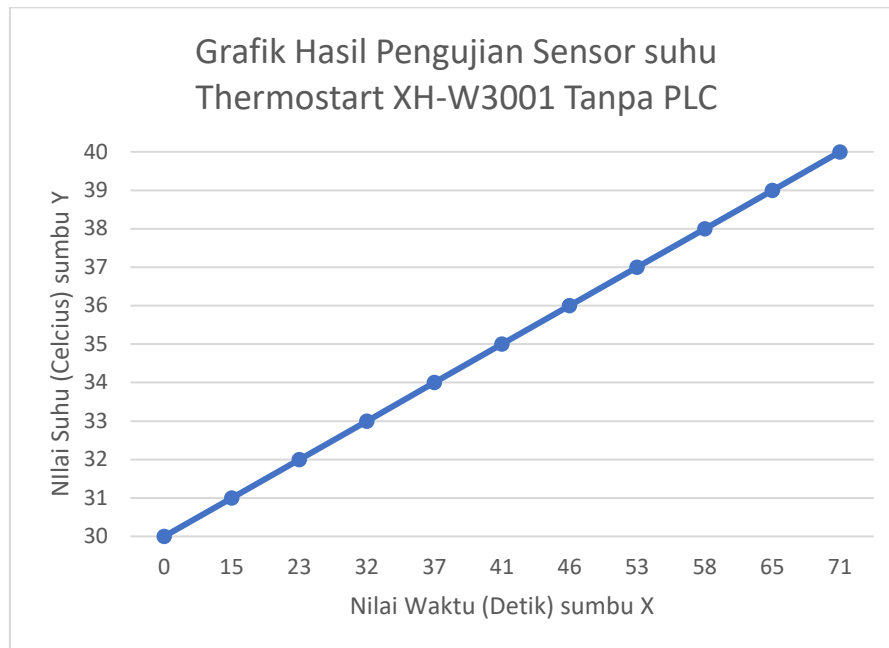
Dengan PLC:

1. Waktu naik suhu dari 30°C ke 40°C: 1140 detik
2. Terjadi delay karena logika kontrol lebih kompleks
3. Namun sistem lebih modular dan dapat dikembangkan

**Tabel 4. 2 Hasil Pengujian sensor suhu Themostart Digital XH-W3001
Dengan PLC**

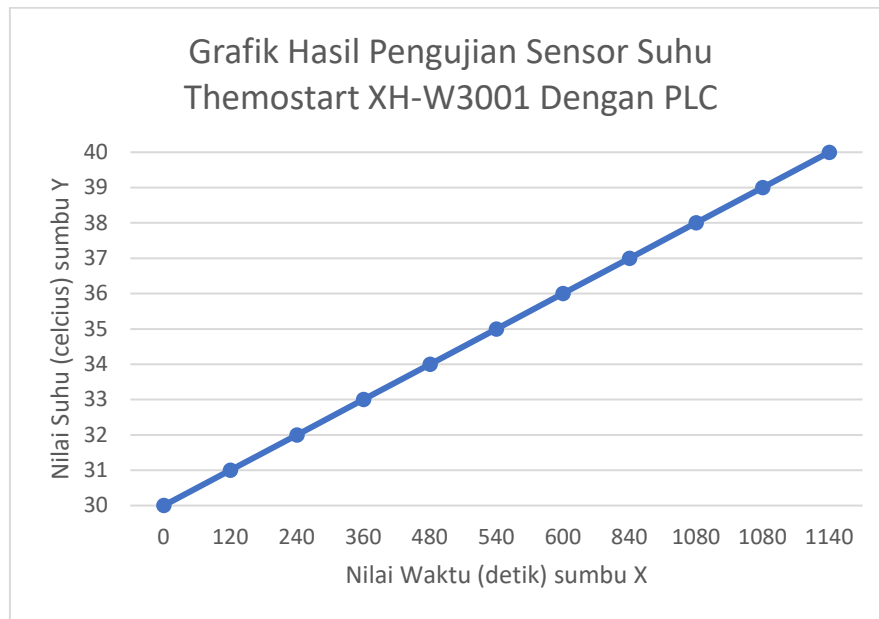
No.	Waktu (Detik)	Suhu (Celcius)
1	0	30
2.	120	31
3	240	32
4	360	33
5	480	34
6	540	35
7	600	36
8	840	37
9	1080	38
10	1080	39
11	1140	40

Pembahasan



Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu Thermostart XH-W3001 Tanpa PLC

Pada pengujian ini, Thermostat Digital XH-W3001 diuji secara langsung tanpa menggunakan PLC. Sistem terdiri dari thermostat, sensor suhu bawaan (NTC thermistor), dan elemen pemanas (heater). Pengujian dilakukan dengan mencatat suhu setiap kenaikan derajat dan waktu yang diperlukan hingga suhu mencapai setpoint (40°C).



Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu Thermostart XH-W3001 Dengan PLC

Pada pengujian ini, Thermostat XH-W3001 diintegrasikan dengan **PLC** (misalnya **Omron CP1H/CJ1M**). Sensor suhu tetap menggunakan bawaan dari thermostat, namun output relay dari XH-W3001 digunakan sebagai **input sinyal digital ke PLC**. PLC kemudian mengatur output logikanya sendiri (misalnya ke indikator/lampu/heater) berdasarkan kondisi input.

KESIMPULAN

1. Cara merancang dan membuat alat instrumentasi dan sistem kendali suhu cairan berbasis PLC, dengan menggunakan program PLC dan menghubungkan kabel-kabel dari PLC ke Sensor suhu Thermostart XH-W3001, *Water Heater* Listrik dan selanjutnya hubungkan *Valve Selonoid Electric*. Perancangan ini Menghasilkan sistem untuk mengontrol otomatis pemanasan air diwadah dan mengukur suhu derajat di air tersebut. Perancangan ini telah dicoba dan berhasil.
2. Menguji kinerja alat instrumentasi dan kendali suhu berbasis PLC, dengan sistem pengontrol suhu air secara otomatis yang menggunakan sensor suhu thermostart xh-w3001 dan aktuator heater dengan integrasi logika pada PLC.

SARAN

1. Penggunaan HMI (*Human Machine Interface*) akan sangat membantu dalam memudahkan pemantauan suhu, status komponen, serta pengaturan parameter secara lebih intuitif dan *user-friendly*.
2. sensor suhu digital seperti DS18B20, RTD PT100 dan Thermocouple Type K dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan sistem dalam berbagai kondisi lingkungan.

REFERENSI

- [1] Bolton, W. 2015. "*Programmable logic controllers 5th ed.*" Newnes.
- [2] Dorf, R. C., & Bishop, R. H. 2011. "*Modern control systems 12th ed*". Prentice Hall.
- [3] Fellows, P. 2009. "*Food processing technology: Principles and practice 3rd ed.*" Woodhead Publishing.
- [4] Johnson, C. D. 2006. "*Process control instrumentation technology 8th ed.*" Pearson.
- [5] Lestari, R., & Pratama, D. 2022. "*Design of a PLC-based temperature control system for pasteurization process.*" *Jurnal Teknik Mesin dan Elektro*, 8,1, 34-41.
- [6] Montgomery, D. C. 2017. "*Design and analysis of experiments 9th ed.*" Wiley.
- [7] Mustofa, A., Rahim, R., & Santoso, B. 2019. "*Monitoring of water level and temperature based on automated PLC controller.*" *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14,5, 1234-1240.
- [8] Ogata, K. 2010. "*Modern control engineering 5th ed.*" Prentice Hall.
- [9] Pratama, A., & Susanto, B. 2020. "*Rancang bangun sistem kendali suhu pada tangki fermentasi berbasis PLC Schneider Electric*". *Jurnal Teknologi Industri*, 15,2, 45-52.
- [10] Santoso, D., & Nugroho, A. 2019. "*Sistem kendali PI menggunakan PLC CPIH pada aplikasi miniplant pemanas air.*" *Jurnal Teknik Elektro*, 11,3, 78-85.
- [11] Setiawan, A., & Hartono, B. 2021. "Temperature control system for liquid heating using PLC and PID algorithm." *Jurnal Otomasi dan Instrumentasi*, 6,2, 56-63.
- [12] Wibowo, R., Sari, P., & Santosa, B. 2021. "*Implementasi sistem kendali suhu pada oven berbasis PLC Siemens S7-1200 dengan pendekatan fuzzy logic.*" *Jurnal Instrumentasi*, 45,1, 23-30.