

**SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU AIR DENGAN
METODE PID MENGGUNAKAN PLC MITSUBISHI FX3U-14 MT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Disusun Oleh :
Rifqi Labibul Wisol
40040320650031

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

LAPORAN TUGAS AKHIR

SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU AIR DENGAN METODE PID
MENGUNAKAN PLC MITSUBISHI FX3U-14 MT

Diajukan oleh :

Rifqi Labibul Wisol

40040320650031

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH DOSEN
PEMBIMBING,

Priyo Sasmoko, S.T.,M.Eng

NIP. 197009161998021001

Tanggal, 30 Juni 2026

Mengetahui

Ketua Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Priyo Sasmoko, S.T.,M.Eng

NIP. 197009161998021001

Tanggal, 30 Juni 2026

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU AIR DENGAN METODE PID MENGUNAKAN PLC MITSUBISHI FX3U-14 MT

Disusun Oleh :

Rifqi Labibul Wisol
40040320650031

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Tim Penguji
Pembimbing



Privo Sasmoko, S. T., M. Eng.

NIP. 197009161998021001

Penguji 1

Penguji 2



Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si.

NIP. 198501252019031007



Ahmad Ridlo H T, S. Si., M.Si.

NPPU H.7. 199504152022041001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Privo Sasmoko, S. T., M. Eng.

NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya Bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rifqi Labibul Wisol
NIM : 40040320650031
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : SISTEM MONITORING DAN KONTROL SUHU
AIR DENGAN METODE PID MENGGUNAKAN
PLC MITSUBISHI FX3U-14 MT

Dengan ini menyatakan bahwa tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 30 Juni 2026

Penulis

Rifqi Labibul Wisol

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Air Berbasis PID Menggunakan PLC FX-3U” dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi yang penulis tempuh.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, penulisan laporan ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T.,M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak/Ibu dosen serta seluruh staf pengajar di lingkungan kampus yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
4. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sila Hayuning Pawestri yang telah menjadi sumber motivasi, memberikan dukungan, serta selalu menemani penulis dalam menghadapi berbagai tantangan selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta semangat selama proses penyusunan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, 30 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HASIL PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i>.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir	2
1.5 Pembatasan Masalah.....	3
BAB II.....	4
DASAR TEORI.....	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Proportional Integral Derivative (PID).....	6
2.3 Metode Penentuan Parameter PID	8
2.3.1 Metode Trial and Error	8
2.3.2 Analisis Karakteristik Sistem	9

2.3.3	Karakteristik Orde Sistem.....	11
2.4	PLC FX-3U (Programmable Logic Controller).....	13
2.5	GX Developer	16
2.6	Arduino Nano	17
2.7	Solenoid valve 2W-025-08	19
2.8	Relay Omron MK3PN 24V	20
2.9	Pompa Air Mini DC 12V.....	22
2.10	Peltier.....	23
2.11	DS18B20.....	25
2.12	Water Heater	27
2.13	Sensor Jarak HC-SR04	29
BAB III	.....	31
METODE PENELITIAN	.....	31
3.1	Diagram Blok.....	31
3.2	Gambar Konsep Alat	34
3.3	Spesifikasi dan Fitur Alat	34
3.4	Teknik Fabrikasi	35
3.4.1	Perancangan Sistem Elektrikal	36
3.4.2	<i>Printed Circuit Board Layout</i>	38
3.4.3	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat	39
3.4.4	Perancangan Interface Python	40
3.5	Pengujian dan Data Analisa.....	42
BAB IV	.....	44
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	44
4.1	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	44

4.1.1	Pengujian Sensor	44
4.1.2	Pengujian Aktuator	49
4.1.3	Pengujian Sistem Kontrol PID tanpa Gangguan	57
4.1.4	Pengujian Sistem Kontrol PID dengan Gangguan.....	58
4.2	Analisis Data dan Grafik Respon Sistem.....	59
4.3.1	Kombinasi Stabil	60
4.3.3	Kombinasi Optimal.....	65
4.3.5	Kombinasi Cepat Terkontrol	70
4.3.6	Perbandingan Respon Sistem	75
4.3	Pembahasan Hasil Pengujian.....	76
BAB V	.....	79
PENUTUP	.....	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	.....	81
LAMPIRAN	.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul PLC	13
Gambar 2.2 Schematic PLC	14
Gambar 2.3 GX Developer	16
Gambar 2.4 Arduino Nano	17
Gambar 2.5 Schematic Arduino Nano	19
Gambar 2.6 Relay Omron MK3PN 24V	22
Gambar 2.7 Pompa Air Mini DC 12V	23
Gambar 2.8 Peltier	24
Gambar 2.9 Sensor DS18B20	26
Gambar 2.10 Skematik Sensor DS18B20	27
Gambar 2.11 Water Heater	27
Gambar 2.12 Ultrasonik	29
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat	31
Gambar 3.2 Gambar 3D Desain Alat	34
Gambar 3.3 Skema Elektrikal Alat	36
Gambar 3.4 Printed Circuit Board Layout Mainboard.....	38
Gambar 3.5 Flowchart Sistem Kerja Alat	40
Gambar 3.6 Gambar Interface Python	41
Gambar 4.1 Pengambilan Data Ketinggian.....	45
Gambar 4.2 Pengambilan Data HCSR ketika ON	45
Gambar 4.3 Pengambilan Data HCSR ketika OFF	46
Gambar 4.4 Pengambilan Data Arus HCSR	46
Gambar 4.5 Pengambilan data DS18B20 ketika ON	47
Gambar 4.6 Pengambilan data DS18B20 ketika OFF	48
Gambar 4.7 Pengambilan Data DS18B20.....	48
Gambar 4.8 Pengambilan data Heater ketika ON	49
Gambar 4.9 Pengambilan data Heater ketika OFF.....	50
Gambar 4.10 Pengambilan Arus Heater.....	50
Gambar 4.11 Pengambilan data cooler ketika ON	52
Gambar 4.12 Pengambilan data Cooler ketika OFF	52

Gambar 4.13 Pengambilan Data Arus Cooler.....	53
Gambar 4.14 Pengambilan data Pompa Air ketika ON	54
Gambar 4.15 Pengambilan data Pompa Air ketika OFF	55
Gambar 4.16 Pengambilan Data Arus Pompa.....	55
Gambar 4.17 Pengambilan data Solenoid ketika ON.....	56
Gambar 4.18 Pengambilan data Solenoid ketika OFF	56
Gambar 4.19 Pengambilan Data Arus Solenoid	56
Gambar 4.20 Grafik Kombinasi Stabil.....	61
Gambar 4.21 Grafik Kombinasi Stabil.....	62
Gambar 4.22 Grafik Kombinasi Optimal.....	66
Gambar 4.23 Grafik Kombinasi Optimal.....	67
Gambar 4.24 Grafik Kombinasi Cepat Terkontrol	71
Gambar 4.25 Grafik Kombinasi Cepat Terkontrol	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi PLC.....	15
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Nano	18
Tabel 2.3 Spesifikasi Solenoid.....	20
Tabel 2.4 Spesifikasi Relay.....	20
Tabel 2.5 Spesifikasi Pompa Air.....	23
Tabel 2.6 Spesifikasi Peltier.....	25
Tabel 2.7 Sensor HC-SR04.....	30
Tabel 3.1 Tabel Pin PLC.....	37
Tabel 3.2 Tabel Pin PCB.....	38
Tabel 4.1 Pengujian Sensor HCSR	46
Tabel 4.2 Pengujian Sensor Suhu	48
Tabel 4.3 Pengujian Heater.....	50
Tabel 4.4 Pengujian Cooler.....	53
Tabel 4.5 Pengujian Pompa Air	55
Tabel 4.6 Pengujian Valve	57
Tabel 4.7 Pengujian Sistem Kontrol PID.....	57
Tabel 4.8 Pengujian Sistem Kontrol PID dengan Gangguan.....	58
Tabel 4.9 Kombinasi Stabil.....	60
Tabel 4.10 Kombinasi Stabil.....	61
Tabel 4.11 Analisis Kombinasi Stabil.....	63
Tabel 4.12 Kombinasi Stabil.....	63
Tabel 4.13 Kombinasi Optimal.....	65
Tabel 4.14 Kombinasi Optimal.....	66
Tabel 4.15 Analisis Kombinasi Optimal.....	67
Tabel 4.16 Kombinasi Optimal.....	68
Tabel 4.17 Kombinasi Optimal.....	69
Tabel 4.18 Kombinasi Cepat Terkontrol.....	70
Tabel 4.19 Kombinasi Cepat Terkontrol.....	71
Tabel 4.20 Kombinasi Cepat Terkontrol.....	73
Tabel 4.21 Kombinasi Cepat Terkontrol.....	74

Tabel 4.22	Perbandingan Respon Sistem.....	75
Tabel	4.	1
		Parameter
PID.....	Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 2	Pengujian Sensor HCSR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3	Pengujian Sensor Suhu	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4	Pengujian Heater	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5	Pengujian Cooler.....	52
Tabel 4. 6	Pengujian Pompa Air	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7	Pengujian Valve	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8	Pengujian Sistem Kontrol PID.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9	Kombinasi Stabil.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10	Kombinasi Optimal.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11	Kombinasi Cepat Terkontrol.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 12	Perbandingan Respon Sistem.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. PLC FX3U-14MT	83
Lampiran 2. Arduino Nano	84
Lampiran 3. Solenoid Valve 2W-025-08.....	85
Lampiran 4. Relay Omron MK3PN 24V	86
Lampiran 5. Pompa Air DC 12V	87
Lampiran 6. Peltier	88
Lampiran 7. DS18B20	90
Lampiran 8. Water Heater	91
Lampiran 9. Sensor HC-SR04	91
Lampiran 10. Program VScode	92
Lampiran 11. Program Ladder PLC	105
Lampiran 12. Dokumentasi	112

ABSTRAK

Pengendalian suhu air secara otomatis merupakan salah satu aspek penting dalam sistem otomasi industri karena berpengaruh terhadap kualitas dan efisiensi proses. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol suhu air menggunakan metode Proportional Integral Derivative (PID) berbasis PLC Mitsubishi FX3U-14MT. Sistem dirancang dengan memanfaatkan Arduino Nano sebagai antarmuka pembacaan sensor, dua sensor suhu DS18B20 untuk mengukur temperatur air, dua sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air, serta komunikasi Modbus RTU RS-485 sebagai media pertukaran data antara Arduino dan PLC. Aktuator yang digunakan meliputi water heater sebagai pemanas, modul peltier sebagai pendingin, pompa air, dan solenoid valve yang dikendalikan melalui relay.

Metode PID diterapkan pada PLC untuk mengatur kerja aktuator berdasarkan nilai set point suhu yang telah ditentukan. Penentuan parameter K_p , K_i , dan K_d dilakukan menggunakan metode trial and error sehingga diperoleh respons sistem yang optimal. Pengujian dilakukan dengan menganalisis karakteristik respons sistem berupa rise time, overshoot, settling time, dan steady-state error. Selain itu, sistem dilengkapi antarmuka berbasis Python untuk memantau kondisi suhu, level air, status aktuator, serta komunikasi secara real-time.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring dan pengendalian suhu air secara otomatis dengan respons yang stabil, akurat, dan mampu mempertahankan suhu sesuai nilai set point. Integrasi antara PLC Mitsubishi FX3U, Arduino Nano, komunikasi Modbus RTU, serta metode PID menghasilkan sistem yang andal untuk aplikasi pengendalian suhu air, sehingga dapat menjadi alternatif solusi pada sistem otomasi yang memerlukan pengendalian temperatur secara real-time.

ABSTRACT

Automatic water temperature control is an essential aspect of industrial automation systems because it significantly affects process quality and efficiency. This study aims to design and develop a water temperature monitoring and control system using the Proportional Integral Derivative (PID) method based on the Mitsubishi FX3U-14MT Programmable Logic Controller (PLC). The system utilizes an Arduino Nano as the sensor interface, two DS18B20 temperature sensors to measure water temperature, two HC-SR04 ultrasonic sensors to detect water level, and Modbus RTU over RS-485 communication to exchange data between the Arduino and the PLC. The actuators used in the system include a water heater for heating, a Peltier module for cooling, a water pump, and a solenoid valve, all controlled through relay modules.

The PID control algorithm is implemented in the PLC to regulate the actuators according to the predefined temperature set point. The PID parameters (K_p , K_i , and K_d) were determined using the trial-and-error tuning method to obtain the optimal system response. System performance was evaluated based on several response characteristics, including rise time, overshoot, settling time, and steady-state error. In addition, the system is equipped with a Python-based graphical user interface (GUI) for real-time monitoring of water temperature, water level, actuator status, and communication.

The experimental results demonstrate that the proposed system is capable of monitoring and controlling water temperature automatically with stable and accurate performance while maintaining the desired set point. The integration of the Mitsubishi FX3U PLC, Arduino Nano, Modbus RTU communication, and the PID control method provides a reliable solution for real-time water temperature control applications in industrial automation systems.