

**RANCANG BANGUN *LOW-COST* SIMULATOR
KONTROL LEVEL AIR BERBASIS PLC**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Jasmine Aulia Pratiwi

217441009



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Rancang Bangun *Low-cost Simulator* Kontrol Level Air Berbasis PLC

Oleh:

Jasmine Aulia Pratiwi

217441009

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 11 Januari 2023

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ismail Rokhim, S.T., MT.

NIP 197002161993031001

Nuryanti, S.T., M.Sc.

NIP 197604262009122002

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Pembimbing III,

Dr.Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.
NIP 196807021997021001

Ridwan, S.S.T., M.Eng.
NIP 197806122001121002

Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si.
NIP 198110052009121005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Jasmine Aulia Pratiwi
NIM	:	217441009
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Rancang Bangun <i>Low-cost</i> Simulator Kontrol Level Air Berbasis PLC

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 11 – 01 – 2023
Yang Menyatakan,

(Jasmine Aulia Pratiwi)
NIM 217441009

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Jasmine Aulia Pratiwi
NIM	:	217441009
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Rancang Bangun <i>Low-cost</i> Simulator Kontrol Level Air Berbasis PLC

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 11 – 01 – 2023
Yang Menyatakan,

(Jasmine Aulia Pratiwi)
NIM 217441009

MOTO PRIBADI

"Allah does not charge a soul except [with that within] its capacity. It will have [the consequence of] what [good] it has gained, and it will bear [the consequence of] what [evil] it has earned. "Our Lord, do not impose blame upon us if we have forgotten or erred. Our Lord, and lay not upon us a burden like that which You laid upon those before us. Our Lord, and burden us not with that which we have no ability to bear. And pardon us; and forgive us; and have mercy upon us. You are our protector, so give us victory over the disbelieving people."

(Q.S. Al-Baqarah :286)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembahyan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun *Low-cost* Simulator Kontrol Level Air Berbasis PLC”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti S.T., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T., dan Ibu Nuryanti S.T., M.T.
5. Para Penguji siding tugas akhir Bapak Dr.Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc., Bapak Ridwan, S.S.T., M.Eng., dan Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si.,M.Si.

6. Panitia tugas akhir Abdur Rohman Harits Martawireja, S.Si., M.T., dan Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., MT.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Sri Herawati dan Hendra Pranoto yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik saya Saskia Charissa Putri dan Afriza P. Soentara yang telah memberikan dukungan moril.
9. Tidak lupa rekan mahasiswa AE 2017 dan AE 2018 yang selalu membantu dan mendorong saya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Januari 2023

Penulis

ABSTRAK

Tidak sedikit industri yang melibatkan cairan baik dalam proses produksi utama ataupun pendukung. Maka dari itu sistem kontrol otomatis dibutuhkan untuk mengontrol ketinggian cairan yang tersedia di dalam tangki menggunakan sensor yang tepat. Di POLMAN sendiri *plant auto-leveling* yang tersedia, sebagian besar tersusun dari perangkat - perangkat berbasis PLC sehingga baik mahasiswa maupun dosen cenderung kesulitan mengoperasikan dan melakukan *maintenance* pada *plant* dikarenakan perangkat yang digunakan bersifat khusus. Ada pula *plant* yang masih berskala laboratorium, belum berskala industri. Sedangkan implementasi di industri menggunakan PLC sebagai *controller*. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan proses pengontrolan level air sederhana menggunakan sensor infrared dan aktuator motor DC, dengan PLC sebagai *controller*. *Plant* dapat menjadi media ajar yang mendekati sistem industri yang memudahkan proses *maintenance* bagi POLMAN yang ingin mengembangkan sistem kontrol level air. Penelitian ini direalisasikan dengan mengintegrasikan sensor dan driver motor berbasis *microcontroller* demi mewujudkan *low-cost plant*. Pengujian dilaksanakan dengan menganalisa pengaruh antara pembacaan data analog sensor IR SHARP GP2Y0A021YK0F, nilai *duty ratio* motor, waktu pengisian, debit dan tegangan motor, volume *disturbance*, nilai *error* level air, dengan satu sama lainnya. Hasil akhir penelitian menunjukkan sensor IR SHARP GP2Y0A021YK0F memiliki jarak akurat pada 2cm - 14cm dengan PLC sebagai *controller*, semakin tinggi kecepatan motor maka *error* yang dihasilkan semakin besar, semakin besar volume *disturbance* maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan.

Kata kunci: Kontrol level air, PLC, *Auto-leveling*, *Analog to digital converter*, PWM

ABSTRACT

Many industries involve liquids in both the main and supporting production processes. Therefore, an automatic control system is needed to control the liquid level available in the tank using the right sensor. At POLMAN, most of the available auto-leveling plants are composed of PLC-based devices so that both students and lecturers tend to find it difficult to operate and perform maintenance on the plant because the devices used are specialized. There are also plants that are still on a laboratory scale, not yet on an industrial scale. Meanwhile, industrial implementations use PLCs as controllers. This research aims to simulate a simple water level control process using infrared sensors and DC motor actuators, with PLC as the controller. The plant can be a teaching aid that is close to an industrial system that facilitates the maintenance process for POLMAN who wants to develop a water level control system. This research is realized by integrating sensors and motor drivers based on microcontroller to create low-cost plant. Tests were carried out by analyzing the influence between the analog data readings of the IR SHARP GP2Y0A021YK0F sensor, motor duty ratio value, water filling time, motor flow and voltage, disturbance volume, water level error value, to each other. The final results show that the SHARP GP2Y0A021YK0F IR sensor has an accurate distance of 2cm - 14cm with the PLC as the controller, the higher the motor speed, the greater the resulting error, the greater the volume of disturbance, the longer the time required.

Keywords: Water level control, PLC, Auto-leveling, Analog to digital converter, PWM

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Sistem Kendali	II-1
II.1.2 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	II-4
II.1.3 <i>Analog to Digital Converter</i> (ADC) pada PLC.....	II-6
II.1.4 Pengaturan <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM) dengan PLC.....	II-7
II.2 Tinjauan Alat.....	II-9
II.2.1 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) Omron	II-9
II.2.2 <i>Level Sensor</i> IR SHARP GP2Y0A21YK0F	II-11

II.2.3	<i>Motor Driver L298N</i>	II-13
II.2.4	<i>Submersible DC Water Pump</i>	II-14
II.2.5	<i>DC Power Supply Unit</i>	II-15
II.2.6	<i>DC Voltage Step Down XL4015</i>	II-16
II.2.7	Rangkaian <i>Pull-Up</i> dan <i>Pull-Down</i>	II-17
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-18
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Gambaran Umum Sistem.....	III-1
III.2	Penerapan Metode Penelitian.....	III-4
III.2.1	Rancangan Mekanik.....	III-5
III.2.2	Rancangan Mekanik.....	III-6
III.2.3	Rancangan Pemrograman.....	III-8
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Hasil Implementasi Sistem	IV-1
IV.2	Pengujian Performa Sensor.....	IV-2
IV.3	Pengujian Performa Pompa	IV-3
IV.4	Pengujian Sistem Terintegrasi	IV-6
IV.4.1	Pengaruh <i>Duty Ratio</i> dan <i>Set Point</i> terhadap Nilai <i>Error</i>	IV-6
IV.4.2	Pengaruh <i>Disturbance</i> terhadap Respon Sistem	IV-11
IV.5	Perbandingan Biaya Produksi <i>Plant</i> Sistem <i>Water Level</i>	IV-12
BAB V PENUTUP		V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA		ii
LAMPIRAN.....		iv

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi <i>Driver IL298N</i>	II-13
Tabel II. 2 Spesifikasi Pompa Air DC Taffware.....	II-14
Tabel II. 3 Spesifikasi DC <i>Poer Supply Unit</i>	II-15
Tabel II. 4 Spesifikasi Dc <i>Voltage Step Down XL4015</i>	II-16
Tabel II. 5 Penelitian Terdahulu	II-25
Tabel IV. 1 Tegangan Output Sensor Level 1 dan 2.....	IV-2
Tabel IV. 2 Rata-rata Performa Motor 1 Berdasarkan Duty Ratio	IV-4
Tabel IV. 3 Rata-rata Performa Motor 2 Berdasarkan <i>Duty Ratio</i>	IV-4
Tabel IV. 4 Rata-rata <i>Error</i> pada <i>Set Point</i> 7cm Motor 1.....	IV-7
Tabel IV. 5 Rata-rata <i>Error</i> pada <i>Set Point</i> 14cm Motor 1.....	IV-7
Tabel IV. 6 Rata-rata <i>Error</i> pada <i>Set Point</i> 7cm Motor 2.....	IV-7
Tabel IV. 7 Rata-rata <i>Error</i> pada <i>Set Point</i> 14cm Motor 2.....	IV-7
Tabel IV. 8 Rata-rata Error Setelah Kalibrasi Tegangan pada Set Point 7cm Motor 1.....	IV-9
Tabel IV. 9 Rata-rata Error Setelah Kalibrasi Tegangan pada Set Point 14cm Motor 1.....	IV-9
Tabel IV. 10 Pengaruh Duty Ratio dan Set Point Setelah Kalibrasi Tegangan terhadap Nilai Error Motor 1.....	IV-9
Tabel IV. 11 Rata-rata Error Setelah Kalibrasi Tegangan pada Set Point 7cm Motor 2.....	IV-9
Tabel IV. 12 Rata-rata Error Setelah Kalibrasi Tegangan pada Set Point 14cm Motor 2.....	IV-10
Tabel IV. 13 Pengaruh Duty Ratio dan Set Point Setelah Kalibrasi Tegangan terhadap Nilai Error Motor 2.....	IV-10
Tabel IV. 14 Rata-rata Pengaruh Level <i>Disturbance</i> terhadap Waktu Tempuh Motor 1 dan 2	IV-12
Tabel IV. 15 Perbandingan Biaya <i>Plant Water Leveling</i>	IV-13

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>Response Time Analysis</i>	II-1
Gambar II. 2 Diagram Blok Sistem Kendali <i>Open-loop</i>	II-2
Gambar II. 3 Diagram Blok Sistem Kendali <i>Closed-loop</i>	II-3
Gambar II. 4 Diagram Blok PLC	II-4
Gambar II. 5 Gambaran Umum PLC	II-5
Gambar II. 6 Gambaran Umum Cara Kerja ADC.....	II-6
Gambar II. 7 Sinyal PWM	II-7
Gambar II. 8 <i>Duty Cycle Ratio</i> dan Resolusi PWM	II-8
Gambar II. 9 PLC Omron CP1H-XA.....	II-9
Gambar II. 10 Spesifikasi I/O Analog PLC Omron CP1H-XA	II-9
Gambar II. 11 <i>External Interfaces of</i> PLC Omron CP1H-XA.....	II-10
Gambar II. 12 <i>Pulse Output Specifications</i>	II-10
Gambar II. 13 <i>Pulse Output Specifications 2</i>	II-11
Gambar II. 14 Sensor IR SHARP GP2Y0A21YK0F	II-11
Gambar II. 15 Driver L298N	II-13
Gambar II. 16 Pompa Air DC Taffware.....	II-14
Gambar II. 17 DC Power Supply Unit	II-15
Gambar II. 18 DC Voltage Step Down XL4015	II-16
Gambar II. 19 Rangkaian <i>Pull-up</i> dan <i>Pull-down</i>	II-17
Gambar III. 1 Flowchart Metodologi Penyelesaian Masalah	III-1
Gambar III. 2 Rancangan Umum <i>Plant</i> Kontrol Level Air	III-2
Gambar III. 3 Piramida Otomasi <i>Plant</i> Kontrol Level Air	III-2
Gambar III. 4 Diagram Alir Cara Kerja Sistem.....	III-3
Gambar III. 5 Model VDI 2206	III-4
Gambar III. 6 Rancangan Sistem Kontrol Level Air	III-5
Gambar III. 7 Penafsiran Tipe PLC Omron CP1H.....	III-6
Gambar III. 8 Analog I/O Terminal Block	III-7
Gambar III. 9 Input Switch Analog I/O	III-7
Gambar III. 10 Pin Input Analog	III-7
Gambar III. 11 Diagram Blok Sistem Kendali <i>Close Loop</i>	III-8
Gambar III. 12 Pengalokasian I/O Analog	III-8

Gambar III. 13 Ladder Pembacaan Sensor	III-9
Gambar III. 14 Ladder Filtering Data Sensor	III-10
Gambar III. 15 Ladder PWM dan SCL.....	III-11
Gambar III. 16 Ladder MOV untuk Parameter SCL	III-12
Gambar IV. 1 Hasil Implementasi Plant Keseluruhan	IV-1
Gambar IV. 2 Hasil Implementasi <i>Plant</i> Panel Utama	IV-1
Gambar IV. 3 Pengukuran Level Air Aktual Menggunakan Penggaris.....	IV-6
Gambar IV. 4 <i>Disturbance</i> dan <i>Set Point</i>	IV-11

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV. 1 Tegangan Keluaran Sensor Level	IV-3
Grafik IV. 2 Pengaruh <i>Duty Ratio</i> Motor terhadap Tegangan Keluaran	IV-4
Grafik IV. 3 Kecepatan Motor Berdasarkan <i>Duty Ratio</i>	IV-5
Grafik IV. 4 Debit Air Berdasarkan <i>Duty Ratio</i> Motor	IV-5
Grafik IV. 5 Pengaruh <i>Duty Ratio</i> dan <i>Set Point</i> terhadap Nilai <i>Error</i> Motor 1...	IV-7
Grafik IV. 6 Pengaruh <i>Duty Ratio</i> dan <i>Set Point</i> terhadap Nilai <i>Error</i> Motor 2	IV-8
Grafik IV. 7 Pengaruh Level <i>Disturbance</i> terhadap Waktu Tempuh Motor ..	IV-12

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Lampiran 1	Rancangan <i>Plant</i> Tampak Depan	iv
Gambar Lampiran 2	Rancangan <i>Plant</i> Tampak Keseluruhan	v
Gambar Lampiran 3	Rancangan Diagram Rangkaian Elektrik	vi

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/ Singkatan	Keterangan	Satuan
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>	
DC	<i>Direct Current</i>	
I/O	<i>Input/Output</i>	
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>	
PWM	<i>Pulse Modulation Width</i>	
TTL	<i>Transistor-Transistor Logic</i>	
MCU	<i>Microcontroller Unit</i>	
Q	Debit	cm ³ /s
V	Volume	cm ³
t	<i>Time</i>	detik