

***VIRTUAL LAB BERBASIS PLC DAN SCADA PADA WATER
LEVEL PLANT DENGAN METODE TUNING PARAMETER
PID ROOT LOCUS***

PROYEK AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh:

Zamzam Nur Muharram

219341024



**PROGRAM STUDI MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

VIRTUAL LAB BERBASIS PLC DAN SCADA PADA WATER LEVEL PLANT DENGAN METODE TUNING PARAMETER PID ROOT LOCUS

Oleh:

Zamzam Nur Muharram

219341024

Program Studi Teknik Mekatronika

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika

Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal Sidang (dd – mm – yy)

Pembimbing I,



Hadi Supriyanto, S.T.,M.T.
NIP. 196911081993031002

Pembimbing II,



Abdur Rohman Harits M, S.Si., M.T.
NIP. 198803132019031009

ABSTRAK

Virtual Lab berbasis PLC dan SCADA merupakan media pembelajaran mengenai PLC dan SCADA yang memungkinkan penggunanya dapat mengakses PLC dari jarak jauh. Terdapat 3 fitur utama dalam *virtual lab* berbasis PLC dan SCADA antara lain ialah *remote access*, SCADA dan monitoring video. *Remote access* ialah fitur dimana pengguna dapat mengakses PLC dari jarak jauh. Akses yang dimaksud ialah aksi mengubah dan mengirim program ke PLC CJ2M sebagai kontroler. Di dunia perindustrian maju *remote access* sering digunakan untuk kegiatan perbaikan mesin-mesin yang dilakukan dari jarak jauh. SCADA merupakan fitur yang memungkinkan pengguna dapat mengendalikan dan mengamati besaran proses yang dikendalikan dari jarak jauh. Sebagai contoh sebuah *water level plant* yang berada di lapangan dapat dikendalikan dan diamati melalui sebuah komputer yang berada di ruang kendali. *Monitoring video* ialah fitur yang menyediakan tampilan video agar sistem dapat dipantau secara fisik dari jarak jauh. *Water level plant* adalah sebuah kendali besaran proses yang banyak digunakan di industri untuk mengatur ketinggian zat cair pada sebuah tangki. Pada pengaturan ketinggian air ini digunakan kendali PID loop tertutup agar hasil *process variable* mendekati *setpoint*. Mode kendali yang digunakan ialah proportional, integral dan derivative dengan parameter $K_p = 5$, $T_i = 90$, $T_d = 2$ agar sistem memiliki kriteria *critical damped*. Dari respon sistem didapatkan error = 1.81% dan waktu rata rata untuk mencapai steady state 37.93 detik.

Kata Kunci: *Virtual lab*, *Water level plant*, PLC, SCADA, PID, *remote access*.

ABSTRACT

PLC and SCADA-based Virtual Lab is a learning medium about PLC and SCADA that allows users to access PLCs remotely. There are 3 main features in a PLC and SCADA based virtual lab, including remote access, SCADA and video monitoring. Remote access is a feature where users can access the PLC remotely. The intended access is the action of changing and sending the program to the CJ2M PLC as a controller. In the industrialized world, remote access is often used to repair machines that are carried out remotely. SCADA is a feature that allows users to control and observe the size of the process that is controlled remotely. For example, a water level plant in the field can be controlled and observed through a computer in the control room. Video monitoring is a feature that provides a system display so that video can be physically monitored remotely. Water level plant is a process quantity control that is widely used in industry to regulate the water level in a tank. In this air level setting, closed loop PID control is used so that the results of the process variables approach the setpoint. The control mode used is proportional, integral and derivative with parameters $K_p = 5$, $T_i = 90$, $T_d = 2$ so that the system has critical damped criteria. From the system response, the error = 1.81% and the average time to reach steady state is 37.93 seconds.

Keyword : *Virtual lab, Water level plant, PLC, SCADA, PID, remote access.*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya 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 barangsiapa 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 proyek akhir ini dengan judul: “**VIRTUAL LAB BERBASIS PLC DAN SCADA PADA WATER LEVEL PLANT DENGAN METODE TUNING PARAMETER PID ROOT LOCUS**”.

Proyek akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya proyek 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, ST., MT.
3. Ketua Program Studi D-III Teknik Mekatronika, Ibu Siti Aminah, S.T., M.T

4. Kedua Pembimbing proyek akhir Bapak Hadi Supriyanto S.T., M.T. dan Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.Si., M.T.
5. Panitia proyek akhir Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc.Eng, dan Bapak Afaf Fadhil Rifa'i, S.T., M.T.
6. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Iswati dan Bapak Satijan yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
7. Untuk kakak dan adik saya yang telah mendukung dan memberi semangat serta tak henti menghantarkan doa sehingga saya dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Terimakasih kepada Muhammad Taufik Hidayat sebagai rekan dalam pengerjaan proyek akhir.
9. Tak lupa ucapan terima kasih juga kepada Kevin Bintang V, Assyfa Santos, Fauzian, Ryan Septian, Fikri Muhammad Sidik, Shendy Prasetya dan sederet mahasiswa AE 2018 yang telah mengiringi dalam pengerjaan proyek akhir ini.
10. Untuk rekan-rekan seperjuangan mahasiswa jurusan AE angkatan 2019 yang telah berjuang bersama menghadapi masa senang dan sulit sehingga saat ini dapat menyelesaikan proyek akhir program D3 bersama-sama.

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

Bandung, 17 Juni 2022

Zamzam Nur Muharram

DAFTAR ISI

ABSTRAK	I
ABSTRACT	II
KATA PENGANTAR	III
DAFTAR ISI	V
DAFTAR GAMBAR	VI
DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR LAMPIRAN	IX
BAB 1	1
1.1. Rumusan Masalah	1
1.2. Tujuan	1
1.3. Batasan Masalah.....	1
1.4. Teknologi	2
BAB II.....	3
2.1 SCADA	3
2.1.1 Supervisory Control and Data Acquisition	3
2.1.2 Elemen SCADA	3
2.2 Programmable Logic Controller	4
2.2.1 PLC Modular CJ2M CPU-34.....	5
2.2.2 CX-Programmer	8
2.3 Intouch Wonderware	10
2.4 Matlab.....	11
2.5 Kep Serverex	13
2.6 Sistem Kendali	14
2.7 Ewon Flexy 205	15
2.8 Sensor dan Aktuator	16
2.9 Arduino Uno dan Arduino IDE	20
2.10 Metodologi Penelitian	21
2.11 Gambaran Umum Sistem	21
2.12 Rancangan Sistem Water Level Plant	24
2.13 Hasil Pengujian	35
BAB III	45
3.1 Kesimpulan	45
3.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> [1]	3
Gambar 2. 2 Arsitektur PLC [2].....	5
Gambar 2. 3 PLC Compact dan Modular [3]	5
Gambar 2. 4 <i>Power Supply</i> CJ1W-PA205R [4].....	6
Gambar 2. 5 Modul CPU-34 [5].....	6
Gambar 2. 6 Modul CJ1W-ID211 [6]	7
Gambar 2. 7 Modul CJ1W-OD211 [7]	7
Gambar 2. 8 Modul CJ1W- MAD42 [8].....	8
Gambar 2. 9 CX-Programer [9]	8
Gambar 2. 10 LD and LDNOT	9
Gambar 2. 11 Coil	9
Gambar 2. 12 Instructions	9
Gambar 2. 13 <i>Wonderware Intouch 10</i> [10]	10
Gambar 2. 14 Matlab [11].....	11
Gambar 2. 15 System Identification.....	12
Gambar 2. 16 Control System Designer	12
Gambar 2. 17 Diagram Root Locus	13
Gambar 2. 18 KepServerex	14
Gambar 2. 19 Kendali Open Loop	14
Gambar 2. 20 Kendali Close Loop.....	15
Gambar 2. 21 Kendali PID.....	15
Gambar 2. 22 Komunikasi Data Ewon	15
Gambar 2. 23 Ewon Flexy 205 dan Modul Ekstensi	16
Gambar 2. 24 Spesifikasi Modul EU 4G LTE	16
Gambar 2. 25 Spesifikasi Modul I/O	16
Gambar 2. 26 Level Transmitter	17
Gambar 2. 27 <i>Flow Sensor</i> [16]	18
Gambar 2. 28 <i>DC Water Pump</i> [17].....	19
Gambar 2. 29 Solenoid Valve [18]	19
Gambar 2. 30 Arduino Uno.....	20
Gambar 2. 31 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	21
Gambar 2. 32 Gambaran Umum <i>Water Level Plant</i>	22
Gambar 2. 33 <i>Piping and Instrument Diagram</i>	23
Gambar 2. 34 Diagram Alir Sistem Secara Umum.....	24

Gambar 2. 35 Sistem Kendali Pada <i>Water Level Plant</i>	25
Gambar 2. 36 Flowchart Algoritma Program.	26
Gambar 2. 37 Program PLC I/O Digital	26
Gambar 2. 38 Konfigurasi I/O Analog.....	27
Gambar 2. 39 Instruksi MOV.....	27
Gambar 2. 40 Instruksi PID	28
Gambar 2. 41 Regresi linear Level Sensor.....	29
Gambar 2. 42 Instruksi MAX.....	29
Gambar 2. 43 Grafik Level Sensor Sebelum dan Sesudah Difilter.....	30
Gambar 2. 44 Wiring Diagram.....	30
Gambar 2. 45 Wiring Diagram Modul CJ1W-ID211	31
Gambar 2. 46 Wiring Diagram Modul CJ1W-OD211 dan CJ1W-MAD42 .	31
Gambar 2. 47 PCB Arduino	32
Gambar 2. 48 Schematik Arduino.....	32
Gambar 2. 49 Desain Mekanik <i>Water Level Plant</i>	33
Gambar 2. 50 Bentuk Fisik Water Level Plant	33
Gambar 2. 51 Halaman Utama Antarmuka.....	34
Gambar 2. 52 Tampilan Halaman <i>Real Time Trend</i> dan <i>Historical Trend</i> ...	35
Gambar 2. 53 Uji Koneksi Ewon dan Ethernet.....	35
Gambar 2. 54 Grafik Perbandingan Respon Dengan 2 Jenis Koneksi.....	36
Gambar 2. 55 Tampilan CCTV Pada Water Level Plant	36
Gambar 2. 56 GUI System Identification	39
Gambar 2. 57 Hasil Estimasi Sistem.....	39
Gambar 2. 58 Diagram Root Locus kendali Proportional.....	40
Gambar 2. 59 Diagram Rootlocus kendali PD.....	40
Gambar 2. 60 Diagram Rootlocus kendali PI	40
Gambar 2. 61 Diagram Root Locus kendali PID	41
Gambar 2. 62 Kendali Mode Proportional	41
Gambar 2. 64 Kendali Mode Proportional Derivatif	42
Gambar 2. 66 Kendali Mode PI	42
Gambar 2. 68 Kendali Mode PID	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi <i>Level Transmitter</i>	17
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>Flow Sensor</i>	18
Tabel 2. 3 Spesifikasi Pompa DC	19
Tabel 2. 4 Spesifikasi Solenoid Valve	20
Tabel 2. 5 Data Sinyal Analog, Ketinggian Air dan Arus Sensor.....	28
Tabel 2. 6 I/O List	32
Tabel 2. 7 Bahan Pengerjaan Mekanik	33
Tabel 2. 8 Data Kuantitatif Monitoring Dengan Ewon.....	35
Tabel 2. 9 Data Kuantitatif Mode Controlling Dengan Ewon	36
Tabel 2. 10 Pengujian Tombol Panel	37
Tabel 2. 11 Pengujian Pembacaan Aliran Air.....	37
Tabel 2. 12 Tabel Pengujian Berulang Flow.....	38
Tabel 2. 13 Pengujian Aliran Buangan Air.....	38
Tabel 2. 14 Hasil Tuning Metode Root Locus	41
Tabel 2. 15 Hasil Pengujian Mode Kendali	43
Tabel 2. 16 Tabel Pengujian Berulang Mode PID	43
Tabel 2. 17 Hasil Pengujian Kendali Mode PID.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Wiring Power Electric	48
Lampiran 2 Wiring Module CJ1W ID211	49
Lampiran 3 Wiring Module CJ1W OD211.....	50
Lampiran 4 Wiring Module CJ1W MAD42	51
Lampiran 5 Design Mekanik Water Level Plant.....	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Rumusan Masalah

Penulisan karya tulis ini didasari oleh beberapa rumusan masalah antara lain ialah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengembangkan sistem *water level plant* menjadi *virtual lab* berbasis PLC dan SCADA?
2. Bagaimana proses *tuning* parameter K_p , T_i dan T_d *water level plant* dengan metode root locus dengan menggunakan matlab?
3. Bagaimana pemilihan mode kendali PID pada *water level plant*?

1.2. Tujuan

Dalam pembuatan karya tulis yang diberi judul “*Virtual Lab* Berbasis PLC dan SCADA Pada *Water Level Plant* Dengan Metode *Tuning* Parameter PID Root Locus” ini, terdapat tujuan pembuatan karya tulis yaitu sebagai berikut:

1. Virtual lab menjadi sarana pembelajaran yang bisa dilaksanakan secara *remote* mengenai PLC dan memberikan gambaran mengenai PLC yang berada di lapangan dapat dikendalikan dari ruang kendali.
2. Mengotomasikan sebuah *water level plant* yang dapat dioperasikan secara *remote access* menggunakan ewon flexy 205, SCADA jarak jauh dan terdapat monitoring video.
3. Menentukan mode kendali PID terbaik untuk *water level plant* melalui *tuning* root locus menggunakan matlab.

1.3. Batasan Masalah

Fokus pembahasan karya tulis ini akan membahas mengenai beberapa hal antara lain ialah :

1. Penambahan fitur *remote access*, SCADA jarak jauh dan *monitoring video* pada *water level plant*.
2. Pembuatan sistem kendali PID pada *water level plant*.
3. Menentukan mode kendali PID terbaik pada *water level plant* dengan kondisi katup pembuangan dibuka dan ditutup.
4. *Tuning* root locus untuk mendapatkan parameter K_p , T_i dan T_d menggunakan fitur *designer control system* pada matlab.

1.4. Teknologi

Teknologi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah:

- a. Interfacing : *Wonderware Intouch.*
- b. pengendali : Arduino Uno dan PLC CJ2M CPU-34.

Perangkat keras :

- a. Pompa : Motor DC 9-14 V, *Flowrate* 0-4 liter/minutes.
- b. *Water Level Sensor* : 4-20mA *OUTPUT Signal.*
- c. *Flow Sensor* : *Flowrate* 0-25 liter/minutes.
- d. *Solenoid Valve* : 24 Volt.
- e. Ewon Flexy 205 : I/O card and GSM card.

Perangkat lunak :

- a. *Wonderware Intouch* : *Software* untuk *human machine interface.*
- b. *CX-Programer* : *Software* untuk program PLC Omron .
- c. *E-Cather* : *Software* untuk koneksi ewon ke *Talk2M.*
- d. *E-Buddy* : *Software* untuk konfigurasi ewon.
- e. *Kep-Serverex* : *Software* untuk perantara komunikasi PLC ke HMI.
- f. *Arduino IDE* : *Software* untuk program arduino.
- g. *Matlab* : *Software* untuk melakukan analisa dan pemodelan.