

**IMPLEMENTASI KONTROL PID DENGAN *TUNNING*
ZIEGLE NICHOLS-1 PADA SISTEM *VIRTUAL LAB*
KENDALI *LEVEL* AIR BERBASIS SCADA**

PROYEK AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh:

Muhammad Taufik Hidayat
219341039



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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI KONTROL PID DENGAN *TUNNING* *ZIEGLE NICHOLS-1* PADA SISTEM *VIRTUAL LAB* KENDALI *LEVEL* AIR BERBASIS SCADA

Oleh:

Muhammad Taufik Hidayat

219341039

Program Studi Teknik Mekatronika

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika

Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal Sidang (27 Juli 2022)

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Hadi Supriyanto, S.T., M.T.

NIP. 196911081993031002

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

NIP. 198803132019031009

ABSTRAK

Salah satunya teknologi dibidang pengendalian level ketinggian air dengan adanya kendali ketinggian air, pengisian air yang berlebih bisa diatasi. Salah satu cara merancang kendali ketinggian air bisa dengan menggunakan kendali PID (Proporsional, Integral, dan Diferensial) secara *close loop*. Metode yang dikembangkan dalam merancang kendali PID (Proportional, Integral, dan Derivative) dengan metode *Ziegler-Nichols-1*. Metode ini merupakan metode penalaan parameter kontroler PID yang didasari atas tinjauan terhadap karakteristik respon sistem yang didapat untuk mendapatkan parameter kendali Kp, Ti, dan Td yang dibutuhkan. Pada *plant trainer* kendali level ini dikembangkan sebuah sistem dimana kita dapat melakukan kendali jarak jauh, sehingga sistem trainer plant disini memenuhi konsep yang disebut dengan *virtual lab*. Dalam konsep *Virtual Lab* memiliki terdapat tiga fitur utama dalam *virtual lab* berbasis PLC dan SCADA antara lain ialah *remote access*, SCADA dan monitoring video. *Remote access* merupakan fitur dimana pengguna dapat mengakses PLC dari jarak jauh. SCADA merupakan fitur yang memungkinkan pengguna dapat mengendalikan dan mengamati sistem dari jarak jauh. Dan yang terakhir dari fitur *virtual lab* yaitu monitoring video dimana fitur ini menyediakan tampilan video agar sistem dapat dipantau secara fisik dari jarak jauh.

Kata Kunci: Virtual Lab, Ziegler-Nichols-1, dan PID (Proporsional, Integral, dan Diferensial)

ABSTRACT

One of them is technology in the field of water level control with the control of water level, overfilling of water can be overcome. One way to design a water level control can be by using the PID (Proportional, Integral, dan Differential) control in a close loop. Developed methods of designing PID (Proportional, Integral, dan Differential) controls by method Ziegler-Nichols-1. This method is a method of passing the parameters of the PID controller which is based on a review of the characteristics of the system response obtained to get the required K_p , T_i , and T_d control parameters. In this level control trainer plant, a system was developed where we can perform remote control so that the trainer plant system here meets the concept called a virtual lab. In the Virtual Lab concept have three 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. SCADA is a feature that allows users to remotely control and observe the system. And the last of the virtual lab features is video monitoring where this feature provides a video display so that the system can be physically monitored remotely.

Keywords: Virtual Lab, Ziegler-Nichols-1, and PID (Proportional, Integral, and Differential)

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 proyek akhir ini dengan judul: **“IMPLEMENTASI KONTROL PID DENGAN TUNNING ZIEGLE NICHOLS-1 PADA SISTEM VIRTUAL LAB KENDALI LEVEL AIR BERBASIS SCADA”**.

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 kedua Orang Tua Penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
7. Untuk kakak-kaka saya yang telah mendukung dan memberi semangat serta tak henti menghantarkan doa sehingga saya dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Terimakasih kepada Zamzam Nur Muharam sebagai rekan dalam pengerjaan proyek akhir.

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. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 18 Agustus 2022

Muhammad Taufik Hidayat

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Tujuan	1
1.2 Teknologi	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II	3
LAPORAN TEKNIK	3
2.1 Landasan Teori	3
2.1.1 Pengenalan <i>Virtual Lab</i>	3
2.1.2 Sistem Kendali Proporsional, Integral, dan Derivatif (PID)	3
2.1.3 Metode <i>Ziegler-Nichols-1</i>	4
2.1.4 <i>Ewon Flexy</i>	5
2.1.5 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	6
2.1.6 SCADA (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>)	11
2.1.7 Transmitter Sensor Level	12
2.1.8 Sensor Kecepatan Aliran Air YF – S201	12
2.1.9 <i>Water Pump</i>	13
2.1.10 <i>Solenoid Valve</i>	14
2.1.11 Arduino Uno	15
2.2 Metodologi Penelitian	15
2.3 Gambaran Umum Sistem	16
2.4 Perancangan Alat	18
2.4.1 Elektrik	18

2.4.2 Mekanikal	20
2.5 Perancangan <i>Water Level Plant</i>	22
2.5.1 Diagram Block Sistem Kendali Level	24
2.5.2 Rancangan Program.....	25
2.5.3 Rancangan Antarmuka.....	29
2.2 Diagram Monitoring Flow	30
2.6 Perancangan Sistem Kendali <i>Tunning</i> PID Metode <i>Ziegler-Nichols-1</i>	31
2.7 Hasil Pengujian	32
2.7.1 Pengujian <i>Remote Access</i> , SCADA dan Video Monitoring	32
2.7.2 Pengujian Fungsi Tombol.....	36
2.7.3 Pengujian Sistem Kendali Air	36
2.7.4 Pengujian Sistem <i>Monitoring Flow</i>	41
BAB III.....	43
KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
3.1 Kesimpulan Hasil Implementasi	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanggapan Unit Step.....	4
Gambar 2. 2 Tanggapan kurva S.....	5
Gambar 2. 3 <i>Ewon Flexy</i>	5
Gambar 2. 4 Modul Power Supply Omron CJ1W-PA205R [6]	7
Gambar 2. 5 Modul CPU Omron CJ2M-CPU34 [7].....	7
Gambar 2. 6 Omron CJ1W-ID211 [8]	8
Gambar 2. 7 <i>Wiring</i> Omron CJ1W-ID211 [8]	9
Gambar 2. 8 Omron CJ1W-OD211 [9].....	9
Gambar 2. 9 <i>Wiring</i> Omron CJ1W-OD211 [9].....	10
Gambar 2. 10 Omron CJ1W-MAD42 [10]	10
Gambar 2. 11 Layout Terminal Blok Omron CJ1W-MAD42 [10]	11
Gambar 2. 12 <i>Transmitter Sensor Level</i>	12
Gambar 2. 13 <i>Transmitter Sensor Flow YF – S201</i>	13
Gambar 2. 14 <i>Water Pump</i>	14
Gambar 2. 15 <i>Solenoid Valve</i>	14
Gambar 2. 16 Arduino Uno.....	15
Gambar 2. 17 Diagram Metode Penelitian.....	15
Gambar 2. 18 Gambaran Umum Sistem Mesin	17
Gambar 2. 19 Rancangan Skematik	19
Gambar 2. 20 Layout Rancangan Skematik.....	19
Gambar 2. 21 Rancangan Mekanik.....	20
Gambar 2. 22 Rancangan Ukuran Mekanik	21
Gambar 2. 23 <i>Frame Camera</i>	21
Gambar 2. 24 <i>Cover Ewon</i>	22
Gambar 2. 25 <i>Flow Meter</i>	22
Gambar 2. 26 Pemindahan Pompa Dorong.....	22
Gambar 2. 27 Diagram Alir Sistem.....	23
Gambar 2. 28 Block Diagram Sistem Kendali Level.....	24
Gambar 2. 29 Block Diagram Rancangan Program.....	25
Gambar 2. 30 Program PLC I/O Digital	26
Gambar 2. 31 Konfigurasi I/O Analog	26

Gambar 2. 32 Intruksi MOV	26
Gambar 2. 33 Model Persamaan Regresi linear Hubungan Sinyal Analog dengan Ketinggian Air.....	28
Gambar 2. 34 Intruksi MAX	28
Gambar 2. 35 Intruksi PID	29
Gambar 2. 36 Halaman Utama.....	29
Gambar 2. 37 Tampilan Halaman <i>Realtime Trend</i> dan <i>Historical Trend</i>	30
Gambar 2. 38 Block Diagram <i>Monitoring Flow</i>	31
Gambar 2. 39 Respon <i>Open Loop</i> Terhadap <i>Unit Step</i>	31
Gambar 2. 40 Koneksi Ewon Flexy 205 Melalui Ecather	32
Gambar 2. 41 Konfigurasi Kepserverex.....	33
Gambar 2. 42 Tagname dan Alias Kepserverex	33
Gambar 2. 43 Uji koneksi pada CMD.....	33
Gambar 2. 44 Pengaturan <i>Network Type</i>	35
Gambar 2. 45 Hasil pengujian penggunaan koneksi Ethernet LAN dan Ewon	35
Gambar 2. 46 Tampilan CCTV	36
Gambar 2. 47 Respon kendali P.....	37
Gambar 2. 48 Respon kendali PI Katup Terbuka	37
Gambar 2. 49 Respon kendali PID.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Aturan <i>Tuning Zieglnichols Open Loop</i>	5
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>Transmitter Sensor Level</i>	12
Tabel 2. 3 Spesifikasi YF – S201.....	13
Tabel 2. 4 Spesifikasi Water Pump	14
Tabel 2. 5 Spesifikasi <i>Solenoid Valve</i>	14
Tabel 2. 6 Komponen Pembuatan Plant.....	18
Tabel 2. 7 I/O List	19
Tabel 2. 8 Tabel Mekanik	21
Tabel 2. 9 Data Sinyal Analog, Ketinggian Air dan Arus Sensor.....	27
Tabel 2. 10 Hasil Nilai Kp, Ti, dan Td.....	32
Tabel 2. 11 Hasil Konstanta Nilai Parameter PID	32
Tabel 2. 12 Data Kuantitatif Menggunakan <i>Ethernet Connection</i>	34
Tabel 2. 13 Data Kuantitatif Menggunakan <i>Ewon Connection</i>	34
Tabel 2. 14 Data Kuantitatif Pengujian Tombol	34
Tabel 2. 15 Pengujian Tombol Panel	36
Tabel 2. 16 Hasil Pengujian Masing-Masing Mode Kendali	38
Tabel 2. 17 Hasil Pengujian Kendali PID	39
Tabel 2. 18 Hasil Pengujian Berulang Kendali PID	41
Tabel 2. 19 Hasil Perhitungan <i>Monitoring Flow</i>	41
Tabel 2. 20 Hasil <i>Monitoring Flow</i>	41
Tabel 2. 21 Hasil <i>Flow Distrubance from Drain Valve</i>	42
Tabel 2. 22 Hasil <i>Flow Distrubance from Drain Valve</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Wiring Diagram</i> Utama	47
Lampiran 2 <i>Wiring Diagram</i> Input Digital	48
Lampiran 3 <i>Wiring Diagram</i> Output Digital	49
Lampiran 4 <i>Wiring Diagram</i> I/O Analog	50
Lampiran 5 <i>Design Mekanik Water Level Plant</i>	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Tujuan

Tujuan dari penulisan karya tulis proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan Sistem *Virtual Lab* Kendali Level air berbasis PLC dan SCADA.
2. Mengembangkan kontrol jarak jauh berbasis *Ewon Flexy*.
3. Melakukan penalaan metode Ziegler-Nichols-1 untuk menentukan parameter kontrol PID (Proporsional Integral Diferensial).
4. Menerapkan control PID pada *water level control plant*.

1.2 Teknologi

Teknologi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah:

1. Interfacing : Wonderware InTouch
2. Proses : *Programmable Logic Control* – Arduini-Uno

Perangkat keras:

1. *Programmable Logic Control* : Omron CJ2M
2. Digital input PLC : Omron CJ1W-ID211
3. Digital Output : Omron CJ1W-OD211
4. Analog Input-Output : Omron CJ1W-MAD42
5. *Transmitter Level Sensor* : 4-20mA *OUTPUT Signal*.
6. *Flow Sensor* : Flowrate 0-25 liter/minutes.
7. *Ewon Flexy 205* : I/O card and GSM card.

Perangkat lunak:

1. *Cx-Programmer* : *Software* khusus dalam pemograman PLC Omron
2. *Wonderware Intouch* : *Software* Human Machine Interface yang digunakan dalam pengontrolan dan monitoring sistem.
3. *Kepserverex* : *Software* yang digunakan untuk antarkonektivitas sistem. Mengumpulkan data dari *hardware* PLC, bertugas untuk membaca data, dan mengirimkannya ke HMI (*InTouch*).
4. *SolidWork 2016* : *Software* yang digunakan dalam membuat *design* 3D, *software* ini digunakan dalam pembuatan *design* mekanik.

5. *Autocad Electric 2021* : *Software* yang digunakan dalam membuat *design*, dalam hal ini digunakan dalam penggunaan *design electric*.
6. Arduino IDE : *Software* yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram.
7. E-Cather : Perangkat lunak yang digunakan dalam akses jarak jauh Talk2M yang memungkinkan pengelolaan akun Talk2M.
8. E-Buddy

1.3 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas dari penulisan karya tulis ilmiah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan Sistem *Virtual Lab* Kendali Level air berbasis PLC dan SCADA?
2. Bagaimana pengembangan kontrol jarak jauh berbasis *Ewon Flexy*?
3. Bagaimana penalaan metode *Ziegler-Nichols-1* untuk menentukan parameter kontrol PID (Proporsional Integral Diferensial)?
4. Bagaimana hasil penerapan kontrol PID pada *water level control plant*?

1.4 Batasan Masalah

Adapun tujuan dari penulisan karya tulis ilmiah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan pengembangan Sistem *Virtual Lab* Kendali jarak jauh pada *water level control plant* berbasis PLC dan SCADA.
2. Penerapan metode penalaan metode *Ziegler-Nichols-1* untuk menentukan parameter kontrol PID (Proporsional Integral Diferensial).