

TUGAS AKHIR

ANALISIS PID KONTROLER SEBAGAI KENDALI LEVEL AIR PADA INTEGRATED PROCESS CONTROL FPCS 4ALL



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**DINDA NAYUNI
061540341501**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dinda Nayuni

NIM : 0615 4034 1501

Judul : Analisis PID Kontroler Sebagai Kendali Level Air Pada
Integrated Process Control FPCS 4ALL

Menyatakan bahwa Laporan TUGAS AKHIR saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan TUGAS AKHIR ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2019

Dinda Nayuni

0615 4034 1501

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PID KONTROLER SEBAGAI KENDALI LEVEL AIR
PADA INTEGRATED PROCESS CONTROL FPCS 4ALL**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Elektro**

Oleh :

**DINDA NAYUNI
0615 4034 1501**

**Palembang, Agustus 2019
Menyetujui,**

Pembimbing I,

**Dr. RD. Kusumanto, S.T.,M.M.
NIP. 19660311 199203 1 004**

Pembimbing II,

**Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T.,M.Eng
NIP. 19771125 200003 2 001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro,**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 19670511 199203 1 003**

**Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro,**

**Ekawati Prihatini, S.T., M.T.
NIP. 19790310 200212 2 005**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE – PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dinda Nayuni

NIM : 0615 4034 1501

Judul : Analisis PID Kontroler Sebagai Kendali Level Air Pada Integrated Process Control FPCS 4ALL

Memberikan izin kepada Pembimbing Tugas Akhir dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk memublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun saya tidak memublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing Tugas Akhir sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2019

Dinda Nayuni

0615 4034 1501

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Barang siapa bersabar dengan kesusahan yang sebentar saja maka ia akan menikmati kesenangan yang panjang”

(Thariq bin Ziyad)

“Life is like riding a bicycle. To keep your balance you must keep moving” (Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk :

- ❖ Orang tua, keluarga dan sahabat - sahabat tercinta yang senantiasa mendukung, memberikan do'a, semangat dan motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat sangat besar yang tak mungkin bisa di balas dengan apapun.
- ❖ Dosen pembimbing yang telah menuntun dan memberikan arahan hingga terselesaikan – Nya Tugas Akhir ini.
- ❖ Keluarga Mekatronika 2015.
- ❖ Almamaterku, Politeknik Negeri Sriwijaya

ABSTRAK

ANALISIS PID KONTROLER SEBAGAI KENDALI LEVEL AIR PADA INTEGRATED PROCESS CONTROL FPCS 4ALL

Karya tulis ilmiah berupa TUGAS AKHIR, 25 Juli 2019

Dinda Nayuni; dibimbing oleh Dr. RD. Kusumanto, S.T.,M.M. dan Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T.,M.Eng

Analysis of PID Controller as a Water Level Control on Integrated Process Control FPCS 4ALL

xvi + 58 halaman, 7 tabel, 43 gambar, 3 lampiran

Kendali level air biasa ditemui di dunia industri, salah satunya digunakan pada penentuan level air pengisian tangki pada alat Integrated Process Control FPCS 4ALL ini. Dengan adanya kontrol level air, pengisian air yang berlebih bisa diatasi. Salah satu cara merancang kontrol level air bisa dengan menggunakan PID kontroler (Proportional Integral Derivative). Kontroler PID banyak digunakan di dunia Industri Karena responnya yang cepat, overshootnya kecil dan errornya kecil. Pengontrolan sistem ketinggian air dilakukan melalui LabVIEW 2012 dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai sensor ketinggian. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengatur masukan dan keluaran tangki air pada alat ini sesuai dengan ketinggian yang diinginkan. Untuk mencari nilai parameter PID perlu dilakukan metode Osilasi Nichols-Ziegler untuk mendapatkan nilai Ku (*gain ultimate*) dan Tu (*ultimate periode*) dan didapatkan nilai parameter $K_p = 0,74$, $K_i = 0.019$, $K_d = 18,9$.

Kata Kunci : Kendali Level Air, LabVIEW, PID Kontroler, Ziegler-Nichols

ABSTRACT

ANALYSIS OF PID CONTROLLER AS A WATER LEVEL CONTROL ON INTEGRATED PROCESS CONTROL FPCS 4ALL

Scientific Paper in the form of Final Project, 25th of July, 2019

Dinda Nayuni; dibimbing oleh Dr. RD. Kusumanto, S.T.,M.M. dan Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T.,M.Eng

Analisis PID Kontroler Sebagai Kendali Level Air Pada Integrated Process Control FPCS 4ALL

xvi + 58 pages, 7 tables, 43 pictures, 3 Attachments

Water level control is usually found in the industrial world, one of them is used in determining the water level filling the tank on Integrated Process Control FPCS 4ALL. With the water level control, filling excessive water can be solved. One of the way to design water level control can use PID (Proportional Integral Derivative) controller. PID controllers are used in the industrial world because of their fast response and there is no overshoot and errors. Controlling the height levels of the system is done through LabVIEW 2012 by using an ultasonic sensor as a height sensor. Ultrasonic sensor is used to set the input and output water tank so that the water level in accordance with the desired height. To find the PID parameter value, the Nichols-Ziegler oscillation method is needed to obtain the value of Ku (gain ultimate) and Tu (ultimate periode) and get the parameter value $K_p = 0,74$, $K_i = 0.019$, $K_d = 18,9$.

Key Words : Water level control, LabVIEW, PID controller, Ziegler-Nichols

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan Judul **“Analisis PID Kontroler Sebagai Kendali Level Air Pada Integrated Process Control FPCS 4ALL”**.

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Pendidikan Diploma IV pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

Kelancaran dalam proses penulisan Tugas Akhir ini tak luput berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk serta kerjasama yang penulis dapatkan baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaiannya Tugas Akhir ini. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

Bapak Dr. RD. Kusumanto, S.T.,M.M. selaku Pembimbing I.

Ibu Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T.,M.Eng selaku Pembimbing II.

Tak lupa pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah mendukung selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak H. Herman Yani, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ekawati Prihatini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh dosen, staf dan instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Seluruh staff Laboratorium dan Bengkel Teknik Elektro.

7. Kedua Orang Tua serta keluarga saya yang selalu memberikan bantuan berupa doa, semangat, motivasi, dan dukungan baik moril maupun materil.
8. Teman – teman seperjuangan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika POLSRI 2015 khususnya kelas 8 ELA yang sangat kompak dan saling memberikan semangat dan motivasi satu sama lain.
9. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang. Akhir kata, kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa semata sedangkan kesalahan pasti dimiliki manusia. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Demikianlah Tugas Akhir ini disusun, semoga dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE-PUBLIKASI	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1. Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.5.1 Metode Literatur	4
1.5.2. Metode Wawancara	4
1.5.3. Metode Observasi	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Process Control System (PCS)	5
2.2 Sistem Kontrol Otomatis	6
2.2.1 Sistem Kontrol Tertutup (Closed Loop)	7
2.3 Mode Kontrol Otomatis.....	8

2.3.1	Aksi Pengendali Proporsional + Derivatif + Integral	8
2.3.1.1	Kontrol Proporsional (P)	9
2.3.1.2	Kontrol Integratif (I).....	10
2.3.1.3	Kontrol Derivatif (D)	11
2.4	Model Self Regulating Process.....	13
2.5	Tuning Kontroler	16
2.6	Tuning Kontroler PID Metode Osilasi Nichols & Ziegler	17
2.7	Tuning Kontroler Proportional Integral Derivative David W. St. Clair.....	19
2.8	Switching Power Supply	19
2.9	Solenoida Valve.....	21
2.10	Pompa Air.....	22
2.11	Flowmeter (Water Flow Sensor)	23
2.7.1	Manfaat Penggunaan Flow Switch	24
2.12	Pengenalan LabVIEW	25
2.8.1	Front Panel	25
2.8.2	Blok diagram dari Vi	26
2.8.3	Control dan Functions Pallete.....	26
2.8.4	Functions Pallete.....	27
2.8.5	Istilah-istilah Penting Dalam LabVIEW	27
2.13	Ultrasonic Proximity Sensor (Sensor Jarak Ultrasonik).....	29
2.14	State of The Art	33
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1	Kerangka Tugas Akhir	32
3.1.1	Persiapan Umum.....	32
3.2	Studi Kepustakaan	33
3.3	Blok Diagram.....	33
3.4	Flow Chart	34
3.5	Open Modelica.....	36
3.6	Scilab	36
3.7	Desain Mekanik	37
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1.	Overview Pengujian.....	40

4.1.1	Tujuan Pembahasan dan Pengukuran Alat	40
4.1.2	Langkah-langkah Pengambilan data	44
4.2.	Data dan Perhitungan.....	44
4.2.1	Pengujian Sensor Ultrasonik.....	44
4.3.	Simulasi Kendali Level Air Pada Integrated Process Control.....	46
4.4.	Pengujian Kendali level air dengan Metode Bump Test	47
4.5.	Optimalisasi Sistem Kendali Level Air	49
4.6.	Pengujian Kendali Flow Air Pada Integrated Process Control.....	53
4.7.	Data Hasil Simulasi Level Pada Intergrated Proces Control	55
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	SARAN.....	57
	DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Alat Integrated Process Control (FPCS 4ALL)	6
Gambar 2.2 Diagram Blok Sistem Kontrol Tertutup	7
Gambar 2.3 Diagram Blok Kontroler PID	8
Gambar 2.4 Eksperimen <i>Bump Test</i> pada Mode Kontrol Manual.....	13
Gambar 2.5 Respon Tangga pada Eksperimen <i>Bump Test</i> Model FOPDT	14
Gambar 2.6 Respon Proses sebagai Akibat Perubahan <i>Set Point</i>	17
Gambar 2.7 (a) nilai $K_p = 1$, (b) nilai $1 < K_p < K_u$, (c) Nilai $K_p = K_u$	18
Gambar 2.8 <i>Step Response Parameter</i> Hasil R dan L.....	19
Gambar 2.9 <i>Switching Power Supply</i>	20
Gambar 2.10 <i>Solenoid Valve 12V DC</i>	21
Gambar 2.11 Struktur Fungsi <i>Solenoid Valve</i>	22
Gambar 2.12 Bentuk Fisik Pompa Air	23
Gambar 2.13 Bagian-Bagian Pompa Air	23
Gambar 2.14 <i>Digital Flow Switch</i>	24
Gambar 2.15 <i>Software LabVIEW 2012</i>	25
Gambar 2.16 <i>Front Panel</i>	26
Gambar 2.17 Blok Diagram	26
Gambar 2.18 <i>Control pallete</i>	27
Gambar 2.19 <i>Functions pallete</i>	27
Gambar 2.20 <i>Ultrasonik Proximity Sensor</i>	29
Gambar 3.1 Blok Sistem Kendali	33
Gambar 3.2 Flow Chart	35
Gambar 3.3 Tampilan Antarmuka OMEdit.....	36
Gambar 3.4 Tampilan Antarmuka XCOS	37
Gambar 3.5 Desain Integrated Process Control Tampak Depan	37
Gambar 3.6 Desain Integrated Process Control Tampak Samping kiri.....	38
Gambar 3.7 Desain Integrated Process Control Tampak Samping kanan.....	38
Gambar 3.8 Desain Integrated Process Control Tampak belakang	39
Gambar 3.9 Desain Integrated Process Control Tampak atas	39

Gambar 3.10 Desain Integrated Process Control “control box”	39
Gambar 4.1 Grafik perbandingan pembacaan sensor ultrasonik dengan level terukur	45
Gambar 4.2 Simulasi Kontrol Level dengan Menggunakan Labview	46
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Sistem Kendali Level Air pada Scilab	47
Gambar 4.4 Skema Simulasi Sistem Kendali Level Air pada Scilab	46
Gambar 4.5 Grafik PV terhadap perubahan CO 15%-16%	49
Gambar 4.6 Skema Simulasi Metode Osilasi pada Open Modelica.....	50
Gambar 4.7 Keluaran Sistem saat nilai K gain = 1	50
Gambar 4.8 Keluaran Sistem saat nilai K gain = 2	51
Gambar 4.9 Keluaran Sistem saat nilai K gain = 3	51
Gambar 4.10 Keluaran Sistem saat nilai K gain = 3.70	51
Gambar 4.11 Grafik Flowrate Pada Set Point 6cm	54
Gambar 4.12 Skema Simulasi Flowrate pada Scilab.....	54
Gambar 4.13 Hasil Simulasi Flow pada Scilab	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Efek dari K _p , K _i , K _d	12
Tabel 2.2 Pengaruh Tuning parameter PID terhadap unjuk kerja proses.....	16
Tabel 2.3 Parameter Kontrol Metode Osilasi Nichols-Ziegler.....	18
Tabel 2.4 <i>State of The Art</i>	30
Tabel 4.1 Hasil perbandingan setpoint dengan pembacaan sensor ultrasonik	45
Tabel 4.2 Hasil Percobaan <i>Bump Test</i>	48
Tabel 4.3 Hasil Data Simulasi Pada Integrated Proses Control	55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A <i>Data Sheet</i>	L1
LAMPIRAN B Surat Rekomendasi.....	L2
LAMPIRAN C Foto.....	L3