

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM
PENGATURAN KECEPATAN MOTOR
POMPA FLOW BERBASIS PID DI PT. SUN
PAPER SOURCE**



Disusun Oleh :

AHMAD BAIHAQI
NBI : 1452000039

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR POMPA FLOW BERBASIS PID DI PT. SUN PAPER SOURCE



Disusun Oleh:

AHMAD BAIHAQI

1452000039

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2024

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : AHMAD BAIHAQI
NBI : 1452000039
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : RANCANG BANGUN SISTEM
PENGATURAN KECEPATAN MOTOR
POMPA FLOW BERBASIS PID DI PT. SUN
PAPER SOURCE

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Ir. Gatut Budiño, M.Sc.
NPP. 20450.89.0181

Dosen Pembimbing 2



Giovani Dimas Prenata, S.T., M.T.
NPP. 20450.20.0825


Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Saiful H. S.T., M.Kes., I.P.U., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Baihaqi
NBI : 1452000039
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR POMPA FLOW BERBASIS PID DI PT. SUN PAPER SOURCE”

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 4 Juli 2024.
Yang Menyatakan



AHMAD BAIHAQI
NBI. 1452000039



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Baihaqi
NBI/NPM : 1452000039
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

**“RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR
POMPA FLOW BERBASIS PID DI PT. SUN PAPER SOURCE”**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentukpangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 04 – 07 – 2024

Yang Menyatakan,



Ahmad Baihaqi
NBI. 1452000039

ABSTRAK

Didalam industri yang bergerak dibidang *pulp/paper* terdapat proses dimana terjadi pencampuran bahan-bahan secara kontinyu (terus-menerus), pada proses tersebut diperlukan untuk meminimalisir nilai *overshoot*, *risetime*, dan *steady state error* pada reaksi kurva kecepatan flow. Pada kasus tersebut perlunya sistem PID kontroler untuk mengatur reaksi kurva agar tetap stabil. PID (Proportional Integral Derivative) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Didalam suatu sistem kontrol mengenal adanya beberapa macam aksi kontrol, diantaranya yaitu aksi kontrol proporsional, aksi kontrol integral dan aksi kontrol derivative. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk membuat sistem pengaturan kecepatan motor pompa flow berbasis PID. PID ini akan di-tuning dengan metode *Trial and Error* yang menggunakan *software* Simulink MatLab R2024a dari Mathwork, Inc. Kemudian hasil *tuning* PID dari MatLab akan diimplementasikan di *software* Simatic PCS 7 sebagai acuan untuk mencari nilai variabel formula terbaik PID pada pengaturan kecepatan motor pompa. Hasil menunjukkan bahwa variabel kontrol PID terbaik yang diperoleh dari beberapa pengujian pada sistem pengaturan kecepatan motor pompa flow adalah $K_p=6$, $T_i=45$, $T_d=8$. Adapun variabel penunjang lainnya $Period=3$, $Precision=5$, $Supree\ limit=10$, $weight=0,1$. Hasil nilai *Steady State Error* (Es) terbaik yang diperoleh adalah 10 l/min.

Kata kunci: Metode Trial and Error, Pengaturan Kecepatan flow, Simatic PCS 7, Tuning PID.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penayang, yang telah memberikan rahmat melimpah dan kesehatan, sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR POMPA FLOW BERBASIS PID DI PT. SUN PAPER SOURCE” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana (S1) jurusan Teknik Elektro.

Dalam melaksanakan penyusunan skripsi ini, saya banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini saya mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberi kemudahan dan kelancaran serta rahmat-Nya selama pelaksanaan penyusunan skripsi ini hingga selesai.
2. Bapak Suyono S.Pd., (Almh) Ibu Wilis Indrawati S.Pd. selaku kedua orang tua.
3. Naurah Nadzifah, Ahmad Abdullah Azzam, Balqis Dhiya Ulhaq selaku kakak dan adik. Serta keluarga besar yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan serta semangat tanpa henti.
4. Bapak Muhammad Sugeng dan Bapak Mustofa Effendi S.Pd. Selaku guru besar.
5. Bapak Puji Slamet, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Bapak Ir. Gatut Budiono, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. Bapak Giovanni Dimas Prenata, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
8. Bapak Singgih Prasetyono, S.Pd. dan Bapak Jaenal Abidin, S.T. Selaku Supervisor Maintenance Electric PT. Sun Paper Source, yang telah memberi arahan secara langsung dan izin untuk melakukan penelitian Tugas Akhir ini.
9. Bapak Indra Restu Pranomo selaku karyawan PT. Sun Paper Source.
10. Wanda Hamidah Mei Alfani, S.Pd., yang selalu memberikan semangat, dukungan, bantuan dan doa.

11. Teman teman seangkatan elektro senja 2020.
12. Dan semua pihak yang telah membantu.

Saya menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan belum sempurna, untuk itu kritik dan saran pembaca kami perlukan dalam penyempurnaan skripsi ini. Semoga penyusunan skripsi ini dapat berguna bagi saya pribadi dan pembaca.

Surabaya, 04 Juli 2024

Ahmad Baihaqi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Kontribusi Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1. <i>State of The Art</i>	5
2.2. Teori Pendukung	6
2.2.1 <i>Distributed Control System (DCS)</i>	6
2.2.2 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	10
2.2.3 <i>Proportional Integral Derivative controller (PID)</i>	13
2.2.4 <i>Variable Frequency Drive (VFD)</i>	19
2.2.5 Motor Induksi.....	26
2.2.6 Sensor <i>Flowmeter</i>	31
2.2.7 <i>Control Valve</i>	32
2.3 Analisis dan Kesimpulan Pengambilan Judul Penelitian	33

BAB III. METODE PENELITIAN.....	37
3.1. Metode Penelitian.....	37
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	38
3.2.1. Pengambilan Data	39
3.2.2. Perancangan alat.....	43
3.2.3. Pembuatan Program MATLAB Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Pompa Flow	51
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1. Pengujian sistem pengaturan kecepatan motor pompa flow menggunakan Variable Frequency Drive (VFD).....	53
4.2. Pengujian Sistem Pengaturan Kecepatan Tuning PID Dengan Matlab.....	55
4.3. Pengujian Sistem Pengaturan Kecepatan Tuning PID Dengan Simatic PCS- 7.....	56
4.4. Analisis Perbandingan Reaksi Kurva VFD dan Control Valve.....	61
BAB V. PENUTUP.....	65
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
DAFTAR LAMPIRAN	69
Lampiran 1. Surat Balasan Tempat Penelitian	69
Lampiran 2. <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD).....	70
Lampiran 3. Cek Tegangan Motor Pada Saat Speed 1160 l/min.	71
Lampiran 4. Cek Arus Motor Pada Saat Speed 1160 l/min.	72
Lampiran 5. Cek Kecepatan Motor Pada Saat Speed 1160 l/min.	73
Lampiran 6. Rangkaian Panel Motor Yang Lama.....	74
Lampiran 7. Dokumentasi Pemasangan Module PLC.	75
Lampiran 8. Dokumentasi Pemasangan <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD).	76
Lampiran 9. Tampilan PID Tuner MatLab R2024a.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. <i>System Configuration PCS7</i>	7
Gambar 2. 2 Susunan ringkas dari Komponen PCS7.....	8
Gambar 2. 3. Contoh Program CFC	9
Gambar 2. 4. Contoh Program SFC	10
Gambar 2. 5. Blok Diagram PLC	11
Gambar 2. 6. Blok Diagram untuk Unity Feedback Systems	14
Gambar 2. 7. Prinsip Kerja VFD.....	19
Gambar 2. 8. Rectifer	20
Gambar 2. 9. Variable Voltage Inverter Circuit.....	21
Gambar 2. 10. Current Source Inverter Schematic	22
Gambar 2. 11. PWM Drive Basic Schematic	22
Gambar 2. 12. Insulated Gate Bipolar Transistor.....	23
Gambar 2. 13. PWM Waveform	23
Gambar 2. 14. Pengawatan Sistem Kontrol Manual	26
Gambar 2. 15. Pengawatan Sistem Kontrol Otomatis.....	26
Gambar 2. 16. Motor Induksi	27
Gambar 2. 17. Prinsip Kerja Motor Induksi.....	27
Gambar 2. 18. Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa	29
Gambar 2. 19. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi.....	30
Gambar 2. 20. Diagram Fasor Motor Induksi	31
Gambar 2. 21. Sensor <i>Flowmeter</i>	32
Gambar 2. 22. Tampilan kerja <i>flowline</i> saat masih menggunakan <i>control valve</i>	34
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 3. 2. Panel <i>Hardware</i>	40
Gambar 3. 3. Variable frequency drive	41
Gambar 3. 4. Motor AC 3 Phase	41
Gambar 3. 5. Sensor <i>Flowmeter</i> dilapangan	42
Gambar 3. 6. Skema alat	43
Gambar 3. 7. Koneksi antara OS/ES ke AS/PLC.....	44
Gambar 3. 8. Konfigurasi CPU 414-3 PN/DP, IM 153-1, dan AI	44
Gambar 3. 9. Konfigurasi IM 155-6DP HF dan AO	45
Gambar 3. 10. Konfigurasi IM 155-6DP HF, Digital Input, dan Digital Output	46
Gambar 3. 11. Gambar program <i>chart function chart speed setting</i>	48
Gambar 3. 12. Pemrograman <i>function block</i>	49
Gambar 3. 13. Tampilan pembacaan actual kecepatan dan perintah setpoint <i>flow</i> ...	50
Gambar 3. 14. Tampilan perintah <i>setpoint</i> dan <i>start stop</i>	50

Gambar 3. 15. Tampilan PID Parameter setting	51
Gambar 3. 16. Model Plant Sistem	51
Gambar 4. 1. Respon Pengujian <i>Flow</i> Dengan Setpoint <i>Speed</i> 1150 l/min	54
Gambar 4. 2. Hasil Reaksi Kurva <i>Tuning</i> PID Dari PID Tuner MATLAB	55
Gambar 4. 3. Hasil Reaksi Kurva <i>Tuning</i> PID Dari Simulink MATLAB	56
Gambar 4. 4. Percobaan 1 Tuning PID Parameter Setting	57
Gambar 4. 5. Percobaan 1 Respon Sistem Metode Kurva Reaksi.....	58
Gambar 4. 6. Percobaan 2 Tuning PID Parameter Setting	59
Gambar 4. 7. Percobaan 2 Respon Sistem Metode Kurva Reaksi.....	60
Gambar 4. 8. Tampilan Kurva Sistem Control Valve	62
Gambar 4. 9. Tampilan Kurva Sistem VFD.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Respon PID Controller Terhadap Perubahan Konstanta.....	14
Tabel 3. 1. Spesifikasi <i>hardware</i>	40
Tabel 3. 2. Spesifikasi VFD	41
Tabel 3. 3. Spesifikasi motor 3 phase.....	42
Tabel 3. 4. Spesifikasi sensor <i>flowmeter</i>	42
Tabel 3. 5. Data alamat <i>flowmeter</i>	46
Tabel 3. 6. Data alamat perintah <i>speed setting</i>	47
Tabel 3. 7. Data alamat <i>feedback ready, run, fault</i>	47
Tabel 4. 1. Hasil Pembacaan Kurva Reaksi Percobaan 1.....	58
Tabel 4. 2. Hasil Pembacaan Kurva Reaksi Percobaan 2.....	60
Tabel 4. 3. Tabel Perbandingan Dari Percobaan 1 dan 2	61
Tabel 4. 4. Tabel Perbandingan Hasil Perbandingan Reaksi Kurva.....	63