



UNIVERSITAS NASIONAL

RANCANG BANGUN
PENGENDALI *TEMPERATURE PLATE HEAT EXCHANGER*
MENGGUNAKAN *PID CONTROL*

SKRIPSI

Dibuat Oleh:

Ahmad Najahul Khoir

227005446010

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA

J A K A R T A

2024



UNIVERSITAS NASIONAL

RANCANG BANGUN
PENGENDALI *TEMPERATURE PLATE HEAT EXCHANGER*
MENGGUNAKAN PID CONTROL

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Strata Satu

Dibuat Oleh:

Ahmad Najahul Khoir

227005446010

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
J A K A R T A

2024


HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Ahmad Najahul Khoir

NPM 227005446010

Tanda Tangan



Tanggal : 12 Agustus 2024



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Ahmad Najahul Khoir
NPM : 227005446010
Program Studi : Teknik Fisika
Judul Skripsi : Rancang bangun Pengendali *Temperature Plate Heat Exchanger* Menggunakan *PID Control*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana. Pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

Dewan Penguji

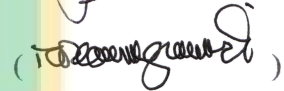
Pembimbing I : Dr. Viktor Vekky R. Repi, S.T., M.T.

()

Pembimbing II: Fitri Rahmah, S.T., M.T

()

Penguji I : Prof. Sunartoto Gunadi, M.Eng.

()

Penguji II : Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si., M.Sc.

()

Penguji III : Fitria Hidayanti, S.Si., M.Si

()



Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Fisika



(Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si.,M.Sc)

NID: 0108019011

Ditetapkan di : Universitas Nasional, Jakarta

Tanggal : 12 Agustus 2024

KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmatnya untuk kesempatan bagi penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang bangun Pengendali Temperature Plate Heat Exchanger Menggunakan PID Control**”. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir Tahun Akademik 2023-2024 Universitas Nasional.

Proses penyusunan ini tidak lepas dari dorongan, arahan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Nasional Bapak Dr.Drs. El Amry Bermawi Putera,M.A
2. Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional Bapak Ir. Ruliyato, S.T., M.T., Ph.D
3. Ketua Program Studi Teknik Fisika Universitas Nasional Ibu Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si.,M.Sc
4. Bapak Dr. Viktor Vekky R. Repi, S.T., M.T. dan Ibu Fitri Rahmah, S.T.,M.T sebagai pembimbing yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknik Fisika Universitas Nasional yang telah memberikan ilmu dan nasihat yang bermanfaat selama kuliah dan penulisan tugas akhir.
6. Keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan yang membutuhkan penyempurnaan dan perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran membangun dari pembaca demi menyempurnakan laporan ini.

Jakarta,12 Agustus 2024

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Nasional, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Najahul Khoir
NPM : 227005446010
Program Studi : Teknik Fisika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Sains

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional Hak Bebas Royalti Non eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“RANCANG BANGUN PENGENDALI TEMPERATURE PLATE HEAT EXCHANGER MENGGUNAKAN PID CONTROL”

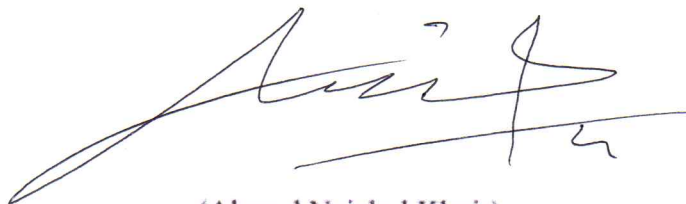
Beserta perangkat yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengaliskmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 12 Agustus 2024

Yang Menyatakan



(Ahmad Najahul Khoir)

ABSTRAK

Nama : Ahmad Najahul Khoir
Program Studi : Teknik Fisika
Judul : RANCANG BANGUN PENGENDALI *TEMPERATURE PLATE HEAT EXCHANGER* MENGGUNAKAN *PID CONTROL*

Plant Saponifikasi adalah fasilitas industri yang memproduksi sabun. Bahan baku sebelum memasuki *Reaktor* melewati *Plate Heat Exchanger (PHE)* digunakan untuk mentransfer panas antara dua material tanpa mencampur secara fisik. Sistem tersebut tidak ada pengendalian temperatur dan nilai temperatur naik 50% dari *set point* sebelumnya 90°C menjadi 135°C. sehingga mendorong Peneliti untuk berinovasi yaitu pembuatan sistem *control temperature* baru dengan sensor temperatur *PT100* dan *Aktuator* berupa *Control valve* dengan *controller* berupa *SCADA* dengan *metode Control* yang dipilih yaitu *PID Ziegler Nichols* atau *Cohen-Coon*. Hasil dari pengujian dan pengambilan data dengan cara membuat sistem *osilasi* stabil dengan *KP* 20 dengan waktu periode 69 detik didapatkan nilai *tuning* yang paling *optimum* dari metode *Ziegler Nichols* Jenis kontrol *PID* dengan Parameter *KP* 12, *KI* 34.5 dan *KD* 8.65 dengan hasil *Error Steady State (Ess)* 0%, *Rise Time (Tr)* 154 detik dan *Settling Time (Ts)* 154 detik. Sedangkan Nilai *Optimum* dari metode *Cohen-Coon* setelah dilakukan pengambilan data dengan parameter Nilai *Gain* 1, waktu *dead time* 3 detik dan *Rise time* 16 detik didapatkan Jenis kontrol *PI* dengan Parameter *KP* 1.96 dan *KI* 22.017 dengan hasil *Error Steady State (Ess)* 0.44%, *Rise Time (Tr)* 56 detik dan *Settling Time (Ts)* 98 detik.

Kata Kunci : *Plate Heat Exchanger, Temperature, PID, Ziegler Nichols, Cohen-Coon.*

ABSTRACT

Name : Ahmad Najahul Khoir

Study Program: *Physic Engineering*

Title : *DESIGN AND DEVELOPMENT OF PLATE HEAT EXCHANGER
TEMPERATURE CONTROLLER USING PID CONTROL*

Saponification Plant is an industrial facility that produces soap. The raw materials pass through a Plate Heat Exchanger (PHE) before entering the reactor. The PHE is one of the essential devices in the industry, used to transfer heat between two materials without physically mixing them. However, the system lacks temperature control, and the temperature increased by 50% from the previous set point of 90°C to 135°C. This prompted researchers to innovate by creating a new temperature control system using a PT100 temperature sensor and an actuator in the form of a control valve, with the controller being a SCADA system. The chosen control method is PID using either the Ziegler-Nichols or Cohen-Coon methods. The results from testing and data collection, achieved by creating a stable oscillation system with a K_p of 20 and a period time of 69 seconds, indicated that the most optimal tuning value from the Ziegler-Nichols method was for a PID control type with parameters K_p 12, K_i 34.5, and K_d 8.65, resulting in a Steady State Error (Ess) of 0%, a Rise Time (T_r) of 154 seconds, and a Settling Time (T_s) of 154 seconds. Meanwhile, the optimal values from the Cohen-Coon method, after data collection with a gain value of 1, dead time of 3 seconds, and a rise time of 16 seconds, indicated a PI control type with parameters K_p 1.96 and K_i 22.017, resulting in a Steady State Error (Ess) of 0.44%, a Rise Time (T_r) of 56 seconds, and a Settling Time (T_s) of 98 seconds.

Keyword : *Plate Heat Exchanger, Temperature, PID, Ziegler Nichols, Cohen-Coon.*

DAFTAR ISI

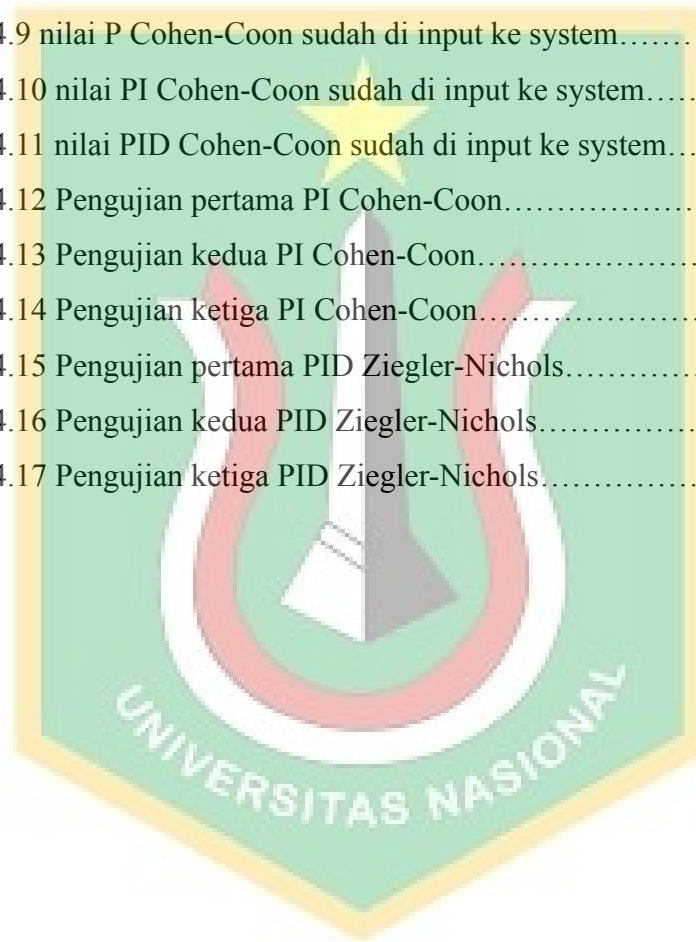
HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMA KASIH	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1. Latar Belakang.....	1
1. 2. Rumusan Masalah.....	2
1. 3. Tujuan Penelitian.....	2
1. 4. Batasan Masalah.....	3
1. 5. Sistematika Penulisan.....	3
1. BAB I PENDAHULUAN.....	3
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
3. BAB III METODE PENELITIAN.....	3
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	3
5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	3
6. DAFTAR PUSTAKA.....	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Saponification Plant.....	5
2.2. Plate Heat Exchanger.....	6
2.2.1. Intercooler.....	7
2.2.2. Gasket.....	7
2.3. PT 100 Transmitter 4-20 mA.....	8
2.4. Pneumatic Control Valve & Electropneumatic Positioner.....	9
2.4.1. Pneumatic Control Valve:.....	10
2.4.2. Electropneumatic Positioner:.....	11
2. 5. SCADA CONTROLLOGIX 1756-L72 Allen-Bradley.....	11
2. 6. Close Loop Control.....	13
2.7. PID.....	14
2.7.1 Proporsional (P).....	15
2.7.2 Integral (I).....	16

2.7.3 Derivatif (D).....	17
2.8. Metode Ziegler-Nichols.....	17
2.9. Metode Cohen-Coon.....	20
2.10. Studio 5000 License.....	21
2.11. FactoryTalk View-HMI Software License.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1. Skema dan Diagram Alir Penelitian.....	23
3. 2. Studi Literatur.....	24
3.3. Persiapan Alat dan bahan.....	24
3.4. Pembuatan List IO, Pembuatan Program.....	24
3.5. Verifikasi PT100.....	25
3.6. Testing Control Valve.....	28
3.6. Pembuatan konfigurasi dan Program.....	29
3.7. Pembuatan Desain HMI dan konfigurasi ke SCADA system.....	32
3.8. Perhitungan Metode Ziegler-Nichols.....	34
3.9. Perhitungan Metode Cohen-Coon.....	34
3.10. Pembuatan Laporan Tugas Akhir.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Pengujian Alat.....	36
4.2 Tuning PID Ziegler-Nichols.....	38
4.2.1 Tuning P Ziegler-Nichols.....	40
4.2.2 Tuning PI Ziegler-Nichols.....	40
4.2.3 Tuning PID Ziegler-Nichols.....	41
4.3 Tuning PID Cohen-Coon.....	43
4.3.1 Tuning P Cohen-Coon.....	45
4.3.2 Tuning PI Cohen-Coon.....	46
4.3.3 Tuning PID Cohen-Coon.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses katalis Reaktor saponification Plant.....	5
Gambar 2.2 Reaksi Kimia yang terjadi di dalam Reaktor.....	6
Gambar 2.3 Plate Heat Exchanger.....	6
Gambar 2.4 Berbagai macam tipe plat pada plate heat exchanger.....	7
Gambar 2.5 Gasket pada plate heat exchanger.....	8
Gambar 2.6 PT100 dengan Transmitter 4-20mA.....	8
Gambar 2.7 Pneumatic Control Valve & Electropneumatic Positioner.....	10
Gambar 2.8 Sistem SCADA.....	12
Gambar 2.9 Closed Loop Control.....	14
Gambar 2.10 respons umpan balik.....	14
Gambar 2.11 perbedaan antara pengontrol P, PI, dan PID.....	15
Gambar 2.12 Integral Kesalahan untuk Gangguan dan Perubahan Set Point.....	19
Gambar 2.13 Studio 5000.....	21
Gambar 2.14 FactoryTalk View Studio.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.2 P&ID PHE di Saponification Plant.....	24
Gambar 3.3 Penempatan I/O yang dipakai.....	25
Gambar 3.4 Proses Verifikasi PT100 Dengan dry Blok.....	26
Gambar 3.5 Perbandingan grafik alat ukur Standar dengan Alat.....	27
Gambar 3.6 Proses Sourcing Control Valve.....	28
Gambar 3.7 Linier 4-20mA dengan Bukan Control valve.....	29
Gambar 3.8 Aktivasi Analog Input.....	30
Gambar 3.9 Aktivasi Analog output.....	30
Gambar 3.10 Scaling.....	31
Gambar 3.11 PID Ladder.....	31
Gambar 3.12 PID Setup.....	32
Gambar 3.13 Halaman Menu HMI Reaktor.....	32
Gambar 3.14 Scope Fokus Tugas Akhir.....	33
Gambar 3.15 Design HMI Sudah di tambahkan control PHE.....	33
Gambar 3.16 Konfigurasi HMI dengan PLC.....	34

Gambar 4.1 Sistem Plate Heat Exchanger yang sudah dibuat.....	36
Gambar 4.2 HMI yang sudah dibuat.....	37
Gambar 4.3 Menu HMI Tuning PID.....	37
Gambar 4.4 Pengambilan data untuk perhitungan tuning PID Ziegler-Nichols...	38
Gambar 4.5 nilai P Ziegler-Nichols sudah di input ke system.....	40
Gambar 4.6 nilai PI Ziegler-Nichols sudah di input ke system.....	41
Gambar 4.7 nilai PID Ziegler-Nichols sudah di input ke system.....	41
Gambar 4.8 Pengambilan data untuk perhitungan tuning PID Cohen-Coon.....	42
Gambar 4.9 nilai P Cohen-Coon sudah di input ke system.....	45
Gambar 4.10 nilai PI Cohen-Coon sudah di input ke system.....	46
Gambar 4.11 nilai PID Cohen-Coon sudah di input ke system.....	46
Gambar 4.12 Pengujian pertama PI Cohen-Coon.....	48
Gambar 4.13 Pengujian kedua PI Cohen-Coon.....	48
Gambar 4.14 Pengujian ketiga PI Cohen-Coon.....	49
Gambar 4.15 Pengujian pertama PID Ziegler-Nichols.....	49
Gambar 4.16 Pengujian kedua PID Ziegler-Nichols.....	50
Gambar 4.17 Pengujian ketiga PID Ziegler-Nichols.....	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perhitungan metode Ziegler-Nichols.....	19
Tabel 2.2 Perhitungan metode Cohen-Coon.....	20
Tabel 3.1 List I/O dan deskripnya.....	25
Tabel 3.2 Tabel Verifikasi temperature PT100.....	27
Tabel 3.3 Data Sourching Control valve.....	29
Tabel 4.1 Hasil perhitungan metode Ziegler-Nichols.....	39
Tabel 4.2 Hasil Tuning PID Ziegler-Nichols.....	42
Tabel 4.3 Hasil perhitungan metode Cohen-Coon.....	44
Tabel 4.4 Hasil Tuning PID Cohen-Coon	47
Tabel 4.5 Hasil percobaan PI Cohen-Coon	48
Tabel 4.6 Hasil percobaan PID Ziegler-Nichols.....	49

