

**IDENTIFIKASI KURVA *LOOP* TERBUKA PADA TANGKI
PENUKAR PANAS UNTUK MENENTUKAN *SETTING*
PENGENDALI PID**



SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Program Strata-1
Pada Program Studi Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

OLEH:

EKO SEPTIONO

132017010

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2021**

SKRIPSI

IDENTIFIKASI KURVA *LOOP* TERBUKA PADA TANGKI PENUKAR
PANAS UNTUK MENENTUKAN *SETTING* PENGENDALI PID



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
20 Agustus 2021

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

EKO SEPTIONO

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Dr. Ir. Cekmas Cekdin, M
NIDN. 010046301

Penguji 1

Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

Pembimbing 2

Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN. 0214117504

Penguji 2

Bengawan Alfaresi, S.T., M.T., IPM
NIDN. 0205118504

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN. 0227077004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

20 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Eko Septiono
Eko Septiono

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur mari kita panjatkan atas kehadiran Allah Subhannallahu Waa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, karunia dan rahmatnya. Yang mana pada kesempatan kali ini penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Adapun maksud dan tujuan dari penyusunan proposal skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu prasyarat dari kurikulum yang telah ditemntukan pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Dalam penulisan proposal skripsi ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan yang kami miliki. Maka dari itu penulis mengharapkan krikitik dan saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak terutama untuk pembaca.

Penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini berkat bimbingan, pengarahan dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Cekmas Cekdin, M.T. selaku Dosen Pembimbing 1
2. Rika Noverianty, S,T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada pihak yang berperan untuk membantu dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Feby Ardianto, S.T.,M.Sc selaku seketaris jurusan Teknik Elektro

5. Bapakku dan Ibuku tercinta yang tak kenal lelah memberikan dorongan, motivasi dan doa untuk keberhasilanku dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Bapak dan Ibu Staf dan Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Keluargaku serta dulur-dulurku yang sangat saya sayangi terima kasih telah memberikan bantuan dan dukungan serta motivasi.
9. Sahabat terbaikku Muhammad Agus Setiawan dan M Suryanto, terima kasih atas dukungan, saran, teguran, selama ini.
11. Sahabat seperjuanganku M Chairummin Alfisyah, Salman Alfarisi, Arrga Forenza, M jisan Tri Randika. Terima kasih atas kebersamaan selama ini semua proses perjuangan yang kita lalui akan menjadi kenangan yang tak akan dilupakan
12. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dan semua pihak yang banyak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang membantu penyusunan skripsi ini.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Agustus 2021

Penulis

Eko Septiono

ABSTRAK

Tangki penukar panas merupakan unit proses sekunder yang banyak dibutuhkan dalam industri proses kimia. Sekalipun tangki penukar panas hanyalah salah satu dari proses keseluruhannya, dan juga sangat menentukan mutu hasil produk akhir pada industri tersebut. Selama ini, jenis pengendali yang banyak dipakai dalam bidang kontrol industri adalah pengendali PID (Proporsional, Integral, dan Diferensial). Pengendali PID merupakan satu-satunya jenis pengontrol yang paling banyak diaplikasikan pada sistem pengontrolan variabel proses di industri, pengendali PID secara luas telah banyak dibidang industri. Pada pengendali tipe P dimana *process variable* tidak mencapai *set point* yang telah ditentukan sebesar 60⁰C. Sedangkan pada proses pengendali tipe PI *process variable* telah mencapai pada *set point*, namun terjadi *overshoot* yang cukup besar. Dan dalam hal ini harus diperbaiki untuk menghilangkan *overshoot* nya yang menggunakan tipe pengendali tipe PID, namun pada tipe pengendali PID pada awal kurva terjadi fluktuasi yang cukup besar.

Kata Kunci : Tangki Penukar Panas, Sistem Pengendali PID

ABSTRACT

The heat exchanger tank is a secondary process unit that is widely needed in the chemical process industry. Even though the tank heat exchanger is only one part of the whole process, it also greatly determines the quality of the final product in the industry. So far, the type of controller that is widely used in the field of industrial control is the PID controller (Proportional, Integral, and Differential). PID controller is the only type of controller that is most widely applied to process variable control systems in industry, PID controllers are widely used in industrial fields. In the P type controller where the process variable does not reach a predetermined set point of 60⁰C. While in the process control type PI the process variable has reached the set point, but there is quite a large overshoot. And in this case, it must be corrected to eliminate the overshoot using the PID type controller, but the PID controller type at the beginning of the curve occurs quite large fluctuations.

Keywords : Heat Exchange Tank, PID Control System

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii.
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Balakang	1
1.2. Tujuan Pembahasan	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistematika Penulisan.....	2
BAB 1 PENDAHULUAN	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	2
BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, SIMULASI DAN ANALISA.....	3
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sistem Pengendali <i>Loop</i> Terbuka dan <i>Loop</i> Tertutup.....	4
2.2. Karakteristik Tanggapan Peralihan	5
2.3. Istilah-istilah pada Sistem Pengendali Otomatis.....	10
2.4. Diagram Blok	10
2.5. Tangki Penukar Panas	12
2.6. Analisa Kurva Peralihan Untuk Menentukan Model Proses.....	16
2.7. Gambar Tempat Kedudukan Sistem Dinamika.....	17
2.8. Penyelesaian Persamaan Diferensial dengan Metoda Runge-Kutta	21
2.9. Pengendali PID.....	23
2.9.1 Pengendali Proporsional (P).....	24
2.9.2 Pengendali Integral (I).....	25
2.9.3 Pengendali Proporsional <i>Plus</i> Integral (PI).....	26

2.9.4 Pengendali Proporsional <i>Plus</i> Derivatif (PD)	27
2.10 Penalaan Untuk Pengendali PID	28
2.10 Simulasi Pengendalian Suatu Proses Dengan Pengendali PID	29
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	35
3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian	35
3.2. Diagram <i>fishbone</i>	35
BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, SIMULASI DAN ANALISA.....	38
4.1. Data	38
4.2. Perhitungan	38
4.3. Simulasi.....	39
4.4. Analisa.....	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Diagram blok sistem pengendali loop terbuka.....	4
Gambar 2. 2. Diagram blok sistem pengendali loop tertutup	5
Gambar 2. 3. Kurva tanggapan undak satuan untuk menunjukkan t_d , t_r , t_p , M_p dan	7
Gambar 2. 4. Defenisi dari sudut	8
Gambar 2. 5. Kurva M_p versus ζ	9
Gambar 2. 6. Elemen diagram blok	10
Gambar 2. 7. Diagram blok suatu sistem loop tertutup.....	11
Gambar 2. 8. Konfigurasi tangki penukar panas.....	12
Gambar 2. 9. Analisa kurva tanggapan transien dari proses	17
Gambar 2. 10. Diagram blok persamaan keadaan dan persamaan keluaran yang diberikan oleh Persamaan (2-28) dan (2-29).....	19
Gambar 2. 11. Diagram blok persamaan keadaan dan persamaan keluran yang diberikan oleh Persamaan (2-36) dan (2-37).....	21
Gambar 2. 12. Pembagian variabel bebas t menjadi sejumlah Δt dengan panjang yang sama.....	22
Gambar 2. 13. Diagram pengendali proporsional	25
Gambar 2. 14. Diagram blok pengendali plus integral	25
Gambar 2. 15. (a) Diagram blok pengendali proporsional plus integral (b) Masukan fungsi undak satuan (c) Keluaran pengendali	26
Gambar 2. 16. (a) Diagram blok pengendali proporsional plus derivatif (b) Masukan fungsi landai (c) Keluaran pengendali.....	27
Gambar 2. 17. (a) Diagram blok pengendali proporsional plus integral plus derevatif (b) Masukan fungsi landai (c) Keluaran pengendali.....	28
Gambar 2. 18. Diagram blok sistem pengendalian suatu proses dengan pengendali PID	29
Gambar 2. 19. Diagram blok sistem pengendali PID pada suatu proses dengan transport lag.....	30
Gambar 2. 20. Array yang digunakan untuk mendapatkan transport lag.....	33
Gambar 3. 1. Diagram fishbone	35
Gambar 4. 1. Kurva loop terbuka temperatur pada tangki penukar panas.	38
Gambar 4. 2. Kurva loop terbuka dengan tipe pengendali P dengan set point 60°C	40
Gambar 4. 3. Kurva loop terbuka dengan tipe pengendali PI dengan set point 60°C	40
Gambar 4. 4. Kurva loop terbuka dengan tipe pengendali PID dengan set point 60°C	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penalaan Ziegler-Nichols berdasarkan pada tanggapan puncak satuan dari sistem	29
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan.....	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanas memiliki peran yang penting dalam proses industri terutama di dalam sebuah industri kimia, pada proses pemanasan proses ini dapat menggunakan sebuah tangki penukar panas agar dapat meningkatkan efisiensi dari sebuah proses. Tangki penukar panas adalah sebuah unit proses sekunder yang sangat dibutuhkan disebuah industri proses kimia. Sekalipun tangki penukar panas hanyalah salah satu dari proses keseluruhannya, serta banyak membuktikan mutu reaksi hasil puncak di industri tersebut.

Peralatan tersebut dimanfaatkan sebagai pergantian panas pada dua jenis *fluida* yang mempunyai beda temperatur dan diharapkan dapat memberikan temperatur fluida dari keluaran menjadi konstan. Adanya sebagian kejadian wujud yang mengganti ciri dari proses mengakibatkan kesetabilan akan terhambat, sehingga diperlukan pengendalian terhadap perubahan pada parameter-parameter proses tersebut. (Febiawan, Lilansa, & Salam, 2020)

Selama ini, jenis pengendali yang banyak dipakai dalam bidang kontrol industri adalah pengendali PID (Proporsional, Integral, dan Diferensial). Pengendali PID adalah salah satu model pengendali yang sering digunakan di sistem pengendalian di industri.

Pengendali PID ini terdapat tiga macam jenis cara kendali yaitu : Proporsional (P), Integral (I), Diferensial (D). Pada prosesnya ketiga jenis pengendali itu membutuhkan penyalinan yang baik, supaya dapat menghasilkan respon hasil yang baik dan cepat. (Bahri, Muchtar, & Dermawan, 2014)

Tujuan dari tiga macam jenis mode pengendalian ini merupakan untuk mencakup kekurangan dan mengutamakan kelebihan dari masing-masing mode pengendali tersebut. Pada umumnya pengendali PID dilaksanakan secara bersama atau terpisah karena disetiap pengendalian terdapat keunggulan masing-masing, diantaranya pengendali P (Proporsional) dapat mempercepat *rise time*, pengendali I (Integral) dapat memperkecil kesalahan dari sebuah proses (*error*), dan pengendali D (derivatif) berfungsi sebagai pengurangan pada *overshoot* atau *undershoot*. (Irhas, Iftitah, & Ilham, 2020)

1.2. Tujuan Pembahasan

Tujuan pembahasan pada skripsi ini yaitu untuk memilih tipe pengendali yang baik dari ke-3 tipe pengendali yaitu pengendali P, PI, dan PID pada kasus tangki penukar panas.

1.3. Batasan Masalah

Batas masalah dalam penulisan skripsi ini adalah dibatasi pada simulasi pengendalian dengan tipe pengendali PID saja menggunakan bahasa pemrograman MATLAB pada tangki penukar panas.

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini Berisi Tentang Latar belakang, Tujuan pembahasan, Batasan Masalah, Sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan Sistem Pengendali *Loop* Terbuka dan Tertutup, Karakteristik Tanggapan Peralihan, Istilah-istilah pada Sistem Pengendali Otomatis, Tangki penukar panas, Analisa Kurva Peralihan Untuk Menentukan Model Proses.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai metode pengerjaan tugas akhir ini tentang tempat penelitian, jadwal penelitian, diagram *fishbone*, alat dan bahan.

BAB 4 DATA, PERHITUNGAN, SIMULASI DAN ANALISA

Pada bab ini menjelaskan data, perhitungan, simulasi dan analisa.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari perhitungan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, A., Rahman, A., & Mufti, A. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengatur Pengisian Air Galon Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328P. *Jurnal Online Teknik Elektro Vol.3 No.2 2018*, 91.
- Bahri, S., Muchtar, H., & Dermawan, E. (2014). PROTOTIPE SISTEM KENDALI PID DAN MONITORING TEMPERATUR BERBASIS LABVIEW. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014*, 1.
- Cekdin, C. (2015). *SISTEM TEKNIK KENDALI*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
- Febiawan, I., Lilansa, N., & Salam, A. (2020). Rancang Bangun Kendali Suhu Pemanas Tangki Berpengaduk Kontinyu menggunakan Pengendali PID berbasis NI ELVIS II dan LabVIEW. *Jurnal Edukasi Elektro, Vol. 4, No. 2, November 2020*, 141-142.
- Ibrahim, A. W., Widodo, T. W., & Supardi, T. W. (2016). Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC. *Received April 16th,2015; Revised April 13th, 2016; Accepted April 29th, 2016*, 95.
- Irhas, M., Iftitah, & Ilham, S. A. (2020). PENGGUNAAN KONTROL PID DENGAN BERBAGAI METODE UNTUK ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC. *rhas, dkk / Jurnal Fisika dan Terapannya (2020) Vol. 7 (1): 78-86 , 78-79*.
- Jamal, Z. (2015). IMPLEMENTASI KENDALI PID PENALAAAN ZIEGLER-NICHOLS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER. *Jurnal Informatika, Vol.15, No.1, Bulan Juni 2015*, 82.
- Komalia, I., Tarmukan, & Yulianto. (2020). Penerapan PID Control Untuk Pengendalian Kecepatan Spinner Motor Pada Proses Ekstrak Buah Sirsak Menggunakan DCS (Distributed Control System). *JURNAL ELKOLIND, JULI 2020, VOL.07, NO. 2*, 51.
- Latifa, U., & Saputro, J. S. (2018). PERANCANGAN ROBOT ARM GRIPPER BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN ANTARMUKA LABVIEW. *Barometer, Volume 3 No.2, Juli 2018, 138-141*, 140.
- Rohaini, E., & Siswanto, A. (2020). Analisis Pergerakan Robot Berkaki Menggunakan Proportional Integral Derivative Control. *PROCESSOR – VOL. 15, No. 2, Oktober 2020*, 116.
- S, Y. B., Hikmarika, H., Dwijayanti, S., & Purwanto. (2013). Aplikasi Perbandingan Pengendali P, PI, Dan PID Pada Proses Pengendalian Suhu Dalam Sistem Mini Boiler. *Jurnal Amplifier Vol. 3 No. 2, November 2013*, 8.
- Salamena, G. A., & Salamena, V. (2020). ANALISIS PENENTUAN KONSTANTA PENGENDALI PID MENGGUNAKAN GARIS SINGGUNG METODE ZIEGLER-NICHOLS I PADA TITIK KOORDINAT KURVA TANGGAPAN KELUARAN PLANT. *JURNAL SIMETRIK VOL.10, NO.2, DESEMBER 2020*, 336.