

TUGAS AKHIR

PEMOGRAMAN *PROPORTIONAL, INTEGRAL, DERIVATIVE* (PID) UNTUK *TUNING HEATER INDUCTION*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIZKY FIRNANDA
2007230160



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizky Firnanda
NPM : 2007230160
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Pemograman *Proportional, Integral, Derivative* (PID) Untuk
Tuning Heater Induction
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

Telah diperiksa oleh Dosen Pembimbing dan dinyatakan dapat dilanjutkan untuk mengikuti seminar proposal penelitian pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 April 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pemanding I



Dr. Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen pemanding II



Chandra A Siregar, S.T., M.T

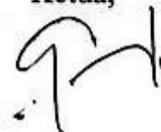
Dosen Pembimbing



Arya Rudi Nasution, S.T., M.T

Program Teknik Mesin

Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizky Firnanda
Tempat /Tanggal Lahir : Medan /07 Agustus 2002
NPM : 2007230160
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pemograman Proportional, Integral, Derivative (PID) Untuk Tuning Heater Induction”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2025
Saya yang menyatakan,



Rizky Firnanda

ABSTRAK

Tungku pelebur merupakan salah satu produk teknologi yang sudah lama dibuat dan digunakan, dahulu tungku pelebur menggunakan alat sederhana. Pemakaian tungku pelebur sering kali menyebabkan terjadinya kebakaran atau kecelakaan kerja yang ditimbulkan oleh api kompor. Oleh karena itu, diperlukan solusi dalam pembuatan kompor yang lebih aman dan efisien yaitu, kompor dengan prinsip pemanasan induksi. Tetapi saat sekarang ini alat *Heater Induction* yang sering digunakan juga tidak sesuai dengan yang diharapkan dikarenakan tidak ada program yang mengakibatkan *Heater Induction* tidak berjalan sesuai dengan keinginan. Maka dari itu penelitian ini bertujuan memogramkan Proportional, Integral dan Drivative untuk *tuning Heter Induction* dengan metode *transfer function* orde pertama dan mensimulasikan PID dengan konstanta P:10, K:0,5, dan I: 0,5 dan di implementasikan ke alat *Heater Induction*. Tujuannya untuk menyesuaikan nilai *set point* ataupun *temperature* yang diinginkan agar suhu tetap stabil dengan mengurangi *Steady State Error* ataupun kesalahan nilai *set point* dan nilai yang dikeluarkan, dan mengurangi nilai *overshoot* yang Dimana amplitude sinyal melebihi nilai *set point*, dan mengurangi *over dumped* dan *under dumped* ataupun gelombang pada signal, agar mendapatkan waktu yang cepat dalam menyelesaikan *temperature set point* yang diinginkan. Dengan teknologi terbaru menggunakan sistem kontrol *temperatur* agar pengguna dapat menggunakan dengan mudah dan praktis. Dan hasil dari pemograman ini adalah agar suhu tetap terjaga pada *temperature* yang diinginkan agar suhu *Heater Induction* tetap stabil dari awal pemanasan hingga akhir

Kata kunci : Peleburan, pemanas induksi, sistem kontrol suhu , pemodelan PID

ABSTRACT

The melting furnace is one of the technological products that has long been made and used, in the past the melting furnace used simple tools. The use of the melting furnace often causes fires or work accidents caused by the stove fire. Therefore, a solution is needed in making a safer and more efficient stove, namely a stove with the principle of induction heating. But now the Induction Heater tool that is often used is also not as expected because there is no program that causes the Induction Heater not to run as desired. Therefore, this study aims to program Proportional, Integral and Derivative for tuning Heter Induction with the first order transfer function method and simulate PID with constants P: 10, K: 0.5, and I: 0.5 and implemented into the Heater Induction tool. The goal is to adjust the desired set point or temperature value so that the temperature remains stable by reducing the Steady State Error or error in the set point value and the value issued, and reducing the overshoot value where the signal amplitude exceeds the set point value, and reducing over dumped and under dumped or waves on the signal, in order to get a fast time in completing the desired set point temperature. With the latest technology using a temperature control system so that users can use it easily and practically. And the result of this programming is that the temperature remains at the desired temperature so that the Induction Heater temperature remains stable from the start of heating to the end.

Keywords: Melting, induction heating, temperature control system, PID modeling

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “*Pemograman Propotional, Integral, Derivative (PID) Untuk Tuning Heater Induction.*”

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Arya Rudi Nasution, S.T., MT, Selaku Dosen Pembimbing.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Rahman Jamal dan Ibunda Nurfahmi, dimana mereka yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan do'a yang tulus, ikhlas, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Alziqra Handa Yahu Koto, M.L. Teguh Samudra, Tri Arohman, Ilham Thoriq, Ahmad Yusril Pasaribu, Huda Satya, Sebty Alrida Ritonga dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
9. Seluruh Keluarga HMM FT UMSU dimana mereka telah memberi motivasi serta penyemangat kepada penulis.
10. Kekasih Saya, Eva Dwi Annisa yang telah membantu, menuntun dan memberi

semangat kepada penulis.

11. Kepada diri sendiri yang selalu bersemangat dan pantang menyerah dalam menyelesaikan permasalahan apapun.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, April 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'R' followed by several vertical strokes and a horizontal line extending to the right.

Rizky Firnanda

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Heater Induksi	4
2.2. <i>Propotional, Integral, Derivative</i> (PID)	6
2.2.1. Steady State Error	8
2.2.2. <i>Overshoot</i>	8
2.2.3. Settling Time	9
2.2.4. <i>Rise Time</i>	9
2.2.5. <i>Over Dumped</i> dan <i>Under Dumped</i>	10
2.3. Pengenalan Matlab	10
2.4. Mikro Kontroler	11
2.4.1. Arduino Uno	12
2.4.2. Arduino Leonardo	12
2.4.3. Arduino Due	13
2.4.4. Arduino Mega 2560	14
2.5. Sensor, <i>Tranduser</i> dan <i>Aquator</i>	15
2.5.1. Thermokopel Tipe K	15
2.5.2. Sensor arus Pzem 025	16
2.5.3. Termistor	17
2.5.4. Sensor arus Pzem 004-T	17
2.5.5. <i>Solid State Relay</i>	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.1.1.	Tempat Penelitian	20
3.1.2.	Waktu Penelitian	20
3.2	Alat dan bahan	21
3.2.1.	<i>Software</i>	21
3.2.2.	Hardware	23
3.3.	PID Model	26
3.4.	Bagan Alir Penelitian	28
3.5.	Model Sensor	29
3.6.	Prosedur Perancangan	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1.	Simulasi PID menggunakan Matlab	31
4.1.1.	Respon System Terhadap Tuning Parameter Konstanta Proportional, Konstanta Integral dan Konstanta Derivative	31
4.1.2.	Perancangan algoritma	38
4.1.3.	Pengujian Heater Induction berbasis PID	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1.	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN		57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	20
Tabel 4. 1 pengaruh grafik dengan simulasi Konstanta Propotional (K_p)	32
Tabel 4. 2 menjelaskan bahwa dari hasil percobaan perubahan K_i dari 0	34
Tabel 4. 3 Pengaruh grafik dengan simulasi Konstanta Derivative (K_d)	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Heater Induksi	4
Gambar 2. 2 Diagram Blok Sistem Pemanas Induksi (Termokopel et al., 2021)	5
Gambar 2. 3 Alat pemanas induksi saat bekerja (Kurniawan et al., 2020)	6
Gambar 2. 4 Diagram Blok PID (Pratama, 2020)	7
Gambar 2. 5 Arduino uno (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)	12
Gambar 2. 6 Arduino Leonardo (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)	13
Gambar 2. 7 Arduino Due (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)	14
Gambar 2. 8 Arduino Mega 2560 (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)	14
Gambar 2. 9 Thermokopel Tipe	16
Gambar 2. 10 Sensor Arus Pzem 025 (data sheet arus Pzem 025.pdf, n.d.)	16
Gambar 2. 11 Sensor PZEM-004T (Iii & Surabaya, 2023)	18
Gambar 2. 12 skematik Solid State Relay (Rayya Bramanta & Santosa, t.t.)	18
Gambar 3. 1 Laptop ASUS X541UVK	21
Gambar 3. 2 Spesifikasi Laptop	22
Gambar 3. 3 Logo MATLAB	22
Gambar 3. 4 Logo Aplikasi Arduino IDE	22
Gambar 3. 5 Keypad	23
Gambar 3. 6 Liquid Cristal Display (LCD)	23
Gambar 3. 7 Termokopel Tipe K	24
Gambar 3. 8 NTC(Negative Temperature Coefficient thermistor)	24
Gambar 3. 9 Sensor Arus Pzem 004-T	25
Gambar 3. 10 Sensor Arus Pzem 025	25
Gambar 3. 11 Arduino Mega Pro	26
Gambar 3. 12 SSR (Solid State Relay)	26
Gambar 3. 13 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3. 14 Prosedur Perancangan	29
Gambar 4. 1 Grafik simulasi PID dengan Konstanta Propotional 10	33
Gambar 4. 2 Grafik simulasi PID dengan Konstanta Integral 0,5	35
Gambar 4. 3 Grafik simulasi PID dengan Konstanta Derivativel 0,5	37
Gambar 4. 4 model Simulink	38
Gambar 4. 5 Hasil scope Simulink	39
Gambar 4. 6 Hasil scope Simulink dengan nilai set point 80	45
Gambar 4. 7 nilai Set point 80 °C saat modul berkerja	45
Gambar 4. 8 nilai Set point 80 °C saat modul menahan temperature	46
Gambar 4. 9 Hasil scope Simulink dengan nilai <i>set point</i> 120 °C	47
Gambar 4. 10 nilai Set point 120 °C saat modul berkerja	47
Gambar 4. 11 nilai Set point 120 °C saat modul menahan temperature	48
Gambar 4. 12 Hasil scope Simulink dengan nilai set point 180 °C	48
Gambar 4. 13 nilai Set point 180 °C saat modul berkerja	49
Gambar 4. 14 nilai Set point 180 °C saat modul menahan temperature	49
Gambar 4. 15 Hasil scope Simulink dengan nilai set point 250 °C	50
Gambar 4. 16 nilai Set point 250 °C saat modul berkerja	50

Gambar 4. 17	nilai Set point 250 °C saat modul menahan temperature	51
Gambar 4. 18	Hasil scope Simulink dengan nilai set point 320 °C	51
<i>Gambar 4.19</i>	<i>nilai Set point 320°C saat modul berkerja</i>	52
Gambar 4. 20	nilai Set point 320 °C saat modul menahan temperature	52

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat di era globalisasi membuat kebutuhan akan penggunaan material logam dalam pembuatan alat– alat dan sarana kehidupan semakin meningkat. Mulai dari peralatan yang paling sederhana sampai pada peralatan yang paling rumit. Perkembangan dunia industri yang semakin maju mendorong pula kebutuhan akan material logam yang memiliki sifat yang diinginkan sesuai fungsi dan tujuan pemakaian. Sifat material logam dipilih berdasarkan sifat teknologi, sifat mekanik, sifat fisik, dan sifat kimia. Untuk membuat produk yang terbuat dari baja dengan sifat kuat, ulet, atau keras maka memerlukan perlakuan panas (Kurniawan et al., 2020).

Pemanas induksi merupakan salah satu produk teknologi yang sudah lama dibuat dan digunakan di dalam industri dan rumah tangga. Pada masa perang dunia II, teknologi ini juga digunakan untuk keperluan peleburan dan pembentukan logam didalam industri senjata dan alat berat, salah satu aplikasi produk yang telah ada dan banyak kita temukan adalah kompor induksi. Pemanas induksi sendiri atau biasa yang disebut *induction heating* merupakan suatu proses dimana benda yang akan dipanaskan diletakkan diatas kumparan (metode *pancake bowl*) atau diletakkan di tengah-tengah lingkaran kumparan yang berbentuk spiral (metode *multiturn helical coil*). Pemanasan dengan metode induksi ini merupakan sistem pemanasan yang tidak ada kontak langsung dengan heaternya, tetapi yang dimanfaatkan dan digunakan sebagai media yang dapat membuat panas adalah gelombang magnet yang dihasilkan dari kumparan tersebut (Arif Wahyu Budiarto, 2019).

Pemanas induksi memiliki keterkaitan erat dengan diameter kumparan, benda kerja, dan beban yang dipanaskan. Ketiga faktor ini memiliki pengaruh terhadap karakteristik pemanas yang dibuat. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui pengaruh kinerja pemanas terhadap perubahan diameter dan jumlah lilitan kumparan induksi (Kurniati et al., 2021)

Namun, karena tidak ada indikator suhu atau pengaturan panas, penentuan suhu dan waktu pemanasan sering kali tidak stabil. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengotomatisasi perancangan sistem kontrol suhu menggunakan kontroler elektronik dengan sistem kontrol tertutup yang menggunakan umpan balik dari sensor suhu *thermocouple* tipe K sebagai tambahan untuk memberikan nilai set point agar dapat mengontrol sistem dengan baik menggunakan kontrol PID. Dalam studi (Andrian et al., 2024)

PID Salah satu kontroler yang masih dinyatakan handal dalam model kontrol. Kontroller itu telah banyak digunakan dan terbukti bisa mengoptimasi sebuah sistem kontrol secara baik dan tepat. Alasan penggunaan PID kontroler adalah merupakan alat kontrol yang sederhana, disain mudah, stabil, respon cepat. (Muhammad Agil Haikal et al., 2021)

Oleh karena itu tujuan dibuatnya tugas akhir ini agar terciptanya rancangan simulasi pemanas yang sederhana dan efisien dengan menggunakan Pemanas Induksi atau *Induction Heater* disertai *Thermocouple type K* sebagai sensor suhu yang akan mendeteksi suhu bahan uji, dimana jika suhu bahan uji melebihi batas yang ditentukan maka rancangan ini akan mati secara sendirinya (Termokopel et al., 2021).

Dengan adanya masalah tersebut dalam tugas akhir ini dengan harapan penulis dapat merancang pemanas kompor induksi dengan sempurna dengan judul **“PEMOGRAMAN *PROPOTIONAL, INEGRAL, DERIVATIVE* (PID) UNTUK *TUNING HEATER INDUCTION*”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka diproleh suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Merancang system PID pada alat *Heater Induction*
2. Bagaimana mengoprasikan alat heater induksi sesuai dengan nilai set point yang diinginkan .

1.3. Ruang lingkup

Ruang lingkup masalah pada penelitian ini berfokus pada PID dalam mengatur suhu *Heater Induction* yang berkapasitas 600 Watt – 1000 watt

1.4. Tujuan Penelitian

1. Merancang model PID terhadap *Heater Induction*
2. Mengimplementasikan hasil PID untuk *Heater Induction*
3. Untuk memogramkan *Heater Induction* berbasis PID sesuai dengan nilai set point yang diinginkan

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Mengoprasikan pemanas induksi yang sesuai nilai set point yang diinginkan
2. Meningkatkan ketepatan dalam pengoperasian pemanas induksi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Heater Induksi

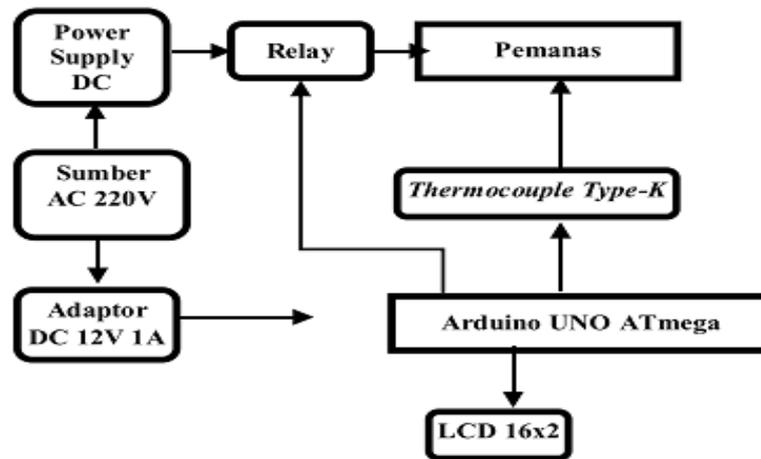
Heater Induksi adalah sistem pemanas dengan menggunakan induksi medan magnet yang dihasilkan dari frekuensi tinggi / *high frequency*. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada objek timbul arus eddy atau arus pusar yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet yang menembus objek.(Kurniawan et al., 2020). Pemanas Induksi menimbulkan timbulnya panas pada logam yang terkena induksi medan magnet, hal ini disebabkan karena pada logam timbul arus Eddy atau arus pusar yang arahnya melingkar meling kupi medan magnet terjadinya arus pusar akibat dari induksi magnet yang menimbulkan fluks magnetik yang menembus logam, sehingga menyebabkan panas pada logam yang akan dipanaskan.(Termokopel et al., 2021).

Induksi magnet adalah besarnya medan magnet akibat arus listrik yang mengalir dalam konduktor. Pemanasan induksi juga disebut sebagai proses pemanasan non- kontak yang menggunakan listrik frekuensi tinggi untuk menghasilkan panas yang konduktif secara elektrik. Karena non- kontak, proses pemanasan tidak mencemari bahan yang sedang dipanaskan. Hal ini juga sangat efisien karena panas yang sebenarnya dihasilkan di dalam benda kerja, ini dapat dibandingkan dengan metode pemanasan lain dimana panas yang dihasilkan dalam elemen api atau pemanas, yang kemudian diterapkan pada benda kerja. Untuk alasan ini, pemanas induksi cocok untuk beberapa aplikasi yang unik dalam industri. (Termokopel et al., 2021).



Gambar 2. 1 Heater Induksi

Diagram Blok Dalam rancangan penelitian ini terdiri dari perancangan Pemanas Induksi dengan *Microcontroller Arduino Uno ATmega 328* yang diprogram menggunakan aplikasi IDE Arduino untuk mengontrol serta memonitoring Pemanas Induksi. Adapun rancangan *software* dan *hardware* penelitian ini dapat digambarkan dalam blok diagram sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Diagram Blok Sistem Pemanas Induksi (Termokopel et al., 2021)

Pada Gambar menggambarkan fungsi masing – masing blok diagram dari rangkaian Pemanas Induksi. Arus listrik AC 220 V memberi tegangan pada *Power Supply* DC 12 V dan Adaptor DC 12 V. Power supply DC 12 V mensupply Pemanas Induksi dan Adaptor DC 12 V mensupply mikrokontroler Arduino, sensor suhu Thermocouple Type - K memberi tegangan suhu pada benda uji Pemanas Induksi, lalu tegangan sensor *Thermocouple Type - K* dibaca oleh mikrokontroler mengirim sinyal pada relay dari input suhu Thermocouple Type - K yang telah diatur dalam mikrokontroler, sehingga relay langsung OFF dan menghentikan pemanasan tanda proses pemanasan selesai Dan mikrokontroler menampilkan temperatur benda uji pada LCD. (Termokopel et al., 2021)

Menurut Ipung (Kurniawan et al., 2020) Kurniawan Proses pemanasan roda gigi UKM menggunakan alat pemanas induksi yang telah dirancang seperti Gambar 1. Spesimen yang sedang dipanaskan adalah roda gigi UKM diameter 62 mm, tebal 30 mm dan massanya 425 gr. Pada gambar tersebut terlihat beberapa unit utama dari mesin pemanas induksi, yaitu: alat pemanas, kumparan tembaga,

dan pendingin. Alat ini mampu memanaskan roda gigi hingga mencapai temperatur 800 °C dalam waktu 5-7 menit



Gambar 2. 3 Alat pemanas induksi saat bekerja (Kurniawan et al., 2020)

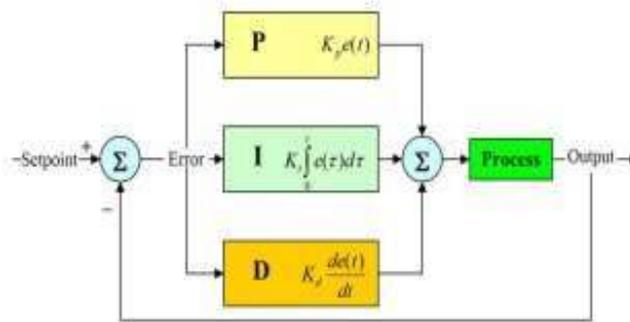
Rancang bangun pemanas induksi berkapasitas 600 Watt bertujuan untuk proses perlakuan panas. Perancangan dan pembuatan pemanas induksi berdaya 600 W ini dilakukan dengan merangkaikan komponen- komponen utama yang terdiri atas transformator, dioda, dioda Schottky, transistor mosfet, resistor, kapasitor dan induktor. Pemanas induksi ini selanjutnya diuji coba untuk melakukan proses perlakuan permukaan pada spesimen baja AISI 1040 (Kurniawan et al., 2020)

2.2. *Propotional, Integral, Derivative* (PID)

Pengontrol PID adalah jenis pengontrol yang banyak diaplikasikan dalam kontrol proses industry karena kesederhanaan strukturnya, lebih tahan terhadap gangguan luar serta dapat diterapkan dalam kondisi operasi yang bervariasi. Pengontrol PID perlu ditala secara benar yaitu menentukan harga konstanta pengontrol *proporsional*, *integral* dan *derivatif* yang mengoptimalkan kinerja sistem PID *controller* dapat mengurangi *rise time*, menambah *overshoot*, dan mengurangi *steady state error*, I *kontroller* dapat mengurangi *rise time*, menambah *overshoot*, dan mengeliminasi *steady state error* dan D *controller* dapat mengurangi *overshoot* dan mengurangi *setting time*. (Rubijanto et al., 2020)

Salah satu kontroler yang masih dinyatakan handal dalam model kontrol adalah menggunakan PID Kontroller. Kontroller itu telah banyak digunakan dan terbukti bisa mengoptimasi sebuah sistem kontrol secara baik dan tepat. Alasan penggunaan PID kontroler adalah merupakan alat kontrol yang sederhana, disain mudah, stabil, respon cepat. Namun pada penggunaannya sering terjadi *offset* atau selisih nilai set point dengan nilai variabel hasil, dan masih sering terjadi osilasi atau respon bergelombang yang cukup besar. Pengendalian nilai konstanta PID sangat diperlukan agar dapat menghilangkan *offset* secara baik, Apabila tidak dikendalikan bisa megakibatkan nilai deviasi yang besar dangan waktu respon yang sangat lama dibandingkan dengan cara konvensional. Pengendalian *derivative* juga perlu dilakukan agar rate kontrol bisa terkendali karena bisa mengurangi atau menghilangkan (memperkecil) osilasi yang berlebihan. *Offset* yang terjadi biasanya diakibatkan oleh terlalu besar kontrol integralnya. (Muhammad Agil Haikal et al., 2021)

Kontrol *Proportional Integral Derivative* (PID) merupakan salah satu jenis kontrol yang telah umum digunakan pada dunia industri. Pengontrol PID akan memberikan aksi berdasarkan *error* yang telah diperoleh. *Error* adalah perbedaan dari set point yang telah ditentukan, seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 2. 4 Diagram Blok PID (Pratama, 2020)

Kontrol PID terdapat tiga komponen utama yaitu kontrol P (*Proportional*), kontrol I (*Integral*), dan kontrol D (*Derivative*). Komponen-komponen tersebut bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Keluaran dari kontroler PID adalah

hasil penjumlahan dari ketiga komponen tersebut. Karakteristik kontroler PID ini dipengaruhi oleh ketiga komponen P, I, dan D, penyetelan nilai setiap konstanta K_p , K_i , dan K_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing komponen. (Pratama, 2020)

Pengontrol PID adalah jenis pengontrol yang banyak diaplikasikan dalam kontrol proses industry karena kesederhanaan strukturnya, lebih tahan terhadap gangguan luar serta dapat diterapkan dalam kondisi operasi yang bervariasi. Pengontrol PID perlu ditala secara benar yaitu menentukan harga konstanta pengontrol *proporsional*, *integral* dan *derivatif* yang mengoptimalkan kinerja sistem PID *controller* dapat mengurangi *rise time*, menambah *overshoot*, dan mengurangi *steady state error*, I *controller* dapat mengurangi *rise time*, menambah *overshoot*, dan mengeliminasi *steady state error* dan D *controller* dapat mengurangi *overshoot* dan mengurangi *setting time*. (Rubijanto et al., 2020).

2.2.1. Steady State Error

Steady State Error (SSE) pada signal adalah kesalahan antara nilai referensi (setpoint) dan nilai keluaran sistem kontrol pada keadaan stabil (*steady state*). Ini terjadi ketika sistem kontrol tidak dapat mencapai nilai referensi secara tepat.

Steady-state error didefinisikan sebagai selisih antara masukan (*set-point*) dan keluaran dari suatu sistem pada sebuah batas tertentu ketika besaran waktu menuju ketakhinggaan (yaitu ketika respon telah mencapai kondisi steady-state). *Steady state error* akan bergantung pada jenis masukan dan juga pada jenis sistem. Steady-state error disebut juga dengan error band. (Ii & Pustaka, 2002)

Rumus perhitungan

1. $SSE = (\text{Nilai Referensi} - \text{Nilai Keluaran}) / \text{Nilai Referensi}$
2. $SSE (\%) = (SSE / \text{Nilai Referensi}) \times 100$

2.2.2. Overshoot

Overshoot pada signal adalah fenomena di mana amplitudo signal melebihi nilai setpoint atau target, kemudian kembali ke nilai stabil ataupun satu kondisi di mana nilai signal atau fungsi melampaui steady-state (acuannya, atau *set-point* – nilai yang diinginkan). Lawannya, *undershoot*, terjadi ketika nilai signal atau fungsi lebih kecil dari acuannya. Baik *overshoot* maupun *undershoot* kebanyakan

terjadi diikuti oleh ayunan (*ringing, oscillation*) yang diakibatkan oleh respon berlebihan berlawanan arah yang dilakukan oleh sebuah sistem kendali. 6 Dalam sebuah sistem kendali, *maximum overshoot* (atau *maximum undershoot*) didefinisikan sebagai nilai puncak maksimal dari kurva respon yang terukur terhadap respon yang diinginkan sistem. Baik *overshoot* maupun *undershoot* merupakan fenomena yang tidak diinginkan pada sebuah sistem kendali. Sistem kendali harus memenuhi syarat pengendalian di mana setiap *overshoot* (atau *undershoot*) yang terjadi harus memiliki nilai di bawah *maximum overshoot* (atau *maximum undershoot*). (Ii & Pustaka, 2002)

Rumus perhitungan

1. $\text{Overshoot (\%)} = (\text{Amplitudo Maksimum} - \text{Nilai Setpoint}) / \text{Nilai Setpoint} \times 100$
2. Waktu Overshoot (T_s) = Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai setpoint.

2.2.3. Settling Time

Settling time (waktu penyelesaian) pada signal adalah waktu yang dibutuhkan oleh sinyal untuk mencapai nilai stabil setelah perubahan. Ini merupakan ukuran kinerja sistem control ataupun waktu yang dibutuhkan mulai dari masukan acuan hingga sinyal yang ada memasuki tahap steady-state (atau sudah berada dalam kondisi error steady state yang ditoleransi). Settling time bergantung pada kemampuan respon sistem dan time constant. Settling time pada sebuah sistem yang dikendalikan harus dijaga sekecil mungkin oleh sistem kendali (Ii & Pustaka, 2002)

Rumus perhitungan

1. $T_s = (\text{Waktu akhir} - \text{Waktu awal})$
2. $T_s = 3 / (\zeta * \omega_n)$ untuk sistem linier

2.2.4. Rise Time

Rise time (waktu naik) pada signal adalah waktu yang dibutuhkan oleh sinyal untuk meningkat dari 10% hingga 90% dari nilai maksimumnya. Ini merupakan ukuran kinerja sistem control ataupun waktu yang diperlukan oleh sebuah sinyal untuk mengubah nilainya dari suatu nilai rendah ke nilai tinggi yang

diinginkan (setpoint). Nilai ini dinyatakan sebagai rasio (perbandingan) atau persentase. Pada sebuah keluaran dari sistem, rising time yang dimilikinya secara umum bergantung pada rising time dari sinyal masukan dan pada karakteristik sistem itu sendiri. Pada dasarnya, sebuah sistem kendali harus bisa meminimalisasi efek overshoot sementara rising time yang dimiliki oleh objek yang dikendalikan memiliki nilai yang relatif besar (Ii & Pustaka, 2002)

Rumus perhitungan

1. $T_r = (\text{Waktu akhir} - \text{Waktu awal})$
2. $T_r = 2,2 / (\omega_n * \zeta)$ untuk sistem linier

2.2.5. *Over Dumped* dan *Under Dumped*

Overdamped (redaman berlebih) pada signal adalah kondisi di mana sistem kontrol memiliki redaman yang terlalu besar sehingga Respon sistem lambat, tidak ada *Overshoot*. Sedangkan *Underdamped* (redaman kurang) pada signal adalah kondisi di mana sistem kontrol memiliki redaman yang terlalu kecil, sehingga . Respon sistem cepat, tetapi tidak stabi, *Overshoot* (melampaui nilai setpoint), Waktu penyelesaian (settling time) pendek. (Ii & Pustaka, 2002)

Rumus perhitungan *Over Dumped*

1. ζ (damping ratio) > 1 (overdamped).
2. ω_n (frekuensi alami) dan ζ (damping ratio) digunakan untuk menghitung redaman.

Rumus perhitungan *Under Dumped*

1. ζ (damping ratio) < 1 (underdamped).
2. ω_n (frekuensi alami) dan ζ (damping ratio) digunakan untuk menghitung redaman.

2.3. Pengenalan Matlab

Matlab adalah singkatan dari *Matrix Laboratory (Laboratorium Matriks)* dan merupakan bahasa pemrograman yang dibuat dengan tujuan sebagai alat bantu perhitungan yang rumit atau simulasi dari suatu sistem yang ingin di simulasikan, dalam matlab mutlak dibutuhkan pengetahuan tentang matriks yang dapat dipelajari dalam ilmu matematika.(Mohammad Noviansyah, 2019)

Matlab merupakan bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi dalam

bidang komputasi. Matlab memiliki kemampuan mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman. Oleh karenanya, matlab banyak digunakan dalam bidang riset-riset yang memerlukan komputasi numerik yang kompleks. Penggunaan Matlab meliputi bidang–bidang:

- Matematika dan Komputasi
- Pembentukan Algorithm
- Akusisi Data
- Pemodelan, simulasi, dan pembuatan prototype
- Analisa data, explorasi, dan visualisasi
- Grafik Keilmuan dan bidang Rekayasa

Sesuai dengan namanya, struktur data yang terdapat dalam Matlab menggunakan matriks atau array berdimensi dua (*double*). Oleh karenanya penguasaan teori matriks mutlak diperlukan bagi pengguna pemula Matlab agar mudah dalam mempelajari dan memahami operasi-operasi yang ada di Matlab. Kita dapat belajar Matlab melalui berbagai macam cara seperti dari buku maupun internet. Banyak situs di internet yang menyediakan tutorial tentang matlab. Seperti tutorial dasar, *toolboxes*, *simulink*, dan sebagainya. Kita dapat menggunakan situs <http://www.mathworks.com>. Untuk memperoleh informasi dan pengetahuan terkini tentang matlab. (Matlab et al., n.d.)

2.4. Mikro Kontroler

Mikrokontroler (Pengendali mikro) merupakan suatu rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja elektronik. Di dalam satu IC yang berisi CPU, timer, memori, saluran komunikasi serial dan paralel, Port input/output, dan ADC. Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain-lain.(Saramuddin, 2018)

Mikrokontroler merupakan alat sistem kendali perangkat elektronika yang dibangun untuk dapat mematikan dan menghidupkan perangkat elektronika. Arduino merupakan salah satu mikrontroler yang mudah diaplikasikan untuk sistem kendali teknologi sederhana, seperti: keran otomatis, sistem kontrol rumah,

sistem pengaman cerdas dan lain-lain (Yonanda et al., 2022)

2.4.1. Arduino Uno

Arduino Jenis ini yang paling digunakan oleh para pemula dikarenakan kan simple, port nya dah lengkap dan menggunakan interface USB. Seri terakhir nya di sebut Arduino Uno R3 (revise 3) di mana sudah menggunakan chip Atmega 328 sebagai mikrokontroler nya dan memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input Analog untuk di sambungkan ke modul . Selain itu pada Arduino ini terdapat 2 jenis Chip nya yaitu Arduino DIP dan Arduino SMD dimana beda nya ada arduino DIP chip nya bisa diganti ketika rusak dan SMD tidak bisa akan tetapi arduino SMD lebih murah(*Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.*)



Gambar 2. 5 Arduino uno (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)

2.4.2. Arduino Leonardo

Arduino satu ini dibisa di bilang, kembaran Arduino uno, walaupun secara bentuk mirip. Perbedaan paling menonjol terdapat pada konektor USB dimana Arduino leonardo menggunakan konektor Mikro USB. Dan perbedaan lainnya terletak pada chip *mikrokontroller* yang digunakan adalah ATMEGA32u4, memiliki 20 digital I/O (7 diantaranya pin PWM dan 12 Analog input. Arduino ini juga menggunakan chip SMD yang ketika rusak sudah tidak bisa lagi digunakan oleh pemakai ma tidak cocok buat pemula yang sedang coba-coba (*Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.*)



Gambar 2. 6 Arduino Leonardo (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)

2.4.3. Arduino Due

Arduino Due adalah jenis kusus yang memakai chip yang berbeda yaitu chip Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3. Yang menggunakan pertama kali ARM 32-bit. Arduino Due yang dirilis tahun 2012 dengan CPU 32-bit ARM Cortex- M3 sangat berbeda dengan arduino Duemilanove MCU 8-bit ATmega168 yang dirilis tahun 2009. Banyak orang salah mengira penyebutan nama nya karena kedua nya memiliki kemiripan varian Arduino lainnya, Duemilanove adalah entry- level board lama yang merupakan "pendahulu" Arduino Uno. Pada board ini memiliki banyak pin yaitu 54 pin digital yang 12 diantara nya dapat digunakan untuk PWM, 12 pin input analog , 4 buah UART , memiliki clock speed 84MHz, koneksi sudah USB OTG sehingga mudah di koneksi kan keperangkat lain nya. Selain itu memiliki 2 digita to analog converter atau DAC dan 2 buah port yang kompitible dengan I2C, soket catur daya nya masih standar dengan 5,5/2,1mm serta memiliki konektor JTAG(Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)



Gambar 2. 7 Arduino Due (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)

2.4.4. Arduino Mega 2560

Arduino Mega ini adalah papan yang pinnya lumayan banyak yaitu 54 pin I/O, dimana 15 di antaranya dapat digunakan untuk PWM, 16 analog input, 4 UART untuk port serial, dengan menggunakan Jack USB sebagai koneksi dengan perangkat komputer. Selain itu pada arduino Mega 2560 memiliki header ICSP dan tombol reset yang mendukung koneksi yang komputable dengan komputer. Selain itu juga terdapat jack penghubung ke baterai sehingga arduino mega selain bisa menggunakan power dari komputer juga bisa menggunakan power dari adaptor AC-DC (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)



Gambar 2. 8 Arduino Mega 2560 (Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY, n.d.)

2.5. Sensor, *Tranduser* dan *Aquator*

Sensor merupakan komponen kunci dalam teknologi modern yang memungkinkan kita untuk mendeteksi, mengukur, dan memantau berbagai fenomena fisik di sekitar kita. Sensor adalah perangkat atau elemen yang mendeteksi, mengukur, atau memantau fenomena fisik atau keadaan lingkungan, dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diukur atau diinterpretasikan oleh manusia atau sistem elektronik. Sensor bertindak sebagai antarmuka antara dunia fisik dan dunia digital, memberikan informasi tentang lingkungan atau sistem yang sedang dipelajari (Mukhtar et al., 2023)

Sensor adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik berupa gerakan, cahaya, panas, tekanan, dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Pada dasarnya sensor dapat digolongkan sebagai transduser karena keluaran dari sensor dapat diubah menjadi tegangan atau besaran listrik. Biasanya sensor digunakan sebagai input pada suatu sistem (Maulidi et al., 2023)

Transduser dapat didefinisikan sebagai suatu peranti yang dapat mengubah suatu energi ke bentuk energi yang lain. Bagian masukan dari transduser disebut “sensor”, karena bagian ini dapat mengindera suatu kuantitas fisik tertentu dan mengubahnya menjadi bentuk energi yang lain. (Kustija, 2012)

Macam Macam sensor dan tranduser yang dipakai untuk memogram alat Heater Induction antara lain:

2.5.1. Thermokopel Tipe K

Pengukuran suhu merupakan salah satu hal yang terpenting dalam mengukur kinerja suatu proses pindah panas. Pengukuran suhu biasanya dijumpai di lapangan menggunakan termometer air raksa atau sensor suhu yang memiliki display digital dan dicatat manual. Pengukuran suhu dengan menggunakan cara ini mulai ditinggalkan karena untuk mengetahui kinerja suatu mesin dibutuhkan data yang banyak agar dapat diperoleh kinerja mesin yang akurat (Efendi et al., 2023)

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang aplikasinya sangat

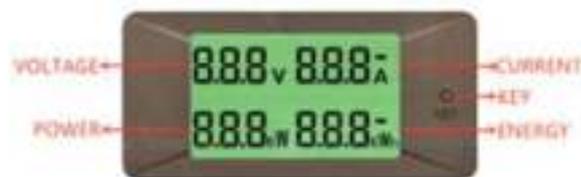
sering ditemui di industri. Prinsip kerja dari sensor jenis thermocouple adalah mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan oleh karena adanya perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam yang bergantung pada massa jenis logam. Terdapat beberapa tipe Termokopel seperti Tipe J, Tipe K, dan lain-lainnya. Perbedaan mendasar dari perbedaan tipe tersebut adalah perbedaan material logam penyusunnya, sehingga menyebabkan setiap tipe memiliki range suhu berbeda-beda. (Pradipta et al., 2022)



Gambar 2. 9 Thermokopel Tipe

2.5.2. Sensor arus Pzem 025

Sensor Arus Pzem 025 Berfungsi untuk Mengukur tegangan DC, arus, daya, energi, dan tampilan dengan LCD (*data sheet arus Pzem 025.pdf*, n.d.)



Gambar 2. 10 Sensor Arus Pzem 025 (*data sheet arus Pzem 025.pdf*, n.d.)

Selain itu, sensor arus PZEM-025 dapat digunakan untuk mengukur arus dan tegangan yang digunakan oleh pemanas induksi. Selain itu, PZEM 025 mampu mengatur daya yang dikirimkan ke pemanas secara otomatis dengan cara menghubungkannya ke mikrokontroler seperti Arduino MegaPro.

2.5.3. Termistor

Thermistor adalah komponen semikonduktor yang mempunyai koefisien suhu negative dan positif. Komponen yang mempunyai kecenderungan negative di sebut NTC (*Negative Temperature Coefficient*), dan yang mempunyai kecenderungan positif disebut PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Thermistor sangat peka terhadap perubahan temperature disekelilingnya. Konstruksi thermistor disusun dari bahan campuran yang terdiri dari bahan mangaan, kobalt, dan oksida nikel dengan batas-batas perbandingan tertentu. Bentuk fisik komponen ini yang banyak dijumpai adalah berbentuk cincin dan bola. Sifat thermistor PTC dan NTC berkaitan dengan jenis temperatur atau nilai tahanannya (Lukmansyah, 2023)

Pada PTC semakin panas suhu yang diterimanya, maka nilai tahanannya semakin besar. Sedangkan pada NTC, semakin rendah suhu yang diterimanya maka nilai tahanannya akan menjadi semakin besar (Lukmansyah, 2023)

2.5.4. Sensor arus Pzem 004-T

Sensor PZEM 004T PZEM-004T adalah hardware yang berfungsi untuk mengukur parameter daritegangan, arus, daya aktif, dan konsumsi daya. Modul ini juga melayani semua persyaratan dasar pengukuran PZEM-004T ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T dibundel dengan kumparan transformator arus berdiameter 33mm. Pengkabelan dari modul ini memiliki 2 bagian, yaitu pengkabelan terminal (Riftianto, 2024)

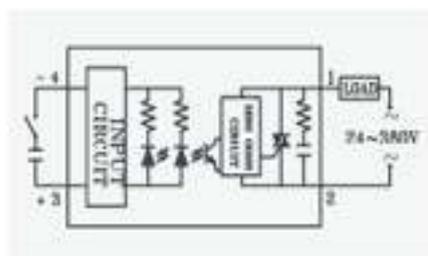
Sensor PZEM-004T adalah module pengukur arus listrik AC yang dapat di hubungkan dengan berbagai macam mikrokontroller dengan format TTL ataupun juga dapat di hubungkan langsung dengan PC untuk aplikasi monitoring energy (Iii & Surabaya, 2023)



Gambar 2. 11 Sensor PZEM-004T (Iii & Surabaya, 2023)

2.5.5. Solid State Relay

Solid State Relay (SSR) adalah perangkat pengalih elektronik yang menggunakan komponen elektronik aktif untuk mengatur arus dan tegangan listrik. (Rayya Bramanta & Santosa, t.t.)



Gambar 2. 12 skematik Solid State Relay (Rayya Bramanta & Santosa, t.t.)

Tidak seperti relay elektromagnetik yang mengandalkan komponen mekanis, SSR menggunakan transistor, TRIAC, atau SCR sebagai penggantinya. Meskipun komposisinya berbeda, fungsinya tetap sama dengan relay elektromagnetik (Rayya Bramanta & Santosa, t.t.)

Bagian bagian pada *Solid State Relay*

1. Sirkuit Input Bagian ini menerima sinyal kontrol berupa tegangan rendah dari sumber eksternal seperti mikrokontroler, PLC, atau sensor, yang dapat berupa sinyal DC atau AC.
2. Sirkuit Isolasi SSR menggunakan optocoupler untuk memisahkan sirkuit input dan output secara elektrik. *Optocoupler* mengubah sinyal listrik

menjadi cahaya dan kembali menjadi sinyal listrik, memastikan tidak ada koneksi listrik langsung antara sirkuit kontrol dan sirkuit daya. Ini mengisolasi dan menghubungkan dua sirkuit listrik berbeda, menggunakan cahaya sebagai pemicu untuk menghidupkan atau mematikan perangkat.

3. Sirkuit Output Bagian ini biasanya menggunakan komponen semikonduktor seperti TRIAC atau *thyristor* untuk mengaktifkan atau mematikan beban yang terhubung ke SSR. Komponen semikonduktor ini mengendalikan aliran arus listrik dalam kedua arah pada sirkuit AC, dengan tiga terminal: Gate (G), Main Terminal 1 (MT1), dan Main Terminal 2 (MT2). TRIAC digunakan dalam aplikasi kontrol daya seperti dimmer lampu dan pengendali kecepatan motor, memungkinkan arus listrik mengalir ke dua arah dengan arus kontrol yang rendah pada terminal Gate (Rayya Bramanta & Santosa, t.t.)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium komputer Fakultas Teknik Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat 2, Kecamatan. Medan Timur, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu Penerapan tugas akhir ini direncanakan selama 6 bulan dari disetujuinya penulisan proposal tugas akhir, pengambilan data, pengolahan data, seminar hasil sampai sidang akhir.

Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literatur	■	■				
3	Penulisan proposal		■	■			
4	Seminar proposal		■	■	■		
5	Pengambilan data			■	■	■	
6	Penulisan laporan tugas akhir				■	■	■
7	Seminar hasil dan sidang sarjana					■	■

3.2 Alat dan bahan

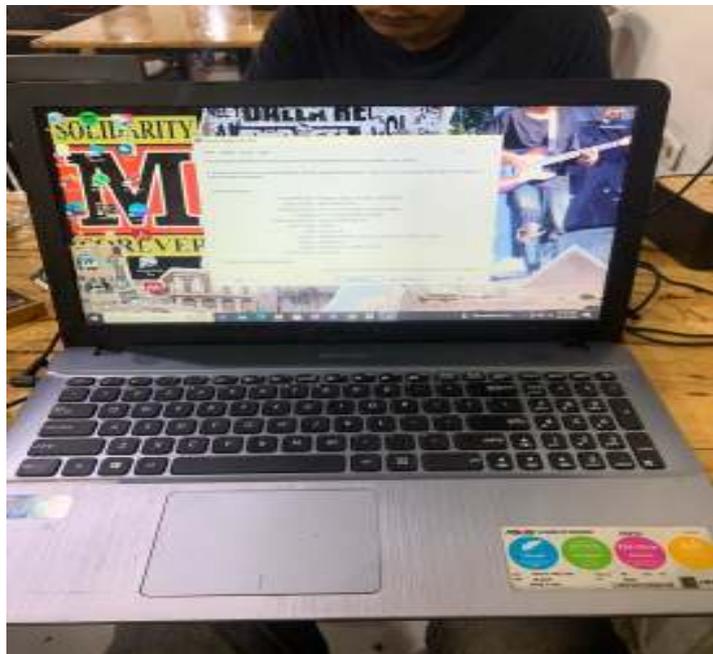
Alat dan bahan yang akan digunakan adalah :

3.2.1. *Software*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

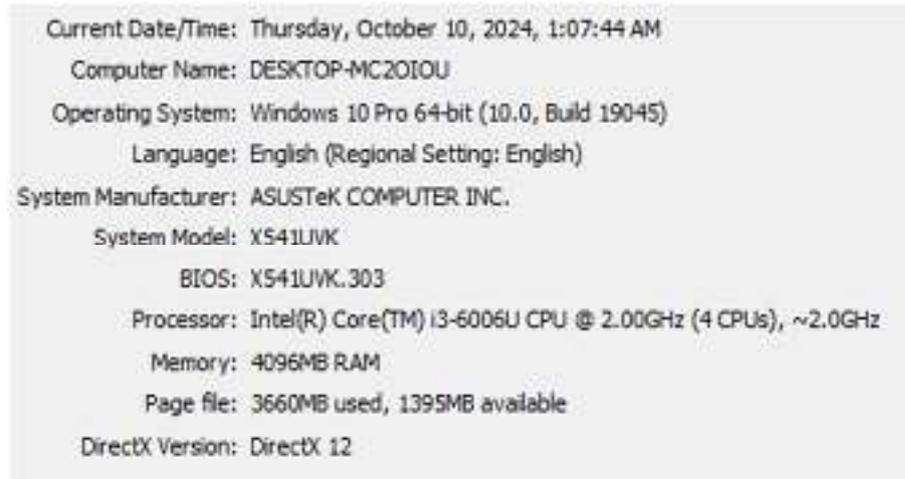
a. Laptop

Laptop yang digunakan untuk memogramkan alat Heater Induksi, selanjutnya untuk menjalankan aplikasi MATLAB (*Matrix Laboratory*) dan Arduino IDE dengan baik dibutuhkan laptop dengan spesifikasi yang cukup memumpuni.



Gambar 3. 1 Laptop ASUS X541UVK

Adapun Laptop yang digunakan pada penelitian ini adalah ASUS X541UVK dengan spesifikasi pada gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3. 2 Spesifikasi Laptop

b. MATLAB (*Matrix Laboratory*)

MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah *platform* yang dirancang untuk komputasi numerik dan analisis data. Ini menggabungkan bahasa pemrograman, lingkungan pengembangan, dan alat untuk visualisasi dan pemrograman algoritma



Gambar 3. 3 Logo MATLAB

c. Arduino IDE

Aplikasi Arduino adalah program yang digunakan untuk membuat dan mengelola proyek menggunakan board Arduino. Dengan aplikasi ini, kita bisa menulis kode untuk mengendalikan perangkat keras seperti lampu, sensor, dan motor.



Gambar 3. 4 Logo Aplikasi Arduino IDE

3.2.2. Hardware

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Keypad

Keypad adalah perangkat input yang terdiri dari tombol-tombol yang dapat ditekan untuk memasukkan data, seperti angka, huruf, atau perintah. Biasanya, keypad memiliki layout yang teratur, seperti tombol angka 0-9, serta tombol fungsi tambahan



Gambar 3. 5 Keypad

b. *Liquid Cristal Display (LCD)*

Menampilkan informasi seperti angka, teks, dan grafik dari perangkat Heater Induction, dan menampilkan data setpoint dari Keypad



Gambar 3. 6 *Liquid Cristal Display (LCD)*

c. Termokopel Tipe K

Termokopel tipe K adalah sensor suhu yang menggunakan dua jenis

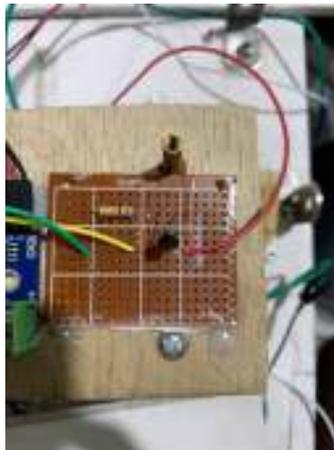
kawat logam berbeda, yaitu kromel (nikel-krom) dan alumel (nikel-aluminium) kegunaannya dapat mengukur panas koil didalam modul heater



Gambar 3. 7 Termokopel Tipe K

d. NTC Termistor

NTC termistor (*Negative Temperature Coefficient thermistor*) adalah jenis sensor suhu yang memiliki karakteristik resistansi yang menurun seiring dengan meningkatnya suhu Sangat sensitif terhadap perubahan suhu, menjadikannya ideal untuk aplikasi pengukuran suhu yang presisi



Gambar 3. 8 NTC(*Negative Temperature Coefficient thermistor*)

e. Sensor Arus Pzem 004-T

Sensor arus PZEM-004T adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur arus listrik, tegangan, daya, dan energi dalam suatu rangkaian



Gambar 3. 9 Sensor Arus Pzem 004-T]

f. Sensor Arus Pzem 025

Sensor arus PZEM-025 adalah perangkat pengukur arus dan energi yang digunakan untuk memantau konsumsi listrik dalam suatu rangkaian yang dilengkapi LCD untuk melihat arus dan energi dan PZEM-025 juga sebagai sensor arus yang efektif dan efisien untuk memantau dan menganalisis konsumsi daya, membantu meningkatkan efisiensi energi dalam berbagai aplikasi



Gambar 3. 10 Sensor Arus Pzem 025

g. Arduino Mega Pro

Arduino Mega Pro adalah suatu alat untuk mengotrol dan mengendalikan alat pemanas induksi agar pemanas itu dapat berkerja secara maksimal, pengontrolan dengan cara memasukkan hasil data pemograman yang telah dibuat kedalam Arduino MegaPro



Gambar 3. 11 Arduino Mega Pro

h. SSR (*Solid State Relay*)

Solid State Relay (SSR) digunakan dalam heater induksi untuk mengontrol daya listrik dengan efisien dan presisi. Heater induksi bekerja berdasarkan prinsip **induksi** elektromagnetik, di mana medan magnet diubah menjadi panas pada bahan logam tanpa kontak langsung



Gambar 3. 12 SSR (Solid State Relay)

3.3. PID Model

Pada penelitian ini, Adapun *transfer function Heater Induction* yang digunakan adalah berorde satu. Transfer function ini yang nantinya akan di implementasikan kedalam model PID. Transfer function orde satu digunakan karna terfokus kepada arus Listrik dalam hitungan waktu, orde satu mempunyai turunan yang lebih simple dari pada orde dua,

perbedaan orde satu dan dua bisa dilihat dari turunan, dan biasanya orde dua dipakai Ketika menghitung seluruh sensor lainnya, sedangkan penelitian ini terfokus pada waktu yang dibutuhkan system untuk mencapai set point. Perhitungan tranfer function Heater Induksi 1000 watt dengan model orde pertama (Pendekatan termal sederhana) dengan rumus :

$$G(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

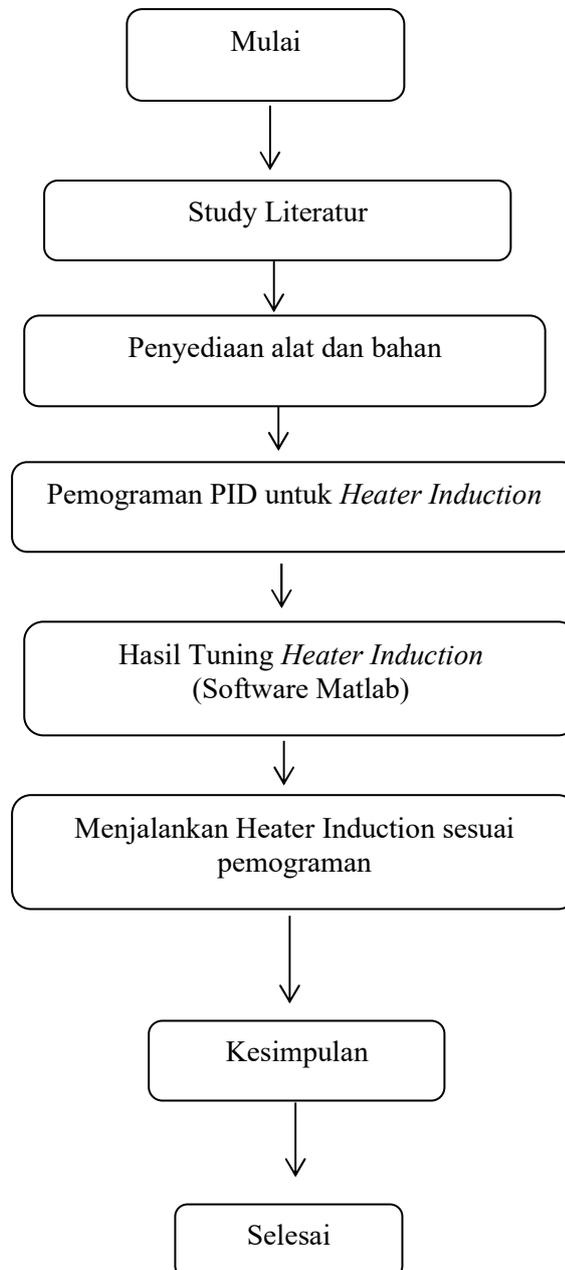
Dimana :

- K: Gain sistem, yaitu rasio antara perubahan suhu dengan daya yang diberikan ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$).
- τ : Konstanta waktu pemanasan (detik).

Perkiraan Parameter:

- Jika daya 1000W meningkatkan suhu logam sekitar 100°C dalam 10 detik, maka:
- $KKK \approx 0.1 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{W}$ (100°C dibagi 1000W)
- $\tau \approx 10$ detik (dari respon pemanasan)

3.4. Bagan Alir Penelitian



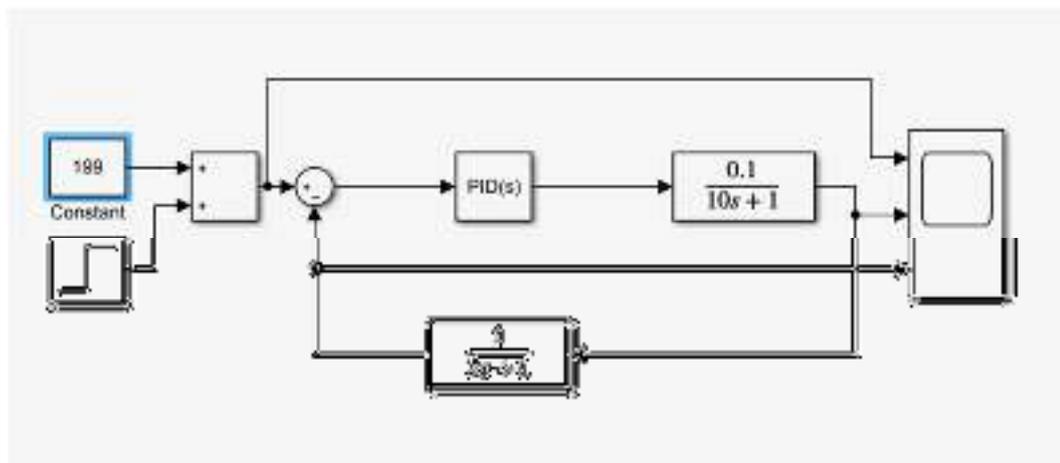
Gambar 3. 13 Diagram Alir Penelitian

3.5. Model Sensor

Adapun model sensor dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Siapkan aplikasi digunakan untuk membuat desain seperti Matlab dan arduinouno
2. Membuat pemograman untuk tuning pemanas kompor induksi.
3. Memilih sensor yang akan digunakan untuk menjalankan pemanas kompor induksi
4. Menyediakan part atau komponen – komponen yang terdapat pada alat kompor induksi sesuai dengan alat yang di program. Seperti:
 - a. Termokopel tipe k
 - b. Arduino mega pro
 - c. LCD
 - d. Keypad
 - e. Arus sensor Pzeem 025
 - f. Sensor arus pzeem 004 t
 - g. NTC (*Negative Temperature Coefficient thermistor*)
 - h. SSR (*Solid State Relay*)

3.6. Prosedur Perancangan



Gambar 3.14 Prosedur Perancangan

Pada gambar 3.14 yaitu Prosedur perancangan yang Dimana Sebelum melakukan pengujian ke alat Heater Induction maka diperlukan membuat Simulink di MATLAB agar dapat melihat hasil yang diinginkan yang Dimana nilai set point dan model PID berhasil atau tidak. Nilai *constant* adalah nilai yang di *set point* ataupun nilai *temperature* dan SUM fungsinya adalah blok yang digunakan untuk menerima *feedback* dari sensor ke system, sedangkan PID *Controller* berguna untuk mengubah nilai yang telah di tetapkan sesuai dengan nilai yang disimulasikan menggunakan orde pertama dengan konstanta Propotional (Kp) 10, Konstanta Integral (Ki) 0,5 dan Konstanta Derivative (Kd) 0,5 dan *transfer function* berguna untuk alat *heater induksi*, *transfer function* ini menggunakan orde pertama yang Dimana konstantanya 0,1 dan waktunya $10s + 1$ setelah itu masuk ke *transfer function* sensor yang sama dengan memakai orde pertama dengan nilai konstanta 1 dan nilai waktu $2s + 1$ karena di sensor menggunakan waktu per 2 detik dengan linier 1, setelah itu barulah keluar hasil dengan menekan skope.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Simulasi PID menggunakan Matlab

Pada Penelitian ini, untuk menentukan hasil yang maksimal dengan nilai set point yang diinginkan, maka dari itu perlu mensimulasikan Konstanta Propotional (K_p), Konstanta Integral (K_i) dan Konstanta Derivative (K_d) agar nilai yang akan di set point berjalan dengan cepat dengan mengurangi *Stady State Error* yaitu kesalahan antara nilai *set point* dan nilai keluaran system, dan mengurangi *overshot* yang Dimana amplitudo sinyal melebihi nilai *set point*, dan mengurangi gelombang untuk mencapai hasil yang tepat. Maka dari itu perlu mensimulasi atau *transfer function* PID dengan bantuan MATLAB yang Dimana simulasi ini menggunakan metode orde pertama dengan konstanta numerator 1 dan konstanta denominator waktu pemanasan $10s + 1$ dengan mencari nilai ketetapan nilai K_p , K_i dan K_d , dengan nilai *set point* berada di $200\text{ }^\circ\text{C}$.

4.1.1. Respon System Terhadap Tuning Parameter Konstanta Proportional, Konstanta Integral dan Konstanta Derivative

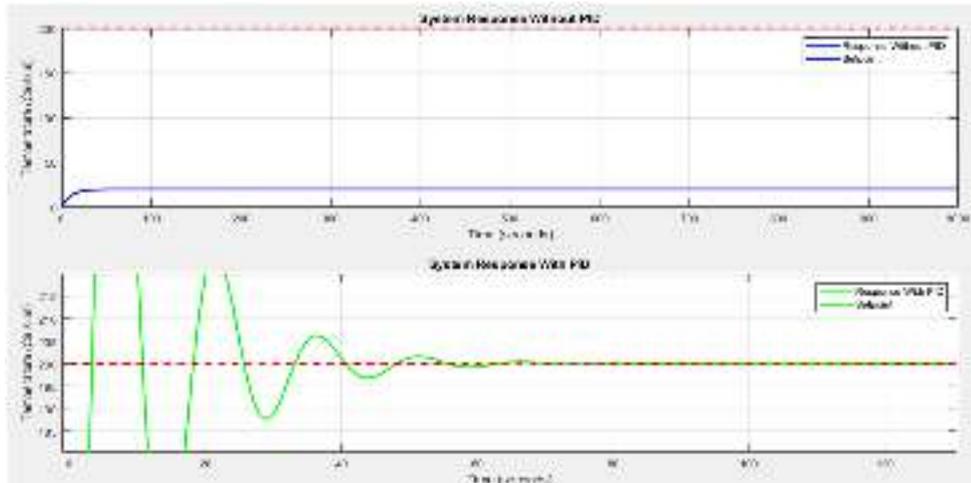
a. Tuning Parameter Konstanta Propotional (K_p)

Berdasarkan hasil *transfer function* orde pertama yang dibuat dengan MATLAB dengan nilai konstanta 0,1 dan nilai konstanta waktu pemanasan $10\text{ s} + 1$ dengan asumsi awal parameter yang di tuning adalah K_p dari nilai 0 sampai 12, dengan nilai K_i di tetapkan pada 0,5 dan nilai K_d di tetapkan pada 0,5. Nilai K_i dan K_d di tetapkan dengan asumsi mengambil nilai paling Tengah pada masing masing nilai konstanta. Dengan nilai set point berada di $200\text{ }^\circ\text{C}$.

Tabel 4. 1 pengaruh grafik dengan simulasi Konstanta Propotional (Kp)

Konstanta Propotional (Kp)	Konstanta Integral (Ki)	Konstanta Derivative (Kd)	Transfer Function	Time (s)
0				No respon
1				130 s
2				120 s
3				115 s
4				110 s
5	0,5	0,5	$G(s) = \frac{0,1}{10 + 1}$	115 s
6				100 s
7				95 s
8				90 s
9				85 s
10				80 s
11				80 s
12				80 s

Table 4.1 menjelaskan bahwa dari hasil percobaan perubahan Kp dari 0 sampai 12 dengan nilai Ki 0,5, dan Kd 0,5, dengan nilai numerator 0,1 dan dumerator 10 + 1 maka mendapatkan waktu yang berbeda, Dimana nilai Kp 0 tidak ada respon dan nilai 1 mendapatkan waktu 110 detik dan nilai Kp 10 mendapatkan waktu 80 detik. Artinya nilai Kp yang paling tepat digukan adalah nilai Kp 10. Gambar berikut adalah simulasi PID dengan nilai Konstanta Propotional 10.



Gambar 4. 1 Grafik simulasi PID dengan Konstanta Propotional 10

Pada gambar 4.1 diatas menunjukkan perubahan antara system respon tanpa PID dan menggunakan PID, dengan menunjukkan garis Y adalah suhu dalam celsius dan garis X adalah waktu dalam detik yang Dimana nilai temperatur di set menjadi 200 °C, dengan menggunakan *transfer function* orde pertama dan nilai Ki 0,5 dan Kd 0,5 dan merubah nilai Kp dengan nilai 10 mendapatkan waktu yang cepat, yaitu 80 detik atau 1 menit 20 detik , maka dari untuk mencapai panas yang diinginkan hanya membutuhkan waktu 1 menit 20 detik. Garis hijau adalah respon system menggunakan PID dan Garis merah putus putus adalah *setpoint* atau suhu yang diinginkan dan hasil dari grafik yang di dapat adalah Sistem mencapai *setpoint* dengan cepat dengan waktu 80 detik tetapi ada *Stady State error* yang Dimana *set point* suhu dan nilai keluaran berbeda.

Ada 4 kali *overshoot* atau melebihi nilai *setpoint*, tetapi sistem segera menyesuaikan dan stabil. *Overshoot* pertama dengan *temperature* 295 °C di waktu 6 detik dan yang terakhir di dengan *temperature* 201°C di waktu 68 detik setelah itu *overshoot* menghilang. Setelah itu pada grafik masih terlihat *over dumped* dan *under dumped* (ayunan) menunjukkan bahwa sistem mencoba menyesuaikan daya pemanasan sebelum akhirnya mencapai stabilitas. *Rise time* atau waktu yang dibutuhkan system adalah di waktu 80 detik atau 1 menit 20 detik untuk mencapai *set point* dan disitu juga *Steady State Error* mengalami pengurangan Ini menunjukkan bahwa Kp memberikan respons yang lebih cepat dan akurat dibandingkan tanpa kontrol. Selanjutnya dilakukan *pentuningan* Konstanta Integral dan Konstanta Derivative untuk melihat respon signal yang bertujuan

untuk mengurangi parameter parameter *Steady State error, overshoot, settling time, rise time over dumped* dan juga *under dumped*.

b. Tuning Parameter Konstanta Integral (Ki)

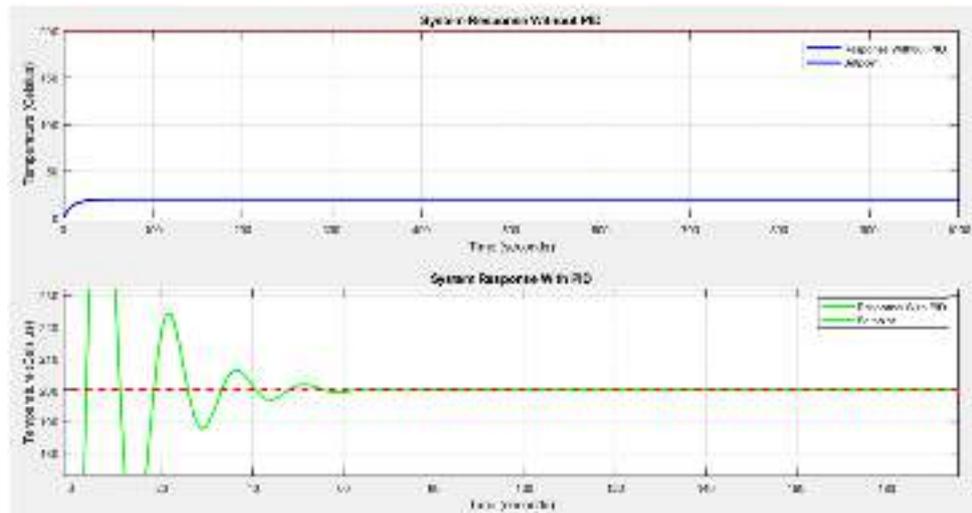
Berdasarkan hasil *transfer function* orde pertama yang dibuat dengan MATLAB dengan nilai konstanta 0,1 , nilai konstanta waktu pemanasan 10 s + 1, dan nilai Kp 10 dengan asumsi awal parameter yang di *tuning* adalah Ki dari nilai 0 sampai 1, dengan nilai Kd di tetapkan pada 0,5. Nilai konstantan Kd di tetapkan dengan asumsi mengambil nilai paling Tengah nilai konstanta. Dengan nilai *set point* berada di 200 °C.

Tabel 4. 2 menjelaskan bahwa dari hasil percobaan perubahan Ki dari 0

Konstanta Propotional (Kp)	Konstanta Integral (Ki)	Konstanta Derivative (Kd)	Transfer Function	Time (s)
	0			No Respon
	0,1			111 s
	0,2			95 s
	0,3			89 s
	0,4		$G(s)$	88 s
10	0,5	0,5	$= \frac{0,1}{10 + 1}$	84 s
	0,6			86 s
	0,7			90 s
	0,8			90 s
	0,9			92 s
	1			99 s

Table 4.2 menjelaskan bahwa dari hasil percobaan perubahan Ki dari 0 sampai 1 dengan nilai Kp yang telah di simulasikan sebelumnya adalah kp 10 dan konstanta Derivative (Kd) 0,5, dengan nilai numerator 0,1 dan dumerator 10s + 1 maka mendapatkan waktu yang berbeda, Dimana nilai Ki 0 tidak ada respon dan Ki 0,1 mendapatkan waktu 111 detik dan nilai Ki 0,5 mendapatkan waktu 84 detik. Artinya nilai Ki yang paling tepat digukan adalah nilai Ki 0,5. Gambar

berikut adalah simulasi PID dengan nilai Konstanta Integral (Ki) 0,5.



Gambar 4. 2 Grafik simulasi PID dengan Konstanta Integral 0,5

Pada gambar 4.2 diatas menunjukkan perubahan antara system respon tanpa PID dan menggunakan PID, dengan menunjukkan garis Y adalah suhu dalam celcius dan garis X adalah waktu dalam detik yang Dimana nilai temperatur di set menjadi 200 °C celcius, dengan menggunakan *transfer function* orde pertama dan nilai Konstanta Propotional yang telah di simulasikan sebelumnya adalah K_p 10 dan K_d 0,5 dan merubah nilai Konstanta Integral dengan nilai 0,5 mendapatkan waktu yang cepat, yaitu 84 detik atau 1 menit 24 detik , maka dari untuk mencapai panas yang diinginkan hanya membutuhkan waktu 1 menit 24 detik. Hasil grafik K_p 10 dan K_i 0,5 hampir sama, yang Dimana Garis hijau adalah respon system menggunakan PID dan Garis merah putus putus adalah setpoint atau suhu yang diinginkan dan hasil dari grafik yang di dapat adalah Sistem mencapai setpoint dengan cepat dengan waktu 84 detik tetapi ada *Stady State error* yang Dimana *set point* suhu dan nilai keluaran berbeda. Ada 4 kali *overshoot* atau melebihi nilai *setpoint*, tetapi sistem segera menyesuaikan dan stabil.

Overshoot pertama dengan *temperature* 294°C di waktu 6 detik dan yang terakhir di dengan *temperature* 201°C di waktu 68 detik setelah itu *overshoot* menghilang. Selanjutnya pada grafik masih terlihat *over dumped* dan *under dumped* (ayunan) menunjukkan bahwa sistem mencoba menyesuaikan daya pemanasan sebelum akhirnya mencapai stabilitas. *Rise time* atau waktu yang dibutuhkan system adalah di waktu 84 detik atau 1 menit 24 detik untuk mencapai

set point dan disitu juga *Steady State Error* mengalami pengurangan Ini menunjukkan bahwa konstanta Integral memberikan respons yang lebih cepat dan akurat dibandingkan tanpa kontrol. Selanjutnya dilakukan penyetunan Konstanta Derivative untuk melihat respon signal yang bertujuan untuk mengurangi parameter parameter *Steady State error, overshoot, settling time, rise time over damped* dan juga *under damped*

c. Tuning Parameter Konstanta Derivative (Kd)

Berdasarkan hasil *transfer function* orde pertama yang dibuat dengan MATLAB dengan nilai konstanta 0,1, nilai konstanta waktu pemanasan $10 s + 1$, nilai Konstanta Propotional 10, dan nilai Konstanta Integral 0,5 dengan asumsi awal parameter yang di tuning adalah Kd dari nilai 0 sampai 1, Dengan nilai *set point* berada di $200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

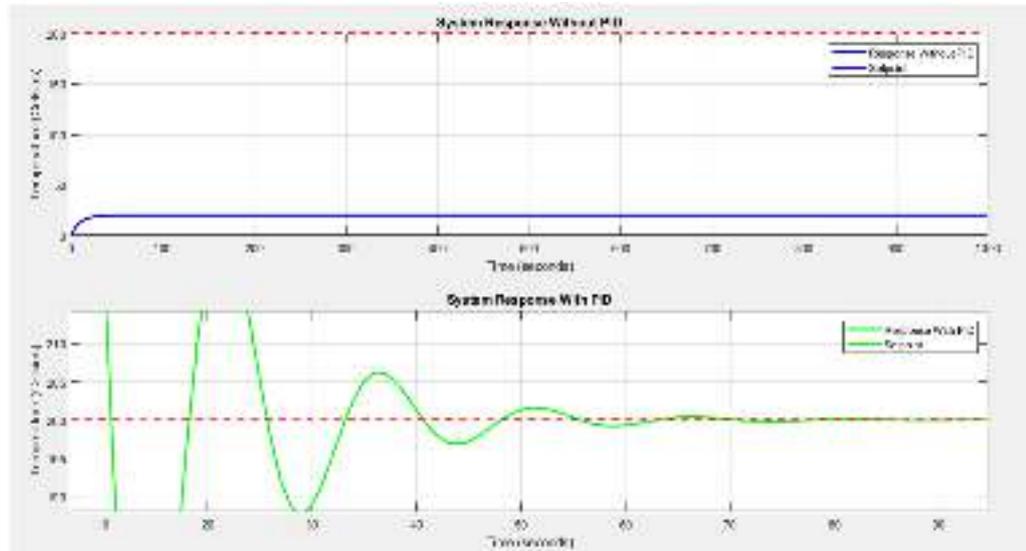
Tabel 4. 3 Pengaruh grafik dengan simulasi Konstanta Derivative (Kd)

Konstanta Propotional (Kp)	Konstanta Integral (Ki)	Konstanta Derivative (Kd)	Transfer Function	Time (s)
10	0,5	0	$G(s) = \frac{0,1}{10 + 1}$	90 s
		0,1		90 s
		0,2		97 s
		0,3		98 s
		0,4		99 s
		0,5		86 s
		0,6		92 s
		0,7		100 s
		0,8		101 s
		0,9		102 s
		1		102 s

Table 4.3 menjelaskan bahwa dari hasil percobaan perubahan Kd dari 0 sampai 1 dengan nilai Kp yang telah di simulasikan sebelumnya adalah kp 10 dan juga Ki yang telah disimulasi mendapatkan nilai ki 0,5 dengan nilai numerator 0,1 dan dumerator $10 + 1$ maka mendapatkan waktu yang berbeda, Dimana nilai Kd 0 mendapatkan watu 90 detik dan nilai Kd 0,1 mendapatkan waktu 90 detik dan nilai Kd 0,5 mendapatkan waktu 86 detik. Artinya nilai Kd yang paling tepat

digunakan adalah nilai K_d 0,5.

Berikut adalah simulasi PID dengan nilai Konstanta Derivative (K_d) 0,5



Gambar 4. 3 Grafik simulasi PID dengan Konstanta Derivative 0,5

Pada gambar 4.2 diatas menunjukkan perubahan antara system respon tanpa PID dan menggunakan PID, dengan menunjukkan garis Y adalah suhu dalam celcius dan garis X adalah waktu dalam detik yang Dimana nilai *temperatur* di set menjadi 200 °C, dengan menggunakan *transfer function* orde pertama dan nilai Konstanta Propotional dan Konstanta Integral yang telah di simulasikan sebelumnya adalah K_p 10 dan K_i 0,5 dengan merubah nilai Konstanta Derivative dengan nilai 0,5 mendapatkan waktu yang cepat, yaitu 86 detik atau 1 menit 26 detik , maka dari untuk mencapai panas yang diinginkan hanya membutuhkan waktu 1 menit 26 detik.

Hasil grafik K_p 10 dan K_i 0,5 hampir sama, yang dimana Garis merah putus putus adalah setpoint atau suhu yang diinginkan dan Garis hijau adalah respon system menggunakan PID dan hasil dari grafik yang di dapat adalah Sistem mencapai *setpoint* dengan cepat dengan waktu 86 detik tetapi pada grafik masih *terlihat over dumped* dan *under dumped* (ayunan) menunjukkan bahwa sistem mencoba menyesuaikan daya pemanasan sebelum akhirnya mencapai stabilitas. Dan *Stady State error* yang Dimana *set point* suhu dan nilai keluaran berbeda. Ada 4 kali *overshoot* atau melebihi nilai *setpoint*, tetapi sistem segera menyesuaikan dan stabil. *Overshoot* pertama dengan *temperature* 294 °C di waktu

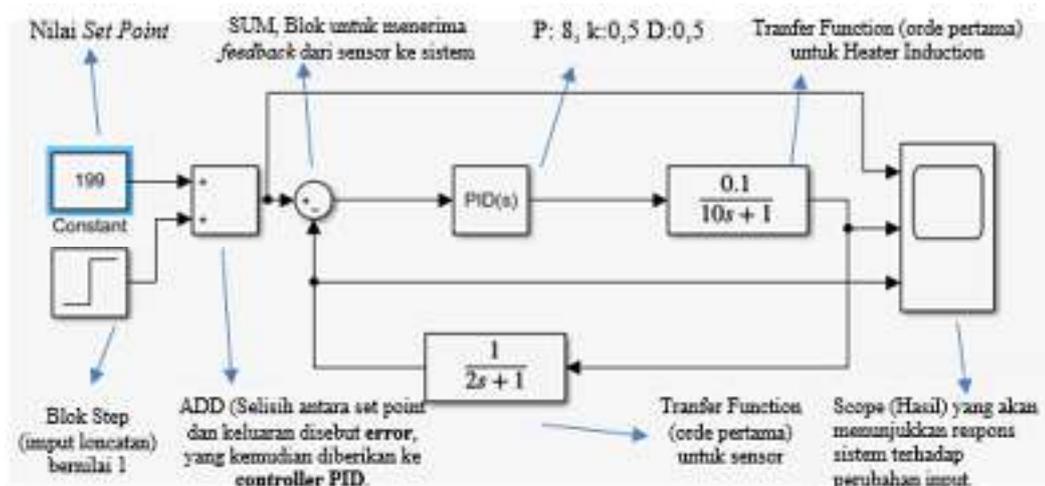
6 detik dan yang terakhir di dengan *temperature* 201°C di waktu 68 detik setelah itu *overshoot* menghilang. Selanjutnya. *Rise time* atau waktu yang dibutuhkan system adalah di waktu 84 detik atau 1 menit 24 detik untuk mencapai set point dan disitu juga *Steady State Error* mengalami pengurangan Ini menunjukkan bahwa konstanta Integral memberikan respons yang lebih cepat dan akurat dibandingkan tanpa kontrol.

4.1.2. Perancangan algoritma

1. Model simulink

Setelah mensimulasikan hasil dari Konstanta Propotional, Konstanta Integral, dan Konstanta derivative untuk mengurangi Stady State error yang Dimana nilai pengeluaran sesuai dengan nilai set point yang diinginkan, dan mengurangi nilai *overshoot* pada simulasi yang berdampak pada *under dumped* dan *overdumped* seperti gelombang yang berlebihan dengan terfokus pada waktu *Rise Time* atau waktu selesai dengan cepat. seperti yang telah disimulasikan sebelumnya maka didapat nilai Konstanta Propotional (K_p) adalah 10, Konstanta Integral (K_i) adalah 0,5 , dan Konstanta derivative (k_d) 0,5 dengan metode orde pertama dengan nilai konstanta 0,1 menggunakan metode orde pertama dengan konstanta 1 dan konstanta waktu pemanasan $10 + 1$ dengan nilai set point 200 °C.

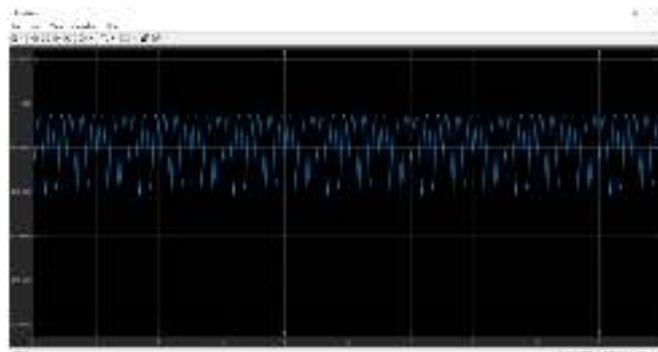
Untuk melihat hasil dari simulasi diatas memerlukan model Simulink seperti



Gambar 4. 4 model Simulink

Pada gambar 4.3 yaitu model Simulink yang Dimana Sebelum melakukan

pengujian ke alat Heater Induction maka diperlukan membuat Simulink di MATLAB agar dapat melihat hasil yang diinginkan yang Dimana nilai set point dan model PID berhasil atau tidak. Nilai *constant* adalah nilai yang di *set point* ataupun nilai *temperature* dan SUM fungsinya adalah blok yang digunakan untuk menerima *feedback* dari sensor ke system, sedangkan PID *Controller* berguna untuk mengubah nilai yang telah di tetapkan sesuai dengan nilai yang disimulasikan menggunakan orde pertama dengan konstanta Propotional (K_p) 10, Konstanta Integral (K_i) 0,5 dan Konstanta Derivative (K_d) 0,5 dan *transfer function* berguna untuk alat *heater induksi*, *transfer function* ini menggunakan orde pertama yang Dimana konstantanya 0,1 dan waktunya $10s + 1$ setelah itu masuk ke *transfer function* sensor yang sama dengan memakai orde pertama dengan nilai konstanta 1 dan nilai waktu $2 s + 1$ karena di sensor menggunakan waktu per 2 detik dengan linier 1, setelah itu barulah keluar hasil dengan menekan scope, maka hasilnya sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Hasil scope Simulink

Pada gambar 4.5 terlihat bahwasannya nilai yang di *set point* yaitu $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ dari menit pertama sampai dengan selesai dengan berkurangnya *steady state error* dalam artian nilai *set point* dan nilai pengeluarannya sesuai, dan terlihat juga bahwasannya *overshoot* berkurang yang Dimana amplitude signal dan nilai *set point* juga terlihat sesuai, dan berkurang juga nilai *over dumped* dan *under dumped* ataupun gelombang yang keluar dari set point dan Dengan bantuan MATLAB dan mensimulasikan hasil PID dengan nilai K_p 10, K_i 0,5 dan K_d 0,5 dan memasukkan ke scope Simulink maka terlihat jelas bahwa hasil yang disimulasikan sebelumnya menggunakan orde pertama berhasil

2. Mikrokontroler

Program ini digunakan untuk mengontrol suhu pemanas menggunakan metode PID (Proportional-Integral-Derivative) dan kipas pendingin secara otomatis. Mikrokontroler membaca suhu dari sensor MAX6675, mengontrol pemanas dengan SSR (Solid State Relay), mengatur kecepatan kipas, dan menampilkan informasi pada LCD 20x4. Selain itu, sistem dapat memonitor tegangan, arus, dan daya listrik menggunakan PZEM-004T serta memungkinkan pengguna untuk mengubah setpoint suhu melalui keypad 4x4.

Berikut system algoritma PID yang dimasukkan ke mikrokontroler

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <max6675.h>
#include <Keypad.h>
#include <PID_v1.h>
```

Wire.h Untuk komunikasi I2C dengan LCD, LiquidCrystal_I2C.h untuk Mengontrol LCD 20x4 PZEM004Tv30.h, untuk Mengontrol sensor daya PZEM-004T, max6675.h Untuk membaca suhu dari sensor MAX6675, Keypad.h Untuk membaca input dari keypad 4x4 PID_v1.h Untuk menghitung output kontrol PID.

```
//Definisi pin Heater dan Kipas
#define SSR_PIN 34
#define ENA 2
#define IN1 22
#define IN2 23
#define ENB 3
#define IN3 24
#define IN4 25
```

SSR_PIN (34) untuk Mengontrol pemanas ENA & ENB (2, 3) untuk Mengontrol kecepatan kipas, IN1-IN4 (22-25) untuk Mengontrol arah putaran kipas.

```
// Pin MAX6675
#define SCK_PIN 52
#define CS_PIN 53
#define SO_PIN 50
```

SCK (52), CS (53), SO (50) digunakan untuk komunikasi SPI dengan sensor suhu.

```
// Inisialisasi LCD 20x4
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 20, 4);
// Inisialisasi PZEM-004T
PZEM004Tv30 pzem (&Serial2, 26, 27);
// Inisialisasi sensor MAX6675
MAX6675 thermocouple (SCK_PIN, CS_PIN, SO_PIN);
```

LCD (0x27) untuk LCD 20x4 dengan alamat 0x27 PZEM-004T (Serial2, TX: 26, RX: 27) untuk Menggunakan UART untuk komunikasi daya listrik MAX6675 untuk Sensor suhu

```
// Inisialisasi Keypad 4x4
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys [ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};
```

```
byte rowPins [ROWS] = {36, 37, 38, 39};
byte colPins [COLS] = {40, 41, 42, 43};
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
```

Keypad digunakan untuk memasukkan nilai setpoint suhu Tombol "#" digunakan untuk mengonfirmasi input setpoint Tombol "*" digunakan untuk menghapus input.

```
// PID Control Variables
double setpoint = 50.0, inputTemp, outputPID;
double Kp = 3.0, Ki = 6.0, Kd = 2.0; // PID lebih agresif
PID myPID (&inputTemp, &outputPID, &setpoint, Kp, Ki, Kd, DIRECT);
// Buffer input keypad
```

```

String inputBuffer = "";
// Timer tanpa delay
unsigned long prevMillis = 0;
const long interval = 200; // Update setiap 200ms
Dimana setpoint awal suhu = 50°C PID dengan nilai Kp = 3.0, Ki = 6.0,
Kd = 2.0 Timer tanpa delay untuk mengupdate data setiap 200ms
void setup () {
  Serial.begin(9600);
  pinMode (SSR_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite (SSR_PIN, LOW);
  pinMode (ENA, OUTPUT);
  pinMode (IN1, OUTPUT);
  pinMode (IN2, OUTPUT);
  pinMode (ENB, OUTPUT);
  pinMode (IN3, OUTPUT);
  pinMode (IN4, OUTPUT);
  // Inialisasi LCD
  lcd.init ();
  lcd.backlight ();
  lcd.setCursor (0, 0);
  lcd.print (" PID Heater Control ");
  delay (2000);
  lcd.clear ();
  // Inialisasi PID
  myPID.SetMode(AUTOMATIC);
  myPID.SetOutputLimits(0, 255);

```

Untuk Inialisasi pin, LCD, dan PID Menampilkan pesan awal pada LCD

```

void loop() {
  unsigned long currentMillis = millis();
  if (currentMillis - prevMillis >= interval) {
    prevMillis = currentMillis;

```

Menggunakan **millis()** agar tidak memakai **delay()**

```

// Baca suhu dari MAX6675
inputTemp = thermocouple.readCelsius();
// Baca daya dari PZEM
float voltage = pzem.voltage();
float current = pzem.current();
float power = pzem.power();
// Adaptive PID (Meningkatkan Kp saat error besar)
double error = abs(setpoint - inputTemp);
if (error > 10) {
    myPID.SetTunings(5.0, 6.0, 2.0);
} else {
    myPID.SetTunings(3.0, 6.0, 2.0);
}
// Hitung PID
myPID.Compute()
// Kontrol Heater dengan PID
digitalWrite(SSR_PIN, outputPID > 50 ? HIGH : LOW);
// Kontrol kecepatan kipas berdasarkan suhu
int fanSpeed = map(inputTemp, 30, 100, 100, 255);
fanSpeed = constrain(fanSpeed, 100, 255)
analogWrite(ENA, fanSpeed);
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
analogWrite(ENB, fanSpeed);
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, LOW);
// Menampilkan data pada LCD tanpa flickering
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Set: ");
lcd.print(setpoint, 1);
lcd.print("C ");
lcd.setCursor(0, 1);

```

```

    lcd.print("Temp: ");
    lcd.print(inputTemp, 1);
    lcd.print("C ");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("P: ");
    lcd.print(power, 1);
    lcd.print("W ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("V: ");
    lcd.print(voltage, 1);
    lcd.print("V I: ");
    lcd.print(current, 2);
    lcd.print("A ");
}

// Baca input dari Keypad tanpa blocking
char key = keypad.getKey();
if (key) {
    if (key == '#') { // Konfirmasi setpoint
        if (inputBuffer.length() > 0) {
            setpoint = inputBuffer.toFloat();
            inputBuffer = "";
        } else if (key == '*') { // Reset input
            inputBuffer = "";
        } else { // Tambah angka ke buffer
            inputBuffer += key;
        }
    }
}

```

4.1.3. Pengujian Heater Induction berbasis PID

Setelah dilakukannya pengujian PID dengan nilai Konstanta Proportional 10, Konstanta Integral 0,5 dan Konstanta Derivative 0,5 agar mendapatkan nilai yang sesuai *Set Point* yang bertujuan untuk mengurangi *Stady State Error*, *Overshoot Under Dumped* dan *Over Dumped* dengan transfer fuction orde

pertama. Maka dilakukan 5 pengujian *Heater Induction*, pengujian dengan suhu 80°C, suhu 120 °C, suhu 180 °C , suhu 250 °C dan suhu 320 °C

a. Pengujian *Heater Induction* pada 80°C

Pengujian dilakukan dengan menginputkan *set point* 80 °C kemudian dilakukan pengamatan untuk melihat respon system. Gambar berikut menunjukkan grafik respon *set point* system pada 80 °C



Gambar 4. 6 Hasil scope Simulink dengan nilai set point 80

Gambar diatas menunjukkan nilai *set point* 180 °C selanjutnya di uji dalam *Heater Induction*



Gambar 4. 7 nilai Set point 80 °C saat modul berkerja

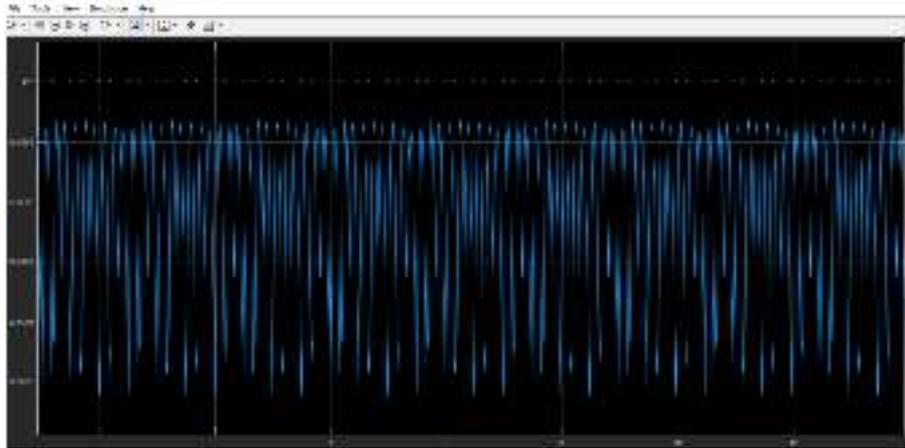


Gambar 4. 8 nilai Set point 80 °C saat modul menahan temperature

Berdasarkan gambar pertama menunjukkan bahwa indicator *Solid State Relay* hidup yang menandakan alat *Heater Induction* sedang memanaskan sesuai nilai set point yang diinginkan dan pada gambar kedua indicator *Solid State Relay* mati karena nilai pengeluaran melebihi nilai *set point*. Berdasarkan kedua gambar di atas menunjukkan bahwa system mampu mengendalikan ataupun mampu menahan nilai *set point* 80 °C.

b. Pengujian *Heater Induction* pada 120°C

Pengujian dilakukan dengan mengimputkan *set point* 120 °C kemudian dilakukan pengamatan untuk melihat respon system. Gambar berikut menunjukkan grafik respon *set point* system pada 120 °C



Gambar 4. 9 Hasil scope Simulink dengan nilai *set point* 120 °C

Gambar diatas menunjukkan nilai *set point* 120 °C selanjutnya di uji *dalam Heater Induction*



Gambar 4. 10 nilai Set point 120 °C saat modul berkerja

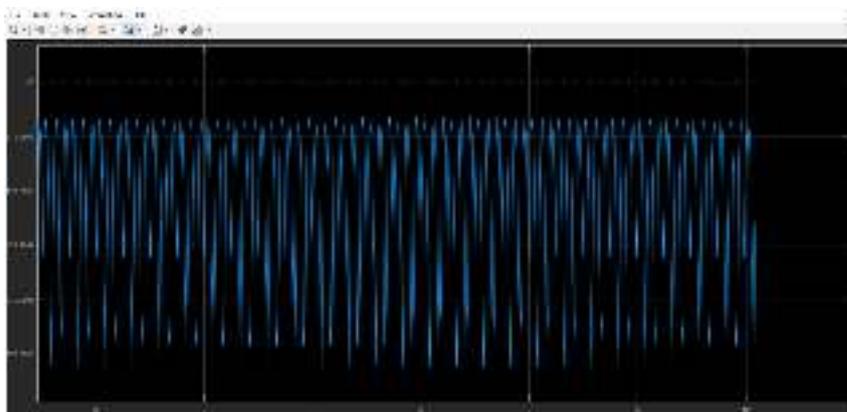


Gambar 4. 11 nilai Set point 120 °C saat modul menahan temperature

Berdasarkan gambar pertama menunjukkan bahwa *indicator Solid State Relay* hidup yang menandakan alat *Heater Induction* sedang memanaskan sesuai nilai *set point* yang diinginkan dan pada gambar kedua *indicator Solid State Relay* mati karena nilai pengeluaran melebihi nilai *set point*. Berdasarkan kedua gambar di atas menunjukkan bahwa system mampu mengendalikan ataupun mampu menahan nilai *set point* 120 °C.

c. Pengujian *Heater Induction* pada 180°C

Pengujian dilakukan dengan menginputkan *set point* 180 °C kemudian dilakukan pengamatan untuk melihat respon system. Gambar berikut menunjukkan grafik respon *set point* system pada 180 °C



Gambar 4. 12 Hasil scope Simulink dengan nilai set point 180 °C

Gambar diatas menunjukkan nilai *set point* 180 °C selanjutnya di uji dalam *Heater Induction*



Gambar 4. 13 nilai Set point 180 °C saat modul berkerja



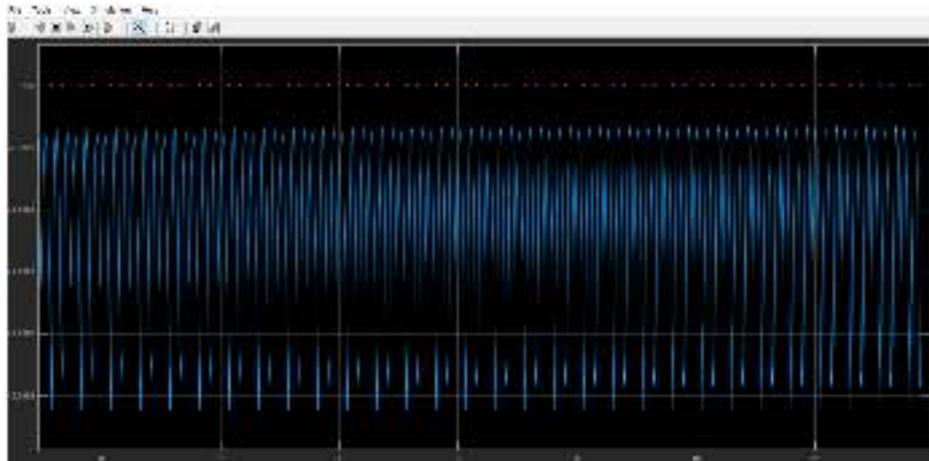
Gambar 4. 14 nilai Set point 180 °C saat modul menahan temperature

Berdasarkan gambar pertama menunjukkan bahwa *indicator Solid State Relay* hidup yang menandakan alat *Heater Induction* sedang memanaskan sesuai nilai *set point* yang diinginkan dan pada gambar kedua *indicator Solid State Relay* mati karena nilai pengeluaran melebihi nilai *set point*. Berdasarkan kedua gambar

di atas menunjukkan bahwa system mampu mengendalikan ataupun mampu menahan nilai *set point* 180 °C

d. Pengujian *Heater Induction* pada 250°C

Pengujian dilakukan dengan mengimputkan *set point* 250 °C kemudian dilakukan pengamatan untuk melihat respon system. Gambar berikut menunjukkan grafik respon *set point* system pada 250 °C



Gambar 4. 15 Hasil scope Simulink dengan nilai *set point* 250 °C

Gambar diatas menunjukkan nilai *set point* 250 °C selanjutnya di uji dalam Heater Induction



Gambar 4. 16 nilai Set point 250 °C saat modul berkerja

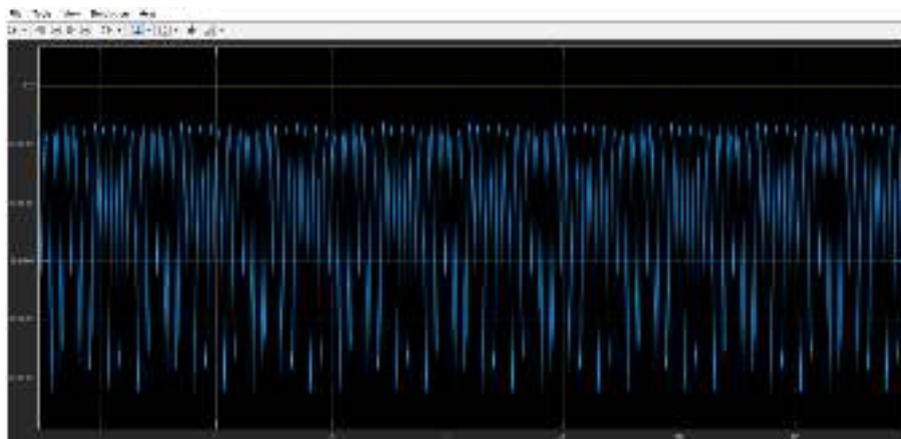


Gambar 4. 17 nilai Set point 250 °C saat modul menahan temperature

Berdasarkan gambar pertama menunjukkan bahwa *indicator Solid State Relay* hidup yang menandakan alat *Heater Induction* sedang memanaskan sesuai nilai *set point* yang diinginkan dan pada gambar kedua *indicator Solid State Relay* mati karena nilai pengeluaran melebihi nilai *set point*. Berdasarkan kedua gambar di atas menunjukkan bahwa system mampu mengendalikan ataupun mampu menahan nilai *set point* 250 °C

e. Pengujian *Heater Induction* 320°C

Pengujian dilakukan dengan menginputkan *set point* 320 °C kemudian dilakukan pengamatan untuk melihat respon system. Gambar berikut menunjukkan grafik respon *set point* system pada 320 °C



Gambar 4. 18 Hasil scope Simulink dengan nilai set point 320 °C

Gambar diatas menunjukkan nilai *set point* 320 °C selanjutnya di uji dalam *Heater Induction*



Gambar 4.19 nilai Set point 320°C saat modul berkerja



Gambar 4.20 nilai Set point 320 °C saat modul menahan temperature

Berdasarkan gambar pertama menunjukkan bahwa *indicator Solid State Relay* hidup yang menandakan alat *Heater Induction* sedang memanaskan sesuai *nilai set point* yang diinginkan dan pada gambar kedua *indicator Solid State Relay* mati karena nilai pengeluaran melebihi nilai *set point*. Berdasarkan kedua gambar di atas menunjukkan bahwa system mampu mengendalikan ataupun mampu menahan nilai *set point* 320 °C

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Bedasarkan Analisa dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil memogram alat *Heater Induction* untuk memanaskan logam secara otomatis sesuai dengan Pemodelan PID yang telah direncanakan. *Heater Induction* dapat memanaskan atau penyepuhan pada logam tanpa harus memakai bahan bakar seperti dapur pelebur konvensional pada umumnya. Dengan pemodelan PID agar dapat mengoperasikan alat heater induksi sesuai dengan nilai set point yang diinginkan
2. Dari hasil penelitian Heater Induction menggunakan pemograman PID agar suhu tetap terjaga pada temperature yang diinginkan agar suhu Heater Induction tetap stabil dari awal pemanasan hingga akhir

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang perlu disampaikan oleh penulis ialah:

1. Dalam pengembangan selanjutnya, ukuran serta bentuk alat bisa sedikit diperbaiki agar jarak setiap komponen dapat lebih luas sehingga peletakan komponen lebih tertata dengan rapih dan bisa mempermudah pengguna untuk memperbaiki ketika terjadi kerusakan pada alat.
2. Agar alat ini bekerja secara akurat, maka dapat meningkatkan kapasitas modul *Heater Induction* agar dapat meleburkan baja dan lainnya, karna semakin besar kapasitas modul *heater induction* maka proses peleburan semakin cepat.
3. Pada perancangan berikutnya disarankan agar *Heater Induction* ini dapat dikembangkan lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, M., Kurniawan, A., Saukani, I., & Malang, P. N. (2024). Sistem Kendali Suhu Menggunakan Metode PID dalam Proses Deasetilasi Kitin. *Jurnal Ilmu Teknik*, *1*(2), 131–137.
- Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY*. (n.d.).
- Arif Wahyu Budiarto, M. S. G. (2019). 1392-Manuscript-4741-1-10-20190630 (1). *Applied Electrical Engineering*, *3*, 3–6.
- data sheet arus Pzem 025.pdf*. (n.d.).
- Efendi, R., Badia, B. A., Tando, A., Padang, W. L., Mesin, J. T., Teknik, F., Tenggara, U. S., Kapten, J., & Tandean, P. (2023). 15 Efendi, Rustam, dkk; Rancang Bangun Data Logger Termokopel Berbasis Arduino Mega 2560 Skala Laboratorium 16 Efendi, Rustam, dkk; Rancang Bangun Data Logger Termokopel Berbasis Arduino Mega 2560 Skala Laboratorium. *9*(2), 15–19.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2002). *BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1*. 1–64.
- Iii, P. D., & Surabaya, P. P. (2023). *RANCANG BANGUN SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS ESP-32 MENGGUNAKAN SENSOR PZEM-004T SWITCH BERBASIS ESP-32*.
- Kurniati, S., Syam, S., & Bantoruan, F. L. (2021). Sistem Pemanas Induksi Dengan Menggunakan Solenoid Coil Dan Mikrokontroler. *Jurnal Media Elektro*, *X*(1), 44–52. <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.3902>
- Kurniawan, I., Girawan, B. A., Muasih, I., & Susanto, Y. (2020). Rancang Bangun Alat Pemanas Induksi Proses Perlakuan Panas. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, *1*(1), 21–30. <https://doi.org/10.35970/accurate.v1i1.162>
- Kustija, J. (2012). *MODUL SENSOR DAN*.
- Lukmansyah, M. (2023). Pengatur Tinggi Permukaan Air Dengan Sensor Thermistor. *Jurnal Teknik Elektro Rafflesia*, *3*(1), 18–27.
- Matlab, P., Algorithm, P., Data, A., Keilmuan, G., Matlab, R., Window, C.,

- Matlab, J. U., & Matlab, M. (n.d.). *Pengenalan aplikasi matlab*.
- Maulidi, A. K., Syifa, F. T., & Wibisono, G. (2023). Pemanfaatan Sensor Arus untuk Efektifitas Penggunaan Daya Listrik pada Ruangan Kelas Menggunakan Internet of Things. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 5(1), 41–49. <https://doi.org/10.20895/jtece.v5i1.836>
- Mohammad Noviansyah. (2019). *Pengenalan Dasar Matlab. Pengenalan Dasar Matlab*.
- Muhammad Agil Haikal, Dandy Tulus Herlambang, Machrus Ali, & Muhlasin. (2021). Desain Optimasi PID Controller Pada Heating Furnace Temperature Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO). *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 2(2), 77–82. <https://doi.org/10.36040/alinier.v2i2.5162>
- Mukhtar, A., Hermana, R., Burhanudin, A., & Setyoadi, Y. (2023). *Sensor Dan Aktuator: Konsep Dasar Dan Aplikasi. Cv Widina Media Utama*, 1.
- Pradipta, A., Adyapaka Apatya, Y. B., & Krismastuti, H. (2022). Kendali Suhu Pada Mesin Hostia Baking Oven Menggunakan Sensor Thermocouple Tipe K. *Jurnal Elektro Luceat (JEC)*, 8(1), 16–23.
- Pratama, A. I. G. (2020). Perancangan Dan Implementasi Sistem Kendali Kestabilan Keadaan Mengambang Pada Pesawat Tanpa Awak Jenis Tailsitter Menggunakan Metode Kontrol PID. *Universitas Komputer Indonesia*, 7–20.
- Rayya Bramanta, H., & Santosa, Y. (t.t.). Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan Solid State Relay (SSR).
- Riftianto, A. E. (2024). *Implementasi Visual Studio pada Sistem Monitoring Daya dan Proteksi Rele Arus Lebih Menggunakan Automatic Transfer Switch / Automatic Main Failure (ATS / AMF) Disuplai oleh Kombinasi Grid dan Photovoltaic (PV)*. 17(1), 96–107.
- Rubijanto, Yoga, N., & Luthfi, A. (2020). *Prosiding Seminar Nasional NCIET Vol.1 (2020) A22-A28 National Conference of Industry, Engineering and Technology 2020, Semarang, Indonesia*. 1, 22–28.

- Saramuddin. (2018). Cara Mudah Kuasai Mikrokontroler Arduino Teori Dan Praktek. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Termokopel, M., Dengan, T. K., & Induksi, M. (2021). *C sehingga mencapai 100*. 9(1).
- Yonanda, A., Harmen, H., Risano, A. Y. E., Prayitno, H., Riszal, A., & Martinus, M. (2022). Pelatihan Pembuatan Karya Teknologi Sederhana Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Meningkatkan Keterampilan Siswa Sma Al-Husna Bandar Lampung. *Nemui Nyimah*, 2(1), 2–7. <https://doi.org/10.23960/nm.v2i1.28>

LAMPIRAN

```
% Model PID untuk mengontrol temperatur heater induksi

% Parameter sistem
Kp = 8; % Gain proporsional
Ki = 0.1; % Gain integral
Kd = 0.5; % Gain derivatif
T_s = 1; % Waktu sampling (detik)

% Model Transfer Fungsi dari sistem termal (perkiraan)
num = [1];
den = [300 1]; % Model sistem pemanasan sederhana
sys = tf(num, den);

% Membuat PID Controller dalam bentuk diskrit
pid_cont = pidstd(Kp, Ki, Kd); % PID dalam bentuk standar
discrete_PID = c2d(pid_cont, T_s, 'tustin'); % Konversi ke sistem diskrit

% Simulasi sistem loop tertutup
sys_d = c2d(sys, T_s, 'tustin'); % Diskritisasi sistem
cl_sys = feedback(discrete_PID * sys_d, 1);

t = 0:1:1000; % Waktu simulasi dalam detik
setpoint = 200 * ones(size(t)); % Setpoint 100 derajat Celcius

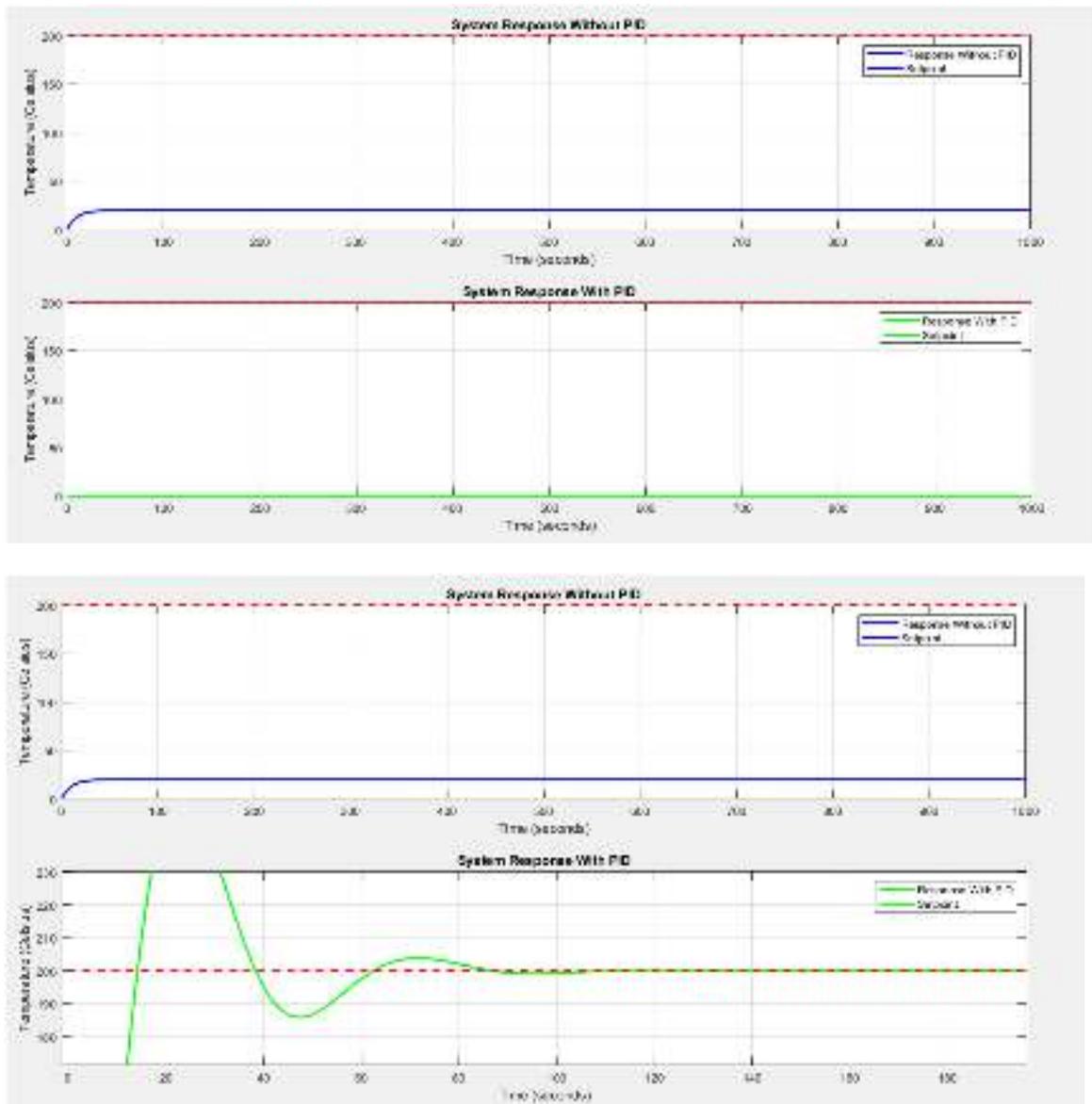
% Simulasi sistem tanpa PID
[y_open, t_open] = step(setpoint' * sys, t);

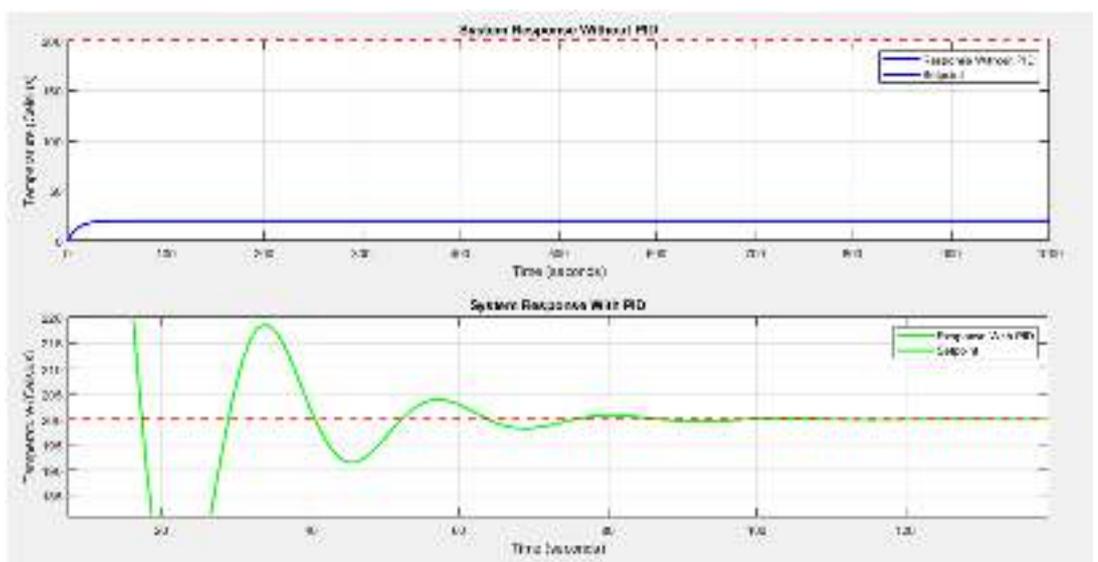
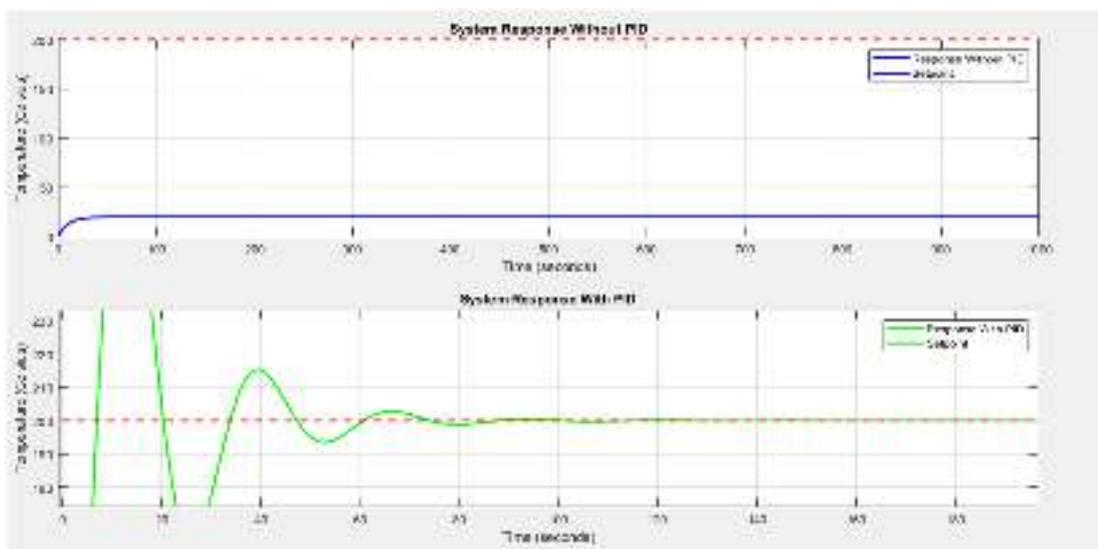
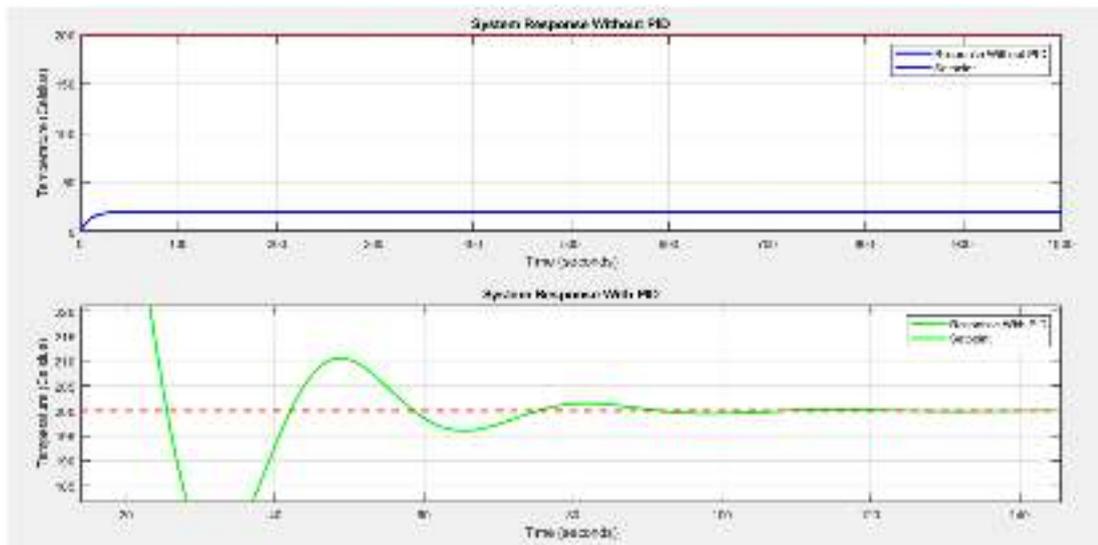
% Simulasi sistem dengan PID
[y_closed, t_closed] = step(setpoint' * cl_sys, t);

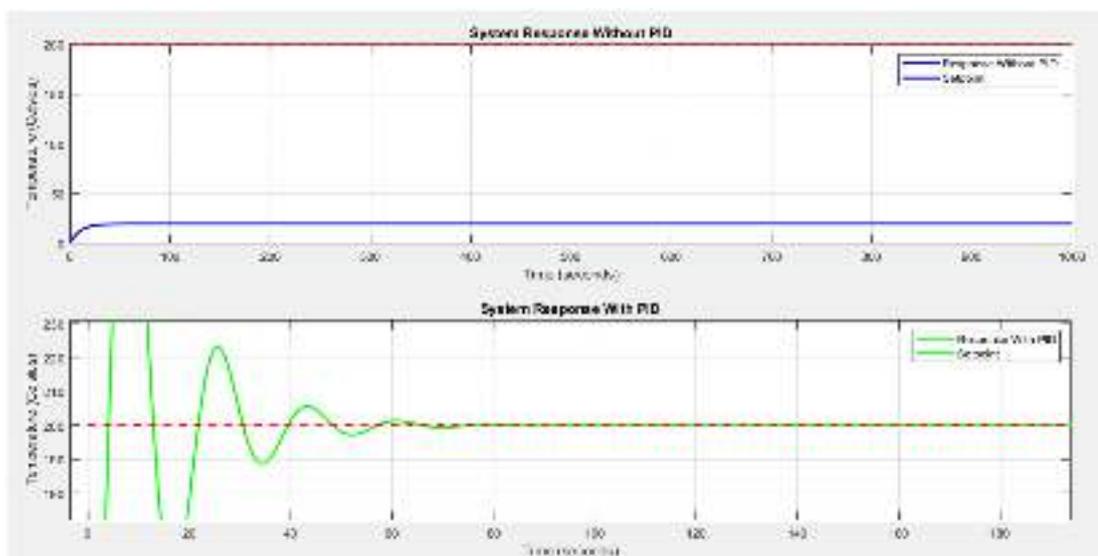
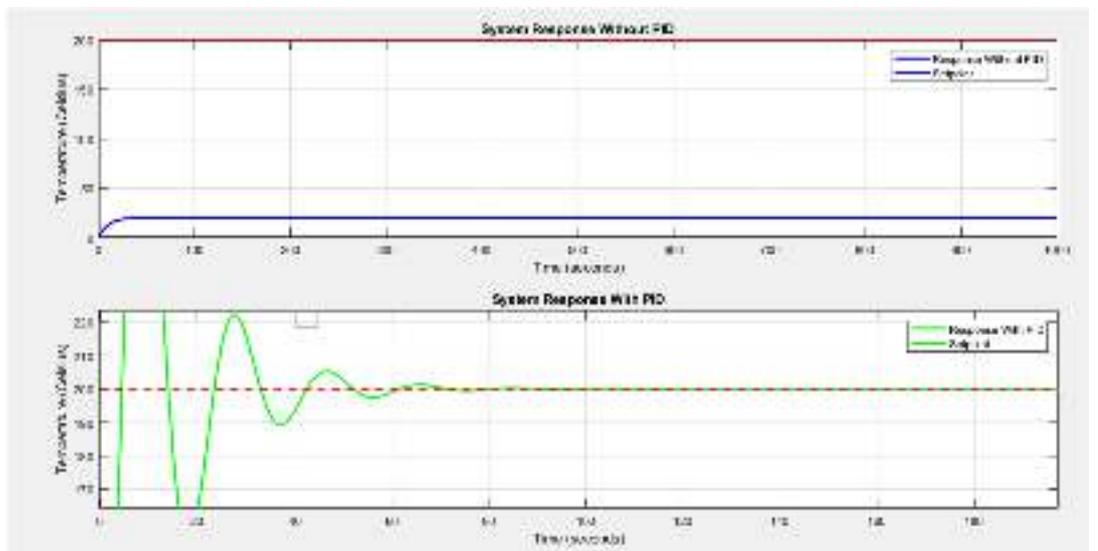
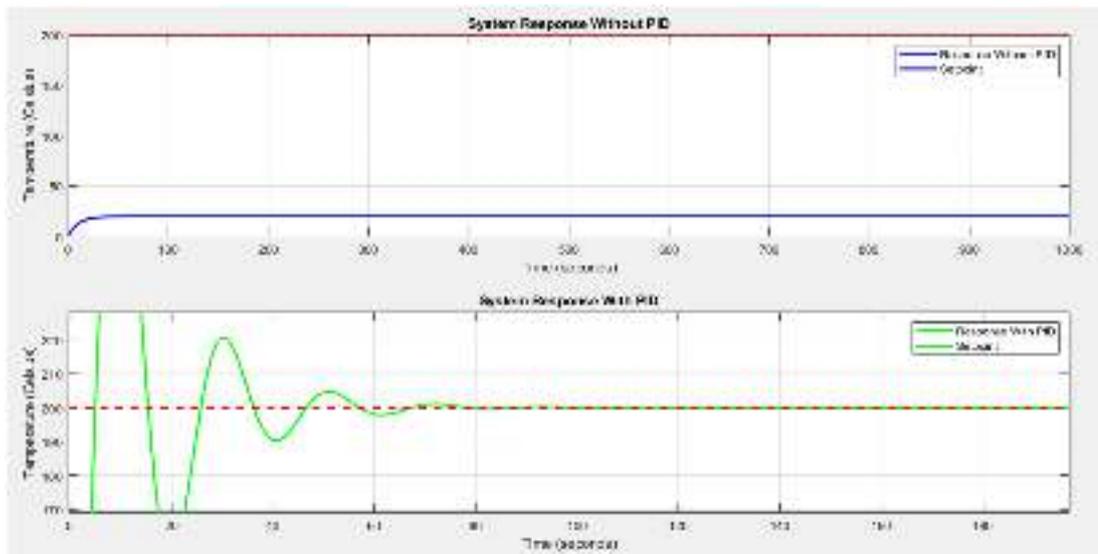
% Plot hasil simulasi
figure;
subplot(2,1,1);
plot(t_open, y_open, 'b', 'LineWidth', 2);
hold on;
plot(t, setpoint, 'r--', 'LineWidth', 2);
legend('Response Without PID', 'Setpoint');
xlabel('Time (seconds)');
ylabel('Temperature (Celsius)');
title('System Response Without PID');
grid on;

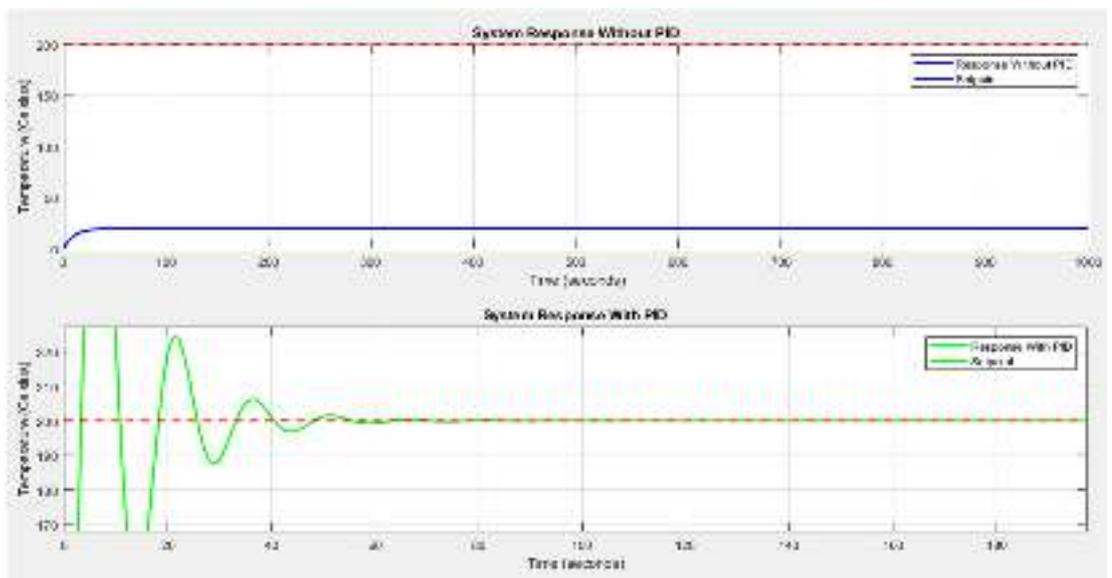
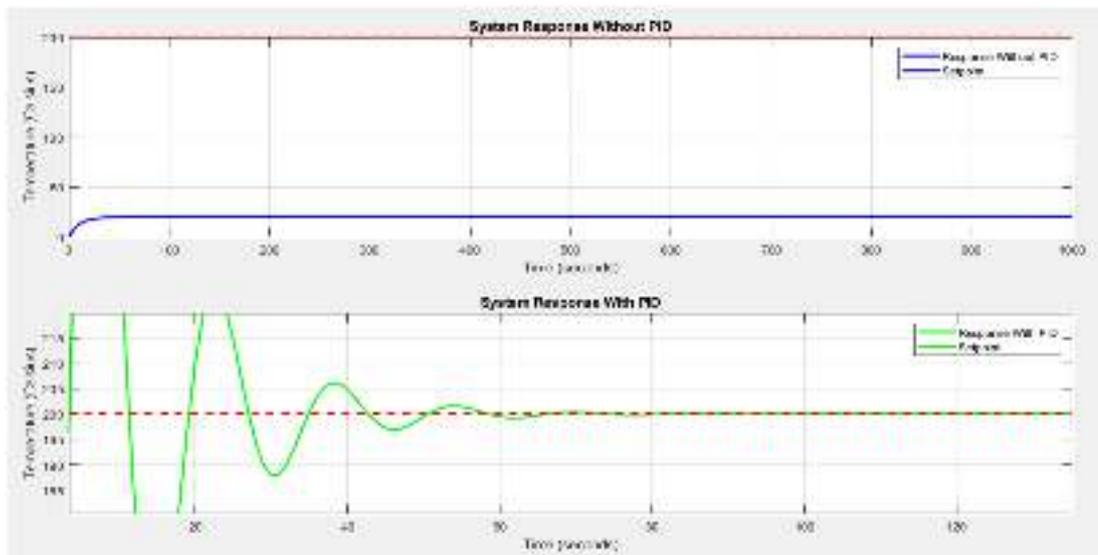
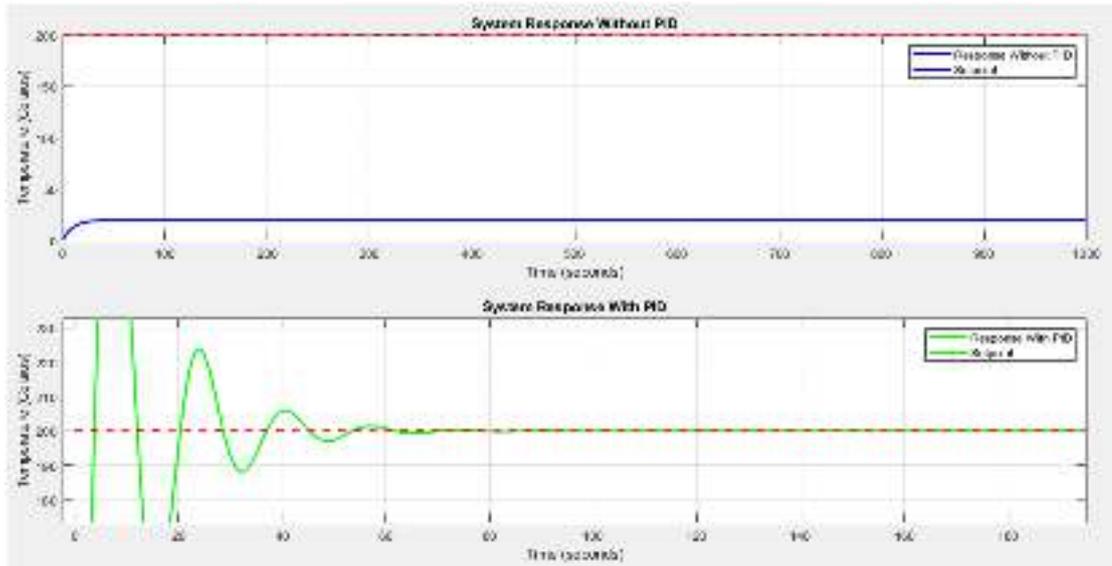
subplot(2,1,2);
plot(t_closed, y_closed, 'g', 'LineWidth', 2);
hold on;
plot(t, setpoint, 'r--', 'LineWidth', 2);
legend('Response With PID', 'Setpoint');
xlabel('Time (seconds)');
ylabel('Temperature (Celsius)');
title('System Response With PID');
```

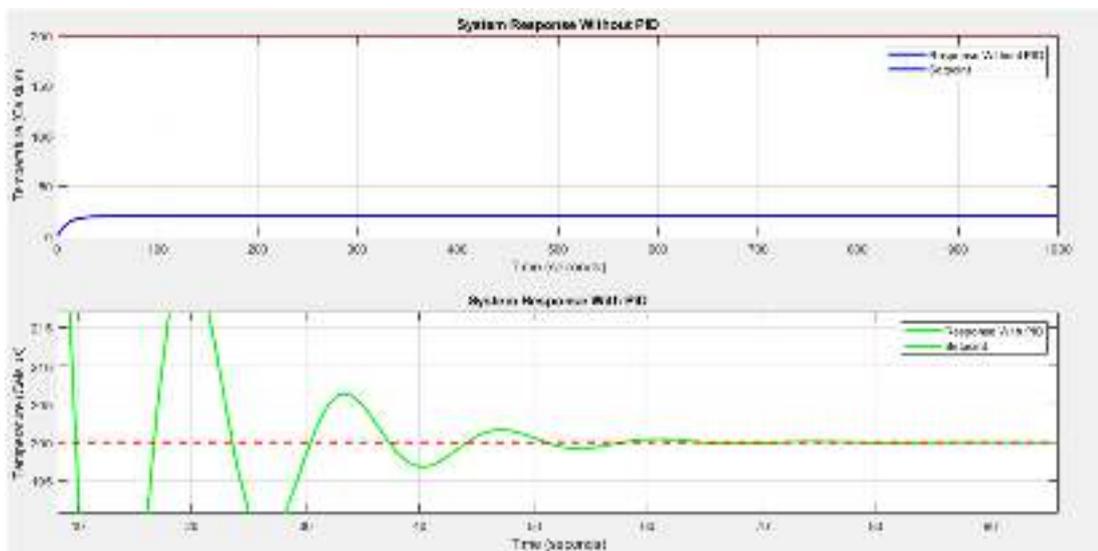
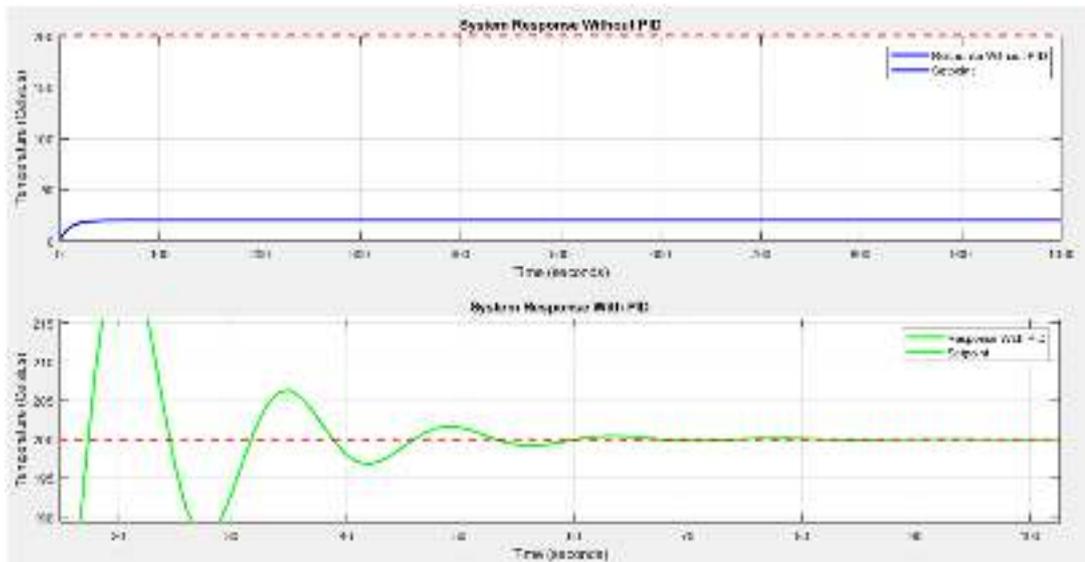
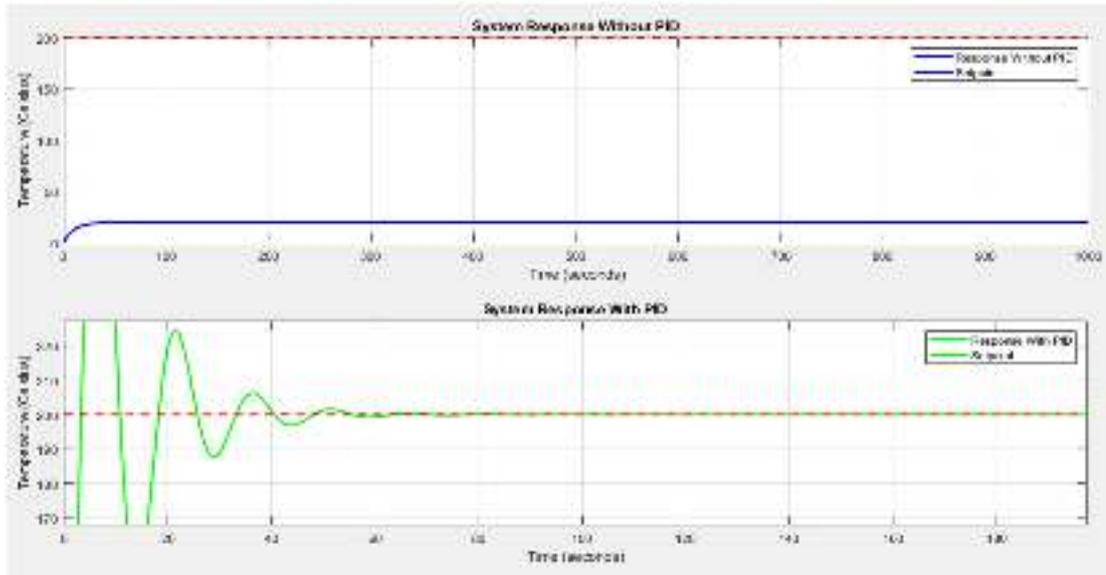
grid on;

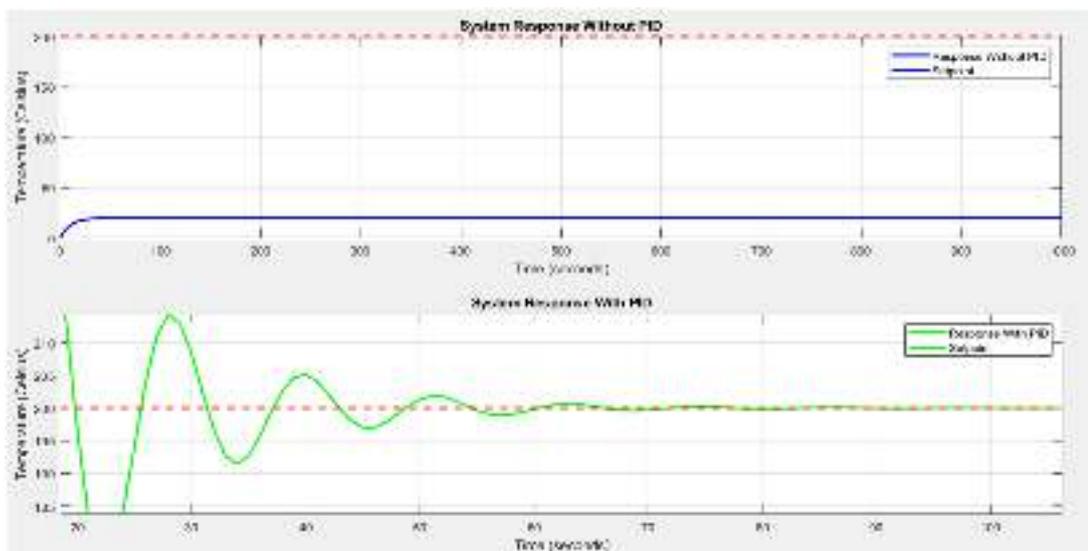
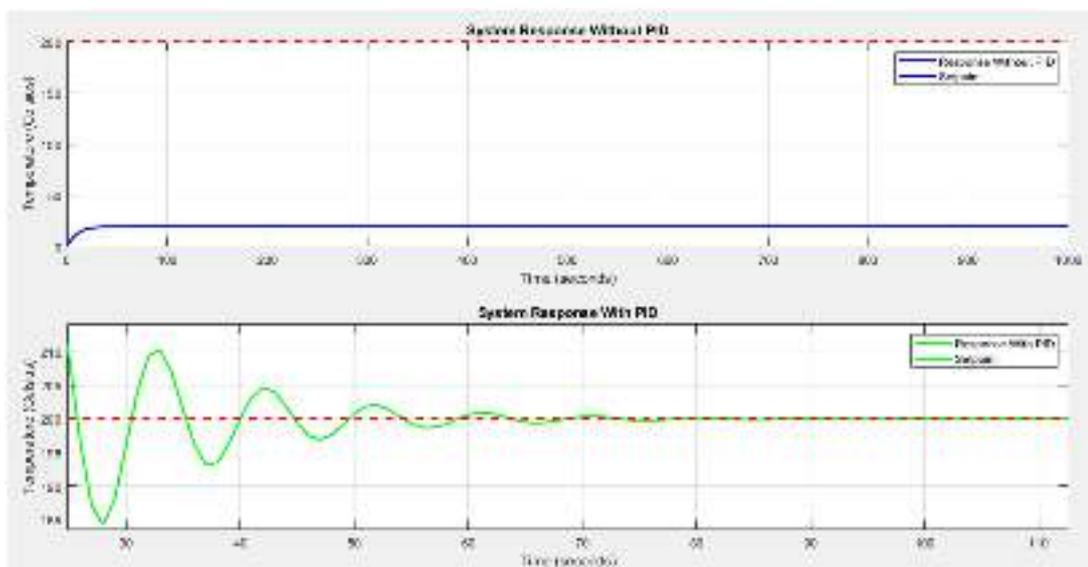
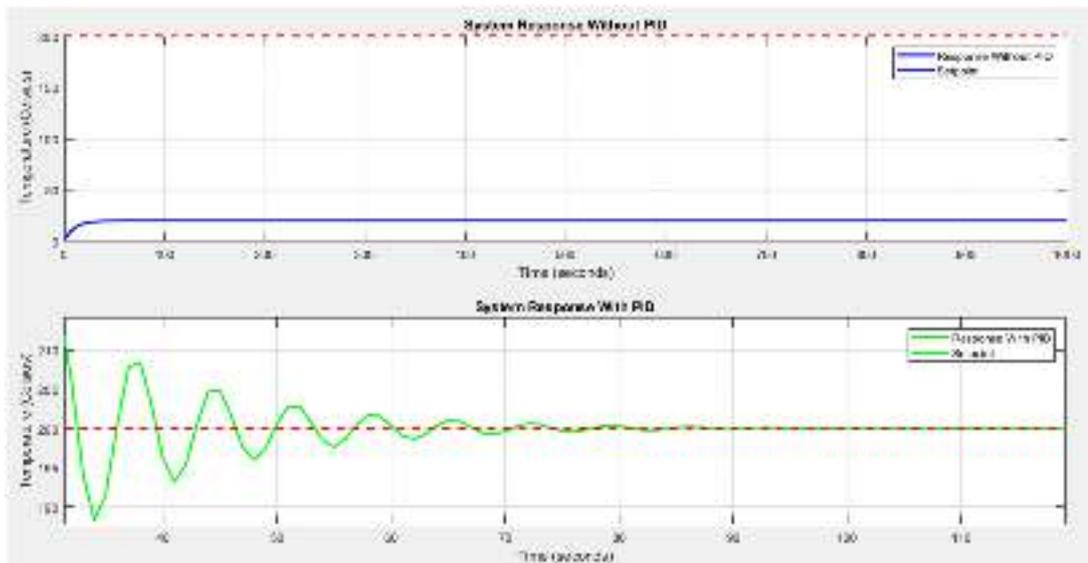


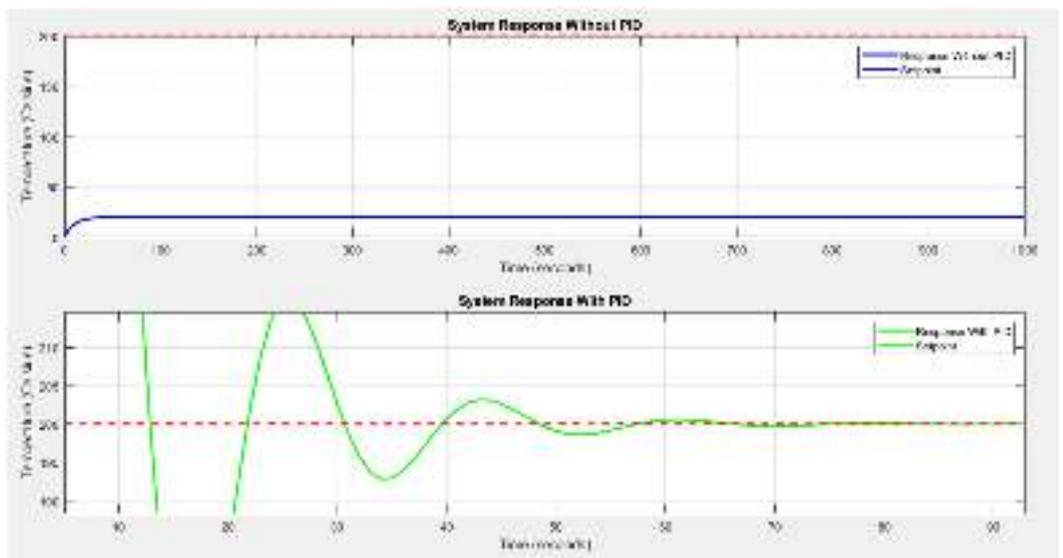
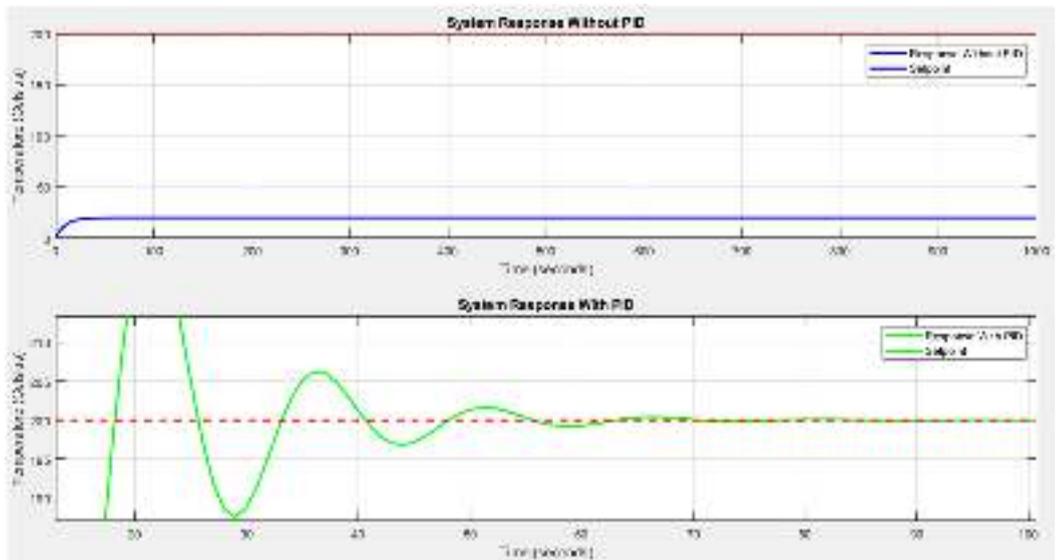
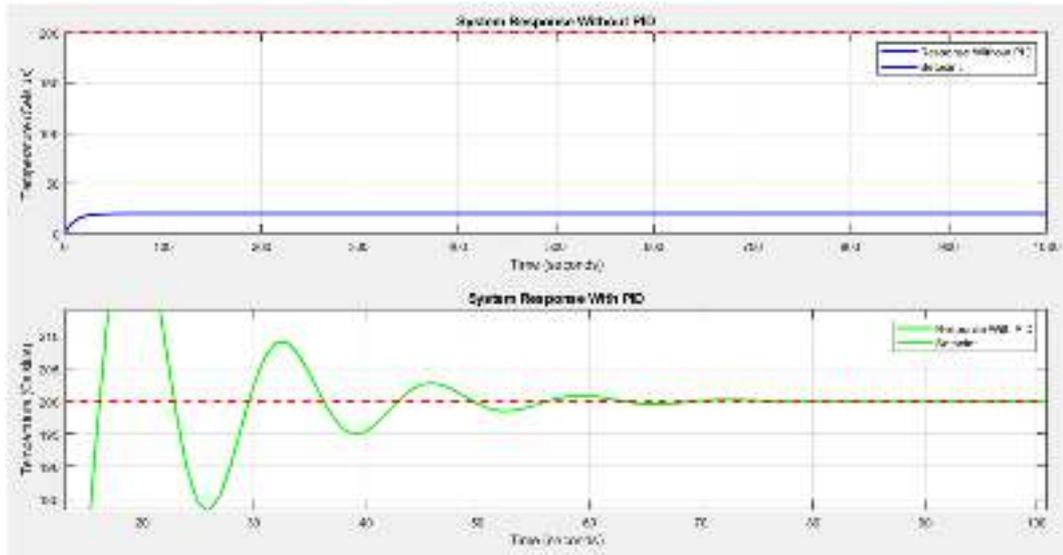


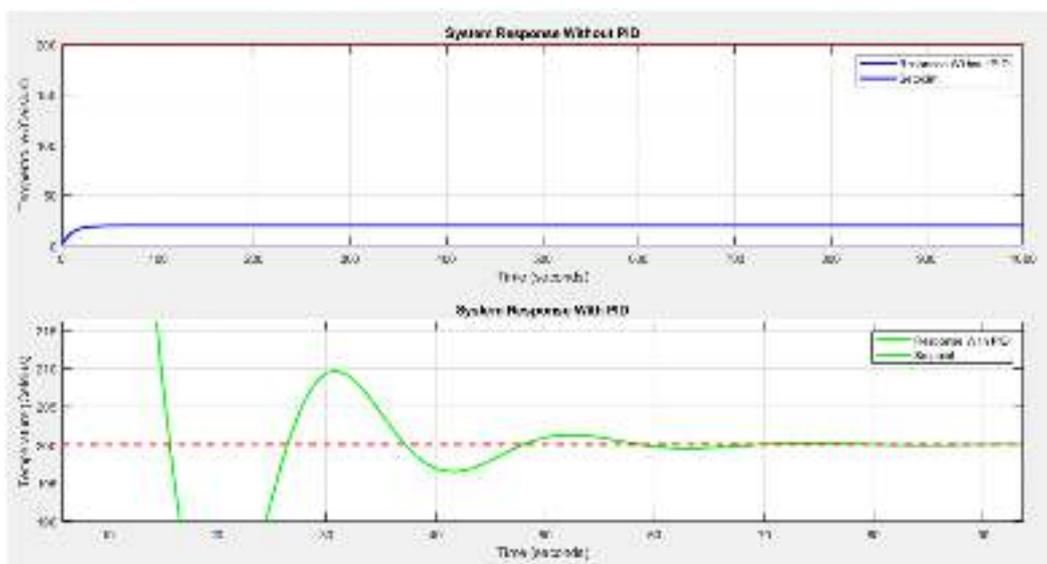
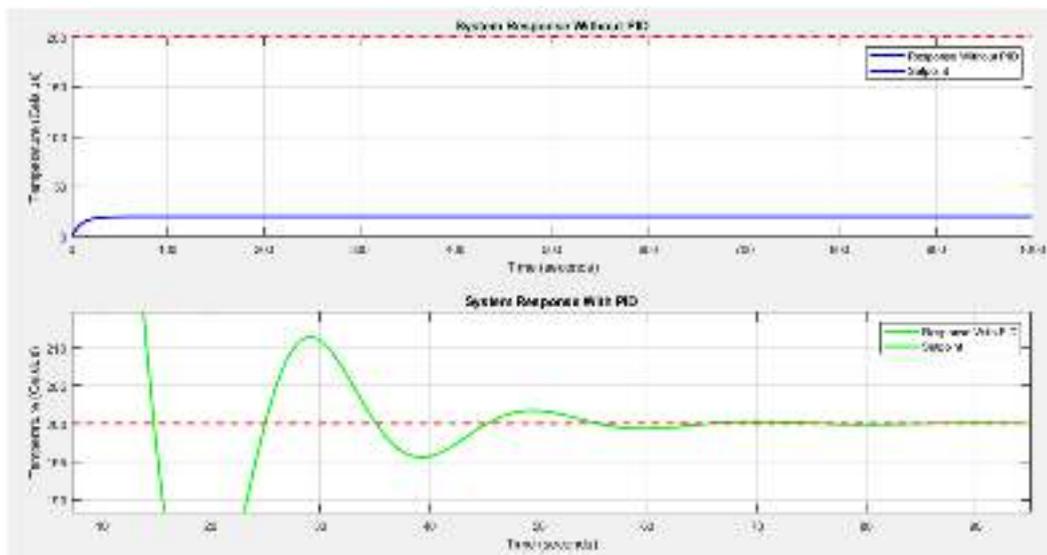
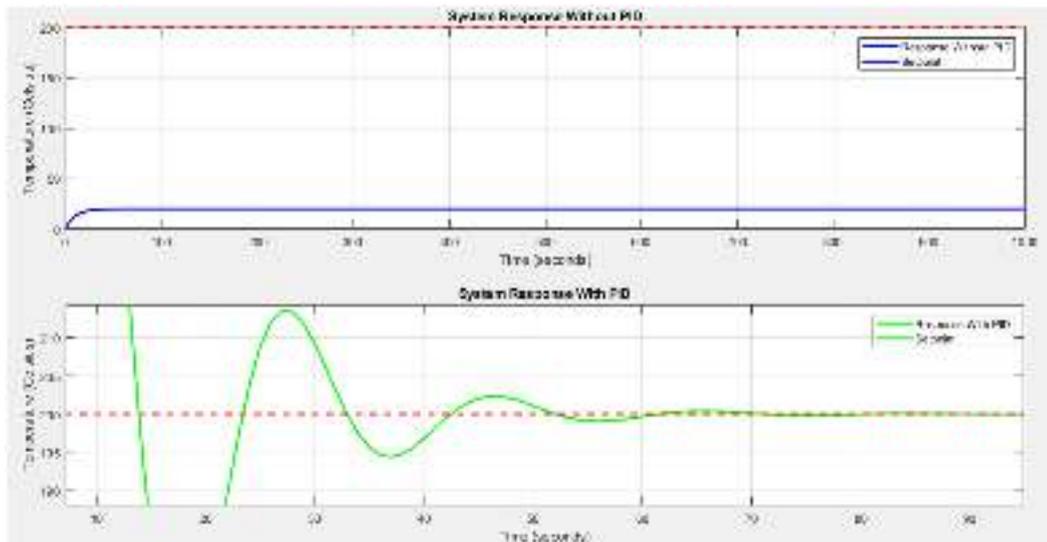


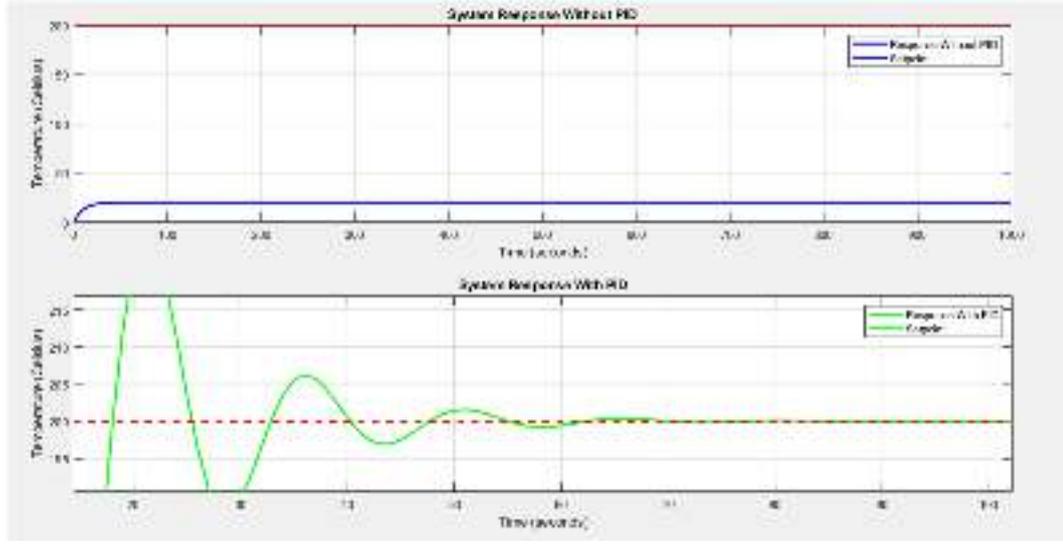
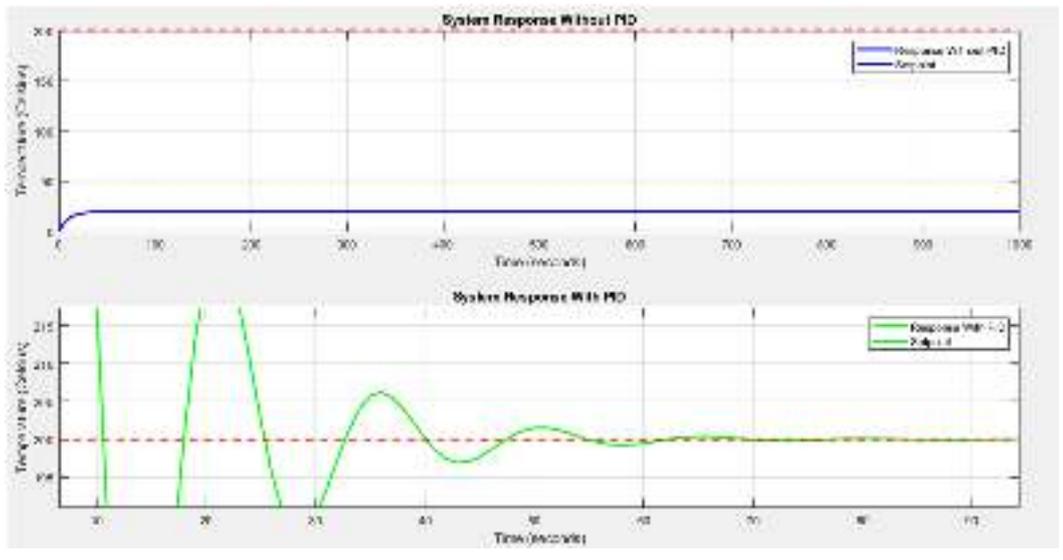
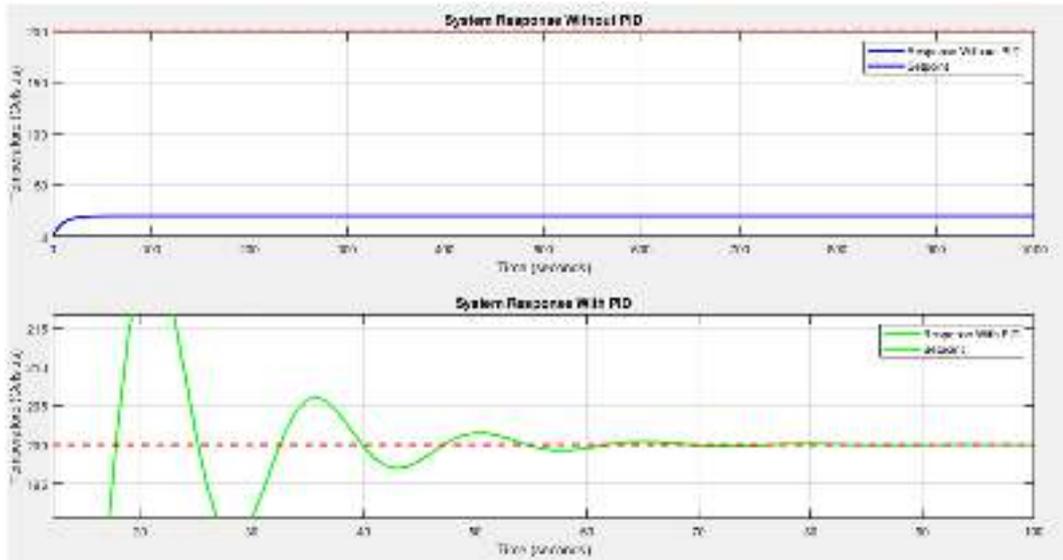


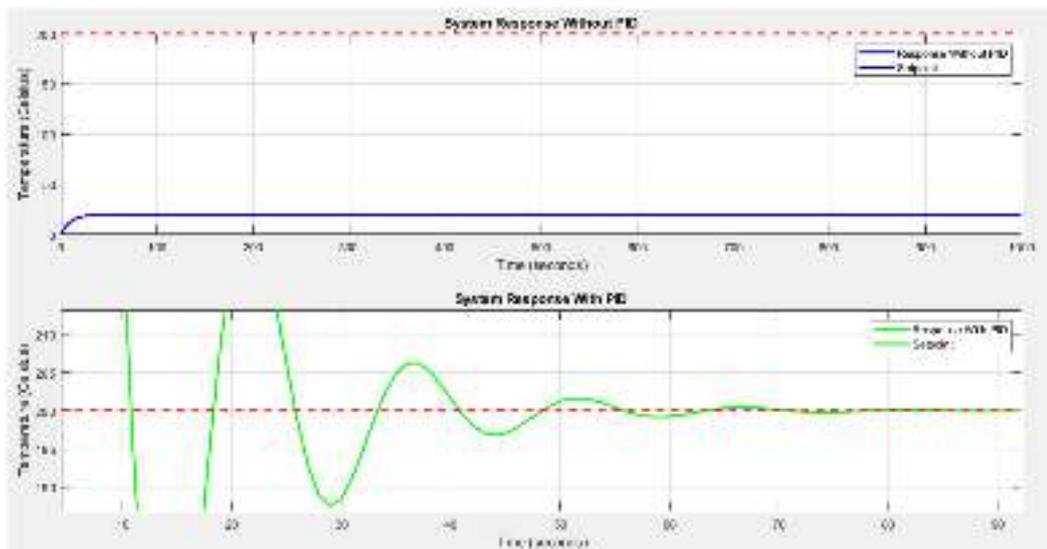
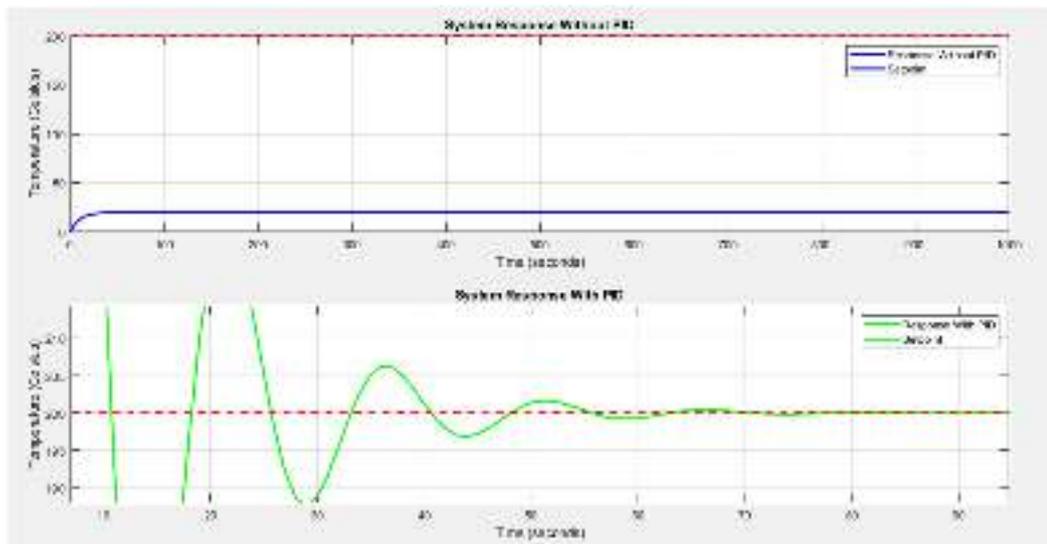
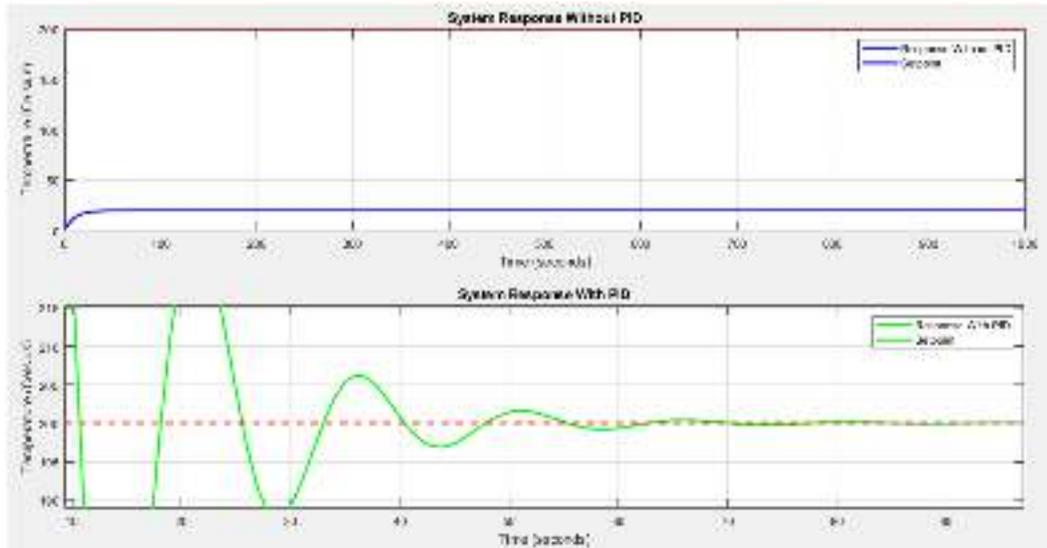


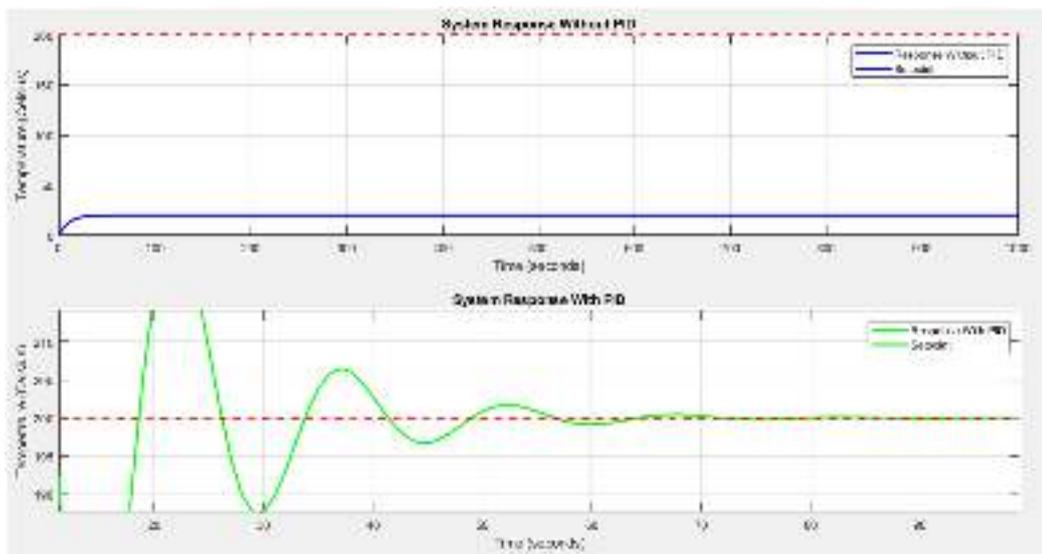
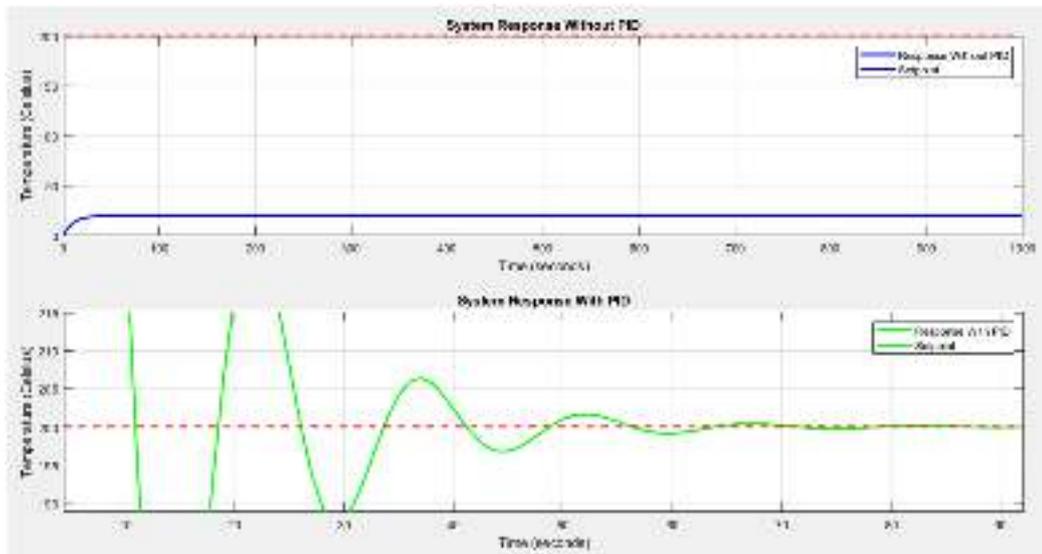
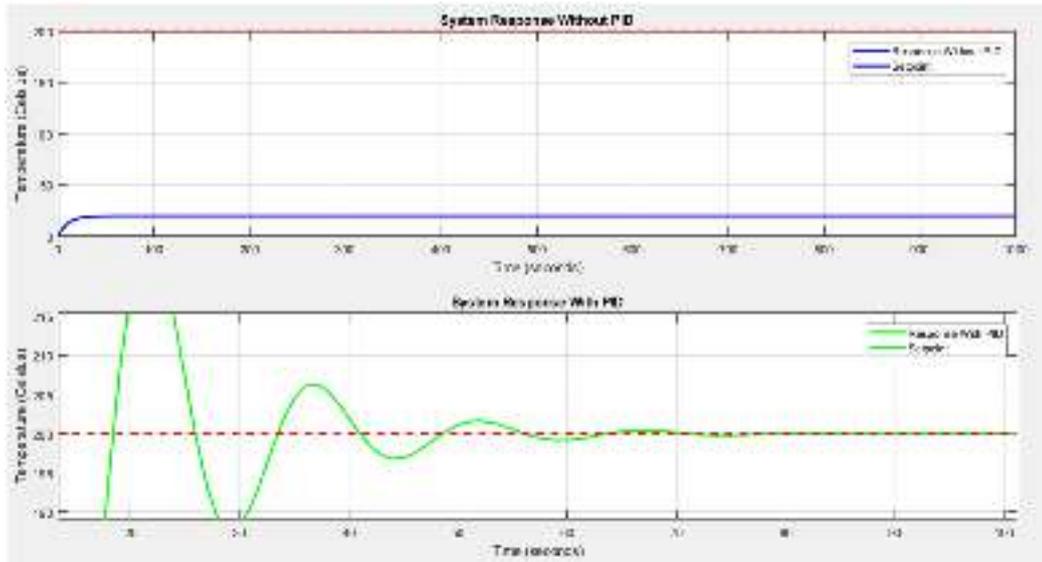


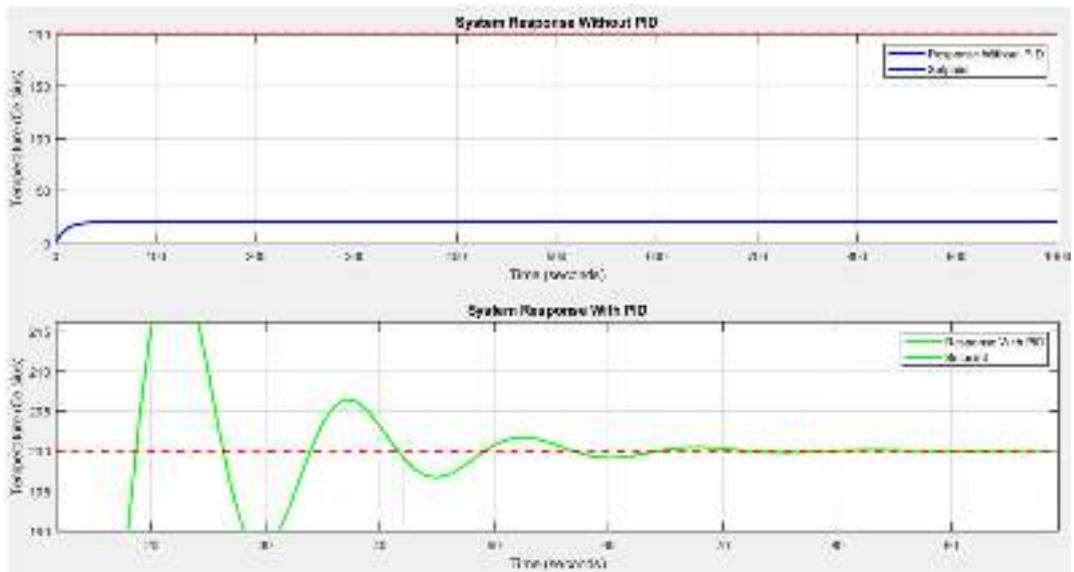
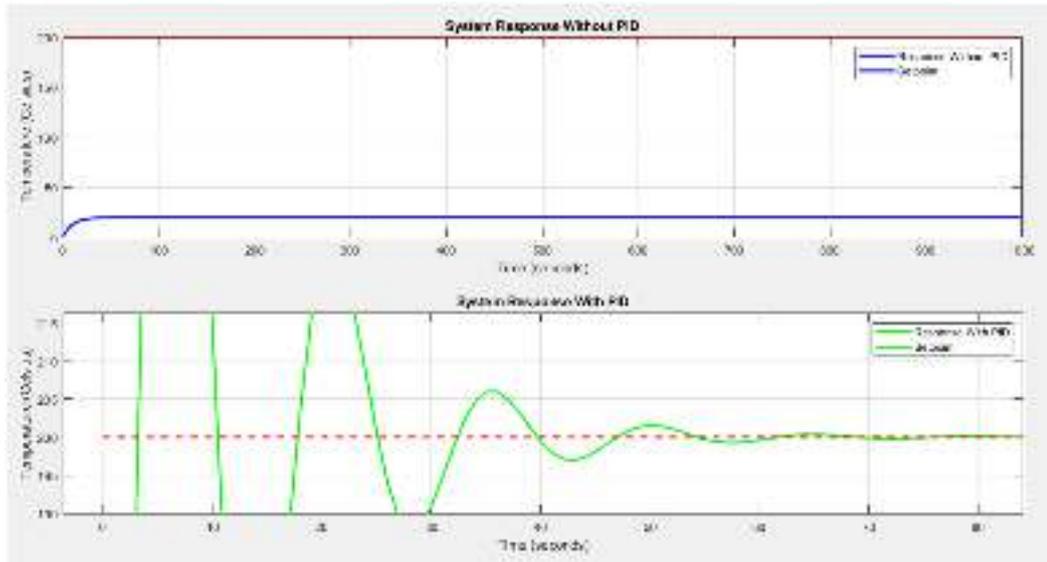












LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Pemodelan Proportional, Integral, Derivative (PID) Untuk Tuning Heater Induction
 Nama : Rizky Firmanda
 Npm : 2007230160
 Dosen Pembimbing : Arya Rudi Nasution, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	13/1 - 2025	- Menambahkan literatur pada BAB 2 sesuai dengan kwisi dari penguji pada Coas Senpro. perhatikan sistem penulisan sesuai format template	
2	27/1 - 2025	- Masukkan Gambar Hasil Pengujian pada software. - Penambahan matlab untuk menentukan hasil.	
3	12/2 - 2025	- Menambahkan /menarasikan hasil pengamatan simulasi pada software matlab - Buat grafik pengujian pada matlab	
4	24/2 - 2025	- Kesimpulan pada BAB 5 harus menjabarkan Tujuan Anda	
5	10/3 - 2025	- ACE Seminar Hasil	

Dosen Pembimbing 



Arya Rudi Nasution, S.T., M.T



UMSU

Inggul | Cerdas | Terpercaya

ila menjawab surat ini agar disebutkan
pener dari tenggahnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XU/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1776/IL3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 02 Oktober 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : RIZKY FIRNANDA
Npm : 2007230160
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 9 (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : PEMODELAN PROPOTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)
UNTUK TUNING HEATER INDUCTION

Pembimbing : ARYA RUDI NASUTION ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

3. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
4. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 28 Rabi'ul Awal 1446 H
02 Oktober 2024 M



Muhammad Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



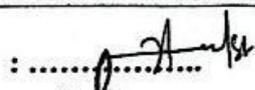
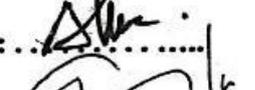
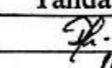
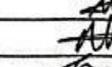
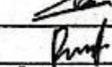
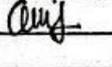
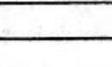
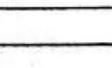
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar

Nama : Rizky Firnanda

NPM : 2007230160

Judul Tugas Akhir : Pemodalan Proportional Integral Derivative (PID) Untuk
Untuk Tuning Heater Induction .

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Arya Rudi Nst ST.MT	:	
Pembanding – I	: Dr Sudirman Lubis ST.MT	:	
Pembanding – II	: Chandra A Siregar ST.MT	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2307230200F	Hamikin Syukran	
2	1907230258	Suryanto Agung Bintoko	
3	2107230111	Maulana Zain	
4	2007230154	Abdul Hans Nanton	
5	1907230076	Rahmat Dharmawan	
6	2007230146	Ruang Darmawan	
7			
8			
9			
10			

Medan 20 Ramadhan 1446 H
20 Maret 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Rizky Firnanda
NPM : 2007230160
Judul Tugas Akhir : Pemodalan Proportional Integral Derivative (PID) Untuk
Tuning Heater Induction

Dosen Pembanding – I : Dr Sudirman Lubis ST.MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi Nst ST.MT

KEPUTUSAN

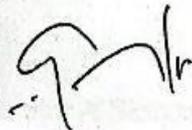
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- Perbaiki provision limit dan baja fast .

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

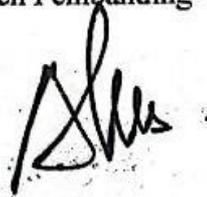
Medan 20 Ramadhan 1446 H
20Maret 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- 1



Dr Sudirman Lubis ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Rizky Firmanda
NPM : 2007230160
Judul Tugas Akhir : Pemodalan Proportional Integral Derivative (PID) Untuk Tuning Heater Induction

Dosen Pembanding – I : Dr Sudirman Lubis ST.MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi Nst ST.MT

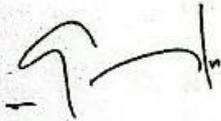
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
lihat buku tugas akhir.....
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 15 Ramadhan 1446 H
15 Maret 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Chandra A Siregar ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Rizky Firnanda
Jenis Kelamin : Laki- Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 07 Agustus 2002
Alamat : Jl. T.Cut Ali, Tapaktuan, Aceh Selatan
Agama : Islam
No Telp : 082259501991
Email : rizkyfirnanda78@gmail.com

B. ORANG TUA

Nama Ayah : Rahman Jamal
Nama Ibu : Nurfahmi
Agama : Islam
Alamat : Jl. T.Cut Ali, Tapaktuan, Aceh Selatan

C. RIWAYAT PENDIDIKAN

SD Muhammadiyah 06 Medan : 2008 - 2014
SMPN 2 Tapaktuan : 2014 - 2017
SMAN 1 Tapaktuan : 2017- 2020
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara : 2020 - 2025

D. RIWAYAT ORGANISASI

Kaderisasi HMM FT UMSU : 2022 - 2023
Ketua Umum HMM FT UMSU : 2023 - 2024