



**RANCANG BANGUN OVEN ROTI ELEKTRIK OTOMATIS BERBASIS  
ARDUINO UNO DAN SENSOR *THERMOCOUPLE* DENGAN METODE  
PID**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan pada  
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departmen  
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh :**

**Taufika Hadya Rahma Dardila**

**40040619650025**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI**

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**“RANCANG BANGUN OVEN ROTI ELEKTRIK OTOMATIS BERBASIS  
ARDUINO UNO DAN SENSOR *THERMOCOUPLE* DENGAN METODE  
PID”**

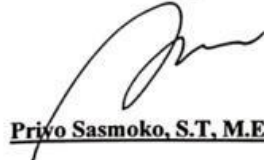
Diajukan Oleh :

Taufika Hadya Rahma Dardila

NIM. 40040619650025

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

Dosen Pembimbing



Priyo Sasmoko, S.T, M.Eng

NIP. 197009161998021001

Tanggal : 22 Desember 2023

Mengetahui  
Ketua PSD IV Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T, M.Kom

NIP.197710012001121002


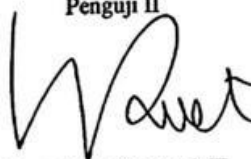
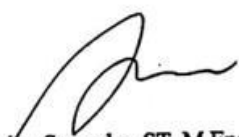
Tanggal : 22 Desember 2023

**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN OVEN ROTI ELEKTRIK OTOMATIS BERBASIS**  
**ARDUINO UNO DAN SENSOR *THERMOCOUPLE* DENGAN METODE**  
**PID**


Diajukan oleh:  
Taufika Hadya Rahma Dardila  
40040619650025

Telah dipertahankan di depan penguji pada:

Hari : *Kamis*  
Tanggal : *28 Desember 2023*

<p>Penguji I</p>  <p><u>Ir. H. Saiful Manan, MT</u> NIP.196104221987031001</p>	<p>Penguji II</p>  <p><u>Drs. Eko Ariyanto, MT</u> NIP.196004051986021001</p>	<p>Penguji III</p>  <p><u>Prvo Sasmoko, ST, M.Eng</u> NIP. 197009161998021001</p>
---	--	--

Mengetahui  
Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro

  
Arkhan Subari, ST, M.Kom  
NIP.197710012001121002

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : TAUFIKA HADYA RAHMA DARDILA

NIM : 40040619650025

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen  
Teknologi dan Industri Sekolah Vokasi Universitas  
Diponegoro

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN OVEN ROTI ELEKTRIK  
OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO DAN  
SENSOR THERMOCOUPLE DENGAN METODE PID**

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebetulnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Se jauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 15 Desember 2023

Yang Membuat Pernyataan



Taufika Hadya Rahma Dardila

NIM. 40040619650025

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga memungkinkan penyusun untuk menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar Sarjana Terapan Teknik.
2. Ayah, mama, kakak dan adik yang selalu mendoakan, memberikan yang terbaik dalam pendidikan, dan mendukung penulis baik secara moril maupun materil dalam suka maupun duka.
3. Bapak Arkhan Subari selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan arahan selama perkuliahan ini.
4. Bapak Priyo Sasmoko selaku dosen pembimbing Kerja Praktik dan Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan bantuan, doa serta dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Para dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang selalu memberikan yang terbaik bagi mahasiswanya selama perkuliahan berlangsung hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

## ABSTRAK

Dalam industri pengolahan makanan, khususnya dalam proses pembuatan roti, oven memiliki peran yang sangat penting dalam mencapai kualitas produk yang diinginkan. Proses pemanggangan roti memerlukan kendali suhu yang akurat dan stabil agar hasil roti dapat merata, matang sempurna, dan memiliki tekstur yang diinginkan. Namun, pengoperasian oven secara manual sering kali menghasilkan variasi suhu yang signifikan, yang dapat mempengaruhi kualitas dan konsistensi produk.

Pada penelitian ini dilakukan pengendalian suhu berbasis Arduino Uno dengan metode kontrol PID pada oven roti otomatis. Metode kontrol PID dipilih karena karakteristik respon yang diinginkan adalah respon yang cepat sehingga menghasilkan suhu yang stabil. Aktuator berupa elemen pemanas dan sensor *thermocouple* sebagai *feedback system*.

Dari hasil pengujian didapatkan nilai  $K_p=0.5$ ,  $K_i=3.8$ , dan  $K_d=10$  waktu tercepat yang dibutuhkan sistem adalah 451 detik atau setara dengan 7 menit 31 detik untuk mencapai nilai set point suhu  $150^{\circ}\text{C}$ . Pada data tersebut terlihat bahwa perubahan suhu terjadi secara stabil. Selain itu, apabila sistem mencapai set point maka kondisi dimmer akan menurun tetapi tidak mati.

**Kata Kunci:** oven otomatis, pengendali suhu, sensor *thermocouple*, kontrol PID.

## **ABSTRACT**

*In the food processing industry, especially in the bread making process, ovens have a very important role in achieving the desired product quality. The process of baking bread requires accurate and stable temperature control so that the bread results are even, perfectly cooked and have the desired texture. However, manual operation of the oven often results in significant temperature variations, which can affect product quality and consistency.*

*In this research, Arduino Uno-based temperature control was carried out using the PID control method on an automatic bread oven. The PID control method was chosen because the desired response characteristic is a fast response so as to produce a stable temperature. The actuator is in the form of a heating element and a thermocouple sensor as a feedback system.*

*From the test results, it was found that the values of  $K_p=0.5$ ,  $K_i=3.8$ , and  $K_d=10$ , the fastest time required by the system was 451 seconds or the equivalent of 7 minutes 31 seconds to reach the temperature set point value of  $150^{\circ}\text{C}$ . The data shows that the temperature change occurs stably. In addition, when the system reaches the set point, the dimmer condition will decrease but not turn off.*

**Keywords:** *automatic oven, temperature controller, thermocouple sensor, PID control.*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan Rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Rancang Bangun Oven Roti Elektrik Otomatis Berbasis Arduino Uno dan Sensor *Thermocouple* dengan Metode PID” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Terima kasih banyak penulis ucapkan kepada pihak-pihak berikut yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini :

1. Allah SWT yang dengan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
2. Ayah, mama, kakak dan adik yang selalu memberikan dukungan, semangat, nasihat dan doa kepada penulis.
3. Prof Dr. Ir. Budiyo, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku Ketua Jurusan STR Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
5. Bapak Priyo Sasmoko selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan bantuan, doa serta dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. H. Saiful Manan, MT dan Bapak Drs. Eko Ariyanto, MT selaku dosen penguji Tugas Akhir.
7. Teman-teman Teknik Listrik Industri yang telah berjuang Bersama.  
Besar harapan penulis menerima saran dan kritik untuk pengembangan serta perbaikan dari Tugas Akhir ini.

Semarang, 15 Desember 2023

Taufika Hadya Rahma Dardila



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir .....	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir .....	3
1.5 Pembatasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Tugas Akhir .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Sistem Kendali .....	7
2.2.1 Istilah-Istilah Dalam Sistem Kendali .....	7
2.2.2 Sistem Kendali Loop Tertutup.....	10
2.2.3 Respon Sistem .....	11
2.2.4 Kendali PID .....	12
2.2.4.1 Pengontrol Proportional (P) .....	12
2.2.4.2 Pengontrol Integral (I) .....	14
2.2.4.3 Pengontrol Derivative (D) .....	17
2.2.4.4 Pengontrol PID .....	17
2.2.5 Segitiga Daya.....	19
2.2.6 Arduino IDE .....	22
2.3 Komponen Utama .....	29

2.3.1	Catu Daya / Power Supply.....	29
2.3.1.1	Transformator.....	30
2.3.1.2	Rectifier (Penyearah Gelombang).....	30
2.3.1.3	Filter (Penyaring).....	31
2.3.1.4	Voltage Regulator (Pengatur Tegangan).....	31
2.3.2	Arduino Uno.....	32
2.3.3	Keypad 4x4.....	38
2.3.4	Sensor <i>Thermocouple</i> .....	41
2.3.5	Modul Max6675.....	42
2.3.6	LCD (Liquid Crystal Display) 16x2.....	43
2.3.7	I2C Module.....	46
2.3.8	AC Dimmer Modul.....	48
2.3.9	Heater (Pemanas).....	52
2.3.10	Oven.....	53
2.3.11	Modul Relay.....	54
2.3.12	<i>Buzzer</i> .....	57
<b>BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR.....</b>		<b>58</b>
3.1	Blok Diagram Alat.....	58
3.2	Cara Kerja Rangkaian.....	60
3.2.1	Rangkaian Power Supply.....	60
3.2.2	Rangkaian Arduino Uno.....	60
3.2.3	Rangkaian Keypad 4x4.....	61
3.2.4	Rangkaian Sensor <i>Thermocouple</i> .....	62
3.2.5	Rangkaian LCD with I2C.....	63
3.2.6	Rangkaian AC Dimmer Modul.....	64
3.2.7	Rangkaian Buzzer.....	65
3.3	Diagram Alir Sistem Alat.....	66
3.4	Cara Kerja Keseluruhan Sistem.....	68
<b>BAB IV PEMBUATAN ALAT.....</b>		<b>69</b>
4.1	Pembuatan Perangkat Keras (Hardware).....	69
4.1.1	Rangkaian Elektronika.....	70
4.1.1.1	Perencanaan Rangkaian.....	70
4.1.1.2	Pembuatan Rangkaian.....	71
4.1.2	Rangkaian Mekanik.....	74
4.1.2.1	Perencanaan Alat.....	74

4.1.2.2 Rangkaian Beban Heater dan Buzzer .....	74
4.1.2.3 Pembuatan Alat .....	76
4.2 Pembuatan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	76
<b>BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT.....</b>	<b>80</b>
5.1 Prosedur Pengukuran dan Pengujian .....	80
5.2 Hasil Pengukuran dan Pengujian Alat .....	80
5.2.1 Hasil Pengukuran Alat.....	80
5.2.2 Hasil Pengujian Alat.....	82
5.2.2.1 Hasil Pengujian Elemen Pemanas Pada Pemanggang Roti.....	86
5.2.2.2 Hasil Pengujian AC Dimmer Pada Pemanggang Roti .....	87
5.2.2.3 Hasil Pengujian Buzzer .....	88
5.2.2.4 Hasil Pengujian Alat Berdasarkan Pembuatan Roti Brownies.....	88
5.3 Analisa Pengukuran dan Pengujian Alat.....	89
5.3.1 Analisa Pengukuran Alat .....	90
5.3.2 Analisa Pengujian Alat .....	90
5.3.2.1 Analisa Pengujian Sistem Dengan Kontrol PI .....	90
5.3.2.2 Analisa Pengujian Sistem Dengan Kontrol PID .....	91
5.3.2.3 Analisa Pengujian Sistem Dengan Kontrol PID Ketika Diberi Gangguan	92
5.3.2.4 Analisa Pengujian Sistem Dengan Kontrol PID Ketika Diberi Gangguan	93
5.3.2.4 Analisa Pengujian Pembacaan Tegangan.....	93
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>95</b>
6.1 KESIMPULAN .....	95
6.2 SARAN .....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>96</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>96</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Diagram Masukan – Keluaran .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Sistem Kendali Loop Tertutup Dari Oven Otomatis .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Kurva Respon Sistem .....	12
<b>Gambar 2.4</b> Diagram blok kontroler Proporsional (P) .....	13
<b>Gambar 2.5</b> Kurva Sinyal Kesalahan $e(t)$ Terhadap $t$ Pada Pembangkit Kesalahan Nol.....	15
<b>Gambar 2.6</b> Blok Diagram Hubungan Antara Besaran Kesalahan Dengan Pengontrol Integral.....	15
<b>Gambar 2.7</b> Blok Diagram Pengontrol Derivative .....	17
<b>Gambar 2.8</b> Blok Diagram Kontrol PID.....	18
<b>Gambar 2.9</b> Segitiga Daya.....	19
<b>Gambar 2.10</b> Arduino IDE .....	22
<b>Gambar 2.11</b> Bagian-bagian Arduino IDE.....	23
<b>Gambar 2.12</b> Menu File.....	24
<b>Gambar 2.13</b> Menu Edit .....	25
<b>Gambar 2.14</b> Menu Sketch .....	26
<b>Gambar 2.15</b> Menu Tools.....	28
<b>Gambar 2.16</b> Wiring Transformator Step Down .....	30
<b>Gambar 2.17</b> Wiring Rectifier .....	31
<b>Gambar 2.18</b> Wiring Filter .....	31
<b>Gambar 2.19</b> Wiring Voltage Regulator .....	32
<b>Gambar 2.20</b> Rangkaian DC Power Supply .....	32
<b>Gambar 2.21</b> Rangkaian Mikroprosesor Arduino Uno .....	33
<b>Gambar 2.22</b> Pemetaan Pin ATmega .....	36
<b>Gambar 2.23</b> Hard Keypad 4x4.....	38
<b>Gambar 2.24</b> Konstruksi Keypad Matrix 4x4 .....	39
<b>Gambar 2.25</b> Bukti Fisik Sensor Thermocouple type K .....	41
<b>Gambar 2.26</b> Prinsip kerja Thermocouple.....	42
<b>Gambar 2.27</b> Modul MAX6675 .....	42
<b>Gambar 2.28</b> Rangkaian Modul Max6675 .....	58

<b>Gambar 2.29</b> Letak kaki LCD .....	44
<b>Gambar 2.30</b> Modul I2C.....	46
<b>Gambar 2.31</b> Skematik I2C .....	47
<b>Gambar 2.32</b> AC Dimmer Modul.....	48
<b>Gambar 2.33</b> Rangkaian Modul Dimmer .....	49
<b>Gambar 2.34</b> Persentase Pengurangan Daya Listrik AC.....	50
<b>Gambar 2.35</b> Oven.....	53
<b>Gambar 2.36</b> (a) Skematik Modul Relay dan (b) Bentuk Fisik Modul Relay....	55
<b>Gambar 2.37</b> Prinsip kerja Relay.....	55
<b>Gambar 2.38</b> Buzzer .....	57
<b>Gambar 3.1</b> Blok Diagram Alat.....	58
<b>Gambar 3.2</b> Wiring Keypad pada Arduino.....	62
<b>Gambar 3.3</b> Wiring Sensor Thermocouple dan Max6675 ke Arduino.....	63
<b>Gambar 3.4</b> Wiring LCD With I2C Pada Arduino .....	64
<b>Gambar 3.5</b> Wiring AC Dimmer Modul pada Arduino.....	65
<b>Gambar 3.6</b> Wiring Relay dan Buzzer.....	66
<b>Gambar 3.7</b> Flowchart Alat .....	67
<b>Gambar 4.1</b> Wiring Rangkaian Elektronika .....	70
<b>Gambar 4.2</b> Box Hitam.....	71
<b>Gambar 4.3</b> Membuat lubang LCD, Keypad, sensor termokopel dan buzzer.....	72
<b>Gambar 4.4</b> Memasang LCD dan Keypad.....	73
<b>Gambar 4.5</b> Merakit komponen elektronika di dalam box.....	73
<b>Gambar 4.6</b> Desain Alat .....	74
<b>Gambar 4.7</b> Posisi sensor Thermocouple .....	75
<b>Gambar 4.8</b> Merangkai Box dengan Oven .....	76
<b>Gambar 4.9</b> Membuka aplikasi Arduino IDE.....	77
<b>Gambar 4.10</b> Tampilan Awal Arduino IDE .....	77
<b>Gambar 4.11</b> Pemilihan board Arduino Uno.....	78
<b>Gambar 4.12</b> Verify Program Arduino pada Arduino IDE .....	78
<b>Gambar 4.13</b> Upload Program Arduino pada Arduino IDE.....	79
<b>Gambar 5.1</b> Grafik Sistem Dengan Nilai Kp Lebih Besar .....	83

<b>Gambar 5.2</b> Grafik Sistem Dengan Nilai Kp Lebih Kecil.....	84
<b>Gambar 5.3</b> Grafik Hasil Pengujian Sistem Dengan Kontrol PID Pada Suhu 150°C .....	85
<b>Gambar 5.4</b> Grafik Hasil Pengujian Sistem Dengan Kontrol PID Pada Suhu 150°C dengan gangguan .....	86

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2-1</b> Daftar urutan daya Listrik yang disediakan PLN.....	21
<b>Tabel 2-2</b> Spesifikasi Arduino Uno .....	35
<b>Tabel 2-3</b> Tabel pemetaan pin ATmega 328 .....	37
<b>Tabel 2-4</b> Spesifikasi Keypad 4x4.....	40
<b>Tabel 2-5</b> Spesifikasi Modul MAX6675 .....	43
<b>Tabel 2-6</b> Spesifikasi LCD .....	45
<b>Tabel 2-7</b> Spesifikasi Modul I2C .....	46
<b>Tabel 2-8</b> Spesifikasi Modul Dimmer .....	51
<b>Tabel 2-9</b> Spesifikasi Modul Relay .....	56
<b>Tabel 4-1</b> Daftar Bahan Pembuatan Prototype.....	69
<b>Tabel 4-2</b> Daftar Alat Penunjang Pembuatan Prototype .....	69
<b>Tabel 4-3</b> Komponen Rangkaian Beban.....	75
<b>Tabel 5-1</b> Pengukuran Komponen Penyusun Alat .....	81
<b>Tabel 5-2</b> Hasil Pengujian Keseluruhan .....	82
<b>Tabel 5-3</b> Hasil Pengujian Elemen Pemanas.....	87
<b>Tabel 5-4</b> Hasil Pengukuran Modul Dimmer .....	87
<b>Tabel 5-5</b> Hasil Pengujian Alat .....	89

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Wiring Rangkaian Alat.....	98
Lampiran 2. Program Arduino Uno .....	99
Lampiran 3. Datasheet Arduino Uno .....	117
Lampiran 4. Datasheet Modul Relay .....	118
Lampiran 5. Datasheet Max6675	



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan saat ini tidak dapat dicegah, yang terbukti dari berbagai inovasi yang telah dihasilkan oleh berbagai individu. Contohnya adalah penggabungan dua atau lebih bidang ilmu pengetahuan untuk menciptakan solusi atau produk yang lebih unggul. Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, ditemukan peralatan elektronika yang berteknologi canggih. Peralatan elektronika yang dirancang khusus oleh pembuat agar dapat membantu dan mempermudah aktifitas sehari-hari yang dilakukan manusia. Penggunaan sarana dan prasarana dilakukan secara manual maupun otomatis. Di samping penemuan manusia yang masih menggunakan cara manual dikembangkan lagi menjadi cara yang lebih canggih yaitu menggunakan teknologi digital (otomatisasi). Begitupun pada perancangan berbagai alat-alat tertentu, salah satunya adalah pembuatan oven.

Dalam industri pengolahan makanan, khususnya dalam proses pembuatan roti, oven memiliki peran yang sangat penting dalam mencapai kualitas produk yang diinginkan. Proses pemanggangan roti memerlukan kendali suhu yang akurat dan stabil agar hasil roti dapat merata, matang sempurna, dan memiliki tekstur yang diinginkan. Namun, pengoperasian oven secara manual sering kali menghasilkan variasi suhu yang signifikan, yang dapat mempengaruhi kualitas dan konsistensi produk.

Dalam rangka mengatasi tantangan tersebut, penggunaan teknologi otomatisasi dalam oven roti menjadi solusi yang sangat diharapkan. Salah satu teknologi yang dapat diaplikasikan adalah menggunakan Arduino Uno dan sensor *thermocouple* dengan metode kontrol PID. Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler yang memiliki kemampuan untuk mengontrol berbagai jenis sensor dan aktuator dengan presisi tinggi. Sementara itu, metode kontrol PID adalah pendekatan yang efektif untuk menjaga suhu oven tetap konstan dan mendekati nilai yang diinginkan.

Penggunaan sensor *thermocouple* memungkinkan pengukuran suhu dengan akurasi yang tinggi dalam rentang suhu tinggi yang dibutuhkan dalam proses pemanggangan roti. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan suhu secara cepat dan akurat, sehingga memungkinkan sistem kontrol untuk merespons dengan cepat terhadap perubahan suhu.

Melalui penggabungan teknologi Arduino Uno, sensor *thermocouple*, dan metode kontrol PID, diharapkan oven roti elektrik otomatis yang dihasilkan mampu menghasilkan roti dengan kualitas yang konsisten dan memenuhi standar produk yang diinginkan. Oven ini akan dapat mengatasi masalah variasi suhu, sehingga menghasilkan roti dengan hasil yang lebih merata, matang sempurna, dan tekstur yang lebih baik.

Dengan adanya latar belakang ini, penelitian dan pengembangan oven roti elektrik otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor *thermocouple* dengan metode PID menjadi relevan dan memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam proses pembuatan roti.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang ingin diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang alat sistem pengendali suhu pada oven roti serta pengembangan oven roti elektrik otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor *thermocouple* dengan metode PID.
2. Membuat alat pengendali suhu yang mampu menjaga keadaan suhu pada oven roti yang stabil dan sesuai dengan kondisi yang sudah ditentukan.

## **1.3 Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan penulisan pada pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat alat sistem pengendali suhu pada oven roti menggunakan sensor *thermocouple* dengan metode PID berbasis Arduino Uno.

2. Mengetahui dan memahami cara kerja sistem pengendali suhu pada oven listrik yang dirancang.
3. Memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

#### **1.4 Manfaat Tugas Akhir**

Manfaat dari pembuatan oven elektrik otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor *thermocouple* dengan metode PID adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis
  - a. Mengimplementasikan pengetahuan dan teori yang diperoleh selama perkuliahan
  - b. Untuk mendapatkan pemahaman mengenai konsep teori kontrol PID dalam sebuah proyek sebagai pengatur suhu dan kontrol sistem
2. Bagi Masyarakat

Tugas akhir ini memberikan manfaat bagi masyarakat dengan menyediakan oven elektrik otomatis yang memudahkan pemanggangan makanan, menghasilkan hasil yang konsisten, dan meningkatkan efisiensi energi. Selain itu, ini memiliki potensi untuk digunakan dalam bisnis roti kecil, meningkatkan produktivitas, dan peluang ekonomis.
3. Bagi Mahasiswa dan Pembaca

Laporan Tugas Akhir ini dapat menjadi sumber referensi dan pengetahuan yang berguna terutama bagi mahasiswa Teknik Listrik Industri yang sedang mengembangkan Tugas Akhir mereka dengan topik yang serupa.

#### **1.5 Pembatasan Masalah**

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Rancang bangun oven roti elektrik otomatis ini berfokus pada penggunaan Arduino Uno sebagai otak pengontrol sistem otomatisasi oven.

2. Metode kontrol yang digunakan adalah metode PID untuk mengatur suhu oven dengan presisi.
3. Sensor *thermocouple* untuk mengatur suhu yang akurat di dalam oven.
4. Alat ini menggunakan keypad hanya untuk memberikan set point suhu dan waktu.
5. LCD digunakan untuk menampilkan informasi berupa teks, huruf, angka, simbol.

### **1.6 Sistematika Tugas Akhir**

Sistematika dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR**

**HALAMAN PERSEMBAHAN**

**ABSTRAK**

***ABSTRACT***

**KATA PENGANTAR**

**DAFTAR ISI**

**DAFTAR GAMBAR**

**DAFTAR TABEL**

**DAFTAR LAMPIRAN**

**BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini akan membahas hal-hal yang melatarbelakangi pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, pembatasan masalah, manfaat tugas akhir, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

**BAB II LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini akan membahas mengenai tinjauan pustaka penelitian sebelumnya yang mengangkat topik yang sama dengan

yang akan dibahas, serta dasar teori yang menjadi acuan atau dasar dari pembuatan tugas akhir.

### **BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR**

Pada bab ini akan membahas mengenai perancangan pembuatan alat mulai dari perancangan *hardware* sampai dengan perancangan *software* dalam bentuk *flowchart* serta cara kerja dari oven elektrik otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor *thermocouple* dengan metode PID

### **BAB IV PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini merupakan pembahasan mengenai langkah-langkah dalam pembuatan alat yang meliputi perencanaan, alat dan bahan yang digunakan, pengerjaan *hardware* dan *software* sampai menjadi sebuah alat yang dapat dioperasikan.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT**

Pada bab ini berisi tentang pengukuran dan pengujian guna memverifikasi kinerja komponen-komponen dalam rangkaian, sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Selanjutnya, hasil pengukuran dan pengujian tersebut akan dianalisis dan dibahas.

### **BAB VI PENUTUP**

Pada bab ini berisikan kesimpulan secara singkat dan jelas mengenai prototype sistem alat sesuai dengan tujuan penelitian, kemudian memuat saran agar alat yang dirancang dapat dilakukan penelitian lebih lanjut guna mendapatkan hasil yang lebih baik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**