

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN KONTROL TEMPERATUR
MINYAK GORENG BERBASIS ARDUINO DENGAN
METODE PID**



Disusun Oleh :

IWANDOYO
NBI : 1452000074

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024**

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN KONTROL TEMPERATUR MINYAK GORENG BERBASIS ARDUINO DENGAN METODE PID



Disusun Oleh:

IWANDOYO

1452000074

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2024

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Iwandoyo
NBI : 1452000074
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : RANCANG BANGUN
KONTROL TEMPERATUR
MINYAK GORENG
BERBASIS ARDUINO
DENGAN METODE PID

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing 1



Ir. H.M. Balok Hariadi, MSc
NPP. 20450.89.0184

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing 2



Lutfi Agung Swarga, S.T., M.T.
NPP. 20450.23.0879



Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajoyo S.T., M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iwandoyo
NBI : 1452000074
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“RANCANG BANGUN KONTROL TEMPERATUR MINYAK GORENG BERBASIS ARDUINO DENGAN METODE PID”

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

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

Surabaya, Juli 2024

Penulis



Iwandoyo

NBI. 1452000074



UNIVERSITAS 17
AGUSTUS 1945
SURABAYA

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

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

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

Nama : Iwandoyo
NBI/NPM : 1452000074
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : RANCANG BANGUN KONTROL TEMPERATUR MINYAK GORENG BERBASIS ARDUINO DENGAN METODE PID

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

“RANCANG BANGUN KONTROL TEMPERATUR MINYAK GORENG BERBASIS ARDUINO DENGAN METODE PID”

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

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

Yang Menyatakan,



IWANDOYO

NBI. 1452000074

ABSTRAK

Arduino merupakan mikrokontrol yang bersifat *open source*. perangkat pintar ini dapat dikembangkan sedemikian rupa dengan bermacam-macam sensor dan akuator. Salah satu contoh pengembangan yang dilakukan oleh penulis yaitu membuat Kontrol temperatur minyak goreng Berbasis arduino dengan menggunakan metode PID kontrol. Penelitian ini menginvestigasi penggunaan PID (Proportional- Integral-Derivative) controller untuk mengatur suhu dalam sistem kontrol arduino Uno dan modul MAX6675 Thermocouple. Thermocouple type K memiliki rentang nilai pengukuran (-200°C) sampai dengan 1250°C, Berbahan Nikel-Chromium sebagai logam konduktor Positif dan Nikel-Aluminium sebagai logam konduktor Negatif. Metode control PID digunakan untuk mengoptimalkan respons sistem terhadap perubahan suhu dan meminimalkan kesalahan kontrol. Dalam penelitian ini Thermocouple Type K diintegrasikan dengan modul MAX6675 untuk pembacaan temperatur sebagai masukan. Modul MAX6675 Menggunakan IC6675 yang diperuntukan sebagai OP-AMP dan pengubah sinyal analog menjadi sinyal digital (ADC Converter). Data yang dikirim dari MAX6675 merupakan data yang bernilai digital. Data dikirim ke Mikrokontrol arduino akan di olah menggunakan metode PID. Data yang di terima selanjutnya akan di olah menggunakan sistem PID untuk selanjutnya memberikan respon kepada motor servo yang digunakan sebagai akuator. Pada implementasi alat, motor servo digunakan sebagai pengkondisi nyala besar-kecilnya api pada kompor. Jika nilai perbedaan suhu SetValue dengan PointValue sangat besar, maka motor servo akan memutar knob kompor untuk memberikan suplai gas yang besar, jika nilai PointValue mendekati SetValue, servo akan mengecilkan suplai gas yang keluar dan sistem PID akan menyetabilkan Temperatur. Nilai SetValue dapat diubah-diganti disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan, dengan menggunakan interface keypad matrix 4x4. Alat ini membantu manusia dalam melakukan aktifitas pekerjaan masak, mengurangi penggunaan gas yang berlebih, dan mengurangi penguapan minyak yang terbuang akibat terlalu tingginya temperatur atau overshoot.

ABSTRACT

Arduino is an open source microcontroller. This smart device can be developed in such a way with various sensors and actuators. One example of the development carried out by the author is making Arduino-based cooking oil temperature control using the PID control method. This research investigates the use of a PID (Proportional- Integral-Derivative) controller to regulate temperature in an arduino Uno control system and a MAX6675 Thermocouple module. Thermocouple type K has a range of measurement values (-200°C) to 1250°C, made of Nickel-Chromium as a positive conductor metal and Nickel-Aluminum as a negative conductor metal. The PID control method is used to optimize system response to temperature changes and minimize control error. In this research, Thermocouple Type K is integrated with MAX6675 module for temperature reading as input. The MAX6675 module uses IC6675 which is intended as an OP-AMP and converts analog signals into digital signals (ADC Converter). The data sent from MAX6675 is digital data. Data sent to the Arduino microcontroller will be processed using the PID method. The data received will then be processed using the PID system to further provide a response to the servo motor used as an actuator. In the implementation of the tool, the servo motor is used as a flame conditioner for the size of the fire on the stove. If the temperature difference between SetValue and PointValue is very large, the servo motor will turn the stove knob to provide a large gas supply, if the PointValue value is close to SetValue, the servo will reduce the gas supply and the PID system will stabilize the temperature. The SetValue can be changed according to the needs of use, using a 4x4 matrix keypad interface. This tool helps humans in doing cooking activities, reducing the use of excess gas, and reducing the evaporation of oil that is wasted due to too high a temperature or overshoot.

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak nikmat dan hidayah. Sholawat serta salam kepada junjungan besar nabi Muhammad SAW Penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir dengan Judul **“Rancang Bangun Kontrol Temperatur Minyak goreng Berbasis Arduino Dengan Metode PID”**.

Tugas Akhir ini diajukan kepada fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya sebagai salah satunya syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 Selama menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Allah SWT yang memberikan rahmat-nya sehingga penulis diberikan kesehatan dan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Keluarga tercinta khususnya kepada kedua Orang Tua yang tidak henti memberikan support doa dan semangat kepada penulis
3. Bapak Puji Slamet, S.T.,MT., selaku Ketua Progam Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Ir. H.M Balok Hariadi, MSc. dan Bapak Lutfi Agung Swarga, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak sekali masukan, kritik, dan saran selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Rekan mahasiswa jurusan Teknik elektro yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Dengan penuh hormat penulis sangat menghargai bantuan yang telah diberikan, semoga ALLAH SWT menjadikan catatan amal kebaikan.

Surabaya, juli 2024
Penulis

IWANDOYO
1452000074

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Kontribusi Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 UMKM.....	6
2.3 PID (Proporsional, Integral, Derivatif).....	7
2.3.1 Pengaturan Proporsional (P).....	7
2.3.2 Pengaturan Integral (I)	8
2.3.3 Pengaturan Derivatif (D).....	9
2.4 Metode Ziegler-Nichols	9
2.4.1 Metode Ziegler-Nicols Tipe 1 (Open Loop)	9
2.4.2 Ziegler Nicols Tipe 2 (Closed Loop)	11
2.5 Arduino Mikrokontrol	12
2.5.1 Pinout Arduino Uno	14
2.6 Thermocouple	15

2.7 Modul Thermocouple MAX6675.....	16
2.8 Motor Servo	19
2.8.1 Prinsip Kerja Motor Servo	20
2.9 keypad Matrix 4x4	20
2.10 Liquid Crystal Display 16x2	21
2.11 Relay 1 channel.....	22
2.12 LM2596 DC Stepdown	23
2.13 Solenoid Gas	24
2.11 Kompor Gas	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Metode Penelitian.....	25
3.3 Perancangan Perangkat Keras	26
3.3.1 Perancangan Rangkaian Sistem Mikrokontroler Arduino Uno (Atmega328)	27
3.3.2 Perancangan Rangkaian Sensor thermocouple Type K & Max6675	29
3.3.3 Perancangan Rangkaian Minimum Servo	29
3.3.4 Rangkaian Relay	30
3.3.5 Rangkaian LCD I2c 16x2.....	31
3.3.6 Rangkaian Keypad	31
3.3.7 Rangkaian Keseluruhan.....	32
3.4 Perancangan perangkat Lunak	32
3.4.1 Perancangan Sistem.....	38
3.4.2 PID	38
3.4.3 Menentukan Nilai KP, Ki, Kd.....	39
3.4.4 Pembacaan Sensor Suhu.....	41
3.5 Pembuatan mekanik	42
BAB IV PEMBAHASAN.....	45
4.1 Pengujian Minimum Sistem Arduino Uno.....	45
4.1.1 Alat yang digunakan.....	45
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	45
4.1.3 Hasil pengujian minimum sistem.....	45

4.3 Pengujian Sensor Thermocouple type K dengan MAX6675	48
4.3.1 Alat yang digunakan.....	49
4.3.2 Prosedur Pengujian.....	49
4.3.3 Hasil Pembacaan	49
4.3.4 Pembacaan nilai yang keluar dari terminal sensor	51
4.4 Pengujian Manual Mode	52
4.4.1 Alat yang digunakan.....	52
4.4.2 Prosedur Pengujian.....	53
4.4.3 Hasil Pengujian	53
4.5 Pengujian SETSV Mode	54
4.5.1 Alat yang digunakan.....	54
4.5.2 Prosedur Pengujian.....	54
4.5.3 Hasil Pengujian	55
4.6 Pengujian OFFSET Mode	55
4.6.1 Alat yang digunakan.....	55
4.6.2 Prosedur Pengujian.....	56
4.6.3 Hasil Pengujian	56
4.7 Pengujian Sistim PID	56
4.7.1 Alat yang digunakan.....	57
4.7.2 Prosedur Pengujian.....	57
4.8 Hasil Pengujian	57
4.8.1 Rise time.....	57
4.8.2 Error Steady State.....	58
4.8.3 Overshoot	59
4.8.4 Delay Time.....	59
4.8.5 Settling time	60
4.8.6 Hasil Grafik PID.....	60
4.9 Pengujian dengan 10 konstanta yang berbeda.....	61
4.9.1 Tuning 1	61
4.9.2 Tuning 2	62
4.9.3 Tuning 3	63

4.9.4 Tuning 4	63
4.9.5 Tuning 5	64
4.9.6 Tuning 6	64
4.9.7 Tuning 7	65
4.9.8 Tuning 8	66
4.9.9 Tuning 9	66
4.9.10 Tuning 10	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	69
Daftar Pustaka	71
Lampiran 1 Coding Arduino	73
Lampiran 2 Tabel pengambilan data PID	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Block Diagram PID	7
Gambar 2. 2 Respon Tangga Satuan Sistem	10
Gambar 2. 3 Kurva Respon Berbentuk S.....	10
Gambar 2. 4 Sistem Closed Loop dengan menggunakan KP saja	11
Gambar 2. 5 design menentukan Nilai Pcr	12
Gambar 2. 6 Arduino Uno	13
Gambar 2. 7 Arduino Uno Pinout.....	14
Gambar 2. 8 Prinsip Kerja Thermocouple.....	15
Gambar 2. 9 Skematik MAX6675	16
Gambar 2. 10 Modul fisik Thermocouple MAX6675	17
Gambar 2. 11 Block Diagram Max6675	17
Gambar 2. 12 Motor Servo.....	19
Gambar 2. 13 Prinsip Kerja Motor Servo.....	20
Gambar 2. 14 Keypad Matriks 4x4	21
Gambar 2. 15 Konfigurasi Pin LCD 16x2.....	22
Gambar 2. 16 Relay 1 Channel	23
Gambar 2. 17 LM2596 DC Stepdown.....	23
Gambar 2. 18 Solenoid Gas	24
Gambar 2. 19 Kompor Gas	24
Gambar 3. 1 Block Diagram Perangkat keras	26
Gambar 3. 2 Bentuk fisik Rangkaian Minimum Sistem	28
Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor Suhu.....	29
Gambar 3. 4 Rangkaian Minimum Servo	30
Gambar 3. 5 Rangkaian Relay	30
Gambar 3. 6 Rangkaian LCD 16x2.....	31
Gambar 3. 7 Rangkaian Keypad Matrix	31
Gambar 3. 8 Rangkaian Keseluruhan	32
Gambar 3. 9 Fitur Manual (Menu A)	33
Gambar 3. 10 Menu B (Input Setpoint)	34
Gambar 3. 11 Menu C (set Offset).....	35
Gambar 3. 12 Menu D (PID)	36
Gambar 3. 13 Block Diagram Sistim PID	38
Gambar 3. 14 Diagram Blok PID	39
Gambar 3. 15 Proses design metode ziegler Nicols tipe 2.....	40
Gambar 3. 16 Modifikasi Pipa Gas	43
Gambar 3. 17 Pemasangan Pipa Gas yang sudah di Modifikasi	43
Gambar 3. 18 pembuatan Pangkon Box Arduino	43
Gambar 3. 19 Modifikasi Knob Kompor untuk servo.....	44
Gambar 3. 20 Pemasangan Box Arduino dan Servo.....	44
Gambar 3. 21 Hasil Akhir Alat	44

Gambar 4. 1 Coding Arduino	46
Gambar 4. 2 Klik Icon Verivy	46
Gambar 4. 3 Proses Compile	46
Gambar 4. 4 Proses compile selesai	46
Gambar 4. 5 Klik Icon Upload	47
Gambar 4. 6 Proses Upload.....	47
Gambar 4. 7 Proses upload telah selesai	47
Gambar 4. 8 Tampilan LCD.....	48
Gambar 4. 9 Serial Monitor.....	48
Gambar 4. 10 Hasil Pembacaan 1.....	50
Gambar 4. 11 Hasil Pembacaan 2.....	50
Gambar 4. 12 Hasil Pembacaan 3.....	50
Gambar 4. 13 Mode Standby	53
Gambar 4. 14 Mode Manual	53
Gambar 4. 15 Servo Berputar 90 derajat.....	54
Gambar 4. 16 Mode Standby	55
Gambar 4. 17 Masuk Mode SETSV dan masukan nilai 90	55
Gambar 4. 18 Masuk Mode OTO.....	55
Gambar 4. 19 Mode Stanby	56
Gambar 4. 20 Menu OFFSET.....	56
Gambar 4. 21 Hasil Perhitungan dari aplikasi Matlab.....	60
Gambar 4. 22 Grafik PID	61
Gambar 4. 23 Grafik Respon Sistem Tuning 1.....	62
Gambar 4. 24 Grafik Respon Sistem Tuning 2	62
Gambar 4. 25 Grafik Respon Sistem Tuning 3.....	63
Gambar 4. 26 Grafik Respon Sistem Tuning 4.....	63
Gambar 4. 27 Grafik Respon Sistem Tuning 5.....	64
Gambar 4. 28 Grafik Respon Sistem Tuning 6.....	65
Gambar 4. 29 Grafik Respon Sistem Tuning 7	65
Gambar 4. 30 Grafik Respon Sistem Tuning 8.....	66
Gambar 4. 31 Grafik Respon Sistem Tuning 9.....	67
Gambar 4. 32 Grafik Respon Sistem Tuning 10.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Parameter PID Ziegler-Nicols tipe 1	11
Tabel 2. 2 Ziegler-Nicols tipe 2	12
Tabel 2. 3 Spesifikasi Thermocouple	16
Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul MAX6675	18
Tabel 2. 5 Konfigurasi Pin Keypad	21
Tabel 2. 6 Spesifikasi LCD 16x2.....	22
Tabel 3. 1 Konfigurasi PIN Arduino.....	28
Tabel 3. 2 Pilihan Menu dari Mode Standby	37
Tabel 4. 1 Sample Hasil Pengukuran	51
Tabel 4. 2 Pembacaan nilai tegangan sensor	51