

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN ALAT PENGERING CENGKEH  
MENGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS *INTERNET*  
*OF THINGS***



MUHAMAD FAJAR FADHILAH

1513618004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2023**

**HALAMAN JUDUL**

**RANCANG BANGUN ALAT PENERING CENGKEH  
MENGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS *INTERNET*  
*OF THINGS***



**MUHAMAD FAJAR FADHILAH**

1513618004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

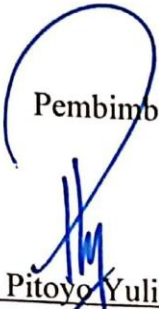
**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul : Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Menggunakan Kontroler PID Berbasis Internet Of Things  
Penyusun : Muhamad Fajar Fadhilah  
NIM : 1513618004  
Tanggal Ujian : Senin, 16 Januari 2023

Disetujui oleh:

Pembimbing I,


  
Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T  
NIP. 196807081994031003

Pembimbing II,


  
Vina Oktaviani, M.T  
NIP. 199010122022032009

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:


Ketua Penguji,

  
Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197203301995121001

Sekretaris,

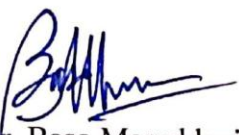
13-02-2023  
  
Dr. Muhammad Yusro, M.T, Ph.D  
NIP. 197609212001121002

Dosen Ahli

  
Dr. Wisnu Djatmiko, M.T  
NIP. 196702141992031001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

  
Dr. Baso Maruddani, M.T  
NIP. 198305022008011006

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 27 Desember 2022

Yang Membuat,



Muhamad Fajar Radhilah

No. Reg. 1513618004





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhamad Fajar Fadhilah  
NIM : 1513618004  
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika  
Alamat email : mfajar.fadhilah35@mail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Menggunakan Kontroler PID Berbasis Internet Of Things

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Februari 2023

Penulis

(Muhamad Fajar Fadhilah)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Menggunakan Kontroler PID Berbasis *Internet of Things*” dengan baik. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka mengajukan seminar usulan penelitian. Peneliti menyadari tanpa adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak lain, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Baso Maruddani, M.T. selaku ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
2. Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Vina Oktaviani, M.T. selaku Dosen Pembimbing II
4. Orang tua, kakak, dan kawan-kawan terdekat yang telah memberikan kasih sayang serta doa yang tidak pernah terhenti serta rekan-rekan mahasiswa/i Pendidikan Teknik Elektronika angkatan 2018 yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penyusunan proposal penelitian ini dengan balasan yang lebih baik. Semoga proposal penelitian ini dapat berlanjut menjadi skripsi dan membawa manfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Jakarta, 27 Desember 2022  
Peneliti



Muhamad Fajar Fadhilah  
1513618004

## ABSTRAK

**MUHAMAD FAJAR FADHILAH (1513618004), “Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Menggunakan Kontroler PID Berbasis *Internet Of Things*”, Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, November 2022. Dosen Pembimbing Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T dan Vina Oktaviani, M.T.**

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem kontrol suhu otomatis untuk menjaga kestabilan suhu pada saat proses pengeringan cengkeh yang dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh dengan smartphone Android melalui koneksi WiFi.

Perancangan dan pembuatan sistem pengendalian suhu pada alat pengering cengkeh ini berhasil dilakukan dengan menggunakan metode *Research & Development* model Borg & Gall. Sistem yang diusulkan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler. Penggunaan sensor DHT22, LCD 16x2, *driver* motor L298N, *Heater*, AC *Light Dimmer*, dan kipas DC yang diintegrasikan dengan aplikasi android sebagai IoT (*Internet of Things*). Keunggulan sistem bersifat mudah digunakan dan dapat diakses dari jarak jauh secara real time.

Hasil penelitian ini menunjukkan Rancang Bangun Alat Pengering Cengkeh Menggunakan kontrol PID Berbasis *Internet of Things* yang telah dirancang, direalisasikan, dan diuji dapat menjaga kestabilan suhu pada saat proses pengeringan cengkeh dilakukan yaitu pada suhu 59.3°C dan kelembaban 26% selama  $\pm 11$  jam dengan *rise time* (waktu kenaikan suhu) = 1093 s dan persentase *error* sebesar 1.88% yang menggunakan parameter KP = 10, KI = 10, dan KD = 40 yang dapat dilihat pada percobaan ke-9. Proses pengeringan cengkeh tersebut juga dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh dengan *smartphone* Android melalui koneksi WiFi.

**Kata kunci :** Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban, Pengeringan Cengkeh, Kontrol PID, ESP32, Sensor DHT22, LCD 16x2, AC *Light Dimmer*, *Heater*, L298N, Kipas DC, Kodular, IoT (*Internet of Things*).



## ABSTRACT

**MUHAMAD FAJAR FADHILAH (1513618004), “Design of Clove Dryer Using Internet Of Things Based PID Controller”, Thesis. Jakarta: Electronic Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering, Jakarta State University, November 2022. Supervisor Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T and Vina Oktaviani, M.T.**

*The purpose of this research is to design and manufacture an automatic temperature control system to maintain temperature stability during the clove drying process which can be monitored and controlled remotely with an Android smartphone via a WiFi connection.*

*The design and manufacture of a temperature control system for this clove dryer was successfully carried out using the Borg & Gall Research & Development model. The proposed system uses ESP32 as a microcontroller. The use of DHT22 sensors, 16x2 LCDs, L298N motor drivers, heaters, AC Light Dimmers, and DC fans integrated with android applications as IoT (Internet of Things). The advantage of the system is that it is easy to use and can be accessed remotely in real time.*

*The results of this study indicate that the design of a clove drying device using PID control based on the Internet of Things that has been designed, realized, and tested can maintain temperature stability when the clove drying process is carried out, namely at a temperature of 59.3°C and 26% humidity for  $\pm 11$  hours. rise (temperature rise time) = 1093 s and an error percentage of 1.88% using the parameters  $KP = 10$ ,  $KI = 10$ , and  $KD = 40$  which can be seen in the 9th experiment. The clove drying process can also be monitored and controlled remotely with an Android smartphone via a WiFi connection.*

**Keywords:** *Temperature and Humidity Control System, Clove Drying, PID Control, ESP32, DHT22 Sensor, 16x2 LCD, AC Lamp Dimmer, Heater, L298N, DC Fan, Kodular, IoT (Internet of Things).*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PERNYATAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang Masalah .....	1
1.2    Identifikasi Masalah.....	4
1.3    Pembatasan Masalah.....	5
1.4    Rumusan Masalah.....	5
1.5    Tujuan Penelitian .....	5
1.6    Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1    Kerangka Teoritik .....	7
2.1.1    Sistem Kendali.....	7
2.1.2    Kontrol PID (Proportional, Integral, Derivative).....	10
2.1.3    Cengkeh .....	20
2.1.4    Pengeringan Cengkeh .....	20
2.1.5 <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM) .....	21
2.1.6    Kodular .....	22
2.1.7    Google Firebase .....	23
2.1.8    Arduino IDE .....	27
2.1.9    Mikrokontroler ESP32.....	27
2.1.10    Sensor DHT22 .....	31
2.1.11    Elemen Pemanas ( <i>Heater</i> ) .....	34
2.1.12    AC <i>Light</i> Dimmer Module.....	35
2.1.13 <i>Driver</i> Kipas 12V DC .....	36
2.1.14    LCD 16x2 .....	40
2.2    Penelitian Yang Relevan.....	42

2.3	Kerangka Berpikir.....	43
2.2.1	Diagram Blok Sistem Kendali .....	44
2.2.2	Diagram Blok Alat Pengeringan Cengkeh.....	46
2.2.3	Diagram Alir Sistem Kendali Pengering Cengkeh .....	46
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>48</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	48
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	48
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	49
3.3.1	Tahap Pengumpulan Data.....	50
3.3.2	Tahap Perancangan .....	50
3.3.2.1	Tahap Desain Produk.....	50
3.3.3	Tahap Pengembangan .....	56
3.3.4	Tahap Pengujian Awal.....	57
3.4	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	57
3.5	Teknik Analisis Data .....	58
3.6	Kriteria Pengujian Hardware .....	58
3.6.1	Pengujian Sensor DHT22 .....	58
3.6.2	Pengujian LCD 16x2 .....	59
3.6.3	Pengujian <i>Driver</i> Motor DC L298N .....	59
3.6.4	Pengujian AC <i>Light Dimmer</i> .....	60
3.6.5	Pengujian <i>Heater</i> .....	60
3.6.6	Pengujian Kestabilan Suhu .....	60
3.7	Kriteria Pengujian <i>Software</i> .....	66
3.7.1	Pengujian Tampilan Suhu Pengering Cengkeh .....	66
3.7.2	Pengujian Tampilan Kelembaban Pengering Cengkeh .....	67
3.7.3	Pengujian Tampilan Kondisi Kipas .....	67
3.7.4	Pengujian Kirim Data Ke Firebase .....	68
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>69</b>
4.1	Hasil Pengujian .....	69
4.1.1	Hasil Pengujian Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	69
4.1.1.1	Hasil Pengujian Sensor DHT22 .....	69
4.1.1.2	Hasil Pengujian LCD 16x2 .....	71
4.1.1.3	Hasil Pengujian <i>Driver</i> Motor DC L298N .....	72
4.1.1.4	Hasil Pengujian AC <i>Light Dimmer</i> .....	72

4.1.1.5	Hasil Pengujian <i>Heater</i> .....	74
4.1.1.6	Hasil Pengujian Sistem Kontrol Suhu Otomatis dalam Menjaga Kestabilan Suhu selama Proses Pengeringan Cengkeh .....	74
4.1.2	Hasil Pengujian Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	84
4.1.2.1	Hasil Pengujian Tampilan Suhu Pengering Cengkeh .....	84
4.1.2.2	Hasil Pengujian Tampilan Kelembaban Pengering Cengkeh .....	85
4.1.2.3	Hasil Pengujian Tampilan Kondisi Kipas.....	85
4.1.2.4	Hasil Pengujian Kirim Data Ke Firebase.....	86
4.1.3	Hasil Pengujian Cengkeh Basah yang Dikeringkan selama selama $\pm 11$ jam dengan kekeringan 26%.....	86
4.1.3.1	Gambar Proses Pengeringan Cengkeh .....	86
4.1.3.2	Gambar Monitoring Suhu dan Kelembaban Selama Proses Pengeringan .....	90
4.2	Pembahasan .....	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		99
5.1	Kesimpulan .....	99
5.2	Saran .....	99
DAFTAR PUSTAKA .....		101
LAMPIRAN.....		105
1.	Baris Program ESP32 .....	106
2.	Baris Program Aplikasi Interface untuk <i>Smartphone</i> Android.....	111
3.	Lampiran Gambar Dalam Pengeringan Cengkeh .....	119
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		122



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Cengkeh Basah dan Cengkeh Kering.....	21
Tabel 2. 2 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32.....	28
Tabel 2. 3 Fungsi PIN Sensor DHT22 .....	32
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor DHT22 (Siswanto, dkk. 2017).....	32
Tabel 2. 5 Spesifikasi Heater .....	34
Tabel 3. 1 Penggunaan I/O Mikrokontroler ESP32 .....	55
Tabel 3. 2 Kriteria Pengujian Suhu Sensor DHT22.....	58
Tabel 3. 3 Kriteria Pengujian Kelembaban Sensor DHT22.....	59
Tabel 3. 4 Kriteria Pengujian LCD 16x2 .....	59
Tabel 3. 5 Kriteria Pengujian Driver Motor L298N .....	59
Tabel 3. 6 Kriteria Pengujian AC Light Dimmer.....	60
Tabel 3. 7 Kriteria Pengujian Heater.....	60
Tabel 3. 8 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-1 .....	61
Tabel 3. 9 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-2 .....	61
Tabel 3. 10 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-3 .....	62
Tabel 3. 11 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-4 .....	62
Tabel 3. 12 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-5 .....	63
Tabel 3. 13 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-6 .....	63
Tabel 3. 14 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-7 .....	64
Tabel 3. 15 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-8 .....	64
Tabel 3. 16 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-9 .....	65
Tabel 3. 17 Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-10 .....	65
Tabel 3. 18 Kriteria Pengujian Tampilan Nilai Suhu Pengerih Cengkeh .....	66
Tabel 3. 19 Kriteria Pengujian Tampilan Nilai Kelembaban Pengerih Cengkeh .....	67
Tabel 3. 20 Kriteria Pengujian Tampilan Kondisi Kipas .....	67
Tabel 3. 21 Kriteria Pengujian Kirim Data Ke Firebase .....	68
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT22.....	69
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Kelembaban DHT22.....	69
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian LCD 16x2 .....	71
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Driver Motor DC L298N .....	72
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian AC Light Dimmer.....	73

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Heater.....	74
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-1 .....	74
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-2 .....	75
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-3 .....	76
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-4 .....	77
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-5 .....	78
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-6 .....	79
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-7 .....	80
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-8 .....	81
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-9 .....	82
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Kestabilan Suhu Percobaan Ke-10 .....	83
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Tampilan Monitoring Suhu Pada Aplikasi .....	85
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Tampilan Nilai Kelembaban Pengering Cengkeh ...	85
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Tampilan Kondisi Kipas .....	86
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kirim Data Ke Firebase .....	86



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 3 Diagram Blok Sistem Kendali Industri .....	9
Gambar 2. 1 Sistem Kendali Untaian Terbuka (Open Loop).....	9
Gambar 2. 2 Sistem Kendali Untaian Tertutup atau Umpan Balik (Feedback Control System) .....	10
Gambar 2. 4 Kontroler PID .....	11
Gambar 2. 5 Overshoot pada Proses Plant akibat Nilai Kp yang terlalu Besar ....	12
Gambar 2. 6 Daerah Kerja Kontrol Integral pada Proses Plant .....	14
Gambar 2. 7 Pengaruh Kontrol Derivatif pada Proses Plant.....	16
Gambar 2. 8 Skematik Driver Heater menggunakan Triac .....	21
Gambar 2. 9 Bentuk dari Sinyal Pulse Width Modulation (PWM) .....	22
Gambar 2. 10 Tampilan Kodular .....	23
Gambar 2. 11 Tampilan Firebase .....	23
Gambar 2. 12 Web API KEY Firebase .....	24
Gambar 2. 13 Token Firebase Database Secret .....	25
Gambar 2. 14 Hasil Data Realtime Database yang Tersimpan .....	25
Gambar 2. 15 Arduino IDE.....	27
Gambar 2. 16 Mikrokontroler ESP32 .....	28
Gambar 2. 17 Serial Monitor ESP32 yang Terhubung dengan Internet .....	31
Gambar 2. 18 Module Sensor DHT22 .....	31
Gambar 2. 19 Skematik Integrasi DHT22 Dengan ESP32 .....	33
Gambar 2. 20 Elemen Pemanas(Heater) .....	34
Gambar 2. 21 AC Light Dimmer Module.....	35
Gambar 2. 22 Skematik Integrasi AC Light Dimmer Dengan ESP32.....	36
Gambar 2. 23 Driver motor L298N .....	37
Gambar 2. 24 Skematik Integrasi DHT22 Dengan ESP32 .....	38
Gambar 2. 25 Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 .....	40
Gambar 2. 26 Skematik Integrasi DHT22 Dengan ESP32 .....	41
Gambar 2. 27 Kerangka Berpikir .....	44
Gambar 2. 28 Diagram Blok Sistem Kendali Suhu Loop-tertutup .....	44
Gambar 2. 29 Diagram Blok Alat Pengeringan Cengkeh .....	46
Gambar 2. 30 Diagram Alir Sistem Kendali Pengeringan Cengkeh.....	47



Gambar 3. 1 Metode Riset dan Pengembangan Borg & Gall .....	49
Gambar 3. 2 Tahap Penelitian Yang Digunakan.....	50
Gambar 3. 3 Desain Alat Pengering Cengkeh .....	51
Gambar 3. 4 Desain Keseluruhan Alat Pengering Cengkeh .....	51
Gambar 3. 5 Board ESP32 .....	52
Gambar 3. 6 Sensor DHT22 Dengan Mikrokontroler ESP32.....	52
Gambar 3. 7 Module Driver Motor (L298N) dengan Mikrokontroler ESP32.....	53
Gambar 3. 8 AC Light Dimmer Module dengan Mikrokontroler ESP32.....	53
Gambar 3. 9 LCD 16x2 dengan Mikrokontroler ESP32.....	54
Gambar 3. 10 Skematik Rangkaian Sistem.....	54
Gambar 3. 11 Tampilan Awal Aplikasi Pengering Cengkeh.....	56
Gambar 3. 12 (a) Tampilan Setting Parameter, (b) Tampilan Monitoring Suhu dan Kelembaban .....	56
Gambar 3. 13 Diagram Penelitian.....	57
Gambar 3. 14 Tampilan Nilai Suhu Pengering Cengkeh.....	66
Gambar 3. 15 Tampilan Nilai Kelembaban Pengering Cengkeh.....	67
Gambar 3. 16 Tampilan Kondisi Kipas.....	67
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Ke-1 DHT22 .....	70
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Ke-2 DHT22 .....	70
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Ke-3 DHT22 .....	70
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Ke-4 DHT22 .....	71
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Ke-5 DHT22 .....	71
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian LCD 16x2 .....	72
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Driver Motor DC L298N .....	72
Gambar 4. 8 Pengukuran PWM 255 Tegangan 205 VAC .....	73
Gambar 4. 9 Pengukuran PWM 120 Tegangan 198 VAC .....	73
Gambar 4. 10 Pengukuran PWM 60 Tegangan 117 VAC .....	73
Gambar 4. 11 Pengukuran PWM 12 Tegangan 54 VAC .....	73
Gambar 4. 12 Pengukuran PWM 0 Tegangan 0 VAC .....	74
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Percobaan Ke-1 .....	75
Gambar 4. 14 Grafik Hasil Percobaan Ke-2 .....	76
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Percobaan Ke-3 .....	77

Gambar 4. 16 Grafik Hasil Percobaan Ke-4 .....	78
Gambar 4. 17 Grafik Hasil Percobaan Ke-5 .....	79
Gambar 4. 18 Grafik Hasil Percobaan Ke-6 .....	80
Gambar 4. 19 Grafik Hasil Percobaan Ke-7 .....	81
Gambar 4. 20 Grafik Hasil Percobaan Ke-8 .....	82
Gambar 4. 21 Grafik Hasil Percobaan Ke-9 .....	83
Gambar 4. 22 Grafik Hasil Percobaan Ke-10 .....	84
Gambar 4. 23 Grafik Respon Sistem Pengujian 1-10 .....	84
Gambar 4. 24 Proses Cengkeh masuk ke Oven (23 November 2022, 06:23).....	87
Gambar 4. 25 Proses pengeringan cengkeh selama 1 jam (23 November 2022, 07:23).....	87
Gambar 4. 26 Proses pengeringan cengkeh selama 2 jam (23 November 2022, 08:26).....	87
Gambar 4. 27 Proses pengeringan cengkeh selama 3 jam (23 November 2022, 09:26).....	88
Gambar 4. 28 Proses pengeringan cengkeh selama 4 jam (23 November 2022, 10:28).....	88
Gambar 4. 29 Proses pengeringan cengkeh selama 5 jam (23 November 2022, 11:26).....	88
Gambar 4. 30 Proses pengeringan cengkeh selama 6 jam (23 November 2022, 12:26).....	89
Gambar 4. 31 Proses pengeringan cengkeh selama 7 jam (23 November 2022, 13:27).....	89
Gambar 4. 32 Proses pengeringan cengkeh selama 8 jam (23 November 2022, 14:25).....	89
Gambar 4. 33 Proses pengeringan cengkeh selama 9 jam (23 November 2022, 15:24).....	90
Gambar 4. 34 Proses pengeringan cengkeh selama 10 jam (24 November 2022, 08:32).....	90
Gambar 4. 35 Proses pengeringan cengkeh selama ±11 jam telah selesai (24 November 2022, 10:15).....	90

Gambar 4. 36 Parameter PID .....	92
Gambar 4. 37 Monitoring pada jam 06:22 .....	91
Gambar 4. 38 Monitoring Selama 1 jam .....	92
Gambar 4. 39 Monitoring Selama 2 jam .....	91
Gambar 4. 40 Monitoring Selama 3 jam .....	93
Gambar 4. 41 Monitoring Selama 4 jam .....	92
Gambar 4. 42 Monitoring Selama 5 jam .....	93
Gambar 4. 43 Monitoring Selama 6 jam .....	92
Gambar 4. 44 Monitoring Selama 7 jam .....	94
Gambar 4. 45 Monitoring Selama 8 jam .....	93
Gambar 4. 46 Monitoring Selama 9 jam .....	94
Gambar 4. 47 Monitoring Selama 10 jam .....	93
Gambar 4. 48 Monitoring Selama $\pm 11$ jam .....	94
Gambar 4. 49 Perbandingan Pembacaan Suhu dan Kelembaban .....	94
Gambar 4. 50 Pengukuran Arus pada suhu $31.3^{\circ}\text{C}$ .....	97
Gambar 4. 51 Pengukuran Arus pada suhu $59.7^{\circ}\text{C}$ .....	98

