RANCANG BANGUN MESIN PENGERING MAGGOT TIPE ROTARY DENGAN SISTEM KENDALI ALGORITMA PID BERBASIS MIKROKONTROLLER

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana

Disusun Oleh :

NAMA : MUHAMMAD FATHIR RIZQI

NIM : 092022090213

PROGAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

HALAMAN JUDUL

Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Fathir Rizqi

NIM : 092022090213

PRODI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

Depok

Menyetujui Pembimbing,

Arisa Olivia Putri,S.S.T., MIT.

NIP. 0320109501

Dipindai dengan Cam

Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Fathir Rizqi

NIM : 092022090213

PRODI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

Depok

Menyetujui Pembimbing,

Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng.
NIP. 0320019502

Dipindai deng

ii

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 8 Agustus 2026

Mahasiswa,



Muhammad Fathir Rizqi

092022090213

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh

Nama	:	Muhammad Fathir Rizqi
NIM	:	092022090213
Program Studi	:	Teknik Elektro
Judul Skripsi	:	Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Arisa Olivia Putri,S.S.T., MIT. ( )

Pembimbing 2 : Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng. ( )

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 8 Agustus 2026

MENGETAHUI
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainyendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc. Eng
NIK. S092020080004

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh

Nama	:	Muhammad Fathir Rizqi
NIM	:	092022090213
Program Studi	:	Teknik Elektro
Judul Skripsi	:	Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1	: Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc.Eng.	( )
Penguji 2	: Sinka Wilyanti, S.T.,MT.	( )
Penguji 3	: Ir. Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T., I.P.U.	( )
Ditetapkan di	: Depok	
Tanggal	: 8 Agustus 2026	

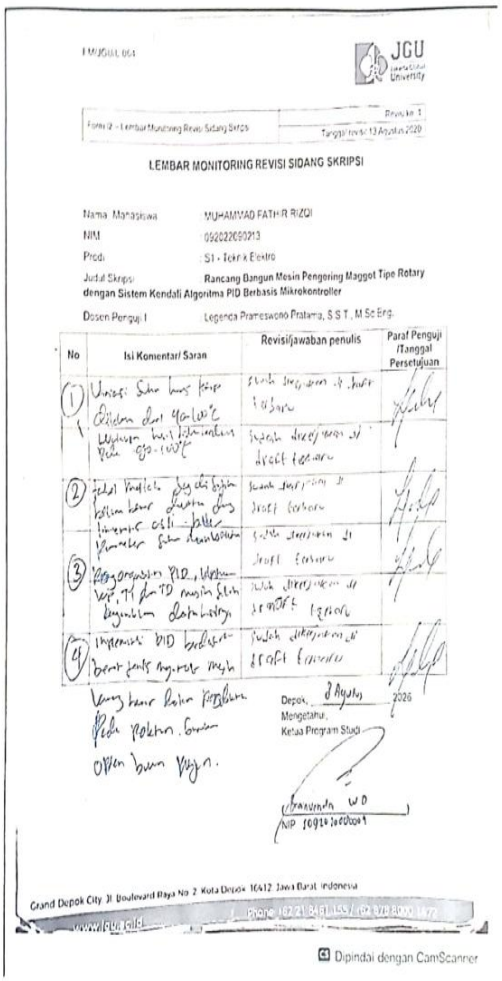
MENGETAHUI
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc. Eng
NIK. S092020080004

Dipindai dengan Ca

HALAMAN REVISI PENGUJI

Lampiran 5. Form Revisi Sidang



FMUGUL 064

JGU Jakarta Global University

Form 2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke 1 Tanggal revisi 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FATHIR RIZQI

NIM : 092022090213

Prodi : S1 - Teknik Elektro

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller**

Dosen Penguji I : Legenda Prameswono Pratama, S.S.T., M.Sc.Eng.

No	Isi Komentar/ Saran	Revisi/jawaban penulis	Paraf Penguji /Tanggal Persetujuan
1	Unsur Sulu harus [illegible] dikelas dari 40-100°C [illegible] pada 90-100°C	Sudah direkayasan di draft terbaru	[signature]
2	Jadi [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]	Sudah direkayasan di draft terbaru	[signature]
3	Pengangkatan PID, [illegible] [illegible] [illegible]	Sudah direkayasan di draft terbaru	[signature]
4	Implementasi PID berdasarkan [illegible] [illegible]	Sudah direkayasan di draft terbaru	[signature]

Lanjut bahan [illegible] pada [illegible] [illegible] [illegible].

Depok, 8 Agustus 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi

[signature]

NIP 1091010000009

Grand Depok City 31 Boulevard Raya No 2 Kota Depok 16412 Jawa Barat Indonesia

www.jgu.edu Phone 162 21 8481 1155 / 62 878 8000 1672

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner

FMUGUL 064

JGU Jakarta Global University

FM/JGUA.004

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke 1 Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FATHIR RIZQI

NIM : 092022090213

Prodi : S1 - Teknik Elektro

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller**

Dosen Penguji III : Ir. Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T., I.P.U.

No	Isi Komentar/ Saran	Revisi/jawaban penulis	Paraf Penguji /Tanggal Persetujuan
1.	Abstrak : menutup hasil penelitian berupa angka atas parameter yg dikenai	sudah dikerjakan di draft terbaru	[signature]
2.	Hal 7 18: atau itu apa?	sudah dikerjakan di draft terbaru	[signature]
3	Hal 18 : batas akhir grafik 2 batas awal grafik berapa ?	sudah dikerjakan di draft terbaru	[signature]
4.	Hal 32 : Blok diagram Sudah. perbaiki	sudah dikerjakan di draft terbaru	[signature]
5.	Tunjukan coding yg berhubungan dengan kontrol PID nya.	sudah dikerjakan di draft terbaru	[signature]
6.	Tunjukan suhu selama 25 menit. untuk membuktikan gantuk ini kontrol PID atau kontrol on/off	sudah dikerjakan di draft terbaru	[signature]

Depok, 8 Agustus 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi

[signature]

Brainverdo WD

NIP. 109202008006

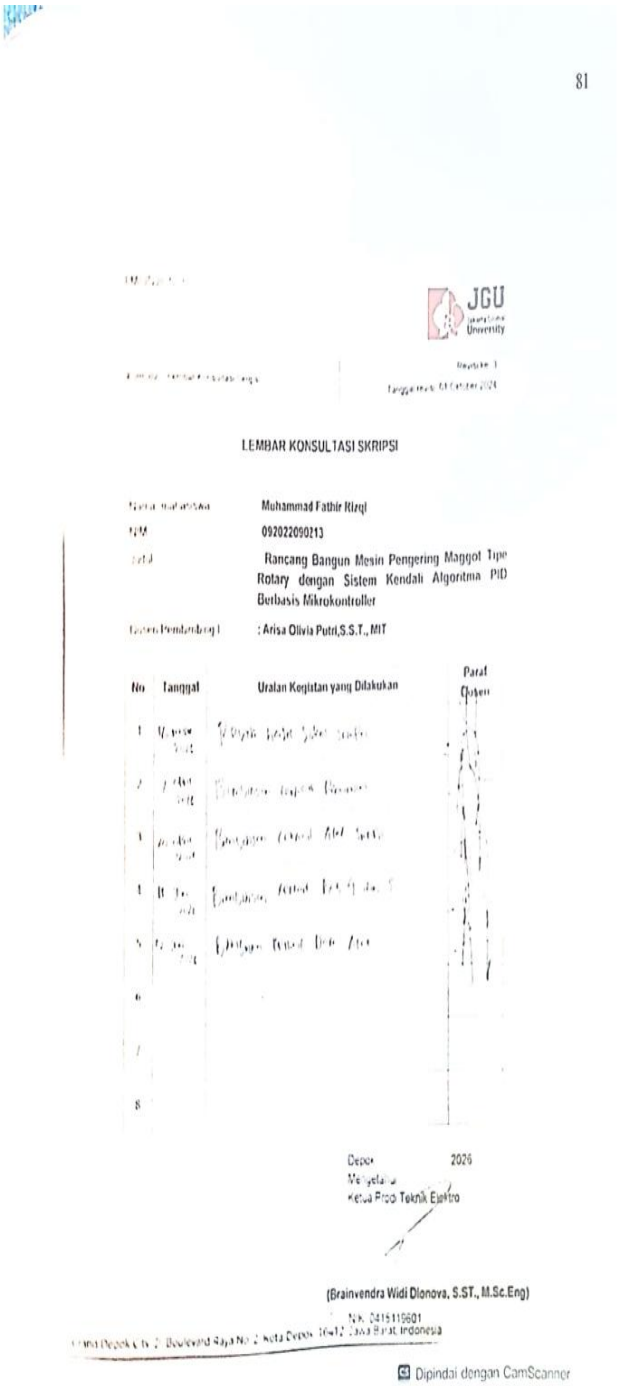
Grand Depok City, Jl. Boulevard Raya No. 2, Kota Depok, 16412 Jawa Barat, Indonesia

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PEMBIMBING



81

JGU

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Muhammad Fathir Rizqi

092022090213

Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

: Arisa Olivia Putri,S.S.T., MIT

No	Tanggal	Uraian Kegiatan yang Didakukan	Paraf Dosen
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Depok 2026

Mengetahui

Ketua Prodi Teknik Elektro

(Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng)

NIK. 0415119601

Kampus Depok Jl. Boulevard Raya No. 2 Kota Depok 16412 Jawa Barat Indonesia

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner

FM/UGJL/653

JGU Jakarta Global University

Form B2 – Lembar Konsultasi Skripsi	Revisi ke 3
	Tanggal revisi 01 Oktober 2024

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama mahasiswa : Muhammad Fathir Rizqi

NIM : 092022090213

Judul : Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

Dosen Pembimbing II : Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng

No.	Tanggal	Uraian Kegiatan yang Dilakukan	Paraf Dosen
1	9 Maret 2024	Bimbingan Hasil Cetak Proposal	
2	17/maret 2024	Membaha Terkait komponen Daten	
3	9/apr 2024	Membaha terkait Penurian Jurnal	
4	17/apr 2024	Membaha Terkait kerusakan Hal	
5	25/apr 2024	Membaha terkait kerusakan Cetak	
6	1/mei 2024	Membaha terkait Hasil Cetak	
7	17/mei 2024	Membaha terkait Penurian	
8	10/1/2024	Membaha terkait pengambilan Data	
9			
10			

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner

FM/UGJ/ 053

JGU Jakarta Global University

Form B – Lembar Konsultasi Proposal	Revisi ke 3
	Tanggal revisi 01 Oktober 2024

Depok, 22 Juni 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Elektro

Brainsendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng
NIK. 569202008004

Dipindai dengan CamScanner

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Saya ucapkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan berkat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan proposal ini merupakan bagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Progam Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari betapa sulitnya menyelesaikan tugas ini sejak masa perkuliahan hingga kini tanpa bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. selaku Ketua Progam Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta.
2. Ibu Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT selaku Dosen Pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng Selaku dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan proposal skripsi ini.
4. Kedua orang tua dan keluaraga saya tercinta, yang telah membimbing, mendidik serta memberikan motivasi, nasehat, kasih sayang dan juga dukugan baik moril ataupun materil serta doa yang selalu mengiringi setiap langkah yang tak akan pernah bisa penulis balas.
5. Kepada teman-teman satu kos dan teman seangkatan yang telah membantu serta menemani penulis sejak awal perkuliahan hingga proses penyusunan proposal skripsi ini. Serta akhir kata saya berdoa dan berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.
6. Serta wanita yang menemani saya dari awal perkuliahan sampai dititik ini yaitu yang bernama Beti Afriyanti, saya sangat berterima kasih atas bimbimbingan nya mengenai banyak hal yang tidak saya ketahui. Serta akhir kata saya berdoa dan berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Jakarta Global University, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Muhammad Fathir Rizqi
NIM	: 092022090213
Program Studi	: Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (***None-exclusive Royalty Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun Mesin Pengering Maggot Tipe Rotary dengan Sistem Kendali Algoritma PID Berbasis Mikrokontroller

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok,
Pada Tanggal : 8 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Fathir Rizqi

ABSTRAK

Proses pengeringan maggot *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan tahapan penting untuk menurunkan kadar air guna meningkatkan daya simpan dan kualitas produk. Namun, metode pengeringan konvensional yang bersifat statis umumnya memiliki keterbatasan dalam pemerataan panas dan kestabilan suhu. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin pengering maggot tipe *rotary* berbasis mikrokontroler Arduino ATmega dengan algoritma *Proportional Integral Derivative* (PID) serta mengevaluasi kinerjanya. Pengujian dilakukan menggunakan pemanas *tubular heater* 1000 W, sensor suhu (DHT22/DS18B20), dan Solid State Relay (SSR) dengan variasi suhu *setpoint* 40 °C hingga 70 °C pada sampel maggot. Hasil kalibrasi sensor suhu menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96,99% dengan rata-rata *error* relatif 3,01% (selisih rata-rata 1,5 °C). Penerapan metode tuning Chien-Hrones-Reswick (CHR) menghasilkan parameter PID tanpa *overshoot* (0%), seperti pada *setpoint* 60 °C diperoleh nilai $K_p = 2{,}400$, $K_i = 0{,}020$, dan $K_d = 18{,}000$ yang mampu menjaga kestabilan suhu secara presisi. Hasil pengujian penurunan kadar air (*moisture content*/MC) pada pengeringan selama 25 menit menunjukkan bahwa suhu 70 °C merupakan kondisi paling efektif dengan nilai MC akhir terendah sebesar 7,6%–7,9% (dibandingkan suhu 40 °C sebesar 10,5%–12,4%). Selain itu, pengujian komparatif pada berbagai variasi bobot (100 g, 200 g, dan 300 g) membuktikan bahwa sistem *rotary* jauh lebih unggul dalam menjaga rata-rata MC tetap stabil di bawah 11% (8,97%–10,23%) dibandingkan metode oven/manual yang mengalami lonjakan MC hingga 13,77%–44,67% akibat ketiadaan pengadukan. Dengan demikian, mesin pengering maggot tipe *rotary* berbasis PID terbukti efektif, konsisten, dan mampu menghasilkan kadar air yang memenuhi standar mutu produk.

Kata kunci: maggot BSF, mesin pengering *rotary*, kendali PID, mikrokontroler, kadar air.

ABTRACT

The drying process of Black Soldier Fly (BSF) maggots is a crucial stage to reduce moisture content in order to improve shelf life and product quality. However, conventional static drying methods generally suffer from uneven heat distribution and unstable temperature control. This study aims to design and develop a rotary-type maggot dryer based on an Arduino ATmega microcontroller using a Proportional–Integral–Derivative (PID) algorithm and evaluate its performance. Testing was conducted using a 1000 W tubular heater, temperature sensor (DHT22/DS18B20), and Solid State Relay (SSR) with setpoint temperature variations ranging from 40 °C to 70 °C on maggot samples. Temperature sensor calibration results showed an accuracy rate of 96.99% with an average relative error of 3.01% (average difference of 1.5 °C). Applying the Chien-Hrones-Reswick (CHR) tuning method resulted in PID parameters with 0% overshoot, such as at a 60 °C setpoint yielding $K_p = 2.400$, $K_i = 0.020$, and $K_d = 18.000$, which maintained precise temperature stability. Results for moisture content (MC) reduction during 25-minute drying sessions revealed that 70 °C was the most effective condition, reaching the lowest final MC of 7.6%–7.9% (compared to 10.5%–12.4% at 40 °C). Furthermore, comparative testing across various mass variations (100 g, 200 g, and 300 g) demonstrated that the rotary system was significantly superior in maintaining a stable average MC below 11% (8.97%–10.23%) compared to the manual/oven method, which suffered from MC spikes up to 13.77%–44.67% due to the lack of continuous agitation. Therefore, the PID-controlled rotary maggot dryer is proven to be effective, consistent, and capable of producing final moisture content that meets quality standards.

Keywords: *BSF maggot, rotary dryer, PID control, microcontroller, moisture content.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING iv
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI v
HALAMAN REVISI PENGUJI vi
HALAMAN PEMBIMBING viii
KATA PENGANTAR xi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS xii
ABSTRAK xiii
ABTRACT xiv
DAFTAR ISI xv
DAFTAR GAMBAR xix
DAFTAR TABEL xx
DAFTAR LAMPIRAN xxi

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Masalah 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.2 Landasan Teori 8
2.1.1 Black Soldier Fly (BSF) 8
2.1.2 Proses Pengeringan 9
2.1.3 Proses Pengeringan 9
2.3 Alat dan Bahan yang digunakan 10
2.3.1 Drum Rotary 10
2.3.2 Motor DC Gearbox 11
2.3.3 Sensor DS18B20 11
2.3.4 Elemen Pemanas 12
2.3.5 Mikrokontroller Arduino AtMega 13

2.3.6 Solid State Relay (SSR) 14
2.3.7 LCD 16x2 I²C 15
2.3.8 Power Supply Switching DC 15
2.3.9 Mesin Pengering Tipe Rotary 16
2.4 Sistem Pemanas Listrik Pada Mesin Pengering 16
2.5 Algoritma PID pada mesin pengering 17
2.5.1 Proses Penentuan Parameter PID 18
2.5.2 Perhitungan Parameter Performansi PID 20
2.5.3 Komponen yang digunakan untuk menerapkan algoritma PID 21
2.6 Tinjauan Penelitian 22

BAB III METODE PENELITIAN 27
3.1 Diagram Alir Penelitian 27
3.2 Lokasi Penelitian 27
3.3 Analisis 27
3.3.1 Identifikasi Masalah 27
3.3.2 Analisis Kebutuhan Sistem 28
3.4 Design Sistem 30
3.4.1 Diagram Blok 30
3.4.2 Diagram Blok PID 31
3.4.3 Perancangan 3D 32
3.4.4 Diagram Wiring 34
3.4.5 Flowchart Sistem 36
3.5 Development (Pengembangan) 37
3.6 Evaluasi 38
3.6.1 Evaluasi Fungsional Sistem 38
3.6.2 Evaluasi Kinerja Sistem 38
3.7 Skenario Pengujian Sistem 39
3.7.1 Skenario Rumusan Masalah 1 39
3.7.2 Skenario Rumusan Masalah 2 39

3.7.3 Skenario Rumusan Masalah 3 41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 42

4. 1 Analisis Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Kadar Air 42

4. 2 Analisis Kinerja Sistem Algoritma PID 47

4.2.1 Pengujian kalibrasi Sensor Suhu DHT22 47

4.2.2 Mekanisme Tuning PID 49

4.2.3 Perhitungan Nilai Kp, Ti, Td Dengan Formula 49

4.2.4 Pengujian pada SetPoint 40 50

4.2.5 Pengujian pada Setpoint 50 51

4.2.6 Pengujian pada Setpoint 60 51

4.2.7 Pengujian pada Setpoint 70 52

4.2.8 Pengujian pada Setpoint 80 52

4.2.9 Pengujian pada Setpoint 90 53

4.2.10 Pengujian pada Setpoint 100 54

4. 3 Analisis Perbandingan Hasil Pengeringan Menggunakan Sistem Rotary dan Sistem Manual 54

4.3.1 Metode Pengujian Perbandingan 54

4. 4 Pembahasan Hasil Penelitian 56

BAB V PENUTUP 59

5.1 Kesimpulan 59

5.2 Saran 60

DAFTAR PUSTAKA 61

LAMPIRAN 63

Lampiran 1. Biodata Peneliti 63

Lampiran 2. Dokumentasi Proses Pengambilan data 64

Lampiran 3. Kode Program 67

Lampiran 4. Kuesioner Kelompok Tani 69
Lampiran 5. Form Revisi Sidang 71
Lampiran 6. Surat Keterangan Pembimbin 74
Lampiran 7. Pembimbing Akademik 78
Lampiran 8. Form A,B,C,D,E,J..... 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Drum Rotary..... 11
Gambar 2. 2 Motor DC Gearbox..... 11
Gambar 2. 3 Sensor DS18B20 12
Gambar 2. 4 Tubular Heather..... 13
Gambar 2. 5 Arduino ATmega..... 14
Gambar 2. 6 Solid State Relay (SSR) 15
Gambar 2. 6 Solid State Relay (SSR) 15
Gambar 2. 7 LCD 16x2..... 15
Gambar 2. 8 Power Suplly 15
Gambar 2. 9 Contoh Grafik Osilasi..... 19
Gambar 3. 1 Diagram Alir 27
Gambar 3. 2 Diagram Blok 31
Gambar 3. 3 Diagram Blok PID..... 31
Gambar 3. 4 (a) Tampak Depan, (b) Tampak samping kiri, (c) Tampak samping kanan, (d) Tampak belakang, (e) tampak atau. 33
Gambar 3. 5 Tampak Transparan..... 33
Gambar 3. 6 Diagram Wiring..... 35
Gambar 3. 7 Flowchart Sistem..... 36
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Kadar Air 46
Gambar 4. 2 Pengujian setpoint 40 50
Gambar 4. 3 Pengujian setpoint 50 51
Gambar 4. 4 Pengujian setpoint 60 51
Gambar 4. 5 Pengujian setpoint 70 52
Gambar 4. 6 Pengujian Setpoint 80..... 53
Gambar 4. 7 Pengujian Setpoint 90..... 53
Gambar 4. 8 Pengujan Setpoint 100..... 54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterangan Pin 12
Tabel 2. 2 Formula Parameter PID Dengan Metode Ultimate Cycle 19
Tabel 2. 3 Komponen Yang digunakan 21
Tabel 2. 4 Tinjauan Penelitian Yang Berkaitan 24
Tabel 3. 1 Datasheet Kebutuhan Hardware 29
Tabel 3. 2 Kebutuhan Software 30
Tabel 4. 1 Tabel Pengujian ke-1 43
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian ke-2 43
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian ke-3 43
Tabel 4. 4 Perbandingan Sensor dengan Termometer Pada set suhu 40°C 48
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Sistem Rotary dan Sistem Manual 55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Peneliti..... 63
Lampiran 2. Dokumentasi Proses Pengambilan data..... 64
Lampiran 3. Kode Program..... 67
Lampiran 4. Kuesioner Kelompok Tani..... 69
Lampiran 5. Form Revisi Sidang..... 71
Lampiran 6. Surat Keterangan Pembimbin..... 74
Lampiran 7. Pembimbing Akademik..... 78
Lampiran 8. Form A,B,C,D,E,J..... 79

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelompok tani yang menjadi lokasi penelitian merupakan pelaku budidaya maggot yang telah menjalankan kegiatan pengolahan maggot selama 1–3 tahun. Berdasarkan hasil kuesioner, proses pengeringan maggot masih dilakukan menggunakan oven manual dengan waktu pengeringan rata-rata kurang dari 6 jam, namun durasi tersebut sering mengalami perubahan. Ketidakstabilan suhu menjadi faktor utama yang memengaruhi lamanya proses pengeringan karena suhu tidak diukur secara langsung dan penentuan tingkat kekeringan maggot masih dilakukan secara visual berdasarkan perubahan warna. Kondisi tersebut menyebabkan hasil pengeringan tidak merata dan kualitas produk menjadi tidak seragam. Permasalahan ini menunjukkan perlunya pengembangan teknologi pengeringan yang mampu mengendalikan suhu secara otomatis dan stabil.

Berdasarkan hasil kuesioner yang dilakukan pada Kelompok Tani Sosial 3 Depok, diketahui bahwa kegiatan budidaya dan pengeringan maggot telah dilakukan selama 1–3 tahun dengan metode pengeringan yang masih menggunakan oven manual. Proses pengeringan maggot membutuhkan waktu kurang dari 6 jam, namun durasi pengeringan tersebut sering mengalami perubahan. Faktor utama yang memengaruhi ketidakkonsistenan waktu pengeringan adalah suhu yang tidak stabil, karena selama proses pengeringan suhu tidak diukur secara langsung. Penentuan tingkat kekeringan maggot masih dilakukan secara visual berdasarkan perubahan warna, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan hasil. Kondisi tersebut menyebabkan maggot terkadang mengalami kekeringan yang tidak sesuai dan hasil pengeringan menjadi tidak merata, dengan permasalahan utama berupa kualitas produk yang tidak seragam. Hasil kuesioner ini menunjukkan bahwa proses pengeringan maggot secara konvensional masih memiliki keterbatasan dalam pengendalian suhu dan kualitas hasil, sehingga diperlukan pengembangan sistem pengeringan yang mampu mengendalikan suhu secara optimal dan menghasilkan kadar air maggot yang lebih terkontrol.

Pemanfaatan maggot *Black Soldier Fly* (BSF) semakin berkembang di

Indonesia karena kemampuannya mengonsumsi limbah organik serta kandungan nutrisinya yang tinggi, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Dalam proses pengolahan maggot, tahap pengeringan memegang peranan penting karena kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan daya simpan, memengaruhi kualitas nutrisi, serta meningkatkan risiko kontaminasi mikroba. Tetapi, di banyak sentra budidaya maggot, proses pengeringan maggot masih dilakukan secara manual melalui penjemuran dan metode sangrai, sehingga hasil pengeringan sangat bergantung pada kondisi cuaca, suhu yang tidak stabil, serta waktu pengeringan yang sulit diatur secara konsisten (Shulkhan et al., 2025)Kondisi tersebut menyebabkan kadar air akhir produk sering kali tidak konsisten dan berpotensi berada di atas batas aman. Ini selaras dengan penelitian sebelumnya, terkait stabilitas mikrobiologis maggot BSF dapat dicapai apabila kadar air hasil pengeringan berada di atas 6% (basis massa basah), yang berkorelasi dengan nilai aktivitas air (aw) ≤ 0,60 (Borght, 2025). Pada penelitian (pramono) menjelaskan bahwa Batas kadar air < 7,9% ditetapkan sebagai kriteria kualitas maggot kering yang layak digunakan sebagai pakan ternak, sedangkan pada penelitian (Publikasi et al., 2025)Parameter yang digunakan dalam simulasi adalah suhu awal maggot sebesar 80°C, lama pengeringan 15 menit, dengan sumber panas *(heat source)* 1300 W/m³. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh kandungan air akhir maggot berada di bawah 10%. Selain itu, kelembapan relatif akhir maggot berkisar antara 10–35%, sedangkan suhu akhir larva meningkat hingga berada pada kisaran 93–97°C.

Penelitian mengenai mesin pengering maggot sudah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan pendekatan yang beragam, namun secara umum masih menyisakan berbagai persoalan yang belum terpecahkan. Penelitian oleh (Pramono et al., 2023) menjadi salah satu upaya awal dalam mengembangkan perangkat pengering maggot berbasis oven listrik, di mana metode yang digunakan adalah uji eksperimental dengan memvariasikan temperatur dari 50°C hingga 90°C untuk mengamati laju penurunan kadar air dan kestabilan *relative humidity* sedangkan maggot membutuhkan suhu matang 60°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 90°C mampu menghasilkan pengeringan tercepat tapi akan beresiko warna maggot menjadi terlalu gelap dan penurunan mutu pakan, sehingga menjadi

indikator bahwa metode pemanasan langsung dapat menurunkan kadar air dengan efektif. Namun, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan teknis, seperti kapasitas pengering yang sangat kecil (hanya 500 gram per batch), ruang pemanas statis tanpa mekanisme aliran udara aktif, serta tidak adanya desain sirkulasi internal sehingga distribusi panas cenderung tidak merata. Di sisi metodologis, penelitian juga tidak mengevaluasi keseragaman kadar air di seluruh bagian sampel dan tidak menganalisis konsumsi energi secara mendalam.

Upaya pengembangan mesin pengering maggot telah dilakukan oleh (Yuniar et al., 2024) melalui pendekatan yang komprehensif dengan menerapkan metode desain VDI 2222, yang mencakup tahapan identifikasi kebutuhan pengguna, penyusunan konsep, pengembangan desain, hingga evaluasi dan revisi. Mesin yang dihasilkan mengombinasikan mekanisme rotary untuk meningkatkan pemerataan pengeringan serta elemen pemanas listrik yang dikendalikan menggunakan thermostat guna menjaga kestabilan suhu. Meskipun demikian, pengaturan suhu pada penelitian tersebut masih bersifat konvensional dan memiliki keterbatasan dalam mempertahankan stabilitas suhu ketika terjadi perubahan beban dan kondisi proses pengeringan, serta belum secara spesifik dikaitkan dengan pencapaian standar mutu maggot kering, khususnya kadar air ≤ 6% yang berkorelasi dengan aktivitas air (aw ≤ 0,60). Oleh karena itu, terdapat celah penelitian dalam pengembangan mesin pengering maggot tipe rotary yang dilengkapi sistem kendali suhu berbasis mikrokontroler dengan algoritma PID untuk menghasilkan proses pengeringan yang lebih stabil, efisien, dan konsisten. Sedangkan menurut (Pramono et al., 2023)Oven pengering maggot BSF adalah alat untuk mengeringkan maggot agar mendapatkan hasil maggot yang baik dengan temperatur yang bisa diubah – ubah atau diatur sesuai dengan kebutuhan dan alat ini dapat mempersingkat waktu dalam mengeringkan maggot. Oven pengering ini memiliki kapasitas hingga 3 kg dalam satu kali mengeringkan, sumber panas ini dihasilkan dari air heater. Jenis dari air heater itu adalah PTC ceramic 400 W 220 V dan oven ini memiliki 2 kontroller yaitu controller temperatur dan controller relative humidity dan memiliki lubang untuk udara masuk di lubang tersebut terdapat sirip – sirip yang bisa membuat udara tersebut menjadi suhu yang panas agar air heater dan blower tidak membutuhkan

energi listrik yang banyak. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh (Shulkhan et al., 2025)berfokus pada aspek struktural mesin rotary dryer dengan menggunakan analisis numerik untuk mengevaluasi kekuatan rangka dan daya tahan terhadap beban operasi. Penelitian (Shulkhan et al., 2025) relevan sebagai landasan aspek mekanik mesin rotary dryer yang menjadi platform penerapan sistem kendali berbasis mikrokontroler. Struktur mesin yang kuat dan stabil diperlukan agar sistem kelistrikan dan kendali suhu dapat bekerja secara optimal dan andal.

Berdasarkan berbagai keterbatasan yang ditemukan pada penelitian terdahulu maupun pengeringan maggot secara manual, Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan mesin pengering maggot tipe rotary berbasis mikrokontroler dengan algoritma PID yang diharapkan mampu menjaga kestabilan suhu, meningkatkan pemerataan pengeringan, serta menghasilkan kualitas maggot kering yang lebih konsisten.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah disampaikan maka perlu di rumuskan masalah yang ditentukan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu terhadap waktu pengeringan dilihat dari kadar air maggot pada sistem pengering tipe rotary?
2. Bagaimana pengaruh algoritma PID terhadap optimalisasi suhu pada sistem pengering tipe rotary?
3. Bagaimana perbandingan kadar air maggotyang dikeringkan menggunakan pengering tipe rotary dan pengeringan manual?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh variasi suhu terhadap waktu pengeringan dan kadar air maggot pada sistem pengering tipe rotary.
2. Mengevaluasi kinerja algoritma PID dalam mengoptimalkan pengendalian suhu pada sistem pengering tipe rotary.

3. Membandingkan kadar air maggot yang dikeringkan menggunakan mesin pengering tipe rotary dengan metode pengeringan manual.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya tujuan dari pembuatan alat tersebut, maka manfaat yang didapat dari pembuatan pengering maggot yaitu :

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan dan penerapan teknologi mesin pengering maggot tipe rotary dengan sistem pengendalian suhu berbasis algoritma PID untuk memperoleh pengaturan suhu pengeringan yang lebih optimal.
2. Memberikan data dan informasi mengenai pengaruh variasi suhu terhadap waktu pengeringan dan kadar air maggot pada sistem pengering tipe rotary.
3. Menyajikan hasil perbandingan kadar air maggot antara metode pengeringan menggunakan mesin pengering tipe rotary dan metode pengeringan manual.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah sangat diperlukan dalam penelitian karena membantu menghindari topik yang terlalu luas atau kompleks sehingga menjadi sulit untuk dianalisis dengan mendalam dan memberikan hasil yang jelas. Dalam penelitian ini penulis membuat batasan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Penelitian dibatasi pada perancangan dan pengujian mesin pengering maggot tipe rotary dengan pemanas tubular.
2. Pengujian performa pada penelitian ini dibatasi pada parameter waktu pengeringan, pemerataan suhu, kadar air akhir, tanpa melakukan analisis lanjutan terhadap kandungan nutrisi, aspek mikrobiologi, maupun karakteristik fisik produk lainnya.
3. Perbandingan kinerja dalam penelitian ini dilakukan antara mesin pengering maggot tipe rotary yang dikembangkan dengan metode pengeringan konvensional berupa pengeringan statis menggunakan oven listrik tanpa sistem kendali suhu otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

Asrate, D. A., & Ali, A. N. (2025). Review on the recent trends of food dryer technologies and optimization methods of drying parameters. *Applied Food Research*, *5*(1), 100927. https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100927

Borght, M. Van Der. (2025). *Dielectric drying of black soldier fly larvae (Hermetia illucens): impact on microbiological product quality , safety and stability*. *11*, 21–31. https://doi.org/10.1163/23524588-00001218

Butwong, N., Saenkham, S., Pattiya, A., & Saenpong, A. (2025). Case Studies in Thermal Engineering Optimizing infrared drying of black soldier fly larvae for sustainable cricket feed production. *Case Studies in Thermal Engineering*,*65*(November2024),105582.https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.105582

Firdaus, R., & Zulfikar, W. (2016). Pengontrol Suhu Ruangan menggunakan Metode PID Room Temperature Controller uses the PID. *Open Journal System UNIKOM*, *4*(2), 1–12.

Ibrahim, R. (2024). *Rancang Bangun Alat Pengering Maggot Berbasis IoT*. *11*(6), 5921–5924.

Pramono, G. E., Yuliaji, D., Budiyanto, N. R., Studi, P., Mesin, T., Ibn, U., & Bogor,K. (2023). *Rancang Bangun Oven Pengering Larva Black Soldier Fly (BSF) Kapasitas 500 Gram Per Batch*. *5*(1), 29–33.

Publikasi, J., Keteknikan, I., Elektro, T., Huda, W. N., Saleh, A. R., Mujiarto, S., Studi, P., Mesin, T., Tidar, U., Kapten, J., No, S., Utara, K. M., Magelang, K., & Indonesia, J. T. (2025). *Simulasi CFD Pengeringan Maggot dengan Microwave Oven Berbasis Software Comsol Multiphysics dapat digunakan untuk budidaya maggot kering Penggunaan energi dari radiasi microwave membuat proses sintesis menjadi lebih hemat energi dibandingkan dengan proses*. (September).

Ritonga, A. M., & Hitapriya, A. S. (2024). ANALISIS KINERJA MESIN ROTARY DRYER BERBAHAN. 15(2), 605–618. https://doi.org/10.21776/jrm.v15i2.1391

Setiawati, D. A., & Hakim, M. L. (2020). RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN SUHU RUANG PENGERING HYBRID TIPE RAK BERPUTAR BERBASIS MIKROKONTROLER DESIGN OF DRYING ROOM TEMPERATURE CONTROL SYSTEM ON ROTATING TRAY TYPE HYBRID DRYER BASED ON ARDUINO MEGA. 9(1), 1–9.

Shulkhan, A. R., Taufik, I., Mujiarto, S., & Setiyawati, T. R. (2025). Analisa Desain Rangka Mesin Rotary Dryer untuk Pengeringan Maggot Menggunakan Metode Finite Element Analysis. 96–106.

Slamet, F. A. (2022). MODEL PENELITIAN PENGEMBANGAN (R n D).

Toar, H., Alfi, W., Aryeni, I., Prebianto, N. F., Maulidiah, H. M., Nasution, K. A., Tomas, M., Elektro, J. T., Teknologi, P., Pembangkit, R., & Batam, P. N. (2025). Implementasi Algoritma PID untuk Pengontrolan Suhu Pada Mesin Pengering Cabai.

Yuniar, S. S., Prassetiyo, H., & Aurellia, S. (2024). Improvement Of Maggot Drying Machine Using the Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222 Method. 01013