

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**PROTOTYPE ALAT PENDING APEL ANNA
DENGAN MONITORING SUHU BERBASIS
INTERNET OF THINGS**



**IRMA NUR ZAHRA
1507521036**

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

FAKULTAS TEKNIK

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN



Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: 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 : Irma Nur Zahra
NIM : 1507521036
Fakultas/Prodi : Teknik/Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : irmanurz17@gmail.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 : **PROTOTYPE ALAT PENERING APEL ANNA DENGAN MONITORING SUHU 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, 8 Agustus 2025

Irma Nur Zahra

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Prototipe Alat Pengering Apel Anna dengan
Monitoring Suhu Berbasis Internet of Things
Penyusun : Irma Nur Zahra
NIM : 1507521036
Tanggal Ujian : 29 Juli 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 197603272001121001



Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 198402142019031011

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 1978603272001121001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Prototipe Alat Pengering Apel Anna dengan
Monitoring Suhu Berbasis Internet of Things
Penyusun : Irma Nur Zahra
NIM : 1507521036

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 197603272001121001



Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 198402142019031011

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan:

Ketua Penguji,

Penguji,

Dosen Ahli,



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

NIP. 197203301995121001



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.

NIP. 196310011988111001



Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T.

NIP. 198206112008122001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 1978603272001121001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah ajukan untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Jika ada kutipan atau bagian dari sumber lain, semuanya sudah saya cantumkan dengan jelas nama penulisnya dan telah saya tulis dalam pustaka.
3. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya siap menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta, termasuk pencabutan gelar yang telah saya peroleh.



Jakarta, 22 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Irma Nur Zahra

No. Req. 1507521036

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Prototipe Alat Pengering Apel Anna dengan *Monitoring* Suhu Berbasis *Internet of Things*" ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam penyelenggaraan program studi, dan selaku Dosen Pembimbing I atas kesediaan waktu, tenaga, dan masukan berharga yang mendorong penyempurnaan tugas akhir ini.
2. Bapak Heri Firmansyah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, kritik, dan saran yang sangat berharga dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
3. Kedua orang tua, Bapak Rifa'i dan Ibu Mujiati, Kakak Iin dan Adik Isam. Tanpa dukungan finansial, do'a, motivasi, semangat, dan makanan lezat yang diberikan, penulis tidak akan mampu menuntaskan studi ini.
4. Rekan-rekan Teknologi Rekayasa Otomasi 2021, Nindi, Aisyah, Nawanda, dan Novia. Nasywa, Keysha, Semtis, dan Alternatif yang telah bersama-sama berjuang dan berbagi ilmu serta saling mendukung dan memberikan motivasi dalam menghadapi tantangan tugas akhir.

Penulis sadari bahwa skripsi yang penulis susun jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Akan tetapi, penulis berusaha semaksimal mungkin untuk bisa memberikan yang terbaik.

Jakarta, 22 Juli 2025

Penyusun,

Irma Nur Zahra

ABSTRAK

Pengeringan buah apel Anna merupakan solusi efektif untuk mengatasi masalah kandungan air yang tinggi dan rasa yang cenderung masam, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dan masa simpan produk. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe alat pengering apel anna dengan sistem kontrol suhu berbasis PID dan *monitoring* suhu berbasis *internet of things* (IoT). Prototipe ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor SHT31, AC *light dimmer*, *heater*, *driver* motor L298N, kipas DC, motor DC, LCD 16x2, modul *step-down* LM2596, dan *power supply* 12V. Sistem kontrol PID menjaga suhu pada rentang 50°C dan 60°C untuk mempertahankan nutrisi apel, sementara data suhu, kelembaban, dan waktu operasi ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi android berbasis *Kodular* yang terhubung dengan *Firestore Realtime Database*. Pengujian dilakukan dengan empat percobaan pengeringan apel anna menggunakan variasi suhu, ketebalan irisan, dan berat awal. Hasil menunjukkan bahwa pengeringan pada suhu 60°C dengan ketebalan irisan 3-4 mm menghasilkan apel kering dengan kualitas terbaik, ditandai dengan warna kuning kecoklatan, tekstur tidak terlalu lembab. Sistem ini berhasil menjaga stabilitas suhu dengan *steady-state error* sebesar 1,7% pada set point 50°C dan 2,1% pada set point 60°C, serta memungkinkan pemantauan melalui aplikasi android.

Kata Kunci: Pengeringan Apel Anna, PID, Internet of Things, ESP32, SHT31, Kodular, Firestore Realtime Database.

ABSTRACT

Drying Anna apples is an effective solution to address the issues of high water content and sour taste, thereby enhancing product value and shelf life. This study aims to design and develop a prototype of an Anna apple drying device with a PID-based temperature control system and Internet of Things (IoT)-based temperature monitoring. The prototype utilizes an ESP32 microcontroller, SHT31 sensor, AC light dimmer, heater, L298N motor driver, DC fan, DC motor, 16x2 LCD, LM2596 step-down module, and 12V power supply. The PID control system maintains temperatures at 50°C and 60°C to preserve the apple's nutrients, while temperature, humidity, and operational time data are displayed in real-time via an Android application developed using Kodular, connected to Firebase Realtime Database. Testing was conducted through four drying experiments with variations in temperature, slice thickness, and initial weight. The results showed that drying at 60°C with a slice thickness of 3-4 mm produced dried apples of the highest quality, characterized by a yellowish-brown color and non-excessively moist texture. The system successfully maintained temperature stability with a steady-state error of 1.7% at a 50°C set point and 2.1% at a 60°C set point, while enabling monitoring through the Android application.

Keywords: *Drying Anna Apple, PID, Internet of Things, ESP32, SHT31, Kodular, Firebase Realtime Database.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Perumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kerangka Teoritik.....	5
2.1.1. Prototipe	5
2.1.2. Monitoring	5
2.1.3. Internet of Things	5
2.1.4. Sistem Kendali	6
2.1.5. Kontrol PID	6
2.1.6. Pengeringan.....	7
2.1.7. Apel Anna	8
2.1.8. <i>Pulse Width Modulation</i>	8
2.1.9. <i>Kodular</i>	9

2.1.10.	<i>Google Firebase</i>	10
2.1.10.1.	<i>Firestore Realtime Database</i>	10
2.1.11.	<i>Arduino IDE</i>	10
2.1.12.	<i>Mikrokontroler ESP32</i>	11
2.1.13.	<i>Sensor SHT31</i>	12
2.1.14.	<i>AC Light Dimmer Module</i>	13
2.1.15.	<i>Heater</i>	15
2.1.16.	<i>Driver Motor L298N</i>	15
2.1.17.	<i>Kipas DC</i>	16
2.1.18.	<i>Motor DC</i>	17
2.1.19.	<i>LCD 16x2</i>	18
2.1.20.	<i>Step Down LM2596</i>	18
2.2.	<i>Penelitian yang Relevan</i>	19
2.3.	<i>Kerangka Berfikir</i>	20
BAB III METODELOGI PENELITIAN		21
3.1.	<i>Tempat dan Waktu Penelitian</i>	21
3.2.	<i>Metode Pengembangan</i>	21
3.3.	<i>Alat dan Bahan Penelitian</i>	22
3.3.1.	<i>Perangkat Keras</i>	22
3.3.2.	<i>Perangkat Lunak</i>	23
3.4.	<i>Rancangan Metode Pengembangan</i>	23
3.4.1.	<i>Diagram Blok Sistem Kendali</i>	23
3.4.2.	<i>Diagram Blok Alat</i>	25
3.4.3.	<i>Diagram Alir Sistem Kendali Alat</i>	26
3.4.4.	<i>Perancangan Desain Alat</i>	27
3.4.4.1.	<i>Perancangan Perangkat Keras</i>	28
3.4.4.2.	<i>Perancangan Perangkat Lunak</i>	30

3.5. Instrumen Penelitian.....	32
3.5.1. Kriteria Pengujian Perangkat Keras	32
3.5.1.1. Pengujian Sensor SHT31	32
3.5.1.2. Pengujian LCD 16x2.....	33
3.5.1.3. Pengujian <i>Driver</i> Motor L298N.....	33
3.5.1.4. Pengujian AC <i>Light</i> Dimmer.....	33
3.5.2. Kriteria Pengujian Perangkat Lunak	34
3.5.2.1. Pengujian Tampilan Monitoring Pengering Apel Anna	34
3.5.2.2. Pengujian Tampilan Parameter <i>Set Point</i>	34
3.5.2.3. Pengujian Tampilan <i>Error</i> , PWM, dan <i>Emergency</i>	35
3.5.3. Kriteria Pengujian PID Menggunakan <i>Metode Trial and Error</i>	35
3.5.3.1. <i>Set Point</i> Suhu 50°C	35
3.5.3.2. <i>Set Point</i> Suhu 60°C	35
3.5.4. Kriteria Pengujian Pengeringan Apel Anna	36
3.6. Teknik Pengumpulan Data	36
3.7. Teknik Analisis Data	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Hasil Pengujian	38
4.1.1. Hasil Pengujian Perangkat Keras	38
4.1.1.1. Hasil Pengujian Sensor SHT31	38
4.1.1.2. Hasil Pengujian LCD 16x2	40
4.1.1.3. Hasil Pengujian <i>Driver</i> Motor L298N	41
4.1.1.4. Hasil Pengujian AC <i>Light</i> Dimmer	42
4.1.2. Hasil Pengujian Perangkat Lunak	43
4.1.2.1. Hasil Pengujian Tampilan Monitoring Pengering Apel Anna...	43
4.1.2.2. Hasil Pengujian Tampilan Parameter <i>Set Point</i>	43
4.1.2.3. Hasil Pengujian Tampilan <i>Error</i> , PWM, dan <i>Emergency</i>	44

4.1.3. Hasil Pengujian PID Menggunakan <i>Metode Trial and Error</i>	45
4.1.3.1. <i>Set Point</i> Suhu 50°C	46
4.1.3.2. <i>Set Point</i> Suhu 60°C	47
4.1.4. Hasil Pengujian Pengeringan Apel Anna	48
4.2. Pembahasan.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	59
1. Dokumentasi Alat	59
2. Program Arduino IDE	60
3. Blok Program Kodular	65
4. Hasil Pengujian Suhu Sebelum Kalibrasi.....	67
5. Hasil Pengujian Suhu Setelah Kalibrasi	76
6. Hasil Pengujian $K_p = 18$, $K_i = 25$, $K_d = 47$, dan <i>set point</i> 50°C	78
7. Hasil Pengujian $K_p = 25$, $K_i = 20$, $K_d = 40$, dan <i>set point</i> 60°C	82
8. Percobaan Ke-1 Pengeringan Apel Anna	86
9. Biografi Singkat Narasumber	89
10. Pertanyaan dan Jawaban Form Pendapat Konsumen	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Bentuk Sinyal PWM.....	9
Gambar 2. 2. Tampilan Kodular.....	9
Gambar 2. 3. Tampilan Firebase Realtime Database	10
Gambar 2. 4. Tampilan Arduino IDE	11
Gambar 2. 5. Mikrokontroler ESP32	11
Gambar 2. 6. Modul SHT31.....	12
Gambar 2. 7. AC light dimmer module.....	13
Gambar 2. 8. Rangkaian AC light dimmer module.....	14
Gambar 2. 9. Heater	15
Gambar 2. 10. Driver Motor L298N	16
Gambar 2. 11. Kipas DC	16
Gambar 2. 12. Motor DC	17
Gambar 2. 13. Modul Liquid Cristal Display 16x2	18
Gambar 2. 14. Modul Step Down LM2596	18
Gambar 3. 1. Engineering Design Proses atau Engineering Method	21
Gambar 3. 2. Diagram Blok Sistem Kendali.....	23
Gambar 3. 3. Rangkaian Induktansi Resistansi Kapasitansi	24
Gambar 3. 4. Rangkaian Blok Diagram Sistem	25
Gambar 3. 5. Diagram Blok Alat Pengering Apel Anna	25
Gambar 3. 6. Diagram Alir Sistem Kendali Pengering Apel Anna.....	26
Gambar 3. 7. Desain Alat Pengering Apel Anna.....	28
Gambar 3. 8. Skematik Alat Pengering Apel Anna.....	28
Gambar 3. 9. Tampilan Firebase Realtime Database Alat Pengering Apel Anna .	31
Gambar 3. 10. Tampilan Kodular Alat Pengering Apel Anna.....	31
Gambar 3. 11. Blok Program Kodular Screen 1	32
Gambar 4. 1. Grafik Suhu Sebelum Kalibrasi	38
Gambar 4. 2. Grafik Kalibrasi Suhu SHT31	39
Gambar 4. 3. Grafik Suhu Setelah Kalibrasi.....	40
Gambar 4. 4. Hasil Pengujian LCD 16x2	40
Gambar 4. 5. Hasil Pengujian Motor DC.....	41
Gambar 4. 6. Hasil Pengujian Kipas DC.....	41

Gambar 4. 7. Arus Maksimal	45
Gambar 4. 8. Tampilan Simulasi pada Matlab Simulink	45
Gambar 4. 9. Grafik Respons Simulasi Matlab $K_p = 18$, $K_i = 25$, $K_d = 47$	46
Gambar 4. 10. Grafik Hasil Pengujian $K_p = 18$, $K_i = 25$, $K_d = 47$	46
Gambar 4. 11. Grafik Respons Simulasi Matlab $K_p = 25$, $K_i = 20$, $K_d = 40$	47
Gambar 4. 12. Grafik Hasil Pengujian $K_p = 25$, $K_i = 20$, $K_d = 40$	47
Gambar 4. 13. Hasil Pengeringan Apel Anna Percobaan Ke-1	48
Gambar 4. 14. Hasil Pengeringan Apel Anna Percobaan Ke-2.....	49
Gambar 4. 15. Hasil Pengeringan Apel Anna Percobaan Ke-3.....	49
Gambar 4. 16. Hasil Pengeringan Apel Anna Percobaan Ke-4.....	50
Gambar 4. 17. Contoh Apel Kering Produk dari Narasumber	50
Gambar 4. 18. Narasumber Melihat Hasil Percobaan ke-1, ke-2, dan ke-3.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi ESP32	12
Tabel 2. 2. Spesifikasi SHT31	13
Tabel 2. 3. Spesifikasi AC Dimmer.....	14
Tabel 2. 4. Spesifikasi Heater.....	15
Tabel 2. 5. Spesifikasi Driver Motor L298N.....	16
Tabel 2. 6. Spesifikasi Motor DC.....	17
Tabel 3. 1. Penggunaan pin-pin SHT31 dan LCD 16x2	29
Tabel 3. 2. Penggunaan pin-pin Step Down LM2596.....	29
Tabel 3. 3. Penggunaan pin- pin AC Light Dimmer	29
Tabel 3. 4. Penggunaan pin- pin Driver Motor L298N.....	30
Tabel 3. 5. Penggunaan I/O Mikrokontroler ESP32	30
Tabel 3. 6. Kriteria Pengujian Suhu Sensor SHT31.....	32
Tabel 3. 7. Kriteria Pengujian LCD 16x2	33
Tabel 3. 8. Kriteria Pengujian Driver Motor L298N.....	33
Tabel 3. 9. Kriteria Pengujian AC Light Dimmer	34
Tabel 3. 10. Kriteria Pengujian Tampilan Pengering Apel Anna	34
Tabel 3. 11. Kriteria Pengujian Tampilan Parameter Set Point.....	34
Tabel 3. 12. Kriteria Pengujian Tampilan Error, PWM, dan Emergency.....	35
Tabel 3. 13. Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu 50°C	35
Tabel 3. 14. Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu 60°C	36
Tabel 3. 15. Kriteria Pengujian Pengeringan Apel Anna	36
Tabel 4. 1. Hasil Pengujian SHT31 Setelah Kalibrasi	39
Tabel 4. 2. Hasil Pengujian LCD 16x2	40
Tabel 4. 3. Hasil Pengujian Driver Motor L298N.....	41
Tabel 4. 4. Hasil Pengujian AC Light Dimmer	42
Tabel 4. 5. Hasil Pengujian Tampilan Monitoring Pengering Apel Anna	43
Tabel 4. 6. Hasil Pengujian Tampilan Parameter Set Point.....	44
Tabel 4. 7. Hasil Pengujian Tampilan Error, PWM, dan Emergency.....	44
Tabel 4. 8. Hasil Pengujian Pengeringan Apel Anna	48