SKRIPSI SARJANA TERAPAN

PROTOTIPE ALAT PENGERING 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 : PROTOTIPE ALAT PENGERING APEL ANNA DENGAN MONITORING SUHU BERBASIS INTERNET OF THINGS

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif 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.	Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001	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.	Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001	NIP. 198402142019031011

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan:

Ketua Penguji,	Penguji,	Dosen Ahli,
Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D.	Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.	Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T.
NIP. 197203301995121001	NIP. 196310011988111001	NIP. 198206112008122001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

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 *Firebase 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, Firebase 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**
ABSTRACT ..... **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. *Pulse Width Modulation* 8
2.1.9. *Kodular* 9

2.1.10. *Google Firebase* 10
2.1.10.1. Firebase Realtime Database 10
2.1.11. *Arduino* IDE 10
2.1.12. Mikrokontroler ESP32 11
2.1.13. Sensor SHT31 12
2.1.14. AC *Light* Dimmer *Module* 13
2.1.15. *Heater* 15
2.1.16. *Driver* Motor L298N 15
2.1.17. Kipas DC 16
2.1.18. Motor DC 17
2.1.19. LCD 16x2 18
2.1.20. Step Down LM2596 18
2.2. Penelitian yang Relevan 19
2.3. Kerangka Berfikir 20
BAB III METODELOGI PENELITIAN 21
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian 21
3.2. Metode Pengembangan 21
3.3. Alat dan Bahan Penelitian 22
3.3.1. Perangkat Keras 22
3.3.2. Perangkat Lunak 23
3.4. Rancangan Metode Pengembangan 23
3.4.1. Diagram Blok Sistem Kendali 23
3.4.2. Diagram Blok Alat 25
3.4.3. Diagram Alir Sistem Kendali Alat 26
3.4.4. Perancangan Desain Alat 27
3.4.4.1. Perancangan Perangkat Keras 28
3.4.4.2. Perangcangan Perangkat Lunak 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 *Driver* Motor L298N 33
3.5.1.4. Pengujian AC *Light* 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 *Set Point* 34
3.5.2.3. Pengujian Tampilan *Error*, PWM, dan *Emergency* 35
3.5.3. Kriteria Pengujian PID Menggunakan *Metode Trial and Error* 35
3.5.3.1. *Set Point* Suhu 50^{o}C 35
3.5.3.2. *Set Point* Suhu 60^{o}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 *Driver* Motor L298N 41
4.1.1.4. Hasil Pengujian AC *Light* 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 *Set Point* 43
4.1.2.3. Hasil Pengujian Tampilan *Error*, PWM, dan *Emergency* 44

4.1.3. Hasil Pengujian PID Menggunakan *Metode Trial and Error* 45
4.1.3.1. *Set Point* Suhu 50ºC 46
4.1.3.2. *Set Point* Suhu 60ºC 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 Pengujuan Suhu Sebelum Kalibrasi 67
5. Hasil Pengujian Suhu Setelah Kalibrasi 76
6. Hasil Pengujian Kp = 18, Ki = 25, Kd = 47, dan *set point* 50ºC 78
7. Hasil Pengujian Kp = 25, Ki = 20, Kd = 40, dan *set point* 60ºC 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 Prosess 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 Kp = 18, Ki = 25, Kd = 47 46
Gambar 4. 10. Grafik Hasil Pengujian Kp = 18, Ki = 25, Kd = 47 46
Gambar 4. 11. Grafik Respons Simulasi Matlab Kp = 25, Ki = 20, Kd = 40 47
Gambar 4. 12. Grafik Hasil Pengujian Kp = 25, Ki = 20, Kd = 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

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

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 50ºC 35
Tabel 3. 14. Kriteria Pengujian Kestabilan Suhu 60ºC 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