



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM PENGERING APEL OTOMATIS
MENGUNAKAN KONTROL PID DAN LABVIEW UNTUK
MONITORING SUHU DAN BERAT**

Sub Judul :

**Implementasi Monitoring Suhu dan Berat dengan Antarmuka LabVIEW
pada Sistem Pengering Apel**

**POLITEKNIK
SKRIPSI
NEGERI
VIOLETTA ANAS TASYA SANTOSA PUTRI
JAKARTA
2103431013**

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM PENDINGIN APEL OTOMATIS
MENGUNAKAN KONTROL PID DAN LABVIEW UNTUK
MONITORING SUHU DAN BERAT**

Sub Judul :

**Implementasi Monitoring Suhu dan Berat dengan Antarmuka LabVIEW
pada Sistem Pendingin Apel**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

VIOLETTA ANAS TASYA SANTOSA PUTRI

2103431013

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang saya kutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Violetta Anas Tasya Santosa Putri

NIM : 2103431013

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 Juni 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Violetta Anas Tasya Santosa Putri

NIM : 2103421013

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Tugas Akhir : Implementasi Monitoring Berat dan Suhu dengan Antarmuka LabVIEW pada Sistem Pengering Apel

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang Tugas Akhir pada, 23 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Nuralam S.Pd., M.T.

NIP. 197908102014041001

Depok, 23 Juni 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwianiti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berjudul “Implementasi Monitoring berat dan Suhu dengan Antarmuka LabVIEW pada Sistem Pengering Apel”. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr., Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. Ketua Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri.
3. Nuralam S.Pd., M.T. selaku Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Teman teman Politeknik Negeri Jakarta khususnya IKI 2021 yang sama sama berjuang dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi selama empat tahun terakhir.
5. Teman teman kontrakan IKI yang menemani selama penyusunan dan memberikan dukungan kepada penulis dalam penyusunan proyek tugas akhir.
6. Ibu Elly Trisnawati dan Papa Roby Mulya Santosa selaku orang tua penulis yang selalu memberi semangat serta motivasi kepada penulis sejak perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
7. Muhammad Raihan Fathan yang selalu membantu dan mendukung dalam pengerjaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 22 Juni 2025

Penulis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Implementasi Monitoring Berat dan Suhu dengan Antarmuka LabVIEW pada Sistem Pengering Apel

Abstrak

Proses pengeringan apel memerlukan pemantauan suhu dan berat secara real-time untuk menjaga kualitas produk akhir dan efisiensi energi selama proses pengeringan. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring suhu dan berat berbasis LabVIEW yang terintegrasi dengan sensor suhu RTD PT100 dan sensor load cell yang dipasangkan dengan modul HX711 untuk pengukuran berat. Data yang dikumpulkan oleh mikrokontroler Arduino Mega dikirimkan melalui komunikasi serial menggunakan VISA Resource ke antarmuka LabVIEW. Sistem ini mampu menampilkan data dalam format numerik, grafik tren, indikator status heater dan kipas, serta menyimpan data pengukuran secara otomatis ke dalam format Excel untuk analisis lebih lanjut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memantau perubahan berat apel secara akurat dan menjaga kestabilan suhu pengeringan pada setpoint 65°C dengan respon yang cepat dan stabil. Penerapan kontrol PID pada heater memungkinkan pengaturan suhu yang presisi, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas pengeringan apel. Sistem monitoring ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan alat pengering apel otomatis yang lebih efisien dan mudah dioperasikan, serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh dan pengendalian cerdas.

Kata kunci: *Arduino Mega, LabVIEW, Load Cell, RTD PT100, Sistem Monitoring.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Implementation of Weight and Temperature Monitoring with LabVIEW Interface in Apple Drying System

Abstrack

The apple drying process requires real-time monitoring of temperature and weight to maintain the quality of the final product and energy efficiency during the drying process. This study develops a temperature and weight monitoring system based on LabVIEW, integrated with RTD PT100 temperature sensors and load cell sensors paired with an HX711 module for weight measurement. Data collected by the Arduino Mega microcontroller is transmitted via serial communication using VISA Resource to the LabVIEW interface. The system can display data in numerical format, trend graphs, heater and fan status indicators, and automatically save measurement data in Excel format for further analysis. Test results show that this system can accurately monitor the change in apple weight and maintain drying temperature stability at a setpoint of 65°C with quick and stable response. The implementation of PID control on the heater allows precise temperature control, ultimately improving the apple drying quality. This monitoring system is expected to serve as the foundation for the development of a more efficient and user-friendly automatic apple drying system, with potential for further development using Internet of Things (IoT) technology for remote monitoring and smart control.

Keywords: *Arduino Mega, LabVIEW, Load Cell, PID Control, RTD PT100, Monitoring System.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	I
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	II
KATA PENGANTAR.....	III
<i>Abstrak</i>	IV
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL	XI
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Luaran Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.6.1 Manfaat Praktis	6
1.6.2 Manfaat Teoritis	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>State of Art</i>	8
2.2 Buah Apel dan Pengeringan Buah.....	11
2.3 Sistem <i>Dehydrator</i>	12
2.4 Platform LabVIEW	13
2.4.1 Struktur dan Cara Kerja LabVIEW	14
2.4.2 Fungsi Utama dalam Sistem Monitoring.....	15
2.4.3 Integrasi dengan Perangkat Keras dan Protokol Komunikasi	16
2.4.4 Keunggulan LabVIEW dalam Pengembangan Sistem Otomasi	16
2.5 Komunikasi dan Pengolahan Data	16
2.6 Sistem Kontrol dan Aktuator.....	18
2.6.1 Fungsi Arduino Mega dalam Sistem.....	18
2.6.2 Pengendalian Aktuator dengan SSR.....	19



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.3 Pengambilan Keputusan Berbasis Data Berat	19
2.7 Sensor Suhu PT100	20
2.8 Komponen Utama dalam Sistem	22
2.8.1 Sensor Load Cell dalam Monitoring Pengeringan	22
2.8.2 Mikrokontroler Arduino Mega	23
2.8.3 Solid State Relay	24
2.8.4 Elemen Pemanas (Heater)	24
2.8.5 Kipas AC (Fan)	24
2.8.6 <i>Power Supply</i> dan <i>Step Down Converter</i>	25
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	26
3.1 Rancangan Alat	26
3.2 Deskripsi Alat	28
3.2.1 Cara Kerja Alat	30
3.2.2 Spesifikasi Alat	32
3.2.3 Diagram Blok	36
3.2.4 Perancangan Design Mekanik Alat Pada <i>Software</i> Tinkercad	38
3.2.5 Deskripsi Alat Sub-Sistem	39
3.2.6 Cara Kerja Alat Sub-sistem	40
3.2.7 Diagram Blok Sub-Sistem	41
3.3 Realisasi Alat	42
3.4 Realisasi Program Monitoring pada LabVIEW	44
3.4.1 Program Real-time Display	44
3.4.2 Program Parsing Data Monitoring pada LabVIEW	46
3.4.3 Program <i>Reporting</i> Data ke Excel	48
3.5 Tampilan <i>Interface</i>	49
3.6 Hasil Penyimpanan Data Otomatis ke Excel	52
BAB IV PEMBAHASAN	54
4.1 Pengujian Kecepatan Data Logger pada Sistem Pengering Apel	54
4.1.1 Deskripsi Pengujian	54
4.1.2 Prosedur Pengujian	55
4.1.3 Analisis Data Hasil Pengujian	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3.1 Pengujian Data Logger dengan <i>Setpoint</i> Suhu Optimal 65°C.....	58
4.1.3.2 Pengujian dengan <i>Setpoint</i> Suhu 80°C (lebih dari suhu optimal)	60
4.2 Stabilitas Pengambilan Data Selama Pengeringan	62
4.2.1 Deskripsi Pengujian.....	62
4.2.2 Prosedur Pengujian	62
4.2.3 Stabilitas Suhu Selama Pengeringan	63
Perhitungan Fluktuasi Suhu Rata Rata pada Pengujian 65°C	66
Perhitungan Fluktuasi Suhu Rata Rata pada Pengujian 80°C	68
4.2.4 Stabilitas Berat Selama Pengeringan.....	68
Perhitungan Fluktuasi Berat Rata Rata pada Pengujian 65°C.....	70
Perhitungan Fluktuasi Berat Rata Rata pada Pengujian 80°C.....	72
4.3 Analisa Hasil Pengujian	73
4.3.1 Deskripsi Pengujian.....	73
4.3.2 Prosedur Pengujian.....	73
4.3.3 Kadar Air Berdasarkan Berat Selama Pengeringan.....	74
4.3.3.1 Analisis Hasil Kadar Air pada Pengujian 65°C.....	75
4.3.3.2 Analisis Kadar Air pada Pengujian 80°C	77
BAB V PENUTUP	81
5.1 Simpulan.....	81
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	84
Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup.....	85
Lampiran 2 : Dokumentasi Alat.....	86



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja Dehydrator.....	12
Gambar 2. 2 Tampilan Software LabVIEW	13
Gambar 2. 3 Tampilan Front Panel LabVIEW.....	14
Gambar 2. 4 Tampilan Block Diagram LabVIEW.....	15
Gambar 2. 5 Bagian Bagian Sensor PT100.....	21
Gambar 2. 6 Sensor Loadcell	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan Perancangan Alat	27
Gambar 3. 2 Diagram Alir Cara Kerja Alat	30
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem	36
Gambar 3. 4 Desain Visual Alat.....	38
Gambar 3. 5 Diagram Alir Sub-sistem.....	40
Gambar 3. 6 Diagram Blok Sub-sistem	41
Gambar 3. 7 Sistem Tampak Samping.....	43
Gambar 3. 8 Realisasi Alat Tampak Belakang.....	43
Gambar 3. 9 Program Real-time Display	44
Gambar 3. 10 Program Parsing Data Monitoring.....	46
Gambar 3. 11 program Reporting Data ke Excel	48
Gambar 3. 12 Tampilan Overview	49
Gambar 3. 13 Monitoring Suhu dan Berat	50
Gambar 3. 14 Tabel Pembacaan Sensor.....	51
Gambar 3. 15 Standard Operating Procedure (SOP).....	51
Gambar 3. 15 Reporting Data pada Excel	51
Gambar 3.16 Reporting Data pada Excel	53
Gambar 4. 1 Monitoring LabVIEW	57
Gambar 4. 2 Real-Time Display	57



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 3 Grafik Fluktuasi Suhu 65°C	65
Gambar 4. 4 Grafik Fluktuasi Suhu 80°C	68
Gambar 4. 5 Grafik Fluktuasi Berat Pengujian 65°C.....	70
Gambar 4. 6 Grafik Fluktuasi Berat Pengujian 80°C.....	71
Gambar 4. 7 Hasil Uji Coba Pengujian Suhu 65°C.....	76
Gambar 4. 8 Hasil Uji Coba Pengujian Suhu 80°C.....	79





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Referensi Penelitian 1	8
Tabel 2. 2 Tabel Referensi Penelitian 2	9
Tabel 2. 3 Tabel Referensi Penelitian 3	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Fisik	32
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen.....	33
Tabel 3. 3 Bagian Bagian Realisasi Sistem	43
Tabel 3. 4 Bagian Program Real-time Display.....	44
Tabel 3. 5 Bagian Program Parsing Data	46
Tabel 3. 6 Bagian Program Reporting LabVIEW to Excel.....	48
Tabel 3. 7 Hasil Reporting Otomatis pada Excel	48
Tabel 4. 1 Peralatan Uji Coba Sistem.....	55
Tabel 4. 2 Pengujian data logger dengan setpoint optimal 65°C	58
Tabel 4. 3 Pengujian data logger dengan setpoint 80°C.....	60
Tabel 4. 4 fluktuasi suhu pada pengujian 65°C.....	64
Tabel 4. 5 fluktuasi suhu pada pengujian 80°C.....	66
Tabel 4. 6 Fluktuasi Berat Pengujian 65°C	69
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Berat Setpoint 65°C.....	75
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Berat Setpoint 80°C.....	77

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah apel (*Malus domestica*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta permintaan yang cukup besar di pasar nasional maupun internasional. Namun, buah apel dikenal memiliki kadar air yang relatif tinggi, berkisar antara 84% hingga 86%, sehingga sangat rentan mengalami penurunan kualitas pascapanen. Kadar air yang tinggi menyebabkan buah mudah rusak karena proses oksidasi dan pertumbuhan mikroorganisme yang cepat, sehingga berdampak pada menurunnya mutu fisik, kimia, dan organoleptik. Oleh karena itu, perlakuan pascapanen yang tepat dan efektif sangat diperlukan guna memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kualitas buah apel selama penyimpanan dan distribusi. Upaya pengolahan pascapanen yang tepat tidak hanya membantu mengurangi kehilangan hasil panen, tetapi juga meningkatkan nilai tambah produk sehingga lebih kompetitif di pasar (Shabrina & Susanto, 2017).

Salah satu metode pengolahan yang banyak diaplikasikan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pengeringan buah atau dehidrasi. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air dalam buah hingga mencapai level aman yang mampu menekan aktivitas mikroorganisme dan enzim penyebab pembusukan (Shabrina & Susanto, 2017). Proses pengeringan yang dilakukan dengan benar akan mempertahankan kualitas nutrisi dan tekstur buah secara optimal, sehingga produk kering yang dihasilkan tidak hanya tahan lama tetapi juga tetap memenuhi standar mutu yang diinginkan. Selain itu, pengeringan memudahkan proses penyimpanan dan transportasi karena volume dan berat produk menjadi lebih ringan. Namun demikian, pengeringan merupakan proses yang kompleks dan harus dikontrol secara ketat, terutama dalam hal pengaturan suhu dan durasi. Jika suhu pengeringan terlalu tinggi, maka dapat terjadi kerusakan pada struktur sel buah dan penurunan kandungan nutrisi, sementara suhu yang terlalu rendah dapat memperpanjang waktu pengeringan yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

akhirnya tidak efisien dari sisi energi dan waktu produksi (Haniva, 2023) (Nidhar, Belyamin, Prasetya, & Kamal, 2025)

Dalam konteks pengeringan buah apel, pemantauan parameter suhu dan berat selama proses berlangsung sangat penting. Suhu pengeringan yang konsisten dan tepat pada nilai *setpoint* akan menjamin laju penguapan air dari buah berlangsung optimal, sehingga proses dehidrasi berjalan efektif tanpa merusak bahan. Pengukuran berat secara *real-time* berfungsi sebagai indikator langsung perubahan kadar air dalam buah selama pengeringan. Monitoring yang akurat terhadap kedua parameter ini memungkinkan pengambilan keputusan secara cepat dan tepat dalam mengelola proses pengeringan, sehingga kualitas produk kering apel lebih terjamin (Andriawan, 2018) (Haniva, 2023).

Perkembangan teknologi otomasi dan instrumentasi menghadirkan solusi inovatif untuk berbagai tantangan di bidang pengolahan makanan, termasuk proses pengeringan apel secara otomatis. Dalam sistem ini, sensor suhu RTD PT100 digunakan untuk memantau suhu secara akurat pada rentang pengeringan optimal, yaitu 65°C. Sensor ini dikenal memiliki stabilitas tinggi sehingga mampu menjaga konsistensi suhu selama proses berlangsung (Aziefan, 2024). Sementara itu, sensor berat load cell digunakan untuk memonitor kadar air apel, di mana perubahan berat mencerminkan kadar air yang tersisa. Data dari load cell diproses menggunakan modul penguat sinyal HX711 untuk memastikan pengukuran yang presisi. Sistem akan otomatis berhenti ketika kadar air mencapai 25% dari kadar awal, yang merupakan tingkat optimal untuk menjaga kualitas produk akhir. Penggunaan Arduino Mega sebagai pusat kendali memungkinkan integrasi kedua sensor secara simultan, pemrosesan data yang cepat, serta pengaturan kontrol melalui program yang dibuat di Arduino IDE (Ardianto, 2017).

Dalam hal monitoring, LabVIEW digunakan untuk memvisualisasikan data secara real-time dan memberikan kemudahan bagi operator dalam memantau kondisi proses pengeringan. Meskipun kontrol dilakukan sepenuhnya oleh Arduino, LabVIEW menyediakan tampilan grafik tren suhu dan berat, indikator status sistem, serta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kemampuan pencatatan data secara otomatis untuk analisis lanjutan. Dengan menggunakan protokol komunikasi VISA, data dari sensor suhu dan berat dapat dikirimkan ke LabVIEW dengan latensi rendah, memungkinkan respons monitoring yang cepat dan akurat. Sistem ini dirancang untuk memastikan operator dapat memantau proses secara menyeluruh tanpa perlu campur tangan langsung, sehingga memberikan efisiensi dan keandalan yang tinggi selama pengeringan apel berlangsung (Andriawan, 2018).

Selain fungsi monitoring, pengaturan suhu pada sistem pengeringan biasanya menggunakan metode kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) untuk menjaga suhu agar tetap stabil dan sesuai dengan nilai yang diinginkan. Kontrol PID bekerja dengan menyesuaikan keluaran sistem berdasarkan deviasi suhu dari *setpoint* secara dinamis, sehingga dapat mencegah *overshoot* atau *undershoot* yang berpotensi merusak bahan. Metode kontrol ini telah banyak diimplementasikan dalam pengeringan berbagai produk hasil pertanian dengan hasil yang efektif dan efisien (Nidhar, Belyamin, Prasetya, & Kamal, 2025). Meskipun penelitian ini lebih menitikberatkan pada pengembangan sistem monitoring suhu dan berat dengan LabVIEW, penerapan kontrol PID merupakan bagian penting untuk menjamin kestabilan proses pengeringan.

Berdasarkan kajian literatur dan hasil penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh (Ardianto, 2017), (Sadewa, 2018), dan (Nisa, 2022), penggunaan LabVIEW sebagai antarmuka monitoring suhu dan berat terbukti memberikan kemudahan dalam pengawasan proses secara real-time dengan tampilan yang *user-friendly* dan data yang dapat direkam secara akurat. Penelitian ini mengambil pendekatan yang serupa dengan mengembangkan sistem pengering apel otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Mega yang terintegrasi dengan sensor RTD PT100 dan load cell, serta menggunakan LabVIEW sebagai platform monitoring utama. Diharapkan sistem ini dapat menghasilkan pengeringan yang lebih efisien, akurat, dan menghasilkan produk apel kering dengan mutu yang terjaga serta dapat dioperasikan dengan mudah.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan utama dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring berat dan suhu pada proses pengeringan apel yang terintegrasi dengan sensor RTD PT100 dan load cell menggunakan mikrokontroler Arduino Mega?
2. Bagaimana merancang antarmuka monitoring berbasis LabVIEW yang mampu menampilkan data monitoring secara real-time selama proses pengeringan apel?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem monitoring dengan LabVIEW untuk mendapatkan data yang akurat dan responsif?
4. Bagaimana mengimplementasikan penyimpanan data hasil pengukuran secara otomatis dalam format Excel pada sistem monitoring berbasis LabVIEW?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berat dan suhu pada proses pengeringan apel yang terintegrasi dengan sensor RTD PT100 dan load cell menggunakan mikrokontroler Arduino Mega.
2. Mengembangkan antarmuka monitoring berbasis LabVIEW yang mampu menampilkan data berat dan suhu secara *real-time* selama proses pengeringan apel.
3. Mengintegrasikan sistem monitoring berat dan suhu dengan software LabVIEW untuk menghasilkan data yang akurat, responsif, dan dapat dipantau secara langsung.
4. Mengimplementasikan penyimpanan data otomatis hasil dari pengukuran dalam format Excel.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Batasan Masalah

1. Sistem monitoring hanya menampilkan data pengukuran berat menggunakan load cell dan pengukuran suhu menggunakan sensor RTD PT100 menggunakan mikrokontroller Arduino Mega.
2. Data pengukuran berat dan suhu ditampilkan menggunakan antarmuka berbasis LabVIEW secara real-time dan dikirim ke Excel untuk dianalisis lebih lanjut.
3. Monitoring dan pengendalian sistem difokuskan pada pengeringan jenis apel Malang hijau dengan potongan setebal 3-4mm dalam kondisi laboratorium dengan parameter lingkungan yang terkontrol.
4. Komunikasi data antara Arduino dan LabVIEW dilakukan menggunakan protokol serial USB dengan *baud rate* yang telah ditentukan.

1.5 Luaran Penelitian

1. Laporan skripsi lengkap yang menyajikan pembahasan mengenai analisis Sistem Monitoring Berbasis LabVIEW.
2. Publikasi artikel ilmiah dalam bentuk prosiding seminar pada Seminar Nasional Teknik Elektro dan Seminar Nasional Inovasi Vokasi.
3. Publikasi jurnal pada *Electrices : Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan*.
4. Model sistem pengering apel otomatis yang mampu menampilkan data secara *real-time* dan menyimpan hasil pengukuran ke dalam format Excel.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat Praktis

1. Meningkatkan efisiensi proses pengeringan apel dengan menjaga konsistensi suhu dan kadar air secara otomatis.
2. Mengurangi potensi kesalahan operator dengan menyediakan alat monitoring yang mudah digunakan dan akurat.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Menyediakan solusi alat yang dapat diterapkan pada skala laboratorium atau industri kecil untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pengeringan.
4. Mempermudah pengambilan keputusan berbasis data melalui penyimpanan hasil pengukuran dalam format Excel untuk analisis lebih lanjut.

1.6.2 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi otomasi dan instrumentasi, terutama dalam pemanfaatan sensor suhu RTD PT100 dan load cell untuk aplikasi pengeringan makanan.
2. Menyediakan referensi bagi studi lebih lanjut tentang integrasi sistem berbasis LabVIEW dan Arduino untuk pemrosesan data secara real-time.
3. Memperkaya literatur ilmiah terkait implementasi sistem monitoring dan kontrol berbasis teknologi otomasi dalam bidang pangan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pengering apel otomatis yang menggunakan Arduino Mega, sensor RTD PT100 untuk suhu, dan load cell HX711 untuk berat. Sistem ini mengandalkan LabVIEW untuk memonitor suhu dan berat apel secara real-time, serta mengontrol suhu menggunakan *PID controller*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menjaga suhu tetap stabil pada 65°C, yang menghasilkan pengeringan apel yang optimal, sementara suhu yang lebih tinggi (80°C) menyebabkan kerusakan pada apel (*case hardening*). Selain itu, sistem mampu memantau penurunan berat apel yang mencerminkan pengurangan kadar air, dan data hasil pengujian dapat disimpan secara otomatis dalam format Excel.

1. Perancangan Sistem Monitoring Berat dan Suhu

Sistem pengering apel dirancang dengan mengintegrasikan sensor suhu RTD PT100 untuk memantau suhu dan load cell HX711 untuk memonitor berat apel. Mikrokontroler Arduino Mega digunakan sebagai pusat kendali, yang mengolah data dari sensor dan mengatur elemen pemanas sesuai kebutuhan. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi apel selama pengeringan secara real-time.

2. Perancangan Antarmuka Monitoring Berbasis LabVIEW

Sistem monitoring berbasis LabVIEW memungkinkan visualisasi data secara real-time, seperti grafik tren suhu dan berat apel yang memudahkan pemantauan kondisi pengeringan. Indikator status pada LabVIEW menunjukkan apakah heater dan kipas sedang beroperasi, memberikan informasi yang sangat berguna bagi operator untuk memantau dan mengendalikan proses pengeringan dengan lebih efektif. Data yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ditampilkan di LabVIEW juga dapat disimpan secara otomatis dalam format Excel untuk keperluan analisis lebih lanjut.

3. Integrasi Sistem Monitoring dengan LabVIEW

Sistem monitoring berhasil diintegrasikan dengan LabVIEW melalui komunikasi serial yang memungkinkan pengiriman data secara akurat dan responsif. Data yang diterima LabVIEW divisualisasikan dalam bentuk grafik dan indikator status yang memberikan informasi real-time kepada operator.

4. Implementasi Penyimpanan Data Otomatis

Sistem monitoring berhasil untuk menyimpan data hasil pengukuran secara otomatis dalam format Excel. Fitur ini mempermudah dokumentasi dan analisis data untuk keperluan evaluasi kinerja sistem atau pengembangan lebih lanjut.

5.2 Saran

Penelitian ini telah memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan sistem pengering apel otomatis. Namun, masih terdapat peluang untuk penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut. Berikut ini adalah saran yang dapat menjadi panduan bagi peneliti selanjutnya:

1. Penambahan Teknologi IoT

Sistem dapat diperluas dengan menambahkan Internet of Things (IoT) untuk memungkinkan monitoring jarak jauh dan kontrol otomatis menggunakan aplikasi berbasis internet atau perangkat mobile. Dengan cara ini, pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem pengering apel dari lokasi manapun secara lebih fleksibel.

2. Pengujian pada Jenis Objek Lain

Untuk memperluas aplikasi sistem, pengujian lebih lanjut dapat dilakukan pada jenis objek lain, seperti sayuran atau buah-buahan selain apel. Ini akan memberikan wawasan lebih lanjut tentang kemampuan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sistem dalam menangani berbagai produk dan menyesuaikan proses pengeringan berdasarkan karakteristik objek yang berbeda.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Andriawan, N. K. (2018). *Rancang Bangun Sistem Pengeringan Rumput Laut Berbasis Arduino UNO di Kabupaten Takalar*. Makasar: Universitas Islam Negeri Alaudin.
- Ardianto. (2017). *Prototype Sistem Monitoring Berbasis LabVIEW*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Atmaja, G. A., & Sembiring, J. P. (2024). Sistem Monitoring Pengering Bijji Kakao dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 9.
- Aziefan, T. (2024). *Sistem Monitoring Dan Reporting Berbasis LabVIEW Pada Alat Destilasi Bioetanol*. Depok: Politeknik Negeri Jakarta
- Haniva, F. (2023). *Perancangan Alat Pengering dan Monitoring Belimbing Wuluh Berbasis Mikrokontroler dan IoT*. Banda ceh: Universitas Negeri Islam Ar-Raniry.
- National Instruments. (2025). Diambil kembali dari National Instruments Corp: <https://www.ni.com/en-id/shop/product/labview.html>
- Nidhar, A., Belyamin, Prasetya, S., & Kamal, D. M. (2025). Perbandingan Kontrol Temperatur menggunakan Relay dan PID pada Oven Pengering berbsis Load cell untuk Mengukur Kadar Air Buah. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 82-94.
- Nisa, H. (2022). *Sistem Kontrol dan Safety Monitoring pada Inkubator Bayi Berbasis IoT dengan Metode Logika Fuzzy*. Depok: Politeknik Negeri Jakarta.
- Pinandita, S., Saputra, D. N., & Al Amin, A. F. (2024). Analisa Mesin Pengering Makanan Food Dehidrator Menggunakan Sensor Thermostat Berbasis Hybrid. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 98-102.
- Sadewa, H. R. (2018). *Rekayasa Pengendalian Temperatur dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Arduino dan Monitoring LabVIEW*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Shabrina, Z. U., & Susanto, W. H. (2017). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Dengan Metode Cabinet Dryer Terhadap Karakteristik Manisan Kering Apel Varietas Annas (*Males domestica* BORKKH). *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.5*, 62-63



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis, Violetta Anas Tasya Santosa Putri, lahir di Sukabumi pada 16 Februari 2003. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Parungkuda pada tahun 2021, dan melanjutkan studi di Politeknik Negeri Jakarta dengan mengambil Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri, yang diselesaikan pada tahun 2025. Selama menjalani pendidikan, penulis aktif dalam berbagai organisasi dalam kampus. Penulis juga memiliki pengalaman magang di PT. Indonesia Power UBP JPR

sebagai HAR Instrumen Kontrol pada September 2024 – Januari 2025. Selain itu, penulis juga terlibat dalam beberapa publikasi artikel ilmiah yang dipublikasikan pada Seminar Nasional Teknik Elektro dan Seminar Nasional Inovasi Vokasi. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail : violettaanastasya3@gmail.com.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

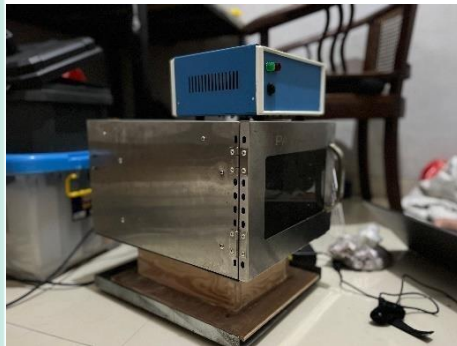


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 : Dokumentasi Alat



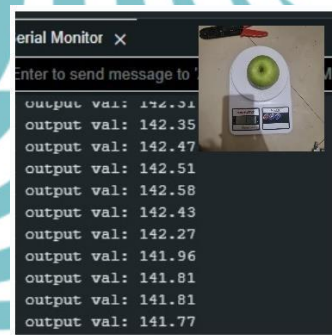
Realisasi sistem pengering apel



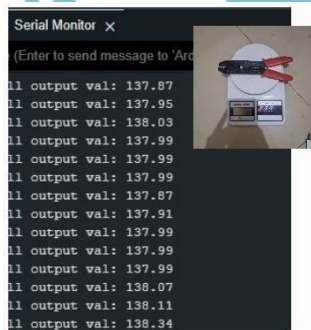
Box kontrol sistem



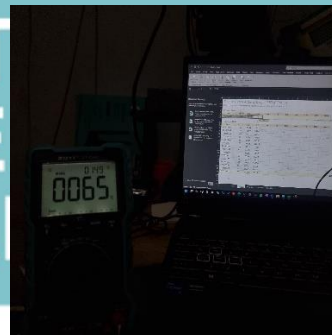
Aktuator pengering (*fan heater*)



Verifikasi sensor Loadcell



Verifikasi sensor PT100



Verifikasi sensor PT100