



© 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



**ANALISIS KINERJA KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA MESIN MONITORING PENGERING BIJI KOPI
MENGUNAKAN HMI**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
NURMALIDA AZZAHRA
2203411044**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© 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



**ANALISIS KINERJA KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA MESIN MONITORING PENDINGER BIJI KOPI
MENGUNAKAN HMI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

NURMALIDA AZZAHRA

2203411044

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Nurmalida Azzahra

NIM : 2203411044

Tanda Tangan :

Tanggal : Rabu, 22 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

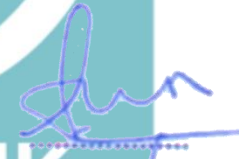
Hak Cipta :

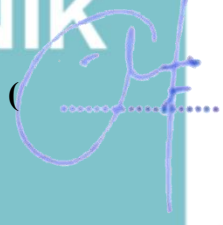
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Nurmalida Azzahra
NIM : 2203411044
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Konsumsi Energi Listrik Pada
Mesin Monitoring Pengering Biji Kopi
Menggunakan HMI

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 26 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D. ()
NIP.197007122001121001

Pembimbing II : Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T. ()
NIP.199107132020122013

Depok, 15 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwivaniti, 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 saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rah,at-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Empat Teknik Otomasi Listrik Industri di Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Seluruh keluarga besar Teknik Otomasi Listrik Industri atas bantuan yang telah diberikan selama perkuliahan;
3. Ayah dan Bunda penulis yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang serta pengorbanan yang tak ternilai. Meskipun jarak memisahkan, doa serta cinta kasih Ayah dan Bunda senantiasa hadir menemani setiap langkah penulis dalam menempuh pendidikan. Tidak ada kata yang cukup untuk mengungkapkan rasa syukur dan terima kasih penulis atas segala yang telah diberikan;
4. Adik penulis tercinta, yang selalu menjadi sumber motivasi bagi penulis untuk terus berusaha meraih cita-cita, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya;
5. Seseorang yang tidak dapat disebutkan namanya, yang senantiasa hadir memberikan dukungan semangat kepada penulis di saat dibutuhkan selama proses penyusunan skripsi ini;
6. Syabila Pingkan, Chika Novandini, Anisa Aulia, Syifa Aliya Nuraini, Ahmad Maulana Yusuf, Wahyu Eka Saputra yang telah menemani

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

penulis melewati hari-hari dari semasa SMP;

7. Hanum Yunita yang selalu menjadi tempat penulis bercerita sejak masa SMA hingga saat ini walaupun terpaut jarak yang cukup jauh;
8. Mallena Serly Rahmadani yang telah menjadi teman dekat sekaligus teman satu kamar penulis selama masa perkuliahan dan selalu menemani penulis melewati hari-hari sulit dan bahagia semasa perkuliahan;
9. Teman-teman organisasi *Society of Petroleum Engineers* yang telah memberikan pengalaman berharga bagi penulis dalam memperluas wawasan dan jaringan profesional di luar lingkungan kampus, serta turut membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih baik;
10. Teman-teman TOLI B angkatan 2022 yang bersama-sama melewati berbagai ujian, tugas, bengkel, dan selalu menjadi sumber tawa disaat masa sulit akibat tekanan akademik;
11. Muhammad Zulfa Rizki Mutawadi beserta Sakral Putra Leriensah yang sudah menjadi partner penulis dalam pengerjaan tugas akhir hingga tuntas;
12. Laufey, musisi yang telah menemani perjalanan penulis sejak awal kemunculannya, dan lantunan musiknya senantiasa menghadirkan ketenangan serta harapan di tengah malam-malam panjang selama proses penyusunan skripsi ini

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi bahan pembelajaran bagi pembaca.

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

Analisis Kinerja Konsumsi Energi Listrik pada Mesin Monitoring Pengering Biji Kopi Menggunakan HMI

ABSTRAK

Proses pengeringan merupakan salah satu tahapan penting dalam pengolahan pascapanen biji kopi yang bertujuan menurunkan kadar air sehingga mutu dan daya simpan produk dapat dipertahankan. Penggunaan mesin pengering mampu menghasilkan proses yang lebih terkontrol dibandingkan metode konvensional, namun membutuhkan konsumsi energi listrik yang perlu dipantau dan dianalisis untuk mengetahui karakteristik penggunaannya selama proses berlangsung. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja sistem monitoring konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi menggunakan Human Machine Interface (HMI), serta menganalisis pengaruh variasi waktu pengeringan, massa biji kopi, dan suhu pengeringan terhadap konsumsi energi listrik dan susut massa bahan. Sistem yang dikembangkan menggunakan PLC Omron CP1E sebagai pengendali utama, HMI Proface sebagai antarmuka monitoring, sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, faktor daya, dan energi listrik, sensor thermocouple tipe-K untuk mengukur suhu, sensor SHT31 untuk mengukur kelembapan, serta ESP32 sebagai gateway komunikasi data. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi waktu, massa biji kopi, dan suhu pengeringan. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time pada HMI dan dianalisis untuk mengevaluasi karakteristik konsumsi energi listrik selama proses pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring mampu menampilkan parameter proses dan parameter kelistrikan secara real-time dengan baik. Konsumsi energi listrik meningkat seiring bertambahnya waktu operasi dan kenaikan suhu pengeringan, sedangkan variasi massa biji kopi memengaruhi kebutuhan energi selama proses berlangsung. Selain itu, peningkatan suhu pengeringan menghasilkan susut massa yang lebih besar akibat penguapan kadar air pada biji kopi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam evaluasi kinerja mesin pengering serta mendukung upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik pada proses pengeringan biji kopi.

Kata kunci : mesin pengering biji kopi, konsumsi energi listrik, Human Machine Interface (HMI), PZEM-004T, susut massa

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

Analysis of Electrical Energy Consumption Performance of a Coffee Bean Drying Monitoring System Using HMI

ABSTRACT

Drying is one of the essential stages in post-harvest coffee processing, aiming to reduce the moisture content of coffee beans to maintain their quality and extend their shelf life. Compared with conventional drying methods, the use of a coffee bean drying machine provides a more controlled drying process; however, it requires electrical energy whose consumption needs to be monitored and analyzed to evaluate the system's operational characteristics. This study aims to analyze the performance of an electrical energy consumption monitoring system for a coffee bean dryer using a Human Machine Interface (HMI) and to investigate the effects of drying time, coffee bean mass, and drying temperature on electrical energy consumption and mass loss. The developed system employs an Omron CP1E Programmable Logic Controller (PLC) as the main controller, a Proface HMI as the monitoring interface, a PZEM-004T sensor to measure electrical parameters including voltage, current, power, power factor, and energy consumption, a K-type thermocouple to measure temperature, an SHT31 sensor to measure humidity, and an ESP32 as the communication gateway. Experiments were conducted by varying the drying time, coffee bean mass, and drying temperature. The measured data were displayed in real time on the HMI and analyzed to evaluate the characteristics of electrical energy consumption throughout the drying process. The results indicate that the monitoring system successfully displays both process and electrical parameters in real time with stable performance. Electrical energy consumption increases with longer operating time and higher drying temperatures, while variations in coffee bean mass affect the required energy during the drying process. Furthermore, higher drying temperatures result in greater mass loss due to moisture evaporation from the coffee beans. The findings of this study can serve as a reference for evaluating the performance of coffee bean drying machines and improving electrical energy efficiency in the drying process.

Keywords : coffee bean drying machine, electrical energy consumption, Human Machine Interface (HMI), PZEM-004T, mass loss.



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 SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Programmable Logic Controller (PLC)	6
2.2.1 Prinsip Kerja PLC	7
2.2.2 Bagian-Bagian PLC	7
2.2.3 PLC Omron CP1E-N40DR-D.....	8
2.3 Human Machine Interface (HMI)	8



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

2.4 Sensor Thermocouple Tipe-K	9
2.5 Sensor SHT32	11
2.6 Heater	12
2.7 PZEM-004T	13
2.8 ESP32.....	14
2.9 Modbus RTU dan RS-485	15
2.10 Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik	15
2.11 Segitiga Daya	16
2.12 Sistem Pengering Biji Kopi Otomatis.....	19
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	20
3.1 Rancangan Alat	20
3.1.1 Deskripsi Alat.....	27
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	29
3.1.3 Diagram Alir Sistem.....	30
3.1.4 Spesifikasi Alat	33
3.1.4 Diagram Blok Sistem.....	34
3.2 Realisasi Alat.....	36
3.2.1 Realisasi Panel Kontrol	37
3.2.2 Realisasi Box Pengering	39
3.2.3 Realisasi Human Machine Interface (HMI)	40
3.2.4 Realisasi Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik.....	47
BAB IV PEMBAHASAN.....	49
4.1 Analisis Kinerja Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik	49
4.2 Evaluasi Kemampuan HMI dalam Monitoring Data <i>Real-Time</i>	53
4.3 Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Variasi Suhu Pengeringan.....	57
4.3.1 Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Variasi Waktu Pengeringan....	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

4.3.2 Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Variasi Massa.....	59
4.3.3 Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Variasi Suhu.....	62
4.4 Analisis Pengaruh Variasi Parameter Pengeringan terhadap Konsumsi Energi Listrik	65
BAB V PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	73
LAMPIRAN.....	74



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 Plc Omron Cp1e-N40dr-D	6
Gambar 2. 2 Hmi Pro-Face	9
Gambar 2. 3 Thermocouple Type-K.....	10
Gambar 2. 4 Sht31-D	11
Gambar 2. 5 Pzem-004t.....	13
Gambar 2. 6 Iot Gateway Esp32	14
Gambar 2. 7 Modbus Rtu Dan Rs-485	15
Gambar 2. 8 Segitiga Daya	17
Gambar 3. 1 General Arrangement 1/2	21
Gambar 3. 2 General Arrangement 2/2	21
Gambar 3. 3 Schematic Kontrol 1/4.....	23
Gambar 3. 4 Schematic Kontrol 2/4.....	23
Gambar 3. 5 Schematic Kontrol 3/4.....	24
Gambar 3. 6 Schematic Kontrol 4/4.....	24
Gambar 3. 7 Schematic Esp32	26
Gambar 3. 8 Topologi Sistem.....	27
Gambar 3. 9 Flowchart Auto.....	31
Gambar 3. 10 Flowchart Manual	32
Gambar 3. 11 Blok Diagram Sistem	34
Gambar 3. 12 Desain Mesin Pengering Biji Kopi.....	36
Gambar 3. 13 Tampilan Realisasi Alat.....	37
Gambar 3. 14 Panel Kontrol Tampak Depan	38
Gambar 3. 15 Panel Kontrol Tampak Dalam	38
Gambar 3. 16 Realisasi Box Pengering.....	39
Gambar 3. 17 Tampilan Utama Hmi	45
Gambar 3. 18 Tampilan Halaman Monitoring	45
Gambar 3. 19 Tampilan Halaman Operasi Manual.....	46
Gambar 3. 20 Tampilan Halaman Operasi Auto	46
Gambar 3. 21 Pemasangan Sensor Pzem-004t.....	47
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Suhu Thermocouple Terhadap Waktu	50



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

Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Tegangan Terhadap Waktu	51
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Daya Terhadap Waktu	52
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Energi Listrik Terhadap Waktu	52
Gambar 4. 5 Tampilan Utama Hmi	54
Gambar 4. 6 Tampilan Hmi Saat Proses Pemanasan Berlangsung	55
Gambar 4. 7 Grafik Konsumsi Energi Listrik Terhadap Waktu	58
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Massa Biji Kopi Terhadap Konsumsi Energi Listrik	60
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Suhu Pengeringan Terhadap Konsumsi Energi Listrik	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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi	33
Tabel 3. 2 Fitur Antamuka Hmi.....	41
Tabel 3. 3 Input & Output Hmi	42
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Tanpa Beban.....	49
Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi Kemampuan Monitoring Hmi	56
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik Berdasarkan Variasi Waktu	57
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik Pada Variasi Massa	59
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik Pada Variasi Suhu	62





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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengambilan Data.....	74
Lampiran 2 Box Pengereng	74
Lampiran 3 Pengukuran Berat Biji Kopi	75
Lampiran 4 Pengukuran Suhu Box Pengereng	75



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengeringan merupakan proses yang digunakan untuk menurunkan kadar air suatu bahan sehingga kualitas dan daya simpannya dapat dipertahankan selama penyimpanan. Pada komoditas kopi, proses pengeringan menjadi salah satu tahapan penting yang dilakukan untuk memperoleh kondisi biji kopi yang sesuai sebelum penyimpanan maupun proses pengolahan selanjutnya. Pengeringan yang tidak optimal dapat menyebabkan kualitas bahan menurun dan memengaruhi proses pengolahan berikutnya. (Wibowo et al., 2024)

Metode pengeringan konvensional yang memanfaatkan sinar matahari masih banyak digunakan karena relatif sederhana dan tidak memerlukan biaya operasional yang tinggi. Namun, metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan terhadap kondisi cuaca, waktu pengeringan yang relatif lama, serta kesulitan dalam menjaga kestabilan suhu selama proses berlangsung. Oleh karena itu, penggunaan mesin pengering menjadi salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk menghasilkan proses pengeringan yang lebih terkontrol dan konsisten (Suherman et al., 2020).

Dalam pengoperasiannya, mesin pengering memerlukan energi listrik untuk menyuplai berbagai komponen sistem, terutama elemen pemanas yang berfungsi menghasilkan energi panas di dalam ruang pengering. Konsumsi energi listrik yang digunakan selama proses pengeringan menjadi parameter penting karena berkaitan dengan efisiensi penggunaan energi dan biaya operasional sistem. Informasi mengenai parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, faktor daya, dan energi listrik dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem pengering (Suherman et al., 2020).

Perkembangan teknologi otomasi memungkinkan proses monitoring energi listrik dilakukan secara real-time melalui integrasi sensor, sistem kontrol, dan antarmuka pengguna. Salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam sistem otomasi industri adalah Human Machine Interface (HMI), yang berfungsi sebagai media interaksi antara operator dengan sistem kontrol.

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

Melalui HMI, operator dapat memantau kondisi operasi mesin, parameter proses, serta konsumsi energi listrik secara lebih mudah dan terstruktur. Informasi yang ditampilkan secara real-time dapat membantu operator dalam melakukan pengawasan dan evaluasi terhadap kinerja sistem yang sedang beroperasi (Prasetyo et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu sistem monitoring yang mampu menampilkan parameter konsumsi energi listrik secara real-time selama proses pengeringan berlangsung. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melakukan monitoring dan analisis konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi menggunakan sensor energi yang terintegrasi dengan PLC dan HMI. Parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, daya, dan energi listrik pada variasi suhu pengeringan sehingga dapat diperoleh informasi mengenai karakteristik konsumsi energi listrik selama proses pengeringan berlangsung.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, permasalahan yang menjadi fokus dalam tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja sistem monitoring konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi menggunakan HMI?
2. Bagaimana karakteristik konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi berdasarkan variasi suhu pengeringan?
3. Bagaimana kemampuan HMI dalam menampilkan parameter konsumsi energi listrik secara real-time selama proses pengeringan berlangsung?
4. Bagaimana pengaruh variasi parameter pengeringan (waktu, massa, dan suhu) terhadap konsumsi energi listrik mesin pengering biji kopi?

1.3 Tujuan

Tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis kinerja sistem monitoring konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi menggunakan HMI.
2. Menganalisis karakteristik konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi berdasarkan variasi suhu pengeringan.

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. Mengevaluasi kemampuan HMI dalam menampilkan parameter konsumsi energi listrik secara *real-time*.
4. Menganalisis pengaruh variasi waktu pengeringan, massa biji kopi, dan suhu pengeringan terhadap konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin pengering biji kopi dengan sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis PLC dan Human Machine Interface (HMI).
2. Sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis HMI yang mampu menampilkan parameter kelistrikan secara *real-time*.
3. Artikel ilmiah yang dipublikasikan pada Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE).

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada mesin pengering biji kopi berbasis PLC Omron CP1E dan HMI Proface yang telah direalisasikan.
2. Parameter konsumsi energi listrik yang diamati meliputi tegangan, arus, daya, dan energi listrik yang diukur menggunakan sensor PZEM-004T.
3. Monitoring data dilakukan menggunakan Human Machine Interface (HMI) Proface yang terintegrasi dengan PLC.
4. Analisis difokuskan pada karakteristik konsumsi energi listrik dan kemampuan HMI dalam menampilkan data secara *real-time*.
5. Penelitian tidak membahas kualitas fisik maupun kualitas kimia biji kopi setelah proses pengeringan.
6. Analisis kadar air dan mutu hasil pengeringan tidak menjadi fokus dalam penelitian ini.

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 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada mesin monitoring pengering biji kopi menggunakan HMI, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring konsumsi energi listrik pada mesin pengering biji kopi berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan PLC Omron CP1E, sensor PZEM-004T, dan Human Machine Interface (HMI) Weintek. Sistem mampu memantau parameter tegangan (V), arus (A), daya (W), dan konsumsi energi listrik (kWh) secara real-time, sehingga memudahkan operator dalam melakukan pemantauan selama proses pengeringan berlangsung.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pengeringan berpengaruh terhadap konsumsi energi listrik. Konsumsi energi meningkat seiring bertambahnya durasi operasi mesin, dari 0,027 kWh pada waktu pengeringan 5 menit menjadi 0,087 kWh pada waktu 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama mesin beroperasi, semakin besar energi listrik yang dikonsumsi.
3. Variasi massa biji kopi juga memengaruhi konsumsi energi listrik. Konsumsi energi meningkat dari 0,159 kWh pada massa 30 gram menjadi 0,182 kWh pada massa 60 gram. Peningkatan tersebut terjadi karena semakin besar massa bahan, semakin besar energi panas yang diperlukan untuk mencapai kondisi pengeringan yang diinginkan.
4. Variasi suhu pengeringan memberikan pengaruh paling dominan terhadap konsumsi energi listrik. Konsumsi energi meningkat dari 0,244 kWh pada suhu 40°C menjadi 0,267 kWh pada suhu 70°C, kemudian relatif stabil pada suhu 80°C dengan konsumsi energi sebesar 0,265 kWh. Kondisi tersebut

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

menunjukkan bahwa peningkatan suhu menyebabkan kebutuhan energi pemanas semakin besar hingga sistem mencapai kondisi operasi yang stabil.

5. Berdasarkan hasil pengujian secara keseluruhan, sistem monitoring yang dikembangkan mampu memberikan informasi konsumsi energi listrik secara akurat dan real-time pada berbagai variasi parameter pengeringan. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar evaluasi penggunaan energi listrik serta mendukung pengoperasian mesin pengering yang lebih efektif dan efisien.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan sensor kadar air (moisture content) sehingga proses pengeringan tidak hanya dimonitor berdasarkan konsumsi energi listrik, tetapi juga dapat dievaluasi berdasarkan perubahan kadar air biji kopi.
2. Sistem monitoring dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan Internet of Things (IoT) sehingga data pengukuran dapat disimpan pada basis data (*database*) dan dipantau secara jarak jauh melalui komputer maupun perangkat bergerak (*smartphone*).
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis hubungan antara konsumsi energi listrik dengan kualitas hasil pengeringan, seperti kadar air akhir, susut massa, warna, maupun mutu biji kopi, sehingga diperoleh parameter operasi yang lebih optimal.
4. Pengujian dapat dilakukan dengan variasi massa, suhu, dan waktu yang lebih luas serta menggunakan jenis biji kopi yang berbeda untuk memperoleh karakteristik konsumsi energi listrik yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R. et al. (2016). Characteristic Drying of Coffee Beans Using a Dryer with the Heat Source of Coffee Husk Furnace and Solar Collectors. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, 1(1), 20–27.
- Badruzzaman, Setyoko, Nur Fatkhul Cholbi, S. M. M. Y. (2022). Monitoring and Controlling Trainer of Automatic Grain Dryer Machine Based on Plc and Scada. *Jaict*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.32497/jaict.v7i1.3456>
- Chukwunweike, J., & Anang, I. A. A. N. (2024). Enhancing Industrial Efficiency through Automation: Leveraging PLC, Scada, HMI, Batch, and DCS Systems for Downtime Mitigation in Industrial Control Projects. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(9), 1466–1478. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0924.2530>
- Deniz, C., & Buran, B. (2025). Design and Instrumentation of an Arduino-Based Temperature Measurement and Control Device by K-type Thermocouples. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(4), 160–171. <https://doi.org/10.18466/cbayarfb.1694157>
- Hartawan, F. Y., & Galina, M. (2022). Implementasi Programmable Logic Control (Plc) Omron Cp1E Pada Sistem Kendali Motor Induksi Star-Delta Untuk Kebutuhan Industri. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.31884/jtt.v8i2.409>
- Hidayat, K. M. W., & Al-Faris, M. G. (2025). IoT-Based Electrical Power Consumption Monitoring System in Households Using ESP32 and PZEM-004T. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 5(2), 1077–1081. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v5i2.6368>
- Mahmood, J. R., Ali, R. S., & Abd-Alhameed, R. A. (2020). PLC/HMI-based implementation of a real-time educational power system protective relays platform. *Electronics (Switzerland)*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/electronics9010118>
- Pawar, R., Bhasme, N. R., & Student, M. E. (2016). Application of PLC's for Automation of Processes in Industries. *Rahul Pawar. Int. Journal of Engineering Research and Applications Wwww.Ijera.Com*, 6(6), 53–59.
- Pollini, A., Giacobone, G. A., Zannoni, M., Pucci, D., Vignali, V., Falegnami, A., Tomassi, A., & Romano, E. (2025). Human-Machine Interaction Design in Adaptive Automation. *Procedia Computer Science*, 253(2024), 1034–1044. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.165>
- Suherman, S., Widuri, H., Patricia, S., Susanto, E. E., & Sutrisna, R. J. (2020). Energy analysis of a hybrid solar dryer for drying coffee beans. *International Journal of Renewable Energy Development*, 9(1), 131–139. <https://doi.org/10.14710/ijred.9.1.131-139>
- Wibowo, L., Wahyusari, R., Yuwono, T., & Shofia, A. (2024). IoT-based high-accuracy monitoring system for on-grid photovoltaic power system using NodeMCU ESP8266 and PZEM004T. In *Journal of Mechatronics, Electrical*

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

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

- Power, and Vehicular Technology (Vol. 15, Issue 2, pp. 230–241). <https://doi.org/10.55981/j.mev.2024.823>
- Zhang, H., Automation, I., Optimization, P., & Analysis, S. (2024). Design and implementation of industrial automation control system based on PLC. *Journal of Electronics and Information Science*, 9(2), 120–126. <https://doi.org/10.23977/jeis.2024.090215>
- Agustina, R. et al. (2016). Characteristic Drying of Coffee Beans Using a Dryer with the Heat Source of Coffe Husk Furnace and Solar Collectors. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, 1(1), 20–27.
- Badruzzaman, Setyoko, Nur Fatkhul Cholbi, S. M. M. Y. (2022). Monitoring and Controlling Trainer of Automatic Grain Dryer Machine Based on Plc and Scada. *Jaict*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.32497/jaict.v7i1.3456>
- Chukwunweike, J., & Anang, I. A. A. N. (2024). Enhancing Industrial Efficiency through Automation: Leveraging PLC, Scada, HMI, Batch, and DCS Systems for Downtime Mitigation in Industrial Control Projects. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(9), 1466–1478. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0924.2530>
- Deniz, C., & Buran, B. (2025). Design and Instrumentation of an Arduino-Based Temperature Measurement and Control Device by K-type Thermocouples. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(4), 160–171. <https://doi.org/10.18466/cbayarfbe.1694157>
- Hartawan, F. Y., & Galina, M. (2022). Implementasi Programmable Logic Control (Plc) Omron Cp1E Pada Sistem Kendali Motor Induksi Star-Delta Untuk Kebutuhan Industri. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.31884/jtt.v8i2.409>
- Hidayat, K. M. W., & Al-Faris, M. G. (2025). IoT-Based Electrical Power Consumption Monitoring System in Households Using ESP32 and PZEM-004T. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 5(2), 1077–1081. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v5i2.6368>
- Mahmood, J. R., Ali, R. S., & Abd-Alhameed, R. A. (2020). PLC/HMI-based implementation of a real-time educational power system protective relays platform. *Electronics (Switzerland)*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/electronics9010118>
- Pawar, R., Bhasme, N. R., & Student, M. E. (2016). Application of PLC's for Automation of Processes in Industries. *Rahul Pawar. Int. Journal of Engineering Research and Applications Wwww.Ijera.Com*, 6(6), 53–59.
- Pollini, A., Giacobone, G. A., Zannoni, M., Pucci, D., Vignali, V., Falegnami, A., Tomassi, A., & Romano, E. (2025). Human-Machine Interaction Design in Adaptive Automation. *Procedia Computer Science*, 253(2024), 1034–1044. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.165>
- Suherman, S., Widuri, H., Patricia, S., Susanto, E. E., & Sutrisna, R. J. (2020). Energy analysis of a hybrid solar dryer for drying coffee beans. *International*



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

Journal of Renewable Energy Development, 9(1), 131–139.
<https://doi.org/10.14710/ijred.9.1.131-139>

Wibowo, L., Wahyusari, R., Yuwono, T., & Shofia, A. (2024). IoT-based high-accuracy monitoring system for on-grid photovoltaic power system using NodeMCU ESP8266 and PZEM004T. In *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology* (Vol. 15, Issue 2, pp. 230–241).
<https://doi.org/10.55981/j.mev.2024.823>

Zhang, H., Automation, I., Optimization, P., & Analysis, S. (2024). Design and implementation of industrial automation control system based on PLC. *Journal of Electronics and Information Science*, 9(2), 120–126.
<https://doi.org/10.23977/jeis.2024.090215>



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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nurmalida Azzahra

Lulus dari SDN 4 Kenanga tahun 2016, SMPN 1 Plumbon pada tahun 2019, dan SMAN 1 Plumbon pada tahun 2022 dengan jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.



Hak Cipta :

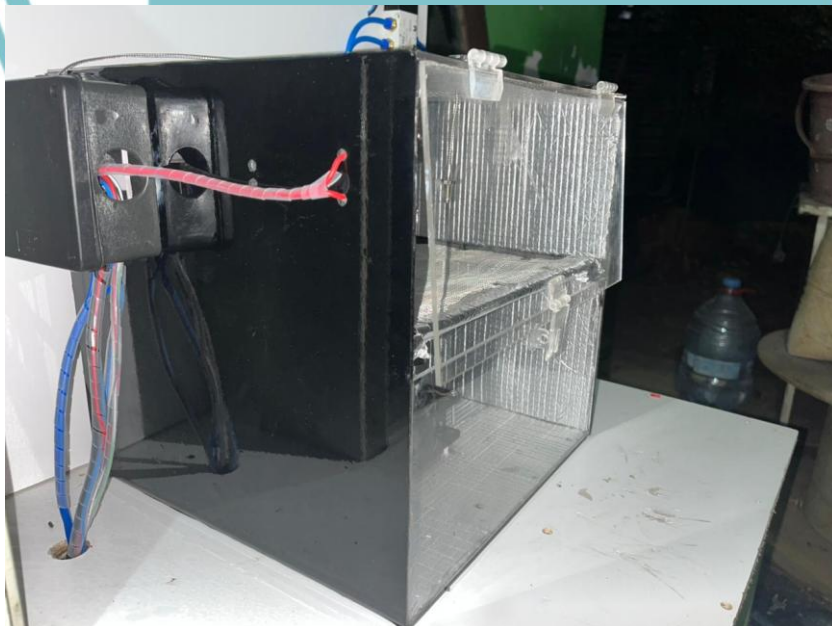
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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



Lampiran 1 Pengambilan Data

POLITEKNIK



Lampiran 2 Box Pengering

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 3 Pengukuran Berat Biji Kopi



Lampiran 4 Pengukuran Suhu Box Pengering