



© 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



**INTEGRASI SISTEM MONITORING PADA MESIN PENGERING BIJI
KOPI BERBASIS ESP32, NODE-RED , DAN INFLUXDB**

SKRIPSI

SAKRAL PUTRA LERIANSAH

2203411013

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**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



**INTEGRASI SISTEM MONITORING PADA MESIN PENGERING BIJI
KOPI BERBASIS ESP32, NODE-RED , DAN INFLUXDB**

SKRIPSI

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SAKRAL PUTRA LERIANSAH

2203411013

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

2026

ii

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 : Sakral Putra Leriansah

NIM : 2203411013

Tanda Tangan

Tanggal : 17 Juli 2026

**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



© 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 : SAKRAL PUTRA LERIANSAH
NIM : 2203411013
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : INTEGRASI SISTEM MONITORING
PADA MESIN PENERING BIJI KOPI
BERBASIS ESP32, NODE-RED , DAN
INFLUXDB

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada
Selasa, 30 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 Dwiyaniti, 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 rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph. D. selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
2. Ibu Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. Muhammad Zulfa Rizki Mutawadi dan Nurmalida Azzahra selaku rekan satu tim dalam perancangan dan pembuatan mesin pengering biji kopi ini. Kerja sama, dedikasi, dan semangat kalian menjadi fondasi utama terwujudnya sistem ini.
7. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Otomasi Listrik Industri angkatan 2022 atas kebersamaan, bantuan, dan semangat yang selalu diberikan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi 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

ABSTRAK

Dalam dunia industri, pemantauan sistem mempunyai peranan yang sangat penting untuk mempertahankan kinerja mesin supaya tetap maksimal. Mesin pengering biji kopi pada penelitian ini merupakan sistem yang mengintegrasikan PLC, HMI, dan IoT untuk mengoptimalkan proses pascapanen. Namun, sistem pemantauan yang hanya mengandalkan panel lokal (HMI) memiliki keterbatasan dalam pengawasan jarak jauh, terutama ketika operator tidak berada di lokasi mesin. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) pada mesin pengering biji kopi yang terintegrasi dengan sistem kontrol utama. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 untuk mengambil data parameter proses dari sistem kontrol dan mengirimkannya ke platform pemantauan. Data dikirim menggunakan protokol MQTT dan ditampilkan melalui antarmuka *dashboard* web sehingga informasi kadar air dan suhu dapat diakses secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan transmisi data dengan baik, memungkinkan pengawasan dilakukan secara efisien dan fleksibel dari jarak jauh. Dengan adanya pemanfaatan IoT ini, deteksi kondisi tidak normal pada proses pengeringan dapat diketahui lebih awal sehingga kualitas biji kopi tetap terjaga dan risiko kerusakan mesin dapat diminimalisir.

Kata Kunci : ESP32, Internet of Things (IoT), Mesin Pengering Biji Kopi, MQTT, Pemantauan Real-Time, PLC



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

ABSTRACT

In the industrial world, system monitoring plays a crucial role in maintaining optimal machine performance. The coffee bean drying machine in this study is a system that integrates PLCs, HMIs, and the IoT to optimize the post-harvest process. However, monitoring systems that rely solely on a local panel (HMI) have limitations in remote supervision, particularly when the operator is away from the machine's location. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring system on a coffee bean drying machine integrated with the main control system. The system utilizes an ESP32 microcontroller to acquire process parameter data from the control system and transmit it to the monitoring platform. Data is transmitted using the MQTT protocol and displayed via a web dashboard interface, enabling real-time access to moisture content and temperature information. The test results indicate that the system successfully transmits data, allowing for efficient and flexible remote supervision. By leveraging IoT, abnormal conditions in the drying process can be detected early, thereby preserving coffee bean quality and minimizing the risk of machine damage.

Keywords: Coffee Bean Drying Machine, ESP32, Internet of Things (IoT), ESP32, MQTT, PLC, Real-Time Monitoring.

**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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Mesin Pengering Biji Kopi.....	6
2.3. Internet Of Things (IoT).....	6
2.4. Mikrokontroler ESP32.....	7
2.5. Node-RED.....	8
2.5.1. Konfigurasi Node-RED.....	8
2.5.2. Cara Kerja Node-RED.....	9
2.6. Cloudflare <i>Tunnel</i>	11



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

2.7.	InfluxDB (Time-Series Database).....	12
2.7.1.	Konfigurasi InfluxDB	13
2.8.	Sensor Parameter Fisis dan Kelistrikan.....	13
2.8.1.	Sensor SHT31	14
2.8.2.	Modul MAX6675 dan Thermokopel	14
2.8.3.	Sensor PZEM-004T	15
2.9.	Protokol Komunikasi.....	16
2.9.1.	Message Queuing Telemetry Transport (MQTT).....	16
2.9.2.	Modbus RTU/RS485.....	17
2.10.	Metode Pemrograman <i>Non-Blocking</i>	18
2.11.	X ITU-T G.1010 (<i>End-User Multimedia QoS Categories</i>).....	18
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....		21
3.1.	Rancangan Alat.....	21
3.1.1.	Deskripsi Alat.....	22
3.1.2.	Cara Kerja Alat	23
3.1.3.	Spesifikasi Alat	24
3.1.4.	Diagram Blok.....	26
3.1.5.	Diagram Alir Sistem	27
3.1.6.	Diagram Alir IoT.....	33
3.1.7.	Desain Sistem.....	34
3.1.8.	Desain Perancangan	34
3.1.9.	Diagram Pengawatan	36
3.2.	Realisasi Alat.....	38
3.2.1.	Pemetaan Pin Perangkat Keras (I/O Mapping).....	38
3.2.2.	Realisasi Komunikasi Modbus RTU antara PLC dan ESP32.	40



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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.3.	Pengaturan Konektivitas Wi-Fi dan Protokol MQTT	42
3.2.4.	Konfigurasi Node-RED	46
3.2.5.	Konfigurasi Tunnel Cloudflare	51
3.2.6.	Konfigurasi Node-RED ke InfluxDB	52
3.2.7.	Konfigurasi Ke InfluxDB	54
BAB IV PEMBAHASAN		57
4.1.	Pengujian Konektivitas	57
4.1.1.	Deskripsi Pengujian	57
4.1.2.	Prosedur Pengujian	57
4.1.3.	Hasil Pengujian	58
4.1.4.	Analisis Data	66
4.2.	Pengujian Fungsionalitas Antarmuka (<i>Dashboard</i>)	67
4.2.1.	Deskripsi Pengujian	67
4.2.2.	Prosedur Pengujian	67
4.2.3.	Hasil Pengujian	68
4.2.4.	Analisis Data	76
4.3.	Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor	77
4.3.1.	Deskripsi Pengujian	77
4.3.2.	Prosedur Pengujian	77
4.3.3.	Hasil Pengujian	78
4.3.4.	Analisis Data	81
4.4.	Hasil Pengujian Keandalan Transmisi Data (<i>Packet Loss</i>)	82
4.4.1.	Deskripsi Pengujian	82
4.4.2.	Prosedur Pengujian	83
4.4.3.	Hasil Pengujian	83



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

4.4.4. Analisis Data.....	97
BAB V PENUTUP	99
5.1. Kesimpulan.....	99
5.2. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	102
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	105
LAMPIRAN	106





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 Logo Node-RED	8
Gambar 2. 2 Konfigurasi Node-RED.....	9
Gambar 2. 3 Gambar Tampilan Node-RED	11
Gambar 3. 1 Diagram Blok	26
Gambar 3. 2 Flowchart Auto 1	28
Gambar 3. 3 Flowchart Auto 2.....	29
Gambar 3. 4 Flowchart Auto 3.....	30
Gambar 3. 5 Flowchart Manual	32
Gambar 3. 6 Diagram Alir IoT	33
Gambar 3. 7 Topologi Jaringan.....	34
Gambar 3. 8 Gambar General Agreement 1	35
Gambar 3. 9 Gambar General Agreement 2	35
Gambar 3. 10 Schematic 1	36
Gambar 3. 11 Schematic 2	37
Gambar 3. 12 Schematic 3	37
Gambar 3. 13 Schematic 4	38
Gambar 3. 14 Gambar Schematic ESP32	39
Gambar 3. 15 Gambar Setup ESP32.....	40
Gambar 3. 16 Konfigurasi MQTT	43
Gambar 3. 17 Program Topic MQTT Sensor.....	45
Gambar 3. 18 Program Topic MQTT Status.....	46
Gambar 3. 19 Program Topic MQTT Control PLC	46
Gambar 3. 20 Program Topic MQTT Set.....	46
Gambar 3. 21 Flow Node Penerimaan Data Sensor & Database (Telemetry).....	48
Gambar 3. 22 Flow Node Pemantauan Status Mesin.....	48
Gambar 3. 23 Flow Kendali Mesin & Pengaturan Parameter.....	48
Gambar 3. 24 Setting Deploy Node-RED.....	49
Gambar 3. 25 Tampilan Dashboard Monitoring 1	50
Gambar 3. 26 Tampilan Dashboard Monitoring 2	50
Gambar 3. 27 Tampilan Dashboard Data Keistrian	51



© 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 3. 28 Setting Domain Cloudflare	51
Gambar 3. 29 Localhost Node-RED	52
Gambar 3. 30 Konfigurasi Node-RED ke InfluxDB.....	53
Gambar 3. 31 Setting Node InfluxDB	54
Gambar 3. 32 Tampilan Data Explorer InfluxDB	56
Gambar 4. 1 Tampilan serial monitor saat wifi terputus 10 menit.....	58
Gambar 4. 2 tampilan website sebelum wifi terputus 10 menit.....	60
Gambar 4. 3 Tampilan website setelah terputus 10 menit	60
Gambar 4. 4 Tampilan serial monitor saat wifi terputus 30 menit.....	61
Gambar 4. 5 tampilan website sebelum wifi terputus 30 menit.....	62
Gambar 4. 6 tampilan website sesudah wifi terputus 30 menit	63
Gambar 4. 7 Tampilan serial monitor saat wifi terputus 60 menit.....	63
Gambar 4. 8 tampilan website sebelum wifi terputus 60 menit.....	65
Gambar 4. 9 tampilan website sesudah wifi terputus 60 menit	65
Gambar 4. 10 Grafik Pengujian Konektivitas	66
Gambar 4. 11 Gambar PB Auto dan Manual ditekan.....	69
Gambar 4. 12 Gambar PB ON dan OFF heater ditekan.....	70
Gambar 4. 13 Gambar PB ON dan OFF valve ditekan.....	71
Gambar 4. 14 Gambar set Point Waktu.....	72
Gambar 4. 15 Gambar pengiriman data sensor PZEM-004T ke ESP32.....	73
Gambar 4. 16 Pengiriman data sensor SHT31 ke ESP32	75
Gambar 4. 17 Gambar pengiriman data sensor Thermocouple ke ESP32	76
Gambar 4. 18 Gambar grafik data tegangan	79
Gambar 4. 19 Gambar grafik data arus	80
Gambar 4. 20 Gambar grafik data suhu	81
Gambar 4. 21 Gambar grafik 4 kali pengujian interval	97



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Target Performa Packet Loss Berdasarkan ITU-T G.1010	19
Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen	24
Tabel 3. 2 Pemetaan Holding Register Modbus RTU	40
Tabel 3. 3 Setup ESP32	43
Tabel 3. 4 List Topic MQTT	44
Tabel 3. 5 Node Palette yang digunakan	47
Tabel 3. 6 List Bucket InfluxDB	54
Tabel 4. 1 Pengujian saat wifi terputus dan terhubung	58
Tabel 4. 2 Database InfluxDB saat wifi terputus dan terhubung 10 menit	58
Tabel 4. 3 Database InfluxDB saat wifi terputus dan terhubung 30 menit	61
Tabel 4. 4 Database InfluxDB saat wifi terputus dan terhubung 60 menit	63
Tabel 4. 5 Tabel hasil pengujian PB Auto Manual	68
Tabel 4. 6 Tabel hasil pengujian Auto Manual	69
Tabel 4. 7 Tabel hasil pengujian on off valve	70
Tabel 4. 8 Tabel Hasil Set Point Waktu	71
Tabel 4. 9 Tabel hasil pengujian pembacaan sesor PZEM-004T	72
Tabel 4. 10 Tabel hasil pengujian pembacaan sensor SHT31	74
Tabel 4. 11 Tabel hasil pengujian pembacaan sensor SHT31	75
Tabel 4. 12 Pengujian akurasi tegangan	78
Tabel 4. 13 Pengujian akurasi arus	79
Tabel 4. 14 Pengujian akurasi suhu TC	80
Tabel 4. 15 Pengujian interval 5 detik	83
Tabel 4. 16 Pengujian interval 3 detik	86
Tabel 4. 17 Pengujian interval 2 detik	89
Tabel 4. 18 Pengujian interval 1 detik	92

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



© 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

DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran 1 Foto Alat.....</i>	106
<i>Lampiran 2 Pengujian Akurasi Tegangan</i>	106
<i>Lampiran 3 Pengujian Akurasi Arus.....</i>	107
<i>Lampiran 4 Pengujian Akurasi Suhu.....</i>	107





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

Revolusi Industri 4.0 telah mendorong banyak industri untuk menggunakan teknologi digital untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kualitas proses produksi. *Internet of Things* (IoT) adalah salah satu teknologi yang menjadi pilar utama dalam transformasi digital tersebut. IoT telah berkembang dalam berbagai industri, seperti energi, pertanian, manufaktur, dan otomasi industri. Ini karena kemampuan IoT untuk meningkatkan efisiensi pengawasan dan membantu pengambilan keputusan yang lebih baik tentang hal-hal yang terjadi secara *real-time* (Domínguez-Bolaño et al., 2024).

Teknologi IoT membantu proses pascapanen yang lebih efisien dan terkontrol di sektor pertanian dan agroindustri. Karena Indonesia adalah salah satu produsen kopi terbesar di dunia, kualitas proses pengolahan pascapanen sangat penting untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Proses pengeringan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, perkembangan mikroorganisme, dan ketidaksesuaian kadar air yang berdampak pada kualitas kopi yang dihasilkan. Proses ini dilakukan dengan tujuan menurunkan jumlah air dalam biji kopi hingga mencapai standar penyimpanan yang aman.

Banyak orang masih mengeringkan biji kopi secara konvensional atau menggunakan mesin pengering yang tidak dilengkapi dengan sistem pengawasan dan kontrol berbasis internet. Dalam hal ini, operator harus melakukan pengawasan secara langsung untuk mengetahui kondisi proses pengeringan. Selain itu, parameter penting mesin pengering seperti konsumsi listrik, kelembaban, suhu, dan kondisi aktuator sering kali tidak didokumentasikan dengan baik. Ini membuatnya sulit untuk menilai dan membuat keputusan ketika terjadi penyimpangan selama proses pengeringan.

Seiring berkembangnya teknologi *Internet of Things*, penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja proses pengeringan kopi. (Tompunu, 2025) membuat sistem IoT yang mengontrol suhu dan kelembaban dengan menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan blynk. (Raihana et al., 2025) menggunakan tray dryer



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

untuk menerapkan sistem IoT pada proses pengeringan biji kopi, memantau suhu, kelembaban, berat biji kopi, dan waktu pengeringan secara *real-time*. Penelitian lain. (Sumarsono, 2025) menggunakan teknologi IoT berbasis ESP32 pada dome untuk meningkatkan efektivitas pengawasan dan kualitas hasil. Sedangkan, (Nofriyanti et al., 2025) dan (Maulana & Gunawan, 2026) mengembangkan sistem monitoring berbasis web untuk memudahkan pengawasan proses pengeringan kopi.

Studi menunjukkan bahwa penggunaan *Internet of Things* dapat meningkatkan efisiensi pengawasan proses pengeringan kopi. Namun, sebagian besar penelitian masih berkonsentrasi pada pemantauan variabel lingkungan seperti suhu dan kelembaban, serta penggunaan platform pemantauan yang memungkinkan visualisasi data dalam waktu nyata. Ada beberapa fitur yang masih kurang, seperti monitoring berbagai parameter, fungsi kontrol sistem, penyimpanan data historis, dan akses ke dashboard berbasis web. Namun, sistem pengering biji kopi modern harus dipantau secara bersamaan untuk memungkinkan pengawasan operasional dan analisis menyeluruh dari kinerja sistem. Ini termasuk pemantauan suhu, kelembaban, parameter kelistrikan, dan status aktuator seperti heater dan valve.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem yang mampu mengintegrasikan akuisisi data, komunikasi perangkat, monitoring, kontrol, dan penyimpanan data historis dalam satu platform. ESP32 dipilih sebagai perangkat akuisisi data karena memiliki kemampuan komunikasi Wi-Fi yang terintegrasi dan mendukung berbagai jenis sensor. Node-RED digunakan sebagai platform monitoring dan kontrol karena mampu mengintegrasikan berbagai perangkat serta menyediakan dashboard berbasis web secara *real-time*. Sementara itu, InfluxDB digunakan sebagai basis data *time-series* untuk menyimpan data sensor dan mendukung analisis data historis (Raziah et al., 2024; Simanjuntak & Surantha, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem untuk melacak dan mengontrol mesin pengering biji kopi yang berbasis ESP32, Node-RED, dan InfluxDB. Dengan menggunakan dashboard berbasis web, sistem ini dapat memantau suhu, kelembaban, parameter kelistrikan, dan status aktuator mesin pengering secara real-



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

time. Selain itu, sistem juga dapat mengontrol dan menyimpan data historis, sehingga proses pengawasan dan pengendalian dapat dilakukan dengan lebih baik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diperoleh perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja sistem dalam menangani gangguan konektivitas jaringan agar tetap mampu menjalankan fungsi pemulihan mandiri (*auto-recovery*) secara otomatis?
2. Bagaimana cara membuat dashboard berbasis Node-RED yang dapat mengawasi mesin pengering dan juga berfungsi sebagai monitoring dan kontrol jarak jauh?
3. Bagaimana ESP32 dapat membaca parameter fisis, seperti suhu dan kelembapan, serta parameter kelistrikan, seperti daya?
4. Saat mikrokontroler secara konsisten mengirimkan data pemantauan ke *dashboard*, bagaimana keandalan transmisi atau persentase paket data yang hilang?
5. Bagaimana mengintegrasikan Node-RED dan InfluxDB agar dapat bekerja secara terpadu untuk memantau sistem secara *real-time*?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

1. Membuat dan menguji *dashboard* Node-RED untuk pemantauan visual dan antarmuka pengiriman payload instruksi kendali mesin.
2. Memverifikasi dan memastikan akurasi sensor termokopel MAX6675, SHT31, dan PZEM-004T pada sistem gateway ESP32.
3. Mengukur dan menganalisis tingkat keandalan transmisi data menuju broker MQTT dalam kondisi pemantauan rutin.
4. Mengintegrasikan platform Node-RED dan InfluxDB untuk membentuk sistem monitoring yang handal dan interaktif.

1.4. Luaran

Adapun luaran dalam penelitian ini, yaitu:



© 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

- a. Sistem dan alur pemrograman untuk Node-Red *monitoring* dan kontrol sistem berbasis web menggunakan protokol komunikasi MQTT.
- b. Laporan skripsi mengenai Node-Red *monitoring* dan kontrol sistem berbasis web menggunakan komunikasi MQTT.
- c. Artikel ilmiah akan dipresentasikan pada seminar nasional SNTE 2025.
- d. Pedoman *Manual Book* untuk Mesin Pengering Biji Kopi.



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

Hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring IoT pada mesin pengering biji kopi berbasis ESP32, Node-RED, dan InfluxDB berikut dapat ditarik kesimpulan:

1. Sistem pemantauan IoT pada mesin pengering biji kopi berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai gateway IoT, Node-RED sebagai *platform dashboard* untuk pemantauan dan kendali jarak jauh, dan InfluxDB sebagai basis data *time-series* untuk penyimpanan data historis. Semua komponen ini digabungkan untuk membentuk sistem yang dapat memantau parameter proses pengeringan secara real-time dan dapat diakses melalui jaringan internet dari mana saja.
2. Kemampuan *auto-recovery* ESP32 berhasil memulihkan koneksi jaringan pada dua skenario gangguan (15 menit, 30 menit, dan 60 menit) tanpa restart atau intervensi manual pada perangkat, dengan waktu pemulihan kurang dari 5 detik setelah jaringan aktif kembali. Ini menunjukkan ketangguhan koneksi sistem.
3. Dashboard Node-RED yang dikembangkan berfungsi sebagai antarmuka yang andal untuk memantau dan mengontrol jarak jauh. Semua fungsi kendali, termasuk tombol Auto/Manual, Heater, dan Valve, mencapai tingkat keberhasilan 100% dalam pengujian sepuluh kali percobaan. Selain itu, data sensor seluruhnya konsisten dengan nilai yang terbaca pada ESP32 pada dashboard. Ini menunjukkan bahwa komunikasi MQTT dua arah berjalan tanpa kesalahan.
4. Hasil pengujian akurasi sensor pada sistem gateway ESP32 menunjukkan hasil yang berbeda untuk setiap parameter. Sensor tegangan PZEM-004T memperoleh rata-rata error sebesar 0,562% dengan standar deviasi 0,0650%, sedikit di atas toleransi resmi $\pm 0,5\%$ namun dengan konsistensi yang sangat tinggi, sehingga dinyatakan baik dan dapat diterima. Sensor



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

suhu thermocouple MAX6675 memperoleh rata-rata error sebesar 0,56% dengan standar deviasi 0,4090%, memenuhi toleransi resmi $\pm 2,^{\circ}\text{C}$ dan dinyatakan baik. Sensor arus PZEM-004T memperoleh rata-rata error sebesar 2,34% dengan standar deviasi 0,4 Karena nilai arus yang diukur kecil (sekitar 1,15 A), persentase error arus tinggi.

5. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap keandalan transmisi data melalui protokol MQTT menunjukkan bahwa hasilnya memuaskan. Sistem dapat mengirimkan seluruh paket data dengan kehilangan paket sebesar 0 pada interval pengiriman 5 detik, 3 detik, dan 2 detik sedangkan pada interval 1 detik, kehilangan paket sebesar 1 karena gangguan koneksi sementara. Setiap hasil pengujian memenuhi standar ITU-T G.1010, yang menetapkan batas toleransi Packet Loss Ratio (PLR) sebesar $<1\%$ untuk kategori streaming dan $<3\%$ untuk kategori conversational. Interval pengiriman 3 detik dipilih sebagai interval terbaik karena menghasilkan kehilangan paket nol, tidak terlalu lambat, dan sesuai dengan kebutuhan untuk memantau proses pengeringan biji kopi secara *real-time*.

5.2. Saran

Hasil penelitian ini memberikan beberapa rekomendasi untuk langkah-langkah masa depan yang dapat diambil untuk mengembangkan sistem pemantauan Internet of Things (IoT) untuk mesin pengering biji kopi ini:

1. Menambah mekanisme penyimpanan data sementara (*local buffering*) pada *firmware* ESP32. Ini dapat dilakukan dengan memori flash internal atau kartu SD eksternal. Ini memungkinkan data sensor yang tidak dikirim saat terjadi gangguan koneksi untuk disimpan secara lokal dan dikirim kembali ketika koneksi pulih, sehingga tidak ada data yang hilang permanen selama periode gangguan jaringan.
2. Membangun fitur notifikasi otomatis pada *dashboard* Node-RED yang dapat mengirimkan peringatan kepada operator melalui aplikasi pesan atau email apabila parameter proses pengeringan melampaui batas set point yang telah ditentukan. Ini memungkinkan respons terhadap kondisi abnormal



© 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

dilakukan lebih cepat meskipun operator tidak secara aktif memantau dashboard.

3. Pengembangan fitur prediksi kondisi mesin berbasis machine learning menggunakan data historis yang telah tersimpan di InfluxDB, seperti prediksi waktu selesai pengeringan optimal, deteksi anomali otomatis, dan rekomendasi set point berdasarkan pola data historis, sehingga sistem tidak hanya bersifat reaktif tetapi juga proaktif dalam mendukung keputusan operator.
4. Gunakan protokol keamanan MQTT untuk melindungi transmisi data dari penyadapan atau modifikasi data yang tidak sah. Ini terutama berlaku untuk sistem yang diterapkan pada skala industri yang lebih besar dengan data proses yang lebih sensitif. Ini dilakukan dengan mengaktifkan enkripsi TLS/SSL (port 8883) dan autentikasi berbasis username/password atau sertifikat digital.

**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

DAFTAR PUSTAKA

- Domínguez-Bolaño, T., Barral, V., Escudero, C. J., & García-Naya, J. A. (2024). An IoT system for a smart campus: Challenges and solutions illustrated over several real-world use cases. *Internet of Things (Netherlands)*, 25(September 2023), 101099. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101099>
- Espressif Systems. (2021). ESP32 Series. *Esp32*, 1–65. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s2_datasheet_en.pdf
- Gaitan, N. C., Zagan, I., & Gaitan, V. G. (2026). Evaluation of the performance of the Modbus RTU communication protocol for consecutive address transactions and improvements related to ModbusE. *The Journal of Supercomputing*, 82(2), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s11227-025-08207-5>
- Integrated, M. (2021). Max6675. *Data Sheet MAX6675*, 8.
- ITU-T. (2001). G.1010: End-user multimedia QoS categories. *International Telecommunications Union*, 1010. http://scholar.google.com.au/scholar?hl=en&q=ITU-T+Recommendation+G.1010&btnG=&as_sdt=1,5&as_sdt=7
- Maulana, S., & Gunawan, B. (2026). *Perancangan Sistem Pengering Biji Kopi Hybrid Berbasis IoT Dengan Sistem Monitoring Web Real - Time*. 7(2), 1161–1179.
- Mishra, B., & Kertesz, A. (2020). The use of MQTT in M2M and IoT systems: A survey. *IEEE Access*, 8, 201071–201086. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3035849>
- Nizetic, S. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 6(1), 1–33.
- Nofriyanti, D., Handayani, A. S., Suroso, S., Novianti, L., Rakhman, M. A., & Asriyadi, A. (2025). Web-Based Monitoring System for Automatic Coffee Drying in a Smart Dryer Dome. *International Journal of Advances in Data*



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

and Information Systems, 6(2), 422–433.
<https://doi.org/10.59395/ijadis.v6i2.1416>

Pranata, E. A., Program, M., Teknologi, S., Manufaktur, R., Mesin, J. T., Lhokseumawe, P. N., Jurusan, D., Mesin, T., Negeri, P., Alami, K., & Cermin, R. (2023). *Desain Dan Analisa Alat Pengering Tipe Surya Pada Pengeringan*. 7(2).

Raihana, R., Rihayat, T., Polytechnic, L. S., Punteut, M., Mangat, B., & City, L. (2025). *IMPLEMENTATION OF THE INTERNET OF THINGS (IoT) SYSTEM FOR THE COFFEE BEAN DRYING PROCESS USING A TRAY DRYER*. 23(02).

Raziah, I., Novandri, A., & Away, Y. (2024). Real-Time Monitoring of Photovoltaic Panel Using Node-RED. *Sinkron*, 8(3), 2049–2060.
<https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i3.13929>

Sensirion. (2019). *Datasheet: SHT3x-DIS (Digital)*. (February), 1–22.
https://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/0_Datasheets/Humidity/Sensirion_Humidity_Sensors_SHT3x_Datasheet_digital.pdf

Simanjuntak, E., & Surantha, N. (2022). Multiple time series database on microservice architecture for IoT-based sleep monitoring system. *Journal of Big Data*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-022-00658-4>

Sumarsono, S. A. (2025). *PENERAPAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SOLAR DRYER DOME UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PEMANTAUAN PENGERINGAN BIJI KOPI Application*. 6(1), 16–22.

Susanto, P., Kusumawati, W. I., Pratikno, H., & Prastyo, H. (2026). *Blocking Delay Effects on Microcontroller Speed and Responsiveness in Industrial IoT Devices : A Systematic Review*. 8(1), 37–49.

Tompunu, A. N. (2025). Prototype of humidity and temperature control system in IoT-based coffee drying process. *Sriwijaya Electrical and Computer*



© 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





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 RIWAYAT HIDUP



Sakral Putra Leriansah

Lulus dari SDN PULOGEBANG 01 PAGI tahun 2016, MTSN 20 JAKARTA tahun 2019, dan SMKN 4 JAKARTA pada tahun 2022 dengan jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik.



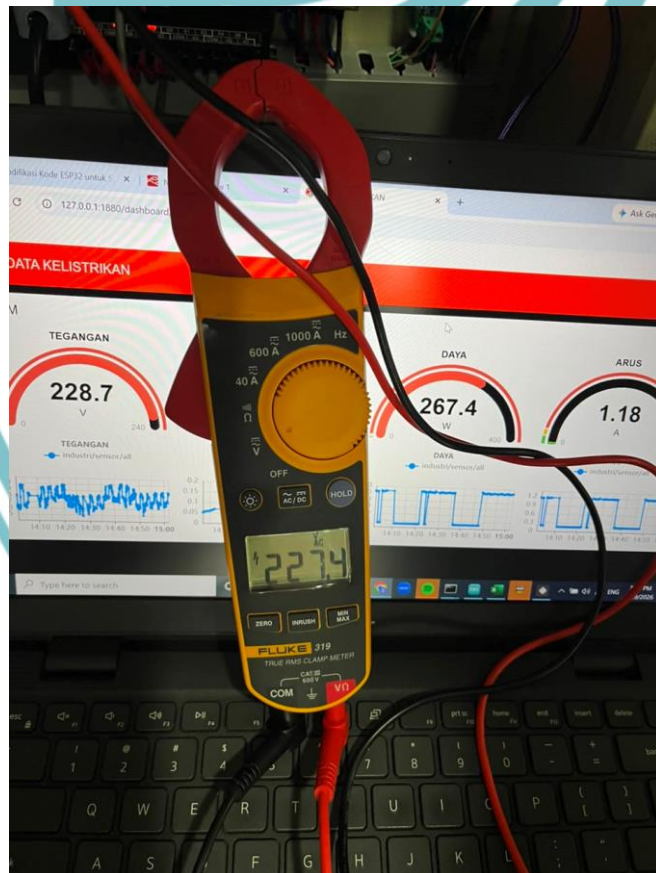
Hak Cipta :

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



Lampiran 1 Foto Alat



Lampiran 2 Pengujian Akurasi Tegangan



© 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 3 Pengujian Akurasi Arus



Lampiran 4 Pengujian Akurasi Suhu