



© 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



Sistem Akuisisi Data Early Fusion Berbasis ESP32 dan Kamera RGB untuk Pemantauan dan Analisis Citra Tanaman Sawi di Greenhouse Skala Kecil

Sub Judul :

Perancangan Sistem Monitoring Parameter Pertumbuhan Tanaman Sawi Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Kamera RGB pada Greenhouse Skala Kecil

SKRIPSI
KARINA
2203431038

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
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



Sistem Akuisisi Data Multimodal Berbasis ESP32 dan Kamera RGB untuk Pemantauan dan Analisis Citra Tanaman Sawi di Greenhouse Skala Kecil

Sub Judul :

Perancangan Sistem Monitoring Parameter Pertumbuhan Tanaman Sawi Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Kamera RGB pada Greenhouse Skala Kecil

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Terapan

KARINA

2203431038

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
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 : Karina

Nim : 2203431038

Tanda Tangan : 

Tanggal : 8 Juni 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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Karina
NIM : 2203431038
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Monitoring Parameter
Pertumbuhan Tanaman Sawi Berbasis IoT
Menggunakan ESP32 dan Kamera RGB pada
Greenhouse Skala Kecil

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 15 Juni 2026 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing

: Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng.

NIP. 1993022320119032027

(.....)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 2 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, 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 Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berjudul “Perancangan Sistem Monitoring Parameter Pertumbuhan Tanaman Sawi Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Kamera RGB pada Greenhouse Skala Kecil”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih 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 sekaligus selaku Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Nurul Aini, selaku teman skripsi yang rela saling membantu dan mendukung dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Orang tua penulis, yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta motivasi tanpa henti kepada penulis dalam menyelesaikan studi ini.
5. Tedo Bayu Pamungkas, selaku adik penulis yang telah membantu dan memberikan dukungan, termasuk dalam menemani serta membantu mobilitas penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Reztu Dewa Putra, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta bantuan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman kelas, yang telah memberikan kebersamaan, bantuan, dan semangat selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap ALLAH SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dan semoga laporan skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 18 Juli 2026

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

Abstrak

Tanaman sawi merupakan komoditas hortikultura yang pertumbuhannya dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan kondisi visual tanaman. Sebagian besar sistem monitoring tanaman masih berfokus pada pemantauan parameter lingkungan atau analisis citra secara terpisah, sehingga informasi kondisi tanaman belum diperoleh secara menyeluruh. Penelitian ini menawarkan pendekatan monitoring terintegrasi berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggabungkan lima parameter lingkungan dan informasi visual tanaman menggunakan metode early fusion. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi data suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelembapan tanah, suhu tanah, serta data citra RGB tanaman yang diolah menggunakan metode Hue Saturation Value (HSV) dalam satu sistem monitoring real-time.

Sistem dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai akuisisi data sensor lingkungan dan Raspberry Pi Zero 2W sebagai pengolah citra dari kamera CCTV RGB. Data sensor dan hasil ekstraksi fitur citra berupa persentase area hijau daun dikirim menggunakan protokol MQTT, disimpan pada InfluxDB, dan divisualisasikan melalui website monitoring. Metode HSV digunakan untuk mengidentifikasi area hijau daun berdasarkan rentang Hue 35° – 100° , Saturation $\geq 15\%$, dan Value $\geq 15\%$, sedangkan integrasi data dilakukan melalui sinkronisasi timestamp menggunakan Network Time Protocol (NTP) dan pendekatan early fusion.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring lima parameter lingkungan dan kondisi visual tanaman secara real-time dengan interval akuisisi data 5 detik. Selama periode pengujian, sistem berhasil menyimpan 480.195 data monitoring pada database. Integrasi data lingkungan dan visual tanaman melalui pendekatan early fusion memungkinkan penyajian informasi kondisi tanaman yang lebih komprehensif dibandingkan pemantauan berbasis sensor atau citra secara terpisah. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu mendukung monitoring kondisi tanaman sawi secara terintegrasi pada greenhouse skala kecil.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), Early Fusion, HSV, Monitoring Tanaman Sawi, Greenhouse, ESP32.



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

Mustard greens are horticultural crops whose growth is influenced by environmental conditions and plant visual characteristics. Most existing plant monitoring systems focus either on environmental sensing or image-based analysis independently, resulting in incomplete plant condition assessment. This study proposes an integrated Internet of Things (IoT)-based monitoring system that combines five environmental parameters and plant visual information using an early fusion approach. The novelty of this research lies in the integration of air temperature, air humidity, light intensity, soil moisture, soil temperature, and RGB image data processed using the Hue Saturation Value (HSV) method into a unified real-time monitoring framework.

The system employs an ESP32 for environmental data acquisition and a Raspberry Pi Zero 2W for RGB image processing from a CCTV camera. Sensor data and image-derived features, represented by the percentage of green leaf area, are transmitted through the MQTT protocol, stored in an InfluxDB database, and visualized via a real-time monitoring website. The HSV method is applied to identify green leaf regions using a Hue range of 35° – 100° , Saturation $\geq 15\%$, and Value $\geq 15\%$, while data integration is performed through timestamp synchronization using the Network Time Protocol (NTP) and an early fusion strategy.

The results demonstrate that the system successfully monitors five environmental parameters and plant visual conditions in real time with a 5-second data acquisition interval. During the testing period, the system stored 480,195 monitoring records in the database. The integration of environmental and visual data through the early fusion approach provides a more comprehensive representation of plant conditions compared to systems relying solely on sensor data or image analysis. Therefore, the proposed system can effectively support integrated monitoring of mustard green cultivation in small-scale greenhouse environments.

Keywords: Internet of Things (IoT), Early Fusion, HSV, Mustard Green Monitoring, Greenhouse, ESP32.



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 SKRISPI	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xi
Daftar Gambar	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4. Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 State of the Art	6
2.2 Tanaman Sawi	7
2.3 Greenhouse Skala Kecil	9
2.4 Parameter Lingkungan Tanaman Sawi	9
2.5 Internet of Things (IoT)	10
2.6 Mikrokontroler ESP32	11
2.7 Sensor SHT31	11
2.8 Sensor BH1750	12
2.9 Sensor Soil Moisture Kapasitif	13
2.10 Sensor DS18B20	13
2.11 Kamera RGB	14
2.12 Kamera CCTV Tapo C200	14
2.13 Protokol RTSP	15
2.14 Raspberry Pi Zero 2W	15
2.15 Pengolahan Citra Digital	16
2.16 Metode HSV (Hue, Saturation, Value)	16
2.17 Akuisisi Data Multimodal dan Early Fusion	19
2.18 Website Monitoring	19
2.19 Protokol MQTT	20
2.20 Database InfluxDB	21
2.21 Sinkronisasi Timestamp	21
2.22 Server Monitoring (Server.js)	22
2.23 WebSocket	22
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	24
3.1 Rancangan Alat	24
3.1.1 Design PCB (Printed Circuit Board)	25
3.2 Deskripsi Alat	27



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

3.2.1 Cara Kerja Alat	30
3.2.2 Spesifikasi Alat	32
3.2.3 Diagram Blok	34
3.2.4 Perancangan Mekanik Alat Pada Software.....	37
3.2.5 Deskripsi Alat Sub-Sistem.....	39
3.2.6 Cara kerja Alat Sub-sistem Cara kerja	40
3.2.7 Diagram Blok Sub-Sistem.....	41
3.2.8 Alur Komunikasi Data Sistem	43
3.3 Realisasi Alat.....	44
3.4 Realisasi Program.....	45
3.4.1 Program Host.....	46
3.4.2 Program Database.....	47
3.4.3 Program Reporting.....	49
3.4.4 Tampilan HMI	50
3.4.5 Flowchart Pengolahan Citra HSV.....	53
3.4.6 Perhitungan Health Score Tanaman	55
3.4.7 Arsitektur Website Monitoring	56
BAB IV PEMBAHASAN	59
4.1 Pengujian Kinerja Sistem Monitoring	59
4.1.1. Deskripsi Pengujian	59
4.1.2. Prosedur Pengujian	61
4.2 Analisis Data Hasil Pengujian	62
4.2.1 Data Hari ke -1	63
4.2.2 Data Hari ke -2	65
4.2.3 Analisis Hasil Monitoring Tanaman Sawi Sehat.....	66
4.2.4 Tanaman sawi tidak sehat.....	68
4.2.5 Analisis Hasil Monitoring Tanaman Sawi Kurang Sehat.....	71
4.2.6 Implementasi Metode Early Fusion	73
4.3 Perancangan Sistem Monitoring Parameter Pertumbuhan Tanaman Sawi Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Kamera RGB pada Greenhouse Skala Kecil	76
4.4 Integrasi Sensor Lingkungan dan Kamera RGB dalam Sistem Monitoring Real-Time	77
4.6 Evaluasi Kinerja Sistem Monitoring	82
BAB V PENUTUP.....	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	86
Daftar Riwayat Hidup	88
Lampiran	xi
Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Alat	xi
Lampiran 2 Program.....	xii



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 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 3. 1 Bentuk fisik komponen yang digunakan	32
Tabel 3. 2 Spesifikasi Masing-masing komponen.....	32
Tabel 3. 3 Komponen dalam panel.....	44
Tabel 3. 4 Komponen luar panel	45
Tabel 3. 5 Rentang Parameter Tanaman	55
Tabel 3. 6 Nilai Health Score.....	56
Tabel 4. 1 Daftar Alat Pengujian.....	60
Tabel 4. 2 Data Sawi sehat hari ke -1	63
Tabel 4. 3 Statistik Hasil Monitoring Tanaman Sawi Sehat Hari Ke-1	64
Tabel 4. 4 Hari ke-2 Sawi Sehat.....	65
Tabel 4. 5 Statistik Hasil Monitoring Tanaman Sawi Sehat Hari Ke-2	66
Tabel 4. 6 Tanaman sawi Tidak sehat hari ke -1	68
Tabel 4. 7 Statistik Hasil Monitoring Tanaman Sawi Tidak Sehat Hari Ke-1	69
Tabel 4. 8 Tanaman sawi Tidak sehat hari ke -2	70
Tabel 4. 9 Statistik Hasil Monitoring Tanaman Sawi Tidak Sehat Hari Ke-2.....	71
Tabel 4. 10 Ringkasan Hasil Integrasi Sistem Monitoring	79

**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

Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Alat.....	xi
Lampiran 2 Program	xii





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 Gambar

Gambar 2. 1 Tanaman sawi.....	8
Gambar 2. 2 SHT31	12
Gambar 2. 3 BH1750	13
Gambar 2. 4 Soil Moisture Capacitive	13
Gambar 2. 5 DS18B20	14
Gambar 2. 6 CCTV Tapo C200.....	15
Gambar 2. 7 Raspberry Pi zero 2W.....	16
Gambar 3. 1 Perancangan Alat.....	25
Gambar 3. 2 Design PCB	26
Gambar 3. 3 Flow Keseluruhan Sistem Alat 1.....	30
Gambar 3. 4 Blok Diagram Sistem	34
Gambar 3. 5 Desain Alat pada Software.....	38
Gambar 3. 6 Cara Kerja Alat Sub-Sistem.....	40
Gambar 3. 7 Diagram Blok Sub-Sistem	42
Gambar 3. 8 Komponen dalam panel	44
Gambar 3. 9 Komponen Luar Panel	45
Gambar 3. 10 Program Host	46
Gambar 3. 11 Websocket Server	47
Gambar 3. 12 Program Database	48
Gambar 3. 13 Program Reporting	50
Gambar 3. 14 Tampilan HMI	52
Gambar 3. 15 Tampilan Data Real-Time.....	53
Gambar 3. 16 Flowchart HSV	53
Gambar 3. 17 Value HSV	54
Gambar 3. 18 Perhitungan Program Flowchart HSV.....	54
Gambar 3. 19 perhitungan health score program	56
Gambar 3. 20 Arsitektur website monitoring.....	58
Gambar 4. 1 Tampilan Website.....	62
Gambar 4. 2 Data Fusion	74
Gambar 4. 3 Score Kesehatan.....	75
Gambar 4. 4 Data Monitoring Pertama yang Tersimpan pada Database InfluxDB	78
Gambar 4. 5 Data Monitoring Terakhir yang Tersimpan pada Database InfluxDB	78
Gambar 4. 6 Bukti Interval Akuisisi Data Monitoring	78
Gambar 4. 7 Jumlah Data Monitoring yang Tersimpan pada Database InfluxDB	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman sawi (*Brassica rapa* L.) banyak diusahakan oleh petani Indonesia karena memiliki potensi ekonomi yang baik. Selain itu, masa panennya yang tidak lama serta kandungan zat gizi yang mendukung kesehatan turut menjadi alasan utama popularitas komoditas ini. Tingginya permintaan masyarakat terhadap sayuran segar menjadikan sawi sebagai salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan oleh petani skala kecil maupun menengah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi sawi nasional pada tahun 2023 mencapai 686,88 ribu ton dengan Provinsi Jawa Barat sebagai penghasil terbesar sebesar 155,11 ribu ton. Data tersebut menunjukkan bahwa sawi merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peran penting dalam sektor pertanian Indonesia. Dalam budidaya tanaman sawi, kondisi lingkungan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap pertumbuhan dan hasil panen. Faktor-faktor seperti suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan suhu tanah perlu dijaga agar tetap berada pada kondisi yang mendukung pertumbuhan tanaman. Perubahan kondisi lingkungan yang tidak terpantau dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, penurunan kualitas tanaman, hingga risiko gagal panen (Imran *et al.*, 2024).

Pada greenhouse skala kecil, proses pemantauan kondisi tanaman umumnya masih dilakukan secara manual dengan melakukan pengecekan langsung ke lokasi budidaya. Metode ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain membutuhkan waktu dan tenaga, tidak dapat memberikan informasi secara terus-menerus, serta berisiko menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi perubahan kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Padahal kondisi lingkungan di dalam greenhouse dapat berubah sewaktu-waktu akibat perubahan cuaca maupun faktor operasional lainnya (Imran *et al.*, 2024)

Penggunaan greenhouse skala kecil dalam budidaya tanaman sawi semakin banyak diterapkan karena mampu memberikan lingkungan tumbuh yang lebih terkontrol dibandingkan budidaya di lahan terbuka. Greenhouse dapat membantu melindungi tanaman dari gangguan cuaca, hama, dan perubahan lingkungan 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

ekstrem. Namun demikian, kondisi di dalam greenhouse tetap mengalami perubahan parameter lingkungan seperti suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan suhu tanah yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang mampu melakukan pemantauan kondisi greenhouse secara berkelanjutan sehingga perubahan lingkungan dapat diketahui lebih cepat dan tindakan yang sesuai dapat segera dilakukan.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk membangun sistem monitoring yang mampu melakukan pengambilan data secara otomatis dan real-time. Dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang memiliki konektivitas Wi-Fi, data dari berbagai sensor dapat dikirimkan ke server dan ditampilkan pada website monitoring sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanaman dari jarak jauh menggunakan perangkat yang terhubung ke internet (Pi *et al.*, 2022).

Parameter lingkungan yang dipantau pada penelitian ini meliputi suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan suhu tanah. Parameter tersebut merupakan faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman sawi. Dalam penelitian ini, sistem dirancang untuk memantau kondisi lingkungan pada rentang operasional suhu udara 22–35°C, kelembapan udara 50–80%, kelembapan tanah 20–90%, intensitas cahaya 300–10000 lux, dan suhu tanah 20–30°C yang umum dijumpai pada greenhouse skala kecil (Monitoring *et al.*, no date).

Meskipun penggunaan sensor lingkungan mampu memberikan informasi mengenai kondisi sekitar tanaman, sensor tersebut belum dapat menggambarkan kondisi visual tanaman secara langsung. Data yang diperoleh dari sensor lingkungan hanya menggambarkan kondisi lingkungan di sekitar tanaman dan belum dapat menunjukkan perubahan fisiologis yang terjadi pada tanaman secara langsung. Gejala seperti perubahan warna daun, munculnya bercak, daun menguning, klorosis, nekrosis, maupun indikasi serangan penyakit umumnya terlihat secara visual sebelum memberikan dampak yang signifikan terhadap parameter lingkungan yang terukur oleh sensor. Oleh karena itu, pemantauan



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

berbasis citra diperlukan sebagai pelengkap data sensor lingkungan agar kondisi tanaman dapat diamati secara lebih menyeluruh dan otomatis.

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah pengolahan citra digital menggunakan kamera RGB. Kamera RGB memungkinkan pengambilan citra tanaman secara berkala sehingga perubahan warna daun dapat diamati dan dianalisis. Dalam penelitian ini digunakan metode HSV (Hue, Saturation, Value) untuk mengekstraksi informasi warna dari citra daun sawi. Metode HSV dipilih karena mampu memisahkan informasi warna dari tingkat pencahayaan sehingga lebih stabil dalam menganalisis perubahan warna daun dibandingkan model warna RGB secara langsung. Metode HSV telah digunakan pada penelitian deteksi kualitas daun sawi berdasarkan karakteristik warna daun yang diperoleh dari citra digital (Hidayah *et al.*, 2025). Integrasi antara data sensor lingkungan dan data citra tanaman menghasilkan sistem akuisisi data multimodal yang mampu menyediakan informasi kondisi tanaman secara lebih komprehensif. Data sensor lingkungan memberikan informasi mengenai kondisi tumbuh tanaman, sedangkan data citra memberikan informasi mengenai kondisi visual daun yang tidak dapat diperoleh melalui sensor lingkungan. Dengan menggabungkan kedua jenis data tersebut, proses pemantauan tanaman dapat dilakukan secara lebih efektif sehingga kondisi tanaman dapat dievaluasi berdasarkan aspek lingkungan maupun aspek visual secara bersamaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring parameter pertumbuhan tanaman sawi berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor lingkungan dengan kamera RGB pada greenhouse skala kecil. Sistem yang dirancang diharapkan mampu menyediakan informasi kondisi lingkungan dan kondisi visual tanaman secara real-time sehingga dapat membantu pengguna dalam melakukan pemantauan serta pengambilan keputusan yang lebih cepat terhadap kondisi tanaman sawi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



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

- Bagaimana merancang sistem monitoring parameter pertumbuhan tanaman sawi berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan kamera RGB pada greenhouse skala kecil?
- Bagaimana mengintegrasikan sensor lingkungan dan kamera RGB dalam satu sistem monitoring yang mampu menampilkan data secara real-time?
- Bagaimana menerapkan metode HSV pada citra daun sawi untuk memperoleh informasi kondisi visual tanaman sebagai pendukung sistem monitoring pertumbuhan tanaman sawi?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, penelitian ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

- Merancang sistem monitoring parameter pertumbuhan tanaman sawi berbasis IoT menggunakan ESP32 dan kamera RGB pada greenhouse skala kecil.
- Mengintegrasikan sensor lingkungan dan kamera RGB ke dalam sistem monitoring yang mampu menampilkan data secara real-time.
- Menerapkan metode HSV pada citra daun sawi untuk memperoleh informasi kondisi visual tanaman sebagai bagian dari sistem monitoring pertumbuhan tanaman sawi.

1.4. Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Rancangan sistem monitoring parameter pertumbuhan tanaman sawi berbasis IoT menggunakan ESP32 dan kamera RGB pada greenhouse skala kecil.
- Purwarupa sistem monitoring yang terintegrasi antara sensor lingkungan dan kamera RGB.
- Website monitoring yang menampilkan data suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelembapan tanah, suhu tanah, serta hasil analisis citra daun sawi secara real-time.
- Dokumentasi teknis berupa diagram sistem, konfigurasi perangkat keras, konfigurasi perangkat lunak, dan panduan penggunaan sistem.

- Publikasi ilmiah yang berkaitan dengan pengembangan sistem monitoring pertumbuhan tanaman sawi berbasis IoT.



© 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



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 perancangan, realisasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian Sistem Monitoring Parameter Pertumbuhan Tanaman Sawi Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Kamera RGB pada Greenhouse Skala Kecil, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring parameter pertumbuhan tanaman sawi berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan ESP32 sebagai perangkat akuisisi data sensor lingkungan serta Raspberry Pi Zero 2W dan kamera RGB sebagai perangkat akuisisi dan pengolahan citra. Sistem mampu melakukan monitoring lima parameter lingkungan yang terdiri dari suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan suhu tanah secara real-time pada greenhouse skala kecil. Spesifikasi perangkat keras sistem meliputi: (1) mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama dan akuisisi data sensor, (2) sensor SHT31 untuk mengukur suhu udara (rentang 22–35°C) dan kelembapan udara (rentang 50–80%), (3) sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya (rentang 300–10.000 lux), (4) sensor soil moisture kapasitif untuk mengukur kelembapan tanah (rentang 20–90%), (5) sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tanah (rentang 20–30°C), (6) Raspberry Pi Zero 2W sebagai pengolah citra, (7) kamera CCTV Tapo C200 sebagai pengambil citra tanaman, serta (8) PCB custom berbasis EasyEDA yang mengintegrasikan seluruh sensor dalam satu papan rangkaian permanen berukuran 60 mm.
2. Integrasi sensor lingkungan dan kamera RGB berhasil dilakukan dalam satu sistem monitoring real-time menggunakan pendekatan early fusion. Data sensor lingkungan dan data hasil pengolahan citra dikirim melalui jaringan internet menggunakan protokol MQTT, kemudian disimpan pada database InfluxDB dan ditampilkan melalui website monitoring. Sinkronisasi timestamp menggunakan Network Time Protocol (NTP) memungkinkan data dari ESP32 dan Raspberry Pi Zero 2W memiliki referensi waktu 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

konsisten sehingga seluruh parameter dapat ditampilkan secara terpadu dalam satu platform monitoring.

3. Metode HSV (Hue, Saturation, Value) berhasil diterapkan untuk memperoleh informasi kondisi visual tanaman sawi berdasarkan persentase area hijau daun yang terdeteksi pada citra. Hasil analisis HSV menunjukkan bahwa tanaman sehat memiliki dominasi warna hijau yang lebih tinggi dibandingkan tanaman kurang sehat. Informasi persentase area hijau tersebut berhasil digunakan sebagai salah satu parameter dalam perhitungan health score sehingga sistem dapat memberikan informasi kondisi tanaman secara otomatis berdasarkan kombinasi data lingkungan dan data visual tanaman.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan dan kondisi visual tanaman sawi secara terintegrasi, real-time, dan berbasis Internet of Things (IoT) sehingga dapat membantu proses pemantauan tanaman pada greenhouse skala kecil secara lebih efektif.

5.2 Saran

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

1. Menambahkan jumlah sampel tanaman dan memperpanjang periode pengamatan sehingga analisis pertumbuhan tanaman dapat dilakukan secara lebih komprehensif.
2. Mengembangkan metode pengolahan citra menggunakan teknik machine learning atau deep learning sehingga sistem tidak hanya mampu mengukur dominasi warna hijau daun, tetapi juga dapat mendeteksi gejala penyakit tanaman secara otomatis.
3. Menambahkan aktuator seperti pompa irigasi, kipas, atau lampu grow light sehingga sistem dapat dikembangkan menjadi sistem monitoring dan kontrol otomatis (smart greenhouse).
4. Mengimplementasikan sistem pada greenhouse dengan skala yang lebih besar untuk mengetahui performa sistem pada kondisi operasional yang lebih kompleks.

5. Mengembangkan metode integrasi data multimodal yang lebih lanjut sehingga informasi dari sensor lingkungan dan citra tanaman dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi kondisi tanaman secara lebih akurat.

© 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



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 PUSTAKA

- Budiman, M., dkk. (2022). Study of the effect of physical parameters on commercial hydroponics based on Internet of Things (IoT): A case study of bok coy plants (*Brassica rapa*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 54(2), 275-289. Tersedia di: <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2022.54.2.5> (Diakses: 6 Juni 2026).
- Dan, P., dkk. (2022). Pertumbuhan dan produksi pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada beberapa taraf pemberian air yang dikontrol secara presisi menggunakan mikrokontroler Arduino. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Eli, M., dkk. (2024). Colour-analyser: A new dual colour model-based imaging tool to quantify plant disease. *Plant Methods*, 1-9. Tersedia di: <https://doi.org/10.1186/s13007-024-01193-4> (Diakses: 6 Juni 2026).
- Gokhale, P., Bhat, O., & Bhat, S. (2018). Introduction to IOT. *IARJSET*, 5(1), 41-44. Tersedia di: <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2018.517> (Diakses: 6 Juni 2026).
- Hidayah, A., dkk. (2025). Perbaikan citra input untuk deteksi kualitas daun sawi. *Jurnal (nama jurnal)*, 9(3), 5244-5249.
- Imran, F.R., dkk. (2024). Sistem monitoring dan pengendalian suhu otomatis berbasis Internet of Things untuk greenhouse dengan algoritma fuzzy logic. *Journal Electric Field*, 7783, 59-69.
- Jamaluddin, T.A.A., dkk. (2025). Temperature and humidity control in a small-scale greenhouse in a tropical climate. *Salaga*, 3(1), 6-10. Tersedia di: <https://doi.org/10.70124/salaga.v3i1.1815> (Diakses: 6 Juni 2026).
- Kong, Y., Masabni, J., & Niu, G. (2023). Temperature and light spectrum differently affect growth, morphology, and leaf mineral content of two indoor-grown leafy vegetables. *Jurnal (nama jurnal)*, (halaman jika ada).
- Lee, J.K., dkk. (2020). Effects of elevated temperature and ozone in *Brassica juncea* L.: Growth, physiology, and ROS accumulation. *Forests*, 11(1), 68.
- Mellit, A., dkk. (2021). Design of a novel remote monitoring system for smart greenhouses using the Internet of Things and deep convolutional neural networks. *Jurnal (nama jurnal)*.



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

Monitoring, S., dkk. (tanpa tahun). Sistem monitoring pada greenhouse berbasis IoT untuk tanaman sawi.

Nasution, S., & Aulia, F. (2025). Penerapan metode segmentasi warna HSV untuk deteksi objek berbasis warna pada citra digital. *Jurnal (nama jurnal)*, (November).

Olivera-reyna, R., Olivera-reyna, R., & Ingenier, U. De (2025). IoT-based classroom temperature monitoring and missing data prediction using Raspberry Pi and. *Journal of Robotics and Control*, 6(1), 234-245. Tersedia di: <https://doi.org/10.18196/jrc.v6i1.24345> (Diakses: 6 Juni 2026).

Paul, V. De, dkk. (2021). IoT based greenhouse real-time data acquisition and visualization through message queuing telemetry transfer (MQTT) protocol. *Advances in Internet of Things*, 11(2), 77-93. Tersedia di: <https://doi.org/10.4236/ait.2021.112006> (Diakses: 6 Juni 2026).

Pi, R., dkk. (2022). Greenhouse monitoring system using ESP32. *Jurnal (nama jurnal)*, 11(3), 133-138.

Qi, J., dkk. (2024). Detection of the yellow-leaf disease of rubber trees using low-altitude digital imagery from UAV. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 17(6). Tersedia di: <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20241706.9213> (Diakses: 6 Juni 2026).

Riadi, I. (2023). Performance analysis of real time streaming protocol (RTSP) and real time transport protocol (RTP) using VLC application on live video streaming. *Jurnal (nama jurnal)*, 4(4), 769-778.

Ringdahl, O., Kurtser, P., & Edan, Y. (2019). Performance of RGB-D camera for different object types in greenhouse conditions. *2019 European Conference on Mobile Robots (ECMR)*, 1-6.

Satriawan, M.R. (2023). Monitoring pH dan suhu air pada budidaya ikan mas koki berbasis IoT. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(1), 12-17.

Sensor, B.H., & Suryana, T. (2021). Measuring light intensity using the BH1750 sensor. *Jurnal (nama jurnal)*, 1-16.



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



Penulis bernama Karina, lahir di Bogor pada tanggal 01 Januari 2004, dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Latar belakang pendidikan formal penulis dimulai di SDN Puspanegara 02 Bogor dan lulus pada tahun 2015. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP Bantarjati Bogor dan lulus pada tahun 2018. Kemudian penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 1 Citeureup dan lulus pada tahun 2022.

Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Diploma Empat (D4) atau Sarjana Terapan (S.Tr.) di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Selama masa perkuliahan, penulis aktif mempelajari bidang instrumentasi, sistem kontrol, Internet of Things (IoT), serta teknologi otomasi industri.

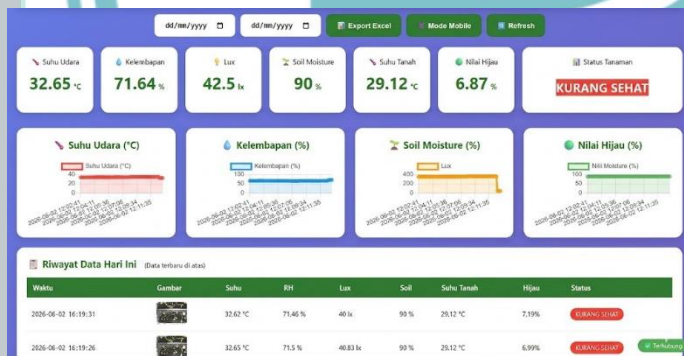
Penulis dapat dihubungi melalui surat elektronik (e-mail) di alamat:

karina.te22@mhsw.pnj.ac.id

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran

Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Alat



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

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

Lampiran 2 Program

```
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_SHT31.h>
#include <BH1750.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// ===== WiFi & MQTT =====
const char* ssid = "GREENHOUSE";
const char* password = "Tanaman01";
const char* mqtt_server = "187.77.119.132";
const char* mqtt_user = "monitoring_sawi";
const char* mqtt_pass = "sawisegar123";

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

// ===== Sensor =====
Adafruit_SHT31 sht31 = Adafruit_SHT31();
BH1750 lightMeter;
#define SOIL_PIN 34
#define ONE_WIRE_BUS 33
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);

  Wire.begin(21, 22);
  sht31.begin(0x44);
  lightMeter.begin();
  sensors.begin();
  pinMode(SOIL_PIN, INPUT);

  Serial.println("ESP32 Started - Sending data every 5 seconds");
}

void loop() {
  if (!client.connected()) reconnect();
  client.loop();

  // Kirim data setiap 5 detik
  if (millis() - lastSend >= interval) {
    lastSend = millis();

    // Baca sensor
    float suhu = sht31.readTemperature();
```

```
// ===== Timer =====
unsigned long lastSend = 0;
const long interval = 5000; // 5 detik
```

```
void setup_wifi() {
  Serial.print("Connecting WiFi");
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nWiFi Connected");
}
```

```
void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    if (client.connect("ESP32_SAWI", mqtt_user, mqtt_pass)) {
      Serial.println("MQTT Connected");
    } else {
      delay(2000);
    }
  }
}
```

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);

  Wire.begin(21, 22);
  sht31.begin(0x44);
  lightMeter.begin();
  sensors.begin();
  pinMode(SOIL_PIN, INPUT);

  Serial.println("ESP32 Started - Sending data every 5 seconds");
}
```

```
void loop() {
  if (!client.connected()) reconnect();
  client.loop();

  // Kirim data setiap 5 detik
  if (millis() - lastSend >= interval) {
    lastSend = millis();

    // Baca sensor
    float suhu = sht31.readTemperature();
```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA