

**IMPLEMENTASI SISTEM *MONITORING* DAN
PENGENDALIAN PARAMETER LINGKUNGAN PADA
GREENHOUSE BERBASIS MIKORKONTROLER
MENGUNAKAN *INTERNET OF THINGS* DENGAN METODE
*ARTIFICIAL NEURON NETWORK***



Intelligentia - Dignitas

SATRIA HERLANGGA SUBAKTI

1527422024

Skripsi Ini Disusun Untuk Memperoleh Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2026

HALAMAN JUDUL
IMPLEMENTASI SISTEM *MONITORING* DAN
PENGENDALIAN PARAMETER LINGKUNGAN PADA
***GREENHOUSE* BERBASIS MIKORKONTROLER**
MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS* DENGAN METODE
ARTIFICIAL NEURON NETWORK



Intelligentia - Dignitas

Skripsi Ini Disusun Untuk Memperoleh Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

Disusun Oleh:

SATRIA HERLANGGA SUBAKTI

NIM: 1527422024

Intelligentia - Dignitas

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

BENTUK: SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Satria Herlangga Subakti

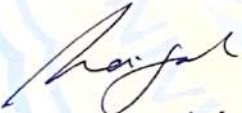
NIM : 1527422024

Judul Penelitian : Implementasi Sistem Monitoring dan Pengendalian
Parameter Lingkungan pada *Greenhouse* Berbasis
Mikrokontroler Menggunakan *Internet of Things* Dengan
Metode *Artificial Neuron Network*

Ini telah disetujui dan dinyatakan dan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

Jakarta, 23 Juli 2026

Pembimbing I,


Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T.

NIDN. 0011068204

Pembimbing II,


Churnia Sari, S.T., M.T

NIDN. 0708129004

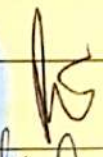
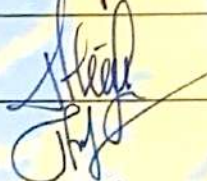
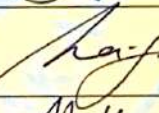
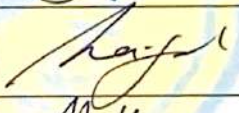
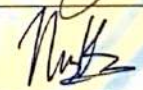
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Satria Herlangga Subakti
NIM : 1527422024
Program Studi/Fakultas : Teknologi Rekayasa Otomasi/ Fakultas Teknik
Judul : IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING
DAN PENGENDALIAN PARAMETER
LINGKUNGAN PADA GREENHOUSE
BERBASIS MIKROKONTROLER
MENGUNAKAN INTERNET OF THINGS
DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURON
NETWORK

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan *Lulus/Tidak Lulus* *. Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 17 Juli 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	Rafuiddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D NIDN : 0030037203	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T. NIDN : 0014028408	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	Taryudi, Ph.D NIDN : 0006088005	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T. NIDN : 0011068204	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	Churnia Sari, S.T., M.T. NIDN : 0708129004	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si, Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.
NIDN. 0027037604

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Satria Herlangga Subakti
NIM : 1527422024
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Penelitian : IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN
PENGENDALIAN PARAMETER LINGKUNGAN
PADA GREENHOUSE BERBASIS
MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN
INTERNET OF THINGS DENGAN METODE
ARTIFICIAL NEURON NETWORK

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 23 Juli 2026

Yang menandatangani,



Satria Herlangga Subakti
NIM. 1527422024

Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Satria Herlangga Subakti
NIM : 1527422024
Fakultas/Prodi : Teknik/D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : satriaherlangga21@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....) :

yang berjudul:

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN PENGENDALIAN
PARAMETER LINGKUNGAN PADA GREENHOUSE BERBASIS
MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS DENGAN
METODE ARTIFICIAL NEURON NETWORK

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Jakarta, 31 Juli 2026

Penulis

(Satria Herlangga Subakti)

KATA PENGANTAR

Penulis panjatkan puji dan Syukur kehadiran Allah SWT, berkat Rahmat, petunjuk, dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi penelitian dengan judul **“Implementasi Sistem Monitoring dan Pengendalian Parameter Lingkungan pada Greenhouse Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Internet of Things dengan Metode Artificial Neural Network”** yang merupakan persyaratan dalam rangka memenuhi kriteria penilaian akhir untuk dapat lulus dari kuliah skripsi dan akademik perkuliahan, yang mana telah dilalui proses pengerjaan dari berbagai kesulitan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak belajar, tidak hanya mengenai aspek teknis dan pemrograman, tetapi juga dalam hal ketelitian, manajemen waktu, serta kerja sistematis dari awal hingga akhir. Penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan setulusnya kepada:

1. Bapak, Ibu dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, moral, materi, serta dorongan motivasi kepada putranya agar selalu bersemangat dalam menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam penyelenggaraan program studi sehingga proses akademik dapat berjalan dengan lancar.
3. Ibu Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I, atas kesediaan waktu, bimbingan intensif, saran konstruktif, dan masukan berharga yang mendorong penulis untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan dalam setiap tahap penelitian hingga penulisan hingga tercapainya kualitas skripsi yang lebih baik.
4. Ibu Churnia Sari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan akademik, arahan, dan dukungan moral yang telah memperkaya perspektif penulis, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan komprehensif dan sistematis.
5. Teman-teman satu kelompok bimbingan serta rekan-rekan seangkatan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi atas kebersamaan, diskusi, dan bantuan dalam proses belajar dan pengerjaan tugas akhir ini.

Peneliti mengucapkan terima kasih atas dukungan semua pihak dalam penelitian ini. Penulis menyadari adanya kekurangan dan terbuka terhadap kritik serta saran demi perbaikan di masa depan. Semoga skripsi ini bermanfaat dan menambah wawasan di bidang Teknologi Rekayasa Otomasi.

Jakarta, 17 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



Satria Herlangga Subakti

No. Req. 1527422024



Intelligentia - Dignitas

ABSTRAK

Pertumbuhan tanaman bayam sangat dipengaruhi oleh parameter lingkungan seperti suhu udara, kelembapan tanah, dan tingkat keasaman (pH) tanah. Pemantauan yang masih dilakukan secara manual menyebabkan pengelolaan greenhouse menjadi kurang efektif karena perubahan kondisi lingkungan tidak dapat diketahui secara cepat dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem monitoring dan pengendalian parameter lingkungan pada greenhouse berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan metode *Artificial Neural Network* (ANN). Sistem dirancang menggunakan sensor BME680 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor FC-28 untuk mengukur kelembapan tanah, serta sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman tanah. Data yang diperoleh dari sensor dikirimkan secara real-time ke Firebase dan ditampilkan pada aplikasi Android yang dikembangkan menggunakan Kodular.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan greenhouse secara *real-time* serta memberikan informasi yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman bayam. Metode *Artificial Neural Network* (ANN) digunakan untuk menganalisis data lingkungan yang diperoleh dari sensor sehingga dapat membantu menentukan kondisi lingkungan yang optimal. Integrasi teknologi IoT dan ANN menghasilkan sistem yang lebih efektif dalam memantau dan mengelola parameter lingkungan greenhouse, meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas budidaya bayam dalam lingkungan greenhouse.

Kata Kunci: *Greenhouse, Internet of Things, ESP32, Artificial Neural Network, Monitoring Lingkungan, Bayam.*

ABSTRACT

Spinach growth is highly influenced by environmental parameters such as air temperature, soil moisture, and soil pH. Conventional monitoring methods make greenhouse management less effective because environmental changes cannot be detected continuously and in real-time. This study aims to implement an Internet of Things (IoT)-based environmental monitoring and control system using an ESP32 microcontroller and an Artificial Neural Network (ANN) method. The system employs a BME680 sensor to measure air temperature and humidity, an FC-28 sensor to measure soil moisture, and a pH sensor to measure soil acidity. Sensor data are transmitted in real-time to Firebase and displayed through an Android application developed using Kodular.

The results show that the proposed system is capable of monitoring greenhouse environmental conditions in real-time and providing information required to support spinach growth. The Artificial Neural Network (ANN) method is utilized to analyze environmental data obtained from sensors and assist in determining optimal growing conditions. The integration of IoT technology and ANN improves the effectiveness of greenhouse monitoring and management, enhances cultivation efficiency, and supports data-driven decision making. This system is expected to become an innovative solution for increasing spinach productivity in greenhouse cultivation.

Keywords: *Greenhouse, Internet of Things, ESP32, Artificial Neural Network, Environmental Monitoring, Spinach.*

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN (I)	iii
LEMBAR PENGESAHAN (II).....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kerangka Teoritik	7
2.1.1 Prototype	7
2.1.2 Metode Artificial Neural Network	7
2.1.3 Green House.....	9
2.1.4 Bayam	10
2.1.5 Sistem Monitoring.....	11
2.1.6 Mikrokontroler	12
2.1.7 Perangkat Keras.....	14
2.1.8 Perangkat Lunak.....	20
2.2 Penelitian yang Relevan	24
2.3 Kerangka Berpikir	25
BAB III METODE PENELITIAN	31

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.2 Metode Pengembangan Produk.....	31
3.3 Bahan dan Peralatan yang Digunakan	32
3.3.1 Perangkat Keras	32
3.3.2 Perangkat Lunak.....	34
3.3.3 Komponen Elektronika	35
3.4 Rancangan Metode Pengembangan	36
3.4.1 Rancangan Desain Alat.....	36
3.4.2 Rancangan Gambar Komponen Elektronika	36
3.4.3 Rancangan Gambar Pelaksanaan Penelitian	37
3.4.4 Rancangan Design Alat	37
3.4.5 Diagram Blok Penelitian	38
3.4.6 Diagram Alir Penelitian	39
3.5 Instrumen Penelitian	40
3.5.1 Pengujian Sensor FC-28 Terhadap Mengukur Kelembapan Tanah ..	40
3.5.2 Pengujian Keasaman Tanah Menggunakan Sensor pH	41
3.6 Teknik Analisis Data	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian.....	45
4.1.1 Spesifikasi Alat	46
4.1.2 Hasil Alat	47
4.2 Analisis Hasil Pengujian	49
4.2.1 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah FC-28	49
4.2.2 Hasil Pengujian Sensor BME680.....	53
4.2.3 Hasil Pengujian Sensor pH.....	54
4.2.4 Hasil Pengujian Sistem <i>Artificial Neuron Network</i> (ANN)	57
4.2.5 Hasil Pengujian Seluruh Sistem	66
4.2.6 Hasil Aplikasi <i>Internet of Things</i> (IoT).....	67
4.3 Aplikasi Hasil Penelitian.....	69
4.3.1 Kelebihan Sistem	70
4.3.2 Kekurangan Sistem	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.1 Saran	73

DAFTAR PUSTAKA	75
DAFTAR LAMPIRAN	77
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	85



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur ANN Sumber: codepolitan.com/blog/artificial-neural-network-adalah-pengertian-fungsi/	8
Gambar 2. 2 Greenhouse Sumber:	10
Gambar 2. 3 Tanaman Bayam Sumber: google.com/bayam	11
Gambar 2.4 Mikrokontroler Sumber: google.com/schematic-mikrokontroler	13
Gambar 2.5 ESP32 Sumber: google.com/esp32	13
Gambar 2. 6 <i>Sensor BME680</i> Sumber : google.com/bme-680	15
Gambar 2. 7 Sensor pH	16
Gambar 2. 8 Relay Sumber: google.com/relay	18
Gambar 2. 9 Modul Peltier Sumber: google.com/modul-peltier	18
Gambar 2. 10 Hexaust Fan Sumber: google.com/hexaust-fan	19
Gambar 2. 11 Power Supply 12 Sumber: google.com/power-supply	19
Gambar 2. 12 Step-Dwon	20
Gambar 2. 13 Arduino Sumber : Dokumentasi pribadi	21
Gambar 2. 14 Firebase Sumber: Dokumentasi Pribadi	21
Gambar 2. 15 Kodular Sumber: Dokumentasi Pribadi	22
Gambar 2. 16 SketchUp Sumber: Dokumentasi Pribadi	22
Gambar 2. 17 Fritzing	23
Gambar 3. 1 Struktur Metode Teknik rekayasa Sumber : Dokumentasi Pribadi..	31
Gambar 3. 2 Rancangan Design Komponen Elektronika Sumber: Dokumen Peneliti	36
Gambar 3. 3 Rancangan PCB Sumber: Dokumen Peneliti	37
Gambar 3. 4 (a) Desain tampak depan (b) Desain tampak samping Sumber: Dokumen Peneliti, 2025	37
Gambar 3. 5 Diagram Blok Sumber: Dokumen Peneliti	38
Gambar 3. 6 Diagram Alir Sistem Sumber: Dokumen Peneliti	39
Gambar 4. 1 Komponen	48
Gambar 4. 2 Keseluruhan Alat	49
Gambar 4.3 Grafik pembandingan pada minggu pertama sumber: Dokumentasi peneliti, 2026	52

Gambar 4.4 Grafik pembandingan pada minggu kedua sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.....	52
Gambar 4.5 Grafik pembandingan pada minggu ketiga Sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.....	53
Gambar 4.6 Grafik pengujian sensor BME680 dan alat pembandingan sumber: dokumentasi pribadi.....	54
Gambar 4.7 Grafik pengujian sensor dan ph meter sumber: Dokumen Peneliti...	56
Gambar 4. 8 Arsitektur Backpropagation Sumber: Dokumen Peneliti, 2026	58
Gambar 4. 9 Best Validation Performance ANN Sumber: Dokumen Peneliti, 2026	59
Gambar 4. 10 Hasil Training State simulasi MatLab Sumber: Dokumen Peneliti, 2026.....	61
Gambar 4. 11 Hasil eror histogram Sumber: Dokumen Peneliti, 2026.....	62
Gambar 4. 12 Hasil pengujian Regression Sumber: Dokumen Peneliti, 2026	63
Gambar 4. 13 Pengujian menggunakan ESP32 Sumber: Dokumen Peneliti, 2026	65
Gambar 4.14 Tampilan Firebase Sumber: Dokumen Peneliti, 2026.....	67
Gambar 4. 15 Tampilan Kodular.....	68

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Tanaman Bayam.....	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor BME680.....	15
Tabel 2. 3 Spesifikasi sensor pH Tanah.....	16
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Kelembapan Tanah	17
Tabel 3. 1 Perangkat Keras	32
Tabel 3. 2 Komponen Elektronika	35
Tabel 3. 3 Pengujian Suhu (°C) BME680	40
Tabel 3. 4 Pengujian Kelembapan Menggunakan BME680	40
Tabel 3. 5 Pengujian Sensor FC-28 Kelembapan Tanah.....	41
Tabel 3. 6 Pengujian Sensor Keasaman Tanah.....	41
Tabel 4.1 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah	50
Tabel 4.2 Tabel Pengujian Sensor BME680.....	53
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor pH 4502-C.....	55
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor pH dan aktuator	57
Tabel 4. 5 Algoritma Backpropagation	58
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian MSE	60
Tabel 4. 7 Parameter nilai Training State	61
Tabel 4. 8 Hasil Regression pengujian	63
Tabel 4. 9 Penjelasan keunggulan metode ann dengan metode lainnya	65
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Seluruh Sistem	66

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. HASIL PROGRAM ARDUINO	77
LAMPIRAN 2 Hasil Program Matlab	78
LAMPIRAN 3 Proses Pembuatan Alat	79
LAMPIRAN 4 Pengambilan Data	80
LAMPIRAN 5 Surat Tugas Dosen.....	82
LAMPIRAN 6 Lembar Konsultasi	83



Intelligentia - Dignitas