



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBIBITAN DALAM
RUANGAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK
PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN KEBUTUHAN AIR
PADA TUMBUHAN**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

**MUHAMAD ILHAM FAUZAN
41421120050**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBIBITAN DALAM
RUANGAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK
PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN KEBUTUHAN AIR
PADA TUMBUHAN**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**MUHAMAD ILHAM FAUZAN
41421120050**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Ilham Fauzan
NIM : 41421120050
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Rancang Bangun Sistem Pembibitan Dalam Ruangan Berbasis *Internet of Thing* Untuk Pemantauan Dan Pengendalian Kebutuhan Air Pada Tanaman” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 3 Agustus 2026



Muhamad Ilham Fauzan

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : **Muhamad Ilham Fauzan**
NIM : **41421120050**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Rancang Bangun Sistem Pembibitan Dalam Ruangan Berbasis Internet of Things Untuk Pemantauan Dan Pengendalian Kebutuhan Air Pada Tanaman**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 14 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **16 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 Agustus 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Ilham Fauzan
NIM : 41421120050
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pembibitan Dalam Ruang
Berdasarkan *Internet of Things* Untuk Pemantauan Dan
Pengendalian Kebutuhan Air Pada Tanaman

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 4 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Trie Mava Kadarina, S.T., M.T.

NIDN/NUPTK: 7235757658230143

UNIVERSITAS

Jakarta, 4 Agustus 2026

Mengetahui,

MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

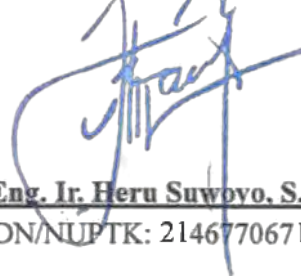
Ketua Program Studi

Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN/NUPTK: 6639750651230130



Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.

NIDN/NUPTK: 2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Trie Maya Kadarina S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Dosen-dosen dan Staf Pengajar Program Studi Teknik Elektro.
6. Istri penulis yang telah memberi dukungan secara moril selama proses perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Orang tua dan keluarga penulis, yang telah memberikan doa dan dukungan yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
8. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

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

Jakarta, 3 Agustus 2026



Muhamad Ilham Fauzan

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Ilham Fauzan
NIM : 41421120050
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pembibitan Dalam Ruangan Berbasis *Internet of Thing* Untuk Pemantauan Dan Pengendalian Kebutuhan Air Pada Tanaman

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 3 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Muhamad Ilham Fauzan

RANCANG BANGUN SISTEM PEMBIBITAN DALAM RUANGAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN KEBUTUHAN AIR PADA TUMBUHAN

MUHAMAD ILHAM FAUZAN

ABSTRAK

Pertanian konvensional menghadapi tantangan perubahan iklim dan keterbatasan lahan, sehingga mendorong kebutuhan akan sistem pertanian dalam ruangan yang terotomatisasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem pembibitan dalam ruangan pintar berbasis *Internet of Things* yang mampu memantau dan mengendalikan kebutuhan air tanaman secara otomatis menggunakan logika *fuzzy* Mamdani. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino UNO dan ESP32 yang diintegrasikan dengan sensor kelembapan tanah kapasitif, sensor DHT22 (suhu dan kelembapan udara), serta sensor aliran air (YF-S401). Antarmuka pemantauan jarak jauh diimplementasikan melalui *dashboard* interaktif Node-RED dan penyimpanan data jangka panjang melalui Google Spreadsheet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem perangkat keras beroperasi secara stabil dengan akurasi sensor mencapai 95,88% untuk suhu, 96,13% untuk kelembapan udara, dan 94,86% untuk aliran air. Algoritma logika *fuzzy* terbukti efektif dalam mengontrol aktuator (pompa air, *solenoid valve*, dan kipas), menyalurkan air secara presisi hanya pada area yang terdeteksi kering dengan konsistensi volume 10-11 mL per siklus tanpa penggunaan air berlebih. Selain itu, transmisi pengiriman data menuju aplikasi *Internet of Things* berjalan sangat andal dengan tingkat keberhasilan 100% tanpa *packet loss*. Kesimpulannya, prototipe rumah kaca mini ini berhasil mengotomatisasi penyiraman dan sirkulasi udara secara efisien guna mendukung pertumbuhan awal bibit tanaman secara berkelanjutan.

Kata kunci : *Internet of Things*, Logika *Fuzzy*, Mamdani, Pembibitan, Sistem Otomatisasi.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN *INTERNET OF THINGS*-BASED INDOOR NURSERY SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROLLING PLANT WATER REQUIREMENTS

MUHAMAD ILHAM FAUZAN

ABSTRACT

Conventional agriculture faces challenges from climate change and land limitations, driving the need for automated indoor farming systems. This research aims to design and build an Internet of Things -based smart indoor nursery prototype capable of automatically monitoring and controlling plant water needs using Mamdani fuzzy logic. The system utilizes Arduino UNO and ESP32 microcontrollers integrated with capacitive soil moisture sensors, a DHT22 sensor (temperature and humidity), and a water flow sensor (YF-S401). A remote monitoring interface is implemented through an interactive Node-RED dashboard and long-term data logging via Google Spreadsheets. Test results indicate that the hardware system operates stably with sensor accuracies reaching 95.88% for temperature, 96.13% for air humidity, and 94.86% for water flow. The fuzzy logic algorithm proved effective in controlling the actuators (water pump, solenoid valves, and fan), delivering water precisely only to areas detected as dry with a consistent volume of 10-11 mL per cycle, avoiding water waste. Furthermore, data transmission to the Internet of Things platforms was highly reliable, achieving a 100% success rate with zero packet loss. In conclusion, this mini greenhouse prototype successfully automates watering and air circulation efficiently to support the sustainable early growth of plant seedlings.

Keywords: *Internet of Things, Fuzzy Logic, Mamdani, Nursery, Automation System.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Studi Literatur	6
2.2. <i>Internet of Things</i>	19

2.3.	Pertanian Cerdas.....	19
2.4.	Logika <i>Fuzzy</i>	20
2.5.	Lapisan Perangkat Keras	23
2.6.1.	<i>Power Supply</i>	23
2.6.2.	LM2596 <i>Step-down</i> Converter	24
2.6.3.	ESP32.....	25
2.6.4.	Arduino UNO	26
2.6.5.	Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif.....	27
2.6.6.	Sensor YF-S401.....	28
2.6.7.	Sensor DHT22.....	29
2.6.8.	Kipas DC (<i>Direct Current</i>).....	30
2.6.9.	Pompa DC (<i>Direct Current</i>).....	30
2.6.10.	Solenoid Valve.....	31
2.6.11.	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) I2C 20x4	32
2.6.12.	Modul Relay	33
2.7.	Lapisan Perangkat Lunak	34
2.7.1.	Arduino IDE.....	34
2.7.2.	MATLAB	34
2.8.	Lapisan Aplikasi.....	35
2.8.1.	NODE-RED	35
2.8.2.	Google Spreadsheet	35
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....		37
3.1.	Diagram Alir Proses Penelitian	37

3.2.	Diagram Blok Sistem	38
3.3.	Perancangan Alat.....	40
3.4.	Perancangan Elektrik	41
3.5.	Perancangan Software.....	46
3.4.1.	Perancangan Node-RED	46
3.4.2.	Perancangan Spreadsheet.....	49
3.4.3.	Perancangan Logika <i>Fuzzy</i>	50
3.6.	Diagram Alir Sistem	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59
4.1.	Hasil Perancangan Alat.....	59
4.1.1.	Hasil Perancangan Perangkat Keras	59
4.1.2.	Hasil Perancangan Perangkat Lunak	62
4.2.	Hasil Pengujian Perangkat Keras	66
4.2.1.	Pengujian Stabilitas Catu Daya dan Modul LM2596.....	66
4.2.2.	Pengujian Akurasi Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif.....	67
4.2.3.	Pengujian Akurasi Sensor DHT22.....	69
4.2.4.	Pengujian Akurasi Sensor Aliran Air YF-S401	70
4.2.5.	Pengujian Logika <i>Fuzzy</i>	72
4.2.6.	Pengujian Pengiriman Data.....	73
4.2.7.	Pengujian Aktuator Berdasarkan Pembacaan Sensor	77
4.3.	Hasil Pengujian Sensor dan Aktuator.....	78
4.3.1.	Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah	79
4.3.2.	Hasil Pengujian Suhu dan Kelembapan Udara (DHT-22)	80

4.3.3. Kinerja <i>Output Fuzzy</i> pada Kipas Angin	80
4.3.4. Kinerja Pompa Air, Solenoid Valve dan Debit Air	81
4.3.5. Hasil Pengujian Sistem Pembibitan Dalam Ruangan.....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1. Kesimpulan.....	89
5.2. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	97



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Analisa Diagram <i>Fishbone</i>	17
Gambar 2.2. Diagram <i>pie</i> Kontribusi Penelitian Terdahulu	18
Gambar 2.3. <i>Power Supply</i>	24
Gambar 2.4. Modul LM-2596	24
Gambar 2.5. ESP32.....	25
Gambar 2.6. Arduino UNO	26
Gambar 2.7. Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif	28
Gambar 2.8. Sensor YF-S401.....	28
Gambar 2.9. Sensor DHT-22	29
Gambar 2.10. Kipas DC (<i>Direct Current</i>).....	30
Gambar 2.11. Pompa DC (<i>Direct Current</i>).....	31
Gambar 2.12. <i>Solenoid Valve</i>	32
Gambar 2.13. LCD I2C 20x4	33
Gambar 2.14. Modul Relay	33
Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Penelitian	37
Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem.....	39
Gambar 3.3. Rancangan Alat.....	40
Gambar 3.4. Diagram Pengawatan Sistem.....	41
Gambar 3.5. Blok Program Node-RED	47
Gambar 3.6. Tampilan Alat Ukur Node-RED	48
Gambar 3.7. Tampilan Grafik Node-RED	48
Gambar 3.8. Tampilan Riwayat Data Node-RED	49
Gambar 3.9. Tampilan <i>Data Log Spreadsheet</i>	50
Gambar 3.10. <i>Input dan Output Logika Fuzzy</i>	51
Gambar 3.11. Membership Function Variabel Soil	52
Gambar 3.12. Membership Function Variabel <i>Humidity</i>	53
Gambar 3.13. Membership Function Variabel <i>Temperature</i>	53
Gambar 3.14. Membership Function Variabel Pump.....	54

Gambar 3.15. Membership Function Variabel Fan.....	55
Gambar 3.16. Diagram Alir Sistem Pembibitan Dalam Ruangan Berbasis <i>Internet of Things</i> dengan Metode Logika <i>Fuzzy</i>	56
Gambar 4.1. Hasil Rancangan Sistem Pembibitan Dalam Ruangan	60
Gambar 4.2. Kotak Kontrol Sistem Pembibitan Dalam Ruangan	61
Gambar 4.3. Hasil Rancangan Elektrik Pembibitan Dalam Ruangan	61
Gambar 4.4. Hasil Pengiriman Data ke Node-RED (<i>Gauge</i>).....	62
Gambar 4.5. Hasil Pengiriman Data ke Node-RED (Grafik).....	63
Gambar 4.6. Hasil Pengiriman Data ke Node-RED (Tabel)	64
Gambar 4.7. Tampilan Pencatat Data Spreadsheet	65
Gambar 4.8. Grafik Pemantauan Kelembapan Tanah.....	79
Gambar 4.9. Grafik Pemantauan Suhu dan Kelembapan Udara	80
Gambar 4.10. Grafik <i>Output</i> Logika <i>Fuzzy</i> (Kipas Angin).....	81
Gambar 4.11. Grafik <i>Output</i> Logika <i>Fuzzy</i> (Pompa Air).....	82
Gambar 4.12. Grafik Total Penggunaan Air.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Studi Literatur	6
Tabel 2.2. Keterangan Pin Arduino UNO	26
Tabel 2.3. Pin Pada Sensor DHT-22	29
Tabel 3.1. Penjelasan Koneksi Diagram Pengawatan Sistem	42
Tabel 4.1. Pengujian Catu Daya dan Modul LM2596	66
Tabel 4.2. Hasil Kalibrasi Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif.....	67
Tabel 4.3. Hasil Uji Komparasi Sensor DHT22 terhadap Alat Ukur Standar	69
Tabel 4.4. Data Kalibrasi Volume Air Sensor YF-S401.....	71
Tabel 4.5. Perbandingan Nilai <i>Output</i> Sistem Dengan MATLAB.....	72
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Pengiriman Data Ke Node-RED	74
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Pengiriman Data Ke Google Spreadsheet	75
Tabel 4.8. Pengujian Aktuator Berdasarkan Pembacaan Sensor	78
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.....	84



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pertama Digunakan Pada Halaman
AC	<i>Alternating Current</i>	24
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>	26
AO	<i>Analog Output</i>	29
API	<i>Application Programming Interface</i>	36
AREF	<i>Analog Reference</i>	28
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>	26
BR	<i>Basic Rate</i>	26
BRIDA	Badan Riset dan Inovasi Daerah	14
CoA	<i>Center of Area</i>	21
CoAP	<i>Constrained Application Protocol</i>	26
COM	<i>Common</i>	32
DC	<i>Direct Current</i>	24
DHT-22	<i>Digital Humidity and Temperature 22</i>	10
DO	<i>Digital Output</i>	30
EC	<i>Electrical Conductivity</i>	8
EDR	<i>Enhanced Data Rate</i>	26
F	<i>Fan</i>	71
FIS	<i>Fuzzy Inference System</i>	22
GND	<i>Ground</i>	28
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>	26
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>	26
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>	33
IC	<i>Integrated Circuit</i>	25
ICSP	<i>In-Circuit Serial Programming</i>	28
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>	27

IN	<i>Input</i>	30
IoT	<i>Internet of Things</i>	12
IP	<i>Internet Protocol</i>	26
K	Kontaktor	32
KB	Kilobyte	26
K-Factor	Faktor Konstanta	58
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>	33
LED	<i>Light Emitting Diode</i>	27
MATLAB	<i>MATrix LABoratory</i>	35
Max	<i>Maximum</i>	22
MHz	Megahertz	26
MicroSD	<i>Micro Secure Digital</i>	78
Min	<i>Minimum</i>	22
MIT	Massachusetts Institute of Technology	16
mL	Mililiter	58
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>	26
NC	<i>Normally Closed</i>	31
NFT	<i>Nutrient Film Technique</i>	8
NO	<i>Normally Open</i>	34
NTB	Nusa Tenggara Barat	14
P	<i>Pump</i>	71
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>	13
PM	<i>Post Meridiem</i>	61
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>	47
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>	27
Q	Debit Air	62
RAM	<i>Random Access Memory</i>	26
RESTful	<i>Representational State Transfer</i>	37
RF	<i>Radio Frequency</i>	26
RH	<i>Relative Humidity</i>	30

RTC	<i>Real-Time Clock</i>	10
RX	<i>Receiver</i>	28
SCL	<i>Serial Clock Line</i>	33
SDA	<i>Serial Data Line</i>	33
SIG	<i>Signal</i>	31
SM	<i>Soil Moisture</i>	60
SV	<i>Solenoid Valve</i>	65
T	<i>Temperature</i>	71
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>	26
TDS	<i>Total Dissolved Solids</i>	8
Tot	<i>Total Air</i>	62
TX	<i>Transmitter</i>	28
UI	<i>User Interface</i>	34
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>	62
USB	<i>Universal Serial Bus</i>	27
UV	<i>Ultra Violet</i>	47
V	<i>Volt</i>	54
VADJ	<i>Volt Adjust</i>	33
VDC	<i>Volts Direct Current</i>	25
VIN	<i>Voltage Input</i>	28
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 CV (<i>Curriculum Vitae</i>)	97
Lampiran 2 Hasi Uji Cek Plagiasi (Turnitin)	98
Lampiran 3 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah	99
Lampiran 4 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan Udara	99
Lampiran 5 Link Video Simulasi Sistem Pembibitan Dalam Ruangan Berbasis <i>Internet of Things</i>	100
Lampiran 6 Kondisi Tanaman Pada Tanggal 10 Juli 2026	100
Lampiran 7 Kondisi Tanaman Pada Tanggal 13 Juli 2026	101
Lampiran 8 Kode Program Arduino UNO	101
Lampiran 9 Kode Program ESP32	109
Lampiran 10 Kode Program <i>Fuzzy Rule</i> ESP32	116
Lampiran 11 Kode Program <i>Fuzzy Set</i> ESP32	128

