



***PERANCANGAN ALAT **TERRAGROW** : INTEGRATED
PLATFORM FOR REAL-TIME PLANT MONITORING
AND AUTOMATED WATERING SYSTEM WITH IOT AND
FUZZY SUGENO ALGORITHM***

LAPORAN TUGAS AKHIR

PRIMA WIJAYAKUSUMA

41421010004

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2025



***PERANCANGAN ALAT TERRAGROW : INTEGRATED
PLATFORM FOR REAL-TIME PLANT MONITORING
AND AUTOMATED WATERING SYSTEM WITH IOT AND
FUZZY SUGENO ALGORITHM***

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Strata Satu (S1)

NAMA : Prima Wijayakusuma
NIM : 41421010004
PEMBIMBING : Galang Persada Nurani Hakim, ST., MT.,
IPM., Ph.D

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Prima Wijayakusuma
NIM : 41421010004
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perancangan Alat *TerraGrow : Integrated Platform For Real-Time Plant Monitoring And Automated Watering System With IoT And Fuzzy Sugeno Algorithm.*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh

Tanda Tangan

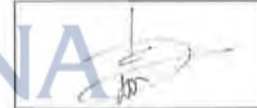
Pembimbing : Galang Persada Nurani Hakim,
ST., MT., IPM., Ph.D
NUPTK : 9536763664130193



Ketua Penguji : Ir. Imelda Uli Vistalina
Simanjuntak, S.T., M.T.
NUPTK : 6333761662237163



Anggota Penguji : Zendi Iklima, ST. S. Kom., M.Sc
NUPTK : 5946771672130282



Jakarta, 20 Januari 2025

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi/S1 Teknik Elektro


Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132


Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **PRIMA WIJAYAKUSUMA**
NIM : **41421010004**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis : **PERANCANGAN ALAT TERRAGROW :
INTEGRATED PLATFORM FOR REAL-
TIME PLANT MONITORING AND
AUTOMATED WATERING SYSTEM
WITH IOT AND FUZZY
SUGENO ALGORITHM**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jum'at, 24 Januari 2025** dengan hasil presentase sebesar **7%** 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, 24 Januari 2025

Administrator Turnitin,



Saras Nur Praticha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Prima Wijayakusuma
NIM : 41421010004
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN ALAT *TERRAGROW* :
*INTEGRATED PLATFORM FOR REAL-TIME
PLANT MONITORING AND AUTOMATED
WATERING SYSTEM WITH IOT AND FUZZY
SUGENO ALGORITHM*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20 Januari 2025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Prima Wijayakusuma

ABSTRAK

Nama : Prima Wijayakusuma
NIM : 41421010004
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Alat *TerraGrow : Integrated Platform For Real-Time Plant Monitoring And Automated Watering System With IoT And Fuzzy Sugeno Algorithm*
Pembimbing : Galang Persada Nurani Hakim, ST., MT., IPM., Ph.D

Perkembangan sektor pertanian modern menghadapi tantangan efisiensi lahan, manajemen waktu, dan kebutuhan nutrisi tanaman yang semakin kompleks. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini merancang sebuah alat yang bernama *TerraGrow*, sebuah platform *smart farming* berbasis teknologi *Internet of Things (IoT)* yang mendukung otomatisasi irigasi dan pemantauan lingkungan secara real-time. *TerraGrow* mengintegrasikan sensor kelembapan tanah, kelembapan udara, suhu udara, dan pH yang dikelola oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32. Sistem ini juga menggunakan algoritma *Fuzzy Sugeno* untuk pengambilan keputusan otomatis, dengan aplikasi *Blynk IoT* sebagai platform pemantauan dan kontrol berbasis cloud.

Metode yang diterapkan menggabungkan sistem berbasis aturan dengan pengendalian algoritma *Fuzzy Sugeno*. Metode berbasis aturan digunakan untuk membaca kelembapan tanah dengan berdasarkan nilai konduktivitas tanah, sementara algoritma *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk mengaktifkan sistem irigasi berdasarkan data sensor kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara. Data sensor diproses dan dikirim melalui protokol *IoT*, dengan aplikasi *Blynk* menyediakan antarmuka pemantauan real-time. Sistem ini dapat menerima notifikasi dan mengakses status lahan melalui perangkat seluler.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil dirancang dan memberikan hasil yang baik sesuai dengan konsep fisis resistif dan pengoptimalisasian *ADC* dengan metode rule-based. Sensor yang dirancang bekerja sesuai dengan spesifikasinya, dan algoritma *Fuzzy Sugeno* dapat mengoptimalkan kelembapan tanah pada rentang 60-80% secara efektif. Dengan fitur pemantauan real-time dari platform *IoT Blynk*, penelitian yang berisi perancangan alat *TerraGrow* ini tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga mengoptimalkan penggunaan sumber daya air dan meminimalisir risiko gagal panen.

Kata Kunci : Pertanian Cerdas, *Internet of Things*, *Fuzzy Sugeno*, *Wireless Sensor Networks*, Sensor Kelembapan Tanah

ABSTRACT

Name : Prima Wijayakusuma
NIM : 41421010004
Study Program : Teknik Elektro
Thesis Title : Perancangan Alat *TerraGrow* : *Integrated Platform For Real-Time Plant Monitoring And Automated Watering System With IoT And Fuzzy Sugeno Algorithm*
Counsellor : Galang Persada Nurani Hakim, ST., MT., IPM., Ph.D

The development of modern agriculture faces challenges related to land efficiency, time management, and increasingly complex plant nutrition needs. To address this, this research introduces TerraGrow, a smart farming platform based on Internet of Things (IoT) technology that supports automatic irrigation and real-time environmental monitoring. TerraGrow integrates Soil Moisture, air Humidity, air Temperature, and pH sensors managed by a NodeMCU ESP32 microcontroller. The system also uses the Fuzzy Sugeno algorithm for automated decision-making, with the Blynk IoT app as a cloud-based monitoring and control platform.

The applied methodology combines a rule-based system with Fuzzy Sugeno control. The rule-based method is used to read soil moisture based on soil conductivity values, while the Fuzzy Sugeno algorithm is employed to activate the irrigation system based on data from soil moisture, temperature, and humidity sensors. Sensor data is processed and transmitted via IoT protocols, with the Blynk application providing a real-time monitoring interface. The system can receive notifications and access land status through mobile devices.

Testing results indicate that the system is well-designed and delivers effective outcomes in accordance with the principles of resistive physics and ADC optimization using a rule-based method. The sensors are designed to operate according to specifications, and the Fuzzy Sugeno algorithm effectively optimizes soil moisture within the range of 60-80%. With the real-time monitoring features of the Blynk IoT platform, the research involving the design of the TerraGrow tool not only enhances agricultural productivity but also optimizes water resource usage and minimizes the risk of crop failure.

Keywords : Smart Farming, Internet of Things, Fuzzy Sugeno, Wireless Sensor Networks, Soil Moisture Sensor

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian yang berjudul “*PERANCANGAN ALAT TERRAGROW : INTEGRATED PLATFORM FOR REAL-TIME PLANT MONITORING AND AUTOMATED WATERING SYSTEM WITH IOT AND FUZZY SUGENO ALGORITHM*” dapat diselesaikan. yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1). Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini dan telah menjadi motivasi saya, terutama kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat serta hidayahNya.
2. Kepada orang tua, khususnya ibu penulis, saudara dan kerabat dekat penulis yang selalu penulis hormati dan sayangi.
3. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng selaku rektor Universitas Mercu Buana.
4. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo ST., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Fadli Sirait, S.Si., MT., Ph.D selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
7. Bapak Galang Persada Nurani Hakim, ST., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan.
8. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa adanya kekurangan dan tidak kesempurnaan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini. Karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Pertanian Cerdas (<i>Smart Farming</i>).....	13
2.3 <i>NodeMCU ESP 32</i>	14

2.4	Sensor Suhu DHT11	15
2.5	Sensor Kelembapan Tanah dan pH Tanah	16
2.5.1	Prinsip Kerja Sensor Kelembapan Tanah	17
2.5.2	Prinsip Kerja Sensor pH Tanah	18
2.5.3	Sensor Kelembapan Tanah Resistif	19
2.6	Mekanika Kelembapan Tanah	21
2.7	Relay 5V	24
2.8	Pompa DC 12 V	25
2.9	Baterai	26
2.10	IC CD4051	27
2.11	Wireless Sensor Network (WSN)	28
2.11	Arduino IDE	29
2.12	Blynk	30
2.13	Fuzzy Inference System (FIS)	31
2.13.1	Fuzzyfikasi	32
2.13.2	Fungsi Keanggotaan Fuzzy (Membership Functions)	35
2.13.3	Fuzzy Inference Rule (Aturan Fuzzy)	37
2.13.5	Defuzzifikasi Sugeno	38
2.14	TerraGrow	39
BAB III PERANCANGAN		41
3.1	Perancangan Sistem	41
3.2	Metodologi Perancangan Alat	42
3.3	Blok Diagram Sistem	43
3.4	Flow Chart Sistem Secara Keseluruhan	46
3.5	Perancangan Alat dan Bahan Perangkat Keras	48

3.5.1 <i>Wiring Diagram</i>	50
3.5.2 Fungsi – Fungsi Alat	50
3.6 Perancangan Perangkat Lunak	70
3.6.1 Perancangan dan Programisasi <i>Fuzzy Sugeno</i>	70
3.6.2 Programming pada MCU dengan Arduino IDE	81
3.6.3 Pembuatan UI dan <i>Virtual Gauge</i> dalam <i>Blynk</i>	83
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	86
4.1 Hasil Perancangan Alat.....	86
4.2 Tahap Pengujian	87
4.2.1 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah.....	88
4.2.2 Pengujian Sensor Suhu Udara dan Kelembapan Udara.....	94
4.2.3 Pengujian Sensor pH.....	100
4.2.4 Pengujian Pengendalian <i>Relay</i> Untuk Otomatisasi Pengairan.....	106
4.2.5 Pengujian Sistem Blynk.....	113
4.2.6 Pengujian Hasil Sistem <i>Fuzzy</i>	118
4.2.6 Perbandingan Hasil Dengan Penelitian Sebelumnya.....	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	126
5.1 Kesimpulan.....	126
5.2 Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	128
LAMPIRAN.....	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pengembangan Smart Farming Technology.....	2
Gambar 2. 1 Proses Penerapan Pertanian Cerdas.....	13
Gambar 2. 2 Konfigurasi Pin NodeMCU ESP32.....	14
Gambar 2. 3 Sensor Suhu DHT11	15
Gambar 2. 4 Sensor Tanah Resistif	16
Gambar 2. 6 Reaksi Fisis Tegangan Pada Elektroda Dalam Sensor Resistif	18
Gambar 2. 7 Konduktivitas Listrik Air Setelah Ditarik Keluar Dari Tanah Jenuh	20
Gambar 2. 8 Kemampuan Jenis Zat Dalam Menyimpan Muatan	22
Gambar 2. 10 Hubungan Yang Diprediksi Antara Dielektrik Tanah Dan Kadar Air Volumetrik.....	23
Gambar 2. 11 <i>Relay</i> 5V	25
Gambar 2. 12 Pompa Air Celup Motor DC <i>Pump</i> 5 V	26
Gambar 2. 13 Baterai Lithium	26
Gambar 2. 14 IC CD4051	27
Gambar 2. 15 Ilustrasi WSN	28
Gambar 2. 16 Tampilan <i>Arduino IDE</i>	29
Gambar 2. 17 <i>Blynk</i>	30
Gambar 2. 18 Diagram <i>Fuzzy Inference System</i>	31
Gambar 2. 20 Grafik Fungsi Keanggotaan Linear Naik	33
Gambar 2. 21 Grafik Fungsi Keanggotaan Linear Turun	34
Gambar 2. 22 Grafik Representasi Kurva Segitiga.....	34
Gambar 2. 23 Representasi Kurva Bahu	35
Gambar 3. 1 Arsitektur dari Sistem dan Perangkat Yang Dirancang	41
Gambar 3. 2 Metodologi Perancangan Alat	43
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem	43
Gambar 3. 4 <i>Flow Chart</i> Sistem Secara Keseluruhan.....	46
Gambar 3. 5 <i>Wiring Diagram</i> Sistem Yang Di Rancang.....	50
Gambar 3. 6 Skematik Rangkaian Power Supply	51

Gambar 3. 7 Skematik Rangkaian <i>Multiplexer</i> Untuk <i>Data Measurement System</i> (DMS)	53
Gambar 3. 8 Skematik Fungsi Sistem Pengukur Kelembapan Tanah.....	57
Gambar 3. 9 Skematik Pengukur Suhu dan Kelembapan Udara	61
Gambar 3. 10 Skematik <i>Relay</i> dan <i>Pump</i> Sebagai Fungsi Pengatur Irigasi.....	63
Gambar 3. 11 Skematik Sistem Pengukur pH Tanah	66
Gambar 3. 12 Ilustrasi Desain <i>Casing</i> Perancangan Alat	68
Gambar 3. 13 Desain <i>Casing</i> Alat	69
Gambar 3. 14 Rangkaian Hasil Keseluruhan	70
Gambar 3. 15 Model <i>Fuzzy Sugeno</i> pada perancangan sistem	71
Gambar 3. 16 <i>Fuzzy Sets Temperature</i>	73
Gambar 3. 17 <i>Fuzzy Sets Soil Moisture</i>	75
Gambar 3. 18 <i>Fuzzy Sets Humidity</i>	76
Gambar 3. 19 Konfigurasi Inisiasi <i>Rule</i> Pada MATLAB.....	78
Gambar 3. 20 Keluaran FIS Pada Sistem Dan Alat Yang Di Rancang	81
Gambar 3. 21 Inisiasi Code Dari Sistem.....	82
Gambar 3. 22 Konfigurasi UI Sistem.....	84
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Alat	87
Gambar 4. 2 Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pada Kondisi <i>Low</i>	89
Gambar 4. 3 Tampilan Blynk Kondisi <i>Low</i>	89
Gambar 4. 4 Tampilan Kondisi Sensor Terhadap Tanah Pada Kondisi <i>Low</i>	90
Gambar 4. 5 Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pada Kondisi <i>Medium</i>	90
Gambar 4. 6 Tampilan Blynk Kondisi <i>Medium</i>	90
Gambar 4. 7 Tampilan Kondisi Sensor Terhadap Tanah Pada Kondisi <i>Medium</i> ..	91
Gambar 4. 8 Tampilan <i>Serial Monitor</i> Pada Kondisi <i>High</i>	91
Gambar 4. 9 Tampilan Blynk Kondisi <i>High</i>	91
Gambar 4. 10 Tampilan Kondisi Sensor Terhadap Tanah Pada Kondisi <i>High</i>	92
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Antara Nilai Kelembapan Tanah dan ADC	93
Gambar 4. 12 <i>Output</i> Pengujian Sensor DHT 11	94
Gambar 4. 13 Tampilan <i>Gauge Virtual</i> Blynk Sensor DHT 11	95
Gambar 4. 14 Keluaran <i>Serial Monitor Good</i> dan <i>Moist</i>	96

Gambar 4. 15 <i>Virtual Gauge</i> Blynk untuk Keluaran <i>Good</i> dan <i>Moist</i>	97
Gambar 4. 16 Keluaran <i>Serial Monitor</i> <i>Hot</i> dan <i>Moist</i>	97
Gambar 4. 17 <i>Virtual Gauge</i> Blynk untuk Keluaran <i>Hot</i> dan <i>Moist</i>	98
Gambar 4. 18 Komparasi Pengujian Sensor DHT 11 dan Hygrometer.....	99
Gambar 4. 19 Tanah Asam dan Basa.....	101
Gambar 4. 20 Tampilan Alat Dalam Pengukuran pH.....	102
Gambar 4. 21 Hasil Pengukuran Ph Tanah	103
Gambar 4. 22 Keluaran <i>Serial Monitor</i> Untuk Tanah Basa	104
Gambar 4. 23 <i>Virtual Gauge</i> Blynk Untuk Tanah Basa	104
Gambar 4. 24 <i>Virtual Gauge</i> Blynk Untuk Tanah Asam.....	105
Gambar 4. 25 <i>Virtual Gauge</i> Blynk Untuk Tanah Asam.....	105
Gambar 4. 26 Penekanan <i>Virtual Button</i> Untuk Mengaktifkan <i>Relay</i>	107
Gambar 4. 27 Keluaran <i>Serial Monitor</i> Untuk Irigasi Manual	107
Gambar 4. 28 Keluaran <i>Serial Monitor</i> Untuk Irigasi Manual	108
Gambar 4. 29 Keluaran <i>Serial Monitor</i> Untuk Irigasi Manual	108
Gambar 4. 30 Keluaran <i>Serial Monitor</i> Untuk Irigasi Otomatis.....	110
Gambar 4. 31 Tampilan <i>Virtual LCD</i> Blynk Otomatis dengan keluaran ON	111
Gambar 4. 32 Perbandingan Keluaran Pada <i>Serial Monitor</i> Dan <i>Output</i> Pada Blynk.....	113
Gambar 4. 33 <i>Rule</i> pada sistem <i>Fuzzy</i>	119
Gambar 4. 34 Hasil Keputusan <i>Fuzzy</i> Pada <i>Serial Monitor</i> Pada Satu Kondisi .	121
Gambar 4. 35 Hasil Keputusan <i>Fuzzy</i> Pada MATLAB.....	121

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Penelitian	11
Tabel 2. 3 Perbandingan Kondisi Tanah dengan Derajat Kejenuhan Air.....	21
Tabel 2. 4 Kaidah Logika Kelembaban Tanah	24
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Pada Perancangan	49
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin Rangkaian <i>Data Measurement System</i> (DMS).	54
Tabel 3. 3 Konfigurasi Routing PIN <i>Soil Moisture Sensor</i>	58
Tabel 3. 4 Konfigurasi Routing PIN DHT11	61
Tabel 3. 5 Konfigurasi Routing PIN <i>Relay</i> dan <i>Pump</i>	63
Tabel 3. 6 Konfigurasi Sistem Pengukur pH Tanah	66
Tabel 3. 7 Tabel Variabel Linguistik <i>Temperature</i>	72
Tabel 3. 8 Tabel Variabel Linguistik Kelembaban Tanah.....	74
Tabel 3. 9 Tabel Variabel Linguistik Kelembaban Udara	75
Tabel 3. 10 Aturan <i>Fuzzy</i>	77
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Keseluruhan Fungsi Sensor Kelembaban Tanah	92
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor DHT11 Sebelum Komputasi Untuk Penentuan Variabel Linguistik <i>Fuzzy</i>	95
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor DHT11 Setelah Komputasi Untuk Penentuan Variabel Linguistik <i>Fuzzy</i>	98
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Sensor DHT 11 dan Hygrometer Pada Beberapa Kondisi.	99
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Sensor pH.....	102
Tabel 4. 6 Respons Waktu Pengujian Pengendalian <i>Relay</i> Irigasi Manual	109
Tabel 4. 7 Respons Waktu Pengujian Pengendalian <i>Relay</i> Irigasi Otomatis Menggunakan <i>Fuzzy</i>	111
Tabel 4. 8 Percobaan 1 Perbandingan <i>Output Serial Monitor</i> dan Blynk.....	114
Tabel 4. 9 Percobaan 2 Perbandingan <i>Output Serial Monitor</i> dan Blynk.....	114
Tabel 4. 10 Percobaan 3 Perbandingan <i>Output Serial Monitor</i> dan Blynk.....	115
Tabel 4. 11 Percobaan 4 Perbandingan <i>Output Serial Monitor</i> dan Blynk.....	116
Tabel 4. 12 Percobaan 5 Perbandingan <i>Output Serial Monitor</i> dan Blynk.....	117

Tabel 4. 13 Lama Waktu Respon <i>Output</i>	118
Tabel 4. 14 Perbandingan Hasil <i>Fuzzy</i> Pada MATLAB dan Sistem Sensor	122
Tabel 4. 15 Perbandingan Hasil Dengan Penelitian Sebelumnya	123



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 Persamaan Nernst	19
Persamaan 2. 3 Fungsi Keanggotaan Linear Naik	33
Persamaan 2. 4 Fungsi Keanggotaan Linear Turun	33
Persamaan 2. 5 Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga	35
Persamaan 2. 6 Himpunan <i>Fuzzy A</i>	36
Persamaan 2. 7 Himpunan <i>Fuzzy B</i>	37
Persamaan 2. 8 Himpunan <i>Fuzzy C</i>	37
Persamaan 2. 10 Defuzzifikasi Pada Metode <i>Fuzzy Sugeno</i>	39
Persamaan 3. 1 Persamaan Linier Nilai Pengukuran pH	65
Persamaan 3. 2 Himpunan <i>Fuzzy Suhu</i> Pada Kondisi "Cold"	72
Persamaan 3. 3 Himpunan <i>Fuzzy Suhu</i> Pada Kondisi "Good"	72
Persamaan 3. 4 Himpunan <i>Fuzzy Suhu</i> Pada Kondisi "Hot"	73
Persamaan 3. 5 Himpunan <i>Fuzzy Kelembapan Tanah</i> Pada Kondisi "Low"	74
Persamaan 3. 6 Himpunan <i>Fuzzy Kelembapan Tanah</i> Pada Kondisi "Medium" ..	74
Persamaan 3. 7 Himpunan <i>Fuzzy Kelembapan Tanah</i> Pada Kondisi "High"	74
Persamaan 3. 8 Himpunan <i>Fuzzy Kelembapan Udara</i> Pada Kondisi "Dry"	75
Persamaan 3. 9 Himpunan <i>Fuzzy Kelembapan Udara</i> Pada Kondisi "Normal" ...	76
Persamaan 3. 10 Himpunan <i>Fuzzy Kelembapan Udara</i> Pada Kondisi "Moist"	76
Persamaan 3. 11 Persamaan Perancangan Keluaran <i>Fuzzy</i>	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemrograman NodeMCU ESP32	134
Lampiran 2. Fritzing <i>Parts</i>	153
Lampiran 3. Datasheets ESP 32	154
Lampiran 4. Datasheets DHT-11	159
Lampiran 5. Datasheets IC CD4051	162
Lampiran 6. Hasil Turnitin	164



DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH

<i>IoT (Internet of Things)</i>	: Teknologi yang memungkinkan perangkat untuk saling terhubung melalui jaringan internet, mendukung pengumpulan data dan kontrol jarak jauh.
<i>Soil Moisture</i>	: Kadar air yang terkandung dalam tanah, menjadi indikator penting dalam irigasi otomatis.
<i>ADC (Analog-to-Digital Converter)</i>	: Komponen yang mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital untuk diproses oleh mikrokontroler.
<i>PWM (Pulse Width Modulation)</i>	: Metode pengendalian sinyal digital untuk mengatur daya atau kecepatan perangkat elektronik.
<i>Virtual Gauge</i>	: Antarmuka visual seperti di aplikasi Blynk, menampilkan data real-time dari perangkat sensor.
<i>Smart Farming</i>	: Pendekatan modern dalam pertanian yang memanfaatkan IoT, big data, dan kecerdasan buatan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan.
<i>Relay</i>	: Komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar untuk mengontrol perangkat berdaya tinggi.
<i>Rule-Based System</i>	: Pendekatan berbasis aturan untuk menentukan keputusan berdasarkan kondisi input tertentu.
<i>MATLAB</i>	: Software untuk simulasi dan analisis data, digunakan dalam penelitian untuk menguji algoritma Fuzzy Sugeno.

<i>Deep Sleep Mode</i>	: Mode operasi mikrokontroler untuk mengurangi konsumsi daya, sering digunakan dalam aplikasi IoT berbasis baterai.
<i>Cloud-Based Monitoring</i>	: Sistem pemantauan berbasis cloud yang memungkinkan akses dan kontrol perangkat dari lokasi jarak jauh.
<i>Capacitive Sensor</i>	: Sensor kelembapan tanah yang mengukur perubahan kapasitansi berdasarkan kadar air tanah.
<i>Tensiometer</i>	: Sensor untuk mengukur tegangan air dalam tanah, memberikan indikasi kelembapan tanah.
<i>Precision Agriculture</i>	: Pendekatan dalam pertanian yang memanfaatkan data real-time untuk meningkatkan efisiensi input seperti air, pupuk, dan energi.
<i>Decision Support System (DSS)</i>	: Sistem berbasis data yang membantu pengambilan keputusan dalam konteks tertentu, seperti irigasi otomatis.
<i>Big Data Analytics</i>	: Analisis data dalam skala besar untuk memberikan wawasan yang lebih baik dalam manajemen pertanian.