

**SISTEM KONTROL LARUTAN NUTRISI TANAMAN
HIDROPONIK BERBASIS IOT DENGAN METODE
*INTERVAL TYPE-2 FUZZY LOGIC (IT2FL)***

SKRIPSI



Oleh :

MORTEKIANO NIGEL

NPM. 20081010134

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **SISTEM KONTROL LARUTAN NUTRISI TANAMAN
HIDROPONIK BERBASIS IOT DENGAN METODE
INTERVAL TYPE-2 FUZZY LOGIC (IT2FL)**

Oleh : **MORTEKIANO NIGEL**
NPM : **20081010134**

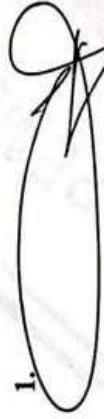
Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :


Hari Kamis, Tanggal 4 Juli 2024

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

1. 
Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT,
NIP. 19690723 202121 1 002

1. 
Yisti Vita Via, S.ST.M.Kom
NIP. 19860425 202121 2 001

2. 
Andreas Nugroho S., S.Kom., M.Kom
NPT. 211199 00 412271

Eirza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI
NIP. 19860523 202121 1 003

Menyetujui



Koordinator Program Studi

Informatika

Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T
NIP. 19681126 199403 2 001

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom
NIP. 19820211 202121 2 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI

Saya, mahasiswa Program Studi Sarjana Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mortekiano Nigel

NPM : 20081010134

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/Tugas Akhir yang saya kerjakan berjudul:

“Sistem Kontrol Larutan Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis IoT Dengan Metode *Interval Type -2 Fuzzy Logic (IT2FL)*”

bukan merupakan plagiasi sebagian atau keseluruhan dari Skripsi/Tugas Akhir/Penelitian orang lain dari juga bukan merupakan produk dan software yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini secara keseluruhan adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur maupun di Institut Pendidikan lain. Bukti hasil pengecekan plagiasi dokumen ini dapat ditelusuri melalui QR Code di bawah.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dokumen ini merupakan plagiasi karya orang lain, saya sanggup menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Surabaya, 18 Juli 2024

Hormat saya,



NPM. 20081010134

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan karena dengan anugerah-Nya, penulis berhasil menuntaskan laporan penelitian skripsi dengan judul “**Sistem Kontrol Larutan Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis IoT Dengan Metode Interval Type-2 Fuzzy Logic (IT2FL)**” sebagai penelitian pada skripsi penulis. Penelitian yang dilakukan menghasilkan *prototype* rancang bangun sistem untuk melakukan monitoring pH serta TDS dalam larutan nutrisi hidroponik serta implementasi sistem kontrol dalam mengupayakan pH serta TDS larutan nutrisi hidroponik ada pada kondisi optimal sesuai dengan tanaman yang dibudidayakan melalui sebuah aktuator pengontrol.

Penelitian ini bertujuan untuk meraih gelar Sarjana dalam Program Studi Informatika di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Laporan ini tentu memiliki ruang untuk pengembangan di masa mendatang. Oleh karenanya, penulis berharap adanya saran konstruktif untuk menyempurnakan penelitian dan laporan yang telah disusun. Terima kasih kepada semua pihak yang telah turut serta dalam mendukung penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dalam memperdalam pengetahuan mengenai bidang informatika, khususnya dalam sistem IoT.

Penelitian ini tidak hanya menunjukkan komitmen penulis dalam mengembangkan solusi teknologi yang inovatif untuk pertanian modern, tetapi juga menyoroti pentingnya integrasi teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam mengoptimalkan praktik hidroponik. Melalui implementasi sistem kontrol yang menggunakan metode *Interval Type-2 Fuzzy Logic (IT2FL)*, penelitian ini menghadirkan solusi yang dapat secara otomatis memantau dan mengatur pH serta TDS larutan nutrisi tanaman hidroponik. Hasil yang didapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pertanian modern. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut di masa depan, tetapi juga memberikan dampak positif bagi pengembangan teknologi pertanian berbasis IoT.

Surabaya, 4 Juli 2024

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Tuhan YME yang telah memberikan petunjuk ilahi sehingga saya berhasil menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan penuh dalam setiap langkah positif yang saya ambil. Juga kepada semua individu yang telah membantu kelancaran proses penelitian skripsi ini, saya menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada mereka yang terhormat :

1. Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT., sebagai Dosen Pembimbing Utama yang secara konsisten memberikan bimbingan berupa saran, panduan, dan kontribusi ide dalam perjalanan penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Andreas Nugroho S., S.Kom, M.Kom., sebagai Dosen Pembimbing Kedua yang terus memberikan support melalui koreksi, panduan, dan masukan yang berharga dalam perjalanan penyelesaian skripsi ini.
4. Almamater yang telah senantiasa menyediakan fasilitas bagi penulis sehingga penulis dapat mengasah kemampuan dalam bidang informatika dengan baik.
5. Seluruh teman seangkatan (2020) yang telah menjadi bagian dalam hidup saya untuk berproses bersama dalam dunia perkuliahan.
6. Mas Devan Cakra selaku kakak tingkat yang tak kenal lelah membimbing saya untuk dapat memahami dunia IoT terutama terkait topik yang saya angkat.
7. Mas Lilik serta seluruh staf OB FIK yang selalu mau berbagi tempat istirahatnya kepada kami untuk sekedar melepas penat.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa menyayangi dan memberikan balasan yang setimpal atas segala amal serta hal baik yang mereka lakukan .

Surabaya, 4 Juli 2024

Penulis

**SISTEM KONTROL LARUTAN NUTRISI TANAMAN HIDROPONIK
BERBASIS IOT DENGAN METODE INTERVAL TYPE-2 FUZZY LOGIC
(IT2FL)**

Nama Mahasiswa : Mortekiano Nigel

NPM : 20081010134

Program Studi : Informatika

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT.

Dosen Pembimbing 2 : Andreas Nugroho S., S.Kom, M.Kom.

Abstrak

Swasembada pangan adalah suatu cara konkrit yang tepat dalam pemenuhan kebutuhan pangan secara mandiri. Upaya swasembada pangan tersebut bisa dilakukan salah satunya dengan bercocok tanam secara hidroponik. Adapun pemilihan bercocok tanam secara hidroponik tersebut dipilih karena beberapa kelebihan yang dimilikinya seperti kebutuhan lahan yang tidak terlalu luas, cara bertanam hidroponik yang lebih praktis, serta keunggulan – keunggulan lainnya. Dalam pertanian hidroponik, terdapat larutan nutrisi sebagai sumber unsur hara pada tanaman yang perlu diawasi serta dikontrol secara berkala agar nutrisi pada tanaman tetap terjaga dalam kondisi yang optimal. *Internet of Things* (IoT) hadir sebagai pembaharu dalam dunia teknologi yang juga dapat membantu pengawasan serta pengontrolan larutan nutrisi agar dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien. Oleh karena itu, penulis melakukan sebuah penelitian tentang sebuah sistem untuk melakukan monitoring serta kontrol pada larutan nutrisi hidroponik dengan basis IoT serta mengimplementasikan metode *Interval Type-2 Fuzzy Logic* (IT2FL) di dalamnya untuk menunjang pengontrolan pH dan TDS larutan secara otomatis. Selain itu, sistem juga diintegrasikan dengan telegram untuk menunjang pengontrolan manual dari jarak yang jauh dan *real time*. RAD (*Rapid Application Development*) dipilih sebagai langkah kerja untuk membangun sistem pada penelitian ini. Sebagai hasil, sistem dapat melakukan monitoring dengan akurasi 97,03% untuk pH dan 97,82% untuk TDS serta dapat melakukan sistem kontrol, baik secara manual dengan *bot telegram* serta secara otomatis menggunakan metode *Interval Type-2 Fuzzy Logic*.

Kata Kunci: Monitoring, Kontrol, Hidroponik, IoT, IT2FL.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
SURAT ANTI PLAGIASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1. Latar Belakang.....	14
1.2. Rumusan Masalah.....	18
1.3. Tujuan.....	19
1.4. Manfaat.....	19
1.5. Batasan Masalah.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	22
2.1. Penelitian Terdahulu.....	22
2.2. <i>Total Dissolve Solid (TDS)</i>	26
2.3. Nutrisi A-B Mix.....	26
2.4. Derajat Keasaman (pH).....	27
2.5. pH-Up dan pH-Down.....	28
2.6. <i>Internet of Things (IoT)</i>	29
2.7. pH Sensor Kit.....	30
2.8. TDS Sensor.....	30
2.9. ESP32.....	31
2.10. <i>Relay</i>	31
2.11. <i>Solenoid Valve</i>	32
2.12. <i>Power Supply</i>	33

2.13. LCD I2C.....	33
2.14. <i>Stepdown Converter</i>	34
2.15. <i>Fuzzy Logic</i>	35
2.16. <i>Fuzzy Type-2</i>	36
2.17. Hidroponik Selada.....	41
2.18. <i>Mean Absolute Error</i>	42
BAB III METODOLOGI43	
3.1. <i>Requirements Planning</i>	43
3.1.1. Studi Literatur.....	44
3.1.2. Analisis Masalah.....	44
3.1.3. Analisis Solusi.....	45
3.1.4. Analisis Kebutuhan.....	45
3.1.5. Analisis Sistem.....	49
3.2. <i>User Design</i>	50
3.2.1. Perancangan <i>Software</i>	50
3.2.2. Perancangan <i>Hardware</i>	51
3.2.3. Perancangan Logika Fuzzy <i>Type-2</i>	52
3.2.4. Skenario Sistem.....	56
3.2.5. <i>Workflow</i> Sistem.....	60
3.3. <i>Construction</i>	62
3.4. <i>Cutover</i>	62
3.4.1. Uji Coba Sistem Monitoring.....	63
3.4.2. Uji Coba Sistem Kontrol.....	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN65	
4.1. Hasil Penelitian.....	65

4.1.1.	Implementasi Kode Konektivitas <i>Wi-fi</i>	66
4.1.2.	Implementasi Kode Konektivitas <i>Platform IoT</i>	66
4.1.3.	Implementasi Kode Konektivitas <i>Bot Telegram</i>	67
4.1.4.	Implementasi Kode Pembacaan Sensor pH.....	68
4.1.5.	Implementasi Kode Pembacaan Sensor TDS	69
4.1.6.	Implementasi Kode Terintegrasi Fitur <i>Bot Telegram</i>	70
4.1.7.	Implementasi Kode Metode Fuzzy Type-2.....	73
4.1.8.	Hasil Implementasi Kode <i>Software</i> Keseluruhan.....	74
4.1.9.	Hasil Implementasi Perancangan Hardware.....	75
4.2.	Pengujian Sistem	77
4.2.1.	Pengujian Kestabilan Monitoring.....	77
4.2.2.	Pengujian Monitoring Sistem.....	80
4.2.3.	Pengujian Kontrol Manual <i>Bot Telegram</i>	87
4.2.4.	Pengujian Kontrol Otomatis <i>Fuzzy Type-2</i>	92
4.3.	Demo Sistem Pada Pertanian Hidroponik	95
4.3.1.	Perjanjian Demo Sistem	95
4.3.2.	Demo Sistem	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		99
5.1.	Kesimpulan	99
5.2.	Saran	100
DAFTAR PUSTAKA		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Nutrisi AB Mix.....	27
Gambar 2.2 Derajat Keasaman (pH)	28
Gambar 2.3 Larutan pH-up dan pH-down.....	28
Gambar 2.4 Arsitektur Desain <i>Internet of Things</i>	29
Gambar 2.5 pH Sensor Kit	30
Gambar 2.6 TDS Sensor.....	31
Gambar 2.7 ESP32	31
Gambar 2.8 <i>Relay 4 Channel</i>	32
Gambar 2.9 <i>Solenoid Valve</i>	32
Gambar 2.10 <i>Power Supply</i>	33
Gambar 2.11 LCD I2C	34
Gambar 2.12 <i>Stepdown Converter</i>	34
Gambar 2.13 Fungsi Keangotaan <i>Fuzzy Type-2</i>	37
Gambar 2.14 Kurva Linier Naik.....	38
Gambar 2.15 Kurva Linier Turun.....	38
Gambar 2.16 Kurva Segitiga	39
Gambar 2.17 Kurva Trapesium	39
Gambar 2.18 Kurva Bahu.....	40
Gambar 2.19 Proses Kerja <i>Fuzzy Type-2</i>	40
Gambar 2.20 Hidroponik Selada	42
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian RAD	43
Gambar 3.2 Diagram perancangan hardware sistem	51
Gambar 3.3 <i>Workflow</i> Sistem.....	61
Gambar 4.1 Hasil Implementasi Kode Pada Software Sistem	75
Gambar 4.2 Hasil Perancangan Keseluruhan Hardware Sistem	76
Gambar 4.3 Pengujian Kesetabilan Menit Pertama	79
Gambar 4.4 Pengujian Kesetabilan Menit Ketiga	80
Gambar 4.5 Gambar Pengujian Monitoring Sistem	81
Gambar 4.6 Bukti Pengujian Monitoring pH.....	84
Gambar 4.7 Bukti Pengujian Monitoring TDS	87
Gambar 4.8 Memulai Bot Telegram HydroIoT	88

Gambar 4.9 Beranda Pengontrolan Bot Telegram HydroIoT	89
Gambar 4.10 Monitoring pH dan TDS Bot Telegram HydroIoT	89
Gambar 4.11 Menu TDS Buffer Up Bot Telegram HydroIoT	90
Gambar 4.12 Menu pH Buffer Down Bot Telegram HydroIoT	90
Gambar 4.13 Menu pH Buffer Up Bot Telegram HydroIoT	91
Gambar 4.14 Menu pH Buffer Down Bot Telegram HydroIoT	91
Gambar 4.15 Pengujian Sistem Kontrol Otomatis Fuzzy Type-2.....	92
Gambar 4.16 Hasil Debugging Kontrol Otomatis Fuzzy Type-2.....	93
Gambar 4.17 Informasi Aktuator Pada Sistem	94
Gambar 4.18 Pengamatan Kontrol Otomatis Fuzzy Type-2.....	94
Gambar 4.19 Pertanian Hidroponik Edukatif Keputih	95
Gambar 4.20 Pengisian Buku Tamu	96
Gambar 4.21 User Acceptance Test	97
Gambar 4.22 Proses Demo Sistem	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Literatur.....	23
Tabel 2.2 Perbandingan Metode Sistem Kontrol.....	24
Tabel 3.1 Analisis Kebutuhan <i>Hardware</i>	46
Tabel 3.2 Analisis Kebutuhan <i>Software</i>	49
Tabel 3.3 Skema Aktuator	54
Tabel 3.4 Skenario Otomatisasi Sistem.....	57
Tabel 3.5 Skenario Kontrol Sistem.....	59
Tabel 4.1 Pengujian Kestabilan Monitoring Sistem	77
Tabel 4.2 Pengujian Hasil Monitoring pH.....	81
Tabel 4.3 Pengujian Hasil Monitoring TDS	84

DAFTAR SOURCE CODE

<i>Source Code</i> 4.1 Program Terhubung Wi-fi.....	66
<i>Source Code</i> 4.2 Program Terhubung Platform IoT.....	67
<i>Source Code</i> 4.3 Program Terhubung Telegram.....	68
<i>Source Code</i> 4.4 Program Pembacaan Sensor pH.....	69
<i>Source Code</i> 4.5 Program Pembacaan Sensor TDS.....	69
<i>Source Code</i> 4.6 Program Integrasi Bot Telegram.....	70
<i>Source Code</i> 4.7 Program Fuzzy Type-2.....	73