

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**“Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT Dan
Teknologi LoRa Dengan Logika Fuzzy Untuk Meningkatkan
Efisiensi Penggunaan Air”**



Intelligentia - Dignitas

Oleh:

**MUHAMMAD WAHYU NUGROHOJATI
NIM: 1507521041**

**PROGRAM STUDI
D4 TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
TAHUN 2025**

HALAMAN JUDUL

**Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT Dan
Teknologi LoRa Dengan Logika Fuzzy Untuk Meningkatkan
Efisiensi Penggunaan Air**



Intelligentia - Dignitas

MUHAMMAD WAHYU NUGROHOJATI

1507521041

PROGRAM STUDI

D4 TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS IOT DAN
TEKNOLOGI LoRa DENGAN LOGIKA FUZZY UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR
Penyusun : Muhammad Wahyu Nugrohojati
NIM : 1507521041

Disetujui Oleh :

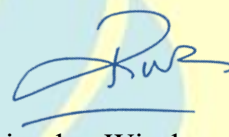
Pembimbing I,



Taryudi, Ph.D.

NIP: 198008062010121002

Pembimbing II,

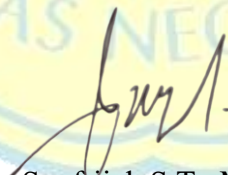


Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.

NIP. 196310011988111001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 1978603272001121001

Intelligentia - Dignitas

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

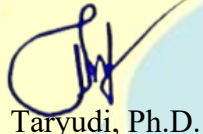
Judul : RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI OTOMATIS
BERBASIS IOT DAN TEKNOLOGI LoRa DENGAN LOGIKA
FUZZY UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI
PENGUNAAN AIR

Penyusun : Muhammad Wahyu Nugohojati

NIM : 1507521041

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Taryudi, Ph.D.
NIP. 198008062010121002

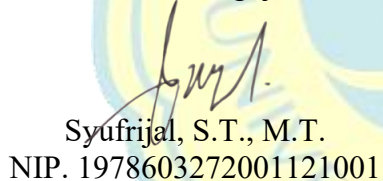
Pembimbing II,



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.
NIP. 196310011988111001

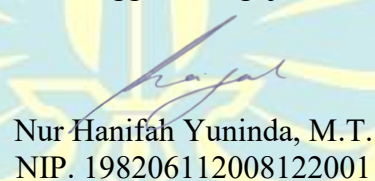
Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Penguji,



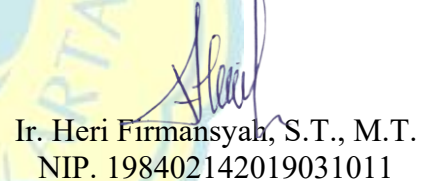
Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 1978603272001121001

Anggota Penguji I,



Nur Hanifah Yuninda, M.T.
NIP. 198206112008122001

Dosen Ahli,



Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 198402142019031011

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 1978603272001121001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN**

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 : Muhammad Wahyu Nugrohojati
NIM : 15075221041
Fakultas/Prodi : Teknik/D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : wn17032002@gmail.com

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

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

yang berjudul : **RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS IOT DAN TEKNOLOGI LoRa DENGAN LOGIKA FUZZY UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan 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.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 08 Agustus
2025

(Muhammad Wahyu Nugrohojati)

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah ajukan untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Jika ada kutipan atau bagian dari sumber lain, semuanya sudah saya cantumkan dengan jelas nama penulisnya dan telah saya tulis dalam pustaka.
3. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya siap menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta, termasuk pencabutan gelar yang telah saya peroleh.

Bogor, 28 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



M. Wahyu Nugrohojati

No. Req. 1507521041

Intelligentia - Dignitas

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul *"Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT dan Teknologi LoRa dengan Logika Fuzzy untuk Penggunaan Efisiensi Air"* ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Taryudi, Ph.D, selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M. ., selaku dosen pembimbing II, atas masukan dan koreksi yang sangat berarti dalam penyempurnaan penelitian ini.
3. Bapak/Ibu dosen di lingkungan Teknologi Rekayasa Otomasi yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan.
4. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral dan materiil tanpa henti.
5. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2021 atas kebersamaan, semangat, dan bantuannya selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
6. Seseorang yang sangat istimewa, seorang wanita yang selalu hadir memberi semangat, motivasi, dan dukungan moril di setiap proses yang penulis lalui. Terima kasih atas kesabaran dan pengertiannya selama masa sulit ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi sumbangsih positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi pertanian berbasis IoT.

Bogor, Juli 2025
Penulis

ABSTRAK

Pertanian merupakan sektor yang sangat bergantung pada ketersediaan air, namun sistem irigasi konvensional sering kali tidak efisien karena penyiraman dilakukan secara manual tanpa mempertimbangkan kondisi tanah secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan teknologi komunikasi LoRa dan pengambilan keputusan menggunakan logika fuzzy Mamdani. Sistem ini memanfaatkan tiga parameter utama sebagai input: kelembapan tanah, intensitas hujan, dan waktu operasional yang dibatasi menggunakan modul RTC DS3231. Data dari sensor dikirim melalui modul LoRa ke pusat pengolahan yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Keputusan penyiraman dihasilkan berdasarkan kombinasi nilai fuzzy, kemudian mengaktifkan aktuator solenoid valve dan pompa air sesuai kebutuhan. Pengujian dilakukan pada lahan pertanian skala kecil hingga menengah, dan menunjukkan bahwa sistem mampu menghemat penggunaan air sebesar 35,42% dibandingkan metode konvensional. Sensor kelembapan tanah memiliki rata-rata kesalahan pembacaan sebesar $\pm 2,31\%$, sedangkan sensor hujan menunjukkan akurasi sebesar 93,75%. Sistem fuzzy logic yang diterapkan mampu mengambil keputusan penyiraman dan drainase dengan tingkat kecocokan 91,67% terhadap penilaian manual. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara adaptif, mandiri, dan relevan diterapkan pada kondisi pertanian tropis di Indonesia.

Kata Kunci: IoT, Irigasi Otomatis, LoRa, Fuzzy Mamdani, RTC DS3231, Kelembapan Tanah

Intelligentia - Dignitas

ABSTRACT

Agriculture is a sector highly dependent on water availability, yet conventional irrigation systems are often inefficient because watering is carried out manually without taking real-time soil conditions into account. This research aims to design and develop an automatic irrigation system based on the Internet of Things (IoT) using LoRa communication technology and decision-making via Mamdani fuzzy logic. The system uses three main input parameters: soil moisture, rainfall intensity, and operational time, which is limited using the RTC DS3231 module. Data from the sensors are transmitted through the LoRa module to a central processing unit controlled by an ESP32 microcontroller. Watering decisions are generated based on a combination of fuzzy values, which are then used to activate the solenoid valve and water pump as needed. Testing was conducted on small- to medium-scale agricultural land and showed that the system was able to save 35.42% of water usage compared to conventional methods. The soil moisture sensor had an average reading error of $\pm 2.31\%$, while the rain sensor showed an accuracy rate of 93.75%. The implemented fuzzy logic system was able to make irrigation and drainage decisions with a suitability rate of 91.67% compared to manual assessments. These results indicate that the system operates adaptively, autonomously, and is relevant for application in tropical agricultural conditions in Indonesia.

Keywords: IoT, Automatic Irrigation, LoRa, Fuzzy Mamdani, RTC DS3231, Soil Moisture

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Rancang Bangun	6
2.1.2 Irigasi Otomatis.....	7
2.1.3 LoRa (Long Range).....	8
2.1.4 Internet Of Things.....	9
2.1.5 Fuzzy Logic.....	10
2.1.6 Soil Moisture Sensor.....	14
2.1.7 Sensor RTC DS3231	15
2.1.8 Sensor Raindrop	16
2.1.9 ESP 32.....	17
2.1.10 Arduino Uno	18

2.1.11 Relay	19
2.1.12 Solar Charge Controller	20
2.1.13 Solar Panel	22
2.1.14 Batterai AKI 12V	23
2.1.15 Pompa Dorong	24
2.1.16 Firebase	25
2.1.17 Arduino IDE.....	27
2.1.18 Kodular.....	28
2.1.19 Eagle.....	29
2.1.20 Fritzing	31
2.1.21 Sketchup.....	32
2.1.22 MATLAB	33
2.2 Penelitian yang Relevan.....	34
2.3 Produk Yang Dikembangkan	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	38
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.2 Metode Penelitian.....	38
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	40
3.3.1 Perangkat Keras	40
3.3.2 Perangkat Lunak.....	42
3.4 Rancangan Metode Pengembangan	43
3.4.1 Rancangan Penelitian	44
3.4.2 Gambar Pelaksanaan Project.....	45
3.4.3 Prosedur Penggunaan <i>Project Sistem</i>	47
3.4.4 Diagram Alur Sistem.....	48
3.4.5 Blok Diagram Penelitian.....	48
3.4.6 Flowchart Sistem.....	49
3.4.7 Flowchart Fuzzy Logic	51
3.4.8 Blok Diagram Fuzzy	52
3.4.9 Rancangan Desain Alat.....	53
3.5 Instrumen Pengujian.....	55
3.5.1 Pengujian Perangkat Keras.....	55

3.5.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	57
3.5.3 Pengujian Fuzzy Logic dengan MATLAB	57
3.6 Pengujian Penggunaan Air	59
3.7 Teknik Pengumpulan Data	59
3.8 Teknik Analisis Data.....	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	61
4.1.1 Deskripsi Penelitian	61
4.1.2 Proses Pembuatan.....	62
4.2 Analisis Hasil Pengujian	62
4.2.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras	63
4.2.2 Hasil Pengujian Perangkat Lunak	74
4.2.3 Hasil Pengujian Efisiensi Penggunaan Air.....	76
4.2.4 Hasil Pengujian Alat.....	77
4.2.5 Hasil Pengujian Fuzzy Logic di Matlab	78
4.3 Kelebihan dan Kekurangan	85
4.3.1 Kelebihan Alat	85
4.3.2 Kekurangan Alat	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran.....	88
Daftar Pustaka	90
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	94
BIOGRAFI PENULIS	103

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Yang Relevan.....	35
Tabel 3. 1 Perangkat Keras	40
Tabel 3. 2 Perangkat Lunak	43
Tabel 3. 3 Table Komponen Pada Arduino UNO	45
Tabel 3. 4 Komponen ESP32	46
Tabel 3. 5 Tabel Pengujian Data Sensor Ke Firebase.....	57
Tabel 3. 6 Tabel Pengujian Tampilan Kodular di <i>Smarthphone</i>	57
Tabel 3. 7 Tabel Variabel <i>Input dan Output</i>	58
Tabel 3. 8 Rules Fuzzy Logic	58
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture	63
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Raindrop	65
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian LoRa SX1278	68
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Panel Surya	70
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Relay	73
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Data Sensor Ke Firebase.....	74
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Tampilan Dashboard Kodular	75
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Efisiensi Penggunaan Air	76
Tabel 4. 9 Variabel Input dan Output.....	79
Tabel 4. 10 <i>Rules Fuzzy Logic</i>	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Irigasi Otomatis	7
Gambar 2. 2 LoRa	8
Gambar 2. 3 Soil Moisture	14
Gambar 2. 4 Sensor RTC DS3231	15
Gambar 2. 5 Sensor Raindrop	16
Gambar 2. 6 ESP 32	17
Gambar 2. 7 Arduino Uno	18
Gambar 2. 8 Relay	19
Gambar 2. 9 Solar Charge Controller	20
Gambar 2. 10 Solar Panel	22
Gambar 2. 11 Batterai AKI 12V	23
Gambar 2. 12 Pompa Dorong	24
Gambar 2. 13 Logo Firebase	25
Gambar 2. 14 Logo Arduino IDE	27
Gambar 2. 15 Logo Kodular	28
Gambar 2. 16 Logo Eagle	29
Gambar 2. 17 Logo Fritzing	31
Gambar 2. 18 Logo Skeetchup	32
Gambar 2. 19 Logo Matlab	33
Gambar 3. 1 Metode Model Waterfall	38
Gambar 3. 2 Rancangan Fritzing Arduino UNO	45
Gambar 3. 3 ESP32	46
Gambar 3. 4 Blok Diagram Penelitian	48
Gambar 3. 5 Blok Diagram Penelitian	49
Gambar 3. 6 Flowchart Sistem	50
Gambar 3. 7 Flowchart <i>Fuzzy Logic</i>	51
Gambar 3. 8 Blok Diagram <i>Fuzzy</i>	53
Gambar 3. 9 Desain Alat Tampak Atas	53
Gambar 3. 10 Desain Alat Tampak Bawah	54
Gambar 3. 11 Desain Alat Tampak Samping Kiri	54
Gambar 3. 12 Desain Alat Tampak Samping Kanan	54
Gambar 4. 1 Diagram Pengujian Sensor Soil Moisture	64
Gambar 4. 2 Pengujian Sensor Raindrop	66
Gambar 4. 3 Pengujian LoRa SX1278	69
Gambar 4. 4 Output USB Panel Surya	71
Gambar 4. 5 Output Tegangan DC Panel Surya	71
Gambar 4. 6 Diagram Pengujian Relay	73
Gambar 4. 7 Pengujian Penggunaan Air Sumber: Dokumentasi Pribadi	77
Gambar 4. 8 <i>Membership Function Fuzzy Logic</i>	79
Gambar 4. 9 Variabel Input Soil Moisture	80
Gambar 4. 10 Variabel Input Raindrop	81

Gambar 4. 11 Variabel Output Penyiraman.....	82
Gambar 4. 12 Variabel Output Drainase.....	83
Gambar 4. 13 <i>Variabel Output Fuzzy Logic</i>	84
Gambar 4. 14 Diagram <i>Surface Fuzzy Logic</i>	85



Intelligentia - Dignitas