

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL AIR IRIGASI
MENGUNAKAN PROTOKOL MODBUS RTU DAN TEKNOLOGI
IOT PADA HMI***



Intelligentia - Dignitas

Muhammad Faridz Darmawan

1507521030

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

HALAMAN JUDUL
PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL AIR IRIGASI
MENGGUNAKAN PROTOKOL MODBUS RTU DAN TEKNOLOGI
IOT PADA HMI



Intelligentia - Dignitas

Muhammad Faridz Darmawan

1507521030

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : *PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL AIR
IRIGASI MENGGUNAKAN PROTOKOL MODBUS RTU DAN
TEKNOLOGI IOT PADA HMI*

Penyusun : Muhammad Faridz Darmawan

NIM : 1507521030

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Nur Hanifah Yuninda, M.T
NIP. 198206112008122001

Pembimbing II,



Taryudi, Ph.D
NIP. 198008062010121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Intelligent Dignitas

Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 1978603272001121001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : *PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN KONTROL AIR
IRIGASI MENGGUNAKAN PROTOKOL MODBUS RTU DAN
TEKNOLOGI IOT PADA HMI*

Penyusun : Muhammad Faridz Darmawan

NIM : 1507521030

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Nur Hanifah Yuninda, M.T.

NIP. 198206112008122001

Pembimbing II,



Taryudi, Ph.D.

NIP. 198008062010121002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Penguji,



Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197203301995121001

Anggota Penguji I,



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.

NIP. 196310011988111001

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

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.

Jakarta, 21 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Faridz Darmawan

No. Reg. 1507521030

Intelligentia - Dignitas



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Muhammad Faridz Darmawan
NIM : 15075221030
Fakultas/Prodi : Teknik/Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : faridzdarmawan01@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 :

Prototype Sistem Monitoring dan Kontrol Air Irigasi Menggunakan Protokol Modbus RTU
Dan Teknologi IoT Pada HMI

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
Penulis,

(Muhammad Faridz Darmawan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Prototype Sistem Monitoring Dan Kontrol Air Irigasi Menggunakan Protokol Modbus RTU Dan Teknologi IoT Pada HMI”* ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. 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.
2. 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.
3. Bapak Taryudi. Ph.D., 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.
4. Orang tua tercinta Abi dan Ummy, atas kasih sayang, doa, dan motivasi tiada henti. Tanpa dukungan finansial, semangat, dan kepercayaan sepenuhnya yang diberikan, penulis tidak akan mampu menuntaskan studi ini.
5. A Dhani, Teh Yusi, Teh Yuyu dan rekan-rekan PT. Kei Cipta Mandiri, atas segala ilmu, bimbingan, dan dukungan yang telah diberikan selama ini. Tanpa kesabaran kakak dalam mengajari, menyediakan fasilitas, serta motivasi yang tidak pernah putus, penulis tidak akan mampu menyelesaikan tugas dan proses belajar ini dengan baik.

6. Rekan-rekan seangkatan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah bersama-sama berjuang, berdiskusi, dan berbagi ilmu sehingga suasana belajar menjadi lebih menyenangkan dan produktif.

Jakarta, 21 Juli 2025

Muhammad Faridz Darmawan



Intelligentia - Dignitas

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji prototipe sistem *monitoring* dan kontrol ketinggian air irigasi menggunakan protokol Modbus RTU dan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan Human Machine Interface (HMI). Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air sungai dan saluran irigasi secara *real-time*, dengan data diolah oleh mikrokontroler ESP32 menggunakan logika *fuzzy* untuk mengendalikan pintu air secara otomatis melalui motor DC. Data ketinggian air dan status pintu air dikirim ke HMI Haiwell melalui komunikasi Modbus RTU untuk pemantauan jarak jauh. Pengujian dilakukan pada maket laboratorium, menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi ketinggian air dengan akurasi rata-rata 97,92% (sensor 1) dan 98,90% (sensor 2), serta mengatur pintu air secara otomatis sesuai kondisi air (rendah, normal, tinggi). Sistem ini berhasil mengelola distribusi air dan mencegah *overload* dengan menutup pintu air saat ketinggian melebihi batas, meskipun akurasi sensor sedikit dipengaruhi oleh percikan air. Penelitian ini memberikan solusi efisien untuk otomatisasi irigasi, mengurangi ketergantungan pada pengoperasian manual, dan mendukung pengelolaan air yang lebih akurat dan responsif.

Kata Kunci: Sistem *Monitoring*, Kontrol Irigasi, Modbus RTU, *Internet of Things* (IoT), Logika *Fuzzy*, HMI, Sensor Ultrasonik, ESP32, Otomatisasi

Intelligentia - Dignitas

ABSTRACT

This study aims to design, develop, and test a prototype of an irrigation water level monitoring and control system using the Modbus RTU protocol and Internet of Things (IoT) technology integrated with a Human Machine Interface (HMI). The system employs ultrasonic sensors to monitor river and irrigation channel water levels in real-time, with data processed by an ESP32 microcontroller using fuzzy logic to automatically control water gates via DC motors. Water level data and gate status are transmitted to the Haiwell HMI through Modbus RTU communication for remote monitoring. Testing conducted on a laboratory-scale mockup demonstrated that the system can detect water levels with an average accuracy of 97.92% (sensor 1) and 98.90% (sensor 2), and automatically adjust water gates based on water conditions (low, normal, high). The system effectively manages water distribution and prevents overflow by closing gates when water levels exceed the threshold, although sensor accuracy is slightly affected by water splashes. This research provides an efficient solution for irrigation automation, reducing reliance on manual operations and supporting more accurate and responsive water management.

Keywords: Monitoring System, Irrigation Control, Modbus RTU, Internet of Things (IoT), Fuzzy Logic, HMI, Ultrasonic Sensor, ESP32, Automation

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kerangka Teoritik.....	7
2.1.1 <i>Prototype</i>	7
2.1.2 <i>Sistem Monitoring dan Kontrol</i>	8
2.1.3 <i>Air Irigasi</i>	8
2.1.4 <i>Protokol Komunikasi Modbus RTU</i>	10
2.1.5 <i>Internet of Things (IoT)</i>	10

2.1.6	<i>Human Machine Interface (HMI)</i>	11
2.1.7	<i>Fuzzy Logic</i>	12
2.1.8	<i>Power Supply</i>	19
2.1.9	Mikrokontroler	20
2.1.10	TTL to RS485	22
2.1.11	Sensor Ultrasonik	23
2.1.12	Modul L298N	24
2.1.13	Motor DC	26
2.1.14	Pompa Air DC	27
2.1.15	Relay	28
2.1.16	<i>Print Circuit Board</i>	29
2.1.17	<i>Gear</i>	30
2.1.18	Box Panel	30
2.1.19	Arduino IDE	31
2.1.20	Haiwell	32
2.1.21	Modbus Poll	33
2.1.22	<i>Autodesk Eagle</i>	34
2.1.23	Matlab	35
2.1.24	<i>Sketchup</i>	36
2.2	Penelitian Relevan	37
2.3	Kerangka Berfikir	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.2	Metode Penelitian	39
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	42
3.3.1	Sistem laptop yang digunakan dalam penelitian ini adalah :	42

3.3.2	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) yang digunakan :	43
3.3.3	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	44
3.4	Perancangan Sistem	45
3.4.1	<i>Flowchart</i> Sistem	45
3.4.2	<i>Flowchart Fuzzy</i>	46
3.4.3	Diagram Alir Penelitian	46
3.4.4	Diagram Blok Sistem	47
3.4.5	Diagram Blok <i>Fuzzy</i>	48
3.4.6	Pengujian <i>Fuzzy</i> pada Matlab.....	49
3.4.7	Pengalamatan	51
3.4.8	<i>Schematic</i>	52
3.4.9	Desain Alat.....	54
3.5	Teknik Pengumpulan Data	56
3.6	Teknik Analisis Data	57
3.7	Uji Coba Sistem.....	58
3.7.1	Pengujian Sensor Ultrasonik.....	58
3.7.2	Pengujian Sistem.....	59
3.7.3	Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> di Matlab.....	60
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		61
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	61
4.1.1	Hasil Alat	61
4.1.2	Prinsip Kerja Alat.....	63
4.1.3	Langkah Kerja Alat	64
4.2	Analisis Data Penelitian.....	64
4.2.1	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.....	65
4.2.2	Hasil Pengujian Sistem	67

4.2.3 Hasil pengujian <i>Fuzzy Logic</i> di Matlab.....	67
4.3 Pembahasan	77
4.3.1 Kelebihan Alat	78
4.3.2 Kekurangan Alat	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	86
BIOGRAFI PENULIS	98



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi HMI.....	12
Tabel 2. 2 Spesifikasi Power Supply.....	20
Tabel 2. 3 Spesifikasi ESP32	21
Tabel 2. 4 GPIO ESP32.....	21
Tabel 2. 5 Spesifikasi RS485 to TTL	23
Tabel 2. 6 Spesifikasi Ultrasonik	24
Tabel 2. 7 Spesifikasi Modul L298N	25
Tabel 2. 8 Spesifikasi Motor DC.....	27
Tabel 2. 9 Spesifikasi Pump DC	28
Tabel 2. 10 Spesifikasi Relay	29
Tabel 2. 11 Spesifikasi PCB.....	29
Tabel 3. 1 Fungsi keanggotaan input fuzzy.....	49
Tabel 3. 2 Fungsi Keanggotaan Output Fuzzy	50
Tabel 3. 3 Rules Aturan Fuzzy	50
Tabel 3. 4 Pengalamatan GPIO ESP32	51
Tabel 3. 5 Pengujian Sensor Ultrasonik 1	59
Tabel 3. 6 Pengujian Sensor Ultrasonik 2	59
Tabel 3. 7 Pengujian Sistem.....	60
Tabel 3. 8 Himpunan Fuzzy	60
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik 1	66
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik 2.....	66
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem.....	67
Tabel 4. 4 Variabel Input Fuzzy	69
Tabel 4. 5 Variabel Output Fuzzy.....	69
Tabel 4. 6 Pembentukan Rules Fuzzy Logic.....	75
Tabel 1 Dokumentasi Pengujian Sensor Ultrasonik 1.....	86
Tabel 2 Dokumentasi Pengujian Sensor Ultrasonik 2.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Ikstisar	9
Gambar 2. 2 Tampilan HMI Haiwell	12
Gambar 2. 3 Kurva Triangular	14
Gambar 2. 4 Power Supply	20
Gambar 2. 5 ESP32 Devkit V1	22
Gambar 2. 6 RS485 to TTL.....	23
Gambar 2. 7 Ultrasonik HC-SR04	24
Gambar 2. 8 Modul L298N.....	25
Gambar 2. 9 Motor DC	26
Gambar 2. 10 Pump DC.....	27
Gambar 2. 11 Relay.....	28
Gambar 2. 12 PCB	29
Gambar 2. 13 Gear Plastik	30
Gambar 2. 14 Box Panel	31
Gambar 2. 15 Arduino IDE	32
Gambar 2. 16 Haiwell Scada.....	33
Gambar 2. 17 Modbus Poll	34
Gambar 2. 18 Autodesk Eagle.....	35
Gambar 2. 19 Matlab.....	36
Gambar 2. 20 Sketchup.....	37
Gambar 3. 1 Flowchart Sistem.....	45
Gambar 3. 2 Flowchart Fuzzy.....	46
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian.....	47
Gambar 3. 4 Blok Diagram Sistem	48
Gambar 3. 5 Diagram Blok Fuzzy	49
Gambar 3. 6 Schematic GPIO ESP32.....	52
Gambar 3. 7 Schematic Modul Relay	52
Gambar 3. 8 Schematic I/O IC 74HC165N	53
Gambar 3. 9 Schematic Input dan Output Sensor	53
Gambar 3. 10 Schematic Input dan Output Supply.....	54
Gambar 3. 11 Desain Maket Tampak Samping.....	54
Gambar 3. 12 Desain Maket Tampak Depan	55

Gambar 3. 13 Desain Maket Tampak Belakang.....	55
Gambar 3. 14 Desain Maket Tampak Atas Bagian Depan.....	55
Gambar 3. 15 Desain Maket Tampak Atas Bagian Belakang	56
Gambar 4. 1 Alat Tampak Luar.....	62
Gambar 4. 2 Alat Tampak Dalam.....	62
Gambar 4. 3 Bentuk Prototype.....	63
Gambar 4. 4 Membership Function Fuzzy.....	69
Gambar 4. 5 Variabel Input Ketinggian Air Sungai	70
Gambar 4. 6 Variabel Input Ketinggian Air Irigasi	71
Gambar 4. 7 Output Pintu Air Sungai	73
Gambar 4. 8 Output Pintu Irigasi	73
Gambar 4. 9 Output Pintu Air Pembuangan.....	74
Gambar 4. 10 Simulasi Kontrol	76
Gambar 4. 11 Control Surface Fuzzy Logic	77
Gambar 1 Tampilan Utama HMI	90
Gambar 2 Tampilan Data Logger.....	90
Gambar 3 Tampilan Status Pintu.....	91
Gambar 4 Test Kebocoran Prototype	92
Gambar 5 Pembuatan Bentuk Prototype.....	92
Gambar 6 Pemasangan Komponen.....	93
Gambar 7 Pemasangan Kabel	93
Gambar 8 Pembuatan PCB.....	94
Gambar 9 Hasil Pembuatan PCB	94
Gambar 10 Program Alat	95
Gambar 11 Hasil Prototype	96
Gambar 12 Tampak Dalam Panel dan Monitoring.....	96
Gambar 13 Tampak Luar Panel dan Monitoring.....	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian Sensor Ultrasonik 1	86
Lampiran 2 Dokumentasi Pengujian Sensor Ultrasonik 2	88
Lampiran 3 Dokumentasi tampilan HMI	90
Lampiran 4 Dokumentasi Pengerjaan Alat	92
Lampiran 5 Dokumentasi Hasil Alat.....	96



Intelligentia - Dignitas