



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Sprinkler Irrigation System pada Masa Tanam Budidaya Tanaman
Pakcoy Terintegrasi IoT

TUGAS AKHIR

Arya Aziz Rahmadhitya
1903321011

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Sistem Kontrol pada *Sprinkler Irrigation System* Menggunakan
Metode Logika Fuzzy Mamdani**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**Arya Aziz Rahmadhitya
1903321011**

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arya Aziz Rahmadhitya

NIM : 1903321011

Tanda Tangan :

Tanggal : 9, Agustus 2022



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Arya Aziz Rahmadhitya
NIM : 1903321011
Program Studi : D3 Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : *Sprinkler Irrigation System* Pada Masa
Tanam Budidaya Tanaman Pakcoy
Terintegrasi IoT
Sub Judul Tugas Akhir : Sistem Kontrol pada Sprinkler Irrigation
System Menggunakan Metode Logika
Fuzzy Mamdani

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Agustus 2022 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing 1 : (Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng.
NIP. 199302232019032027)

()

Depok, 18 Agustus 2022

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.

NIP 196305031991032001



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, maka tugas akhir dengan judul “Sistem Kontrol pada Sprinkler Irrigation System Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan laporan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan ilmu pengetahuan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Sri Danaryani, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Bapak Nuralam, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Elektronika Industri;
3. Ibu Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini;
5. Abdullah Azzam dan Raudhatul Fathya sebagai teman kelompok yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir;
6. Teman-teman penulis di lingkungan perkuliahan dan teman-teman di discord terutama David yang telah memberikan dukungan semangat, moral, serta doa sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan;

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

Tangerang Selatan, Agustus 2022

Penulis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

“Sistem Kontrol pada *Sprinkler Irrigation System* Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani”

ABSTRAK

Irigasi sprinkler adalah suatu metode penyaluran air di atas lahan yang akan diairi dengan cara menyemprotkan air ke udara dan kemudian jatuh ke tanah. Metode ini berupaya untuk mengoptimalkan cakupan kebutuhan air di bidang pertanian. Pada penelitian ini dibuat sprinkler irrigation sistem dengan menggunakan metode logika fuzzy mamdani sebagai kontrol durasi penyiraman tanaman. Durasi penyiraman diatur dalam logika fuzzy mamdani berdasarkan dua variable input yaitu nilai suhu dan kelembaban tanah yang didapat dari sensor suhu DS18B20 dan sensor kelembaban tanah HD-38. Nilai suhu dan kelembaban tanah yang didapat akan diproses pada logika fuzzy mamdani untuk menentukan variable output berupa durasi penyiraman dalam satuan detik. Berdasarkan dari hasil pengujian, sistem kontrol logika fuzzy mamdani dapat diimplementasikan sebagai sistem kontrol penyiraman otomatis pada media tanam tanaman sawi pakcoy dan dapat mempertahankan kebutuhan airnya. Durasi penyiraman dari hasil perhitungan logika fuzzy pada sistem juga dibandingkan dengan hasil pada simulasi dengan software Matlab dan mendapati nilai error rata-rata sebesar 0.4%. pada perbandingan respon tanaman yang menerapkan sprinkler irrigation otomatis dan manual didapatkan data hasil tinggi tanaman memiliki selisih sebesar 0.637cm dan jumlah daun dengan selisih 1 daun. Berdasarkan dari hasil selisih tersebut didapatkan kesimpulan berupa, tanaman yang menerapkan sprinkler irrigation otomatis memiliki pertumbuhan yang lebih sedikit unggul dibanding respon tanaman yang menerapkan penerapan penyiraman manual.

Keywords: *Sprinkler Irrigation System, Tanaman sawi pakcoy, logika fuzzy mamdani, Matlab*



“Control System on Sprinkler Irrigation System Using Mamdani's Fuzzy Logic Method”

ABSTRACT

Sprinkler irrigation is a method of distributing water over land to be irrigated by spraying water into the air and then falling to the ground. This method seeks to optimize the coverage of water needs in agriculture. In this research, a sprinkler irrigation system was made using the Mamdani fuzzy logic method as a control over the duration of watering plants. Watering duration is set in Mamdani fuzzy logic based on two input variables, that is the temperature and soil moisture values obtained from the DS18B20 temperature sensor and the HD-38 soil moisture sensor. The temperature and soil moisture values obtained will be processed in Mamdani fuzzy logic to determine the output variable in the form of watering duration in seconds. Based on the test results, the mamdani fuzzy logic control system can be implemented as an automatic watering control system for the planting medium of bok choy and can keep up its water needs. The duration of watering from the results of fuzzy logic calculations on the system was also compared with the results in the simulation with Matlab software and found an average error value of 0.4%. On the comparison of plant responses that apply automatic sprinkler irrigation and manual, it was found that the plant height yield data had a difference of 0.637cm and the number of leaves with a difference of one leaf. Based on the results of the difference, it was concluded that plants that applied automatic sprinkler irrigation had better growth than the response of plants that applied manual watering.

Keywords: *Sprinkler Irrigation System, Bok Choy Plant, mamdani fuzzy logic, Matlab*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPEL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sprinkler Irrigation System	4
2.2 Tanaman Sawi Pakcoy	4
2.3 Mikrokontroler atmega 328p.....	5
2.4 Sensor Kelembaban Tanah.....	7
2.5 Sensor Suhu DS18b20.....	8
2.6 Pompa Air DC	8
2.7 Mosfet.....	9
2.8 Logika Fuzzy	10



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8.1.	Metode Fuzzy Mamdani	11
2.8.2.	Fungsi Keanggotaan (<i>membership function</i>)	12
2.8.3.	Fuzifikasi.....	14
2.8.4.	Basis Pengetahuan.....	15
2.8.5.	Logika Pengambilan Keputusan	15
2.8.6.	Defuzifikasi.....	16
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		17
3.1	Perancangan Alat.....	17
3.1.1	Perancangan Sistem	17
3.1.2	Perancangan Program Sistem.....	25
3.2	Realisasi Alat.....	26
3.2.1	Kontrol Logika Fuzzy	26
3.2.2	Pembuatan Membership Function.....	27
3.2.3	Pembuatan basis Pengetahuan (Rule base)	29
3.2.4	Pengujian Simulasi Rules Fuzzy	31
3.2.5	Realisasi Program Logika Fuzzy	33
BAB IV PEMBAHASAN.....		35
4.1	Pengujian Kontrol Logika Fuzzy.....	35
4.1.1	Deskripsi Pengujian	35
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	36
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	36
4.1.4	Analisa Data Pengujian	37
4.2	Pengujian Akurasi Hasil Data Proses Fuzzy	45
4.2.1	Deskripsi Pengujian	45
4.2.2	Prosedur Pengujian.....	46
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	47

4.2.4	Analisa Data Pengujian	48
4.3	Perbandingan Respon Tanaman dengan Menerapkan <i>Sprinkler Irrigation System</i>	48
4.3.1	Deskripsi Pengujian	48
4.3.2	Prosedur Pengujian.....	49
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	50
4.3.4	Analisa Data Pengujian	51
4.4	Perbandingan Penggunaan Air Pada <i>Sprinkler Irrigation System</i>	52
4.4.1	Deskripsi Pengujian	52
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	53
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	54
4.4.4	Analisa Data Pengujian.....	54
BAB V PENUTUP.....		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		L-1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sprinkle Irrigation System	4
Gambar 2.2 Sawi pakcoy	5
Gambar 2.3 Konfigurasi Pin Arduino Nano	6
Gambar 2.4 Sensor Kelembaban Tanah HD-38.....	7
Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20	8
Gambar 2.6 Pompa Air DC 12 V	9
Gambar 2.7 Modul Mosfet IRF520.....	10
Gambar 2.8 Konfigurasi Dasar Logika Fuzzy	11
Gambar 2.9 Kurva Linear Naik.....	12
Gambar 2.10 Kurva Linear Turun.....	13
Gambar 2.11 Kurva Segitiga.....	13
Gambar 2.12 Kurva Trapesium.....	14
Gambar 2.13 Matriks aturan kontrol fuzzy MacVicar Whelan.....	15
Gambar 3.1 Tampilan <i>user interface</i> Matlab 2015.....	21
Gambar 3.2 Blok Diagram Sub Sistem.....	21
Gambar 3.3 <i>Flowchart Transmitter</i>	23
Gambar 3.4 <i>Flowchart Receiver</i>	23
Gambar 3.5 Flowchart Kontrol Logika Fuzzy	24
Gambar 3.6 Wiring Diagram Panel Satu.....	25
Gambar 3.7 Wiring Diagram Panel dua	25
Gambar 3.8 <i>Membership Function</i> dari <i>input variable</i> suhu	27
Gambar 3.9 <i>Membership Function</i> dari <i>input variable</i> kelembaban	28
Gambar 3.10 <i>Membership Function</i> dari output	29
Gambar 3.11 Rule base fuzzy pada software Matlab.....	30
Gambar 3.12 Rule viewer pada software Matlab.....	32
Gambar 3.13 Surface viewer pada software Matlab	33
Gambar 3. 14 Pembentukan Variable Input dan Output	34
Gambar 3.15 Pembentukan <i>Membership Function</i>	34
Gambar 4.1 Derajat keanggotaan suhu.....	38
Gambar 4.2 Derajat keanggotaan Kelembaban.....	40
Gambar 4.3 Daerah Hasil Komposisi.....	43
Gambar 4.4 Komposisi dengan Luas dan Momen	44

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino nano	6
Tabel 2.2 Spesifikasi High Preasure Water Pump	9
Tabel 2.3 Spesifikasi Modul Mosfet IRF520	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Modul/Komponen.....	19
Tabel 3.2 Spesifikasi Arduino IDE	20
Tabel 3.3 Rule Base Fuzzy.....	30
Tabel 4.1 Daftar Alat dan Bahan pada Pengujian kontrol logika fuzzy.....	35
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kontrol Logika Fuzzy.....	36
Tabel 4.3 Daftar Alat dan Bahan pada Pengujian Akurasi Hasil Data Proses Fuzzy	45
Tabel 4.4 Perbandingan hasil simulasi dan aktual	47
Tabel 4.5 Daftar Alat dan Bahan pada Pengujian Perbandingan Respon Tanaman dengan Menerapkan Sprinkler Irrigation System.	49
Tabel 4.6 Pertumbuhan Pakcoy dengan Sistem Otomatis	50
Tabel 4.7 Pertumbuhan Pakcoy dengan Sistem Manual.....	51
Tabel 4.8 Daftar Alat dan Bahan pada Pengujian Perbandingan Penggunaan Air Pada Sprinkler Irrigation System	52
Tabel 4.9 Data Penggunaan Air dengan sistem otomatis dan sistem manual.....	54



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Riwayat Hidup.....	L-1
Lampiran 2 Dokumentasi alat.....	L-2
Lampiran 3 Listing Program.....	L-4





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia untuk bertahan hidup. Tiga aspek ketahanan pangan, yaitu ketersediaan pangan, keterjangkauan pangan, dan pemanfaatan pangan (Badan Ketahanan Pangan, 2019). Pertanian merupakan salah satu sektor penting untuk menunjang ketersediaan pangan (Saputra, 2018). Ada dua macam jenis pangan, yakni pangan hewani dan pangan nabati. Tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) termasuk dalam jenis pangan nabati. Tanaman sawi pakcoy sangat diminati masyarakat Indonesia sehingga dinilai memiliki nilai komersial dan prospek yang baik (Artha, dkk., 2018). Untuk mendapatkan bahan pangan nabati yang berkualitas diperlukan pemenuhan kebutuhan air pada tanaman melalui sistem irigasi. Penggunaan teknik irigasi yang tepat dapat mengoptimalkan efisiensi penggunaan air di lahan pertanian (Adhiguna & Rejo, 2018). Perlu adanya sistem yang mengoptimalkan pemenuhan kebutuhan air pada tanaman sekaligus penggunaan air di sector pertanian menggunakan menggunakan sistem irigasi yang tepat.

Penggunaan teknik irigasi yang tepat dapat mengoptimalkan efisiensi penggunaan air di lahan pertanian (Adhiguna & Rejo, 2018). irigasi curah atau sprinkler irrigation yakni metode irigasi yang efisien dengan semburan air ke udara dan jatuh ke tanah seperti curah air hujan (Pujiati, dkk., 2018). Sprinkler Irrigation System atau sistem irigasi curah dibuat menggunakan sensor *soil moisture*, sensor suhu DS18B20, modul RTC DS3231, LoRa SX1276, dan Arduino nano serta ESP32 sebagai Mikrokontrolernya. Sistem yang dibuat menggunakan Arduino nano sebagai pemroses data sensor dan LoRa sebagai komunikasi antar Arduino nano dan ESP32. Dengan komunikasi LoRa, data dapat dikirimkan secara wireless dengan jangkauan yang lebih luas tanpa koneksi internet. Sistem ini dirancang dengan mengimplementasikan fuzzy logic sebagai kontrol penyiraman irigasi curah.

Sesuai permasalahan dan hasil studi pustaka, dibuatlah sebuah alat Sprinkler Irrigation System pada masa tanam budidaya tanaman pakcoy terintegrasi IoT.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem irigasi curah ini dapat dimanfaatkan oleh petani pakcoy untuk mengotomatisasi proses irigasi tanaman, melihat data kelembaban tanah dan suhu tanah secara realtime dan akurat, serta efisiensi waktu dan juga tenaga. Suhu tanah dan kelembaban tanah memainkan peran penting dalam pengelolaan sumber daya air, termasuk peringatan awal kekeringan dan penjadwalan irigasi (Darussalam & Nugroho, 2018). Sensor kelembaban tanah atau soil moisture sensor tipe resistif menggunakan dua buah probe dengan mengalirkan arus listrik melalui tanah untuk mendeteksi nilai kelembaban tanah lalu mengkonversi tegangan analog menjadi digital dirancang untuk melakukan pendeteksian nilai kelembaban tanah sebagai media tanam pakcoy. Sensor suhu tanah DS18B20 merupakan sensor suhu yang memiliki digital output dirancang untuk mendeteksi suhu pada tanah sebagai media tanam pakcoy. Hasil deteksi sensor Soil Moisture dan sensor suhu DS18B20 akan diolah menggunakan fuzzy logic untuk mengatur durasi waktu irigasi oleh Arduino Nano. Selanjutnya, data sensor dan durasi waktu irigasi dikirimkan oleh LoRa 1 sebagai transmitter ke LoRa 2 sebagai Receiver. Lalu setelah data diterima oleh LoRa 2, data dikirimkan ke firebase oleh ESP32. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa metode fuzzy mamdani untuk menentukan durasi waktu penyiraman tanaman. Diharapkan penggunaan alat ini petani dapat memaksimalkan penggunaan air di sektor pertanian.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, adapun rumusan masalah yang akan diterapkan yaitu:

1. Bagaimana perancangan dan implementasi sistem pengaturan penyiraman pada Sprinkler Irrigation System berdasarkan suhu dan kelembaban dengan metode logika fuzzy mamdani?
2. Bagaimana hasil respon sistem yang telah dibuat jika dibandingkan dengan simulasi dan perhitungan matematis?
3. Bagaimana respon tanaman pakcoy dengan Sprinkler Irrigation System yang telah dibuat?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Masalah

Dalam Penyusunan tugas akhir ini, terdapat batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Batasan tersebut yaitu:

1. Tanaman yang digunakan pada penelitian yakni sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.).
2. Tanaman sawi pakcoy diteliti selama 10 hari masa tanam, berumur 14 HSS (Hari Setelah Semai) atau 1 HST (Hari Setelah Tanam).
3. Monitoring pada smartphone menggunakan aplikasi serta platform MIT App Inventor.
4. Variabel yang di-monitor yakni suhu tanah dan kelembaban tanah.
5. *Fuzzy logic* yang digunakan pada penelitian yakni *Fuzzy Logic* Mamdani.
6. Pengiriman data sensor dari ATmega328p ke ESP32 menggunakan komunikasi Long Range (LoRa).
7. Pengiriman data dari ESP32 ke Firebase menggunakan koneksi WiFi.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

1. Implementasi *fuzzy logic* mamdani pada sistem irigasi curah sebagai kontrol durasi penyiraman tanaman.
2. Mengetahui respon sistem kontrol *fuzzy logic* pada sistem irigasi curah dibandingkan dengan hasil simulasi dan perhitungan secara matematis.
3. Mengetahui respon tanaman pakcoy dengan sistem irigasi curah dengan logika fuzzy.

1.5 Luaran

- a. Bagi Lembaga Pendidikan

Sprinkler Irrigation System pada Masa Tanam Budidaya Tanaman Sawi Pakcoy Terintegrasi IoT.

- b. Bagi Mahasiswa

1. Laporan Tugas Akhir.
2. Hak cipta alat.
3. Draft atau artikel ilmiah untuk publikasi Seminar Nasional Teknik Elektro PNJ atau Jurnal Nasional Politeknologi.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan hasil pembahasan yang telah diuraikan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem kontrol pada *Sprinkler Irrigation System* dengan metode logika fuzzy untuk mengatur durasi penyiraman pada budidaya tanaman pakcoy berhasil dibuat dan implementasikan. Sistem kontrol durasi penyiraman bekerja apabila nilai suhu diatas 28 °C dan kelembaban dibawah 80%RH dan penyiraman akan dilakukan sesuai dengan logika fuzzy yang telah dirancang.
2. Perbandingan Hasil defuzzifikasi sistem kontrol pada *Sprinkler Irrigation System* memiliki rata-rata error sebesar 0.4% jika dibandingkan dengan hasil simulasi pada software Matlab.
3. Data Respon tanaman dengan *sprinkler irrigation system* otomatis menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman sedikit lebih baik dibandingkan dengan sistem penyiraman sistem manual. Perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 0,637 cm, jumlah daun memiliki selisih 1 daun.

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran untuk pengembangan *sprinkler irrigation system* terintegrasi IoT yakni sebagai berikut.

1. Menambahkan sistem pencegahan dan perlindungan tanaman terhadap hama.
2. Dalam penggunaan logika fuzzy, variabel input dalam pengujian bisa lebih diperbanyak serta penentuan nilai dari tiap tingkatan variabel lebih bervariasi guna untuk menghasilkan nilai yang lebih detail.
3. Menggunakan sensor-sensor yang lebih andal dengan tingkat ketelitian lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhiguna, R. T., & Rejo, A. (2018). Teknologi Irigasi Tetes dalam Mengoptimalkan Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018* (pp. 107-116). Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Anggara, dkk. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengatur Pengisian Air Galon Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328P. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, 90-97.
- Aritonang, dkk. (2021). Implementasi Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor Tekanan MPX5700AP menggunakan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 153-160.
- Artha, dkk. (2018). EFEKTIFITAS PEMBERIAN PUPUK KASCING TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL SAWI SENDOK (*Brasicca rapa L.*). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 9-15.
- Badan Ketahanan Pangan. (2019). *Indeks Ketahanan Pangan Indonesia 2019*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Darussalam, T., & Nugroho, H. A. (2018). RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKUR SUHU DAN KELEMBABAN TANAH BERBASIS KOMUNIKASI RADIO. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 146-156.
- Fuadi, S., & Candra, O. (2020). Prototype Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 21-25.
- Gálvez del Postigo Gallego, L. (2020). Electronic system intended for the management of sensors in agriculture. *Sistema Electrónico destinado a la gestión de sensores para la agricultura. (Trabajo Fin de Grado Inédito)*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Irawan, M. D., & Herviana. (2018). IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY DALAM MENENTUKAN JURUSAN BAGI SISWA BARU SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN. (*Jurnal Teknologi Informasi*) Vol.2, No.2., 165-171.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Julia, dkk. (2021). Perencanaan Sistem Pemberian Air Dengan Sistem Sprinkler Untuk Lahan Pertanian Desa Waiheru, Kecamatan Baguala Kota Ambon. *JURNAL MANUMATA VOL 7, NO 1*, 42-48.

Mardilla, M., & Pratiwi, A. (2021). Budidaya Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa Subsp. Chinensis) Dengan Teknik Vertikultur Pada Lahan Sempit Di Kelurahan Penaraga Kecamatan Raba Kota Bima. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 60-66.

Pujiati, dkk. (2018). Penggunaan Sprinkler Irrigation System pada Tanaman Bawang Merah dan Peran Masyarakat di Desa Ngepung Kecamatan Lengkong Kabupaten Nganjuk. *Prosiding Seminar Nasional VI Hayati 2018* (pp. 361-366). Madiun: Universitas PGRI Madiun.

Rizal, S. (2017). Pengaruh Nutriasi yang Diberikan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy yang Ditanam Secara Hidroponik. *Jurnal Sainmatika* , 38-44.

Saputra, F. (2018). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi Untuk Pertanian di Kecamatan Padang Ganting Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal Buana*, 584-594.

Setiawan, dkk. (2018). *Logika Fuzzy dengan MATLAB*. Denpasar, Bali, Indonesia: Jayapangus Press.

Widarma, A., & Kumala, H. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Pengguna Listrik Subsidi Dan Nonsubsidi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. (*Jurnal Teknologi Informasi*) Vol.2, No.2., 165-171.

wijanarko, dkk. (2021). Rancang Bangun Sistem Alat Praktikum MOSFET. *PoliGrid Vol. 02 No. 02*, 62-73.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Arya Aziz Rahmadhitya

Anak kedua dari tiga bersaudara dan lahir di Jakarta, 12 Mei 2001. Latar belakang pendidikan formal penulis adalah Lulusan dari SD Negeri 02 Bintaro tahun 2013, SMP Negeri 177 Jakarta tahun 2016 dan SMA swasta Yadika 6 tahun 2019. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2022 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Dokumentasi alat

DOKUMETASI ALAT



Gambar L-1 Greenhouse

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar L-2 Box Panel 1 (TX)



Gambar L-3 Box Panel 2 (RX)



Lampiran 3 Listing Program

Listing Program

1. Mikrokontroler 1

```
i. File 1
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial loraSerial(12, 11); // TX, RX
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

//FUZZY
#include "fis_header.h"
// Number of inputs to the fuzzy inference system
const int fis_gcI = 2;
// Number of outputs to the fuzzy inference system
const int fis_gcO = 1;
// Number of rules to the fuzzy inference system
const int fis_gcR = 9;

FIS_TYPE g_fisInput[fis_gcI];
FIS_TYPE g_fisOutput[fis_gcO];

//RTC
#include <DS3231.h>
DS3231 rtc(SDA, SCL); //A4(SDA)A5(SCL)
String hari;
String waktu;
String tanggal;

//Soil Moisture
int sensorPin = A0;
int sensorValue = 0;
int nilaiSM = 0;
String SM;

//Suhu
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define oneWireBus 2
OneWire oneWire(oneWireBus);
DallasTemperature suhu(&oneWire);
int nilaiSuhu = 0;
String nSuhu;

//pompa
#define pinPompa 6
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
float durasi = 0;
int cd;
String flag = "OFF";
unsigned long ms1 = 0;
unsigned long ms2 = 0;
unsigned long ms3 = 0;
unsigned long ms4 = 0;
bool statPump = LOW;
bool pump = LOW;
String nDurasi;

#include <NewPing.h>
#define TRIGGER_PIN 4
#define ECHO_PIN 3
#define MAX_DISTANCE 60
#define solenoid A1
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
int distance;
int pengisianAir = 0;
bool flagAir = false;
String waterLevel;
String nPengisianAir;

String dataKirim;

void setup() {
  pinMode(pinPompa, OUTPUT);
  pinMode(solenoid, OUTPUT);
  digitalWrite(solenoid, HIGH);
  digitalWrite(pinPompa, LOW);
  pinMode(9, OUTPUT);
  digitalWrite(9, LOW);
  loraSerial.begin(9600);
  suhu.begin();
  rtc.begin();
  lcd.begin();
  lcd.clear();
  delay(200);

  lcd.setCursor(10, 0); lcd.print("||");
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Suhu = ");
  lcd.setCursor(15, 1); lcd.print((char)223);
  lcd.setCursor(16, 1); lcd.print("C");
  lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("Kelembaban = ");
  lcd.setCursor(16, 2); lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0, 3); lcd.print("Pompa= ");
  lcd.setCursor(10, 3); lcd.print("|time= ");
  lcd.setCursor(19, 3); lcd.print("s");
```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
}  
  
void loop() {  
    waktu = rtc.getTimeStr();  
    tanggal = rtc.getDateStr();  
  
    sensorValue = analogRead(sensorPin);  
    nilaiSM = convertToPercent(sensorValue);  
  
    if (nilaiSM >= 100) {  
        nilaiSM = 99;  
    } else {  
        nilaiSM = convertToPercent(sensorValue);  
    }  
    SM = String(nilaiSM);  
  
    suhu.requestTemperatures();  
    nilaiSuhu = suhu.getTempCByIndex(0);  
    if (nilaiSuhu <= 0) {  
        nSuhu = "0";  
    } else {  
        nSuhu = String(nilaiSuhu);  
    }  
  
    // Read Input: Suhu  
    g_fisInput[0] = nilaiSuhu;  
    // Read Input: Kelambaban  
    g_fisInput[1] = nilaiSM;  
    // Write Output: Waktu  
    g_fisOutput[0] = 0;  
  
    fis_evaluate();  
  
    durasi = g_fisOutput[0];  
    nDurasi = String(durasi);  
  
    distance = sonar.ping_cm();  
    waterLevel = String(distance);  
    nPengisianAir = String(pengisianAir);  
  
    dataKirim = "#" + nSuhu + "#" + SM + "#" + nDurasi + "#" +  
                flag + "#" + waterLevel + "#" + nPengisianAir + "#" + "$";  
  
    unsigned long ws = millis();  
    if (distance >= 30 && flagAir == false) {  
        flagAir = true;  
        digitalWrite(solenoid, LOW);  
        pengisianAir += 1;  
    }  
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
}
if (ws - ms4 > 8000) {
  if (distance < 10) {
    digitalWrite(solenoid, HIGH);
    flagAir = false;
  }
  ms4 = ws;
}
if (ws - ms1 > 20000) {
  statPump = HIGH;
}
if (durasi > 0) {
  if (statPump == HIGH && pump == LOW) {
    pump = HIGH;
    cd = durasi;
    ms2 = ws;
  }
  else if (durasi == 0) {
    pump = LOW;
    statPump = LOW;
    cd = 0;
  }
  if (ws - ms2 > durasi * 1000) {
    pump = LOW;
    statPump = LOW;
    cd = 0;
  }
  if (ws - ms3 > 1000) {
    lcdPrint();
    loraSerial.print(dataKirim);
    ms3 = ws;
    if (pump == HIGH) {
      cd--;
    }
  }
}

if (pump == LOW) {
  flag = "OFF";
} else {
  flag = "ON";
  ms1 = ws;
}

digitalWrite(pinPompa, pump);
}

int convertToPercent(int value)
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
{
    int percentValue = 0;
    percentValue = map(value, 1023, 255, 0, 100);
    return percentValue;
}
```

```
void lcdPrint() {
    /*
    |01.01.2023||22:12:20|
    |Suhu      : 20°C |
    |Kelembaban : 100% |
    |Pompa     : ON  |
    |12345678901234567890|
    */
    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(tanggal);
    lcd.setCursor(12, 0); lcd.print(waktu);
    if (nilaiSuhu < 10) {
        lcd.setCursor(13, 1); lcd.print("NA");
    } else {
        lcd.setCursor(13, 1); lcd.print(nilaiSuhu);
    }
    lcd.setCursor(13, 2); lcd.print(nilaiSM);
    if (nilaiSM < 10) {
        lcd.setCursor(14, 2); lcd.print(" ");
    }
    if (nilaiSM < 100) {
        lcd.setCursor(15, 2); lcd.print(" ");
    }
    if (flag == "ON") {
        lcd.setCursor(9, 3); lcd.print(" ");
    }
    lcd.setCursor(7, 3); lcd.print(flag);
    lcd.setCursor(17, 3); lcd.print(cd);
    if (cd < 10) {
        lcd.setCursor(18, 3); lcd.print(" ");
    }
}
}
```

```
FIS_TYPE fis_trapmf(FIS_TYPE x, FIS_TYPE* p)
{
    FIS_TYPE a = p[0], b = p[1], c = p[2], d = p[3];
    FIS_TYPE t1 = ((x <= c) ? 1 : ((d < x) ? 0 : ((c != d) ? ((d - x) / (d - c)) :
0)));
    FIS_TYPE t2 = ((b <= x) ? 1 : ((x < a) ? 0 : ((a != b) ? ((x - a) / (b - a)) :
0)));
    return (FIS_TYPE) min(t1, t2);
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FIS_TYPE fis_min(FIS_TYPE a, FIS_TYPE b)
{
    return min(a, b);
}
```

```
FIS_TYPE fis_max(FIS_TYPE a, FIS_TYPE b)
{
    return max(a, b);
}
```

```
FIS_TYPE fis_array_operation(FIS_TYPE *array, int size,
    _FIS_ARR_OP pfnOp)
{
    int i;
    FIS_TYPE ret = 0;

    if (size == 0) return ret;
    if (size == 1) return array[0];

    ret = array[0];
    for (i = 1; i < size; i++)
    {
        ret = (*pfnOp)(ret, array[i]);
    }

    return ret;
}
```

```
/**
 *
 * // Data for Fuzzy Inference System
 *
 */
```

```
// Pointers to the implementations of member functions
_FIS_MF fis_gMF[] =
{
    fis_trapmf
};
```

```
// Count of member function for each Input
int fis_gIMFCount[] = { 3, 3 };
```

```
// Count of member function for each Output
int fis_gOMFCount[] = { 4 };
```

```
// Coefficients for the Input Member Functions
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FIS_TYPE fis_gMFI0Coeff1[] = { 25, 25, 26, 28 };
FIS_TYPE fis_gMFI0Coeff2[] = { 26, 28, 28, 34 };
FIS_TYPE fis_gMFI0Coeff3[] = { 28, 34, 36, 36 };
FIS_TYPE* fis_gMFI0Coeff[] = { fis_gMFI0Coeff1, fis_gMFI0Coeff2,
fis_gMFI0Coeff3 };
FIS_TYPE fis_gMFI1Coeff1[] = { 0, 0, 30, 70 };
FIS_TYPE fis_gMFI1Coeff2[] = { 30, 70, 70, 85 };
FIS_TYPE fis_gMFI1Coeff3[] = { 70, 85, 100, 100 };
FIS_TYPE* fis_gMFI1Coeff[] = { fis_gMFI1Coeff1, fis_gMFI1Coeff2,
fis_gMFI1Coeff3 };
FIS_TYPE** fis_gMFICoeff[] = { fis_gMFI0Coeff, fis_gMFI1Coeff };

// Coefficients for the Output Member Functions
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff1[] = { 0, 0, 0, 0 };
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff2[] = { 0, 0, 6, 10 };
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff3[] = { 6, 10, 18, 22 };
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff4[] = { 18, 22, 30, 30 };
FIS_TYPE* fis_gMFO0Coeff[] = { fis_gMFO0Coeff1,
fis_gMFO0Coeff2, fis_gMFO0Coeff3, fis_gMFO0Coeff4 };
FIS_TYPE** fis_gMFOCoeff[] = { fis_gMFO0Coeff };

// Input membership function set
int fis_gMFI0[] = { 0, 0, 0 };
int fis_gMFI1[] = { 0, 0, 0 };
int* fis_gMFI[] = { fis_gMFI0, fis_gMFI1};

// Output membership function set
int fis_gMFO0[] = { 0, 0, 0, 0 };
int* fis_gMFO[] = { fis_gMFO0};

// Rule Weights
FIS_TYPE fis_gRWeight[] = { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 };

// Rule Type
int fis_gRType[] = { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 };

// Rule Inputs
int fis_gRI0[] = { 1, 1 };
int fis_gRI1[] = { 1, 2 };
int fis_gRI2[] = { 1, 3 };
int fis_gRI3[] = { 2, 1 };
int fis_gRI4[] = { 2, 2 };
int fis_gRI5[] = { 2, 3 };
int fis_gRI6[] = { 3, 1 };
int fis_gRI7[] = { 3, 2 };
int fis_gRI8[] = { 3, 3 };
int* fis_gRI[] = { fis_gRI0, fis_gRI1, fis_gRI2, fis_gRI3, fis_gRI4,
fis_gRI5, fis_gRI6, fis_gRI7, fis_gRI8 };
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Rule Outputs
int fis_gRO0[] = { 2 };
int fis_gRO1[] = { 1 };
int fis_gRO2[] = { 1 };
int fis_gRO3[] = { 3 };
int fis_gRO4[] = { 2 };
int fis_gRO5[] = { 1 };
int fis_gRO6[] = { 4 };
int fis_gRO7[] = { 3 };
int fis_gRO8[] = { 2 };
int* fis_gRO[] = { fis_gRO0, fis_gRO1, fis_gRO2, fis_gRO3, fis_gRO4,
fis_gRO5, fis_gRO6, fis_gRO7, fis_gRO8 };

// Input range Min
FIS_TYPE fis_gIMin[] = { 25, 0 };

// Input range Max
FIS_TYPE fis_gIMax[] = { 36, 100 };

// Output range Min
FIS_TYPE fis_gOMin[] = { 0 };

// Output range Max
FIS_TYPE fis_gOMax[] = { 30 };

//*****
//*****
// Data dependent support functions for Fuzzy Inference System
//*****
//*****
FIS_TYPE fis_MF_out(FIS_TYPE** fuzzyRuleSet, FIS_TYPE x, int o)
{
    FIS_TYPE mfOut;
    int r;

    for (r = 0; r < fis_gcR; ++r)
    {
        int index = fis_gRO[r][o];
        if (index > 0)
        {
            index = index - 1;
            mfOut = (fis_gMF[fis_gMFO[o][index]])(x,
fis_gMFOCoeff[o][index]);
        }
        else if (index < 0)
        {
            index = -index - 1;
        }
    }
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
        mfOut = 1 - (fis_gMF[fis_gMFO[o][index]])(x,  
        fis_gMFOCoeff[o][index]);  
    }  
    else  
    {  
        mfOut = 0;  
    }  
  
    fuzzyRuleSet[0][r] = fis_min(mfOut, fuzzyRuleSet[1][r]);  
    }  
    return fis_array_operation(fuzzyRuleSet[0], fis_gcR, fis_max);  
    }  
  
FIS_TYPE fis_defuzz_centroid(FIS_TYPE** fuzzyRuleSet, int o)  
{  
    FIS_TYPE step = (fis_gOMax[o] - fis_gOMin[o]) / (FIS_RESOLUTION  
- 1);  
    FIS_TYPE area = 0;  
    FIS_TYPE momentum = 0;  
    FIS_TYPE dist, slice;  
    int i;  
  
    // calculate the area under the curve formed by the MF outputs  
    for (i = 0; i < FIS_RESOLUTION; ++i) {  
        dist = fis_gOMin[o] + (step * i);  
        slice = step * fis_MF_out(fuzzyRuleSet, dist, o);  
        area += slice;  
        momentum += slice * dist;  
    }  
  
    return ((area == 0) ? ((fis_gOMax[o] + fis_gOMin[o]) / 2) : (momentum /  
area));  
    }  
  
    /*******  
    *****  
    // Fuzzy Inference System  
    /*******  
    *****  
    void fis_evaluate()  
    {  
        FIS_TYPE fuzzyInput0[] = { 0, 0, 0 };  
        FIS_TYPE fuzzyInput1[] = { 0, 0, 0 };  
        FIS_TYPE* fuzzyInput[fis_gcI] = { fuzzyInput0, fuzzyInput1, };  
        FIS_TYPE fuzzyOutput0[] = { 0, 0, 0, 0 };  
        FIS_TYPE* fuzzyOutput[fis_gcO] = { fuzzyOutput0, };  
        FIS_TYPE fuzzyRules[fis_gcR] = { 0 };  
        FIS_TYPE fuzzyFires[fis_gcR] = { 0 };  
    }  
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FIS_TYPE* fuzzyRuleSet[] = { fuzzyRules, fuzzyFires };
FIS_TYPE sW = 0;
```

```
// Transforming input to fuzzy Input
int i, j, r, o;
for (i = 0; i < fis_gcI; ++i)
{
  for (j = 0; j < fis_gIMFCount[i]; ++j)
  {
    fuzzyInput[i][j] =
      (fis_gMF[fis_gMFI[i][j]])(g_fisInput[i], fis_gMFICoeff[i][j]);
  }
}

int index = 0;
for (r = 0; r < fis_gcR; ++r)
{
  if (fis_gRType[r] == 1)
  {
    fuzzyFires[r] = FIS_MAX;
    for (i = 0; i < fis_gcI; ++i)
    {
      index = fis_gRI[r][i];
      if (index > 0)
        fuzzyFires[r] = fis_min(fuzzyFires[r], fuzzyInput[i][index - 1]);
      else if (index < 0)
        fuzzyFires[r] = fis_min(fuzzyFires[r], 1 - fuzzyInput[i][-index - 1]);
      else
        fuzzyFires[r] = fis_min(fuzzyFires[r], 1);
    }
  }
  else
  {
    fuzzyFires[r] = FIS_MIN;
    for (i = 0; i < fis_gcI; ++i)
    {
      index = fis_gRI[r][i];
      if (index > 0)
        fuzzyFires[r] = fis_max(fuzzyFires[r], fuzzyInput[i][index - 1]);
      else if (index < 0)
        fuzzyFires[r] = fis_max(fuzzyFires[r], 1 - fuzzyInput[i][-index - 1]);
      else
        fuzzyFires[r] = fis_max(fuzzyFires[r], 0);
    }
  }
}

fuzzyFires[r] = fis_gRWeight[r] * fuzzyFires[r];
sW += fuzzyFires[r];
```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
}  
  
if (sW == 0)  
{  
  for (o = 0; o < fis_gcO; ++o)  
  {  
    g_fisOutput[o] = ((fis_gOMax[o] + fis_gOMin[o]) / 2);  
  }  
}  
else  
{  
  for (o = 0; o < fis_gcO; ++o)  
  {  
    g_fisOutput[o] = fis_defuzz_centroid(fuzzyRuleSet, o);  
  }  
}
```

```
ii. File 2  
//*****  
*****  
// Matlab .fis to arduino C converter v2.0.1.25122016  
// - Karthik Nadig, USA  
// Please report bugs to: karthiknadig@gmail.com  
//*****  
*****  
#define FIS_TYPE float  
#define FIS_RESOLUSION 101  
#define FIS_MIN -3.4028235E+38  
#define FIS_MAX 3.4028235E+38  
typedef FIS_TYPE(*_FIS_MF)(FIS_TYPE, FIS_TYPE*);  
typedef FIS_TYPE(*_FIS_ARR_OP)(FIS_TYPE, FIS_TYPE);  
typedef FIS_TYPE(*_FIS_ARR)(FIS_TYPE*, int, _FIS_ARR_OP);
```

2. Mikrokontroler 2

```
//LoRa dan LCD library  
#include <SoftwareSerial.h>  
SoftwareSerial loraSerial(35, 34); // TX, RX  
#include <LiquidCrystal_I2C.h>  
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);  
//WiFi library  
#include <WiFiManager.h>  
#include <WiFiClientSecure.h>  
#include <WiFi.h>  
//ThingSpeak  
#define SECRET_CH_ID 1819718  
#define SECRET_WRITE_APIKEY "L7CDRHYT366M3W2J"  
#include "ThingSpeak.h"
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
unsigned long myChannelNumber = SECRET_CH_ID;
const char * myWriteAPIKey = SECRET_WRITE_APIKEY;
int x;
```

```
//gsheet
const char* host = "script.google.com";
const int httpsPort = 443;
String GAS_ID = "AKfycbxEHJeLP5mF5lsRzj-ghqtCSm-
y0aQQEI4fq8AyLY16KIq6ziFoOtmUIIYPriVWQLyudw";
```

```
WiFiClient client;
WiFiClientSecure client1;
```

```
#include <FirebaseESP32.h>
#define FIREBASE_HOST "https://spiapps-default-rtdb.firebaseio.com/"
#define FIREBASE_AUTH
"hjZVC1JdHBcmnF526R9DjkQQtXJGZb6WeMyOIWp"
FirebaseData firebaseData;
```

```
bool parsing = false;
String rx, sensor[10];
```

```
int nSuhu;
int nKelembaban;
String nDurasi;
String nFlag;
String nWaterLevel;
String nIsiAir;
```

```
unsigned long ws = 0;
unsigned long ws1 = 0;
unsigned long ws2 = 0;
```

```
String SH;
String SM;
```

```
void setup() {
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  Serial.begin(115200);
  loraSerial.begin(9600);
  WiFiManager wm;
  // wm.resetSettings();
  bool res;
  res = wm.autoConnect("ESP-RX", "12312312");
  //
  if (!res) {
    Serial.println("Failed to connect");
  } else {
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
Serial.println("Connected");
}
Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
ThingSpeak.begin(client);
client1.setInsecure();
delay(200);
lcd.begin();
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Suhu = ");
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("SM = ");
delay(200);
}

void loop() {
  unsigned long ms = millis();

  while (loraSerial.available()) {
    char dataRx = loraSerial.read();
    rx += dataRx;
    if (dataRx == '$') {
      parsing = true;
    }
    if (parsing) {
      int data = 0;
      for (int i = 0; i < rx.length(); i++) {
        if (rx[i] == '#') {
          data++;
          sensor[data] = "";
        } else {
          sensor[data] += rx[i];
        }
      }

      nSuhu = sensor[1].toFloat();
      nKelembaban = sensor[2].toInt();
      nDurasi = sensor[3];
      nFlag = sensor[4];
      nWaterLevel = sensor[5];
      nIsiAir = sensor[6];

      parsing = false;
      rx = "";
    }
  }

  SH = String(nSuhu) + (char)223 + "C";
  SM = String(nKelembaban) + "%";

  if (ms - ws > 1000) {
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
printSerial();
printLcd();
ws = ms;
}

if (ms - ws1 > 10000) {
  if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan/suhu", nSuhu)) {
    Serial.println("Suhu terkirim");
  } else {
    Serial.println("Suhu tidak terkirim");
    Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
  }
  if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan/kelembaban",
nKelembaban)) {
    Serial.println("Kelembaban terkirim");
    Serial.println();
  } else {
    Serial.println("Kelembaban tidak terkirim");
    Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
  }
  ws1 = ms;
}

if (ms - ws2 > 15000) {
  if(nSuhu > 0 && nKelembaban > 0){
    x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);
    ThingSpeak.setField(1, nSuhu);
    ThingSpeak.setField(2, nKelembaban);
    if (x == 200) {
      Serial.println("Channel update successful.");
    } else {
      Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code " +
String(x));
    }
  }
  sendData(nSuhu, nKelembaban, nDurasi, nFlag, nWaterLevel, nIsiAir);
  ws2 = ms;
}
}

void sendData(int suhu, int kelembaban, String durasi, String flag, String WL,
String IsiAir) {
  if (!client1.connect(host, httpsPort)) {
    Serial.println("connection failed");
    ESP.restart();
    return;
  }
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
String string_suhu = String(suhu);
String string_kelembaban = String(kelembaban, DEC);
String url = "/macros/s/" + GAS_ID + "/exec?soil_temperature=" +
string_suhu + "&soil_moisture=" + string_kelembaban +
"&duration=" + durasi + "&pump_condition=" + flag +
"&water_level=" + WL + "&isi_air=" + IsiAir;

client1.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
"Host: " + host + "\r\n" +
"User-Agent: BuildFailureDetectorESP32\r\n" +
"Connection: close\r\n\r\n");

Serial.println("request sent");
Serial.println();
}

void printLcd() {
/*
|Suhu = 30 *C |
|SM = 100% |
012345678901234567890
*/
lcd.setCursor(8, 0); lcd.println(SH);
lcd.setCursor(8, 1); lcd.println(SM);
}

void printSerial() {
Serial.print("Suhu = "); Serial.println(nSuhu);
Serial.print("Kelembapan = "); Serial.println(nKelembaban);
Serial.print("Durasi = "); Serial.println(nDurasi);
Serial.print("Pompa = "); Serial.println(nFlag);
Serial.print("WaterLevel = "); Serial.println(nWaterLevel);
Serial.print("IsiAir = "); Serial.println(nIsiAir);
Serial.println();
}
```