



© 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



Smart Aeroponics System pada Budi Daya Tanaman Selada
menggunakan *Renewable Energy*

Sub Judul :

Kontrol Fertigasi pada *Smart Aeroponics System* menggunakan Metode
Logika Fuzzy Sugeno

SKRIPSI
RIFKI SAPUTRA
4317020017

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI 2021



© 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



Smart Aeroponics System pada Budi Daya Tanaman Selada
menggunakan *Renewable Energy*

Sub Judul :

Kontrol Fertigasi pada *Smart Aeroponics System* menggunakan Metode
Logika Fuzzy Sugeno

SKRIPSI
POLITEKNIK
NEGERI
RIFKI SAPUTRA
JAKARTA
4317020017

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI 2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rifki Saputra

NIM : 4317020017

Tanda Tangan :



Tanggal : 22 Juli



© 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



© 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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Diajukan Oleh :
Nama : Rifki Saputra
NIM : 4317020017
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Kontrol Fertigasi pada *Smart Aeroponics*
System menggunakan Metode Logika Fuzzy
Sugeno

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 5 Agustus 2021 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng.

NIP. 199302232019032007

Depok, 20 Agustus 2021

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Darayani, M.T

NIP. 19630503 199103 2 001



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Kontrol Fertigasi pada *Smart Aeroponics System* menggunakan Metode Logika Fuzzy Sugeno**". Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik, Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, tidak mudah untuk menyelesaikan laporan Praktik Kerja Lapangan ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Rika Novita, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng, Selaku Pembimbing;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan material dan moral;
5. Alya Shabrina Rahmat, rekan satu tim skripsi yang telah mendukung dan membantu pekerjaan skripsi ini;
6. Sahabat dan teman-teman IKI-17 yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu di masa yang akan datang.

Depok, 20 Juli 2021

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“Kontrol Fertigasi pada *Smart Aeroponics System* menggunakan Metode Logika Fuzzy Sugeno”

Abstrak

Aeroponik merupakan teknik bercocok tanam dengan cara memberdayakan udara. Pada teknik ini akar tanaman akan digantung dan disemprotkan dengan larutan nutrisi secara berkala. Maka dari itu proses fertigasi harus dilakukan secara maksimal agar tanaman dapat hidup dengan baik. Selain nutrisi, suhu dan kelembapan lingkungan tanaman juga merupakan parameter yang penting untuk dijaga. Oleh karena itu dibutuhkan sistem fertigasi otomatis yang juga dapat menjaga suhu dan kelembapan lingkungan. Pada penelitian ini digunakan metode logika fuzzy sugeno pada proses fertigasi otomatis yang dapat menentukan durasi penyiraman sesuai dengan suhu dan kelembapan lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem dapat mencapai nilai set point suhu 28°C dan kelembapan 90% dalam waktu 54 detik. Durasi penyiraman hasil perhitungan logika fuzzy pada sistem juga dibandingkan dengan hasil pada simulasi dengan software Matlab dan didapat error rata-rata sebesar 0.02%. Pengujian dengan tanaman selada selama masa tanam 10 hari menunjukkan bahwa tanaman mampu hidup dengan baik pada sistem aeroponik yang telah dibuat dengan tingkat pertumbuhan tinggi rata-rata sebesar 7,3 cm.

Kata Kunci : Aeroponik, Fertigasi, Logika Fuzzy Sugeno, 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 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

“Fertigation Control on Smart Aeroponics System using Sugeno's Fuzzy Logic Method”

Abstract

Aeroponics is a farming technique by empowering the air. In this technique the plant roots will be hung and sprayed with a nutrient solution periodically. Therefore, the fertigation process must be carried out optimally so that plants can live well. In addition to nutrition, the temperature and humidity of the plant environment are also important parameters to be maintained. Therefore, an automatic fertigation system is needed that can also maintain the temperature and humidity of the environment. In this study, the Sugeno fuzzy logic method is used in the automatic fertigation process which can determine the duration of watering according to the temperature and humidity of the environment. Based on the test results, the system can reach the set point temperature of 28°C and 90% humidity within 54 seconds. The duration of watering the results of fuzzy logic calculations on the system was also compared with the results in the simulation with Matlab software and obtained an average error of 0.02%. Tests with lettuce plants during the 10-day planting period showed that the plants were able to live well in the aeroponic system that had been made with an average height growth rate of 7.3 cm.

Keywords : Aeroponics, Fertigation, Sugeno 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	I
SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	iv
<i>Abstrak</i>	vi
<i>Abstract</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Luaran.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 State Of The Art	4
2.2 Aeroponik	5
2.3 Tanaman Selada	6
2.4 Larutan Nutrisi	7
2.5 Sensor DHT 22	8



- 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

2.6	High Pressure Water Pump	9
2.7	ESP 32	10
2.8	Misting Nozzle 4 Arah	11
2.9	Logika Fuzzy	12
2.9.1	Metode Fuzzy Sugeno.....	13
2.9.2	Fungsi Keanggotaan.....	13
2.9.3	Fuzifikasi.....	17
2.9.4	Basis Pengetahuan.....	17
2.9.5	Logika Pengambilan Keputusan	18
2.9.6	Defuzifikasi	19
2.10	Panel Surya	19
2.11	Solar Charge Controller	20
2.12	Baterai	21
BAB III		23
PERANCANGAN DAN REALISASI		23
3.1	Rancangan Alat	23
3.1.1	Deskripsi Alat	23
3.1.2	Cara Kerja Alat	25
3.1.3	Cara Kerja Alat Sub Sistem-Kontrol	26
3.1.4	Spesifikasi Alat	26
3.1.5	Diagram Blok	29
3.1.6	Diagram Blok Sub-Sistem Kontrol	32
3.2	Realisasi Alat.....	32
3.2.1	Rancang Bangun Alat	33
3.2.2	Flowchart Kontrol Logika Fuzzy	34
3.2.3	Pembuatan Membership function Input dan Output	36



- 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

3.2.4	Pembuatan kaidah aturan (Rule base).....	38
3.2.5	Pengujian Simulasi Rules Fuzzy.....	40
3.2.6	Realisasi Program Logika Fuzzy	41
3.2.7	Perancangan Tampilan HMI pada LCD 20x4.....	46
3.2.8	Kalibrasi Sensor	47
BAB IV		49
PEMBAHASAN		49
4.1	Pengujian Kontrol Logika Fuzzy	49
4.1.1	Deskripsi Pengujian	49
4.1.2	Prosedur Pengujian	49
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	50
4.1.4	Analisa Data dan Evaluasi	51
4.2	Pengujian Keandalan Sistem	64
4.2.1	Deskripsi Pengujian	64
4.2.2	Prosedur Pengujian	64
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	65
4.2.4	Analisa Data dan Evaluasi	66
4.3	Pengujian Respon Tanaman Terhadap Sistem	68
4.3.1	Deskripsi Pengujian	68
4.3.2	Prosedur Pengujian	68
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	69
4.3.4	Analisa Data dan Evaluasi	71
BAB V.....		73
PENUTUP.....		73
5.1	Simpulan.....	73
5.2	Saran.....	73



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	76



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 GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Aeroponik.....	6
Gambar 2.2 Selada (<i>Lactuca Sativa L.</i>)	7
Gambar 2.3 Nutrisi AB Mix	8
Gambar 2.4 Sensor DHT22.....	8
Gambar 2.5 High Pressure Water Pump	10
Gambar 2.6 ESP 32	11
Gambar 2.7 Misting Nozzle 4 Arah	12
Gambar 2.8 Struktur Logika Fuzzy.....	12
Gambar 2.9 Kurva Segitiga.....	14
Gambar 2.10 Kurva Linier Naik	15
Gambar 2.11 Kurva Linier Turun	15
Gambar 2.12 Kurva Trapesium.....	16
Gambar 2.13 Kurva Singleton.....	17
Gambar 2.14 Panel Surya Polikristalin	20
Gambar 2.15 Solar Charge Controller	21
Gambar 2.16 Baterai	22
Gambar 3.1 Flowchart Perancangan Alat	23
Gambar 3.2 Desain Alat.....	24
Gambar 3.3 Diagram Blok Alat Keseluruhan	29
Gambar 3.4 Diagram Blok Sub-Sistem Kontrol	32
Gambar 3.5 Bagian-bagian dari <i>Smart Aeroponics</i>	33
Gambar 3.6 Instalasi Panel Surya	33
Gambar 3.7 Flowchart Kontrol Logika Fuzzy.....	35
Gambar 3.8 Membership function suhu pada software Matlab 2015	36
Gambar 3. 9 Membership function kelembapan pada software Matlab 2015	37
Gambar 3.10 Membership function output pada software Matlab 2015	38
Gambar 3.11 Rule base pada software Matlab 2015.....	39
Gambar 3.12 Rule viewer pada software Matlab 2015.....	40
Gambar 3.13 Surface viewer pada Software Matlab 2015	41
Gambar 3.14 File header yang dibuat pada software Dev-C++.....	42

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 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

Gambar 3.15 File implementasi yang dibuat pada software Dev-C++	44
Gambar 3.16 Tampilan Monitoring pada LCD 20x4	47
Gambar 3.17 Pengukuran suhu ruangan dengan TP101	48
Gambar 3.18 Pengukuran suhu dalam box dengan TP101	48
Gambar 4.1 Derajat keanggotaan Suhu 30.8.....	51
Gambar 4.2 Derajat keanggotaan Kelembaban 91.7.....	53
Gambar 4.3 Output Nyala Pompa	58
Gambar 4.4 Grafik Suhu pada hari ke-1	66
Gambar 4.5 Grafik Suhu pada hari ke-2	67
Gambar 4.6 Grafik Suhu pada hari ke-3	67
Gambar 4.7 Penanaman hari ke-1	70
Gambar 4.8 Penanaman hari ke-6	71
Gambar 4.9 Penanaman hari ke-10	71



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Gizi Selada/100 gr.....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>High Pressure Water Pump</i>	9
Tabel 2.3 Spesifikasi ESP 32	10
Tabel 2.4 Tabel MacVicarWhelan	18
Tabel 2.5 Spesifikasi Panel Surya Polikristalin	19
Tabel 3.1 Bentuk Fisik Komponen yang Digunakan	26
Tabel 3.2 Spesifikasi Komponen yang digunakan.....	27
Tabel 3.3 Rule Base Fuzzy.....	39
Tabel 3.4 Hasil Kalibrasi Suhu dan Kelembapan	47
Tabel 4 1 Data Pengujian Output Fuzzy Sugeno	50
Tabel 4.2 Perbandingan hasil simulasi dan aktual	63
Tabel 4.3 Pengujian Keandalan Sistem.....	65
Tabel 4. 4 Pertumbuhan tanaman selada.....	69

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. Daftar Riwayat Hidup Penulis	76
Lampiran 2. Dokumentasi Alat	77
Lampiran 3. Program	78



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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komoditas pertanian merupakan sumber terbesar konsumsi masyarakat Indonesia sehingga permintaan akan produk pertanian cukup tinggi. Berada pada kawasan yang strategis dan beriklim tropis seharusnya menjadi keunggulan tersendiri bagi Indonesia khususnya dalam bidang pertanian. Namun, ternyata hasil pertanian Indonesia belum maksimal. Salah satu penyebab rendahnya hasil pertanian adalah semakin berkurangnya lahan pertanian setiap tahunnya akibat peralihan fungsi lahan menjadi pemukiman (Siregar dan Rivai, 2018).

Urban farming menjadi salah satu solusi masalah keterbatasan lahan pertanian. *Urban farming* adalah usaha bercocok tanam di lahan-lahan sempit kosong yang biasanya ada di perkotaan, seperti pada teras (Siregar dan Rivai, 2018). Selain masalah keterbatasan lahan, banyak petani yang menggunakan pestisida untuk meminimalisir kegagalan panen. Namun, hal ini dapat berdampak buruk pada keselamatan manusia dan lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi pemakaian pestisida yaitu dengan mengalihkan ke cara bercocok tanam hidroponik, yaitu menggunakan larutan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman (Rohadi et al., 2019). Akan tetapi, teknik ini masih memiliki kekurangan yaitu tingkat oksigenasi pada akar tanaman yang rendah akibat selalu terendam larutan nutrisi.

Teknik bertanam lain yang mulai banyak digunakan adalah aeroponik, yaitu teknik dengan memanfaatkan misting nozzle atau semprotan larutan nutrisi berwujud kabut ke akar tanaman yang menggantung di udara. Dengan teknik ini, kekurangan hidroponik sebelumnya dapat diatasi. Namun, aeroponik memiliki kerumitan yang cukup tinggi. Akar tanaman aeroponik harus selalu mendapat semprotan larutan nutrisi agar tidak kering dan menjadi layu. Selain itu, intensitas semprotan dan kadar nutrisi juga harus diatur tidak terlalu sedikit maupun terlalu banyak sehingga akar tanaman dapat menyerap nutrisi yang diberikan dengan maksimal (Siregar dan Rivai, 2018).



© 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

Pada penelitian Arif Safrimawan & Asrizal Deri F. (2019) yang berjudul “Sistem Kontrol Pemberian Nutrisi pada Budi Daya Tanaman Aeroponik Berbasis Fuzzy Logic” telah dibuat sistem kontrol pemberian nutrisi otomatis menggunakan logika Fuzzy namun objek yang diteliti adalah tanaman kangkung dan sistem penanaman dilakukan secara horizontal. Sistem monitoring yang digunakan juga belum berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga pengguna harus melakukan pengecekan berkala secara langsung pada alat. Pada penelitian Erfan Rohadi *et al.* (2019) yang berjudul “Sistem Penyiraman Tanaman Sayur Secara Aeroponik berdasarkan Suhu dan Kelembapan berbasis IoT menggunakan Metode Fuzzy” telah dibuat rancang bangun sistem penyiraman tanaman otomatis secara aeroponik serupa namun objek yang diteliti adalah tanaman pakcoy. Sistem yang dikontrol juga menggunakan metode fuzzy mamdani, dan penanaman tanaman dilakukan dengan sistem horizontal.

Oleh karena itu penulis melakukan modifikasi dari beberapa kekurangan penelitian sebelumnya dengan menggunakan objek yang diteliti berupa tanaman selada (*Lactuca Sativa L.*) dimana sistem penanaman akan dibuat secara vertikal sehingga dapat menampung lebih banyak tanaman. Metode yang digunakan berupa fuzzy sugeno untuk menentukan durasi penyiraman tanaman, dan sumber yang digunakan berasal dari pemanfaatan energi matahari dengan menggunakan panel surya sehingga ramah lingkungan dan mengurangi biaya karena tidak menggunakan listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang diangkat adalah :

1. Bagaimana cara membuat, merancang dan mensimulasikan sistem pengaturan penyiraman tanaman aeroponik berdasarkan suhu dan kelembaban dengan metode logika fuzzy?
2. Bagaimana hasil respon sistem yang telah dibuat jika dibandingkan dengan simulasi dan perhitungan matematis ?
3. Bagaimana respon tanaman selada dengan sistem aeroponik yang telah dibuat?



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Masalah

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

- a. Tanaman yang digunakan pada penelitian hanya selada.
- b. Hanya dibuat 16 lubang tanaman pada *prototype*.
- c. Hanya mengendalikan lama waktu penyiraman berdasarkan variabel suhu dan kelembaban
- d. Tidak membahas tentang proses *charging* dan *discharging* pada baterai

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Membuat, merancang dan mensimulasikan sistem pengaturan penyiraman tanaman aeroponik berdasarkan suhu dan kelembaban dengan metode logika fuzzy
2. Mengetahui hasil respon sistem jika dibandingkan dengan hasil simulasi dan perhitungan secara matematis
3. Mengetahui respon tanaman selada dengan sistem aeroponik yang telah dibuat berdasarkan perubahan tinggi tanaman

1.5 Luaran

Luaran dari penelitian ini adalah berupa *prototype* sistem aeroponik yang waktu penyiramannya dikendalikan berdasarkan suhu dan kelembaban dengan metode logika fuzzy dan analisa yang tulis pada laporan. Selain itu diharapkan alat ini dapat dipatenkan dan dijual secara komersial dengan harga yang terjangkau atau dapat dijadikan alat untuk berwirausaha.

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

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, didapat beberapa kesimpulan yaitu :

- Proses fertigasi pada *Smart Aeroponics System* dengan metode logika fuzzy sugeno berhasil dibuat.
- Sistem akan menjaga suhu pada bagian dalam box tanaman bernilai dibawah 28°C dan kelembapan bernilai diatas 90% RH
- Hasil defuzzifikasi sistem memiliki rata-rata error sebesar 0.02% jika dibandingkan dengan hasil simulasi pada software Matlab 2015
- Sistem pemanfaatan energi matahari yang telah dibuat mampu memenuhi kebutuhan daya sistem aeroponik dengan rata-rata pengurangan kapasitas baterai perhari sebesar 20 - 40%
- Rata-rata perubahan tinggi 16 tanaman selada selama 10 hari percobaan masa tanam sebesar 7.325 cm
- Pada pertumbuhan tanaman selada ada berbagai hal yang harus diperhatikan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik seperti : tingkat PPM larutan nutrisi, suhu dan kelembapan ruangan serta pencahayaan agar tanaman bisa berfotosintesis.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, penulis memiliki beberapa saran yang dapat meningkatkan dan membuat sistem aeroponik menjadi lebih baik, antara lain sebagai berikut :

- Menggunakan sensor pembaca suhu dan kelembapan dengan tingkat ketelitian yang lebih baik.
- Menambah fitur kontrol larutan nutrisi dan pengisian tendon nutrisi secara otomatis



DAFTAR PUSTAKA

- Alam, R. L., & Nasuha, A. (2020). Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic Controller berbasis IoT. *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 5-6.
- Fitriansah, T., Rofiq, M., & Karyawati, A. S. (2019). Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L*) pada Dosis dan Interval Penambahan AB Mix dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(3), 2-7.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi logika fuzzy : untuk pendukung keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nawawi, I., & Fatkhurrozi, B. (2016). STUDI KOMPARASIKENDALI MOTOR DC DENGAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI DAN SUGENO. *Jurnal Untidar*, 2(2), 8.
- Nugroho, D. B., Maghfoer, M. D., & Herlina, N. (2017). PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa L.*) AKIBAT PEMBERIAN BIOURIN SAPI DAN KASCING. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(4), 2.
- Rohadi, E., Apriyani, M. E., & Laili, N. H. (2019). SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN SAYUR SECARA AEROPONIK BERDASARKAN SUHU DAN KELEMBAPAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY. *Jurnal Informatika Polinema*, 5(2), 1-6.
- Safrimawan, A., & Futra, A. D. (2019). Sistem Kontrol Pemberian Nutrisi pada Budi Daya Tanaman Aeroponik Berbasis Fuzzy Logic. *JOURNAL OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING*, 3(1), 1-5.
- Siregar, S., & Rivai, M. (2018). Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air untuk Budidaya Aeroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266. *JURNAL TEKNIK ITS*, 7(2), 1-2.

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 milik Politeknik Negeri Jakarta

Sitio, S. L. (2018). PENERAPAN FUZZY INFERENCE SYSTEM SUGENO UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PEMBELIAN OBAT (STUDI KASUS: GARUDA SENTRA MEDIKA). *JURNAL INFORMATIKA UNIVERSITAS PAMULANG*, 3(2), 4-5.

Sunardi, & Artati, R. S. (2014). Aplikasi Metode Fuzzy Sugeno untuk Sistem Informasi Ketinggian Air dan Ketinggian Pintu Air Suatu Bendungan. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 19(2), 4-5.

Waskito, B. (2004). *Teknik Kendali Hibrid PI Fuzzy Untuk Pengendalian Suhu*. Semarang: Universitas Diponegoro.



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis



Rifki Saputra merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Lahir di Ungaran, 27 Oktober 1999. Lulus dari SDN Rawa Buntu 3 pada tahun 2011, SMPN 11 Tangerang Selatan tahun 2014, SMAN 7 Tangerang Selatan tahun 2017. Penulis melanjutkan pendidikannya ke jenjang perkuliahan untuk mengambil gelar Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (IKI) pada tahun 2017 - sekarang.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 2. Dokumentasi Alat



© 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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 3. Program

//program file header

```
#ifndef SugenoLIB_h
#define SugenoLIB_h
#include "Arduino.h"
#endif

class SugenoLIB{
public :
//constructor
    SugenoLIB(bool displayMsg);

//fuzifikasi input suhu
    float Suhu_NBs (float a);
    float Suhu_NSs (float b);
    float Suhu_Zs (float c);
    float Suhu_PsS (float d);
    float Suhu_PBs (float e);

//fuzifikasi input kelembaban
    float Kelembaban_NBk (float f);
    float Kelembaban_NSk (float g);
    float Kelembaban_Zk (float h);
    float Kelembaban_PSk (float i);
    float Kelembaban_PBk (float j);

//fungsi implikasi
    float Min (float k, float l);

    float implikasi1 (float a11, float a22);
    float implikasi2 (float b11, float b22);
    float implikasi3 (float c11, float c22);
    float implikasi4 (float d11, float d22);
    float implikasi5 (float e11, float e22);
    float implikasi6 (float f11, float f22);
    float implikasi7 (float g11, float g22);
    float implikasi8 (float h11, float h22);
    float implikasi9 (float i11, float i22);
    float implikasi10 (float j11, float j22);
    float implikasi11 (float k11, float k22);
    float implikasi12 (float l11, float l22);
    float implikasi13 (float m11, float m22);
    float implikasi14 (float n11, float n22);
    float implikasi15 (float o11, float o22);
    float implikasi16 (float p11, float p22);
    float implikasi17 (float q11, float q22);
    float implikasi18 (float r11, float r22);
    float implikasi19 (float s11, float s22);
    float implikasi20 (float t11, float t22);
    float implikasi21 (float u11, float u22);
    float implikasi22 (float v11, float v22);
    float implikasi23 (float x11, float x22);
    float implikasi24 (float x11, float x22);
    float implikasi25 (float y11, float y22);
```

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 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

```
//defuzzifikasi
float defuzzifikasi (float a33,float b33,float c33,float
d33,float e33,float f33,float g33,float h33,float i33,float
j33,float k33,float l33,float m33,float n33,float o33,float
p33,float q33,float r33,float s33,float t33,float u33,float
v33,float w33,float x33,float y33);

};
```

//Program file implementasi

```
#include "SugenoLIB.h"
#include "Arduino.h"

float NBs, NSs, Zs, PSs, PBs;
float NBk, NSk, Zk, PSk, PBk;

SugenoLIB::SugenoLIB(bool displayMsg) {
  //
}

float SugenoLIB::Suhu_NBs (float a){
if (a >=24 || a <20) {NBs = 0;}
else if (a >20 && a < 24) {NBs = (24-a)/4;}
else if (a == 20) {NBs = 1;}
return NBs;
}

float SugenoLIB::Suhu_NSs (float b){
if (b <=20 || b >=28) {NSs = 0;}
else if (b >20 && b <24) {NSs = (b-20)/4;}
else if (b >24 && b <28) {NSs = (28-b)/4;}
else if (b == 24) {NSs = 1;}
return NSs;
}

float SugenoLIB::Suhu_Zs (float c){
if (c <=24 || c >=32) {Zs = 0;}
else if (c >24 && c <28) {Zs = (c-24)/4;}
else if (c >28 && c <32) {Zs = (32-c)/4;}
else if (c == 28) {Zs = 1;}
return Zs;
}

float SugenoLIB::Suhu_PSs (float d){
if (d <=28 || d >=36) {PSs = 0;}
else if (d >28 && d <32) {PSs = (d-28)/4;}
else if (d >32 && d <36) {PSs = (36-d)/4;}
else if (d == 32) {PSs = 1;}
return PSs;
}

float SugenoLIB::Suhu_PBs (float e){
if (e <=32 || e >36) {PBs = 0;}
else if (e >32 && e <36) {PBs = (e-32)/4;}
else if (e == 36) {PBs = 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

return PBs;
}

float SugenoLIB::Kelembaban_NBk (float f){
if (f <0 || f >=15) {NBk = 0;}
else if (f >0 && f < 15) {NBk = (15-f)/15;}
else if (f == 0) {NBk = 1;}
return NBk;
}

float SugenoLIB::Kelembaban_NSk (float g){
if (g <=10 || g >40) {NSk = 0;}
else if (g >10 && g <25) {NSk = (g-10)/15;}
else if (g >25 && g <40) {NSk = (40-g)/15;}
else if (g == 25) {NSk = 1;}
return NSk;
}

float SugenoLIB::Kelembaban_Zk (float h){
if (h <=35 || h >=65) {Zk = 0;}
else if (h >35 && h <50) {Zk = (h-35)/15;}
else if (h >50 && h <65) {Zk = (65-h)/15;}
else if (h == 50) {Zk = 1;}
return Zk;
}

float SugenoLIB::Kelembaban_PSk (float i){
if (i <=60 || i >=90) {PSk = 0;}
else if (i >60 && i <75) {PSk = (i-60)/15;}
else if (i >75 && i <90) {PSk = (90-i)/15;}
else if (i == 75) {PSk = 1;}
return PSk;
}

float SugenoLIB::Kelembaban_PBk (float j){
if (j <=85 || j >100) {PBk = 0;}
else if (j >85 && j <100) {PBk = (j-85)/15;}
else if (j == 100) {PBk = 1;}
return PBk;
}

float SugenoLIB::Min (float k, float l) {
if (k < l) {
return k;
}
else if (l < k) {
return l;
}
else return k;
}

//implikasi
//rule1 if Suhu Dingin and Kelembaban Sangat Kering then Pompa
Sedang
float SugenoLIB::implikasi1(float a11, float a22){
float x1 = Min (a11,a22);
return x1;
}

```



© 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

```
//rule2 if Suhu Dingin and Kelembaban Kering then Pompa Cepat
float SugenoLIB::implikasi2(float b11, float b22){
float x2 = Min (b11,b22);
return x2;
}

//rule3 if Suhu Dingin and Kelembaban Normal then pompa Mati
float SugenoLIB::implikasi3(float c11, float c22){
float x3 = Min (c11,c22);
return x3;
}

//rule4 if Suhu Dingin and Kelembaban Lembab then pompa Mati
float SugenoLIB::implikasi4(float d11, float d22){
float x4 = Min (d11,d22);
return x4;
}

//rule5 if Suhu Dingin and Kelembaban Sangat Lembab then Pompa
Mati
float SugenoLIB::implikasi5(float e11, float e22){
float x5 = Min (e11,e22);
return x5;
}

//rule6 if Suhu Sejuk and Kelembaban Sangat Kering then Pompa Lama
float SugenoLIB::implikasi6(float f11, float f22){
float x6 = Min (f11,f22);
return x6;
}

//rule7 if Suhu Sejuk and Kelembaban Kering then Pompa Sedang
float SugenoLIB::implikasi7(float g11, float g22){
float x7 = Min (g11,g22);
return x7;
}

//rule8 if Suhu Sejuk and Kelembaban Normal then pompa Cepat
float SugenoLIB::implikasi8(float h11, float h22){
float x8 = Min (h11,h22);
return x8;
}

//rule9 if Suhu Sejuk and Kelembaban Lembab then pompa Cepat
float SugenoLIB::implikasi9(float i11, float i22){
float x9 = Min (i11,i22);
return x9;
}

//rule10 if Suhu Sejuk and Kelembaban Sangat Lembab then Pompa
Mati
float SugenoLIB::implikasi10(float j11, float j22){
float x10 = Min (j11,j22);
return x10;
}

//rule11 if Suhu Normal and Kelembaban Sangat Kering then Pompa
Sangat Lama
float SugenoLIB::implikasi11(float k11, float k22){
```



© 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

```

float x11 = Min (k11,k22);
return x11;
}

//rule12 if Suhu Normal and Kelembaban Kering then Pompa Lama
float SugenoLIB::implikasi12(float l11, float l22){
float x12 = Min (l11,l22);
return x12;
}

//rule13 if Suhu Normal and Kelembaban Normal then pompa Sedang
float SugenoLIB::implikasi13(float m11, float m22){
float x13 = Min (m11,m22);
return x13;
}

//rule14 if Suhu Normal and Kelembaban Lembab then pompa Cepat
float SugenoLIB::implikasi14(float n11, float n22){
float x14 = Min (n11,n22);
return x14;
}

//rule15 if Suhu Normal and Kelembaban Sangat Lembab then Pompa
Mati
float SugenoLIB::implikasi15(float o11, float o22){
float x15 = Min (o11,o22);
return x15;
}

//rule16 if Suhu Hangat and Kelembaban Sangat Kering then Pompa
Sangat Lama
float SugenoLIB::implikasi16(float p11, float p22){
float x16 = Min (p11,p22);
return x16;
}

//rule17 if Suhu Hangat and Kelembaban Kering then Pompa Lama
float SugenoLIB::implikasi17(float q11, float q22){
float x17 = Min (q11,q22);
return x17;
}

//rule18 if Suhu Hangat and Kelembaban Normal then pompa Lama
float SugenoLIB::implikasi18(float r11, float r22){
float x18 = Min (r11,r22);
return x18;
}

//rule19 if Suhu Hangat and Kelembaban Lembab then pompa Sedang
float SugenoLIB::implikasi19(float s11, float s22){
float x19 = Min (s11,s22);
return x19;
}

//rule20 if Suhu Hangat and Kelembaban Sangat Lembab then Pompa
Cepat
float SugenoLIB::implikasi20(float t11, float t22){
float x20 = Min (t11,t22);
return x20;
}

```



© 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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

}

//rule21 if Suhu Panas and Kelembaban Sangat Kering then Pompa
Sangat Lama
float SugenoLIB::implikasi21(float u11, float u22){
float x21 = Min (u11,u22);
return x21;
}

//rule22 if Suhu Panas and Kelembaban Kering then Pompa Sangat
Lama
float SugenoLIB::implikasi22(float v11, float v22){
float x22 = Min (v11,v22);
return x22;
}

//rule23 if Suhu Panas and Kelembaban Normal then pompa Sangat
Lama
float SugenoLIB::implikasi23(float w11, float w22){
float x23 = Min (w11,w22);
return x23;
}

//rule24 if Suhu Panas and Kelembaban Lembab then pompa Lama
float SugenoLIB::implikasi24(float x11, float x22){
float x24 = Min (x11,x22);
return x24;
}

//rule25 if Suhu Panas and Kelembaban Sangat Lembab then Pompa
Sedang
float SugenoLIB::implikasi25(float y11, float y22){
float x25 = Min (y11,y22);
return x25;
}

float SugenoLIB::defuzifikasi (float a33, float b33, float c33,
float d33, float e33, float f33, float g33, float h33, float i33,
float j33, float k33, float l33, float m33, float n33, float o33,
float p33, float q33, float r33, float s33, float t33, float u33,
float v33, float w33, float x33, float y33){
float def = ((a33*80) + (b33*40) + (c33*0) + (d33*0) + ( e33*0) +
(f33*120) + (g33*80) + (h33*40) + (i33*40) + (j33*0) + (k33*160) +
(l33*120) + (m33*80) + (n33*40) + (o33*0) + ( p33*160) + (q33*120)
+ (r33*120) + (s33*80) + (t33*40) + (u33*160) + (v33*160) +
(w33*160) + (x33*120) + (y33*80)) / (a33 + b33 + c33 + d33 + e33 +
f33 + g33 + h33 + i33 + j33 + k33 + l33 + m33 + n33 + o33 + p33 +
q33 + r33 + s33 + t33 + u33 + v33 + w33 + x33 + y33);
return def;
}

```

//program pada arduino

```

#include <SugenoLIB.h> // Fuzzy Sugeno Library
#include <DHT.h> // DHT sensor library
#include <Wire.h> // This library allows you to
communicate with I2C / TWI devices, used for I2C on LCD
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // LCD with I2C library

```



© 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

```

#include <WiFi.h> // To connect to WiFi
#include <FS.h> // This file is part of the
esp8266 core for Arduino environment
#include <SD.h> // The SD library allows for
reading from and writing to SD cards
#include <SPI.h> // This library allows to
communicate with SPI devices
#include <NTPClient.h> // Network Time Protocol, to
connect to a time server or get time
#include <WiFiUdp.h> // Library for Arduino Wifi
shield, needed her for NTP

#define DHTPIN 27 // what pin we're connected to
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
#define RELAY 26 // Relay on PIN 26
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Connect DHT sensor
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Using LCD 20x4

//-----For getting date and time-----
String formattedDate;
String dayStamp;
String timeStamp;

//-----WiFi credentials-----
#define WIFI_SSID ""
#define WIFI_PASSWORD ""

//-----Define CS pin for the SD card module-----
#define SD_CS 15
String dataMessage;

//-----Define NTP Client to get time-----
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP);

///=====//
/// Variabel Program Fuzzy Yang Digunakan =====//
///=====//

float def;
float x, y;
float NB_s, NS_s, Z_s, PS_s, PB_s;
float NB_k, NS_k, Z_k, PS_k, PB_k ;
float i1, i2, i3, i4, i5;
float i6, i7, i8, i9, i10;
float i11, i12, i13, i14, i15;
float i16, i17, i18, i19, i20;
float i21, i22, i23, i24, i25;

SugenoLIB fuzzy(true);
//-----Program Relay-----
void relay(){
  if (def > 0) {
    digitalWrite (26, LOW);
  }
  else if (def == 0){
    digitalWrite (26, HIGH);
  }
}

```



© 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

```
// Write to the SD card (DON'T MODIFY THIS FUNCTION)
void writeFile(fs::FS &fs, const char * path, const char *
message) {
  Serial.printf("Writing file: %s\n", path);

  File file = fs.open(path, FILE_WRITE);
  if(!file) {
    Serial.println("Failed to open file for writing");
    return;
  }
  if(file.print(message)) {
    Serial.println("File written");
  } else {
    Serial.println("Write failed");
  }
  file.close();
}

// Append data to the SD card (DON'T MODIFY THIS FUNCTION)
void appendFile(fs::FS &fs, const char * path, const char *
message) {
  Serial.printf("Appending to file: %s\n", path);

  File file = fs.open(path, FILE_APPEND);
  if(!file) {
    Serial.println("Failed to open file for appending");
    return;
  }
  if(file.print(message)) {
    Serial.println("Message appended");
  } else {
    Serial.println("Append failed");
  }
  file.close();
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  Wire.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  pinMode(RELAY, OUTPUT);

  //-----Connecting to WiFi Network-----
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("connected: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  //-----Initialize a NTPClient to get time-----
  timeClient.begin();
  timeClient.setTimeOffset(25200);
}
```



© 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

```
//-----Initialize SD card-----
SD.begin(SD_CS);
if(!SD.begin(SD_CS)) {
  Serial.println("Card Mount Failed");
  return;
}
uint8_t cardType = SD.cardType();
if(cardType == CARD_NONE) {
  Serial.println("No SD card attached");
  return;
}
Serial.println("Initializing SD card...");
if (!SD.begin(SD_CS)) {
  Serial.println("ERROR - SD card initialization failed!");
  return; // init failed
}
File file = SD.open("/DataloggerAeroponics1.txt");
if(!file) {
  Serial.println("File doesn't exist");
  Serial.println("Creating file...");
  writeFile(SD, "DataloggerAeroponics1.txt", "Date, Time,
Temperature(°C), Humidity(%), Duration \r\n");
}
else {
  Serial.println("File already exists");
}
file.close();
}

void loop() {

  x = dht.readTemperature();
  y = dht.readHumidity();
  Serial.print("Temp: ");
  Serial.print(x);
  Serial.print(" Celcius, Humidity: ");
  Serial.print(y);
  Serial.println(" %");
  delay (500);

  NB_s = fuzzy.Suhu_NB_s(x);
  NS_s = fuzzy.Suhu_NS_s(x);
  Z_s = fuzzy.Suhu_Z_s(x);
  PS_s = fuzzy.Suhu_PS_s(x);
  PB_s = fuzzy.Suhu_PB_s(x);
  NB_k = fuzzy.Kelembaban_NB_k(y);
  NS_k = fuzzy.Kelembaban_NS_k(y);
  Z_k = fuzzy.Kelembaban_Z_k(y);
  PS_k = fuzzy.Kelembaban_PS_k(y);
  PB_k = fuzzy.Kelembaban_PB_k(y);

  i1 = fuzzy.implikasi1(NB_s,NB_k);
  i2 = fuzzy.implikasi2(NB_s,NS_k);
  i3 = fuzzy.implikasi3(NB_s,Z_k);
  i4 = fuzzy.implikasi4(NB_s,PS_k);
  i5 = fuzzy.implikasi5(NB_s, PB_k);
  i6 = fuzzy.implikasi6(NS_s, NB_k);
  i7 = fuzzy.implikasi7(NS_s, NS_k);
  i8 = fuzzy.implikasi8(NS_s, Z_k);
```




© 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

```

i9 = fuzzy.implikasi9(NS_s, PS_k);
i10 = fuzzy.implikasi10(NS_s, PB_k);
i11 = fuzzy.implikasi11(Z_s, NB_k);
i12 = fuzzy.implikasi12(Z_s, NS_k);
i13 = fuzzy.implikasi13(Z_s, Z_k);
i14 = fuzzy.implikasi14(Z_s, PS_k);
i15 = fuzzy.implikasi15(Z_s, PB_k);
i16 = fuzzy.implikasi16(PS_s, NB_k);
i17 = fuzzy.implikasi17(PS_s, NS_k);
i18 = fuzzy.implikasi18(PS_s, Z_k);
i19 = fuzzy.implikasi19(PS_s, PS_k);
i20 = fuzzy.implikasi20(PS_s, PB_k);
i21 = fuzzy.implikasi21(PB_s, NB_k);
i22 = fuzzy.implikasi22(PB_s, NS_k);
i23 = fuzzy.implikasi23(PB_s, Z_k);
i24 = fuzzy.implikasi24(PB_s, PS_k);
i25 = fuzzy.implikasi25(PB_s, PB_k);

def =
fuzzy.defuzifikasi(i1,i2,i3,i4,i5,i6,i7,i8,i9,i10,i11,i12,i13,i14,
i15,i16,i17,i18,i19,i20,i21,i22,i23,i24,i25);
delay (500);

//-----Setting LCD-----
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temp.");
lcd.print(x);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Humidity:");
lcd.print(y);
lcd.print("%");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Pompa ON:");
lcd.print(def);
lcd.print("detik");

Serial.print ("Def : ");
Serial.println (def);
Serial.println (" ");
relay();

//-----Setting Data Logger-----
// Function to get date and time from NTPClient
while(!timeClient.update()) {
  timeClient.forceUpdate();
}
formattedDate = timeClient.getFormattedDate();
Serial.println(formattedDate);
int splitT = formattedDate.indexOf("T");
dayStamp = formattedDate.substring(0, splitT);
Serial.println(dayStamp);
// Extract time
timeStamp = formattedDate.substring(splitT+1,
formattedDate.length()-1);
Serial.println(timeStamp);
// Write the sensor readings on the SD card

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```

dataMessage = String(dayStamp) + "|" + String(timeStamp) + "|"
+
                String(x) + "|" + String(y) + "|" + String(def)
+ "|" + "\r\n";
Serial.print("Save data: ");
Serial.println(dataMessage);
appendFile(SD, "/DataloggerAeroionics1.txt",
dataMessage.c_str());
delay(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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta