

# IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC DALAM PERANCANGAN APLIKASI PEMANTAUAN SERTA KONTROL PH, TDS, DAN SUHU PADA LARUTAN TANAMAN HIDROPONIK PAKCOY MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS ANDROID

Reynaldo<sup>1</sup>, Alvino Octaviano<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek No. 46 Buaran, Serpong, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia, 15417  
e-mail: <sup>1</sup>[koesanto.r@gmail.com](mailto:koesanto.r@gmail.com), <sup>2</sup>[dosen00397@unpam.ac.id](mailto:dosen00397@unpam.ac.id)

## Abstract

Hydroponics is a method of growing plants with water media without using soil media and prioritizing the fulfillment of plant nutritional needs. A hydroponic cultivation system that circulates air and nutrients using the Deep Flow Technique (DFT) method. Pakcoi vegetables developed on the Serpong Farm Hydroponic plantation. The activities carried out are measuring pH, TDS, and temperature levels in the media from hydroponic plants still using a simple meter which causes it to be ineffective, can cause reading errors in these levels, and It takes time to concentrate the nutrient solution. This study aims to build an Android-based system that can control nutrient levels and pH automatically using the Fuzzy Logic Sugeno method with stages starting from fuzzification, rule application, defuzzification and output as decision making from the system. The Fuzzy Logic model with the Takagi-Sugeno-Kang method is applied to the Arduino Mega 2560 using the C programming language.

Keywords: Hydroponics; Fuzzy logic; Arduino; Android

## Abstrak

Hidroponik merupakan metode menanam tanaman dengan media air tanpa menggunakan media tanah dan mengutamakan pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman. Sistem budidaya hidroponik yang menyirkulasikan air dan nutrisi menggunakan metode Deep Flow Technique (DFT). Sayuran pakcoi dikembangkan pada perkebunan Serpong Farm Hydroponic, Kegiatan yang dilakukan yaitu melakukan pengukuran kadar pH, TDS, dan suhu pada media larutan tanaman hidroponik masih menggunakan alat meter sederhana yang menyebabkan tidak efektif, dapat menimbulkan kesalahan pembacaan pada nilai-nilai kadar tersebut, dan diperlukan waktu untuk melakukan pencocokan kadar larutan nutrisi. Penelitian ini bertujuan membangun sistem berbasis Android yang dapat mengontrol secara otomatis kadar nutrisi dan pH menggunakan metode Fuzzy Logic dengan tahapan dimulai dari fuzzifikasi, penerapan rule, defuzzifikasi dan output sebagai pengambilan keputusan dari sistem. Model Fuzzy Logic dengan metode Takagi-Sugeno-Kang diterapkan pada Arduino Mega 2560 dengan menggunakan bahasa pemrograman C.

Kata Kunci: Hidroponik; Logika fuzzy; Arduino; Android

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2018 Dinas Ketahanan Pangan, Pertanian dan Perikanan Kota Tangerang Selatan, memiliki 6 program dan 31 kegiatan yang salah satunya yaitu program pengembangan pertanian dengan kegiatan penyuluhan peningkatan produksi pertanian/perkebunan budidaya hortikultura dengan konsep Urban Farming[1]. *Urban Farming* saat ini sedang menjadi kecenderungan di kalangan masyarakat Indonesia di daerah perkotaan. Namun

bagi sebagian masyarakat terutama masyarakat perkotaan, masih sangat sedikit yang menerapkan perangkat Arduino dan *Internet of Things* (IoT) pada kegiatan bercocok tanam hidroponik [2]. Seperti yang dilakukan oleh bapak Ahmad Nurmansyah pada perkebunan Serpong Farm Hydroponics yaitu melakukan aktivitas bercocok tanam menggunakan metode Hidroponik dengan teknik *Deep Flow Technique* (DFT) dan melakukan pengukuran pH, PPM dan suhu pada larutan

tanaman hidroponik menggunakan alat meter sederhana dan prosesnya masih terbilang manual.

Hidroponik adalah metode menanam tanaman dengan air tanpa menggunakan media tanah, dengan mengutamakan pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman. Kebutuhan air hidroponik lebih sedikit dari pada budidaya tanah. Jenis teknologi hidroponik inilah yang disebut metode DFT ini menggunakan air yang mengandung nutrisi sebagai media tanam [3].

Arduino adalah pengontrol mikro papan tunggal sumber terbuka, yang berasal dari platform pengkabelan (*Prototype*), yang dirancang untuk memfasilitasi penggunaan elektronik di berbagai bidang. Elemen yang terdapat di dalam Arduino adalah sensor, konektivitas, masyarakat dan proses[4]. Pemanfaatan Arduino ini dapat kita terapkan untuk mengendalikan beberapa alat elektronik yang ada di perkebunan hidroponik seperti pH Meter, *Total Dissolved Solid* (TDS) Meter, termometer dan pompa air. Dengan berkembangnya teknologi Arduino kita dapat menerapkan teknologi tersebut pada dunia agrikultur untuk kemajuan sistem perkebunan.

Serpong Farm Hydroponics, perkebunan hidroponik yang berdiri pada tahun 2016 bergerak pada sektor pertanian dan penyuplai sayur-sayuran organik dengan metode tanam hidroponik jenis *Nutrient Film Technique* (NFT), *Deep Flow Technique* (DFT), dan rakit apung. Pada kegiatan yang dilakukan di dalam perkebunan hidroponik yaitu melakukan pengukuran kadar pH, TDS, dan suhu pada media larutan tanaman hidroponik masih menggunakan alat meter sederhana yang menyebabkan tidak efektif dan menimbulkan kesalahan pembacaan pada nilai-nilai kadar tersebut. Jika menggunakan alat meter sederhana, petani hidroponik harus memeriksa setidaknya sekali sehari ke kebun hidroponik untuk memastikan pH dan nutrisi tanaman tetap stabil. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem otomatis yang dapat melakukan pemantauan dan pengendalian secara jarak jauh melalui Android untuk dapat meningkatkan kinerja petani dan perkebunan tersebut tanpa harus mendatangi kebun hidroponik tersebut.

Solusi dari masalah tersebut yaitu membangun sistem kontrol otomatis yang menggunakan metode pengambilan keputusan logika Fuzzy berdasarkan aturan basis pengetahuan yang mengimplementasikan Arduino sebagai mikrokontroler dan berbasis android untuk dapat menyelesaikan masalah ketidaklayakan larutan nutrisi pada tanaman hidroponik.

Metode logika Fuzzy merupakan cara untuk memetakan ruang masukan ke dalam ruang keluaran. Pada logika Fuzzy yang dikenalkan oleh Prof. Lotfi Aliasker Zadeh, berbeda dengan logika biasa atau tradisional dimana logika Fuzzy dasarnya adalah kekaburan dan ketidakpastian.

Tahapan metode logika Fuzzy yaitu proses memformulasikan pemetaan dari *input* yang diberikan ke sebuah *output* yang dimulai dari *input*, fuzzifikasi, kemudian penalaran menggunakan aturan-aturan yang telah ditentukan, lalu defuzzifikasi dan yang terakhir yaitu *output*. Ciri lain yang ada pada logika Fuzzy adalah dapat dibangun berdasarkan pengalaman seorang pakar, dengan kata lain logika Fuzzy dapat merumuskan pengetahuan seorang pakar. Logika Fuzzy memiliki konfigurasi dasar sebuah sistem *Fuzzy Logic Controller* (FLC) yang terdiri dari empat komponen utama, yaitu: fuzzifikasi, basis pengetahuan atau *knowledge base* (KB), logika pengambil keputusan (*Decision Making Logic*), dan defuzzifikasi [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah “Implementasi Metode Fuzzy Logic Dalam Perancangan Aplikasi Pemantauan Serta Kontrol pH, TDS, dan Suhu Pada Larutan Tanaman Hidroponik Pakcoy Menggunakan Arduino Berbasis Android” untuk mengendalikan tingkat pH, TDS dengan jumlah zat terlarut dalam *Part Per Million* (PPM), dan memantau suhu larutan pada tanaman hidroponik sehingga dapat membantu dalam pengendalian dan pemantauan dari jarak jauh yang efektif serta efisien.

## 2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Pada bagian ini terdapat penelitian terkait yang menguraikan ulasan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang relevan dengan penelitian yang dilakukan, diantaranya:

- a. [6], pada penelitiannya membangun sistem yang dapat mengatur pH dan TDS pada larutan nutrisi hidroponik secara otomatis dan dapat mempertahankan kandungan nutrisi pada nominal yang optimal. Sistem yang di rancang dengan menggunakan beberapa sensor yaitu pH modul dan TDS modul dijadikan sebagai masukan ke Arduino kemudian di proses menggunakan logika Fuzzy. Dan hasil dari perhitungan logika Fuzzy dijadikan sebagai nilai untuk mengaktifkan *relay* selama waktu yang ditentukan oleh logika Fuzzy. Nilai kandungan TDS dan pH nutrisi dapat di *monitoring* di LCD 16×2. Sistem ini juga

- mengatur menghidupkan pompa air dalam waktu tertentu.
- b. [7], dalam penelitiannya dengan menggunakan pengontrolan pH larutan nutrisi terdiri dari sensor pH beserta modul rangkaian pengolah sinyalnya, rangkaian elektronik yaitu NodeMCU, *relay*, tombol *reset*, tombol *power* dan katub selenoid otomatis. Uji coba pengontrolan pH digunakan larutan basa sebagai larutan yang diukur. Pengontrolan terjadi dengan katub asam terbuka hingga pH dalam larutan terukur menjadi stabil. Hasil pengukuran instrumen ditampilkan pada ThingSpeak. Tampilan ThingSpeak dilihat pada ponsel android atau PC.
  - c. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sulistiyo, beliau menjelaskan bagaimana merancang alat pengendali derajat pH secara otomatis dengan menerapkan kontrol PID. Perangkat kontrol tersebut antara lain mikrokontroler Arduino Uno, sensor pH analog, dan pompa peristaltik sebagai penggerak larutan asam atau basa. Performansi alat yang dirancang cukup baik dengan kesalahan rata-rata *error* pembacaan sensor pH 2,48%, Alat kendali mampu mempertahankan pH pada kisaran *setpoint* 6-7 dengan hasil *tuning* PID ( $K_p= 2.3$ ,  $K_i= 0.04$ ,  $K_d= 0.02$ ) respons pertumbuhan tanaman pakcoi tinggi rata-rata 19,82 cm dan jumlah daun 14 helai terlihat warna daun lebih segar selama 30 HST[8].
  - d. Salah satu sistem hidroponik yang sering digunakan adalah *Nutrient Film Technique* (NFT) menurut Akhmad Wahyu Dani, karena NFT merupakan jenis hidroponik yang berbeda dengan hidroponik substrat. Pada NFT larutan nutrisi bersirkulasi selama 24 jam terus menerus agar akar selalu mendapatkan larutan nutrisi, sehingga memberikan oksigen yang melimpah ke akar tanaman dan baik untuk pertumbuhan tanaman. Penerapan sistem kontrol pH nutrisi otomatis juga menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller*. Sistem tersebut mampu mengendalikan larutan nutrisi, pH dan suhu dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu sensor nutrisi sebesar 98,14 %, sensor keasaman sebesar 96,21 %, dan sensor suhu sebesar 99,46 % (Dani, 2020).
1. Metode Pengamatan langsung ke kebun hidroponik berlokasi di Serpong Farm Hydroponics, jalan Kampung Serpong No.103 Kecamatan Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten. Analisa Observasi dilakukan langsung ke kebun agar mendapatkan data-data apa saja yang dibutuhkan.
  2. Metode Studi Pustaka dilakukan agar mendapatkan data dan informasi dari beberapa buku ilmiah, literatur-literatur yang disediakan dari perpustakaan Universitas Pamulang maupun dari sumber lain yang berhubungan dengan mikrokontroler dan berkaitan erat dengan penulis lakukan, karena masih banyak hal yang harus dilengkapi untuk mendukung penulisan kepastakaan.
  3. Metode Wawancara melakukan wawancara tanya jawab secara langsung kepada Bapak Ahmad Nurmansyah selaku petani Serpong Farm Hydroponics untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan kadar larutan nutrisi hidroponik pada tanaman Pakcoy.

Metode sistem pendukung keputusan atau DSS (*Decision Support System*) yaitu dengan model logika Fuzzy. Sistem pengontrolan logika Fuzzy memiliki kelebihan yaitu dapat mengontrol sistem yang kompleks, *non-linier*, serta secara matematis sulit untuk direpresentasikan. Selain itu, informasi berupa pengetahuan dan pengalaman berperan penting dalam mengenali perilaku sistem di dunia nyata. Logika Fuzzy juga memiliki himpunan Fuzzy, yang pada dasarnya merupakan perluasan dari teori himpunan klasik. Dengan logika Fuzzy, hasil yang didapatkan tidak selalu konsisten dengan *input* yang ada. Fungsi logika Fuzzy pada dasarnya terdiri dari *input*, proses, dan *output*.

1. Logika Fuzzy secara bahasa diartikan logika kabur atau logika samar-samar. Dalam logika Fuzzy memiliki derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 hingga 1 [10]. Logika Fuzzy digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa linguistik, misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat dan sangat cepat. Logika Fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan [9]. Sistem inferensi Fuzzy adalah proses

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data yang memiliki poin-poin penting dalam pelaksanaannya, antara lain:

memformulasikan pemetaan dari *input* yang diberikan ke sebuah *output* dengan menggunakan logika Fuzzy. Sistem ini melibatkan logika Fuzzy dan komponen di dalamnya seperti fungsi keanggotaan, operasi logika Fuzzy dan aturan *if-then*.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan terdapat beberapa poin, diantaranya yaitu:

##### 1. Implementasi Perangkat Lunak

Pada bagian tampilan sistem yang dibangun menggunakan Android Studio dengan bahasa program Java. Tampilan pada aplikasi tersebut memiliki 3 fungsi yaitu pemantauan, pengendalian, dan *export data monitoring* yang dibangun dengan menggunakan Android Studio dengan bahasa program Java. Tampilan pada aplikasi tersebut memiliki 3 fungsi yaitu pemantauan, pengendalian, dan *export data monitoring*.



Gambar 1 Tampilan aplikasi android

##### 2. Implementasi Perangkat Keras

Perancangan desain arsitektur, semua perangkat keras di koneksikan ke perangkat modul-modul sensor.



Gambar 2 Perancangan desain arsitektur

##### 3. Implementasi Fuzzy Logic

Arduino Mega 2560 dengan menggunakan Arduino IDE Bahasa pemrograman C.

- a. Mencari nilai fuzzifikasi dari setiap *input*. Proses fuzzifikasi pada sensor TDS dan sensor pH menggunakan rumus kurva trapesium. Hasil dari fuzzifikasi sensor TDS dan sensor pH selanjutnya akan disimpan pada variabel fungsi dengan tipe data *float*.
- b. Menentukan aturan Fuzzy dengan cara membandingkan hasil fuzzifikasi dari setiap *input* sensor TDS dan sensor pH. Maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan fungsi MIN yaitu mencari nilai terkecil dari setiap perbandingan. Pada proses pembentukan aturan basis pengetahuan untuk sensor TDS digunakan 9 aturan dasar, sedangkan untuk sensor pH menggunakan 3 aturan dasar.
- c. Defuzzifikasi dengan menggunakan *Weight of Average* [10]. Pada tahap ini hasil didapatkan dari perkalian setiap aturan dengan parameter *output*.

Maka hasil dari proses defuzzifikasi pada sensor TDS dan sensor pH akan disimpan pada variabel, yang kemudian variabel tersebut digunakan untuk menentukan *delay* waktu pembukaan dan penutupan pompa yang dikendalikan melalui sebuah modul *relay*.

Fuzzy logic Sugeno dengan Bahasa C dilakukan perbandingan hasil dengan menggunakan perangkat lunak MathWorks – MATLAB R2021a untuk mengukur seberapa presisi nilai *float* pada Bahasa C. Nilai variabel *input* eTDS dan deTDS masing-masing dimasukkan kedalam perangkat lunak MathWorks – MATLAB R2021a pada kolom parameter. Kemudian hasil perhitungan akan dibandingkan, hasil perhitungan pada Arduino dengan hasil perhitungan pada perangkat lunak MATLAB.

Tabel 1 Pengujian Fuzzy logic pada sensor TDS

No.	Input		Sensor TDS	Setpoint TDS	Output Pompa		Error
	erTDS	deTDS			Arduino	MATLAB	
1	127,00	5,00	173	300	-500,00	-500,00	0,00%
2	83,00	-9,00	217	300	-400,00	-400,00	0,00%
3	72,00	-11,00	228	300	-350,00	-350,00	0,00%
4	50,00	-11,00	250	300	-350,00	-350,00	0,00%
5	44,00	-6,00	256	300	-363,00	-364,00	0,27%
6	41,00	-3,00	259	300	-387,00	-388,00	0,26%
7	35,00	-6,00	265	300	-261,00	-261,00	0,00%
8	28,00	-7,00	272	300	-145,00	-146,00	0,68%
9	16,00	-12,00	284	300	-77,00	-76,93	0,09%
10	11,00	-5,00	289	300	-12,50	-12,50	0,00%
11	5,00	-6,00	295	300	25,00	25,00	0,00%
12	-1,00	-6,00	301	300	25,00	25,00	0,00%
13	-13,00	-12,00	313	300	250,00	250,00	0,00%
14	-15,00	-2,00	315	300	62,50	62,50	0,00%
15	-19,00	-4,00	319	300	112,50	112,00	0,45%
16	-19,00	0,00	319	300	112,50	112,00	0,45%
17	-21,00	-2,00	321	300	137,50	138,00	0,36%
18	-21,00	0,00	321	300	137,50	138,00	0,36%
19	1,00	22,00	299	300	-425,00	-425,00	0,00%
20	2,00	1,00	298	300	0,00	0,00	0,00%
Rata-rata kesalahan							0,15%
Nilai keakuratan							99,85%

Berdasarkan pada **Error! Reference source not found.**, output pompa ABMix dan pompa air dilakukan dengan mengganti parameter setpoint menjadi 300 PPM pada aplikasi android. Output delay pompa dalam satuan mili sekon, untuk output delay pompa bernilai positif yaitu menandakan pompa air yang digunakan untuk mengurangi kadar PPM, sedangkan output delay pompa bernilai negatif yaitu menandakan pompa ABMix yang digunakan untuk menaikkan kadar PPM.

Tabel 1 Pengujian Fuzzy Logic pada sensor pH

No.	Sensor pH	Output Pompa		Error
		Arduino	MATLAB	
1	6.70	0,00	0,00	0,00%
2	6.20	0,00	0,00	0,00%
3	5.60	400,00	400,00	0,00%
4	5.00	1000,00	1000,00	0,00%
5	4.70	1000,00	1000,00	0,00%
6	4.10	1000,00	1000,00	0,00%
7	4.40	1000,00	1000,00	0,00%
8	4.10	1000,00	1000,00	0,00%
9	4.20	1000,00	1000,00	0,00%
10	4.30	1000,00	1000,00	0,00%
11	4.50	1000,00	1000,00	0,00%
12	4.90	1000,00	1000,00	0,00%
13	5.00	1000,00	1000,00	0,00%
14	5.80	199,99	200,00	0,01%
15	6.20	0	0	0,00%
16	6.40	0	0	0,00%
17	6.80	0	0	0,00%
18	6.60	0	0	0,00%
19	6.90	0	0	0,00%
20	7.00	0	0	0,00%
Rata-rata kesalahan				0,00%
Nilai keakuratan				99,99%

Berdasarkan pada Tabel 2 pengujian output pompa pH UP dan pH Down dilakukan dengan memberikan cairan pH DOWN. Parameter Fuzzy

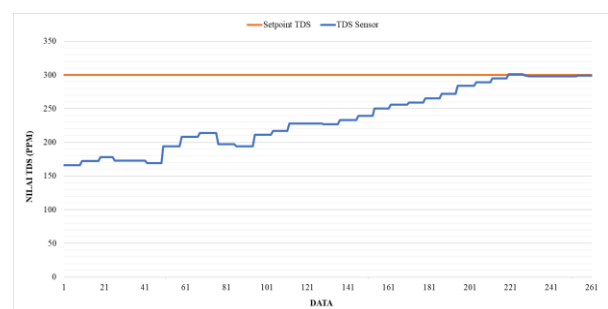
Logic pada sensor pH untuk tanaman pakcoy yaitu bernilai antara 6,00 sampai 7,00.

Dari data pada Tabel 1 dan Tabel 2 diatas didapatkan nilai error atau nilai perbedaan dari hasil perhitungan Arduino Mega 2560 dengan perhitungan perangkat lunak MathWorks – MATLAB R2021a. Kemudian perbedaan tersebut dihitung relatif kesalahannya dengan menggunakan rumus  $Relative\ Error = \left| \frac{V_A - V_E}{V_E} \right| \times 100\%$

kemudian dihitung rata-rata kesalahannya dengan rumus  $Average = \frac{\sum Relative\ Error}{\sum data\ percobaan}$ .

Hasil dari uji coba Arduino Mega 2560 dengan perangkat lunak MathWorks – MATLAB R2021a yang telah diambil 20 data percobaan, mendapatkan nilai rata-rata kesalahan 0,15% untuk Fuzzy pada sensor TDS dan 0,00% untuk Fuzzy pada sensor pH.

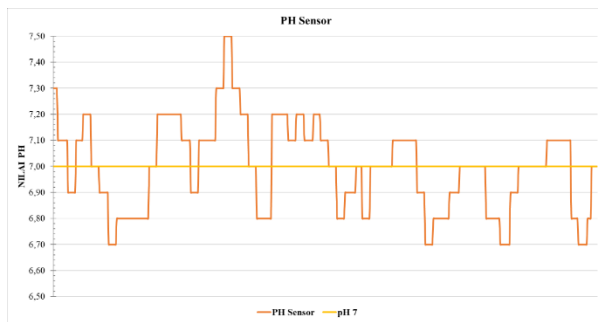
Pengujian Closed-Loop System terhadap sensor TDS bertujuan untuk mengetahui kestabilan sistem dalam mencapai setpoint yang ditentukan oleh user serta kemampuan sistem dalam mempertahankan nilai sensor TDS.



Gambar 1 Grafik uji kestabilan Fuzzy Logic sensor TDS

Untuk uji kestabilan sistem kontrol nilai TDS, larutan awal berkisar 160 PPM. Pengujian dilakukan dengan meningkatkan nilai TDS melalui aplikasi Android menjadi 300 PPM. Sistem kontrol fuzzy logic Sugeno dengan teknik Closed-Loop dapat merespons nilai TDS selama 130 detik atau 2 menit 10 detik. Pada detik ke 115 sampai seterusnya, sistem mematikan pompa ABMix melalui trigger relay dan nilai TDS stabil diangka 299 PPM. Angka tersebut berada dalam kondisi fuzzy logic variabel  $\mu_{erZ}$  dan  $\mu_{deZ}$ .

Pengujian Fuzzy Logic Ordo 0 terhadap sensor pH bertujuan untuk mengetahui respon sistem dalam menerapkan rule yang telah ditetapkan pada sistem serta kemampuan sistem dalam mempertahankan nilai sensor pH.



Gambar 2 Grafik uji respon Fuzzy Logic Sensor pH

Nilai pH	Frekuensi	Persentase
6,70	35	6,53%
6,80	104	19,40%
6,90	62	11,57%
7,00	120	22,39%
7,10	116	21,64%
7,20	71	13,25%
7,30	20	3,73%
7,50	8	1,49%
<b>JUMLAH</b>	<b>536</b>	<b>100,00%</b>

Gambar 3 Data distribusi nilai pH

Berdasarkan Gambar 5 ada 536 data yang diambil untuk mengetahui respon sistem fuzzy logic sugeno ordo 0 dan kestabilan dalam mempertahankan nilai pH. Nilai pH minimum 6,70 dicapai 6,53% dengan frekuensi 35 data. Nilai pH maksimum 7,50 dicapai 1,49% dengan frekuensi 8 data. Rata-rata nilai pH 7,00 sebesar 22,39% karena memiliki frekuensi terbanyak yaitu sebesar 120 data.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari penulisan yang telah diuraikan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem kontrol dan monitoring nutrisi pada tanaman pakcoy secara hidroponik DFT berhasil dibangun dengan menerapkan Sistem Pendukung Keputusan model Fuzzy Logic dengan metode Takagi-Sugeno-Kang sebagai penentu setiap hasil keputusan. Perancangan sistem ini dimulai dari perancangan hardware yaitu Arduino Mega 2560 dan sensor- sensor yang digunakan adalah sensor pH-4502C dan sensor TDS Analog SEN044. NodeMCU pada rancangan ini berfungsi untuk menerima data dari Arduino Mega 2560 dan hasil pembacaan nilai sensor-sensor dikirim ke Google Firebase Realtime Database melalui jaringan internet Wi-Fi. Selain membaca data sensor Arduino Mega 2560 juga memproses logika fuzzy kemudian dikirimkan pada relay dimana relay adalah pemicu untuk setiap pompa submersible yang diletakan pada setiap

jerigen. Sensor-sensor yang digunakan bekerja dengan baik, sensor pH menggunakan Fuzzy Logic Sugeno Ordo 0 dengan rata-rata pH 7 sebanyak 120 dari 536 data terekam. Sensor TDS menggunakan Fuzzy Logic Sugeno Ordo 1 Closed-Loop System yang dapat merespon 130 detik dari 160 PPM sampai 300 PPM kenaikan dan dapat menyesuaikan angka TDS pada detik ke-115 dari 130 detik.

- Model Fuzzy Logic dengan metode Takagi-Sugeno-Kang diterapkan pada Arduino Mega 2560 dengan menggunakan bahasa pemrograman C. Pada algoritma Fuzzy Logic terdapat beberapa tahap untuk mendapatkan nilai output yaitu tahap fuzzifikasi, pembentukan Rule-Based, dan defuzzifikasi. Hasil akhir perbandingan proses Fuzzy Logic pada Arduino Mega 2560 dengan perangkat lunak MathWorks – MATLAB R2021a didapatkan nilai keakuratan pada hasil output sensor TDS 99,85% dan nilai keakuratan pada hasil output sensor pH 99,99%.

Dengan membangun aplikasi sistem kontrol dan pemantauan larutan nutrisi hidroponik, aplikasi yang dirancang memiliki 3 fungsi yaitu pemantauan, pengendalian, dan export data monitoring.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis memberikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu ataupun memberikan dukungan terkait dengan penelitian yang dilakukan seperti bantuan fasilitas penelitian, dana hibah, dan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- P. dan P. K. T. S. Dinas Ketahanan Pangan, "Dinas Ketahanan Pangan, Pertanian dan Perikanan Kota Tangerang Selatan RENJA perubahan 2018," 2018.
- P. Ayu *et al.*, "“ Pengembangan Potensi Pertanian Perkotaan ( Urban Farming ) Melalui Budidaya Sayuran Hidroponik ’ Abstrak,” vol. 1, no. 1, 2020.
- T. Hariono and L. F. Fajriyah, "Monitoring Sistem Otomatisasi Hidroponik Berbasis Mobile," *Exact Papers in Compilation*, vol. 3, no. 2, pp. 347–352, 2021.
- E. Sulayfyan, "Prototipe Pengendali Sistem Pencahayaan Dengan

- Android Dan Arduino Via Bluetooth,” 2018. [Online]. Available: <http://eprints.unpam.ac.id/6724>
- [5] Rahman, “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Mengukur Kelayakan Mobil Bekas Menggunakan Fuzzy Inference System Metode Mamdani,” *Eprints Universitas Pamulang*, pp. 1–11, 2017, [Online]. Available: <http://eprints.unpam.ac.id/3511/>
- [6] S. Sotyohadi, W. S. Dewa, and I. K. Somawirata, “Perancangan Pengatur Kandungan TDS dan PH pada Larutan Nutrisi Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, vol. 1, no. 1, pp. 33–43, 2020, doi: 10.36040/alinier.v1i1.2520.
- [7] V. Ayudyana and Asrizal, “Rancang Bangun Sistem Pengontrolan pH Larutan Untuk Mahasiswa Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang Staf Pengajar Jurusan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang,” *Pillar of PhysicsPhysics*, vol. 12, pp. 53–60, 2019.
- [8] N. T. C. Sulistiyo, D. Erwanto, and A. D. Rosanti, “Alat Pengendalian Derajat PH Pada Sistem Hirponik Tanaman Pakcoy Berbasis Arduino Menggunakan Metode PID,” *Jurnal Ilmiah Multitek Indonesia*, vol. 6223, no. 1, pp. 1–7, 2018, [Online]. Available: <http://journal.umpo.ac.id/index.php/multitek%0AAlat>
- [9] A. W. Dani, “Optimalisasi Pertumbuhan Pada Sayuran Hidroponik Nutrient Film Technique Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i1.001.
- [10] M. Niki Ratama1, “JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika) <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire> Volume 3, No 2, November 2020,” vol. 3, no. 2, 2020.