



Penerapan Metode Fuzzy Logic Dalam Sistem Pemantauan Tanaman Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Arduino

Muhammad Sabil¹, Sarjon Defit², Gunadi Widi Nurcahyo³

¹msabil82@gmail.com, ²sarjon@upiypk.ac.id, ³gunadiwidi@yahoo.co.id

¹²³Magister Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

Diterima: 30 Januari 2024 | Direvisi: 01 Mei 2024 | Disetujui: 13 Mei 2024

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Putra Indonesia YPTK Padang, Indonesia

Abstrak

Tanaman Hidroponik pada era yang semakin modern ini masyarakat semakin sadar bahwa kebutuhan sayuran harus terpenuhi agar keseimbangan nutrisi tubuh dapat tercukupi dengan baik. Salah satu Urban Farming yang cocok di perkotaan dengan dominan lahan yang sempit adalah sistem hidroponik. Hidroponik berasal dari dua suku kata Yunani yang digabungkan yaitu hydro yang merupakan arti dari air dan ponos yang memiliki arti kerja, sehingga hidroponik berarti bekerja menggunakan air, salah satu keunggulan dari sistem pertanian ini adalah minimnya penggunaan lahan yang di mana lahan yang kecil pun dapat dimanfaatkan dengan baik. Hidroponik adalah budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah sehingga hidroponik merupakan aktivitas pertanian yang dijalankan dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Sistem hidroponik semakin populer di kalangan petani dan penyedia jasa pertanian karena mampu menghasilkan tanaman yang lebih sehat dan produktif tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja Sistem Monitoring Hidroponik berbasis Internet of Things(IoT) dengan menggunakan Arduino pada tanaman atau sayuran dengan metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah Fuzzy logic. Metode ini memiliki 3 tahapan yaitu Fuzzification, Defuzzification, Fuzzy Rule. Data set yang di olah dalam penelitian ini di ambil dari pengukuran ph dan suhu pada tanaman sayur hidroponik taman Pkk Desa Kemantan Kebalai. Dataset terdiri dari 340 data. Hasil penelitian ini dapat mengidentifikasi dan menghitung presentase pada pengukuran ph dan suhu dengan tingkat akurasi 90%. Oleh karena itu penelitian ini dapat acuan dalam mengukur tingkat Asam, Normal dan basa pada tanaman hidroponik.

Kata kunci: Hidroponik, Internet of Things IoT, Arduino, Fuzzy Logic

Application of the Fuzzy Logic Method in an Internet of Things (IoT) Based Plant Monitoring System Using Arduino

Abstract

Hydroponic plants in this increasingly modern era, people are increasingly aware that their vegetable needs must be met so that the body's nutritional balance can be met properly. One of the Urban Farming that is suitable in urban areas with narrow dominant land is the hydroponic system. Hydroponics comes from two Greek syllables combined, namely hydro which means water and ponos which means work, so hydroponics means working using air. One of the advantages of this agricultural system is the minimal use of land, where even small areas of land can be utilized. well. Hydroponics is agricultural cultivation without using soil, so hydroponics is an agricultural activity that is carried out using air as a medium to replace soil. Hydroponic systems are increasingly popular among farmers and agricultural service providers because they are able to produce healthier and more productive plants without using soil as a growing medium. This research aims to test the performance of an Internet of Things

(IoT) based Hydroponic Monitoring System using Arduino on plants or vegetables with the method used in this research is Fuzzy logic. This method has 3 stages, namely Fuzzification, Defuzzification, Fuzzy Rule. The data set processed in this research was taken from measurements of pH and temperature on hydroponic vegetable plants in the PKK garden of Kemantan Kebalai Village. The dataset consists of 340 data. The results of this research can identify and calculate the percentage of pH and temperature measurements with an accuracy level of 90%. Therefore, this research can be a reference in measuring acid, normal and alkaline levels in hydroponic plants.

Keywords: *Hydroponics, Internet of Things IoT, Arduino, Fuzzy Logic*

1. PENDAHULUAN

Tanaman Hidroponik pada era yang modern saat ini masyarakat semakin sadar bahwa kebutuhan sayuran harus terpenuhi agar keseimbangan nutrisi tubuh dapat tercukupi dengan baik. Urban Farming (Pertanian Perkotaan) juga semakin populer di daerah perkotaan yang padat penduduk. Salah satu Urban Farming yang cocok di perkotaan dengan lahan yang sempit adalah sistem hidroponik. Hidroponik berasal dari dua suku kata Yunani yang digabungkan yaitu hydro yang merupakan arti dari air dan ponos yang memiliki arti kerja, sehingga hidroponik berarti bekerja menggunakan air, salah satu keunggulan dari sistem pertanian ini adalah minimnya penggunaan lahan yang di mana lahan yang kecil pun dapat dimanfaatkan dengan baik [1]. Hidroponik adalah budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, sehingga hidroponik merupakan aktivitas pertanian yang dijalankan dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah [2]. Sistem hidroponik semakin populer di kalangan petani dan penyedia jasa pertanian karena mampu menghasilkan tanaman yang lebih sehat dan produktif tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Dalam sistem hidroponik, tanaman ditanam dengan menggunakan larutan nutrisi yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Namun keberhasilan dalam budidaya hidroponik sangat bergantung pada pengaturan parameter lingkungan, seperti suhu, kelembaban dan pH, yang harus dipantau secara terus menerus dan diatur sesuai kebutuhan tanaman. Contohnya perubahan pH sangat mempengaruhi pertumbuhan, khususnya tanaman sayur [3]. Untuk mempermudah pemantauan dan pengaturan parameter lingkungan pada budidaya hidroponik, pengembangan teknologi IoT dapat dimanfaatkan. Dengan adanya sebuah sistem yang dapat melakukan monitoring tanaman akan menjadikan proses pengambilan data menjadi lebih akurat. IoT merupakan seperangkat alat elektronika disertai sensor atau gabungan beberapa sensor, program komputer dan perangkat digital yang saling terhubung satu sama lain dan berkomunikasi [4]. Dengan menerapkan IoT, kita dapat membangun teknologi yang bekerja secara jarak jauh yang lebih praktis untuk dikontrol kapanpun [5]. Data yang diperoleh dari sensor akan dikirim ke server dan ditampilkan dalam bentuk grafik melalui aplikasi web. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan teknologi pemantauan yang dapat mempermudah pekerjaan pembudi daya tanaman dengan metode hidroponik agar mampu memperoleh kualitas hasil panen yang baik. Faktor yang perlu diperhatikan pada sistem budidaya hidroponik sayuran adalah pengaturan suhu dan kelembaban air pada tanaman hidroponik. Tanaman sayuran dapat tumbuh baik di tempat yang bersuhu panas maupun dingin. Daerah penanaman yang cocok untuk sayuran adalah ketinggian 100 meter sampai 500 meter dpl. Sayuran dapat tumbuh dengan baik pada suhu rata-rata 15-30°C [6]. Nutrisi yang diberikan ke tanaman memiliki pengaruh terhadap derajat keasaman (pH) air, hal ini dikarenakan pH air memiliki pengaruh terhadap kelarutan unsur hara tanaman sehingga dapat mengganggu kesuburan pada proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman [7]. Derajat keasaman (pH) larutan nutrisi yang berada pada tandon hidroponik dapat dengan mudah mengalami perubahan. Hal ini disebabkan karena adanya serapan akar tanaman yang tidak seimbang pada anion dan kationnya. Logika Fuzzy merupakan suatu metodologi pengendalian sistem penyelesaian masalah, yang memungkinkan keanggotaannya antara 0 dan 1. Kasus yang diselesaikan dengan logika Fuzzy adalah kasus yang sifatnya tidak pasti atau kabur [8]. Salah satu metode yang terdapat pada logika Fuzzy adalah metode Tsukamoto yang mempunyai tingkat validitas yang tinggi. Penggunaan metode Tsukamoto dalam penelitian peramalan telah banyak dilakukan [9]. [10]. Penelitian yang dilakukan dari penerapan metode Tsukamoto dalam memprediksi jumlah penderita demam berdarah di Puskesmas Purbalingga selama dua belas bulan pada tahun 2016 memperoleh persentase kesalahan (MAPE) pada saat prediksi sebesar 8,13% atau sebaliknya memiliki tingkat akurasi sebesar 91,87%. Penelitian menggunakan metode Fuzzy Logic telah banyak dilakukan oleh peneliti yaitu penelitian yang dilakukan oleh [11]. dalam jurnal tersebut peneliti melakukan penelitian terhadap ancaman utama perdagangan ilegal dan penghindaran pajak, yang tidak hanya mengurangi pendapatan negara tetapi juga membahayakan jaminan sosial. Bea Cukai perlu menggunakan metode yang efektif untuk mendeteksi penipuan keuangan dan objek risiko lainnya yang disebabkan oleh integrasi ekonomi, namun penting juga untuk menghindari penundaan transaksi dan mengurangi dampak negatif penjualan ke luar negeri. Jurnal selanjutnya adalah jurnal yang dilakukan oleh [12]. dengan judul Sistem Pakar Diagnosa Gastritis dan Apendisitis Berbasis Web. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan Sistem Pakar untuk mendeteksi penyakit maag dan radang usus buntu pada pasien. Metode yang digunakan adalah metode logika Fuzzy dalam menganalisis gejala penyakit yang dirasakan pasien, sehingga dapat mengetahui jenis penyakit yang dideritanya. Sistem Pakar metode logika Fuzzy dapat menghitung bobot seluruh jawaban yang dimasukkan pasien. Hasil perhitungan yang tertinggi menunjukkan kemungkinan tertinggi pasien mengalami penyakit tersebut. Jurnal selanjutnya adalah jurnal yang dilakukan oleh [13]. dilakukan Sistematis Literature Review pada beberapa jurnal sistem pakar yang menggunakan metode Fuzzy Logic. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem pakar dalam mendiagnosis sangat membantu para ahli dan praktisi. Basis pengetahuan suatu gejala penyakit selalu dapat diperbarui. Logika Fuzzy dapat mendiagnosis penyakit dengan hasil perhitungan akurat yang sebanding dengan perhitungan manual, sehingga memungkinkan diagnosis cepat dan tepat. Jurnal selanjutnya adalah jurnal yang dilakukan oleh [14]. Penelitian Studi Banding Sistem Inferensi

Fuzzy Tipe Mamdani dan Sugeno pada Tangki Air Coupled. Penelitian ini membahas masalah tangki air dan melakukan perbandingan antara metode Mamdani dan metode Sugeno. Namun jika membahas perbandingan metode Mamdani dan metode Sugeno, harus dibuat perbedaan hasil yang mencolok antara kedua metode tersebut, agar terlihat jelas perbedaan antara Mamdani dan Sugeno.[15]. Berdasarkan analisis serta pembahasan dapat disimpulkan bahwa sensor pH dapat mengukur pH yang terdapat dalam air di tanaman hidroponik dan dikirimkan ke NodeMCU 8266 yang akan memberi perintah untuk menurunkan kadar pH ataupun menaikkan kadar pH. Alat ini dapat di implementasikan ke berbagai tanaman hidroponik lainnya dan alat ini mampu bekerja sesuai program yang sudah dimasukkan kedalam NodeMCU 8266 sehingga mampu membantu dalam melakukan monitoring pengontrol pH dan masih banyak pengembangan yang bisa dilakukan seperti menambahkan sensor suhu, kelembapan udara dll. [16]. Suhu udara area pertanian adalah salah satu hal yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Suhu udara yang tinggi dan rendah mempengaruhi aktivitas enzim dan gen serta tingkat penguapan tanaman. Suhu udara rendah menghambat aktivitas enzim dan gen, pada sisilain suhu yang tinggi dapat merusak tanaman dan mengakibatkan peningkatan proses penguapan [17]. Hasil monitoring hidroponik melon dapat dilihat pada tabel 2. Dibutuhkan waktu 24 jam dalam 31 hari untuk mendapatkan data pH, TDS dan suhu. Kolom pertama adalah waktu yang dibutuhkan dalam 31 hari. Kolom kedua adalah rata-rata data pH dalam 24 jam selama 31 hari. Kolom ketiga adalah rata-rata data TDS dalam 24 jam selama 31 hari dalam satuan ppm. Data EC dikonversi ke TDS[18]. Berdasarkan perancangan dan pengujian Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian sensor ultrasonik dengan objek cair dengan batas minimal pengukuran yaitu dengan jarak 2 cm dan semakin jauh jarak sensor dengan objek, tingkat selisih makin tinggi. [19]. Proyek IoT sistem monitoring dan kontrol temperatur pada ruang tanaman hidroponik berbasis web dapat berjalan dengan baik. Pengukuran suhu rata-rata adalah 30° Celcius dan kelembaban 70%, data suhu dan kelembaban dikirim ke web server setiap lima detik, lalu disimpan kedalam database dan tampil pada aplikasi web dalam bentuk grafik. kepanasan.[20]. Pengujian ini dilakukan Sensor ultrasonic yang telah diberikan kontrol Arduino Mega 2560. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil nilai ketinggian air Sensor Ultrasonic sama dengan hasil pengukuran manual.[21]. Sistem yang dikembangkan telah berhasil melakukan monitoring dan mengatur kadar nutrisi air pada wadah hidroponik. Konektivitas dari internet sangat mendukung untuk melakukan proses monitoring dari jarak jauh. Sistem yang dibuat secara otomatis untuk mengambil data kondisi wadah air sehingga pengguna tidak harus lagi memantau kondisi nutrisi secara intensif.[22]. Sistem yang dikembangkan memberi kemudahan bagi pengguna dalam mengendalikan kondisi media tanam dan lingkungan tanaman hidroponik. Konektivitas dari internet akan memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk mengendalikan alat ini dari manapun dan kapanpun. Algoritma yang ditanamkan pada alat ini menjadikannya mampu menyesuaikan dengan berbagai jenis tanaman hidroponik. Program akan otomatis menyesuaikan kondisi media tanam hidroponik sehingga pengguna tidak harus lagi memantau kondisi tanaman secara intensif. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka di dalam penelitian ini membahas dengan tujuan untuk mengimplementasikan dan menguji kinerja Sistem Monitoring Hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). dengan menggunakan metode Fuzzy Logic. nternet of Things (IoT) telah menjadi tren teknologi yang berkembang dengan cepat dalam beberapa tahun terakhir. IoT mencakup jaringan perangkat terhubung yang dapat saling berkomunikasi dan berbagi data melalui internet[23]. Dalam bidang pertanian internet of things dapat dimanfaatkan untuk tujuan peningkatan hasil yang jauh lebih baik serta efesiensi waktu yang lebih maksimal [24].

2. METODE PENELITIAN

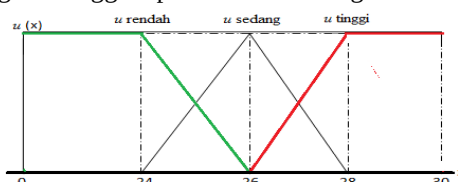
Proses penerapan Sistem Monitoring Hidroponik berbasis Internet of Things(IoT) dengan menggunakan Arduino dan menggambarkan bagaimana mengumpulkan data yang akan digunakan. alur dari proses penelitian digambarkan dalam kerangka penelitian yang di sajikan pada gambar 1.



Gambar. 1 Kerangka Kerja Penelitian

1. Fuzzification

Tahap Fuzzification merupakan tahapan awal di mana terjadi proses memetakan nilai crisp dalam himpunan Fuzzy. Dengan kata lain membuat suatu nilai crisp menjadi suatu nilai yang berkisar antara 0 hingga 1 dalam himpunan-himpunan Fuzzy yang tersedia. Pada tahapan ini akan memproses masukan menjadi himpunan keanggotaan Fuzzy. dimana setiap variabel masukan akan ditentukan derajat keanggotaannya. Setelah itu akan dilakukan proses inteferensi. Berikut himpunan keanggotaan untuk variabel masukan suhu dan ph. Pada variabel Suhu terbagi dalam 3 wilayah yaitu rendah, sedang dan tinggi. Fungsi keanggotaan dari tiap himpunan Fuzzy rendah, sedang dan tinggi dapat diuraikan sebagai berikut :



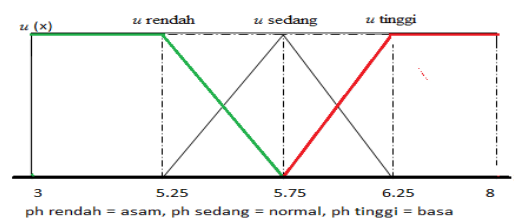
Gambar 2. Variabel Suhu

$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 26 \\ 1; & 0 \leq x \leq 24 \\ \frac{26-x}{2}; & 24 \leq x \leq 26 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x < 24 \text{ atau } x \geq 26 \\ \frac{x-24}{2}; & 24 \leq x < 26 \\ \frac{28-x}{2}; & 26 \leq x < 28 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x < 26 \\ \frac{x-26}{2}; & 26 \leq x < 28 \\ 1; & x \geq 28 \end{cases} \quad (3)$$

Pada variabel PH terbagi dalam 3 wilayah yaitu asam, normal dan basa. Fungsi keanggotaan dari tiap himpunan Fuzzy asam, normal dan basa dapat diuraikan sebagai berikut :



Gambar 3. Variabel Ph

$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 5.75 \\ 1; & 0 \leq x \leq 5.25 \\ \frac{5.75-x}{0.5}; & 5.25 \leq x \leq 5.75 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x < 5.25 \text{ atau } x \geq 5.75 \\ \frac{x-5.25}{0.5}; & 5.25 \leq x < 5.75 \\ \frac{6.25-x}{0.5}; & 5.75 \leq x < 6.25 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x < 5.75 \\ \frac{x-5.75}{0.5}; & 5.75 \leq x < 6.25 \\ 1; & x \geq 6.25 \end{cases} \quad (6)$$

2. Defuzzification

Tahap Defuzzification. Berbeda dengan Fuzzification, pada tahap ini proses memetakan suatu nilai ruang Fuzzy ke dalam nilai Crisp. Dengan kata lain untuk mengubah nilai Fuzzy menjadi nilai crisp. Nilai crisp inilah yang nantinya akan digunakan dalam implementasi dan analisis akhirnya. Pada tahap ini akan menghasilkan keluaran dari sistem Fuzzy. Masukkan sistem adalah himpunan keanggotaan yang diperoleh dari tahap inferensi.

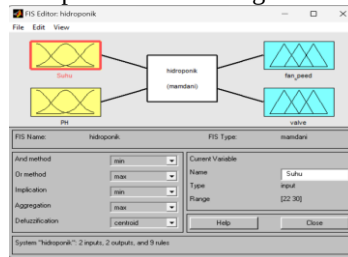
3. Fuzzy Rule

Fuzzy (RULE) merupakan rules (aturan-aturan), merupakan pengetahuan Procedural yang menghubungkan informasi yang diberikan dengan tindakan (action) dan terstruktur rule, secara logika menghubungkan satu atau lebih antecedent (atau premises) yang berada pada bagian IF, dengan satu atau lebih consequents (atau conclusions/kesimpulan) pada bagian THEN. Aturan Fuzzy untuk identifikasi tingkat pencemaran udara dengan mempertimbangkan masukan-masukan dari para ahli lingkungan hidup.

```
(Suhu==normal)&(PH==normal) => (fan_speed=lambat)(valve=normal)
(Suhu==dingin)& (PH==normal) => (fan_speed=lambat)(valve=normal)
(Suhu==panas) & (PH==normal) => (fan_speed=cepat)(valve=normal)
(Suhu==normal) & (PH==asam) => (fan_speed=lambat)(valve=valve1)
(Suhu==normal) & (PH==basa) => (fan_speed=lambat)(valve=valve2)
(Suhu==dingin) & (PH==asam) => (fan_speed=lambat)(valve=valve1)
(Suhu==dingin) & (PH==basa) => (fan_speed=lambat)(valve=valve2)
(Suhu==panas) & (PH==asam) => (fan_speed=cepat)(valve=valve1)
(Suhu==panas) & (PH==basa) => (fan_speed=cepat)(valve=valve2)
```

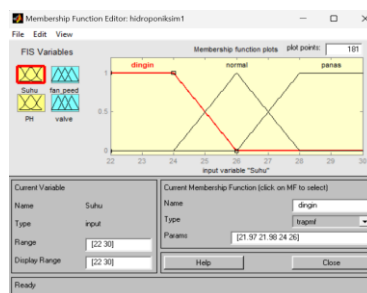
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap implementasi sistem ini dilakukan dengan menggunakan software matlab 6.1 langkah langkah penggunaan aplikasi matlab untuk menentukan Ph dan Suhu pada tanaman hidroponik adalah sebagai berikut.



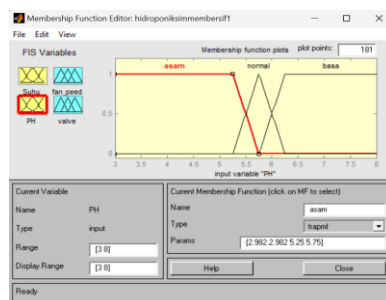
Gambar 4. Tampilan fis editor Viewer dengan metode Mamdani

Pada Gambar 5.3 Merupakan kotak dialog dari FIS Editor Viewer sebagai tahap awal dalam perancangan Fuzzy Inference Sistem.



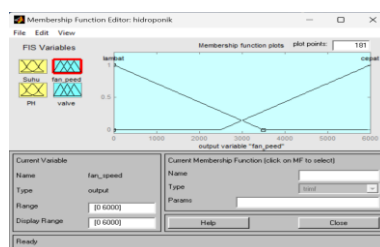
Gambar 5. Tampilan Input Suhu

Pada variabel Suhu terbagi dalam 3 wilayah yaitu dingin, Normal dan Panas. Fungsi keanggotaan dari tiap himpunan fuzzy dingin, Normal dan Panas dapat diuraikan sebagai berikut : Nilai keanggotaan Suhu atau derajat keanggotaan memiliki interval antara 0 sampai 1 yang dibagi menjadi 3 wilayah keanggotaan dingin, normal dan panas. Fungsi keanggotaan fuzzy dingin memiliki rentang dari 22°C -26°C, fungsi keanggotaan fuzzy normal memiliki rentang dari 24°C -28°C dan fungsi keanggotaan fuzzy panas memiliki rentang dari 26°C -30°C.



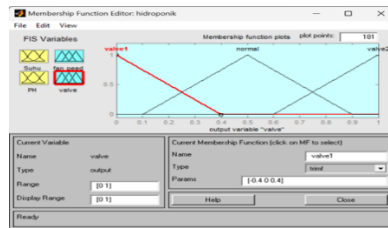
Gambar 6. Tampilan Input Ph

Pada variabel PH terbagi dalam 3 wilayah yaitu asam, normal dan basa. Fungsi keanggotaan dari tiap himpunan fuzzy asam, normal dan basa dapat diuraikan sebagai berikut : Nilai keanggotaan PH atau derajat keanggotaan memiliki interval antara 0 sampai 1 yang dibagi menjadi 3 wilayah keanggotaan asam, normal dan basa. Fungsi keanggotaan fuzzy dingin memiliki rentang dari 3-5.75, fungsi keanggotaan fuzzy normal memiliki rentang dari 5.25-6.25 dan fungsi keanggotaan fuzzy basa memiliki rentang dari 5.75-8.



Gambar 7. Tampilan Output Fan_speed

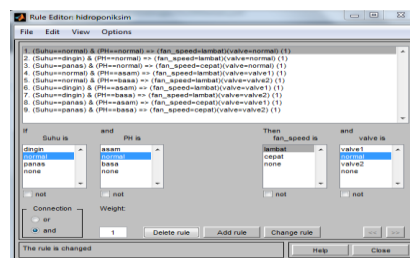
Pada variabel Fan_peed terbagi dalam 2 wilayah yaitu Lambat dan Cepat. Fungsi keanggotaan dari tiap himpunan fuzzy Lambat dan Cepat dapat diuraikan sebagai berikut : Nilai keanggotaan Fuzzy Output Valve, memiliki interval antara 0 sampai 1 yang dibagi menjadi 3 wilayah keanggotaan valve1, valve normal dan valve2. Fungsi keanggotaan fuzzy output valve1 memiliki rentang 0-0.4, fuzzy output valve normal memiliki rentang dari 0.1-0.9 rpm, dan fungsi keanggotaan fuzzy output valve2 memiliki rentang dari 0.6-1



Gambar 8. Tampilan Output Valve

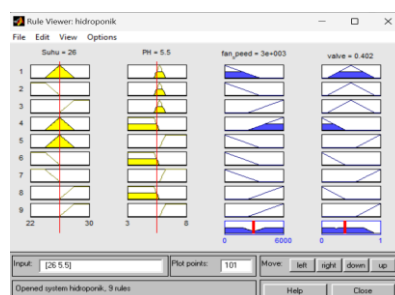
Pada variabel Valve terbagi dalam 3 wilayah yaitu Valve1, Normal dan Valve2 Cepat. Fungsi keanggotaan dari tiap himpunan fuzzy Lambat dan Cepat dapat diuraikan sebagai berikut : Nilai keanggotaan Fuzzy Output Valve, memiliki interval antara 0 sampai 1 yang dibagi menjadi 3 wilayah keanggotaan valve1, valve normal dan valve2. Fungsi keanggotaan fuzzy output valve1 memiliki rentang 0-0.4, fuzzy output valve normal memiliki rentang dari 0.1-0.9 rpm, dan fungsi keanggotaan fuzzy output valve2 memiliki rentang dari 0.6-1.

Pembentukan Rule : Selanjutnya menentukan aturan Fuzzy yang akan digunakan untuk menghitung berdasarkan ketentuan jumlah himpunan masing – masing variabel input.



Gambar 9. Tampilan Rule Editor dari variabel FIS

Pengujian Sistem Fuzzy Langkah selanjutnya adalah pengujian sistem. Pada tahapan ini dilakukan pengambilan sampel data yang di perlihatkanpada gambar 5.9. Rule yang diperoleh pada penelitian ini ada 9 rule yang akan diterapkan berdasarkan input dan output.



Gambar 10. Hasil Pengujian Sistem Fuzzy

Pengujian Sensor DHT11 Berfungsi sebagai sensor untuk membaca nilai suhu dan humidity yang di tampilkan pada serial monitor. Pada pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor DHT11 dengan thermometer ruangan digital. Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu ruang di beberapa ruanga

Tabel 1. Pengukuran suhu menggunakan DHT11

NO	DHT11										Rata-Rata	Thermometer	Error
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1.	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	22.8	0.2
2.	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23.5	0.5
3.	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24.6	0.4
4.	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	26.2	25.5	0.7
5.	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26.9	0.1
6.	28	28	28	28	28	28	28	28	28	29	28.1	27.9	0.2
7.	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28.6	0.4
8.	30	30	30	30	30	30	30	30	31	31	30.2	29.9	0.3
9.	31	31	31	31	31	31	31	31	31	32	31.1	30.7	0.4
10.	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	31.6	0.4
											27.56	27.2	0.36

Dari hasil pengujian sensor DHT11 yang dibandingkan dengan thermometer digital pada Tabel 4.1 hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa suhu yang terukur dari thermometer ruangan digital, dengan rata-rata kesalahan $\pm 0,36$ oC. Pada Gambar 5.11 adalah tampilan sensor DHT11.

Pengujian Simulasi Matlab Proses pengujian pada program Matlab dilakukan dengan memasukkan variabel Fuzzy input sebagai masukan berupa data suhu dan pH. Program Matlab akan melakukan perhitungan untuk diperoleh Fuzzy Output.

Pengujian 1

Pada pengujian pertama dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 26 °C dan nilai pH 5.75 di mana nilai suhu dan pH merupakan parameter ideal bagi sayuran. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1146 rpm

valve = 0.5000

RPM fan sebesar 1146 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.5 menjelaskan valve pada membership Fuzzy normal yang artinya valve 1 dan valve 2 dalam posisi OFF karena nilai pH dalam kisaran normal.

Pengujian 2

Pada pengujian kedua dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 26 °C dan nilai PH 4.75. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1146 rpm

valve = 0.138

RPM fan sebesar 1146 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.138 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve 1 yang artinya valve 1 ON dan valve 2 dalam posisi OFF karena nilai pH dalam area asam.

Pengujian 3

Pada pengujian ketiga dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 26 °C dan nilai pH 6.5. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1146 rpm

valve = 0.138

RPM fan sebesar 1146 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.869 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve 2 yang artinya valve 1 OFF dan valve 2 dalam posisi ON karena nilai pH dalam area basa.

Pengujian 4

Pada pengujian keempat dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 30 °C dan nilai pH 5.75. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 4853 rpm

valve = 0.5

RPM fan sebesar 4853 menjelaskan kecepatan fan dalam mode epat dan nilai valve sebesar 0.5 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve yang artinya valve 1 OFF dan valve 2 dalam posisi OFF karena nilai pH dalam area basa.

Pengujian 5

Pada pengujian keempat dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 27 °C dan nilai pH 5.75. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 3000 rpm

valve = 0.5

RPM fan sebesar 3000 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.5 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve yang artinya valve 1 OFF dan valve 2 dalam posisi OFF karena nilai pH dalam area basa.

Pengujian 6

Pada pengujian keenam dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 25 °C dan nilai pH 6.5 di mana nilai suhu dan pH merupakan parameter ideal bagi sayuran. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1350 rpm

valve = 0.8000

RPM fan sebesar 1350 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.8 menjelaskan valve pada membership Fuzzy normal yang artinya valve 1 dalam Posisi ON valve 2 dalam posisi OFF karena nilai pH dalam kisaran Basa.

Pengujian 7

Pada pengujian kedua dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 26 °C dan nilai PH 7.94. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1150 rpm

valve = 0.846

RPM fan sebesar 1150 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.846 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve 1 yang artinya valve 1 OFF dan valve 2 dalam posisi ON karena nilai pH dalam area Basa.

Pengujian 8

Pada pengujian ketiga dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 27 °C dan nilai pH 6.5. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1146 rpm

valve = 0.846

RPM fan sebesar 1146 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.846 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve 2 yang artinya valve 1 OFF dan valve 2 dalam posisi ON karena nilai pH dalam area basa.

Pengujian 9

Pada pengujian keempat dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 21°C dan nilai pH 5.75. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1150 rpm

valve = 0.5

RPM fan sebesar 1150 menjelaskan kecepatan fan dalam mode epat dan nilai valve sebesar 0.5 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve Normal yang artinya valve 1 dan valve 2 dalam posisi OFF karena nilai pH dalam area Normal.

Pengujian 10

Pada pengujian keempat dilakukan uji dengan nilai input suhu sebesar 26°C dan nilai pH 6.5. Hasil simulasi menunjukkan nilai perhitungan Fuzzy

fan_speed = 1150 rpm

valve = 0.8

RPM fan sebesar 1150 menjelaskan kecepatan fan dalam mode lambat dan nilai valve sebesar 0.8 menjelaskan valve pada membership Fuzzy valve yang artinya valve 1 OFF dan valve 2 dalam posisi ON karena nilai pH dalam area basa.

Tabel 5.3 Hasil Menggunakan Matlab 6.1

No	Suhu	Ph	Faan Speed	Valve	Hasil Matlab
1.	26	5.75	1146 Rpm	0.5000	Normal
2.	26	4.75	1146 Rpm	0.1380	Asam
3.	26	6.5	1146 Rpm	0.1380	Basa
4.	30	5.75	4853 Rpm	0.5000	Normal
5.	27	5.75	1350 Rpm	0.5000	Normal
6.	25	6.5	1150 Rpm	0.846	Basa
7.	26	7.95	1146 Rpm	0.846	Basa
8.	27	6.5	1150 Rpm	0.846	Basa
9.	21	5.75	1150 Rpm	0.5000	Normal
10.	26	6.5	1150 Rpm	0.8000	Basa

Hasil yang didapat dari Matlab 6.1 dari 10 data yang ada pada tabel 5.3 memberikan informasi bahwa 4 data dinyatakan Normal dan 1 data dinyatakan Asam dan 5 data dinyatakan Basa dengan Hasil demikian dapat dinyatakan bahwa akurasi data dari penelitian ini mencapai 90%. Jadi, sistem ini dapat membantu menentukan suhu dan ph air pada tanaman hidroponik secara cepat dan efisien.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang penulis lakukan pada Tanaman Hidroponik PKK Desa Kemantan Kebalai mengenai sistem baru yang akan diterapkan menggunakan Fuzzy Logic maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan. Bahwa metode Fuzzy Mamdani akan bermanfaat sekali dalam pengambilan keputusan. Atas analisis dan pembahasan yang penulis lakukan maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam menentukan Ph dan suhu pada tanaman hidroponik dengan menggunakan Iot dapat menerapkan Artificial Intelligent (AI) dengan menggunakan Fuzzy Logic pada tanaman hidroponik Pkk Desa Kemantan Kebalai.
2. Penulis berhasil menerapkan metode fuzzy logic dalam menentukan Ph dan Suhu pada tanaman hidroponik dengan menggunakan Iot dan menentukan variabel input berupa nilai ph dan suhu, variabel output fan speed, Valve.
3. Penulis melakukan pengujian pada sistem penentuan ph dan suhu pada tanaman hidroponik dengan metode fuzzy Logic Mamdani menggunakan Software Matlab 6.1.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Murtadho 2021. Perancangan Sistem Kendali Terintegrasi Berbasis IoT pada Tanaman Hidroponik dengan Komunikasi NB-IoT Menggunakan Metode Fuzzy. *e-Proceeding of Engineering*. Vol.8 (4): hal. 3815-3822. Universitas Telkom.
- [2] Adiputra, D., Kristanto, T., Sayid Albana, A., Wednestwo Samuel, G., Andriyani, S., & Jose Anto Kurniawan, C. (2022). Penerapan Teknologi Hidroponik Berbasis IoT Untuk Mendukung Pengembangan Desa Wisata Edukasi. *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 200–209. <https://doi.org/10.52072/abdine.v2i2.451>
- [3] Karim (2021). Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU. *Buletin Poltanesa*, 22(1). <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.331>
- [4] Yudhaprakosa, (2019). Sistem Otomasi dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Real Time OS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(4), 3285–3293.
- [5] Doni, R., & Rahman, M. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 516-522.
- [6] Zahir, (2021). Rancang Bangun Alat Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(1), 29–34. <https://doi.org/10.33365/jtsi.v2i1.593>.
- [7] Marisa dkk, (2021). Otomatisasi sistem pengendalian dan pemantauan kadar nutrisi air menggunakan teknologi NodeMCU ESP8266 pada tanaman hidroponik. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2), 127–134. <https://doi.org/10.54914/jtt.v7i2.430>
- [8] Ashraf dkk., (2020). The impact of renewable energy on GDP. *International Journal of Management and Sustainability*, 9(4), 239–250.
- [9] (Chen et al., (2020) Prediksi Kasus COVID-19 di Indonesia Menggunakan Metode Backpropagation dan Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal Teknologi Informasi*, 4(1), 120-127.
- [10] Mardani, R. et al. (2020) ‘Laboratory Parameters in Detection of COVID-19 Patients with Positive RT-PCR; a Diagnostic Accuracy Study.’, *Archives of Academic Emergency Medicine*, 8(1), p. e43. doi: 10.22037/aaem.v8i1.632.
- [11] Khojasteh Aliabadi, H. A., Daei-Karimzadeh, S., Iranpour Mobarakeh, M., & Zamani Boroujeni, F. (2022). Developing a model for managing the risk assessment of import declarations in customs based on data analysis techniques. *Advances in Mathematical Finance and Applications*, 7(4), 1075–1098
- [12] M. Zamri et al., “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Maag dan Usus Buntu Berbasis Web,” *JEKIN-Jurnal Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–34, 2022
- [13] Ismail, H. M., Hand, B. L., DiMeglio, L. A., Oyetero, R., Soni, P. Y., Adams, J., Westen, S., Driscoll, K. A., & Albanese-O'Neill, A. (2022). COVID-19 Pandemic Effects on Caregivers of Youth With Type 1 Diabetes: Stress and Self-Efficacy. *Diabetes Spectrum*, 35(4), 461-468. <https://doi.org/10.2337/ds21-0092>
- [14] Mudia et al., (2020) Penelitian Studi Banding Sistem Inferensi Fuzzy Tipe Mamdani dan Sugeno pada Tangki Air Coupled.
- [15] Dimas Galuh Pratama, Maulindar, J. and Indah, R. P. (2023) “Perancangan Monitoring & Pengontrol pH Sayuran Sawi Hidroponik Berbasis IoT (Internet Of Things)”, *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(2), pp. 4050–4061. doi: 10.31004/innovative.v3i2.411.
- [16] Novta Dany’el Irawan, Maret 2023 Smart Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Efektifitas Pertumbuhan Tanaman Bayam
- [17] Eko Supriyanto, 2023 Sistem Berbasis Iot Untuk Pemantauan Derajat Keasaman Dan Konsentrasi Larutan Nutrisi Tanaman Melon Hidroponik Tipe Drip Fertigasi
- [18] Ahmad Izzinnahdi, JULY 2021 Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266
- [19] Avin Riyan Triyanto, (2022) SISTEM MONITORING DAN KONTROL TEMPERATUR PADA RUANG TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS WEB
- [20] Muhammad Maftuh Fuad Fatori Oktober 2022 Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik
- [21] Muh Fahmi Rustan Oktober 2021 Smart Monitoring Hidroponik Berbasis Internet of Things
- [22] Rahib Lentera Alam Mei 2020 Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic Controller berbasis IoT.
- [23] D. C. Nguyen, M. Ding, P. N. Pathirana, A. Seneviratne, J. Li, and H. Vincent Poor, “Federated Learning for Internet of Things: A Comprehensive Survey,” *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 23, no. 3, pp. 1622–1658, 2021, doi: 10.1109/COMST.2021.3075439.
- [24] R. T. Noviansyah, “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Pada tanaman Kamboja Jepang menggunakan ESP 8266 Dan Construct 2,” vol. 2, no. 4, pp. 1–10, 2022.