

Optimalisasi Produksi Bayam Melalui Iot Dan Fuzzy Dalam Sistem Irigasi Otomatis Budidaya Bayam

Petrus Sogian^{1(✉)}, Noviyanti.P¹

Program Studi Teknologi Informasi, Institut Shanti Bhuna

petrus@shantibhuana.ac.id ,noviyanti@shantibhuana.ac.id

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit 17 Agustus 2024

Direvisi 20 November 2024

Diterima 03 Desember 2024

Kata Kunci:

Sistem Irigasi,
IoT,
Fuzzy Sugeno,
Budidaya Bayam

ABSTRAK

Bayam kaya akan gizi dan sering dikonsumsi serta dibudidayakan karena prospeknya yang tinggi. Tanaman ini bermanfaat untuk tulang karena mengandung vitamin A, C, dan K. Bayam mudah dibudidayakan dan harganya terjangkau, sehingga diminati masyarakat. Pada penelitian ini, studi kasus dilakukan di Dusun Dungkan, Kecamatan Bengkayang, pada petani bayam dalam skala kecil. Pada pengembangan sistem ini, digunakan komponen NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang mengontrol sistem dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk melakukan kontrol terhadap hasil dari output. Fuzzy Sugeno dipilih karena tindakan efisien yang diberikan, karena dapat menentukan keputusan yang diambil berdasarkan variabel yang ditetapkan. Pada sistem ini, digunakan 2 variabel, yaitu kelembapan tanah dan suhu. Fuzzy Sugeno juga memiliki aturan yang digunakan, di mana aturan ini juga menjadi patokan untuk melakukan penyiraman, menyesuaikan dengan nilai input yang diberikan. Nilai input menyesuaikan dengan data sensor keadaan tanah dan sensor suhu. Sistem ini menggunakan software pendukung seperti Blynk yang digunakan untuk monitoring tanaman melalui smartphone, serta Google Sheets yang digunakan untuk menyimpan data setiap harinya yang dapat diakses dan dianalisis terhadap kebutuhan air setiap harinya. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT dengan metode Fuzzy Sugeno pada sistem penyiraman otomatis sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya bayam. Sistem ini memberikan solusi praktis dan ekonomis bagi petani untuk mengelola irigasi secara lebih cerdas dan efisien, yang berkontribusi pada peningkatan hasil panen dan kualitas tanaman.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Petrus Sogian

Program Studi Teknologi Informasi, Institut Shanti Bhuna

Email: petrus@shantibhuana.ac.id

1. Pendahuluan

Bayam merupakan salah satu tanaman yang kaya akan gizi, karna prospeknya yang tinggi tanaman ini sering dikonsumsi dan dibudidayakan. Tanaman bayam banyak khasiatnya terutama untuk tulang karena kandungan vitamin A, vitamin C, dan vitamin K [1]. Selain itu tanaman ini juga mudah dibudidayakan yang membuat masyarakat mudah dalam membudidayakannya juga tanaman ini harganya terjangkau di pasaran yang membuat minat terhadap tanaman ini tinggi karena harga yang terjangkau dan tanaman yang memiliki banyak gizi[2].

Petani merupakan seseorang yang mengelola lahan pertanian. Petani sangat penting dikarenakan profesi mereka yang menanam dan menjaga pertumbuhan pertanian[3]. Seiring berjalannya waktu petani juga perlu merasakan perkembangan pertanian terutama bidang teknologi, di Kabupaten Bengkayang sebagian perekonomiannya digerakkan oleh hasil pertanian, oleh sebab itu perkembangan perlu dilakukan agar petani bisa merasakan perkembangan pertanian pada sektor tani. Pada penelitian ini akan dilakukan

pengembangan sistem irigasi berbasis IoT, yang dilakukan pada petani yang ada di Dusun Dungkan. Petani sering menghadapi beberapa permasalahan terutama pada sistem irigasi tanaman yang membuat pertumbuhan tanaman kurang maksimal, oleh sebab itu pengembangan sistem irigasi ini dapat menjadi solusi untuk membantu permasalahan tersebut dan membangun keefektifitasan dalam melakukan penyiraman[4].

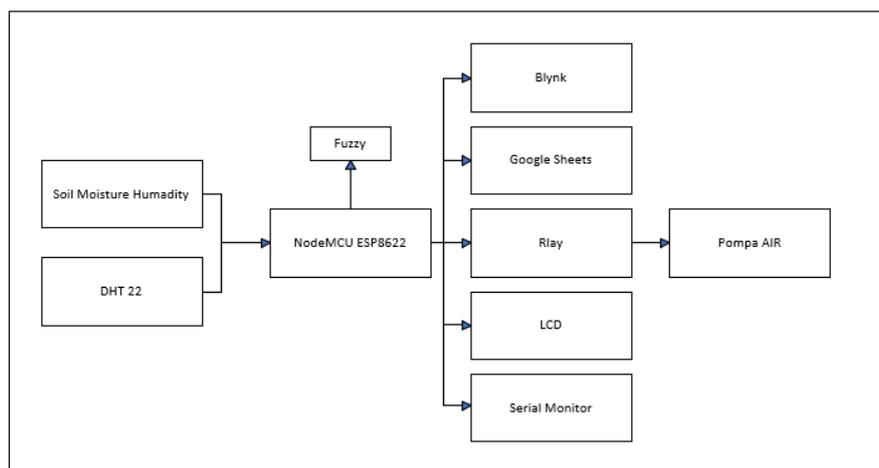
Penelitian ini di kembangkan pada petani bayam dalam skala kecil, dikarenakan penelitian ini merupakan penelitian pertama yang ada di kabupaten Bengkayang makan di ambillah penelitian pada petani yang ada di Dusun Dungkan dalam skala kecil, ini bertujuan agar kedepannya dapat mengembangkan lagi sistem IoT yang lebih besar dan lebih bermutu untuk petani di kabupaten Bengkayang[5]. Adapun permasalahan yang dihadapi petani Dusun Dungkan adalah kurang efisiennya dalam melakukan penyiraman dikarenakan kesibukan yang dihadapi oleh petani tersebut. Dalam permasalahan yang dihadapi membuat tanaman tidak dapat tumbuh lebih maksimal di karena penyiraman yang kurang teratur. Dengan teknologi ini tentunya dapat menghemat waktu dan juga menghemat air dikarenakan penyiraman disesuaikan dengan keadaan tanaman[6].

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Fuzzy Logic* sebagai aturan yang mengatur penggunaan air tentunya dengan aturan dan variabel yang ditentukan pengairan dapat lebih maksimal karena menggunakan 2 variabel yang membantu dalam menentukan penyiraman dalam aturan *Fuzzy* yaitu kelembapan tanah dan juga suhu udara[7]. Iklim sangat berpengaruh dalam penggunaan air pada tanaman, dengan alat ini tentunya semua itu dapat diminimalisir agar penyiraman yang dihasilkan dapat lebih maksimal, sistem ini juga dapat di monitoring menggunakan perangkat android yang tentunya dapat membantu petani ketika sedang berada di tempat lain[8].

Blynk merupakan aplikasi android yang digunakan pada sistem ini dikarenakan aplikasi tersebut dapat menunjang alat IoT pada pengembangannya, mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pengontrol sekaligus tempat terapkannya algoritma *Logic Fuzzy* melalui kodingan, pada sistem juga sudah di tambahkan *Google sheets* untuk melihat rekam jejak sistem secara *real-time*, kapan alat mati dan menyala dan menunjukkan data-data secara *real-time* tentunya ini sangat membantu karena data tersebut dapat dianalisis[9].

2. Method

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini dirancang untuk mengukur kelembapan tanah dan suhu udara[10]. Alat ini terdiri dari beberapa komponen, termasuk sensor *Soil Moisture Humidity* untuk mendeteksi kelembapan tanah dan DHT22 yang berfungsi untuk mendeteksi suhu udara[11]. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengelola semua instruksi dan dapat berkomunikasi dengan sensor dengan Android melalui WIFI, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 .



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap perancangan, pada gambar 1 blok diagram menunjukkan cara sistem irigasi otomatis menggunakan logika *Fuzzy* bekerja, yang terdiri dari *Input*, proses, dan *Output*[12]. Beberapa prosedur yang akan digunakan oleh sistem irigasi secara otomatis itu ditunjukkan dalam blok diagram, yang terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

a. *Input*

Agar alat dapat berjalan dan berfungsi diperlukan *Input* yang dapat menjadi acuan untuk sistem menghasilkan *Output* yaitu sensor kelembapan tanah yang digunakan untuk menampilkan nilai kelembapan tanah dalam bentuk % dan sensor suhu yang digunakan sebagai alat yang menampilkan keadaan suhu disekitar tanaman tentunya kedua *Input* ini digunakan sebagai alat ukur untuk menentukan *Output* harus mati cepat atau lama[13].

b. *proses*

Pada bagian proses, *Output* yang dihasilkan berdasarkan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu akan melakukan proses *Fuzzyfikasi* atau penetapan nilai keanggotaan kemudian akan diproses melalui NodeMCU ESP8266 untuk mengaktifkan pompa sesuai nilai *Input* yang dihasilkan juga mengirimkan data pada google sheets dan blynk[14].

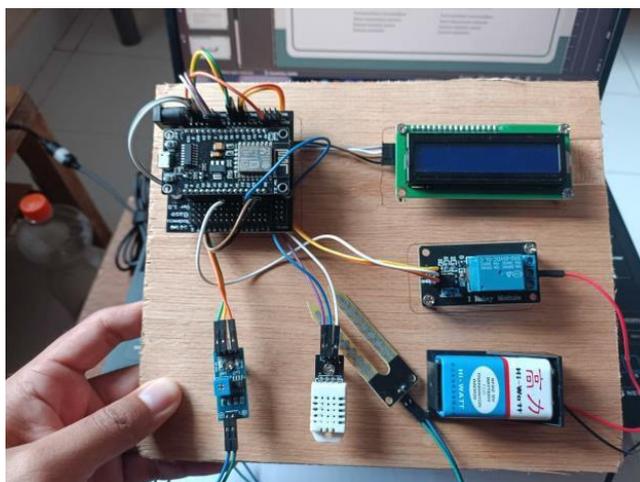
c. *Output*

Setelah diproses, pompa air akan bergerak mengalirkan air ke tanaman, dengan nilai yang dihasilkan untuk kategorinya mati, cepat, dan lama. Jika keadaan tanah basah dan suhu normal maka akan menghasilkan *Output* mati, maka relay akan mati dan pompa air tidak mengalirkan air dan LCD akan menampilkan keadaan kelembapan dan suhu serta keadaan relay[15]. Jika keadaan tanah lembab dan suhu panas maka akan menghasilkan *Output* cepat, maka relay akan hidup dan pompa air akan mengalirkan air dan LCD akan menampilkan keadaan kelembapan dan suhu serta keadaan relay. Jika keadaan tanah kering dan suhu panas maka akan menghasilkan *Output* lama, maka relay akan hidup dan pompa air akan mengalirkan air dan LCD akan menampilkan keadaan kelembapan dan suhu serta keadaan relay.

3. Analisis dan Pembahasan

Menggunakan sensor soil moisture humidity dan DHT22 untuk mendeteksi kelembapan tanah dan suhu di lingkungan tanaman. Diharapkan bahwa masing-masing sensor dapat berfungsi secara normal, yang memungkinkan untuk mengendalikan kelembapan tanah dan suhu yang sesuai dengan harapan. Data tentang tingkat kelembapan dan suhu tanah akan dikirim ke NodeMCU ESP 8266. Kemudian, data akan diproses melalui perancangan fuzzy menggunakan aturan fuzzy yang telah dibuat, dan nilai waktu yang dibutuhkan untuk mempertahankan kedua tingkat kelembapan dan suhu tersebut akan dihasilkan. Dalam sistem kendali tanaman, alat pompa air memproses output tersebut. Tahapan-tahapan berikut digunakan untuk membangun sistem yang dimaksud.

- Menentukan himpunan keanggotaan untuk setiap input sensor dan himpunan output pompa air untuk mengontrol kelembapan tanah melalui perancangan logika fuzzy.
- Merancang mikroprosesor NodeMCU ESP 8266 menggunakan sensor suhu dan kelembapan tanah soil moisture humidity dan DHT22.
- Menguji sensor suhu DHT22 menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dengan serial monitor
- Uji sensor kelembapan tanah perangkat lunak Arduino IDE dengan serial monitor
- Menguji sistem kontrol suhu dan kelembapan melalui pengawasan pada PC



Gambar 2 Tampilan Sistem Irigasi IoT

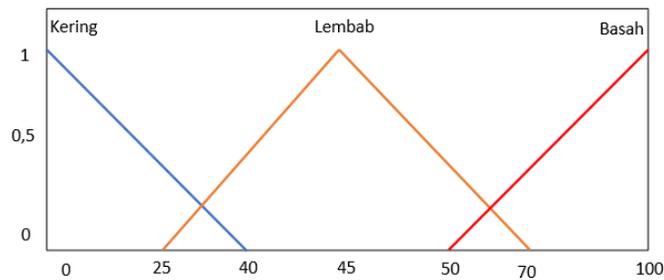
Berikut ini 3 tahapan *Fuzzy Logic* pada sistem irigasi otomatis berbasis *internet of things*:

1. *Fuzzyfikasi*

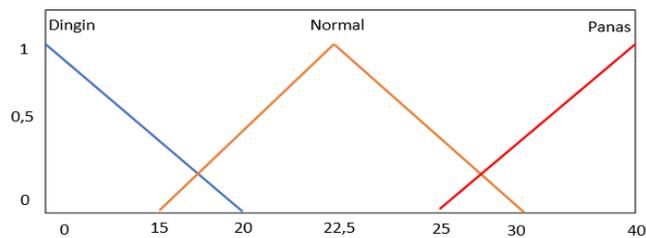
Fuzzyfikasi merupakan tahapan awal pada Fuzzy Logic dimana pada tahap ini menentukan fungsi keanggotaan berdasarkan variabel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 2 variabel yaitu kelembapan tanah dan suhu dimana pada kelembapan tanah ditandai dengan (%) dan suhu (°C) kedua variabel ini merupakan Input dari Fuzzyfikasi dan untuk Outputnya adalah pompa air yang dijalankan menggunakan relay. Berikut fungsi keanggotaan dari 2 variabel dan Output.

Tabel 1 Himpunan Fuzzy Dan Variabel

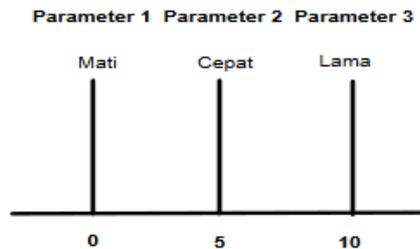
No	Fungsi	Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Nilai
1	<i>Input</i>	Kelembapan Tanah	Kering	[0 40]
			Lembab	[25 70]
			Basah	[50 100]
2	<i>Input</i>	Suhu Udara	Dingin	[0 20]
			Normal	[15 30]
			Panas	[25 40]
3	<i>Output</i>	Pompa Air	Mati	[0]
			Cepat	[5]
			Lama	[10]



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Kelembapan Tanah



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Suhu



Gambar 5 *Output* Berdasarkan Parameter

a. Variabel Kelembapan Tanah

$$\mu_{Kering}(x) = \begin{cases} 1; & \text{Jika } x \leq 0 \\ \frac{40-x}{40-0} & \text{Jika } 0 \leq x \leq 40 \\ 0; & \text{Jika } x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Lembap}(x) = \begin{cases} 0; & \text{Jika } x \leq 25 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-25}{45-25}; & \text{Jika } 25 \leq x \leq 45 \\ \frac{70-x}{70-45}; & \text{Jika } 45 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{Basah}(x) = \begin{cases} 0; & \text{Jika } x \leq 50 \\ \frac{x-50}{100-50}; & \text{Jika } 50 \leq x \leq 100 \\ 1; & \text{Jika } x \geq 100 \end{cases}$$

b. Variabel Kelembapan Tanah

$$\mu_{Dingin}(y) = \begin{cases} 1; & \text{Jika } y \leq 0 \\ \frac{20-x}{20-0}; & \text{Jika } 0 \leq x \leq 20 \\ 0; & \text{Jika } y \geq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(y) = \begin{cases} 0; & \text{Jika } y \leq 15 \text{ atau } y \geq 30 \\ \frac{x-15}{22.5-15}; & \text{Jika } 15 \leq y \leq 22,5 \end{cases}$$

$$\mu_{Panas}(y) = \begin{cases} \frac{30-x}{30-22.5}; & \text{Jika } 22,5 \leq y \leq 30 \\ 0; & \text{Jika } y \leq 25 \\ \frac{x-25}{40-25}; & \text{Jika } 25 \leq y \leq 40 \end{cases}$$

2. Inferensi Rule

Inferensi rule merupakan tahapan ke 2 dalam metode *Fuzzy* dimana pada tahap ini akan ditetapkan aturan-aturan berdasarkan nilai yang ada pada *Fuzzyfikasi* dimana aturan ini akan mengontrol tindakan untuk menghasilkan *Output* berdasarkan nilai yang dihasilkan. Berikut inferensi rule.

Tabel 3.1 Tingkat Kelembapan Tanah

Kelembapan Tanah(%)	Keterangan
0% - 40%	Kering
25% - 70%	Lembap
50% - 100%	Basah

Tabel 3.2 Tingkat Keadaan Suhu

Suhu Udara (°C)	Keterangan
0 – 20	Dingin
15 – 30	Normal
25 - 40	Panas

Pada tabel di atas makan di tetapkan aturan sebanyak 9 aturan *Fuzzy* yaitu:

1. Jika kelembapan tanah Kering dan suhu Dingin, maka pompa Lama (10).
2. Jika kelembapan tanah Kering dan suhu Normal, maka pompa Lama (10).
3. Jika kelembapan tanah Kering dan suhu Panas, maka pompa Lama (10).
4. Jika kelembapan tanah Lembap dan suhu Dingin, maka pompa Mati (0).
5. Jika kelembapan tanah Lembap dan suhu Normal, maka pompa Cepat (5).
6. Jika kelembapan tanah Lembap dan suhu Panas, maka pompa Cepat (5).
7. Jika kelembapan tanah Basah dan suhu Dingin, maka pompa Mati (0).
8. Jika kelembapan tanah Basah dan suhu Normal, maka pompa Mati (0).
9. Jika kelembapan tanah Basah dan suhu Panas, maka pompa Mati (0).

3. Defuzzyfikasi

Tahapan ini merupakan tahapan akhir dalam metode *Fuzzy* dimana hasil dari *Fuzzyfikasi* dan *inferensi Fuzzy* berupa *singleton* yang akan dihitung dan diakumulasi menggunakan metode *Fuzzy sugeno* untuk mendapatkan hasil *Output*, berdasarkan parameter yang sudah ditetapkan, relay akan mati dan hidup sesuai nilai yang dihasilkan pada berdasarkan variabel yang ditetapkan. Metode yang digunakan dalam *defuzzyfikasi* adalah metode COG (*Center of Gravity*).

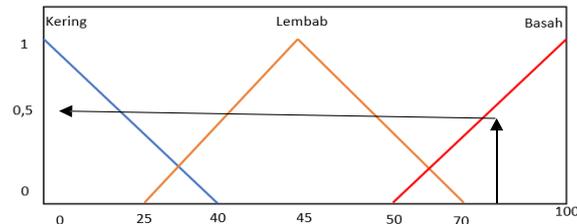
$$COG = \frac{\mu(1)*Output(1) + \mu(2)*Output(2) + \mu(3)*Output(3)}{\mu(1) + \mu(2) + \mu(3)}$$

4. Implementasi

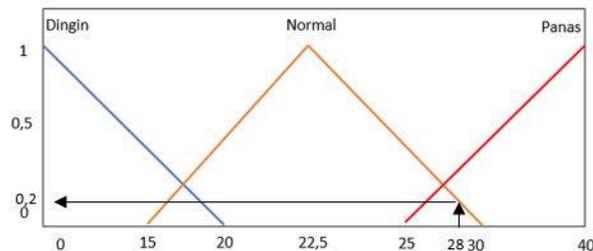
Untuk lanjutan pada pengujian sistem akan dilakukan serangkaian perhitungan yang secara langsung berdasarkan nilai yang di hasil dari sensor dan membandingkan nilai dengan Output yang dihasilkan oleh sistem pada perhitungan akan diambil contoh nilai berdasarkan gambar yaitu 28,90 °C untuk suhu udara dan 75% untuk nilai kelembapan tanah yang akan dihitung sebagai berikut:



Gambar 6 Nilai Pada Sistem



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Kelembapan Tanah



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan suhu

1. Fuzzyfikasi

a. Menghitung Derajat keanggotaan untuk kelembapan tanah

$$\{ \mu_{\text{Kering}}(75) = 0 \text{ (Karena } 75 \leq 40) = \}$$

$$\{ \mu_{\text{Lembap}}(75) = 0 \text{ (Karena } 75 \leq 70) \}$$

$$\{ \mu_{\text{Basah}}(75) = \frac{75 - 50}{100 - 50} = \frac{25}{50} = 0,5 \}$$

b. Menghitung Derajat keanggotaan suhu

$$\{ \mu_{\text{Dingin}}(28,90) = 0 \text{ (Karena } 28,90 \geq 20) \}$$

$$\{ \mu_{\text{Normal}}(28,90) = \frac{30 - 28,90}{30 - 22,5} = \frac{1,1}{7,5} = 0,14 \}$$

$$\{ \mu_{\text{Panas}}(28,90) = \frac{28,90 - 25}{40 - 25} = \frac{3,9}{15} = 0,26 \}$$

2. Inferensi Rule

Rule 1 Jika kelembapan Basah dan suhu normal makan akan mati

$$Z(0) = (0.5, 0.14)_{\min} = 0.14$$

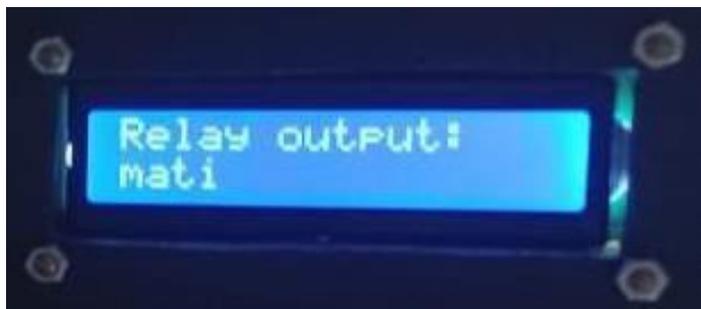
Rule 2 Jika kelembapan basah dan suhu panas makan akan mati

$$Z(0) = (0.5, 0.26)_{\min} = 0.26$$

3. Defuzzyfikasi

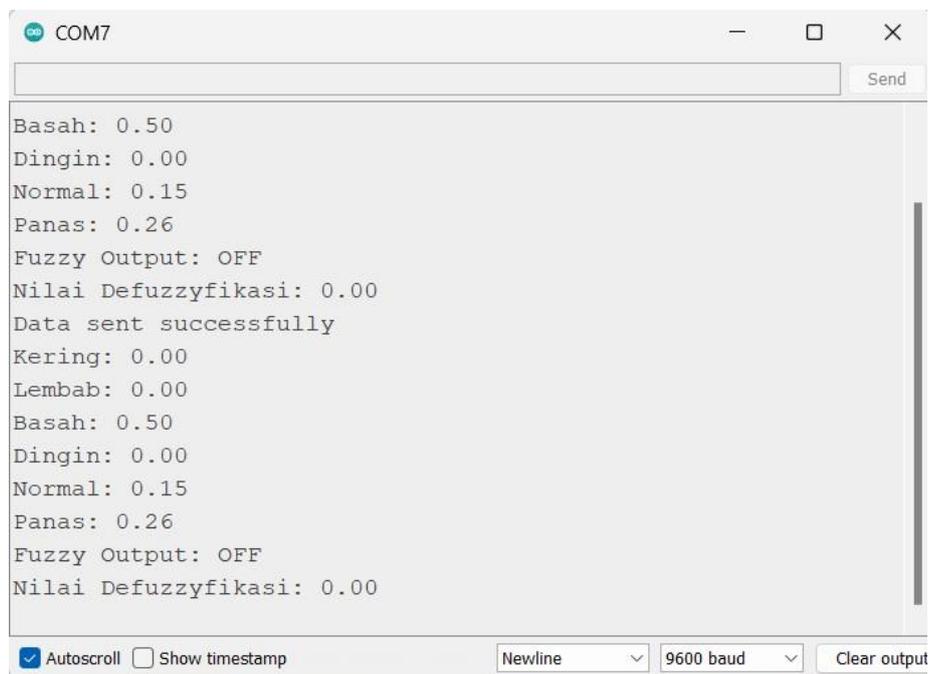
$$\text{GOC : } \frac{(0.14 \times 0) + (0.26 \times 0)}{0.14 + 0.26} = \frac{0}{0.4} = 0$$

Pada tahapan *inferensi*, rule akan diambil nilai terkecil atau nilai min, dimana nilai tersebut akan dikalikan dengan nilai *z* sesuai *output* aturan yang dihasilkan. Dapat dilihat dari hasil perkalian nilai min dikalikan dengan nilai *z*, dimana nilainya adalah 0. Setelah dikalikan dan ditambahkan, maka tahap akhir dilakukan pembagian, jadi parameter pompa air yang dihasilkan adalah 0 (Mati).



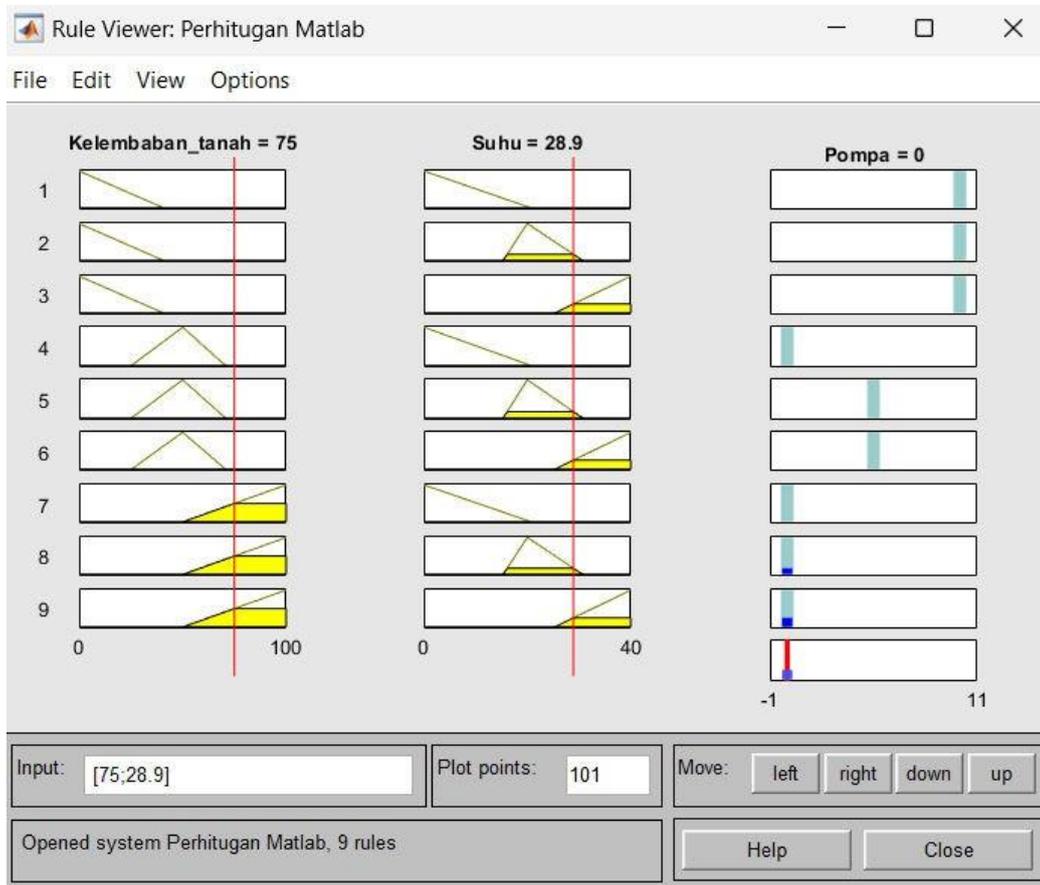
Gambar 7 Tampilan *Output* Sistem

Dapat disimpulkan bahwa pada nilai suhu $28,90^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan 75% menghasilkan *Output* mati dikarenakan menghasilkan nilai 0 hasil dari sistem dapat dilihat pada gambar 4.14 merupakan nilai yang di hitung, dengan begitu perhitungan dari sistem dan perhitungan dari manual sudah akurat sesuai dengan metode *Fuzzy* yang telah diterapkan dapat di lihat pada gambar 4.17 hasil dari sistem.



Gambar 8 Serial Monitor Hasil dari sistem

Setelah melakukan perhitungan manual akan di tunjukan juga hasil pada Matlab dengan penerapan nilai yang sama pada perhitungan di atas, dilakukan untuk melihat bagaimana kinerja sistem apakah benar-benar sudah sesuai dengan algoritma *Fuzzy sugeno*.



Gambar 9 Hasil Perhitungan MatLab *Fuzzy Sugeno*

Pada gambar 9 menampilkan hasil nilai 0 yang berarti mati dan pada perhitungan manual dapat dilihat pada perhitungan tersebut menghasilkan *Output* yang sama dengan Matlab yaitu mati ditandai dengan nilai 0, Dapat juga dilihat pada gambar 6 untuk nilai yang ditampilkan dan gambar 8 untuk *Output* dari sistem.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pengembangan sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* dengan metode *Fuzzy*, dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat menjadi sebuah solusi untuk petani di desa Dungkan. Permasalahan yang dihadapi adalah kurang efisiennya penyiraman, yang menyebabkan menurunnya produksi tanaman bayam karena pengairan yang kurang efisien. Dengan pengembangan alat ini, tentunya permasalahan tersebut dapat diatasi. Alat ini dapat menghemat waktu dan air. Pada sistem ini dapat dilakukan monitoring yang memudahkan petani untuk melihat bagaimana keadaan tanah pada tanamannya. Dengan penerapan metode *Fuzzy Sugeno*, penyiraman dapat lebih teratur karena aturan *Fuzzy* yang telah ditetapkan, yang membuat sistem dapat memberikan *output* yang sesuai dengan keadaan tanah dan suhu yang dihadapi oleh tanaman. Sistem ini juga bisa menjadi langkah awal untuk perkembangan teknologi di Kabupaten Bengkayang. Mengingat teknologi yang semakin maju, maka perlu dilakukan revolusi dalam berpikir agar kemajuan ini dapat dirasakan semua masyarakat. Implementasi sistem IoT dengan metode *Fuzzy Sugeno* dalam sistem irigasi otomatis untuk tanaman bayam telah terbukti efektif dalam mengoptimalkan kondisi pertumbuhan tanaman. Penggunaan sensor suhu dan kelembapan tanah sebagai input untuk metode *Fuzzy Sugeno* memungkinkan

Optimalisasi Produksi Bayam Melalui Iot Dan Fuzzy Dalam Sistem Irigasi Otomatis Budidaya Bayam ... (Petrus Sogian)

sistem untuk mengambil keputusan irigasi yang tepat secara *real-time*. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air, tetapi juga memastikan tanaman bayam mendapatkan kondisi ideal untuk pertumbuhan yang optimal. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produksi bayam melalui penerapan teknologi IoT dan metode *Fuzzy* dalam sistem irigasi otomatis.

Daftar Pustaka

- [1]. D. Y. Setyawan and R. Marjunus, "Analisis Prosedur Koneksi Ulang Sistem Internet of Things (IoT) Studi Kasus Pada Pertanian Cerdas," *Tek. J. Ilm. Bid. Ilmu Rekayasa*, vol. 17, no. 2, pp. 539–544, 2023.
- [2]. B. Dkk, K. Meteorologi, and D. Geofisika, "Perancangan Sistem Monitoring Tanaman Bayam Berbasis Internet of Things (Iot) Design Monitoring System for Spinach Based on Internet of Things (Iot)," *Januari*, vol. 2, no. 2, pp. 26–33, 2022.
- [3]. B. N. Laksana, K. Auliasari, and H. Z. Zahro, "Perbandingan penerapan metode Fuzzy Sugeno dan Sukamoto pada sistem irigasi air sawah," *Jati*, vol. 5, no. 2, pp. 676–683, 2021.
- [4]. R. Elsa Fajriyah, D. Faiza, J. Hamka Kampus UNP, and A. Tawar Padang, "Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Berbasis Internet of Things," vol. 12, no. 1, 2024, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/index>
- [5]. M. Walid, A. Fikri, T. Informatika, U. Islam, S. Informasi, and U. Islam, "PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI PERTANIAN BERBASIS INTERNET OF," vol. 5, no. 1, pp. 31–38, 2022.
- [6]. C. J. As'ri, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis dan Monitoring pada Lahan Pertanian Berbasis Internet of Things," pp. 2–26, 2021.
- [7]. I. A. Azam, H. Pujiharsono, and S. Indriyanto, "SISTEM IRIGASI TETES MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH YL-69 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *Teodolita Media Komunikasi Ilm. di Bid. Tek.*, vol. 24, no. 1, pp. 65–73, 2023, doi: 10.53810/jt.v24i1.477.
- [8]. N. Nunsina, E. Darnila, C. Fadhillah, and ..., "Prototype Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bawang Putih dengan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis Arduino Uno," *Tek. J. Ilm. ...*, vol. 18, no. 1, pp. 105–114, 2024[Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika/article/view/8403%0Ahttps://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika/article/view/8403/3027>
- [9]. A. Suprasetyo, A. D. Kalifa, and S. Diwandari, "Penyiraman Otomatis dan System Monitoring Bibit Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 3, pp. 431–437, 2023, doi: 10.37859/jf.v13i3.6150.
- [10]. D. Pembimbing, P. Studi, and T. Rekayasa, "SAWAH MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC TERINTEGRASI INTERNET OF THINGS," 2024.
- [11]. S. Nduru, A. Al Hafiz, and D. H. Pane, "Implementasi Metode Fuzzy Berbasis Internet Of Things (IoT) Untuk Peringatan Dini Banjir," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 1, p. 26, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i1.4805.
- [12]. G. S. Mada, M. Lobo, and R. M. Pangaribuan, "Analisis perbandingan fuzzy inference system Mamdani dan fuzzy inference system Tsukamoto dalam penentuan jumlah produksi pada UD. Batako 'Cabang Farmasi' Kupang," *J. Pros. Semin. Nas. Pendidik. Mat.*, vol. 9, no. September, pp. 978–623, 2021.
- [13]. Andrianto bala, Cindy P.C Munaiseche, Kristofel Santa, "Sistem Kontrol Alat Pengukur Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Tsukamoto Dipertanakan Ayam Broiler Desa Tonsea Lama," *JOINTER J. Informatics Eng.*, vol. 3, no. 02, pp. 24–35, 2022, doi: 10.53682/jointer.v3i02.71.
- [14]. R. S. Setiadi and F. Sulianta, "Smart Monitoring and Watering of Chili Plants Using a Fuzzy Mamdani System," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 247–256, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.1.505.
- [15]. A. K. Nalendra, M. Mujiono, A. Komunitas, N. Putra, and S. Fajar, "Perancangan IoT (Internet of Things) pada Sistem Irigasi Tanaman Cabai," vol. 4, no. 2, pp. 61–68.