

Implementasi Logika *Fuzzy* Untuk Pendukung Keputusan Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Anthurium

Dina Meliana Saragi*, Faqih Hamami, Tatang Mulyana

Fakultas Rekayasa Industri, Sistem Informasi, Telkom University, Bandung, Indonesia

Email: ^{1,*}dinamelianasaragi@student.telkomuniversity.ac.id, ²faqihhamami@telkomuniversity.ac.id,

³tatangmulyana@telkomuniversity.ac.id

Email Penulis Korespondensi: dinamelianasaragi@student.telkomuniversity.ac.id

Submitted: 26/09/2022; Accepted: 29/09/2022; Published: 30/09/2022

Abstrak—Anthurium merupakan golongan tanaman hias yang dikagumi banyak pecinta tanaman hias, tanaman ini dibudidayakan dalam skala luas di lingkungan industri florikultur. Terdapat faktor penyebab menunjang tingginya harga tanaman anthurium saat ini, pertama spesies unik dengan perbandingan 10% biji anthurium yang tumbuh sama persis dengan induknya. Selain itu pertumbuhan anthurium yang sangat lambat dan perawatan yang sulit. Faktor lain yang harus diperhatikan dalam budidaya tanaman anthurium, yaitu suhu udara, kelembapan udara, sinar matahari, derajat keasaman (pH) dan kebutuhan air. Tanaman anthurium ini merupakan tanaman yang sensitif terhadap air sehingga memerlukan pengawasan terhadap penyiraman secara berkala agar tanaman tidak mati. Petani membutuhkan pengetahuan ahli tingkat lanjut dalam mengambil keputusan yang berbeda berhubungan dengan pertanian terutama dalam penakaran dan pengaturan waktu penyiraman tanaman. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini peneliti melakukan perancangan logika fuzzy sesuai dengan kebutuhan tanaman anthurium dengan basis aturan yang dapat merubah data sensor IoT berupa sensor DHT11 dan Sensor Soil Moisture FC-28 menjadi keluaran sebuah keputusan durasi penyiraman tanaman. Dalam tahap ini melalui proses fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi. Adapun hasil yang didapatkan selama penelitian ini yaitu pengujian perbandingan 15 nilai dari output perangkat yang diambil secara acak kurang lebih mendekati dengan nilai dari simulasi dengan MATLAB dengan selisih total 8.61% karena perbedaan perhitungan antara perangkat IoT dan simulasi dengan MATLAB, namun hal ini masih bisa dikategorikan akurat karena hasil output alat dan simulasi MATLAB masih dalam satu range nilai fungsi keanggotaan.

Kata Kunci: Anthurium; IoT; Pendukung Keputusan; Logika Fuzzy; Pertanian Cerdas

Abstract—Anthurium is a class of ornamental plants that are admired by many lovers of ornamental plants, this plant is cultivated on a wide scale in the floriculture industry. There are factors that support the current high price of anthurium plants, first, a unique species with a ratio of 10% of anthurium seeds that grow exactly the same as the parent. In addition, anthurium growth is very slow and difficult to care for. Other factors must be considered in the cultivation of anthurium plants, namely air temperature, humidity, sunlight, acidity (pH) and water requirements. This anthurium plant is a plant that is sensitive to water so it requires supervision of regular watering so that the plant does not die. Farmers need advanced expert knowledge in making different decisions related to agriculture, especially in dosing and timing of crop watering. Therefore, in this study, researchers designed fuzzy logic according to the needs of anthurium plants with a rule base that can change IoT sensor data in the form of DHT11 sensors and Soil Moisture Sensors FC-28 into the output of a decision on the duration of plant watering. In this stage, the process of fuzzification, inference and defuzzification. The results obtained during this research are comparative testing of 15 values from the output devices that are taken at random approximately closer to the values from the simulation with MATLAB with a total difference of 8.61% due to the difference in calculations between IoT devices and simulations with MATLAB, but this can still be categorized accurately because the output results of the MATLAB tool and simulation are still within the range of membership function values.

Keywords: Anthurium; IoT; Decision Support; Fuzzy Logic; Smart Farming

1. PENDAHULUAN

Tanaman hias adalah tanaman yang memiliki nilai keindahan dan estetika yang tinggi karena bentuk tanaman, warna dan bentuk daun, tajuk serta bentuk pohon atau batang, warna dan keharuman bunganya. Anthurium merupakan golongan tanaman hias yang telah dikenal oleh banyak pecinta tanaman hias, tanaman ini juga dibudidayakan dalam skala luas di lingkungan industri florikultura [1]. Terdapat 3 faktor penyebab menunjang tingginya harga tanaman anthurium saat ini, pertama spesies unik dengan perbandingan 10% biji anthurium yang tumbuh sama persis dengan induknya. Selain itu pertumbuhan anthurium yang sangat lambat dan perawat yang sulit. Dengan pasaran harga mulai dari Rp 100.000 - Rp 4.500.000 menjadikan peluang tanaman ini sangat besar di kalangan pengusaha tanaman hias [2].

Junaedhie pada penelitiannya menjabarkan faktor yang harus diperhatikan dalam budidaya tanaman anthurium, yakni suhu udara harus dalam kondisi sejuk berkisar antara 19-22°C. Karena pada suhu tersebut akan terjadi perangsangan produksi klorofil atau zat hijau daun lebih banyak, hal ini menyebabkan warna daunnya menjadi lebih hijau dan menarik. Faktor kelembapan udara juga perlu diperhatikan, yakni 40—80%. Jika kelembapan kurang dari 40%, maka tanaman akan cepat layu, sedangkan jika kelembapan lebih dari 80% akan mengundang pertumbuhan jamur pada daun dan akar tanaman anthurium yang jika di biarkan mengancam kesehatan tanaman dan membuat tanaman anthurium menjadi mati [3].

Kebutuhan air yang cukup menjadi salah faktor yang sangat penting pada pertumbuhan tanaman. Akan berdampak fatal bagi perkembangan tanaman jika hal ini tidak diperhatikan. Terlebih bagi tanaman anthurium yang sensitif terhadap air sehingga memerlukan pengawasan terhadap penyiraman secara berkala agar tanaman

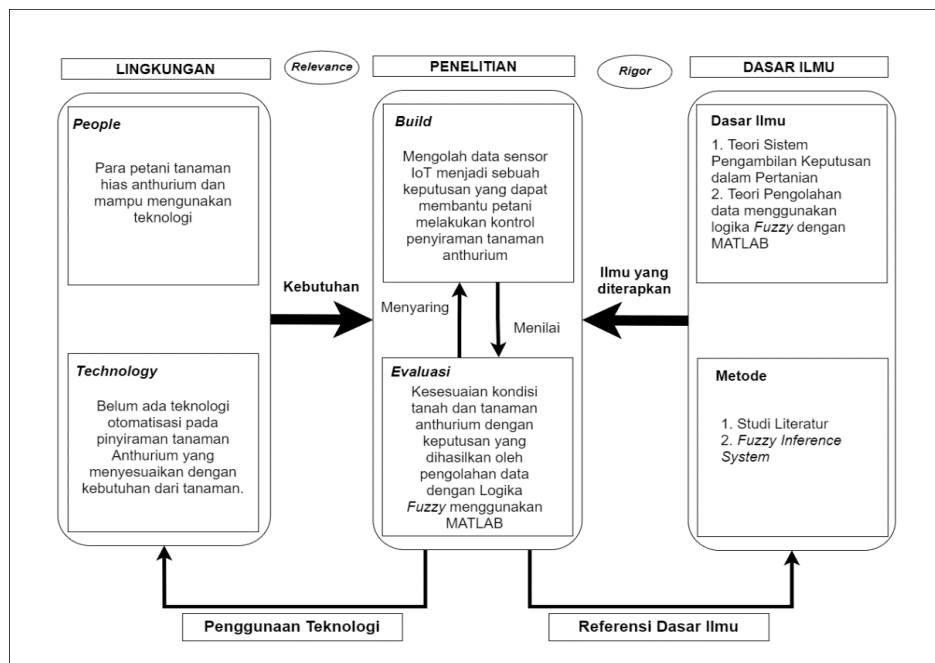
tidak mati. Karena membutuhkan banyak waktu dan tenaga kegiatan penyiraman tanaman secara manual menjadi kurang efektif. Petani tidak bisa meninggalkan tanaman dalam waktu yang lama, karena tanaman akan kekurangan air yang menyebabkan kematian. Untuk membantu petani dalam penentuan waktu penyiraman tanaman hias anthurium maka dirancanglah logika fuzzy dengan menggunakan metode fuzzy inference system yang merupakan sebuah kerangka kerja komputasi yang menggunakan konsep teori himpunan fuzzy dan penalaran fuzzy yang dijadikan dasar penarikan suatu keputusan [4].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengembangan sistem pengambilan keputusan penyiraman otomatis berbasis IoT namun belum dikembangkan secara spesifik untuk memenuhi kebutuhan suatu jenis tanaman tertentu, sehingga tidak dapat dipastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan dari suatu tanaman. Selain itu juga belum dilakukan pengujian dari rules fuzzy berjalan sesuai dengan sistem yang dikembangkan menggunakan tools MATLAB [5]. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini peneliti melakukan perancangan logika fuzzy sesuai dengan kebutuhan tanaman anthurium dengan basis aturan yang dapat merubah data sensor IoT berupa sensor DHT11 dan Sensor Soil Moisture FC-28 menjadi keluaran sebuah keputusan durasi penyiraman tanaman. Dalam tahap ini melalui proses fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi. Penelitian ini diharapkan dapat membantu petani dalam mengatur kebutuhan air yang diperlukan untuk proses penyiraman tanaman hias anthurium.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metodologi penelitian merupakan strategi proses penelitian yang akan dilakukan berdasarkan tinjauan pustaka [6] bertujuan untuk memudahkan dalam melakukan identifikasi permasalahan yang ditemukan pada penelitian ini yaitu, sebagai berikut:



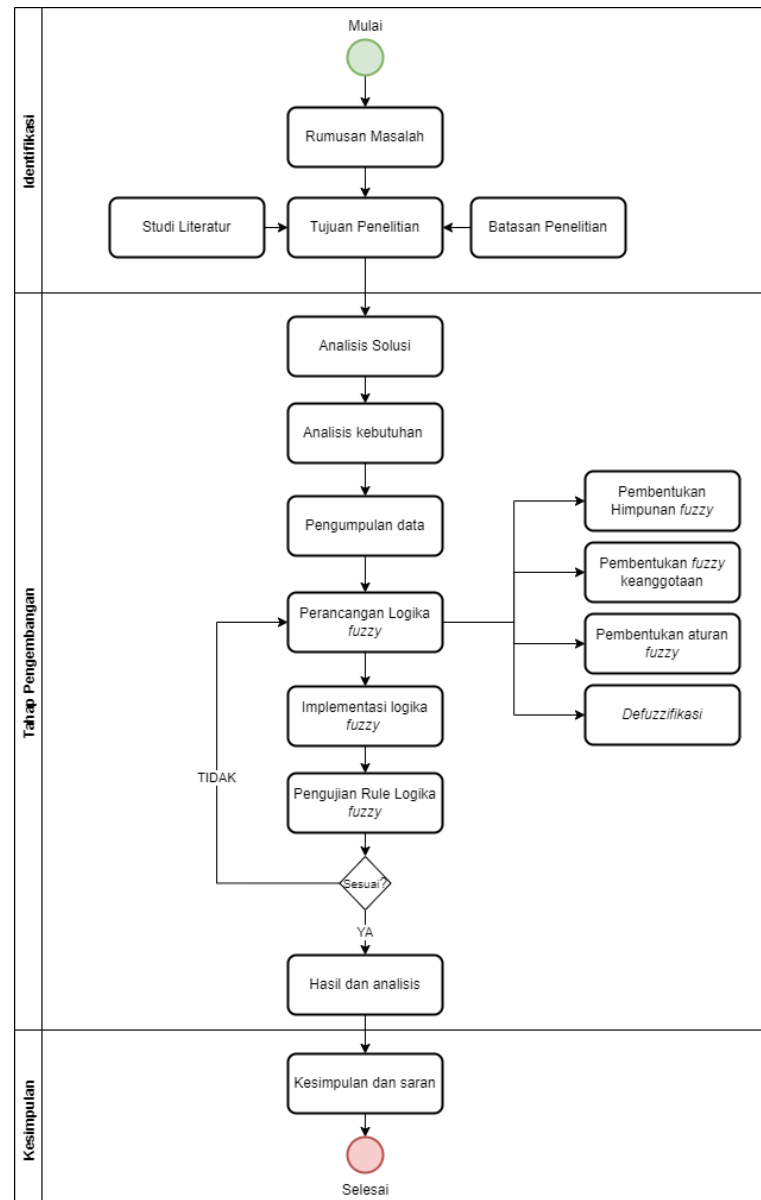
Gambar 1. Metode Konseptual

Gambar 1 konseptual ini terdapat tiga ruang lingkup, yaitu lingkungan, penelitian dan dasar ilmu. Pada lingkup lingkungan sendiri terdapat “people” dimana para petani yang membudidaya tanaman hias anthurium dan mampu menggunakan teknologi, lalu “technology” yaitu belum ada teknologi otomatisasi pada penyiraman tanaman Anthurium yang menyesuaikan dengan kebutuhan dari tanaman. Pada ruang lingkup penelitian sendiri terdapat artefak “Build” berupa pengolahan data sensor IoT menjadi sebuah keputusan yang dapat membantu petani melakukan kontrol pada penyiraman tanaman hias anthurium. “Dasar ilmu” yang digunakan untuk menunjang penelitian ini yaitu mencakup pada teori Sistem Pengambilan Keputusan dalam Pertanian dan teori Pengolahan data menggunakan logika fuzzy dengan MATLAB. Dengan pemahaman mengenai “metode” yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur dan metode Fuzzy Inference System.

2.2 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian digunakan sebagai gambaran dalam menyelesaikan suatu permasalahan dimulai dari tahap identifikasi, pengembangan dan kesimpulan. Di dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode fuzzy Inference System sebagai tahapan untuk melakukan penyelesaian masalah. Fuzzy inference system merupakan kerangka

kerja komputasi berdasarkan teori himpunan fuzzy dan penalaran fuzzy yang digunakan untuk penarikan kesimpulan [4]. Penarikan kesimpulan menggunakan kaidah fuzzy yang minimal harus terdapat 2 parameter. Fuzzy inference System terbagi menjadi 2 metode, yaitu Metode Sugeno dan Metode Mamdani [7]. Sistematika ini terdiri dari beberapa langkah yaitu:



Gambar 2. Sitematika Penelitian

a. Tahap Identifikasi

Tahap identifikasi penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi perumusan masalah. Rumusan masalah ini akan menentukan tujuan dari peneliti. Selain dari rumusan masalah, tujuan penelitian juga berdasarkan dari Batasan masalah dalam penelitian ini. Dalam mendukung tujuan penelitian, peneliti melakukan studi literatur dengan jurnal dan buku yang berhubungan dengan metodologi Fuzzy Inference System, pengembangan IoT, logika fuzzy, sistem pendukung keputusan. Studi literatur ini dibutuhkan karena penelitian ini akan menghasilkan sebuah Sistem penyiraman tanaman Anthurium otomatis dengan menggunakan metode Fuzzy Inference System. Hasil akhir dari tahap ini adalah tujuan dari penelitian.

b. Tahap Pengembangan

Pada tahap awal dari proses pengembangan ini adalah dilakukannya analisis solusi, akan dilakukan analisis terhadap permasalahan yang nantinya akan diperoleh sebuah solusi yang sesuai dengan rumusan masalah. Selanjutnya merupakan tahap analisis kebutuhan dengan melakukan analisis terhadap kebutuhan yang diperlukan untuk membangun sistem baik secara perangkat keras dan perangkat lunak. Dilanjutkan dengan pengambilan data dari sensor IoT yang dikirim pada microcontroller dan di tampilkan di LCD. Tahap berikutnya adalah perancangan logika fuzzy, pada tahap ini dilakukan 4 proses, yang pertama adalah pembentukan himpunan fuzzy, dilanjutkan

dengan pembentukan fuzzy keanggotaan, lalu pembentukan aturan fuzzy dan diakhiri dengan proses fuzzifikasi. Keempat tahap ini akan dikembangkan untuk memperoleh output berupa keputusan yang akan mendukung penyiraman otomatis pada tanaman anthurium. Berikutnya dilakukan pengujian terhadap rules logika apakah rules yang sudah di implementasi pada microcontroller. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil sampel data output sistem berupa keputusan lama penyiraman dan akan dibandingkan dengan perhitungan menggunakan tools MATLAB. Proses ini dilakukan untuk menguji keakuratan dan kevalidan dari keputusan yang dihasilkan untuk mengetahui apakah keputusan yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan tanaman hias anthurium. Tahap ini juga perlu dilakukan untuk melakukan evaluasi mengenai proses pengambilan sebuah keputusan menggunakan logika fuzzy untuk pengembangan penelitian yang berkelanjutan. Jika sudah sesuai maka akan dilanjutkan pada tahap implementasi lebih luas.

c. Kesimpulan

Pada tahap akhir ini terdiri dari kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan berhasil melalui semua tahap pada sistematika penelitian (tahap identifikasi dan tahap pengembangan) serta saran yang diberikan peneliti mengenai sistem pengambilan keputusan penyiraman tanaman menggunakan logika Fuzzy dengan MATLAB yang nantinya dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai masalah ini.

2.3 Logika fuzzy

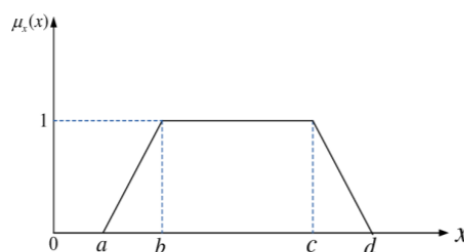
Nasution pada penelitiannya (2012) menjelaskan logika *fuzzy* merupakan logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika fuzzy suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersama. Namun presentasi nilai benar dan salah tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0 [8].

2.4 Model Inferensi fuzzy

a. Metode Mamdani

Terdapat beberapa metode dalam logika fuzzy, diantaranya metode Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani. Irfan dkk [9] pada penelitiannya tentang “Analisis Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani” dan menghasilkan kesimpulan bahwa Metode fuzzy Mamdani mempunyai tingkat error yang lebih kecil sebesar 19,76 % dibandingkan dengan metode Tsukamoto sebesar 39,03 % dan Sugeno sebesar 86,41 % dalam melakukan prediksi.

$$\mu_x(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & c \leq x \leq d \end{cases} \tag{1}$$



Gambar 3. Fuzzy Mamdan

b. Metode Sugeno

Sistem inferensi fuzzy metode Takagi-Sugeno-Kang (TSK) merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF – THEN, dimana output atau konsekuen sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985 [10].

c. Metode Tsukamoto

Metode fuzzy Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dalam suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton [11].

2.5 MATLAB

MATLAB (*Matrix Laboratory*) merupakan sebuah program analisis komputasi numerik, menggunakan suatu bahasa matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Pada

awalnya, program ini merupakan interface untuk koleksi rutin proyek LINPACK dan EISPACK dikembangkan menggunakan bahasa FORTRAN. Namun sekarang, sudah dikembangkan menggunakan Bahasa c++ dan assembler [12].

2.5 Internet of Things

Internet of things (IoT) adalah istilah pada penggunaan internet yang lebih besar, mengadopsi komputasi yang bersifat mobile dan konektivitas kemudian menggabungkannya kedalam kesehari-harian dalam kehidupan. IoT berkaitan dengan DoT (Distruption of Things) dan sebagai pengantar perubahan atau transformasi penggunaan internet dari sebelumnya Internet of People menjadi internet of M2M (maching-to-maching) [13].

2.6 Industri Pertanian 4.0

Revolusi industri keempat (Industri 4.0) ditandai dengan perpaduan teknologi yang muncul seperti Internet of Things (IoT), robotika, Bigdata, kecerdasan buatan (AI), dan teknologi blockchain. Saat ini, proses produksi industri dan rantai pasokan menjadi lebih otonom dan cerdas. Selain itu integrasi Industri 4.0 dan pertanian memberikan peluang untuk mentransformasi pertanian industri menjadi generasi penerus yaitu Pertanian 4.0 [14].

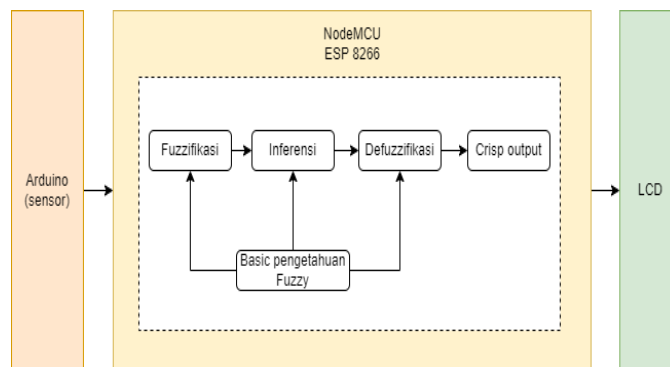
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Sistem

Rancangan sistem merupakan penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Dalam penelitian ini peneliti melakukan desain terhadap gambaran sistem, logika fuzzy dan implementasi dari logika fuzzy pada sistem.

a. BlockDiagram

Pada Penelitian ini peneliti melakukan perancangan *blockdiagram* dengan tujuan menggambarkan hubungan dari setiap perangkat yang akan digunakan dalam membangun sistem. Pada penelitian ini peneliti berfokus pada pengembangan logika fuzzy untuk pengambilan keputusan dari sistem. Dalam perancangan logika fuzzy ini melalui beberapa tahap, diantaranya *fuzzifikasi*, *inferensi*, *defuzzifikasi* dan *crisp output*. Untuk lebih rincinya *blockdiagram* digambarkan pada Gambar 4



Gambar 4. BlockDiagram

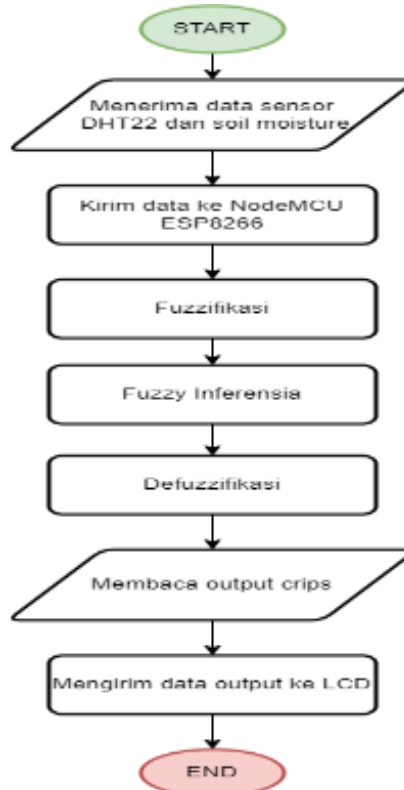
Pada Gambar 4 menampilkan *blockdiagram* dari sistem, dimana terbagi menjadi beberapa bagian yaitu, Arduino sensor, NodeMCU ESP8266 dan LCD. Pada bagian Arduino sensor terdapat 2 sensor yaitu sensor DHT11 yang dapat mengukur suhu udara dan sensor soil moisture FC-28 untuk mengukur kelembapan tanah. Kedua sensor ini akan terhubung ke mikrokontroler berupa NodeMCU ESP8266 untuk mengirim data dan data akan di oleh dengan menggunakan logika fuzzy untuk menentukan keputusan lama waktu penyiraman.

Dalam pengambilan keputusan penyiraman menggunakan logika fuzzy ini dilakukan empat tahap yang pertama adalah tahap fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah input nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy. Dilanjutkan dengan proses inferensi merupakan bagian dalam fuzzy logic yang terpenting, karena inferensi berisikan rules yang akan menghasilkan output berupa keputusan pada penelitian ini.

Dilanjutkan dengan proses defuzzifikasi, Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output. Nilai dari crisp input yang berupa keputusan akan dikirim ke LCD untuk menampilkan informasi dari keputusan waktu penyiraman dan sistem akan secara otomatis menyalakan water pump yang terhubung langsung dengan sumber air. Pada sistem ini sumber air berasal dari wadah galon yang telah di siapkan peneliti.

b. Flowchart

Pada tahap terakhir di analisis kebutuhan sistem dilakukan perancangan *flowchart* atau sering disebut dengan diagram alir merupakan suatu jenis diagram yang merepresentasikan algoritma atau langkah-langkah instruksi yang berurutan dalam sistem. untuk menggambarkan bagaimana alur kerja dari pengembangan aturan untuk logika *fuzzy* [15]. Sehingga dapat mengetahui bagaimana tahapan perancangan logika *fuzzy* pada sistem yang akan dikembangkan. Dari tahap pengumpulan data, perancangan logika *fuzzy* sampai pada implementasi di *microcontroller*. Untuk lebih jelasnya pada Gambar 5



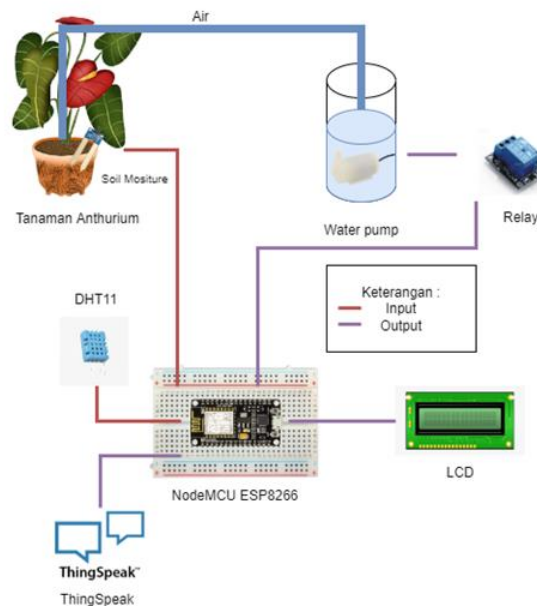
Gambar 5. *Flowchart*

Secara keseluruhan prinsip kerja dari alat ini berbasis mikrokontroler NodeMCU dengan implementasi logika *fuzzy* yang digunakan sebagai berikut:

- Sistem menerima data dari 2 sensor IoT berupa data suhu udara dari sensor DHT11 dan data kelembapan tanah dari sensor soil moisture FC-28. Data ini akan dibaca oleh mikrocontroller NodeMCU ESP8266 dan di tampilkan melalui LCD.
- Dialanjutkan dengan proses fuzzifikasi yang bertujuan untuk mengubah input nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*. Dalam proses ini di tentukan nilai linguistic untuk setiap fungsi keanggotaan suhu dan kelembapan berdasarkan kebutuhan tanaman anthurium.
- Setelah proses fuzzifikasi dilanjutkan dengan proses fuzzy inferensia yang merupakan proses logika *fuzzy* yang berisikan rules untuk menghasilkan output berupa keputusan pada penyiraman anthurium. Inferensi yang dibangun menghasilkan output berupa indikator status tidak siram, pendek, sedang dan lama dimana output tersebut didapatkan dari nilai suhu udara dan kelembapan tanah.
- Setelah proses inferensi di lakukan maka akan di lakukan proses defuzzifikasi sebagai tahap terakhir dalam tahapan logika *fuzzy* untuk mendapat output yang diperoleh dari tahap inferensi menjadi nilai tegas (*crisp*) dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang telah dibuat pada tahap fuzzifikasi.
- Ketika proses defuzzifikasi maka akan diperoleh keputusan berupa tidak siram, pendek, sedang dan lama. Hasil dari keputusan yang diperoleh juga akan langsung di tampilkan pada LCD.

c. Gambaran umum sistem

Pada penelitian ini sistem dirancang untuk mampu membaca suhu udara dengan sensor DHT11 dan kelembapan tanah dengan *soil moisture* FC-28 yang terhubung dengan *microcontroller* NodeMCU ESP8266. *Output* dari sistem ini adalah perintah keputusan yang akan dikerjakan sistem untuk penyiraman tanaman berupa siram cepat, sedang, lama dan tidak siram. Untuk lebih rincinya dijelaskan pada Gambar 6



Gambar 6. Gambaran Umum Sistem

Gambar 6 merupakan gambaran umum dari sistem penyiraman otomatis yang akan di bangun pada penelitian ini. Dalam sistem utama terdapat mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang diberi daya dari power supply 12V. Kedua sensor yang digunakan pada sistem ini terhubung dengan mikrokontroler, untuk sensor soil moisture FC-28 diletakkan di permukaan tanah dari tanaman anthurium dan sensor DHT11 yang di pasang di sekitaran tanaman anthurium. Untuk mengintegrasikan perangkat keras dan perngakat lunak yang digunakan pada sistem ini menggunakan sistem embedded yang berfungsi untuk melakukan koneksi WiFi menggunakan WiFi modul yang terdapat pada NodeMCU ESP8266, lalu melakukan pembacaan sensor, selanjutnya melakukan fuzzifikasi, serta mengambil keputusan, dan mengirim data sensor ke thingspeak.

d. Perancangan Logika Fuzzy

Pada penelitian ini logika fuzzy di implementasikan pada mikrokontroler yang telah memperoleh data dari kedua sensor yaitu DHT11 dan Soil Moisture FC-28. Logika fuzzy merupakan sebuah metode pengambilan keputusan menggunakan perhitungan dengan variable kata. Tahapan dalam membuat fuzzy logic yaitu fuzzifikasi, basis pengetahuan, inferensi, dan defuzzifikasi.

a. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah input nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy.

1) Kelembapan

Merujuk kepada jurnal Panigrahi [16] tanaman anthurium akan memiliki pertumbuhan yang baik dimana daun akan hijau dan tumbuh besar di kelembapan antara 40%-80%, kondisi ini dikatakan kondisi normal. Jika kelembapan dibawah 40% pertumbuhan tanaman anthurium akan buruk dimana daun akan menjadi kering dan mati, kondisi ini dikatakan kondisi kering. Dan jika kelembapan lebih dari 80% mengundang pertumbuhan jamur pada daun dan akar tanaman anthurium yang jika di biarkan mengancam kesehatan tanaman dan membuat tanaman anthurium menjadi mati, kondisi ini dikatakan kondisi lembap

Tabel 1 Fungsi keanggotaan Kelembapan

| Nilai linguistik | Nilai |
|------------------|---------|
| Kering (K) | <40% |
| Normal (N) | 40%-8-% |
| Lembap (L) | >80% |

2) Suhu

Merujuk kepada jurnal Panigrahi [16] tanaman anthurium akan memiliki pertumbuhan yang baik dimana daun akan hijau dan tumbuh besar di suhu udara antara 19°-22° c dikarenakan terjadi perangsangan produksi klorofil atau zat hijau daun lebih banyak sehingga warna daunnya menjadi lebih hijau dan menarik, kondisi ini dikatakan kondisi normal.

Jika suhu dibawah 15° c pertumbuhan tanaman anthurium akan buruk dimana daun akan menjadi layu dan mati, kondisi ini dikatakan kondisi kering. Lalu ketika suhu berkisar 15°-19° c pertumbuhan tanaman anthurium menjadi kurang baik dimana daun akan menguning dan mengurangi harga jual tanaman,

kondisi ini dikatakan kondisi sejuk. Selain itu ketika suhu 19°-22° c maka pertumbuhan tanaman juga tidak akan maksimal dimana daun akan kuning dan berpotensi untuk kering lalu mati, kondisi ini disebut dengan kondisi hangat. Dan yang terakhir jika suhu lebih dari 30° c pertumbuhan tanaman anthurium juga akan menjadi buruk dimana daun akan kering dan mati, kondisi ini dikatakan kondisi panas.

Tabel 2. Fungsi keanggotaan Suhu

| Nilai linguistik | Nilai |
|------------------|---------------|
| Dingin (D) | <15° c |
| Sejuk (S) | 15° c - 19° c |
| Normal (N) | 19° c – 22° c |
| Hangat (H) | 22° c - 20° c |
| Panas | >30° c |

b. Fuzzy rules

Pada pengembangan sistem ini dibentuk Rule Base sebagai penentuan aturan-aturan fuzzy untuk kedua input dan output. Rule base ini diperoleh berdasarkan teori probabilitas yang merupakan banyaknya kemungkinan kejadian berdasarkan frekuensi dari jumlah kondisi. Hal ini juga perlu disesuaikan dengan kebutuhan tanaman hias Anthurium.

Tabel 3. Rule Base

| Suhu Udara | Kelembapan Tanah | | |
|------------|------------------|-------------|-------------|
| | Kering | Normal | Lembap |
| Dingin | Cepat | Tidak Siram | Tidak Siram |
| Sejuk | Sedang | Tidak Siram | Tidak Siram |
| Normal | Sedang | Tidak Siram | Tidak Siram |
| Hangat | Lama | Cepat | Cepat |
| Panas | Lama | Sedang | Sedang |

c. Defuzzifikasi

Metode defuzzifikasi yang dipakai adalah metode centroid. Pada metode ini, solusi crisp yang diperoleh dengan cara mencari nilai tengah atau biasa disebut Center of Area (COA). Pencarian nilai tengah ini diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

$$COA = \frac{\int_z \mu(z) z dz}{\int_z \mu(z) dz} \tag{2}$$

Keterangan rumus:

- 1) COA menyatakan nilai hasil defuzzifikasi /titik pusat daerah fuzzy
- 2) $\mu(z)$ menyatakan nilai keanggotaan.
- 3) $\mu(z)z dz$ menyatakan momen untuk semua daerah hasil komposisi aturan

3.2 Hasil

a. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengumpulan data selama 4 hari dari tanggal 10 september sampai dengan 13 september 2022 dengan kondisi lokasi peletakan tanaman anthurium disesuaikan dengan kondisi alami tanaman yaitu tidak terkena matahari langsung dan lembap. Dalam kurun waktu tersebut diperoleh 10619 data yang disimpan pada thingspeak sebagai media IoT di bagian cloud yang open source untuk menerima dan menyimpan data dari sensor yang telah terpasang.

Tabel 4. Pengumpulan Data

| Tanggal | Jam | Kelembapan (%) | Suhu (°C) | Durasi (s) |
|--------------|------|----------------|-----------|------------|
| 10 September | Pagi | 28.57 | 22.60 | 9.30 |
| | Sore | 29.57 | 22.60 | 9.30 |
| 11 September | Pagi | 19.45 | 25.00 | 9.40 |
| | Sore | 15.84 | 23.50 | 8.22 |
| 12 September | Pagi | 35.87 | 31.80 | 9.39 |
| | Sore | 42.82 | 26.40 | 9.40 |
| 13 September | Pagi | 48.39 | 25.80 | 8.36 |
| | Sore | 48.39 | 27.10 | 9.30 |

Pengumpulan data berdasarkan jam penyiraman menurut Suwaldi [17] penyiraman tanaman anthurium ini dilakukan 2 kali pada pagi hari sebelum jam 10.00 WIB dan pada sore hari setelah pukul 16.00 WIB untuk menghindari penguapan air yang terlalu tinggi sehingga air yang diberikan tidak sia-sia. Setelah data di sortir

dengan melihat waktu penyiraman pada pagi dan sore hari maka diperoleh hasil bahwa durasi penyiraman dengan waktu yang lama berada pada pagi hari sebelum jam 10.00 dan sore hari di atas jam 16.00.

b. Hasil Pengujian dengan MATLAB

Dilakukan pengujian pada 15 sampel data secara acak yang diambil dari 10619 data yang di sesuaikan dengan rules yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari sistem yang telah dirancang dengan cara membandingkan nilai aktual dari perangkat IoT dengan logika *fuzzy* yang telah dirancang pada aplikasi MATLAB. Dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil Pengujian dengan MATLAB

| NO. | Suhu (°C) | Kelembapan tanah (%) | Durasi Penyiraman (detik) | Durasi Simulasi Matlab (detik) | Error Absolute | Percent of Error |
|-----------------|-----------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------|------------------|
| | | | | | (%) | |
| 1. | 24.44 | 23.90 | 8.38 | 8.38 | 0 | 0 |
| 2. | 52.20 | 26.30 | 4.00 | 4.00 | 0 | 0 |
| 3. | 16.72 | 23.40 | 8.00 | 7.97 | 0,03 | 0,376411543 |
| 4. | 41.35 | 2530 | 6.00 | 6.08 | 0.08 | 1,315789474 |
| 5. | 47.12 | 27.00 | 5.00 | 4.91 | 0.09 | 1,83299389 |
| 6. | 41.15 | 25.90 | 6.00 | 6.11 | 0.11 | 1,800327332 |
| 7. | 15.84 | 23.50 | 8.22 | 8.05 | 0.17 | 2,111801242 |
| 8. | 48.09 | 26.70 | 4.00 | 4.65 | 0.65 | 13,97849462 |
| 9. | 41.25 | 25.50 | 5.40 | 6.08 | 0.68 | 11,18421053 |
| 10. | 48.00 | 25.10 | 4.00 | 4.68 | 0.68 | 14,52991453 |
| 11. | 49.27 | 26.70 | 5.06 | 4.28 | 0.78 | 18,22429907 |
| 12. | 13.00 | 24.10 | 9.31 | 8.47 | 0.84 | 9,917355372 |
| 13. | 47.02 | 24.50 | 4.00 | 4.94 | 0.94 | 19,02834008 |
| 14. | 28.57 | 22.60 | 9.30 | 7.47 | 1.83 | 24,49799197 |
| 15. | 36.85 | 33.00 | 9.39 | 7.63 | 1.76 | 23,06684142 |
| Rata-rata error | | | | | | 9,457651404 |

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai dari output perangkat kurang lebih mendekati dengan nilai dari simulasi dengan MATLAB. Terdapat rata-rata 9.4 % error karena perbedaan perhitungan antara perangkat IoT dan simulasi dengan MATLAB, namun hal ini masih bisa di toleransi karena hasil output alat dan simulasi MATLAB masih dalam satu range nilai fungsi keanggotaan. Misalnya untuk percobaan 3 dari hasil perangkat memperoleh nilai durasi 8.00 yang masuk dalam keanggotaan durasi lama dan dari pengujian MATLAB 7.97 yang juga termasuk dalam keanggotaan durasi lama karena untuk range nilai keanggotan durasi lama adalah 7-10 sec. Jadi meskipun terdapat selisih perbedaan nilai output antara perangkat dan simulasi MATLAB namun masih dikategorikan akurat karena dalam range nilai keanggotaan yang sama.

Jadi dari Tabel 5 ini dapat disimpulkan bahwa implementasi logika fuzzy Mamdani pada Arduino IDE dapat berjalan dengan baik karena memiliki tingkat keakuratan yang baik meskipun terdapat sedikit selisih perbedaan karena perbedaan perhitungan antara perangkat dan simulasi MATLAB, namun hal ini masih bisa dikatakan akurat dikarenakan hasil output dari perangkat dan simulasi dengan MATLAB masih dalam satu range nilai fungsi keanggotaan yang sama.

4. KESIMPULAN

Dari perancangan logika fuzzy dengan 2 input kelembapan dan suhu udara serta 1 output durasi, memiliki fungsi keanggotaan untuk kelembapan terdiri dari 3 yaitu kering, normal dan lembap dan untuk suhu udara terdiri dari 5 keanggotaan yaitu dingin, sejuk, normal, hangat, dingin, serta untuk fungsi keanggotaan durasi penyiraman terdapat 4 yaitu tidak siram,cepat, sedang dan lama. Dari perancangan logika fuzzy ini diperoleh 15 rules dasar. Perancangan dilakukan dengan menggunakan tools MATLAB. Implementasi logika fuzzy pada penelitian ini dilakukan pada microcontroller langsung dengan menggunakan Arduino IDE dalam bahasa C++. Menggunakan format code dari library eFLL (Embedded Fuzzy Logic Library) yang diinstal pada Arduino IDE. Dengan implementasi proses fuzzifikasi, rule base dan defuzzifikasi yang disesuaikan dengan perancangan pada MATLAB. Hasil dari pengujian perbandingan 15 nilai dari output perangkat yang diambil secara acak kurang lebih mendekati dengan nilai dari simulasi dengan MATLAB dengan rata-rata 9.4 % error karena perbedaan perhitungan antara perangkat IoT dan simulasi dengan MATLAB, namun hal ini masih bisa dikategorikan akurat karena hasil output alat dan simulasi MATLAB masih dalam satu range nilai fungsi keanggotaan.

REFERENCES

- [1] K. S. R. S. S. Dirgantari Putri, “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Tanaman Hias di Desa Bangun Sari Kecamatan Tanjung Morawa Kabupaten Deli Serdang,” *Jurnal Ilmiah Pertanian*, p. 3, 2019.
- [2] R. Agromedia, “Agar Daun Anthurium Tampil Menawan,” dalam *Agar Daun Anthurium Tampil Menawan*, Agromedia, 2007, pp. 10-15.
- [3] K. Junaedhie, “Pesona Anthurium Daun,” dalam *Pesona Anthurium Daun*, Agromedia, 2006, pp. 15-18.
- [4] A. H. R. W. S. H. Sri Kusumadewi, “Fuzzy multi-attribute decision making (fuzzy madm),” *Fuzzy multi-attribute decision making (fuzzy madm)*, vol. 74, p. 5, 2006.
- [5] M. S. Asih, “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN FUZZY MAMDANI PADA ALAT PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS,” *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 02, p. 7, 2018.
- [6] S. T. M. J. P. a. S. R. Alan R. Hevner, “Design Science in Information Systems Research,” *JSTOR*, vol. 28, p. 3, 2004.
- [7] F. A. R. M. Nadya Febriany, “Aplikasi metode fuzzy mamdani dalam penentuan status gizi dan kebutuhan kalori harian balita menggunakan software MATLAB,” *Jurnal EurekaMatika*, vol. 5, pp. 84-96, 2017.
- [8] H. Nasution, “Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan,” *Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak*, p. 3, 2013.
- [9] M. I. J. J. Laras Purwati Ayuningtias, “Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung),” *Jurnal Teknik Informatika UIN Syarif Hidayatullah*, p. 7, 2017.
- [10] Mukaromah, “Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Menentukan Jalur Terbaik Menuju Lokasi Wisata di Surabaya,” *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*, p. 5, 2019.
- [11] S. K. I. V. P. Retno Dina Ariyanti, “Beck Depression Inventory Test Assessment Using Fuzzy Inference System,” *IEEE*, p. 6, 2010.
- [12] A. D. Muhammad ARHAMI, “Pemrograman Matlab,” Yogyakarta: Andi, p. 7, 2005.
- [13] A.-K. M. T. R. C. R. & L. P. Jan Behmann, “A review of advanced machine learning methods for the detection of biotic stress in precision crop protection,” *SpringerLink*, p. 6, 2015.
- [14] X. M. L. S. Ye Liu dan A. M. A.-M. Gerhard Petrus Hancke, “From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges,” *IEEE*, p. 5, 2020.
- [15] A. Prasetyo, “Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan,” *Jurnal EDU*, 2019.
- [16] S. Panigrahi, “Cultivation of Anthurium in Polyhouse,” *Reserchgate*, pp. 25-60, 2020.
- [17] I. Suwaldi, “Budidaya tanaman hias Anthurium hookeri,” dalam *Budidaya tanaman hias Anthurium hookeri*, Surabaya, UNS, 2009, p. 30.