

Sistem Pintar Penyiram Tanaman Menggunakan Teknologi IoT dan Fuzzy Inference System dalam Rangka Mewujudkan Green Campus di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Nenny Anggraini^{1,*}, Kahfi Del Vieri¹, Luh Kesuma Wardhani¹, Ariq Cahya Wardhana², Deny Saputra¹

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Prodi Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia

²Fakultas Informatika, Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Banyumas, Indonesia

Email: ^{1,*}nelly.anggraini@uinjkt.ac.id, ²kahfi.delvieri18@mhs.uinjkt.ac.id, ³luhkesuma@uinjkt.ac.id, ⁴ariq@ittelkom-pwt.ac.id,

⁵deny.saputra@uinjkt.ac.id

Email Penulis Korespondensi: nelly.anggraini@uinjkt.ac.id

Submitted:01/09/2022; Accepted:24/09/2022; Published: 30/09/2022

Abstrak—Beberapa tahun terakhir, terjadi perubahan iklim yang berakibat cukup buruk dan berefek ke berbagai sektor kehidupan. Adanya perubahan iklim secara ekstrem ini banyak menjadi isu yang dibahas, termasuk di tingkat universitas. Civitas academica sebagai agent of change hendaknya menjadi contoh tentang pembangunan berkelanjutan (sustainable development) di lingkungan kampus. Salah satu usaha mewujudkan konsep pembangunan berkelanjutan adalah dengan menerapkan konsep Green Campus. Beberapa indikator dalam mewujudkan green campus adalah kebijakan pengelolaan kampus yang berorientasi pada pengelolaan lingkungan, termasuk di dalamnya adalah kegiatan untuk penghematan air, kertas, energi listrik, pengadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan pengelolaan sampah dengan menerapkan prinsip 3R (reduce, reuse, recycle). UIN Jakarta saat ini fokus kepada green environment, yaitu fokus pada kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan konservasi dan pemeliharaan kualitas lingkungan dalam semua aktivitas konsumsi energi dan sumber daya alam. Namun, cuaca yang sering berubah, pergeseran musim, dan luasnya lahan yang harus dipelihara menyebabkan penyiraman terhadap tanaman tidak bisa bergantung tenaga manusia saja. Apalagi kondisi pandemi di Indonesia menyebabkan hampir semua pegawai bekerja dari rumah, sehingga pemeliharaan tanaman akan terkendala untuk kegiatan penyiraman tanaman. Berkaitan dengan hal tersebut, pada penelitian ini diusulkan pembuatan sistem penyiraman tanaman yang terotomasi menggunakan Fuzzy Inference System. Percobaan dilakukan menggunakan inputan dari ketiga skenario diantaranya sensor kelembapan tanah, sensor suhu, dan sensor hujan terhadap output valve. Dari percobaan yang dilakukan, output valve yang diharapkan telah sesuai dengan yang dihasilkan oleh raspberry pi. Seperti ketika tanah kering, cuaca tidak hujan, dan suhu sedang, valve tetap menyala sesuai dengan aturan fuzzy yang telah dibuat. Hasil penelitian mencatat bahwa alat ini sudah sesuai dengan yang dibutuhkan dan dapat beroperasi dengan baik.

Kata Kunci: Klasifikasi; Penyiram Tanaman; Internet Of Things; Fuzzy Inference System; Green Campus; Green Environment

Abstract—In recent years, there has been a change in climate which has had quite a negative impact on various sectors of life. The existence of extreme climate change has become a widely discussed issue, including at the university level. The academic community as agents of change should be an example of sustainable development in the campus environment. One of the efforts to realize the concept of sustainable development is to apply the Green Campus concept. Several indicators in realizing a green campus are campus management policies that are oriented towards environmental management, including activities to save water, paper, and electricity, procurement of Green Open Space (RTH), and waste management by applying the 3R principles (reduce, reuse, recycle). UIN Jakarta currently focuses on the green environment, which focuses on activities related to the conservation and maintenance of environmental quality in all energy and natural resource consumption activities. However, the frequent changes in weather, shifts in the seasons, and the size of the land that must be maintained have made watering plants unable to rely on human labor alone. Moreover, the pandemic conditions in Indonesia have caused almost all employees to work from home, so plant maintenance will be hampered for plant watering activities. In this regard, this research proposes the creation of an automated plant watering system using a Fuzzy Inference System. The experiment was carried out using input from three scenarios including soil moisture sensors, temperature sensors, and rain sensors on the output valve. From the experiments carried out, the expected valve output is in accordance with that produced by the raspberry pi. Such as when the ground is dry, the weather is not raining, and the temperature is moderate, the valve remains on according to the fuzzy rules that have been made. The results of the study noted that this tool was in accordance with what was needed and could operate properly.

Keywords: Classification; Watering Plant; Internet Of Things; Fuzzy Inference System; Green Campus; Green Environment

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim disebabkan karena meningkatnya konsentrasi gas karbon dioksida dan gas – gas lainnya di atmosfer atau yang biasa disebut dengan efek gas rumah. Indonesia merupakan salah satu penghasil gas rumah kaca terbesar di dunia, dan dapat menjadi negara yang berpotensi menghancurkan iklim dunia [1]. Pada tahun 2018, World Resource Institute mengatakan bahwa Indonesia menempati posisi ke 7 dari 10 negara penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar di dunia. Indonesia menghasilkan 965,3 MtCO_{2e} atau setara 2% emisi dunia [2]. Meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca menyebabkan atmosfer semakin tebal sehingga jumlah panas bumi yang terperangkap di atmosfer bumi semakin banyak dan mengakibatkan peningkatan suhu bumi atau biasa disebut dengan pemanasan global.

Perubahan iklim yang terjadi saat ini berakibat cukup buruk dan berefek ke berbagai sektor kehidupan. Di beberapa tempat di Indonesia, perubahan iklim menyebabkan petani kopi di Kepahiang Bengkulu dan Manggarai Nusa Tenggara Timur gagal panen dan hanya dapat memanen 20% dari tanaman kopinya. Musim kemarau panjang di Indonesia juga mengakibatkan berubahnya pola tanam, yang mengakibatkan gagal panen. Contoh lain dari perubahan iklim adalah pemanasan suhu bumi, yang menyebabkan mencairnya es di bumi, kenaikan batas air laut, dan banjir [3].



Adanya perubahan iklim secara ekstrem ini banyak menjadi isu yang dibahas, termasuk di tingkat universitas. Universitas hendaknya tidak menjadi menara gading, tetapi menjadi lembaga yang dapat memberikan solusi kepada banyak pihak. Civitas academica sebagai *agent of change* hendaknya dapat memberi manfaat kepada lingkungan sekitarnya dan memberikan contoh tentang pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) di lingkungan kampus. Salah satu usaha mewujudkan konsep pembangunan berkelanjutan adalah dengan menerapkan konsep *Green Campus*.

Green campus dapat didefinisikan sebagai program yang mengintegrasikan pembangunan lingkungan dan pembangunan kampus dalam pengelolaannya. Beberapa indikator dalam mewujudkan green campus adalah kebijakan pengelolaan kampus yang berorientasi pada pengelolaan lingkungan, termasuk di dalamnya adalah kegiatan untuk penghematan air, kertas, energi listrik, pengadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan pengelolaan sampah dengan menerapkan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) [4].

Penghijauan, yang merupakan salah satu kegiatan pada green campus, telah mulai dilakukan di lingkungan UIN Jakarta. Kegiatan penanaman pohon dan bunga tidak hanya untuk memperindah lingkungan, tetapi juga untuk meningkatkan keberadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di lingkungan kampus dan memperbaiki kualitas udara. Agar gerakan penghijauan ini berhasil, diperlukan pemeliharaan, seperti penyiraman dan pemupukan secara teratur. Tanaman-tanaman mempunyai karakter yang berbeda, sehingga perlakuan terhadap masing-masing tanaman juga berbeda. Cuaca yang sering berubah, pergeseran musim, dan luasnya lahan yang harus dipelihara menyebabkan pengairan terhadap tanaman tidak bisa bergantung tenaga manusia saja. Apalagi kondisi pandemi di Indonesia menyebabkan hampir semua pegawai bekerja dari rumah, yang mengakibatkan pemeliharaan tanaman akan terkendala untuk kegiatan penyiraman tanaman. Jika kegiatan pemeliharaan ini tidak dilakukan sebagaimana mestinya, gerakan penghijauan akan terputus pada kegiatan menanam saja, sehingga tujuan untuk menerapkan green campus dan green environment tidak akan tercapai.

Perkembangan teknologi saat ini sudah sangat canggih dan dapat diimplementasikan ke berbagai aspek kehidupan manusia. Adanya kecerdasan buatan, teknologi sensor, teknologi sistem benam dan robotik, mengubah pekerjaan konvensional manusia menjadi kegiatan yang terotomasi. Berkaitan dengan green campus dan green environment, teknologi sistem benam, sensor network dan internet of things dapat digunakan untuk membantu kegiatan penyiraman tanaman secara terotomasi. Manusia, dalam hal ini pengawas tanaman, akan bertindak sebagai pengawas dari kegiatan penyiraman yang dilakukan oleh peralatan yang dirangkai khusus.

Sistem penyiram tanaman secara otomatis telah banyak diteliti karena manfaatnya yang sangat besar bagi manusia. Salah satunya adalah tentang sistem penyiraman otomatis dan monitoring tanaman cabai menggunakan water sprinkle [5]. Pada penelitian ini dirancang peralatan yang terhubung dengan IoT untuk menggantikan sistem penyiram tanaman cabai yang konvensional. Hasil pemrosesan akan dikirim ke web dan sistem dapat dimonitor melalui smartphone. Penelitian [6] menggunakan drip irrigation dalam penyiraman tanaman pada tomato greenhouse di Beijing. Drip irrigation yang digunakan dilengkapi dengan teknologi IoT yang akan mengalirkan air sesuai kebutuhan tanaman tomat. Model sistem penyiraman lainnya adalah menggunakan IoT, kemudian data diolah menggunakan metode Fuzzy untuk menghasilkan waktu penyiraman yang akurat [7]. Fuzzy merupakan metode kecerdasan buatan yang banyak digunakan pada berbagai penelitian. Logika Fuzzy sangat fleksibel dan mempunyai kemampuan generalisasi data yang tidak tepat. Hal ini membuat logika fuzzy sangat banyak digunakan dalam pertanian, pengambilan keputusan, teori pengendalian, pengenalan pola, kesehatan dan lain-lain [8].

Selain penelitian tersebut, sistem penyiram tanaman sebelumnya sudah pernah diimplementasikan menggunakan *Raspberry Pi* dalam beberapa penelitian. Salah satunya adalah penelitian alat penyiram tanaman otomatis berbasis IoT dengan *Raspberry Pi* [9]. Penelitian tersebut menggunakan sensor cahaya, inframerah, dan humiditas dan hasilnya tersebut dapat dipantau melalui website. Namun penelitian ini belum mengimplementasikan algoritma fuzzy dalam menentukan keputusannya. Dan berikutnya terdapat penelitian dimana penelitian ini sudah menggunakan *Raspberry Pi* dan algoritma fuzzy [10]. Namun penelitian tersebut hanya menggunakan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu dalam pengambilan keputusannya. Dan dari kedua penelitian tersebut, mereka hanya dapat diimplementasikan kepada satu jenis tanaman saja.

Berkaitan dengan green campus dan green environment dengan tujuan untuk penghijauan dan agar tanaman di lingkungan kampus UIN Jakarta selalu terawat, maka pada riset ini dirancang sebuah sistem otomasi penyiram tanaman menggunakan teknologi IoT dan fuzzy inference system. Berbeda dengan penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan, pada penelitian ini menggunakan tiga buah sensor yaitu sensor kelembapan tanah, suhu, dan hujan. Alat ini juga dapat menyiram dua buah tanaman yang berbeda jenis secara paralel. Sistem yang dibangun dapat dimonitor menggunakan *smartphone* sehingga pegawai yang bertanggung jawab untuk mengawasi taman mendapatkan informasi detail tentang penyiraman tanaman tersebut. Sensor diletakkan di beberapa titik pada lahan untuk menangkap kondisi lingkungan yang menjadi komponen syarat tumbuh, seperti suhu lingkungan, kelembapan tanah, dan cahaya. Kondisi lingkungan tersebut kemudian akan dihitung sedemikian rupa oleh mikrokontroler menggunakan metode Fuzzy, sehingga sistem dapat memberikan keputusan berapa lama waktu penyiraman yang diperlukan untuk tanaman.

Penelitian ini berkontribusi dalam mengembangkan sebuah perangkat penyiram tanaman yang lebih kompleks karena menggunakan IoT dan system inferensi yang bisa dimonitor di *smartphone*. Selain itu berbeda dengan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan, penelitian ini dapat menyiram dua jenis tanaman yang berbeda jenis

secara paralel. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini juga menggunakan 2 buah sensor kelembapan tanah yang diletakkan pada dua buah tanaman yang berbeda jenis, sebuah sensor suhu, dan sensor hujan.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan tanaman di lingkungan UIN syarif Hidayatullah Jakarta terpelihara dengan baik, sehingga tujuan penghijauan dan green campus dapat terwujud.

2. METODOLOGI PENELITIAN

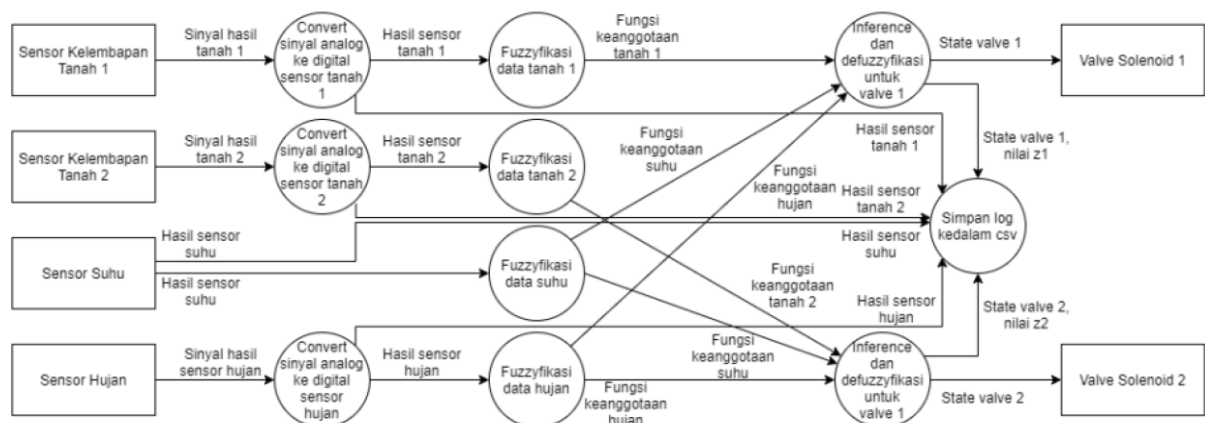
2.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimaksudkan untuk mencari dan mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian seperti:

- Studi Pustaka dan Literatur sejenis yaitu dengan cara mempelajari tiap konsep yang berkaitan dengan topik bahasan penelitian dengan cara membaca buku-buku referensi, e-book, artikel, jurnal dan website.
- Observasi dengan melihat proses penyiraman yang berjalan saat ini di Fakultas Sains dan Teknologi

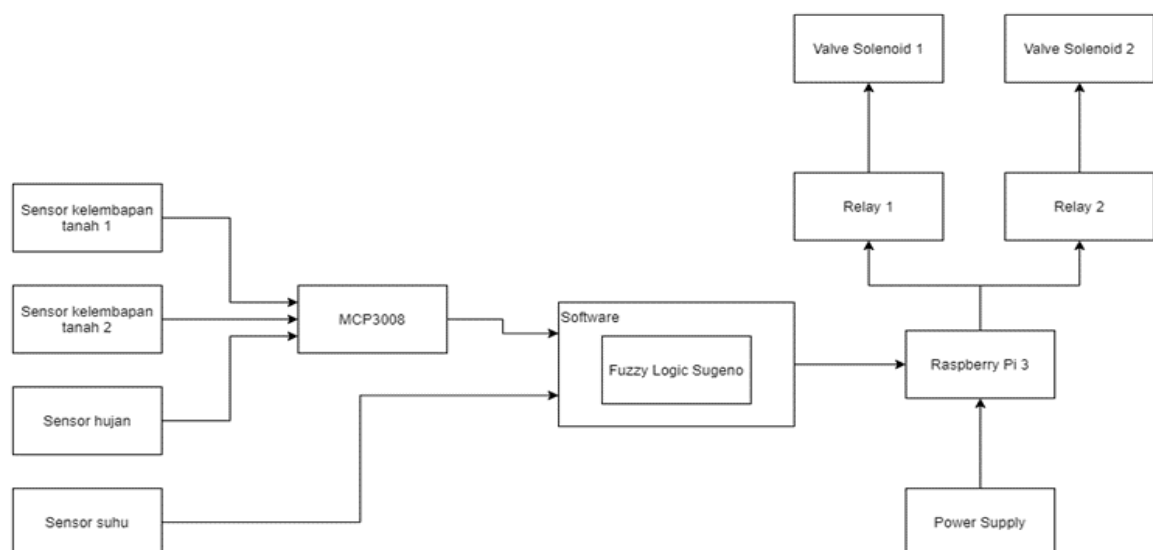
2.2 Metode Pengembangan Sistem

Untuk pengembangan system, digunakan metode Structured Analysis Real Time (SART). SART merupakan metode yang sering digunakan dalam aplikasi berorientasi teknis dan real-time yang diadopsi oleh berbagai *Case-Tools* seperti *Context Diagram*, *Data Flow Diagram*, *Control Flows Diagram* dan *State Transition Diagram*.



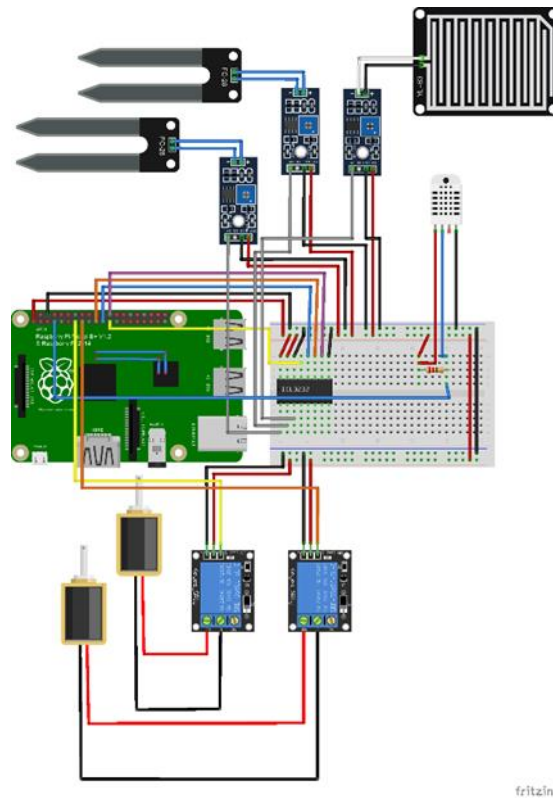
Gambar 1. Blok diagram

2.3 Perancangan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis



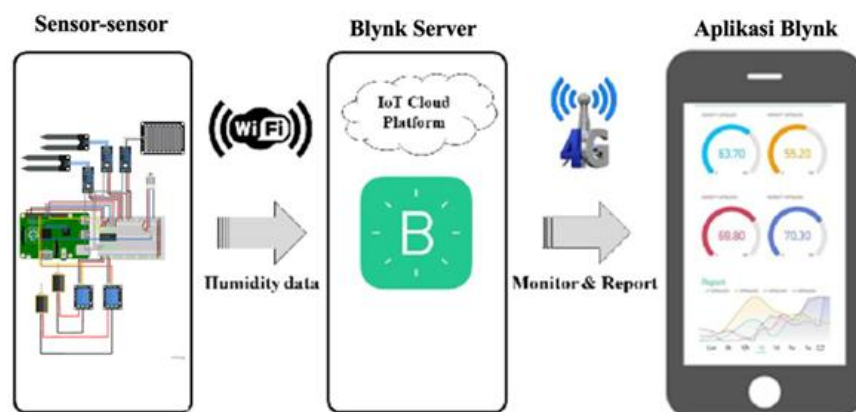
Gambar 2. Blok diagram

Untuk perancangan komponen yang dibutuhkan, dibuat sebuah blok diagram yang menjelaskan hubungan antar komponen didalam sistem. Semua sensor yaitu sensor kelembapan tanah, suhu, dan hujan akan langsung terhubung ke raspberry pi 3 dan dilakukan komputasi dimesin tersebut. Hasil komputasi digunakan untuk menentukan kondisi menyala atau mati dari valve solenoid. Arus pada valve solenoid tidak bisa menggunakan arus yang berasal dari raspberry pi sehingga dibutuhkan sumber arus lain dan untuk kontrol hidup dan mati arus tersebut digunakan relay.



Gambar 3. Rangkaian alat penyiram tanaman otomatis

Rangkaian ini menggunakan dua buah sensor kelembapan tanah yang mana kedua sensor ini terhubung ke MCP3008 untuk dirubah dari sinyal analog ke digital. Sensor kelembapan disebelah kiri merupakan sensor kelembapan tanah satu yang akan dipasang dijalur satu dan sensor kelembapan tanah disebelah kanan merupakan sensor kelembapan tanah dua yang dipasang dijalur dua. Rangkaian sensor hujan juga terhubung dengan MCP3008 karena output dari sensor hujan yang dipakai adalah sinyal analog sehingga harus diubah ke digital oleh MCP3008. Rangkaian sensor suhu akan langsung terhubung ke raspberry karena output dari sensor suhu sudah dalam bentuk digital. Pin VCC dan pin output juga harus disambungkan dengan resistor 10k ohm sebagai pengaman arus listrik. Relay yang terhubung ke raspberry pi dengan kabel warna kuning merupakan relay satu yang terhubung ke valve solenoid satu. Output dari relay ini berhubungan dengan sensor kelembapan tanah satu. Sedangkan untuk relay yang terhubung ke raspberry pi dengan kabel berwarna orange merupakan relay dua yang terhubung ke valve solenoid dua. Output dari relay ini berhubungan dengan sensor kelembapan tanah dua. Output dari system penyiram tanaman otomatis dapat dimonitor dengan aplikasi mobile menggunakan aplikasi blynk.



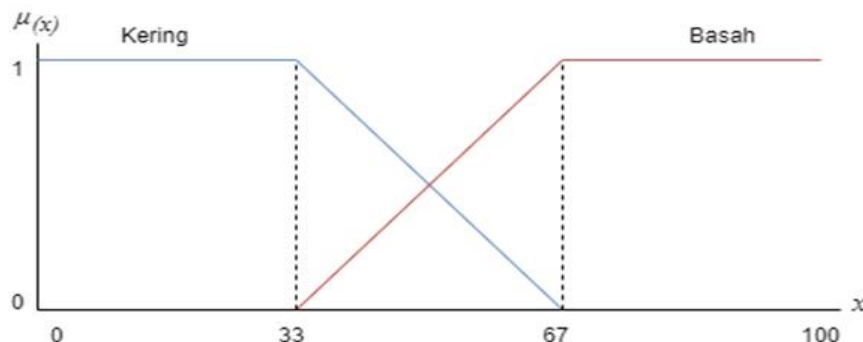
Gambar 4. Skematik sistem penyiraman dengan interface Blynk

2.4 Implementasi Fuzzy Logic dengan Metode Sugeno

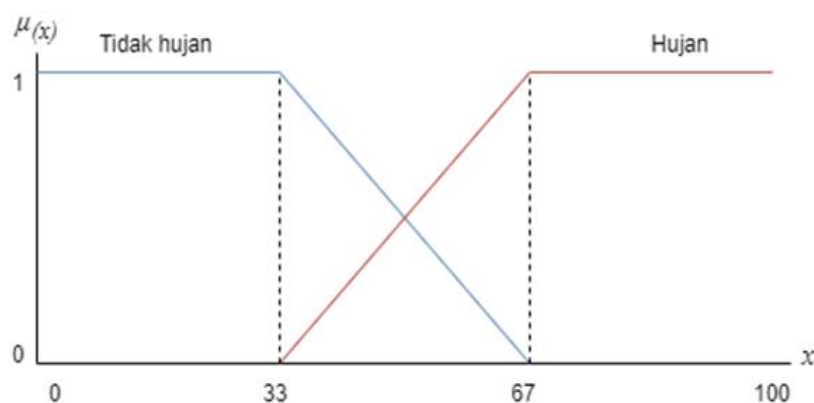
Berikut merupakan tahapan-tahapan kode untuk mengimplementasikan dua buah Fuzzy logic menggunakan metode sugeno. Yang terdiri dari 4 tahapan yaitu:

- Pembentukan himpunan fuzzy.

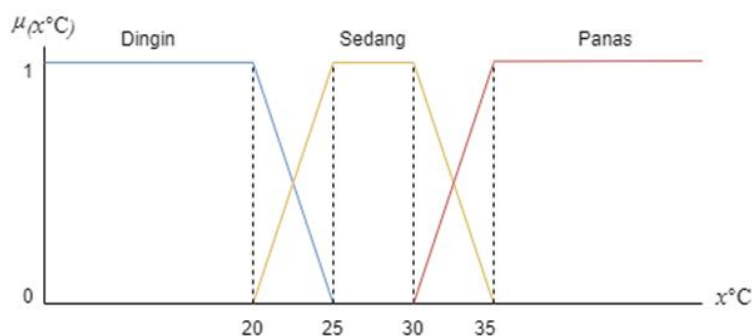
Terdapat empat variabel masukkan pada penelitian ini, yaitu sensor kelembapan tanah satu, sensor kelembapan tanah dua, sensor suhu, dan sensor hujan. Dari variabel-variabel tersebut, maka dibuatlah fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan merupakan pemetaan titik input data dalam himpunan fuzzy ke dalam nilai atau derajat keanggotaannya yang memiliki interval dari 0 hingga 1. Pada penelitian ini fungsi keanggotaan didapatkan melalui pendekatan fungsi. Fungsi yang digunakan yaitu melalui representasi bentuk trapesium.



Gambar 5. Fungsi keanggotaan sensor kelembapan tanah



Gambar 6. Fungsi keanggotaan sensor hujan



Gambar 7. Fungsi keanggotaan sensor suhu

b. Aplikasi fungsi implikasi

Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi MIN. Pada kodingan terdapat pada fungsi tahap inferensi.

c. Komposisi aturan

Pada tahap ini akan dibuat aturan fuzzy. Pembuatan aturan fuzzy dalam menentukan output berdasarkan variabel tanah satu atau dua, suhu, dan hujan menggunakan metode Sugeno. Aturan ini dibuat untuk menyatakan relasi antara input dan output, sehingga dapat dibentuk menjadi 12 kombinasi aturan. Pembentukan aturan dihasilkan dari kombinasi tiap kondisi tersebut yang dikenal dengan aturan keputusan. Dengan memperhatikan fungsi MIN, yaitu mengambil nilai minimal dari kedua inputan. Setiap aturan terdiri dari 3 anteseden dengan operator yang digunakan untuk menghubungkan adalah operator DAN sedangkan yang memetakan antara input dan output adalah JIKA MAKA.

Tabel 1. Komposisi aturan fuzzy

No.	Suhu	Tanah	Hujan	Output
R1	Dingin	Kering	Tidak hujan	Tutup
R2	Dingin	Kering	Hujan	Tutup

R3	Dingin	Basah	Tidak hujan	Tutup
R4	Dingin	Basah	Hujan	Tutup
R5	Sedang	Kering	Tidak hujan	Buka
R6	Sedang	Kering	Hujan	Tutup
R7	Sedang	Basah	Tidak hujan	Tutup
R8	Sedang	Basah	Hujan	Tutup
R9	Panas	Kering	Tidak hujan	Buka
R10	Panas	Kering	Hujan	Tutup
R11	Panas	Basah	Tidak hujan	Tutup
R12	Panas	Basah	Hujan	Tutup

d. Defuzzyfikasi

Metode yang digunakan untuk defuzzyfikasi yaitu weighted average, yang menghitung rata-rata dari semua inputan dengan rumus berikut.

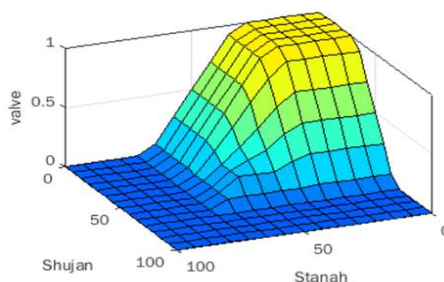
$$WA = \frac{\sum_{i=1}^N a_i z_i}{\sum_{i=1}^N a_i} \quad (1)$$

WA merupakan nilai rata-rata terbobot sedangkan a_i dan z_i masing-masing merupakan α -predikat ke- i dan konsekuen ke- i .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

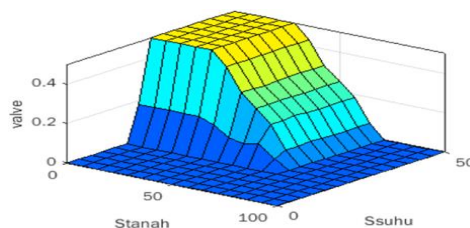
3.1 Hasil

Setelah melalui proses pembuatan fuzzy logic tersebut. Didapat hasil dari grafik inference fuzzy pada sensor tanah, hujan, suhu terhadap output fuzzy tersebut. Grafik ini dibuat menggunakan matlab dengan tools GUI yang terdapat pada matlab. Grafik akan dibagi menjadi 3 buah grafik dikarenakan untuk memodelkan menjadi grafik tiga dimensi diharuskan hanya terdapat dua parameter input dan satu parameter output, sedangkan pada pengujian ini terdapat tiga buah parameter input. Maka untuk dapat memvisualisasikan fuzzy menjadi grafik tiga dimensi, tiga input tersebut kemudian dipecah menjadi tiga buah skenario dengan masing-masing memiliki dua buah parameter input dan satu parameter output. Ketiga skenario tersebut adalah sensor kelembapan tanah dan sensor hujan terhadap output valve, sensor kelembapan tanah dan sensor suhu terhadap output valve, dan terakhir sensor suhu dan sensor hujan terhadap output valve.



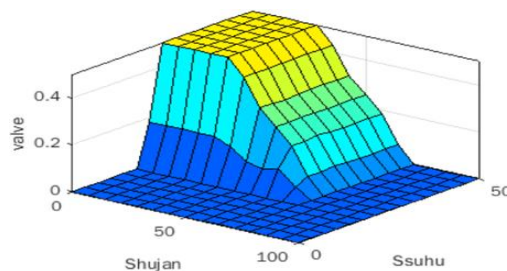
Gambar 8. Grafik hasil fuzzy sensor hujan dan sensor kelembapan tanah

Grafik diatas adalah grafik hubungan antara sensor hujan dan sensor kelembapan tanah dengan asumsi suhu berada pada suhu ruangan 25 derajat celcius. Dapat dilihat bahwa semakin rendah sensor tanah dan sensor hujan maka semakin tinggi nilai fuzzy yang dikeluarkan.



Gambar 9. Grafik hasil fuzzy sensor suhu dan sensor kelembapan tanah

Grafik diatas adalah grafik hubungan antara sensor suhu dan sensor kelembapan tanah dengan asumsi sensor hujan berada pada nilai 50%. Dapat dilihat bahwa semakin rendah sensor tanah dan sensor suhu berada pada suhu ruangan dan suhu tinggi maka output fuzzy semakin tinggi. Nilai output bernilai maksimal 0.5 dikarenakan sensor hujan berada pada kondisi 50%. Jika sensor hujan dibuat bernilai rendah yaitu antara 0% sampai 33% maka bentuk grafik akan sama namun nilai maksimalnya adalah 1 dan bukan 0.5.



Gambar 10. Grafik hasil fuzzy sensor hujan dan sensor suhu

Grafik diatas adalah grafik hubungan antara sensor suhu dan sensor hujan dengan asumsi sensor kelembapan tanah berada pada nilai 50%. Output dari grafik tersebut sama pada grafik diatas. Jika nilai dari sensor kelembapan tanah diasumsikan berada pada 0% sampai 33% maka grafik tersebut memiliki bentuk yang sama namun dengan nilai maksimum bernilai 1 dan bukan 0.5.

Langkah berikutnya adalah melihat apakah input dari semua sensor dapat menghasilkan output penyiraman yang sesuai. Input tanah akan dibagi kedalam dua kategori yaitu kering dan basah. Input hujan dibagi kedalam dua kategori yaitu tidak hujan dan hujan. Input suhu dibagi menjadi tiga yaitu dingin, sedang, panas. Batasan-batasan pada kategori input ini dapat dilihat pada tabel 4.3 pada pembahasan implementasi logika fuzzy. Input ini akan dicocokkan kedalam tabel aturan fuzzy untuk menentukan nilai dari output yang diharapkan. Output hasil uji didapatkan saat uji coba alat dijalankan.

Tabel 2. Testing output value pada jalur 1

No.	Data uji			Output valve 1 yang diharapkan	Output hasil uji valve 1
	Tanah 1	Suhu	Hujan		
1	4.3%(Kering)	28.3°C(Sedang)	2.6% (Tidak Hujan)	Menyala	Menyala
2	24.7%(Kering)	29.1°C(Sedang)	49.6% (Tidak Hujan)	Menyala	Menyala
3	24.0%(Kering)	28.3°C(Sedang)	52.9% (Hujan)	Mati	Mati
4	54.9% (Basah)	29.7°C(Sedang)	2.3% (Tidak Hujan)	Mati	Mati
5	41.7%(Kering)	28.4°C(Sedang)	7.4% (Tidak Hujan)	Menyala	Menyala

Tabel 3. Testing output value pada jalur 2

No.	Data uji			Output valve 2 yang diharapkan	Output hasil uji valve 2
	Tanah 2	Suhu	Hujan		
1	2.6%(Kering)	28.3°C(Sedang)	2.6% (Tidak Hujan)	Menyala	Menyala
2	54.4%(Basah)	29.1°C(Sedang)	49.6% (Tidak Hujan)	Mati	Mati
3	52.6%(Basah)	28.3°C(Sedang)	52.9% (Hujan)	Mati	Mati
4	3.4%(Kering)	29.7°C(Sedang)	2.3% (Tidak Hujan)	Menyala	Menyala
5	54.8%(Basah)	28.4°C(Sedang)	7.4% (Tida Hujan)	Mati	Mati

Berdasarkan hasil testing pada kedua jalur tersebut, output valve yang diharapkan telah sesuai dengan yang dihasilkan oleh raspberry pi. Seperti ketika tanah kering, cuaca tidak hujan, dan suhu sedang, valve menyala sesuai dengan aturan fuzzy yang telah dibuat. Dari kelima testing yang dilakukan pada kedua jalur tersebut. Semuanya menghasilkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Ini menunjukkan bahwa alat ini sudah sesuai dengan yang dibutuhkan dan dapat beroperasi dengan baik.

3.2 Pembahasan

Fuzzy Logic dapat digunakan untuk menyampaikan informasi dari data yang bersifat ambiguous. Terdapat beberapa metode dalam logika fuzzy yaitu; metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno [11]. Metode Sugeno merupakan suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria biasanya berupa ukuran-ukuran, aturan-aturan atau standar yang digunakan dalam pengambilan keputusan [12].

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh suardika [11], menyatakan bahwasannya dari ketiga metode yang dimiliki oleh fuzzy logic, metode Sugeno memiliki nilai error terkecil dibandingkan dengan metode lain, sehingga berdasarkan hasil yang didapat metode Sugeno yang paling baik untuk digunakan dalam menentukan keputusan.

Fuzzy pada alat ini bergantung kepada batasan-batasan yang telah ditetapkan. Dari batasan ini hasilnya pasti akan selalu sesuai dengan nilai batasan dan aturan yang telah didefinisikan. Ini dikarenakan fuzzy bukanlah sebuah machine learning yang belajar dari data yang diberikan, melainkan fuzzy akan melakukan perhitungan berdasarkan batasan dan aturan yang telah ditentukan diawal pembuatan. Hal ini mengakibatkan algoritma fuzzy akan selalu menghasilkan hasil yang sesuai dengan aturan yang ditetapkan.

Hal yang sangat penting dalam pembuatan algoritma fuzzy adalah pemilihan aturan fuzzy, nilai batasan keanggotaan fuzzy, dan bentuk fungsi keanggotaan fuzzy. Karena dari ketiga hal tersebut akan sangat berpengaruh dalam pengambilan keputusan fuzzy. Jika nilai batasan atau aturan fuzzy yang diberikan tidak akurat, maka hasil fuzzy tersebut juga tidak akan sesuai yang diinginkan. Sensor yang akurat juga sangat berpengaruh pada hasil fuzzy yang dihasilkan. Karena fuzzy ini bergantung pada nilai dari sensor-sensor tersebut, jika terdapat sebuah sensor yang tidak berfungsi maka nilai fuzzy tersebut juga tidak akan sesuai. Hal ini dikarenakan pada alat ini fuzzy bergantung dengan tiga buah variabel yaitu kelembapan tanah, suhu, dan hujan. Jika sensor hujan rusak dan cuaca diluar sedang terjadi hujan, maka alat tersebut bisa saja menyiram tanaman tersebut dalam kondisi hujan yang mana hal tersebut tidak ingin terjadi.

Untuk sistem kendali, yang paling sering digunakan dipenelitian robotika adalah Raspberry Pi untuk mini komputer atau Arduino untuk mikrokontroler. Berdasarkan website resmi Raspberry Pi [13], Raspberry Pi 3 Model B+ merupakan model revisi dari Raspberry Pi 3 Model B. Model ini memiliki kecepatan komputasi yang lebih cepat dibanding model pendahulunya dan memiliki beberapa fitur tambahan. Raspberry Pi sendiri merupakan sebuah mini komputer yang mana memiliki kemampuan komputasi yang lebih kuat dibanding mikrokontroler seperti Arduino.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman tanaman otomatis berhasil dibuat dengan mengimplementasikan fuzzy inference system dengan metode Sugeno, dengan menggunakan dua buah sensor kelembapan tanah, sensor suhu, dan sensor hujan untuk mengatasi masalah penyiraman yang dapat dilakukan secara otomatis dengan menyalakan dan mematikan keran air ketika beberapa kondisi terpenuhi. Inputan dari sensor tersebut dicocokkan ke dalam tabel aturan fuzzy untuk menentukan nilai dari output yang diharapkan. Salah satu percobaan adalah ketika diberikan inputan sensor berupa tanah kering, suhu sedang, dan tidak hujan maka output valve yang diharapkan adalah menyala sedangkan pada pengujian terbukti bahwa output yang dihasilkan oleh raspberry pi telah sesuai dengan yang diharapkan yaitu valve menyala. Hasil percobaan dapat dilihat lebih rinci pada tabel 2 dan tabel 3. Hal ini menunjukkan bahwa alat ini sudah sesuai dengan yang dibutuhkan dan dapat beroperasi dengan baik.

REFERENCES

- [1] "The Other Country Crucial to Global Climate Goals: Indonesia", [Online]. Available: <https://thedi diplomat.com/2018/03/the-other-country-crucial-to-global-climate-goals-indonesia/>
- [2] Y. Pusparisa and D. J. Bayu, "10 Negara Penyumbang Emisi Gas Rumah Kaca Terbesar," 2020.
- [3] S. Ainurrohman and S. Sudarti, "Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis," J. Phi J. Pendidik. Fis. ..., vol. 3, no. 3, pp. 1–10, 2022, [Online]. Available: <https://www.jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/jurnalphi/article/view/13359>
- [4] I. Gandasari, O. Hotimah, and M. Miyarsah, "Green Campus As a Concept in Creating Sustainable Campuses," KnE Soc. Sci., vol. 2020, pp. 1–9, 2020, doi: 10.18502/kss.v4i14.7853.
- [5] J. H. Gultom, M. Harsono, T. D. Khameswara, and H. Santoso, "Smart IoT Water Sprinkle and Monitoring System for chili plant," ICECOS 2017 - Proceeding 2017 Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Sustain. Cult. Herit. Towar. Smart Environ. Better Futur., pp. 212–216, 2017, doi: 10.1109/ICECOS.2017.8167136.
- [6] R. Liao, S. Zhang, X. Zhang, M. Wang, H. Wu, and L. Zhangzhong, "Development of smart irrigation systems based on real-time soil moisture data in a greenhouse: Proof of concept," Agric. Water Manag., vol. 245, no. September, p. 106632, 2021, doi: 10.1016/j.agwat.2020.106632.
- [7] S. Jaiswal and M. S. Ballal, "Fuzzy inference based irrigation controller for agricultural demand side management," Comput. Electron. Agric., vol. 175, no. April, p. 105537, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105537.
- [8] I. K. Putri, "Aplikasi Metode Fuzzy Min-Max (Mamdani) Dalam Menentukan Jumlah Produksi Perusahaan," J. Ilm. d'Compute, vol. 9, pp. 30–38, 2019.
- [9] A. k and U. B. Mahadevaswamy, "Automatic IoT Based Plant Monitoring and Watering System using Raspberry Pi," Int. J. Eng. Manuf., vol. 8, no. 6, pp. 55–67, 2018, doi: 10.5815/ijem.2018.06.05.
- [10] E. Rohadi, A. Amalia, A. Nidianingsih, S. N. Arief, R. Ariyanto, and D. W. Wibowo, "The design and evaluation of an automatic watering system by using Fuzzy Mamdani," J. Phys. Conf. Ser., vol. 1402, no. 2, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/2/022088.
- [11] K. W. SUARDIKA, G. K. GANDHIADI, and L. P. I. HARINI, "PERBANDINGAN METODE TSUKAMOTO, METODE MAMDANI DAN METODE SUGENO UNTUK MENENTUKAN PRODUKSI DUA (Studi Kasus : CV. Dewi Bulan)," E-Jurnal Mat., vol. 7, no. 2, p. 180, 2018, doi: 10.24843/mtk.2018.v07.i02.p201.
- [12] A. D. Putri and Effendi, "Fuzzy Logic Untuk Menentukan Lokasi Kios Terbaik Di Kepri Mall Dengan Menggunakan Metode Sugeno Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)," J. Edik Inform. Penelit. Bid. Komput. Sains dan Pendidik. Inform., vol. 3, no. 2541–3716, p. (49-59), 2017.
- [13] Raspberry Pi, "Raspberry Pi 3 Model B+," 2018.