

Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Adrianus Raffel*, Tamaji

Teknik Elektro, Universitas Widya Kartika, Surabaya
*adrianusraffel@gmail.com

Abstrak— Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang dan mengembangkan suatu alat penyiraman tanaman secara otomatis dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani berbasis *Internet of Things* (IoT). Dalam penelitian ini jenis tanaman yang dipilih sebagai objek penelitian adalah Anggrek Dendrobium, karena memiliki kebutuhan penyiraman yang khusus. Alat penyiram tanaman otomatis ini dirancang untuk memantau suhu dan kelembaban tanah, serta memberikan penyiraman yang sesuai dengan kondisi tanaman dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani. Sistem ini menggunakan sensor suhu dan sensor kelembaban tanah untuk mengukur kondisi lingkungan di sekitar tanaman. Data yang didapatkan dari sensor ini akan diolah oleh *microcontroller* NodeMcu yang dilengkapi dengan logika fuzzy Mamdani. Logika fuzzy Mamdani berperan dalam mengambil keputusan mengenai jumlah air yang dibutuhkan untuk menyiram tanaman berdasarkan kondisi suhu dan kelembaban tanah. Alat penyiram tanaman otomatis ini juga terhubung dengan aplikasi Blynk, yang memungkinkan pemilik tanaman untuk memantau kondisi tanaman dari jarak jauh menggunakan *smartphone*. Logika fuzzy Mamdani memastikan penyesuaian yang dinamis banyak air yang diperlukan untuk melakukan penyiraman tanaman sesuai dengan kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi yang positif dalam otomatisasi penyiraman tanaman, meningkatkan efisiensi, mengurangi penggunaan air yang berlebihan, serta memastikan kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman Anggrek Dendrobium. Harapannya, hasil penelitian ini dapat membantu pemilik tanaman Anggrek Dendrobium dalam merawat tanaman dengan lebih efisien dan efektif.

Kata Kunci—Blynk, Fuzzy Mamdani, *Internet of Things* (IoT), *Microcontroller*, Sensor

DOI: 10.22441/jte.2024.v15i2.005

I. PENDAHULUAN

Tanaman memiliki peran yang sangat penting dalam menghijaukan suatu lingkungan, tidak hanya sebagai penambah keindahan visual, tetapi tanaman juga berperan dalam menciptakan suasana yang sejuk, menyeimbangkan ekosistem, dan meningkatkan kualitas hidup manusia. Penyiraman merupakan suatu aspek yang sangat penting dalam usaha untuk menjaga kesehatan dan keindahan tanaman [1].

Efektivitas dan efisiensi dalam penyiraman sangat krusial untuk pertumbuhan tanaman yang optimal. Jumlah air yang berlebihan atau kurang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, mengakibatkan penggunaan air yang tidak efisien, dan

perubahan cuaca juga mempengaruhi dalam pertumbuhan tanaman [7].

Di era *digital* dan terkoneksi seperti sekarang, teknologi *Internet of Things* (IoT) membuka peluang baru untuk mengotomatisasi penyiraman tanaman. IoT memungkinkan integrasi perangkat pintar seperti sensor suhu dan sensor kelembaban tanah dengan internet [2]. Ini memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara *real time* melalui *smartphone*, memudahkan pemilik tanaman dalam pemantauan, terutama ketika pemilik tanaman tidak berada di rumah.

Logika fuzzy Mamdani, sebagai cabang dari kecerdasan buatan, mampu mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan berbasis data [10][6]. Logika ini akan menggabungkan data dari berbagai sensor, seperti sensor suhu dan sensor kelembaban tanah, dengan pengetahuan manusia tentang jenis dan karakteristik tanaman. Hasilnya adalah pengaturan penyiraman tanaman yang adaptif, dengan cara mempertimbangkan berbagai macam faktor.

Untuk mengatasi kompleksitas dalam penyiraman tanaman, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan “Alat Penyiraman Tanaman Otomatis dengan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Alat ini akan menggunakan sensor – sensor IoT, seperti sensor suhu dan kelembaban tanah [3][4], yang data-nya diolah dengan menggunakan logika fuzzy Mamdani untuk mengatur penyiraman tanaman secara optimal.

Meskipun dalam penelitian ini fokus pada tanaman hias, dampaknya sangat besar. Pengembangan alat penyiram tanaman otomatis dengan logika fuzzy Mamdani berbasis IoT ini memberikan kontribusi dalam penggunaan air yang lebih efisien, penyiraman tanaman yang lebih cerdas, dan mendorong terciptanya lingkungan yang lebih hijau.

Dengan adanya penyelesaian dari kasus ini tidak hanya menangani kompleksitas penyiraman tanaman, tetapi juga berkontribusi pada perkembangan teknologi IoT dan penerapan kecerdasan buatan dalam konteks perawatan lingkungan.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [2] hanya memperhatikan kelembaban tanah tanpa suatu metode kontrol tertentu untuk penyiraman. Dalam penelitian tersebut, kelemahan yang ditemukan adalah kurangnya adaptivitas dalam sistem penyiraman yang hanya bergantung pada satu parameter, yaitu kelembaban tanah, tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan lainnya seperti suhu.

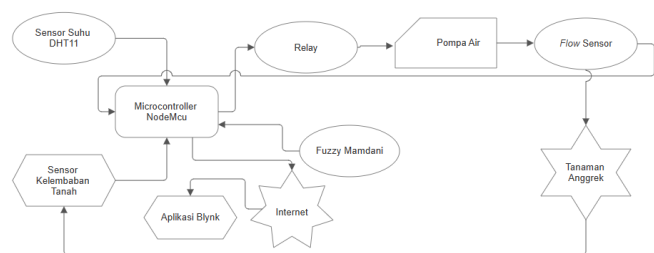
Pada penelitian [3], sistem penyiraman dikembangkan dengan menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi temperatur dan kelembaban udara di sekitar ruangan. Hasilnya, sistem otomatisasi berhasil diimplementasikan di mana relay akan menyala dan menghidupkan pompa air ketika temperatur udara melebihi 30°C, dan relay akan mati ketika temperatur $\leq 30^\circ\text{C}$. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada penggunaan satu sensor untuk suhu udara dan tidak memperhatikan kelembaban tanah secara langsung untuk kontrol penyiraman.

Untuk mengatasi kelemahan dalam kedua penelitian sebelumnya, penelitian ini merancang alat penyiram tanaman otomatis dengan menggunakan logika fuzzy Mamdani. Sistem ini mengintegrasikan data dari sensor kelembaban tanah dan sensor suhu (DHT11) untuk menghasilkan keputusan penyiraman yang lebih adaptif. Dengan memanfaatkan dua parameter lingkungan ini, sistem dapat memberikan kontrol penyiraman yang lebih efektif dan responsif terhadap kondisi nyata di lapangan, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses penyiraman tanaman.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Dalam subbab perancangan sistem ini, akan dijelaskan mengenai model dan perancangan sistem dari alat penyiram tanaman otomatis yang akan dibuat. Pembahasannya meliputi blok diagram, *flowchart*, dan penjelasannya pada Gambar 1.



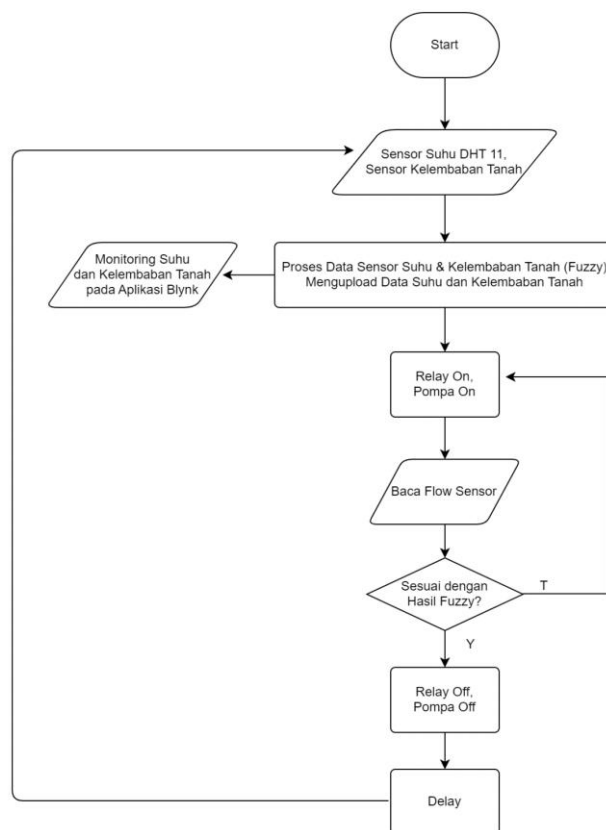
Gambar 1. Blok Diagram Alat Penyiram Tanaman Otomatis Secara Keseluruhan

Dalam gambaran keseluruhan blok diagram alat penyiram tanaman otomatis diatas, dapat dilihat alur kerja dari komponen – komponen yang akan digunakan untuk membuat alat penyiram tanaman otomatis. Alat penyiram tanaman otomatis ini terdiri dari beberapa sensor dan *microcontroller*, termasuk sensor suhu DHT11, sensor kelembaban tanah, *relay*, pompa air, *flow sensor*, dan *microcontroller NodeMcu*. Dalam sistem penyiraman tanaman otomatis ini, metode fuzzy Mamdani digunakan untuk menghitung banyak air yang diperlukan untuk penyiraman tanaman. Selain itu, alat ini memiliki kemampuan untuk terhubung ke internet, yang memungkinkan untuk pemantauan kondisi suhu dan kelembaban tanah pada tanaman dari jarak jauh menggunakan *smartphone*.

Penjelasan alur kerja blok diagram tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

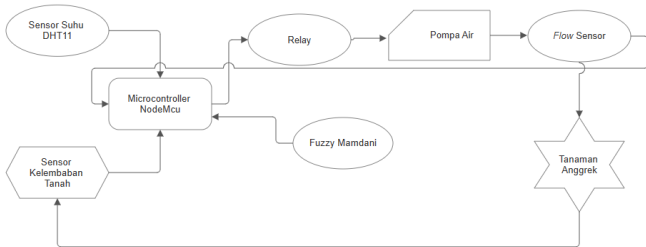
Sebuah tanaman, khususnya tanaman Anggrek jenis *Dendrobium*, akan digunakan sebagai objek penelitian. Ketika sensor kelembaban tanah dan sensor suhu DHT11 mendeteksi kondisi di sekitar tanaman yang tidak optimal, data dari kedua sensor tersebut akan dikirimkan ke *NodeMcu*. *NodeMcu* kemudian akan memproses data tersebut dan menggunakan metode fuzzy Mamdani untuk menentukan banyak air yang diperlukan untuk penyiraman tanaman. *NodeMcu* mengirimkan perintah ke *relay* untuk mengaktifkan pompa air guna memulai penyiraman tanaman. *Flow sensor* akan digunakan untuk memastikan bahwa banyak air yang telah disiramkan sesuai dengan yang dihitung dengan menggunakan fuzzy Mamdani. *Flow sensor* terhubung dengan *NodeMcu* untuk memberikan informasi tentang banyak air yang digunakan selama penyiraman. Jika banyak air belum mencapai *target* yang diinginkan, penyiraman akan terus dilakukan, namun jika sudah mencapai *target*, *NodeMcu* akan memerintahkan *relay* untuk mematikan pompa air, untuk menghentikan penyiraman.

Data dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah yang dikirimkan ke *NodeMcu* tidak hanya digunakan untuk penyiraman tanaman, tetapi juga dikirimkan ke aplikasi *Blyn* melalui internet. Hal ini memungkinkan pemantauan kelembaban tanah dan suhu udara di sekitar tanaman dari jarak jauh menggunakan *smartphone*.



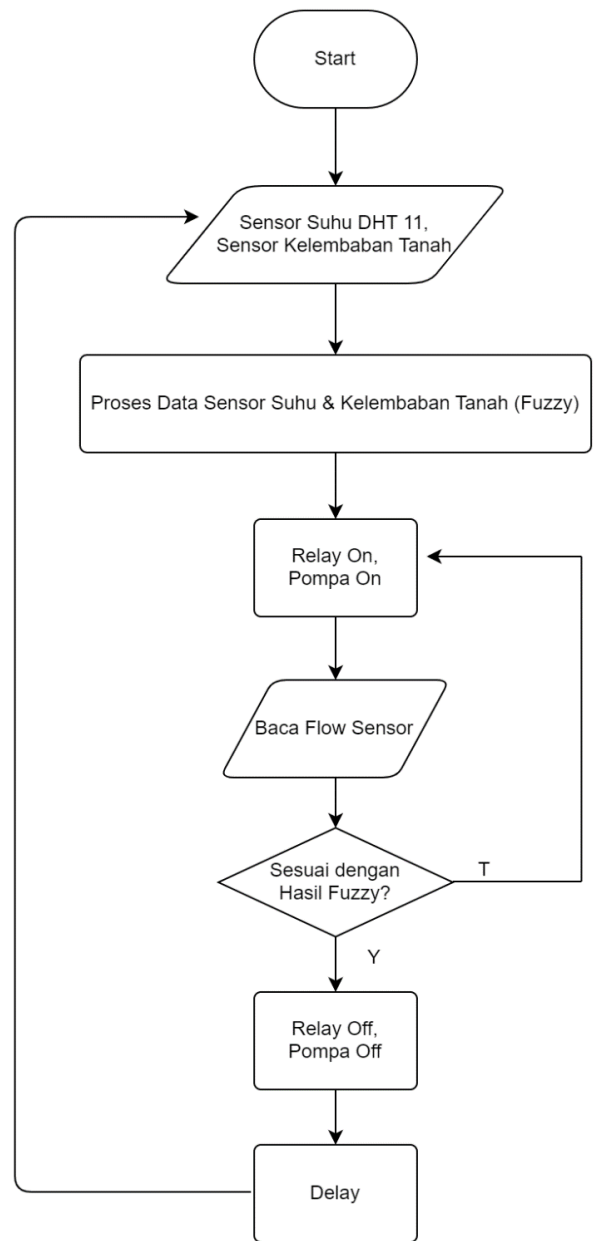
Gambar 2. Flowchart Alat Penyiram Tanaman Otomatis Secara Keseluruhan

Pada *flowchart* alat penyiram tanaman otomatis diatas, dapat dijelaskan bahwa *input* utamanya adalah sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah. Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut akan dikirimkan ke *microcontroller* NodeMcu untuk menjalani proses dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani. Proses ini bertujuan untuk menentukan banyak air yang optimal untuk disiramkan ke tanaman, berdasarkan kondisi suhu dan kelembaban tanah. Setelah proses tersebut selesai, data dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah akan diunggah ke internet untuk aplikasi Blynk. Hal ini memungkinkan pemantauan suhu udara dan kelembaban tanah di sekitar tanaman melalui *smartphone* dengan menggunakan aplikasi Blynk. Selanjutnya, *relay* akan diaktifkan untuk menghidupkan pompa air agar melakukan penyiraman tanaman. *Flow* sensor akan membaca banyak air yang telah dikeluarkan oleh pompa air, dan jika banyak air belum sesuai dengan hasil dari metode fuzzy Mamdani, *relay* dan pompa air akan tetap aktif. Namun, jika banyak air sudah sesuai dengan hasil metode fuzzy Mamdani, *relay* dan pompa air akan dimatikan. Proses yang selanjutnya melibatkan *delay* sebelum kembali ke tahap pembacaan sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah, yang kemudian data suhu dan kelembaban tanah yang dibaca oleh kedua sensor ini dikirimkan kembali ke *microcontroller* NodeMcu.



Gambar 3. Blok Diagram Alat Penyiram Tanaman Otomatis

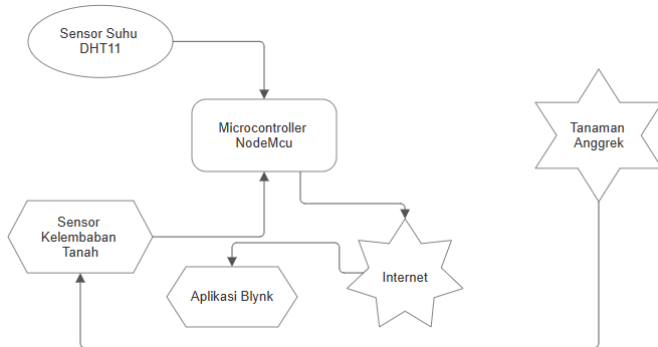
Sebuah tanaman, khususnya tanaman Anggrek jenis *Dendrobium*, akan digunakan sebagai objek penelitian. Ketika sensor kelembaban tanah dan sensor suhu DHT11 mendeteksi kondisi di sekitar tanaman yang tidak optimal, data dari kedua sensor tersebut akan dikirimkan ke NodeMcu. NodeMcu kemudian akan memproses data tersebut dan menggunakan metode fuzzy Mamdani untuk menentukan banyak air yang diperlukan untuk penyiraman tanaman. NodeMcu mengirimkan perintah ke *relay* untuk mengaktifkan pompa air guna memulai penyiraman tanaman. *Flow* sensor akan digunakan untuk memastikan bahwa banyak air yang telah disiramkan sesuai dengan yang dihitung dengan menggunakan fuzzy Mamdani. *Flow* sensor terhubung dengan NodeMcu untuk memberikan informasi tentang banyak air yang digunakan selama penyiraman. Jika banyak air belum mencapai *target* yang diinginkan, penyiraman akan terus dilakukan, namun jika sudah mencapai *target*, NodeMcu akan memerintahkan *relay* untuk mematikan pompa air, untuk menghentikan penyiraman.



Gambar 4. Flowchart Alat Penyiram Tanaman Otomatis

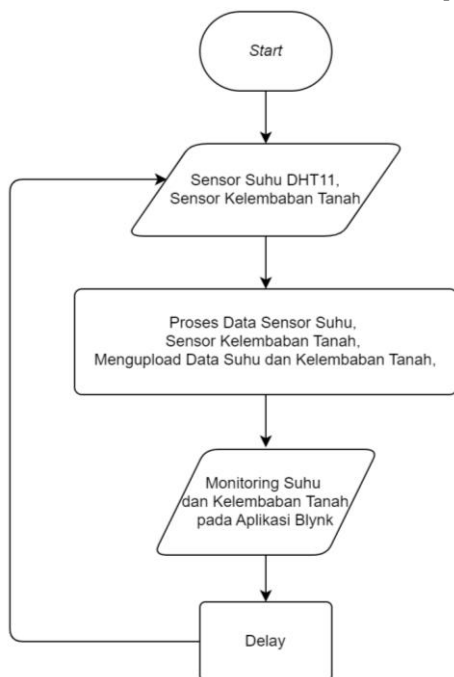
Pada *flowchart* alat penyiram tanaman otomatis diatas, dapat dijelaskan bahwa *input* utamanya adalah sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah. Data dari kedua sensor ini dikirim ke *microcontroller* NodeMcu untuk mengalami proses menggunakan metode fuzzy Mamdani guna menentukan banyak air yang optimal untuk disiramkan ke tanaman berdasarkan kondisi suhu dan kelembaban tanah. Setelah proses tersebut, *relay* akan diaktifkan untuk menyalakan pompa air sehingga penyiraman tanaman dapat dilakukan. Setelah itu, *flow* sensor akan mengukur banyak air yang telah dikeluarkan oleh pompa air. Jika banyak air yang disiramkan ke tanaman belum sesuai dengan hasil dari metode fuzzy Mamdani, *relay* dan pompa air akan tetap aktif. Namun, jika banyak air yang disiramkan ke tanaman sudah sesuai dengan hasil dari metode fuzzy Mamdani, *relay* dan pompa air akan dimatikan.

Selanjutnya, terdapat proses *delay* sebelum kembali ke tahap pembacaan sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah, yang kemudian data suhu dan kelembaban tanah yang telah dibaca oleh kedua sensor tersebut akan dikirimkan ke *microcontroller* NodeMcu.



Gambar 5. Blok Diagram Pengiriman Data Sensor Suhu dan Sensor Kelembaban Tanah ke Aplikasi Blynk

Pada blok diagram pengiriman data sensor suhu dan sensor kelembaban tanah ke aplikasi Blynk diatas, dapat dijelaskan sebagai berikut. Data yang berasal dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah akan dikirim ke *microcontroller* NodeMcu. Selanjutnya, *microcontroller* NodeMcu akan melakukan tahap *upload* data ke internet untuk aplikasi Blynk. Hal ini memungkinkan pemantauan kondisi suhu dan kelembaban tanah di sekitar tanaman melalui *smartphone*.



Gambar 6. Flowchart Pengiriman Data Sensor Suhu dan Sensor Kelembaban Tanah ke Aplikasi Blynk

Pada *flowchart* pengiriman data sensor suhu dan sensor kelembaban tanah ke aplikasi Blynk diatas, dapat dijelaskan sebagai berikut. Data yang berasal dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah akan dikirimkan ke *microcontroller* NodeMcu. Selanjutnya, *microcontroller* NodeMcu akan memproses data tersebut, dan setelah pemrosesan selesai,

dilakukan tahap *upload* data ke internet, untuk aplikasi Blynk. Melalui ini, pemantauan mengenai kondisi suhu dan kelembaban tanah di sekitar tanaman dapat dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan *smartphone* dengan menggunakan aplikasi Blynk. Setelah proses tersebut, terdapat *delay* sebelum kembali ke tahap awal, dimana data baru dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah akan kembali dikirim ke *microcontroller* NodeMcu.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian alat penyiraman tanaman otomatis dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani berbasis *Internet of Things* (IoT) ini akan dilakukan di area jemur pakaian rumah penulis. Penelitian dilakukan di area jemur pakaian rumah penulis dikarenakan area jemur pakaian rumah penulis merupakan area paling terang di rumah penulis, sehingga cocok dengan tanaman Anggrek jika dirawat dalam ruangan.

C. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian mengenai alat penyiram tanaman otomatis dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani berbasis *Internet of Things* (IoT) akan menggunakan observasi dan dokumentasi. Kedua metode ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi adalah suatu metode pengumpulan data yang melibatkan pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Dalam konteks penelitian ini, metode observasi akan diterapkan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap pertumbuhan tanaman Anggrek. Pengamatan juga akan dilakukan melalui aplikasi Blynk untuk memantau data dari sensor suhu dan sensor kelembaban tanah. Hal ini berguna untuk memantau apakah alat penyiram tanaman otomatis menyiram tanaman ketika kondisi suhu dan kelembaban tanah di sekitar tanaman diperlukan penyiraman.

2. Dokumentasi

Dokumentasi menjadi bagian yang penting untuk mendokumentasikan hasil penelitian dalam laporan, dan ini melibatkan pengambilan foto. Foto – foto yang akan diambil mencakup foto tanaman, foto alat penyiram tanaman otomatis (baik dalam kondisi sedang menyiram atau tidak), dan tampilan aplikasi Blynk yang menampilkan data dari sensor suhu dan sensor kelembaban tanah.

D. Analisa Data

Analisa data dalam penelitian ini akan berfokus pada evaluasi kinerja komponen – komponen yang digunakan dalam alat penyiram tanaman otomatis. Tujuan utamanya adalah untuk menilai sejauh mana setiap komponen bekerja sesuai dengan aturan – aturan yang telah ditetapkan. Selain itu, analisa juga akan mencakup evaluasi terhadap hasil pertumbuhan tanaman Anggrek yang diperoleh dari implementasi alat penyiram tanaman otomatis.

IV. HASIL DAN ANALISA

Pada bagian hasil dan analisa ini, akan dibahas secara rinci mengenai perancangan alat penyiram tanaman otomatis dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani berbasis *Internet of*

Things (IoT). Pembahasan dimulai dari komponen – komponen yang digunakan, cara kerja alat penyiram tanaman otomatis, implementasi fuzzy Mamdani pada alat penyiram tanaman otomatis, serta hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menyiram tanaman Anggrek. Semua aspek ini akan dijelaskan secara lebih mendalam untuk memahami lebih *detail* mengenai penelitian ini.

A. Komponen – Komponen yang Digunakan

Dalam pengembangan alat penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode fuzzy Mamdani, beberapa komponen yang digunakan meliputi:

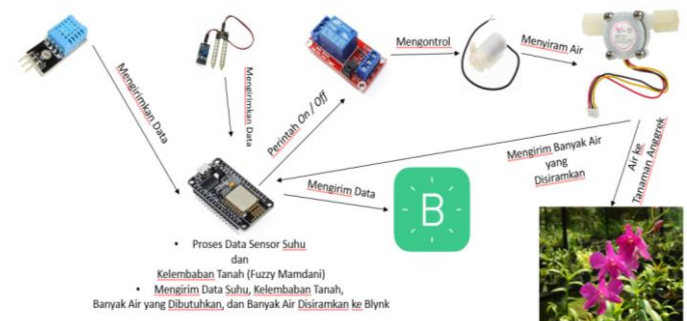
1. **Microcontroller NodeMcu:** merupakan pusat pengendalian utama dalam alat penyiram tanaman otomatis berbasis IoT ini. Dengan kemampuan terkoneksi ke WiFi, NodeMcu memungkinkan alat ini untuk terhubung ke internet, memantau kondisi lingkungan tanaman (seperti suhu dan kelembaban tanah), dan mengambil keputusan mengenai penyiraman tanaman berdasarkan data yang diperoleh dari sensor suhu dan sensor kelembaban tanah dengan metode fuzzy Mamdani. NodeMcu juga berfungsi sebagai penghubung antara sensor, *relay*, dan komponen lainnya.
2. **Sensor Suhu DHT11:** digunakan untuk mengukur suhu di sekitar tanaman Anggrek. Data suhu yang didapatkan oleh sensor ini akan dikirimkan ke NodeMcu untuk menentukan banyak air yang diperlukan untuk menyiram tanaman Anggrek dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani.
3. **Sensor Kelembaban Tanah (*Soil Moisture Sensor*):** mengukur tingkat kelembaban tanah. Data dari sensor kelembaban tanah akan dikirimkan ke *microcontroller* NodeMcu dan diolah untuk menentukan banyak air yang diperlukan untuk menyiram tanaman Anggrek dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani.
4. **Relay:** berfungsi untuk mengendalikan pompa air *mini*. Saat kondisi suhu dan kelembaban tanah menunjukkan tanaman perlu dilakukan penyiraman (diketahui melalui fuzzy Mamdani), *relay* akan diaktifkan sehingga pompa air *mini* dapat melakukan penyiraman tanaman. Jika kondisi menunjukkan tidak perlu dilakukan penyiraman, *relay* akan dimatikan untuk memastikan penyiraman hanya dilakukan pada saat diperlukan.
5. **Pompa Air *Mini*:** digunakan untuk menyiramkan air ke tanaman Anggrek. Kontrol pompa air *mini* dilakukan oleh *relay* berdasarkan hasil fuzzy Mamdani yang mempertimbangkan data suhu dan kelembaban tanah.
6. **Flow Sensor:** berfungsi untuk memastikan banyak air yang telah disiramkan ke tanaman Anggrek sesuai dengan hasil fuzzy Mamdani. Jika sudah sesuai dengan hasil fuzzy Mamdani, penyiraman akan berhenti, jika belum, maka penyiraman akan terus berlanjut hingga sesuai dengan hasil fuzzy Mamdani.

B. Cara Kerja Alat Penyiram Tanaman Otomatis

Berikut adalah penjelasan mengenai cara kerja alat penyiram tanaman otomatis dari gambar 7:

Sensor suhu DHT11 mengukur suhu, sementara sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*) mengukur

kelembaban tanah di sekitar tanaman Anggrek Dendrobium. Hasil pembacaan dari kedua sensor tersebut akan dikirim ke *microcontroller* NodeMcu untuk diproses dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani. Fuzzy Mamdani digunakan untuk menentukan banyak air yang diperlukan untuk penyiraman tanaman Anggrek Dendrobium dengan berdasarkan suhu dan kelembaban tanah. Data suhu dan kelembaban tanah juga dikirim ke aplikasi Blynk agar pemilik tanaman dapat memantau kondisi tanaman dari jarak jauh dengan menggunakan *smartphone*.



Gambar 7. Cara Kerja Alat Penyiram Tanaman Otomatis

Jika kondisi suhu dan kelembaban tanah menunjukkan tanaman perlu disiram, informasi banyak air yang dibutuhkan akan ditampilkan pada aplikasi Blynk, dan *microcontroller* NodeMcu akan memerintahkan *relay* untuk mengaktifkan pompa air *mini* untuk melakukan penyiraman. Selama penyiraman, banyak air yang telah disiramkan ke tanaman akan dipantau secara *realtime* oleh *flow* sensor untuk memastikan kesesuaian dengan keputusan fuzzy Mamdani. Jika belum sesuai, penyiraman akan terus berlanjut hingga memenuhi yang diminta oleh fuzzy Mamdani.

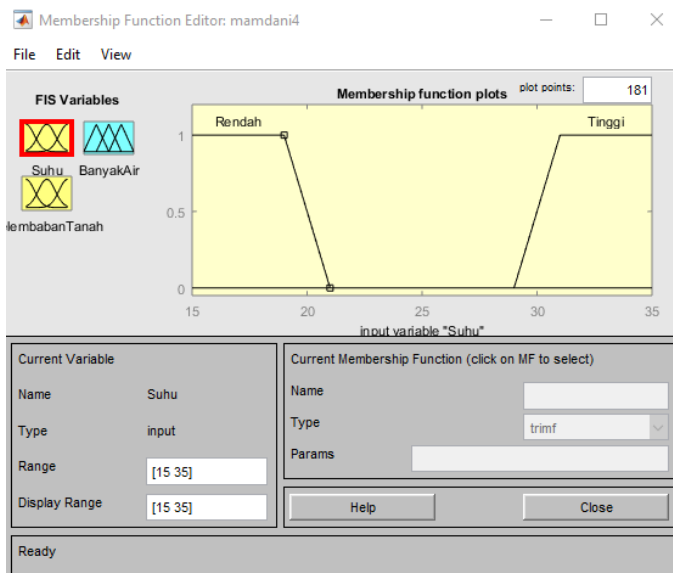
Proses ini juga memungkinkan pemantauan banyak air yang telah disiramkan ke tanaman melalui aplikasi Blynk. Jika banyak air yang disiramkan ke tanaman sudah sesuai dengan keputusan fuzzy Mamdani, *microcontroller* NodeMcu akan memerintahkan *relay* untuk mematikan pompa air *mini*, dan penyiraman akan berhenti. Proses pembaruan data suhu dan kelembaban tanah dalam alat penyiram tanaman otomatis ini dilakukan setiap 45 detik untuk memberikan kontrol yang optimal bagi fuzzy Mamdani dalam mengatur penyiraman tanaman secara otomatis.

C. Pembahasan Fuzzy Mamdani pada Alat Penyiram Tanaman Otomatis

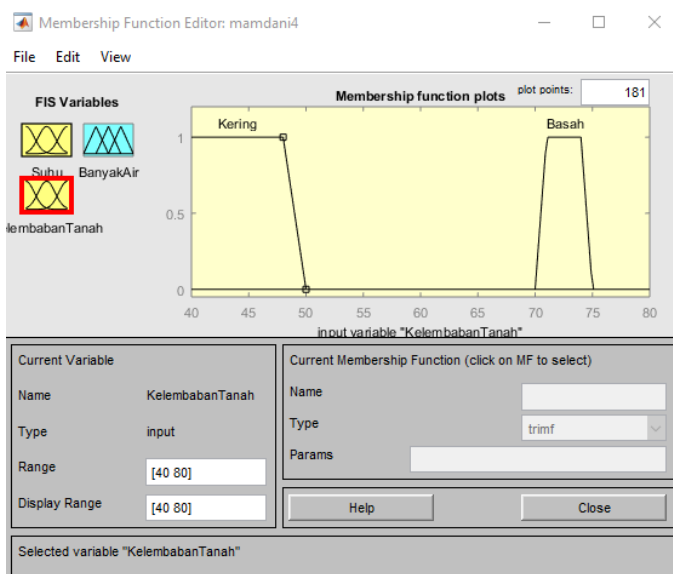
Penggunaan metode fuzzy Mamdani pada sistem otomatis penyiraman tanaman bertujuan untuk mengatur banyak air yang diperlukan dalam proses penyiraman tanaman Anggrek, berdasarkan data suhu dan kelembaban tanah. Dalam sistem ini, dua *input* fuzzy Mamdani digunakan, yaitu Suhu dan Kelembaban Tanah, dan satu *output* fuzzy Mamdani, yaitu banyak air. *Input* suhu memiliki dua fungsi keanggotaan, Rendah dan Tinggi, dengan rentang Rendah 8°C - 21°C dan tinggi 29°C - 42°C. Sementara itu, *input* kelembaban tanah memiliki dua fungsi keanggotaan, kering dan basah, dengan rentang kering 37% - 50% dan basah 70% - 75%. *Output* banyak air memiliki tiga fungsi keanggotaan yaitu sedikit,

sedang, dan banyak, dengan rentang sedikit 180mL – 260mL, sedang 240mL – 360mL, dan banyak 340mL – 420mL. Alat penyiram tanaman otomatis ini menggunakan empat aturan fuzzy Mamdani, yang diantaranya sebagai berikut:

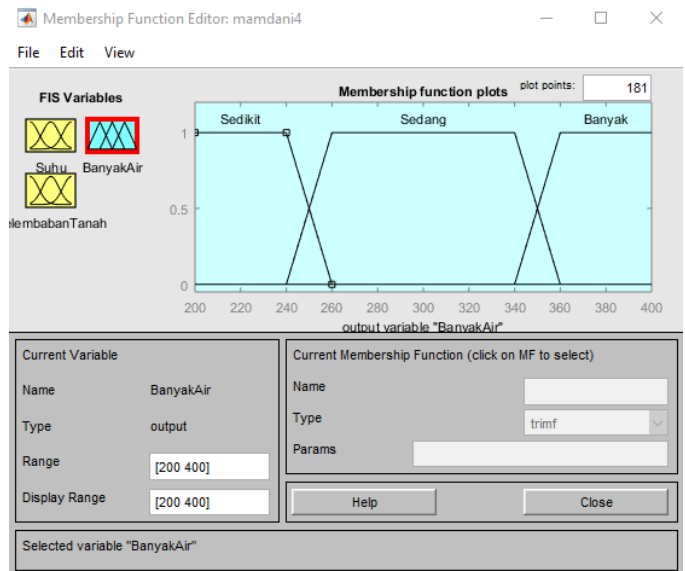
1. *If (Suhu is Rendah) and (KelembabanTanah is Kering) then (BanyakAir is Sedang)*
2. *If (Suhu is Rendah) and (KelembabanTanah is Basah) then (BanyakAir is Sedikit)*
3. *If (Suhu is Tinggi) and (KelembabanTanah is Kering) then (BanyakAir is Banyak)*
4. *If (Suhu is Tinggi) and (KelembabanTanah is Basah) then (BanyakAir is Sedikit)*



Gambar 8. Tampilan *Input* Fuzzy “Suhu”



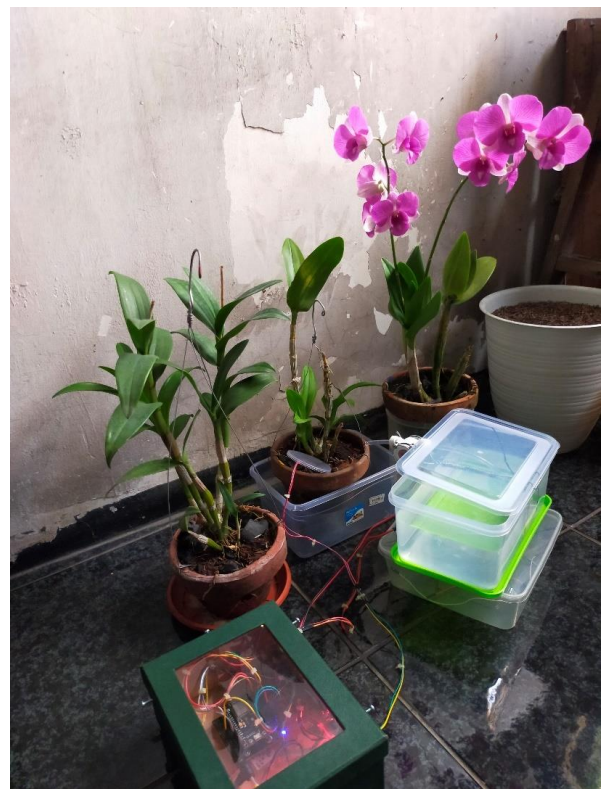
Gambar 9. Tampilan *Input* Fuzzy “Kelembaban Tanah”



Gambar 10. Tampilan *Output* Fuzzy “Banyak Air”

D. Hasil Uji Coba Alat Penyiram Tanaman Otomatis

Pada bagian ini, akan disajikan hasil uji coba alat penyiram tanaman otomatis dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam bentuk dokumentasi. Dokumentasi ini mencakup alat penyiram tanaman otomatis pada saat menyiram dan tidak menyiram, tampilan pada *website* Blynk, serta tampilan pada aplikasi Blynk di *smartphone*. Selain itu, dokumentasi juga akan menampilkan kondisi tanaman Anggrek Dendrobium yang dijadikan sebagai objek percobaan.



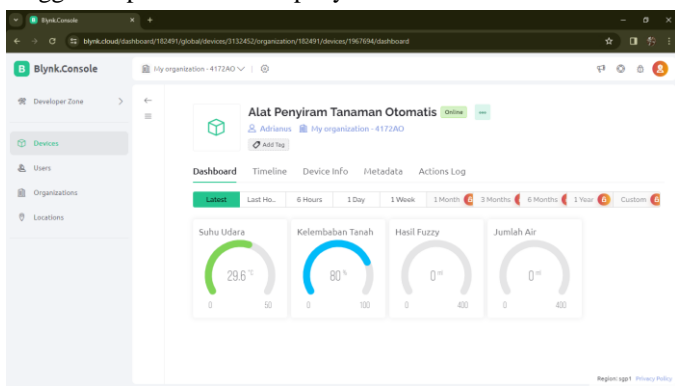
Gambar 11. Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada saat Tidak Menyiram

Gambar 11 merupakan alat penyiram tanaman otomatis pada saat tidak menyiram tanaman Anggrek Dendrobium karena suhu udara dan kelembaban tanah di sekitar tanaman Anggrek tidak perlu dilakukan penyiraman.



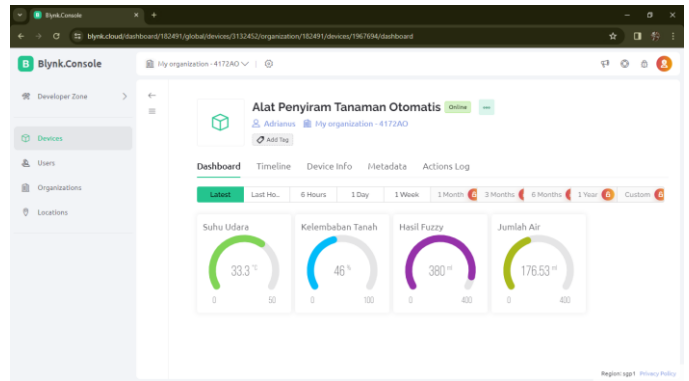
Gambar 12. Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada saat Menyiram

Gambar 12 merupakan alat penyiram tanaman otomatis pada saat menyiram tanaman Anggrek Dendrobium dikarenakan suhu dan kelembaban tanah di sekitar tanaman Anggrek diperlukan untuk penyiraman.



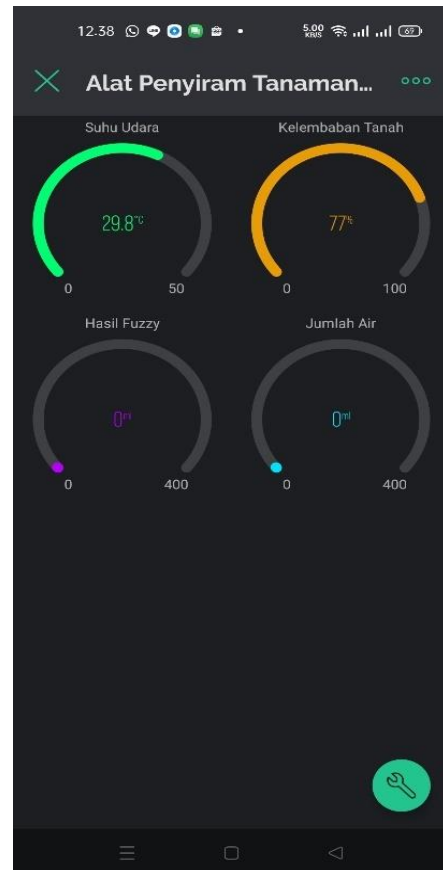
Gambar 13. Tampilan Website Blynk ketika Alat Penyiram Tanaman Otomatis tidak Melakukan Penyiraman

Pada gambar 13, terlihat tampilan pada website Blynk ketika alat penyiram tanaman otomatis sedang tidak melakukan penyiraman. Hal ini disebabkan oleh tingkat kelembaban tanah mencapai 80%, sehingga berada diluar kategori “kering” atau “basah”, meskipun suhu udara mencapai 29,6°C, yang termasuk dalam kategori “tinggi”.



Gambar 14. Tampilan Website Blynk ketika Alat Penyiram Tanaman Otomatis Melakukan Penyiraman

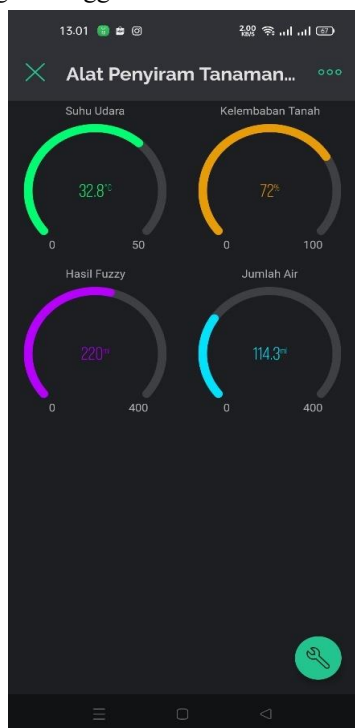
Pada gambar 14, terlihat tampilan pada website Blynk ketika alat penyiram tanaman otomatis sedang melakukan penyiraman. Hal ini terjadi karena suhu udara mencapai 33.3°C, termasuk dalam kategori “tinggi”, dan kelembaban tanah mencapai 46%, termasuk kategori “kering”. Akibatnya, alat penyiram tanaman otomatis akan aktif dan mulai melakukan penyiraman pada tanaman. Proses penyiraman akan berhenti setelah banyak air yang telah disiramkan ke tanaman mencapai jumlah yang sesuai dengan hasil fuzzy Mamdani.



Gambar 15. Tampilan Blynk pada Smartphone ketika Alat Penyiram Tanaman Otomatis tidak Melakukan Penyiraman

Gambar 15 menunjukkan tampilan aplikasi Blynk pada smartphone saat alat penyiram tanaman otomatis sedang tidak melakukan penyiraman. Hal ini disebabkan oleh nilai

kelembaban tanah sebesar 77%, yang berada diluar kategori “kering” ataupun “basah” meskipun suhu mencapai 29.8°C dan termasuk kategori “tinggi”.



Gambar 16. Tampilan Blynk pada *Smartphone* ketika Alat Penyiram Tanaman Otomatis Melakukan Penyiraman

Gambar 16 menampilkan tampilan aplikasi Blynk pada *smartphone* saat alat penyiram tanaman otomatis sedang melakukan penyiraman. Hal ini terjadi karena suhu mencapai 32.8°C termasuk dalam kategori “tinggi” dan kelembaban tanah mencapai 72% termasuk dalam kategori “basah”. Oleh karena itu, proses penyiraman tanaman perlu dilakukan, dan penyiraman akan berhenti setelah banyak air yang telah disiramkan ke tanaman sesuai dengan hasil fuzzy Mamdani.

Tabel 1. Tabel Hasil Uji Coba Alat Penyiram Tanaman Otomatis

No.	Suhu	Kelembaban Tanah	Banyak Air
1	33.70°C	0%	0.00 mL
2	33.90°C	46%	380.00 mL
3	29.60°C	80%	0.00 mL
4	33.30°C	46%	380.00 mL
5	29.80°C	77%	0.00 mL
6	32.80°C	72%	220.00 mL

Gambar 17 menampilkan tanaman Anggrek Dendrobium yang menjadi objek penelitian alat penyiram tanaman otomatis dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan periode sepuluh hari. Selama sepuluh hari tersebut, tanaman Anggrek Dendrobium hanya menerima penyiraman dari alat penyiram tanaman otomatis saja, tanpa campur tangan penyiraman secara langsung oleh peneliti. Setelah sepuluh hari, kondisi tanaman Anggrek Dendrobium tetap segar, daun – daunnya tetap hijau tanpa ada yang kuning, tidak ada ujung daun yang berwarna coklat, dan daun tidak ada

yang keriput. Hal ini menandakan bahwa alat penyiram tanaman otomatis berfungsi dengan baik dalam memberikan penyiraman yang efektif pada tanaman Anggrek Dendrobium.



Gambar 17. Tanaman Anggrek Dendrobium yang Digunakan untuk Percobaan

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komponen-komponen yang digunakan dalam alat penyiram tanaman otomatis telah diuji dan terbukti berfungsi dengan baik. Selama pengujian, alat mampu menghasilkan keputusan penyiraman yang tepat berdasarkan data sensor suhu DHT11 dan kelembaban tanah.
2. Hasil percobaan menunjukkan bahwa alat penyiram tanaman otomatis berhasil menjaga kondisi tanaman Anggrek Dendrobium dalam periode sepuluh hari. Tanaman tetap segar, tanpa tanda-tanda layu, menunjukkan efektivitas alat dalam menjaga kebutuhan air tanaman.
3. Keberadaan alat penyiram tanaman otomatis ini memberikan kemudahan bagi pemilik tanaman Anggrek dalam merawat tanaman mereka secara otomatis, terutama dalam hal penyiraman. Ini juga mengurangi kekhawatiran pemilik tanaman ketika meninggalkan rumah untuk jangka waktu yang lama.
4. Penggunaan logika fuzzy Mamdani dalam sistem pengendalian alat penyiram tanaman otomatis ini memungkinkan sistem untuk secara adaptif merespons perubahan kondisi lingkungan. Dengan demikian, sistem dapat mengoptimalkan penyiraman tanaman berdasarkan variabilitas lingkungan yang dinamis, meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan secara memuaskan. Peneliti juga mengungkapkan rasa terima kasih kepada tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas publikasi hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Fahrissi and Fatoni, "Rancang Bangun Sistem Smart Garden Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode SDLC," *Bina Darma Conference on Computer Science*, p. 119, 2021.
- [2] M. Habiburrahman, *Pengendalian Dan Monitoring Smart Farmer Berbasis Internet Of Things (IoT)*, Universitas Widya Kartika, Surabaya, 2018.
- [3] J. Jumingin, A. Atina, and A. Juanda, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor DHT11", *AMPERE*, vol. 7, no. 2, pp. 73–83, Dec. 2022.
- [4] R. Kusumah, H. Islam, and S. Sobur, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Ruang Data Center", *JAIC*, vol. 7, no. 1, pp. 88-94, Jul. 2023.
- [5] J. Malis, I. Imelda, W. Pramusinto, dan P. Painem, "Implementasi Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu ESP8266 Lolin", *SENAFTI*, vol. 2, no. 1, hlm. 526–533, Apr 2023.
- [6] H. Nasution, "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan," *Jurnal ELKHA*, vol. 4, no. 2, p. 4, 2012.
- [7] G. P. Manurung, "Pengaruh interval penyiraman terhadap pertumbuhan tiga bawang merah komersial (*Allium ascalonicum*)," *Jurnal Kultivasi*, vol. 21, no. 1, Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.34836>.
- [8] P. Yudi, "Pengembangan Modul Gambar Teknik Komputer (GTK) Untuk Pembelajaran Software Eagle 5.11 di SMK Muda Patria Kalasan Yogyakarta - Lumbung Pustaka UNY," *Uny.ac.id*, 2019, doi: https://eprints.uny.ac.id/10586/1/Yudi_09502244002.PDF.
- [9] Fadhila Editya Ramadhani, Tri Nopiani Damayanti, and Dadan Nur Ramadan, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Debit Air Menggunakan Mikrokontroler Dengan Realtime Database," *eProceedings of Applied Science*, vol. 6, no. 1, 2020,
- [10] Y. Yulmaini. "Penggunaan Metode Fuzzy Inference System (Fis) Mamdani Dalam Pemilihan Peminatan Mahasiswa Untuk Tugas Akhir." *Jurnal Informatika Darmajaya*, vol. 15, no. 1, pp. 10-23, 2015.