

Implementasi Fuzzy Logic pada Sistem Pertanian dengan Konsep Green House Berbasis Mikrokontroler

Rahmat Pirmansyah¹, Zulfian Azmi², Rina Mahyuni³

^{1,3} Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

² Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹firmsyahrahmat373@gmail.com, ²zulfian.azmi@gmail.com, ³rinamahyuni14@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: firmsyahrahmat373@gmail.com

Abstrak

Green house merupakan suatu bangunan yang digunakan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu faktor utama yang memengaruhi keberhasilan budidaya tanaman di dalam green house adalah kestabilan suhu dan kelembapan udara. Pengendalian kedua parameter tersebut secara manual dinilai kurang efektif karena membutuhkan pengawasan secara terus-menerus. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengendalian suhu dan kelembapan secara otomatis menggunakan metode Fuzzy Logic berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem dibangun menggunakan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan, Arduino Uno sebagai pengendali utama, serta aktuator berupa heater, kipas, relay, LED, dan LCD sebagai media keluaran. Metode Fuzzy Mamdani diterapkan untuk menentukan keputusan pengendalian berdasarkan nilai suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor. Proses fuzzy meliputi tahap fuzzifikasi, pembentukan aturan (rule base), inferensi, dan defuzzifikasi sehingga sistem mampu menghasilkan keputusan pengendalian yang sesuai dengan kondisi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau suhu dan kelembapan secara real-time serta mengendalikan kondisi lingkungan green house secara otomatis. Implementasi metode Fuzzy Logic mampu meningkatkan respons sistem dalam menjaga kestabilan suhu dan kelembapan sehingga lingkungan green house menjadi lebih optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Green House, Fuzzy Mamdani, Arduino Uno, DHT11, Suhu, Kelembaban.

Abstract

A greenhouse is a structure designed to create optimal environmental conditions for plant growth. One of the primary factors influencing the success of cultivation within a greenhouse is the stability of air temperature and humidity. Manual control of these two parameters is considered ineffective as it requires continuous monitoring. Therefore, this study aims to design and implement an automatic temperature and humidity control system using the Fuzzy Logic method based on an Arduino microcontroller. The system is built utilizing a DHT11 sensor to detect temperature and humidity, an Arduino Uno as the main controller, and actuators consisting of a heater, fan, relay, LED, and an LCD as the output display. The Fuzzy Mamdani method is applied to determine control decisions based on the temperature and humidity values obtained from the sensor. The fuzzy process comprises the stages of fuzzification, rule base formulation, inference, and defuzzification, enabling the system to generate appropriate control decisions according to environmental conditions. The results demonstrate that the system is capable of monitoring temperature and humidity in real-time and automatically controlling the greenhouse environment. The implementation of the Fuzzy Logic method successfully improves the system's responsiveness in maintaining temperature and humidity stability, thereby optimizing the greenhouse environment to support plant growth.

Keywords: Oranges, Fuzzy Mamdani, Arduino, DHT11, Temperature, Humidity.

1. PENDAHULUAN

Greenhouse merupakan sebuah bangunan yang diselubungi bahan bening atau tembus cahaya yang dapat meneruskan cahaya secara optimum untuk produksi dan melindungi tanaman dari kondisi iklim yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Greenhouse dibentuk untuk menghindari dan merawat tanaman terhadap segala macam perubahan cuaca, serta dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai rumah kaca. Pengelolaan greenhouse secara tradisional selalu membutuhkan bantuan dari manusia mulai dari pembibitan, penanaman, hingga pemanenan.

Greenhouse yang mengendalikan iklim memungkinkan petani untuk menanam tanaman apa saja sepanjang tahun dengan mempertahankan kualitas dan konsistensi, sehingga mendapatkan hasil yang lebih tinggi dan keuntungan yang lebih baik. Greenhouse membutuhkan suhu yang optimal berkisar antara 18°C-24°C baik malam maupun siang hari. Masalahnya, kondisi cuaca yang tidak menentu sering kali menyebabkan kesulitan dalam menentukan waktu tanam dan panen. Perubahan iklim berdampak pada pergeseran musim hujan dan kemarau di Indonesia, sehingga kalender tanam ikut berubah.

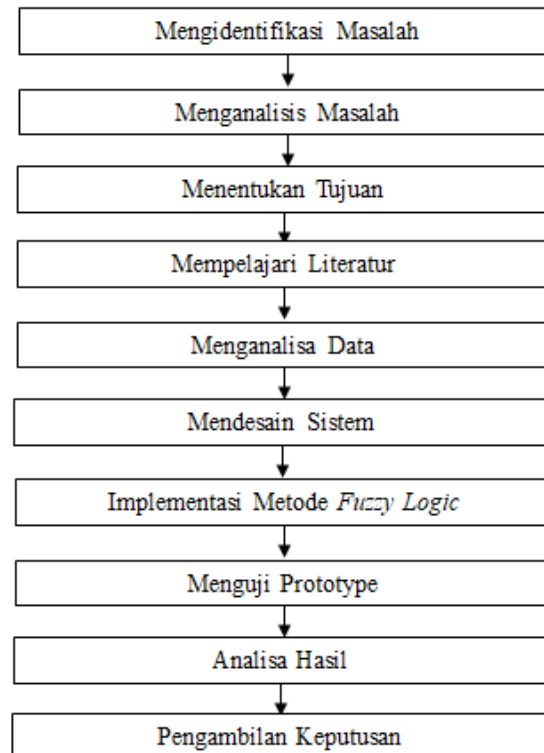
Suhu dan kelembapan udara merupakan faktor utama yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dalam greenhouse. Pencahayaan matahari yang berlebihan dapat meningkatkan suhu dan menurunkan kelembapan udara secara drastis, sehingga mengakibatkan kerusakan pada tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sebuah rekayasa iklim mikro didalam greenhouse menggunakan sistem kontrol yang terintegrasi dengan mikrokontroler agar faktor lingkungan dapat dikondisikan secara real-time. Pada penelitian ini, diterapkan metode Fuzzy Logic Mamdani berbasis mikrokontroler

Arduino Uno untuk mengendalikan suhu dan kelembapan secara otomatis melalui aktuator kipas dan heater berdasarkan pembacaan sensor DHT11.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian merupakan bagian yang akan dilalui secara bertahap sehingga penelitian sistem ini akan berjalan secara baik. Adapun kerangka kerja yang dibuat pada sistem ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan Gambar 1. maka dapat diuraikan bagian-bagian kerangka kerja pada penelitian ini sebagai berikut:

1. **Mengidentifikasi Masalah**
Pada bagian ini akan dilakukan identifikasi masalah dari objek yang akan diteliti, kemudian dilanjutkan dengan merumuskan masalah dari penelitian yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian sesuai dengan yang diharapkan.
2. **Menganalisa Masalah**
Setelah permasalahan dalam penelitian telah dirumuskan kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisa dari masalah-masalah yang ditemui, pada sistem yang akan dibangun ini analisa difokuskan pada bagaimana pengaturan suhu dan kelembabapan pada green house.
3. **Menentukan Tujuan**
Menentukan tujuan penelitian dilakukan agar hasil yang diharapkan tidak berbeda dengan yang diinginkan adapun target yang akan dituju dalam penelitian ini adalah membangun sistem pertanian yang menggunakan konsep green house yang dapat memonitoring keadaan suhu dan kelembaban.
4. **Mempelajari Literatur**
Mencari referensi yang berhubungan dengan judul penelitian yang dilakukan. Referensi yang dikumpulkan berupa buku-buku, jurnal-jurnal, makalah yang memuat materi-materi yang berkaitan dengan sistem pertanian yang menggunakan konsep green house sehingga dapat dijadikan salah satu landasan dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. **Mengumpulkan Data**
Data-data yang dimaksud merupakan data yang berkaitan dengan materi dari penelitian sistem yang akan dibangun ini.
6. **Menganalisa Data**
Dari data yang telah diperoleh akan dilakukan analisa yang dimaksudkan untuk mencari data yang ada agar sesuai dengan rumusan dan tujuan dari penelitian sistem yang akan dibangun.
7. **Implementasi Metode Fuzzy Logic**

Melakukan uji coba implementasi metode fuzzy logic pada sistem pertanian yang menggunakan konsep green house. Konsep fuzzy logic yang dimaksud adalah bagaimana membangun sistem yang dapat mengambil keputusan sendiri berdasarkan suhu dan kelembapan pada green house.

8. Mendesain Sistem
Membuat desain sistem yang sesuai yakni berupa prototype sistem yang dapat menggambarkan cara kerja dari sistem yang diteliti. Desain sistem berupa objek 3 dimensi yang dirancang menggunakan aplikasi google sketchup.
9. Menguji ke dalam prototype
Setelah perancangan sistem rancang bangun, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah tahap pengujian sistem berupa prototype. Hal ini dilakukan agar melihat hasil kinerja sistem yang dibangun.
10. Analisa Hasil
Hasil yang didapatkan dalam melakukan penelitian sistem ini kemudian dianalisa kembali untuk mendapatkan kesimpulan yang tepat dan merumuskan manfaat dan kekurangan dari sistem yang telah dibangun.
11. Pengambilan Keputusan
Setelah keseluruhan hasil pengujian dan analisa diperoleh tahap akhir adalah pengambilan keputusan akan kelayakan sistem yang dirancang, sehingga dapat diimplementasikan ke dalam dunia nyata.

2.2 Metode Perancangan Sistem

Metode perancangan sistem adalah unsur penting dalam penelitian. dalam metode perancangan sistem pada penelitian ini menggunakan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perencanaan
Pada tahapan ini dilakukan proses merancang bagian-bagian yang akan digunakan dalam melaksanakan penelitian ini.
2. Analisis
Melakukan analisa terhadap sistem yang berhubungan dengan penelitian sistem monitoring suhu dan kelembapan pada sistem pertanian yang menggunakan konsep green house. Dan juga mengumpulkan sumber-sumber yang dapat mendukung pelaksanaan penelitian ini.
3. Desain
Memulai perancangan bentuk 3 dimensi sesuai dengan gambaran yang diinginkan menggunakan software Laptop, kemudian dilanjutkan.
4. Eksekusi
Proses pembuatan sistem rancang bangun dan pembuatan rangkaian sesuai langkah-langkah perancangan sistem yang telah dibuat.
5. Pengujian
Dalam proses ini dilakukan untuk menguji sistem yang telah dibuat sesuai dengan data yang dikumpulkan. Proses demonstrasi berupa prototype sistem yang sesuai dengan gambaran aslinya sehingga didapatkan catatan dari hasil pengujian untuk proses pengembangan berikutnya.
6. Perawatan
Melakukan pelatihan pengguna dari sistem yang telah dilakukan pengujian pada alarm untuk melakukan peninjauan keamanannya.

2.3 Fuzzy Logic

Metode fuzzy adalah metode yang idenya adalah menemukan solusi yang pada dasarnya fuzzy/abu-abu dan merepresentasikannya sebagai angka. Logika fuzzy yang merupakan bagian dari konsep kecerdasan buatan sering diimplementasikan dalam sistem kontrol, seperti sistem otomatis berbasis mikrokontroler dan robotika[7]. Logika fuzzy ialah salah satu komponen pembuat soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Profesor. Lotfi A. Zadeh padatahun 1965. Bawah dari logika fuzzy merupakan teori himpunan fuzzy.

2.4 Green House

Greenhouse atau rumah kaca adalah sebuah bangunan yang dirancang khusus untuk menanam tanaman dengan mengendalikan kondisi lingkungan di dalamnya, seperti suhu, kelembapan, dan cahaya. Greenhouse biasanya terbuat dari bahan transparan seperti kaca atau plastik agar sinar matahari bisa masuk dan menjaga kehangatan di dalam [1].

2.5 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroller yang bersifat open source. Didalam rangkaian arduino terdapat mikrokontroller Atmega 328. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroller yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa programnya sendiri berupa bahasa C. selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan ketika diprogram mikrokontroller didalam arduino[6].

Arduino menggunakan mikrokontroler Atmega328, Atmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) dimana proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler Atmega328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism

2.6 Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini banyak digunakan dalam proyek-proyek IoT, mikrokontroler, dan monitoring lingkungan karena harganya murah, konsumsi dayanya rendah, dan cukup mudah digunakan. Meskipun akurasi tidak sebaik DHT22, DHT11 tetap cukup untuk aplikasi non-kritis seperti simulasi inkubator atau sistem monitoring suhu ruangan [4]. DHT11 bekerja dengan mengukur resistansi dari sensor kelembaban berbahan substrat polimer dan sensor suhu berbasis termistor. Data dari kedua sensor ini dikonversi ke bentuk digital menggunakan IC di dalam modul, kemudian dikirim melalui satu jalur data (data pin) ke mikrokontroler (misalnya Arduino atau ESP32) [5].

2.7 LED (Light Emitting Diode)

LED (Light Emitting Diode) adalah komponen elektronik yang dapat memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan lampu pijar konvensional, LED bekerja berdasarkan prinsip elektroluminesensi, yaitu cahaya yang dihasilkan dari aliran elektron melewati bahan semikonduktor[7].

2.8 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah jenis tampilan elektronik yang menggunakan cairan kristal untuk menampilkan informasi dalam bentuk teks, angka, atau simbol. Dalam proyek mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32, LCD biasanya digunakan untuk menampilkan data sensor secara langsung agar pengguna bisa melihat hasil pengukuran tanpa harus mengakses komputer atau ponsel[8]. Jenis LCD yang paling umum digunakan di sistem monitoring adalah LCD 16x2 artinya LCD ini memiliki 2 baris dengan masing-masing 16 karakter.

2.9 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa sakelar atau saklar listrik yang bekerja secara elektrik dan terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnetik (kumparan) dan mekanik (saklar)[9]. Terdapat dua jenis titik kontak relay, yaitu NO dan NC.

2.10 Heater

Pemanas listrik adalah salah satu peralatan yang banyak digunakan di kehidupan sehari-hari, prinsip kerjanya adalah dengan menggunakan suatu elemen pemanas yang dialiri oleh arus listrik. Kemudian, energi listrik diubah menjadi energi panas yang terjadi pada elemen pemanas. Panas yang timbul disebabkan karena material elemen pemanas terbuat dari logam yang memiliki resistansi yang tinggi. Jenis pemanas listrik banyak digunakan karena pertimbangan pada instalasi yang lebih mudah serta lebih praktis namun memiliki kekurangan yaitu konsumsi daya listrik yang cukup besar sehingga biaya operasinya cukup tinggi seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini[10].

2.11 Kipas DC

Kipas angin dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyebar udara, ventilasi (exhaust fan), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin digunakan sebagai penyebar panas yang berasal dari heater. Kipas angin berada tepat di depan heater. Hal ini dimaksudkan agar panas yang berasal dari heater bisa langsung disebar ke seluruh lemari dengan cepat. Dalam perancangan lemari pengering ini, kipas angin berada di sebelah kanan dan kiri bagian pada lemari pengering. Hal ini bertujuan agar uap air yang berada di udara didorong ke sebelah kanan atau kiri. Di bagian belakang kipas angin, ada sebuah celah kecil yang dilapisi oleh sebuah benda yang mudah untuk tertutup dan terhubung oleh lingkungan luar, sehingga uap air di dalam lemari akan dibuang secara bertahap dan perlahan-lahan dibantu dengan bantuan kipas angin dan celah kecil tersebut. Uap air yang berada di udara harus secepat mungkin dikeluarkan, agar proses pengeringan menjadi lebih cepat [13].

2.12 Arduino IDE

Untuk membuat program pada Arduino dibutuhkan software Arduino IDE (Integrated Development Environment). IDE adalah perangkat lunak (software) untuk menulis program, menyusun menjadi biner dan mengupload ke dalam memori mikrokontroler. Perangkat lunak (Software) dapat di unduh secara gratis. Software ini dapat berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux[6].

2.11 SketchUp

SketchUp adalah sebuah program pembuatan 3D yang dibuat untuk arsitek, insinyur sipil, pembuat film, game developer, dan profesi terkait. Ini juga mencakup fitur-fitur untuk memfasilitasi model penempatan di Google Earth.

Google SketchUp adalah aplikasi desain gambar yang mudah dan cukup powerfull, dibalik tool yang sederhana ternyata software ini bisa dibandingkan dengan software sejenisnya untuk gambar tiga dimensi seperti desain rumah atau yang lainnya, tidak hanya itu Google SketchUp mempunyai banyak kelebihan dalam hal teknik gambar, begitu cepat, mudah dan efisien, apalagi kalau digabungkan dengan plugin Vray, sejenis software Rendering yang paling populer sekarang, hasilnya bisa jauh lebih bagus[12].

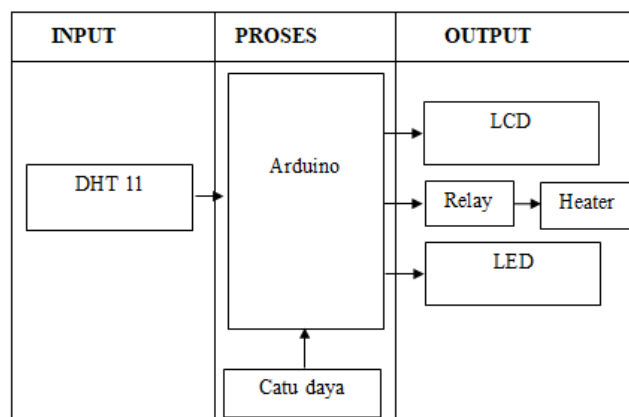
2.12 Fritzing

Fritzing ialah software yang bersifat open source yang berguna untuk membangun sirkuit atau rangkaian yang banyak digunakan untuk mendokumentasikan rangkaian suatu proyek dalam bidang elektronika. Software ini bisa diinstal disistem operasi windows dan Linux. Software menawarkan begitu banyak komponen – komponen yang dapat digunakan, dan kita bisa mendownload library komponen dari website dan menginstalkannya ke fritzing, disoftware ini kita bisa membangun sebuah rangkaian berupa breadboard, skematik, layout serta kita bisa memprogram didalamnya[13].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arsitektur Sistem

Untuk memahami keterkaitan antara komponen input, proses, output, diperlukan suatu diagram blok sistem. Dengan menggunakan blok diagram, kita dapat menempatkan setiap komponen pada posisi yang sesuai dengan fungsinya secara akurat. Blok diagram dari implementasi teknik fuzzy pada sistem pengukuran kelembapan dan suhu pada green house adalah sebagai berikut.

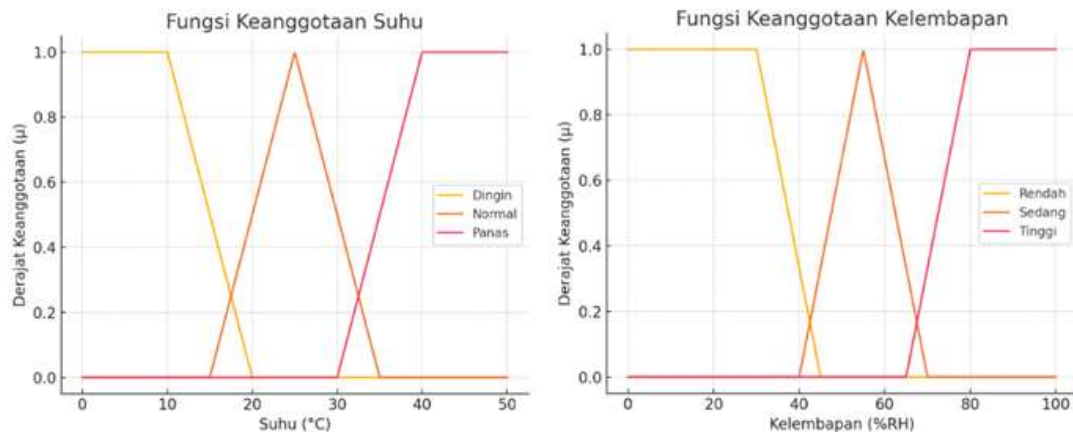


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Pada gambar 2 diagram blok sistem di atas menggambarkan konfigurasi rancangan sistem pengukuran kelembapan dan suhu pada green house. Berikut penjelasan diagram blok sistem tersebut:

1. Sensor Heater
Heater adalah kumparan tembaga yang berfungsi sebagai pemanas ruangan. Dimana heater ini mengubah arus listrik menjadi energi panas yang akan menggantikan energi matahari ketika cuaca tidak mendukung.
2. DHT 11
DHT 11 pada sistem pengukuran kelembapan dan suhu pada green house berfungsi sebagai pengukur kelembapan dan suhu.
3. Arduino
Arduino merupakan sebuah mikrokontroler yang akan menjadi otak dari sistem ini. Arduino ini yang nantinya akan mengendalikan seluruh input dan output pada sistem ini.
4. Relay
Relay merupakan sebuah saklar yang berfungsi memutus atau menyambung arus listrik pada heater atau pemanas. Cara kerja relay ini ialah menggunakan sebuah kumparan yang nantinya akan di aliri listrik yang akan membuat kumparan menjadi sebuah magnet dan akan menarik ruas sehingga arus terputus.

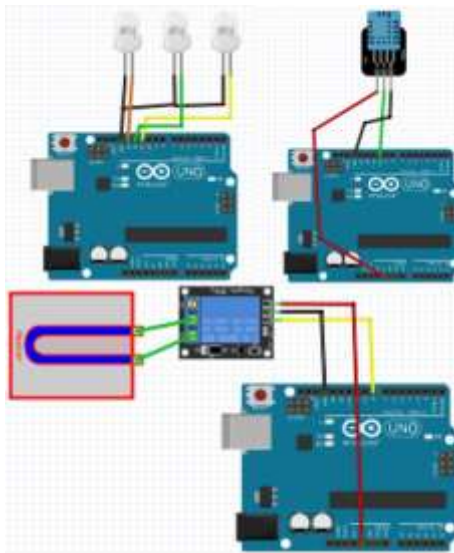
Berikut adalah input dan output fuzzy yang digunakan dalam sistem ini. Inputan yang digunakan adalah Suhu ($^{\circ}\text{C}$), Kelembapan, Intensitas Cahaya (lux). Dan sebagai outputnya Kipas, Sprinkler dan Penutup Greenhouse.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

3.2 Perancangan Sistem

Dalam pengembangan rancang bangun sistem pemberi pakan udang ini, diperlukan susunan komponen pada setiap bagian, termasuk sensor rain drop, DHT11, Arduino, Relay, LED dan Heater. Susunan komponen ini memiliki dampak signifikan terhadap pembuatan program sistem.



Gambar 4. Rangkaian Perancangan Sistem

3.3 Perancangan Model Prototipe

Dalam perancangan model prototipe, konsepnya dirancang agar mudah dipahami dan dapat di implementasikan dengan mudah oleh pengguna sistem. Berikut adalah gambaran perancangan rancang bangun sistem pengukuran suhu dan kelembapan green house, direpresentasikan dalam bentuk tiga dimensi.



Gambar 5. Desain 3D Sistem Green House

3.4 Implementasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan implementasi sistem, yaitu proses perakitan dan integrasi seluruh komponen yang telah dirancang, baik pada aspek mekanik maupun rangkaian elektronik. Tahap implementasi bertujuan untuk memastikan setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsinya sebelum dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh. Berikut merupakan rangkaian keseluruhan sistem greenhouse yang telah dirancang. Rangkaian ini menunjukkan hubungan dan integrasi antara seluruh komponen yang digunakan, sehingga sistem dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya.



Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan

3.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui fungsi dan kinerja keseluruhan sistem greenhouse yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya. Pengujian dilakukan pada LCD yang digunakan sebagai media monitoring suhu dan kelembapan di dalam greenhouse. Hasil pengujian menunjukkan bahwa LCD mampu menampilkan data suhu dan kelembapan yang dibaca oleh sensor secara real-time, sehingga kondisi lingkungan di dalam greenhouse dapat dipantau secara langsung oleh pengguna.



Gambar 7. Pengujian Suhu



Gambar 8. Pengujian Kelembaban

4. KESIMPULAN

Sistem kendali otomatis pada green house menggunakan metode Fuzzy Logic berbasis mikrokontroler Arduino Uno berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sensor DHT11 mampu membaca parameter suhu dan kelembapan secara real-time dan akurat. Penerapan logika fuzzy Mamdani memberikan respons keputusan pengendalian yang presisi terhadap aktuatur kipas dan heater, sehingga mampu menjaga kestabilan iklim mikro green house pada kondisi optimal (18°C - 24°C). Sistem ini efektif meminimalkan risiko kerusakan tanaman akibat faktor cuaca ekstrem dan kelalaian pemantauan manual.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang sudah membantu dalam proses pembuatan jurnal ini hingga jurnal ini selesai dan siap untuk dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Badji, A. Benseddik, H. Bensaha, A. Boukhelifa, and I. Hasrane, "Design, technology, and management of greenhouse: A review," *J. Clean. Prod.*, vol. 373, no. August, 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133753.
- [2] L. Fikriyah and A. Rohmanu, "Sistem Kontrol Pendingin Ruangan Menggunakan Arduino Web Server Dan Embedded Fuzzy Logic Di Pt. Inoac Polytechno Indonesia," *J. Inform. SIMANTIK*, vol. 3, no. 1, pp. 1–23, 2022.
- [3] P. Ramadevi and R. Das, "Face detection based on K-medoids clustering and associated with convolutional neural networks," *Heliyon*, vol. 10, no. 16, p. e35928, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35928.
- [4] S. Fuadi and O. Candra, "Prototipe Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–25, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i1.12.
- [5] A. A. M. Khalifa and K. Prawiroredjo, "Model Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Ruangan Produksi Obat Berbasis Arduino uno ESP32," *J. ELTIKOM*, vol. 6, no. 1, pp. 13–25, 2022, doi: 10.31961/eltikom.v6i1.415.
- [6] M. I. Hafidhin, A. Saputra, Y. Ramanto, and S. Samsugi, "ARDUINO UNO," vol. 1, no. 2, pp. 59–66, 2021.
- [7] R. D. Pratama, S. Samsugi, and J. P. Sembiring, "Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 45–55, 2022, doi: 10.33365/jtikom.v3i1.1878.
- [8] W. Istiana, R. P. Cahyono, and T. Komputer, "Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis IoT," *Portaldata.org*, vol. 2, no. 6, pp. 2022–2023, 2022.
- [9] S. Yedulapuram, R. Arabelli, K. Mahender, and C. Sidhardha, "Automatic Door Lock System by Face Recognition," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 981, no. 3, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/981/3/032036.
- [10] Rachman Mukladu Rofiki, "LEMARI PENERING PAKAIAN DENGAN PENGATUR SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS ARDUINO Rofiki," vol. 02, no. 04, pp. 80–89, 2024.
- [11] S. Walther and A. McCoy, "US Extremism on Telegram: Fueling Disinformation, Conspiracy Theories, and Accelerationism," *Perspect. Terror.*, vol. 15, no. 2, pp. 100–124, 2021.
- [12] S. I. A. Setiawan, "Google SketchUp Perangkat Alternatif dalam Pemodelan 3D," *J. Ultim.*, vol. 3, no. 2, pp. 6–10, 2021, doi: 10.31937/ti.v3i2.298.
- [13] O. Kryvonos, O. Strutynska, and M. Kryvonos, "the Use of Visual Electronic Circuits Modelling and Designing Software Fritzing in the Educational Process," *Zhytomyr Ivan Franko state Univ. journal. Pedagogical Sci.*, vol. 1, no. 1(108), pp. 198–208, 2022, doi: 10.35433/pedagogy.1(108).2022.198-208.